

Društvo za varstvo rastlin Slovenije
Ljubljana

Plant Protection Society of Slovenia
Ljubljana

ZBORNİK PREDAVANJ IN REFERATOV

15. SLOVENSKEGA POSVETOVANJA O VARSTVU RASTLIN Z
MEDNARODNO UDELEŽBO
PORTOROŽ, 1.-2 MAREC 2022

LECTURES AND PAPERS

PRESENTED AT THE 15TH SLOVENIAN CONFERENCE ON
PLANT PROTECTION WITH INTERNATIONAL PARTICIPATION
PORTOROŽ, MARCH 1-2 2022

LJUBLJANA, 2022

**Zbornik predavanj in referatov 15. Slovenskega posvetovanja o varstvu
rastlin z mednarodno udeležbo, Portorož, 1.-2. marec 2022**

Izdajatelj Društvo za varstvo rastlin Slovenije, Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana,
<https://dvrs.bf.uni-lj.si/>

Urednik prof. dr. Stanislav TRDAN

Tehnična urednika in oblikovalca prof. dr. Stanislav TRDAN, Eva INDIHAR

Fotografija na ovitku Igrišče za golf na Bledu (*avtor* prof. dr. Stanislav TRDAN)

Tisk Cicero, Begunje d.o.o.

Naklada 250 izvodov

Ljubljana, 2022

Prispevki so recenzirani. Za jezikovno ustreznost odgovarjajo avtorji.

CIP - Kataložni zapis o publikaciji
Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana

632(082)

SLOVENSKO posvetovanje o varstvu rastlin z mednarodno udeležbo (15 ; 2022 ;
Portorož)

Zbornik predavanj in referatov 15. slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin z
mednarodno udeležbo, Portorož, 1.-2. marec 2022 = Lectures and papers presented
at the 15th Slovenian Conference on Plant Protection with International
Participation, Portorož, March 1-2, 2022 / [urednik Stanislav Trdan]. - Ljubljana :
Društvo za varstvo rastlin Slovenije = Plant Protection Society of Slovenia, 2022

ISBN 978-961-93447-9-8

COBISS.SI-ID 134901763

Pokrovitelj:

Uprava Republike Slovenije za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin

Sponzorji:

Artemisa d.o.o.
 Bayer d.o.o.
 Corteva Agriscience SLO d.o.o.
 KARSIA, Dutovlje, d.o.o.
 Russell IPM Ltd
 Semenarna Ljubljana, d.o.o.

Posvetovanje so podprli:

| | |
|-----------------------------------|---------------------------------|
| Albaugh Europe Sàrl | Panvita d.d. |
| BASF Slovenija d.o.o. | Picount d.o.o. |
| Belchim crop Protection SI d.o.o. | Syngenta Agro d.o.o. |
| Efos informacijske rešitve d.o.o. | Zadružna zveza Slovenije z.o.o. |
| Metrob d.o.o. | |

Donatorji:

| | |
|---------------------|-------------------------|
| Cinkarna Celje d.d. | Hmezad exim d.d. |
| DDD d.o.o. | Jurana d.o.o. |
| D-Net d.o.o. | Trsnica Vrhpolje z.o.o. |

Predsednika Organizacijskega odbora / President of the Organizing Committee

dr. Ivan ŽEŽLINA, univ. dipl. inž. agr.
 prof. dr. Stanislav TRDAN, univ. dipl. inž. agr.

Organizacijski odbor / Organizing Committee

| | |
|--------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| doc. dr. Matej VIDRIH, univ. dipl. inž. agr. | dr. Marko DEVETAK, univ. dipl. inž. agr. |
| doc. dr. Žiga LAZNIK, univ. dipl. inž. agr. | mag. Mateja BLAŽIČ, univ. dipl. inž. agr. |
| zn. sod. dr. Tanja BOHINC, univ. dipl. inž. agr. | Branko CARLEVARIS, dipl. inž. agr. |
| Jaka RUPNIK, inž. les. | Matjaž JANČAR, univ. dipl. inž. agr. |
| Mojca ROT, univ. dipl. inž. agr. | Jan ŽEŽLINA, mag. inž. hort. |

Programski odbor / Scientific Committee

prof. dr. Stanislav TRDAN, univ. dipl. inž. agr.
 prof. dr. Mario LEŠNIK, univ. dipl. inž. agr.
 dr. Gregor UREK, univ. dipl. inž. agr.
 dr. Sebastjan RADIŠEK, univ. dipl. inž. agr.
 dr. Ivan ŽEŽLINA, univ. dipl. inž. agr.
 doc. dr. Matej VIDRIH, univ. dipl. inž. agr.

Vsebina

Varstvo poljščin in krmnih rastlin

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Sergeja ADAMIČ, Robert LESKOVŠEK Spremembe v plevelni semenski banki v obdobju prehoda iz konvencionalne obdelave tal v sistem konzervirajoče obdelave tal in sistem brez obdelave tal | 1 |
| Mario LEŠNIK, Zita FLISAR NOVAK, Slavko KRPIČ, Iris ŠKERBOT, Igor ŠKERBOT, Andrej PAUŠIČ Vpliv priprave setvišča za setev in načina uporabe herbicidov na obseg erozije v posevkih koruze na strmini | 12 |
| Meta URBANČIČ ZEMLJIČ, Jernej LONČAR, Blaž FERJAN, Neja MAROLT, Jože MIKLAVC, Boštjan MATKO, Miro MEŠL, Marjeta MIKLAVC, Leonida LEŠNIK, Evgen PULKO, Urška ŠKRABAR, Andrej ŠUVAK, Timotej HORVAT Izkušnje z zatiranjem bolezní v ozimnem ječmenu v letu 2021 | 21 |
| Tanja BOHINC, Filip VUČAJNK, Stanislav TRDAN Preučevanje učinkovitosti inertnih prašiv za zatiranje koloradskega hrošča (<i>Leptinotarsa decemlineata</i> [Say], Coleoptera, Chrysomelidae) na krompirju | 27 |

Varstvo sadnega drevja, oljk in jagodičja

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Mojca ROT, Ivan ŽEŽLINA, Branko CARLEVARIS, Marko DEVETAK, Jan ŽEŽLINA, Julija DARIŽ, Vasja JURETIČ, Stanislav TRDAN Prvi korak na poti k biotičnemu varstvu marmorirane smrdljivke (<i>Halyomorpha halys</i> [Stål, 1855], Hemiptera, Pentatomidae) v Sloveniji | 40 |
| Luka BATISTIČ, Tanja BOHINC, Stanislav TRDAN Preučevanje učinkovitosti privabilnih posevkov in okoljsko sprejemljivih pripravkov za zatiranje marmorirane smrdljivke (<i>Halyomorpha halys</i> [Stål], Hemiptera, Pentatomidae) | 52 |
| Mario LEŠNIK, Anja PRELOŽNIK, Andrej PAUŠIČ Možnosti zatiranja marmorirane smrdljivke (<i>Halyomorpha halys</i> [Stål]) v nasadih jablan z ekološko pridelavo | 62 |
| Tilen ZAMLJEN, Ana SLATNAR Vpliv napada marmorirane smrdljivke (<i>Halyomorpha halys</i> [Stål]) na kakovost izbranih vrst sadja in zelenjave | 70 |
| Mario LEŠNIK, Anja PRELOŽNIK, Andrej PAUŠIČ Možnosti zatiranja marmorirane smrdljivke (<i>Halyomorpha halys</i> [Stål]) v nasadih jablan z integrirano pridelavo | 78 |
| Franček POLIČNIK, Alenka FERLEŽ RUS, Jože MIKLAVC, Boštjan MATKO, Miro MEŠL, Leonida LEŠNIK, Evgen PULKO, Urška ŠKRABAR, David SNOJ, Primož ŽIGON Spremljanje zastopanosti krvavkinega najezdника (<i>Aphelinus mali</i> , Hymenoptera, Aphelinidae) pri uporabi različnih škropilnih programov za zatiranje krvave uši (<i>Eriosoma lanigerum</i> , Hemiptera, Aphididae) | 88 |

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Andrej PAUŠIČ, Filip ŽERAK, Mario LEŠNIK Uporaba vodikovega peroksida za zatiranje škodljivih organizmov v nasadu jablan | 96 |
| Julija DARIŽ, Mojca ROT, Jan ŽEŽLINA, Gabrijel SELJAK, Primož ŽIGON, Alenka FERLEŽ RUS, Franček POLIČNIK, Jože MIKLAVC, Boštjan MATKO, Miro MEŠL, Leonida LEŠNIK, Marjeta MIKLAVC, Karmen RODIČ Ugotavljanje razširjenosti vzhodnjaškega škržatka (<i>Orientus ishidae</i> , Hemiptera, Cicadellidae) v Sloveniji | 106 |
| Marko DEVETAK, Sara HOBLAJ, Matjaž JANČAR, Jan ŽEŽLINA, Ivan ŽEŽLINA, Tanja BOHINC Kakijeva listna pegavost (<i>Plurivorosphaerella nawae</i> Hiura, Ikata) – prve izkušnje z zatiranjem pomembne glivične bolezni kakija | 116 |
| Marko DEVETAK, Matjaž JANČAR, Sara HOBLAJ, Jan ŽEŽLINA, Metka ŽERJAV, Janja ZAJC, Hans-Josef SCHROERS Prve najdbe gliv povzročiteljic bolezni lesa na oljkah v Slovenski Istri | 124 |
| Jakob FANTINIČ, Milena BUČAR MIKLAVČIČ, Vasilij VALENČIČ, Bojan BUTINAR, Maja PODGORNIK Fenološke faze oljke in zastopanost oljčnega molja (<i>Prays oleae</i> Bernard) v Slovenski Istri | 129 |
| Sara HOBLAJ, Marko DEVETAK, Matjaž JANČAR, Ivan ŽEŽLINA, Jan ŽEŽLINA Spletna aplikacija za spremljanje in varstvo oljčne muhe (<i>Bactrocera oleae</i> [Gmelin]) pri Kmetijsko gozdarskem zavodu Nova Gorica | 138 |
| Matjaž JANČAR, Sara HOBLAJ, Marko DEVETAK, Tanja BOHINC, Jan ŽEŽLINA Primerjava različnih vab za spremljanje oljčne muhe (<i>Bactrocera oleae</i> [Gmelin]) | 147 |
| Vasilij VALENČIČ, Bojan BUTINAR, Maja PODGORNIK, Milena BUČAR-MIKLAVČIČ Vpliv oljčne muhe (<i>Bactrocera oleae</i> [Gmelin]) na kemijske in senzorične značilnosti oljčnega olja | 156 |
| Jan ŽEŽLINA, Julija DARIŽ, Marko DEVETAK, Matjaž JANČAR, Sara HOBLAJ, Josip RAŽOV Prve izkušnje z množičnim ulovom oljčne muhe (<i>Bactrocera oleae</i> [Gmelin]) v spodnji Vipavski dolini | 166 |
| Maja PODGORNIK, Milena BUČAR MIKLAVČIČ, Vasilij VALENČIČ, Bojan BUTINAR, Jakob FANTINIČ Globalno segrevanje in razvoj oljčne muhe (<i>Bactrocera oleae</i> [Gmelin]) | 177 |
| Sara HOBLAJ, Marko DEVETAK, Matjaž JANČAR, Jan ŽEŽLINA Prve izkušnje pri spremljanju oljčne muhe (<i>Bactrocera oleae</i> [Gmelin]) z uporabo elektronske feromonske vabe Trapview | 186 |

Varstvo vrtnin

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Žiga LAZNIK, Ivana MAJIČ, Stanislav TRDAN Parazitski ogorčici polžev <i>Phasmarhabditis papillosa</i> in <i>Oscieus myriophilus</i> – potencialna biotična agensa za zatiranje španskega lazarja (<i>Arion vulgaris</i>)? | 193 |
| IRIS ŠKERBOT, Igor ŠKERBOT, Magda RAK CIZEJ, Silvo ŽVEPLAN, Vesna KUNST Čebulni rilčkar (<i>Oprohinus saturalis</i> [Fabricius]) | 202 |

- Andrej PAUŠIČ, Mihael LEDNIK, Marjan SIRK, Mario LEŠNIK** Stranski učinki uporabe biostimulatorjev na razvoj dveh sort čebule poškodovane od herbicidov 207
- Silvo ŽVEPLAN, Franček POLIČNIK, Jože MIKLAVC, Boštjan MATKO, Miro MEŠL, Marjeta MIKLAVC, Leonida LEŠNIK, Evgen PULKO, Urška ŠKRABAR, Andrej ŠUVAK, Andrej VONČINA** Zatiranje plevelov v čebuli (*Allium cepa* L.) s herbicidi 216

Fitofarmaceutska sredstva in okolje

- Lucija PERHARIČ, Mateja BOLČIČ TAVČAR, Tanja FATUR** Toksikovigilanca glifosata v severovzhodni Sloveniji 223
- Iris ŠKERBOT, Erika OREŠEK, Katarina GROZNIK, Katja BIDOVEC** Integrirano varstvo rastlin v sledenju ciljem nacionalnega akcijskega programa za doseganje trajnostne rabe fitofarmaceutskih sredstev 232
- Robert LESKOVŠEK** Stanje implementacije integriranega varstva pred pleveli v Sloveniji - se poraba herbicidov res zmanjšuje? 238
- Mario LEŠNIK, Marjan SIRK, Andrej PAUŠIČ** Rezultati ankete glede izvajanja pranja naprav za nanos fitofarmaceutskih sredstev 246
- Anže ROVANŠEK, Sergeja ADAMIČ, Robert LESKOVŠEK** Učinkovitost alternativnih sredstev za zatiranje plevelne vegetacije na železniški infrastrukturi 252

Splošna sekcija

- Aleksander BENČIČ, Manca PIRC, Primož PAJK, Tanja DREO** Uporaba črtnih kod DNA za identifikacijo različnih bakterijskih vrst iz rodu *Pantoea* 259
- Anja PECMAN, Zala KOGEJ, Nataša MEHLE, Ana VUČUROVIČ, Maja RAVNIKAR, Denis KUTNJAK** Uporaba visokozmogljivega sekvenciranja za iskanje karantenskih rastlinskih virusov 268

Varstvo gozdnega drevja

- Nikica OGRIS, Ana BRGLEZ, Barbara PIŠKUR** Prve najdbe nekaterih boleznih gozdnega drevja v Sloveniji v obdobju 2018–2020 275
- Ana BRGLEZ, Barbara PIŠKUR, Nikica OGRIS** Najpogosteje izolirane vrste gliv v lesu odmrlih vej mladih gorskih javorov in vpliv nekaterih na *Eutypella parasitica* 283
- Eva GROZNIK, Tine HAUPTMAN, David WILLIAMS, Maarten DE GROOT** Ocenjevanje učinkovitosti različnih pasti za spremljanje vrst iz rodu *Agrilus* v hrastovih gozdovih Slovenije 291

Varstvo vinske trte

- Peter BERK, Mario LEŠNIK, Andrej PAUŠIČ, Peter VINDIŠ, Damijan KELC, Denis STAJNKO, Andreja URBANEK-KRAJNC, Marijan SIRK, Viktor JEJČIČ, Tomaž POJE, Simona HAUPTMAN, Roman ŠTABUC, Marko BREZNIK, Aleš BELŠAK, Matej SEČNIK** Učinkovitost delovanja avtonomnega modularnega sistema pri izvajanju procesa nanašanja škropilne brozge v vinogradu 298
- Leonida LEŠNIK, Jože MIKLAVC, Boštjan MATKO, Miro MEŠL, Urška ŠKRABAR, Evgen PULKO, Marjeta MIKLAVC, Roman ŠTABUC, Marko BREZNIK, Tanja VAUPOTIČ** Novi načini obvladovanja esce ali kapi vinske trte 309
- Ivan ŽEŽLINA, Julija DARIŽ, Branko CARLEVARIS, Matej VRČON, Aleš KREČIČ, Andreja ŠKVARČ** Možnosti obvladovanja boleznih lesa vinske trte z uporabo vodikovega peroksida 315
- Jože MIKLAVC, Boštjan MATKO, Miro MEŠL, Marjeta MIKLAVC, Leonida LEŠNIK, Evgen PULKO, Urška ŠKRABAR, Tanja VAUPOTIČ, Ivan ŽEŽLINA, Sara HOBLAJ** Izkušnje z zatiranjem križastega grozdnega sukača (*Lobesia botrana*) in pasastega grozdnega sukača (*Eupoecilia ambiguella*) z metodo zbejanja v letu 2021 323
- Magda RAK CIZEJ, Franček POLIČNIK, Alenka FERLEŽ RUS, Jože MIKLAVC, Boštjan MATKO, Miro MEŠL, Marjeta MIKLAVC, Leonida LEŠNIK, Evgen PULKO, Urška ŠKRABAR, Rok VEBER** Izkušnje z zatiranjem ameriškega škržatka (*Scaphoideus titanus* Ball 1932, Hemiptera, Cicadellidae) v letih 2021 in 2022 330
- Špela MODIČ, Primož ŽIGON, Eva PRAPROTNIK, Andrej VONČINA, Andrej KAPLA, Patrik KEHRLI, Jaka RAZINGER** Ali lahko vrstno pestri posevki pozitivno vplivajo na koristne organizme v vinogradih? 346
- Andrej PAUŠIČ, Mario LEŠNIK** Zatiranje plodove vinske mušice (*Drosophila suzukii* Matsumura) na vinski trti z aplikacijo lojevca 355
- Andrej PAUŠIČ, Mario LEŠNIK, Marjan SIRK, Andreja URBANEK-KRAJNC, Danijela KOS, Peter BERK** Primerjava učinkovitosti kemičnih in alternativnih metod zatiranja plevelov v vinogradu 361

Posterji

- Mojca ROT, Marko DEVETAK, Branko CARLEVARIS, Jan ŽEŽLINA, Vasja JURETIČ, Ivan ŽEŽLINA** Preizkušanje učinkovitosti insekticidov za zatiranje plodove vinske mušice (*Drosophila suzukii* [Matsumura, 1931]) v češnjah 370
- Tanja BOHINC, Tomaž SINKOVIČ, Gudrun STRAUSS, Stanislav TRDAN** Sezonska dinamika in gostitelji marmorirane smrdljivke (*Halyomorpha halys* [Stål], Hemiptera, Pentatomidae) v Ljubljani 380

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Žiga LAZNIK, Stanislav TRDAN Odziv marmorirane smrdljivke (<i>Halyomorpha halys</i> [Stål], Hemiptera, Pentatomidae) na izbrane kemične snovi | 391 |
| Mladen ŠIMALA, Maja PINTAR, Tatjana MASTEN MILEK First records of new insect pests in Croatia between two Slovenian conferences on plant protection (2019-2022) | 398 |
| Neža TURNŠEK, Aude CHABIRAND, Manca PIRC, Tanja DREO Izbor presejalnih testov za določanje karantenskih bakterij rodu <i>Xanthomonas</i> na agrumih | 405 |
| Domen BAJEC, Karmen RODIČ, Andreja KAVČIČ, Franci BAMBIČ, Andreja PETERLIN Ambrozijski podlubnik (<i>Xylosandrus germanus</i> [Blandford, 1894]) na vinski trti (<i>Vitis vinifera</i> L.) | 412 |
| Filip VUČAJNK, Stanislav TRDAN, Matej VIDRIH Zatiranje ameriškega škržatka (<i>Scaphoideus titanus</i> Ball, Hemiptera, Cicadellidae) na vinski trti (<i>Vitis vinifera</i> L.) z nahrbtnimi napravami za nanos fitofarmaceutskih sredstev | 417 |
| András TAKÁCS, Fruzsina GALAMBOS, Erzsébet NÁDASY, György PÁSZTOR Virological examination of a Hungarian vineyard | 424 |
| Ivica IMPERL, Domen BAJEC, Karmen RODIČ, Andreja PETERLIN, Franci BAMBIČ Problematika zatiranja krvave uši (<i>Eriosoma lanigerum</i> [Hausmann, 1802]) v nasadu jablane na območju JV Slovenije | 430 |
| Filip VUČAJNK, Stanislav TRDAN, Matej VIDRIH Uporaba šobe z variabilnim pretokom pri zatiranju rdečega žitnega strgača (<i>Oulema melanopus</i> [L.]) | 437 |
| Stanislav TRDAN, Jože MIKLAVC, Urška ŠKRABAR, Magda RAKCIZEJ, Franček POLIČNIK, Žiga LAZNIK, Erika OREŠEK, Paul RUGMAN-JONES, Ivana MAJIČ, Emilija RASPUDIČ, Ankica SARAJLIČ, Tanja BOHINC Nove najdbe jajčnega parazitoida <i>Trichogramma brassicae</i> Bezdenko (Hymenoptera, Trichogrammatidae) v Sloveniji | 444 |
| Andrija VASILIČ, Tanja BOHINC, Stanislav TRDAN Laboratorijsko preučevanje insekticidnega delovanja prahov invazivnih tujerodnih rastlinskih vrst v samostojni uporabi in kombinacijah z lesnim pepelom in diatomejsko zemljo na riževega žužka (<i>Sitophilus oryzae</i> , Coleoptera, Curculionidae) | 450 |
| Filip VUČAJNK, Matej VIDRIH, Rajko BERNIK Uporaba stroja za ožiganje plevelov v čebuli | 461 |
| Anže ROVANŠEK, Robert LESKOVŠEK Primerjava učinkovitosti izvajanja slepe setve z uporabo glifosata in mehanskih postopkov zatiranja plevelov | 467 |
| Tanja BOHINC, Sabien POLLET, Jonathan DE MEY, Elias BÖCKMANN, Juan Pablo RODRIGUEZ CALLE, Michail KAMINIARIS, Zisis TSIROPOULOS, Mohamed BAKLAWA, Stanislav TRDAN Prepoznavnost pametnih tehnologij v integriranem varstvu vrtnin v Sloveniji | 473 |

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tjaša JAKOMIN, Jakob BRODARIČ, Ana VUČUROVIĆ, Neje JAKOŠ, Zala KOGEJ, Nataša MEHLE Pomen zanesljivega odkrivanja prisotnosti virusa rjave grbančavosti plodov paradižnika v semenih paradižnika in paprike | 484 |
| Jakob BRODARIČ, Zala KOGEJ, Ana VUČUROVIĆ, Anja PECMAN, Tjaša JAKOMIN, Denis KUTNJAK, Nataša MEHLE Pomen izvajanja monitoringa na prisotnost begomovirusov in razvoj laboratorijske diagnostike | 489 |
| Katarina KOS, Nuša KANCILJA, Franci Aco CELAR Preliminarno laboratorijsko preučevanje vpliva antagonističnih gliv <i>Trichoderma</i> spp. na rast izolatov patogene glive <i>Fusarium oxysporum</i> | 495 |
| Franci Aco CELAR, Urša PRISLAN, Katarina KOS Laboratorijsko preizkušanje učinkovitosti hiperparazitske glive <i>Coniothyrium minitans</i> W.A. Campb. na sklerocijih različnih fitopatogenih gliv | 502 |
| Tomaz POJE, Alen MALIGOJ Analiza tehničnega stanja pršilnikov v občini Brda | 509 |
| Tomaz POJE Analiza naprav za nanašanje FFS pregledanih od leta 2018 do 2021 | 515 |

Prispevki sponzorjev

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Alojz SREŠ, Robert MATJAŠEC, Darko KEREČ »Corteva tehnologija pridelave« s poudarkom na varstvu rastlin | 524 |
| Primož ŠTEPIC, Andrej KOS ZORVEC™ Endavia™ - nov sistemski fungicid za varstvo pred krompirjevo plesnijo (<i>Phytophthora infestans</i>) in čebulno plesnijo (<i>Peronospora destructor</i>) podjetja CORTEVA™ Agriscience | 531 |

| | |
|------------------------|-----|
| Kazalo avtorjev | 537 |
|------------------------|-----|

| | |
|----------------------------|-----|
| Logotipi sponzorjev | 545 |
|----------------------------|-----|

Content

Protection of field and fodder crops

- Sergeja ADAMIČ, Robert LESKOVŠEK** Changes in the weed seed bank in the early transition period from conventional to conservation and no-tillage system 1
- Mario LEŠNIK, Zita FLISAR NOVAK, Slavko KRPIČ, Iris ŠKERBOT, Igor ŠKERBOT, Andrej PAUŠIČ** Influence of seedbed for sowing and choice of herbicide application method on the extend of erosion in maize crops grown on slope 12
- Meta URBANČIČ ZEMLJIČ, Jernej LONČAR, Blaž FERJAN, Neja MAROLT, Jože MIKLAVC, Boštjan MATKO, Miro MEŠL, Marjeta MIKLAVC, Leonida LEŠNIK, Evgen PULKO, Urška ŠKRABAR, Andrej ŠUVAK, Timotej HORVAT** Experiences with disease control in winter barley in 2021 21
- Tanja BOHINC, Filip VUČAJNK, Stanislav TRDAN** Testing the efficacy of inert dusts against Colorado potato beetle (*Leptinotarsa decemlineata* [Say], Coleoptera, Chrysomelidae) on potato 27

Protection of fruit crops, olive trees and berry crops

- Mojca ROT, Ivan ŽEŽLINA, Branko CARLEVARIS, Marko DEVETAK, Jan ŽEŽLINA, Julija DARIŽ, Vasja JURETIČ, Stanislav TRDAN** First steps towards biological control of brown marmorated stink bug (*Halyomorpha halys* [Stål, 1855], Hemiptera, Pentatomidae) in Slovenia 40
- Luka BATISTIČ, Tanja BOHINC, Stanislav TRDAN** Testing the efficacy of trap crops and environmentally acceptable plant protection products for controlling brown marmorated stink bug (*Halyomorpha halys* [Stål], Hemiptera, Pentatomidae) in an apple orchard 52
- Mario LEŠNIK, Anja PRELOŽNIK, Andrej PAUŠIČ** Possibilities of controlling the brown marmorated stink bug (*Halyomorpha halys* [Stål]) in apple orchards with organic production 62
- Tilen ZAMLJEN, Ana SLATNAR** Impact of brown marmorated stink bug (*Halyomorpha halys* [Stål]) feeding on the quality of selected fruits and vegetables 70
- Mario LEŠNIK, Anja PRELOŽNIK, Andrej PAUŠIČ** Possibilities of controlling the brown marmorated stink bug (*Halyomorpha halys* [Stål]) in apple orchards with integrated production 78

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Franček POLIČNIK, Alenka FERLEŽ RUS, Jože MIKLAVC, Boštjan MATKO, Miro MEŠL, Leonida LEŠNIK, Evgen PULKO, Urška ŠKRABAR, David SNOJ, Primož ŽIGON Monitoring of parasitoid <i>Aphelinus mali</i> (Hymenoptera, Aphelinidae) under different spraying programs for the control of apple woolly aphid (<i>Eriosoma lanigerum</i> , Hemiptera, Aphididae) | 88 |
| Andrej PAUŠIČ, Filip ŽERAK, Mario LEŠNIK Use of hydrogen peroxide to control pests in apple orchards | 96 |
| Julija DARIŽ, Mojca ROT, Jan ŽEŽLINA, Gabrijel SELJAK, Primož ŽIGON, Alenka FERLEŽ RUS, Franček POLIČNIK, Jože MIKLAVC, Boštjan MATKO, Miro MEŠL, Leonida LEŠNIK, Marjeta MIKLAVC, Karmen RODIČ Distribution of mosaic leafhopper (<i>Orientus ishidae</i> , Hemiptera, Cicadellidae) in Slovenia | 106 |
| Marko DEVETAK, Sara HOBLAJ, Matjaž JANČAR, Jan ŽEŽLINA, Ivan ŽEŽLINA, Tanja BOHINC Circular leaf spot of persimmon (<i>Plurivorosphaerella nawae</i> Hiura, Ikata) – first experience of chemical control of the important fungal disease of persimmon | 116 |
| Marko DEVETAK, Matjaž JANČAR, Sara HOBLAJ, Jan ŽEŽLINA, Metka ŽERJAV, Janja ZAJC, Hans-Josef SCHROERS First findings of wood fungal diseases on olive trees in Slovenian Istria | 124 |
| Jakob FANTINIČ, Milena BUČAR MIKLAVČIČ, Vasilij VALENČIČ, Bojan BUTINAR, Maja PODGORNIK Phenological phases of olives and occurrence of olive moth (<i>Prays oleae</i> Bernard) in Slovenian Istria | 129 |
| Sara HOBLAJ, Marko DEVETAK, Matjaž JANČAR, Ivan ŽEŽLINA, Jan ŽEŽLINA Web application for monitoring and protection of the olive fly (<i>Bactrocera oleae</i> [Gmelin]) at the Agricultural and Forestry Institute of Nova Gorica | 138 |
| Matjaž JANČAR, Sara HOBLAJ, Marko DEVETAK, Tanja BOHINC, Jan ŽEŽLINA Comparison of different traps for olive fly (<i>Bactrocera oleae</i> [Gmelin]) monitoring | 147 |
| Vasilij VALENČIČ, Bojan BUTINAR, Maja PODGORNIK, Milena BUČAR-MIKLAVČIČ Influence of olive fruit fly (<i>Bactrocera oleae</i> [Gmelin]) on chemical and sensory characteristics of olive oils | 156 |
| Jan ŽEŽLINA, Julija DARIŽ, Marko DEVETAK, Matjaž JANČAR, Sara HOBLAJ, Josip RAŽOV First experience of olive fly (<i>Bactrocera oleae</i> [Gmelin]) mass trapping in lower Vipava valley | 166 |
| Maja PODGORNIK, Milena BUČAR MIKLAVČIČ, Vasilij VALENČIČ, Bojan BUTINAR, Jakob FANTINIČ Global warming and development of olive fruit fly (<i>Bactrocera oleae</i> [Gmelin]) | 177 |
| Sara HOBLAJ, Marko DEVETAK, Matjaž JANČAR, Jan ŽEŽLINA First experience of olive fly (<i>Bactrocera oleae</i> [Gmelin]) monitoring by using the pheromone trap station Trapview | 186 |

Protection of vegetables

- Žiga LAZNIK, Ivana MAJIĆ, Stanislav TRDAN** Slug parasitic nematodes *Phasmarhabditis papillosa* and *Oscheius myriophilus* – a possible biological control agents against the Spanish slug (*Arion vulgaris*)? 193
- Iris ŠKERBOT, Igor ŠKERBOT, Magda RAK CIZEJ, Silvo ŽVEPLAN, Vesna KUNST** Onion weevil (*Oprohinus suturalis* [Fabricius]) 202
- Andrej PAUŠIČ, Mihael LEDNIK, Marjan SIRK, Mario LEŠNIK** Side effects of the use of biostimulators on the development of the two varieties of onion damaged by herbicides 207
- Silvo ŽVEPLAN, Franček POLIČNIK, Jože MIKLAVC, Boštjan MATKO, Miro MEŠL, Marjeta MIKLAVC, Leonida LEŠNIK, Evgen PULKO, Urška ŠKRABAR, Andrej ŠUVAK, Andrej VONČINA** Weed control in onion (*Allium cepa* L.) with herbicides 216

Phytopharmaceutical products and environment

- Lucija PERHARIČ, Mateja BOLČIČ TAVČAR, Tanja FATUR** Toxicovigilance of glyphosate in North-Eastern Slovenia 223
- Iris ŠKERBOT, Erika OREŠEK, Katarina GROZNIK, Katja BIDOVEC** Integrated pest management in pursuit of the objectives of the National Action Plan for sustainable use of plant protection products 232
- Robert LESKOVŠEK** Implementation status of integrated weed management in Slovenia - is herbicide use really decreasing? 238
- Mario LEŠNIK, Marjan SIRK, Andrej PAUŠIČ** Results of the survey regarding the performance of cleaning of equipment for the application of plant protection products 246
- Anže ROVANŠEK, Sergeja ADAMIČ, Robert LESKOVŠEK** Efficacy of the alternative herbicides for weed management on the railway infrastructure 252

General session

- Aleksander BENČIČ, Manca PIRC, Primož PAJK, Tanja DREO** The use of DNA barcoding for the detection of different bacterial species of the genus *Pantoea* 259
- Anja PECMAN, Zala KOG EJ, Nataša MEHLE, Ana VUČUROVIĆ, Maja RAVNIKAR, Denis KUTNJAK** The use of high-throughput sequencing for detection of quarantine plant viruses 268

Protection of forest trees

- Nikica OGRIS, Ana BRGLEZ, Barbara PIŠKUR** First reports of some forest tree diseases in Slovenia in the period 2018–2020 275

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Ana BRGLEZ, Barbara PIŠKUR, Nikica OGRIS Frequently isolated fungi in wood of dead branches of young sycamore maple and the influence of some on <i>Eutypella parasitica</i> | 283 |
| Eva GROZNIK, Tine HAUPTMAN, David WILLIAMS, Maarten DE GROOT Evaluating the efficiency of different trap types for capturing <i>Agrilus</i> spp. in Slovenian oak forests | 291 |
| <u>Protection of grapevine</u> | |
| Peter BERK, Mario LEŠNIK, Andrej PAUŠIČ, Peter VINDIŠ, Damijan KELC, Denis STAJNKO, Andreja URBANEK-KRAJNC, Marijan SIRK, Viktor JEJČIČ, Tomaž POJE, Simona HAUPTMAN, Roman ŠTABUC, Marko BREZNIK, Aleš BELŠAK, Matej SEČNIK Efficiency of operation of an autonomous modular system in carrying out the spray mixture process in vineyard | 298 |
| Leonida LEŠNIK, Jože MIKLAVC, Boštjan MATKO, Miro MEŠL, Urška ŠKRABAR, Evgen PULKO, Marjeta MIKLAVC, Roman ŠTABUC, Marko BREZNIK, Tanja VAUPOTIČ New methods to control esca also called grapevine measles | 309 |
| Ivan ŽEŽLINA, Julija DARIŽ, Branko CARLEVARIS, Matej VRČON, Aleš KREČIČ, Andreja ŠKVARČ Control possibilities of grapevine trunk diseases with the use of hydrogen peroxide | 315 |
| Jože MIKLAVC, Boštjan MATKO, Miro MEŠL, Marjeta MIKLAVC, Leonida LEŠNIK, Evgen PULKO, Urška ŠKRABAR, Tanja VAUPOTIČ, Ivan ŽEŽLINA, Sara HOBLAJ Control of the European grapevine moth (<i>Lobesia botrana</i>) and European grape berry moth (<i>Eupoecilia ambiguella</i>) by the mating disruption technique in 2021 | 323 |
| Magda RAK CIZEJ, Franček POLIČNIK, Alenka FERLEŽ RUS, Jože MIKLAVC, Boštjan MATKO, Miro MEŠL, Marjeta MIKLAVC, Leonida LEŠNIK, Evgen PULKO, Urška ŠKRABAR, Rok VEBER Experiences with the control of American grapevine leafhopper (<i>Scaphoideus titanus</i> Ball 1932, Hemiptera, Cicadellidae), in 2021 and 2022 | 330 |
| Špela MODIC, Primož ŽIGON, Eva PRAPROTNIK, Andrej VONČINA, Andrej KAPLA, Patrik KEHRLI, Jaka RAZINGER Can cover crops promote beneficials in vineyards? | 346 |
| Andrej PAUŠIČ, Mario LEŠNIK Controlling of spotted wing drosophila (<i>Drosophila suzukii</i> Matsumura) on grapevine with the application of talc | 355 |
| Andrej PAUŠIČ, Mario LEŠNIK, Marjan SIRK, Andreja URBANEK-KRAJNC, Danijela KOS, Peter BERK Comparison of the effectiveness of chemical and alternative methods of weed control in the vineyard | 361 |

Posters

- Mojca ROT, Marko DEVETAK, Branko CARLEVARIS, Jan ŽEŽLINA, Vasja JURETIČ, Ivan ŽEŽLINA** Field testing of insecticide efficacy against spotted wing drosophila (*Drosophila suzukii* [Matsumura, 1931]) on sweet cherry 370
- Tanja BOHINC, Tomaž SINKOVIČ, Gudrun STRAUSS, Stanislav TRDAN** Seasonal dynamics and host plants of brown marmorated stink bug (*Halyomorpha halys* [Stål], Hemiptera, Pentatomidae) in Ljubljana 380
- Žiga LAZNIK, Stanislav TRDAN** Response of the marmorated stink bug (*Halyomorpha halys* [Stål], Hemiptera, Pentatomidae) to selected chemicals 391
- Mladen ŠIMALA, Maja PINTAR, Tatjana MASTEN MILEK** First records of new insect pests in Croatia between two Slovenian conferences on plant protection (2019-2022) 398
- Neža TURNŠEK, Aude CHABIRAND, Manca PIRC, Tanja DREO** Selection of screening tests for detection of quarantine bacteria of the genus *Xanthomonas* in *Citrus* spp. 405
- Domen BAJEC, Karmen RODIČ, Andreja KAVČIČ, Franci BAMBIC, Andreja PETERLIN** Black timber bark beetle (*Xylosandrus germanus* [Blandford, 1894]) on grapevine (*Vitis vinifera* L.) 412
- Filip VUČAJNK, Stanislav TRDAN, Matej VIDRIH** Control of American grapevine leafhopper (*Scaphoideus titanus* Ball, Hemiptera, Cicadellidae) on grapevine (*Vitis vinifera* L.) with knapsack sprayers to dispense plant protection products 417
- András TAKÁCS, Fruzsina GALAMBOS, Erzsébet NÁDASY, György PÁSZTOR** Virological examination of a Hungarian vineyard 424
- Ivica IMPERL, Domen BAJEC, Karmen RODIČ, Andreja PETERLIN, Franci BAMBIC** Issues of woolly aphid (*Eriosoma lanigerum* [Hausmann, 1802]) control in apple orchards of south-east Slovenia 430
- Filip VUČAJNK, Stanislav TRDAN, Matej VIDRIH** The use of variable rate nozzle for the chemical control of cereal leaf beetle (*Oulema melanopus* [L.]) 437
- Stanislav TRDAN, Jože MIKLAVC, Urška ŠKRABAR, Magda RAK-CIZEJ, Franček POLIČNIK, Žiga LAZNIK, Erika OREŠEK, Paul RUGMAN-JONES, Ivana MAJIC, Emilija RASPUDIČ, Ankica SARAJLIČ, Tanja BOHINC** New records of egg parasitoid *Trichogramma brassicae* Bezdenko (Hymenoptera, Trichogrammatidae) in Slovenia 444
- Andrija VASILIC, Tanja BOHINC, Stanislav TRDAN** Investigation on insecticidal efficacy of invasive alien plants powders in individual use and combinations with wood ash and diatomaceous earth against rice weevil (*Sitophilus oryzae*, Coleoptera, Curculionidae) under laboratory conditions 450
- Filip VUČAJNK, Matej VIDRIH, Rajko BERNIK** The use of weed burning machine in onions 461
- Anže ROVANŠEK, Robert LESKOVŠEK** Efficacy of false seedbed preparation with glyphosate in comparison to mechanical weed control 467

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tanja BOHINC, Sabien POLLET, Jonathan DE MEY, Elias BÖCKMANN, Juan Pablo RODRIGUEZ CALLE, Michail KAMINIARIS, Zisis TSIROPOULOS, Mohamed BAKLAWA, Stanislav TRDAN Awareness of smart technologies in vegetable IPM management in Slovenia | 473 |
| Tjaša JAKOMIN, Jakob BRODARIČ, Ana VUČUROVIĆ, Nejc JAKOŠ, Zala KOGEJ, Nataša MEHLE The importance of reliable detection of tomato brown rugose fruit virus in tomato and pepper seeds | 484 |
| Jakob BRODARIČ, Zala KOGEJ, Ana VUČUROVIĆ, Anja PECMAN, Tjaša JAKOMIN, Denis KUTNJAK, Nataša MEHLE The importance of monitoring begomoviruses and the development of their diagnostics | 489 |
| Katarina KOS, Nuša KANCILJA, Franci Aco CELAR Preliminary laboratory study of the impact of antagonistic fungi <i>Trichoderma</i> spp. on the growth of isolates of the pathogenic fungus <i>Fusarium oxysporum</i> | 495 |
| Franci Aco CELAR, Urša PRISLAN, Katarina KOS Laboratory study of the efficacy of the hyperparasitic fungus <i>Coniothyrium minitans</i> W.A. Campb. on sclerotia of various phytopathogenic fungi | 502 |
| Tomaž POJE, Alen MALIGOJ Analysis of the technical condition of air-assisted sprayers in the municipality of Brda | 509 |
| Tomaž POJE Analysis of pesticide application equipment inspected from 2018 to 2021 | 515 |

Prispevki sponzorjev

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Alojz SREŠ, Robert MATJAŠEC, Darko KEREK “The Corteva crop technology” with an emphasis on plant protection | 524 |
| Primož ŠTEPIC, Andrej KOS ZORVECT TM Endavia TM - a new systemic fungicide against late blight on potato (<i>Phytophthora infestans</i>) and downy mildew on onion (<i>Peronospora destructor</i>) from CORTEVA TM Agriscience | 531 |

| | |
|-------------------------|-----|
| Index of authors | 537 |
|-------------------------|-----|

| | |
|-----------------------|-----|
| Sponsors logos | 545 |
|-----------------------|-----|

SPREMEMBE V PLEVELNI SEMENSKI BANKI V OBDOBJU PREHODA IZ KONVENCIONALNE OBDELAVE TAL V SISTEM KONZERVIRAJOČE OBDELAVE TAL IN SISTEM BREZ OBDELAVE TAL

Sergeja ADAMIČ¹, Robert LESKOVŠEK²

^{1,2} Kmetijski inštitut Slovenije, Oddelek za kmetijsko ekologijo in naravne vire,
Ljubljana

IZVLEČEK

1 Talna plevelna semenska banka predstavlja naravno skladišče plevelnih semen, v agronomskem smislu pa poglavitni vir zapleveljenosti z enoletnimi plevelnimi vrstami. Različne kmetijske prakse, med katere spadajo tudi različni sistemi obdelave tal, imajo pomembno vlogo pri dinamiki plevelne populacije, saj vplivajo na reprodukcijo, propadanje in premeščanje plevelnih semen vertikalno po talnem profilu. Za boljše razumevanje sprememb populacijske dinamike plevela v zgodnjem obdobju prehoda iz konvencionalne v sistem konzervirajoče in sistem brez obdelave tal, smo v letih 2020 in 2021 izvedli analizo talne semenske banke na zemljiščih Kmetijskega inštituta Slovenije v Jabljah. Glavni cilj raziskave je bil ugotoviti količinsko stanje kalivih plevelnih semen v tleh in vrstno sestavo plevelne populacije v zgodnjem obdobju prehoda na manj intenzivne sisteme obdelave tal. Vzorčenja tal smo izvedli v trajnem poskusu s tremi različnimi sistemi obdelave tal (konvencionalna, konzervirajoča in neobdelana tla) in v dveh terminih pred setvijo glavnih kultur (spomladi in jeseni). Vzorci tal so bili odvzeti v štirih ponovitvah znotraj posameznega sistema obdelave in na treh globinah: 0-5 cm, 5-10 cm in 10-20 cm. Rezultati kalilnega poskusa so pokazali statistične razlike v terminu vzorčenja in sistemu obdelave tal. Skupno je spomladi največ plevelnih semen vzkliklo na konvencionalno obdelanih tleh, medtem ko je bila kalitev na neobdelanih tleh dvakrat manjša. V spomladanskem terminu vzorčenja, smo pričakovano največ plevelov našli v konvencionalnem sistemu, v globljih dveh plasteh tal (5-10 in 10-20 cm). Nasprotno je bilo v sistemu brez obdelave tal največ plevelov v zgornjem sloju tal (0-5 cm). V jesenskem terminu je skupno največ plevelnih semen vzkliklo v sistemu konzervirajoče obdelave tal, medtem ko je na neobdelanih tleh kalilo dvakrat manj semen. Pri spomladanskem vzorčenju je v obeh letih prevladovala mnogosemenska metlika (*Chenopodium polyspermum* L.). V letu 2020 je največji delež vzkliklih plevelov pri jesenskem vzorčenju predstavljala mrtva kopriva (*Lamium purpureum* L.), medtem ko je bilo v letu 2021 največ mnogosemenske metlike. Naši rezultati nakazujejo, da je bil že v zgodnjem obdobju prehoda na manj intenzivne sisteme obdelave tal zaznan pozitiven vpliv na zmanjšanje količin in razporeditve kalivih semen v zgornjem sloju tal, medtem ko bistvenih sprememb v sestavi plevelne populacije nismo ugotovili.

¹ mag. inž. hort., Hacquetova ulica 17, SI-1000 Ljubljana, e-pošta: sergeja.adamic@kis.si

² dr., prav tam

Ključne besede: kalitev, konvencionalna obdelava, konzervirajoča obdelava, neobdelana tla, plevel, talna semenska banka

ABSTRACT

CHANGES IN THE WEED SEED BANK IN THE EARLY TRANSITION PERIOD FROM CONVENTIONAL TO CONSERVATION AND NO-TILLAGE SYSTEM

Soil weed seed bank represents a natural reservoir of weed seeds and in agronomic terms the main source of future weed infestation with annual weed species. Agricultural practices, including different tillage systems, play an important role in the weed population dynamics, affecting the reproduction, decay, and the vertical distribution of weed seeds. To better understand the weed population dynamics in the early transition period from conventional tillage to conservation and no-tillage systems, a soil seed bank analysis was performed in 2020 and 2021 in the experimental field of the Agricultural institute of Slovenia in Jablje. The main objective of the study was to determine the quantitative status of viable weed seeds and the weed species composition in the early transition period to less intensive tillage systems. Soil sampling was carried out in two periods before crop sowing (spring and autumn). Soil samples were taken within the newly established long-term tillage experiment including three different tillage systems (conventional, conservation and no-tillage) at three depths: 0-5 cm, 5-10 cm and 10-20 cm. The results of germination experiment showed statistically significant differences for both sampling period and the tillage system. In total, the most weed seeds in spring sampling period germinated under conventional tillage system, while germination under no-tillage system was decreased by half. In the spring sampling period, the most germinated weed seeds were found in the conventional tillage system in the deeper two soil layers (5-10 and 10-20 cm). In contrast, under no-tillage system most weed seeds were determined in the topsoil layer (0-5 cm). In the autumn sampling period, in total the highest weed emergence was observed under conservation tillage system, while the germination was decreased by half under no-tillage system. In the spring sampling period manyseeded goosefoot (*Chenopodium polyspermum* L.) predominated in both years. In 2020 autumn sampling period purple deadnettle (*Lamium purpureum* L.) was the prevailing weed species, while in 2021 manyseeded goosefoot was found in highest density. Our results suggest that the quantitative reduction of weed seed bank and the differences in their distribution along the soil layer can be observed already in the early transition to less intensive tillage systems, while no significant changes in the composition of weed population was observed.

Key words: germination, conventional tillage, conservation tillage, no-tillage, weed, soil seed bank

1 UVOD

Med škodljivimi organizmi, ki se pojavljajo v poljedelski pridelavi, lahko največje potencialne izgube pridelka povzročijo pleveli. Brez ustreznega uravnavanja le-teh bi na svetovni ravni te izgube znašale 34 %, kar je toliko kot znašajo skupne izgube zaradi škodljivcev, bakterij, gliv in virusov (Oerke, 2006). Najpogosteje plevela opisujemo kot nezaželene rastline, ki z gojenimi rastlinami tekmujejo za vodo, svetlobo, hranila

in prostor ter imajo negativne vplive na socialno-ekonomske in okoljske procese (Neve in sod., 2018). V zadnjem obdobju pa so vse bolj v ospredju tudi agronomske in ekološke prednosti plevelov, še posebej, če se ti pojavljajo v zmernih populacijah (Scavo in Mauromicale, 2020). Z ekološkega vidika se plevel smatra kot pomemben kazalec biotske raznovrstnosti, ki igra ključno vlogo pri zagotavljanju hrane ali zatočišča za raznovrstne organizme (Radicetti in Mancinelli, 2021). Pleveli z globokim in močno razvejanim koreninskim sistemom vplivajo na zmanjšanje erozije tal in izpiranje hranil iz njih, prispevajo k ohranjanju vlage v tleh in izboljšajo strukturo tal (Scavo in Mauromicale, 2020). Zaradi prekomerne uporabe herbicidov smo priča zmanjšanju pestrosti plevelov in izginjanju nekaterih vrst (Auškalnienė in sod., 2018). Talna semenska banka predstavlja naravno "skladišče" semen različnih plevelnih vrst razporejenih tako blizu talnega površja kakor tudi v globljih plasteh tal. Polni se s ponavljajočo produkcijo in širjenjem semen, prazni pa s kalitvijo, propadanjem in predacijo. Na kalitev semen vpliva več dejavnikov: temperatura, voda v tleh (vlažnost), zbitost in zračnost tal, tekstura, pa tudi čas, globina in način obdelave. Plevelna semena so v talnem profilu razpršena tako horizontalno, kjer sledijo vrstam gojenih rastlin in se pojavljajo v vrstah, kjer so rasle gojene rastline in v medvrstnem prostoru, kot tudi vertikalno, kjer sistem obdelave tal predstavlja glavni faktor, ki določa razporejenost semen. Uravnavanje plevelne vegetacije v sodobnih pridelovalnih sistemih temelji na načelih integriranega varstva pred pleveli (IVP; angl. integrated weed management – IWM), ki vključuje uporabo različnih kemičnih in nekemičnih ukrepov, ki se medsebojno dopolnjujejo z namenom zmanjšanja plevelne vegetacije do ravni, ko ni več povzročena gospodarska škoda. Posebno vlogo pri IVP imajo preventivni ukrepi, kot je npr. obdelava tal, saj predstavljajo pomembno orodje za zmanjšanje številčnosti plevelne populacije in s tem zmanjšajo potrebo po zatiranju plevelov s herbicidi. V zadnjih 30 letih so bili razviti in preučevani številni načini obdelave tal (Demjanová in sod., 2009; Mäder in Berner, 2012; Soane in sod., 2012; Santín-Montanyá in sod., 2016). Uvajanje novejših tehnologij in sistemov obdelave tal (brez obdelave (no-till), minimalna (reducirana) in konzervirajoča obdelava) je vplivalo tudi na spremembe v plevelni vegetaciji in z njo povezanimi spremembami glede uporabe kemičnih načinov zatiranja plevela. Kmetje se za prehod na manj intenzivne sisteme obdelave tal odločajo zaradi nižjih stroškov mehanizacije in dela, ki sta potrebni za predsetveno pripravo tal v primerjavi s konvencionalno obdelavo (Uri, 2000), zaradi rastlinskih ostankov na površju tal je preprečena erozija, povečana sekvestracija ogljika v tla in zmanjšano izpiranje hranil iz tal. Spremenijo se tudi pogoji kalitve za plevel, predacija in pogoji tekmovalnosti. Auffret in Cousins (2011) sta poročala, da je razporeditev plevelnih semen v tleh na splošno odvisna od različnih sistemov obdelave tal. Na oranih zemljiščih je glavnina plevelnih semen zakopana v globljih plasteh tal, saj se tla z obdelavo premešajo (Clements in sod., 1996; Duary in sod., 2016), v minimalno obdelanih tleh je 80-90 % semen razporejenih v zgornjih 10 cm tal (Ball in Miller, 1990; Hossain in Begum, 2015), pri direktni setvi pa je kar 85 % plevelnih semen v zgornjih 5 cm tal (Chauhan in sod., 2006; Singh in sod., 2015). Z obdelavo lahko stimuliramo kalitev plevelnih semen z njihovo prerazporeditvijo na mesta v talnem profilu, kjer so ugodnejši pogoji za kalitev (Egley, 1986 cit. po Torrefiel in Buot, 2018).

Dolgoročna kultura in različni sistemi obdelave tal povzročajo spremembe v sestavi in gostoti talne plevelne semenske banke (Auškalnienė in sod., 2018). Največje število semen na enoto površine se nahaja v neobdelanih tleh, ker semena ostanejo na površju tal in vzklijejo v ugodnih vremenskih pogojih (Santín-Montanyá in sod., 2018). Največja gostota semen v neobdelanih tleh je posledica dveh dejavnikov: 1) kopičenje rastlinskih ostankov na površju tal in s tem večja zaščita semen pred negativnimi vplivi in 2) manj gibanja semen po talnem profilu (Cardina in sod., 2002).

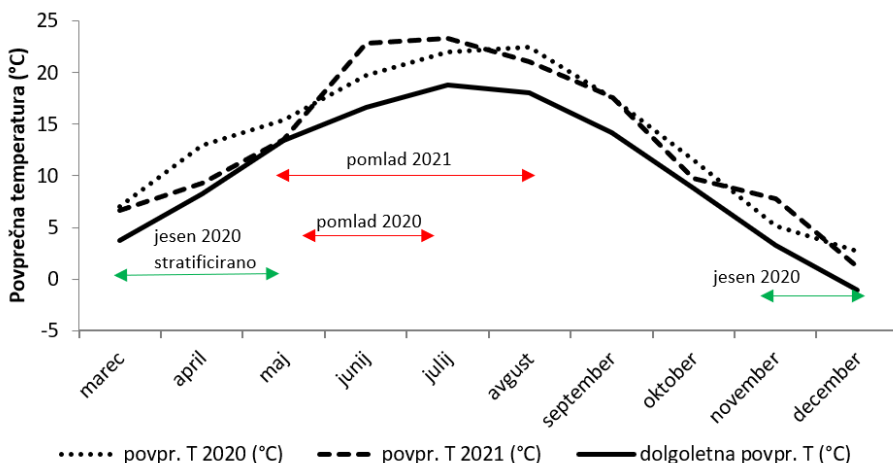
Opravljenih je bilo kar nekaj raziskav, v katerih je bil preučen vpliv različnih sistemov obdelave tal na plevelno semensko banko in populacijsko dinamiko plevela, vendar je bil majhen delež le-teh opravljenih v zgodnjem obdobju prehoda iz konvencionalnega sistema obdelave v sistem konzervirajoče in sistem brez obdelave tal. Poleg tega je bil glavni cilj raziskave ugotoviti količino kalivih plevelnih semen in vrstno sestavo plevelne populacije v zgodnjem obdobju prehoda na manj intenzivne sisteme obdelave tal.

2 MATERIAL IN METODE

Poskus je bil izveden v letih 2020 in 2021 na zemljiščih Kmetijskega inštituta Slovenije (Infrastrukturni center Jablje pri Mengšu, 46°08'31.5" N 14°34'30.8"E, 309 m n.v.), kalilni poskus pa v mrežniku na sedežu Kmetijskega inštituta Slovenije v Ljubljani (46°06'12.7"N 14°51'83.6"E, 295 m n.v.). Vzorčenje talne semenske banke je bilo opravljeno pred setvijo glavnih posevkov, v dveh terminih – spomladi in jeseni. V letu 2020 je vzorčenje potekalo 23. aprila (pred setvijo soje *Glycine max* L. (Merr.)) in 29. oktobra (po žetvi soje), v letu 2021 pa 2. marca (pred setvijo koruze *Zea mays* L.). Na območju vzorčenja tal prevladujejo plitva do srednje globoka, evtrična rjava tla, meljasto-ilovnate teksture. Tla so dobro propustna, vendar vsebujejo veliko skeleta, zaradi česar imajo omejeno zadrževalno sposobnost za vodo v poletnem času. Rezultati kemične analize tal so pokazali, da so tla na tem območju nevtralne ravnosti (pH 7,6) in prekomerno založena tako s fosforjem (38 mg/kg P₂O₅) kot kalijem (36 mg/kg K₂O). Vsebnost organske snovi na lokaciji vzorčenja je izredno visoka (4,3 %). V poskus so bila vključena tri obravnavanja, ki so bila zasnovana glede na predhodni način obdelave tal v trajnem poskusu: konvencionalno (CN) in konzervirajoče (CS) obdelana tla ter neobdelana tla (NT). Obravnavanja so bila vzpostavljena v letu 2018, od takrat so bili v postopkih konzervirajoče obdelave izvedeni le plitvi prehodi s krožno brano (8 cm globine). Osnovna obdelava tal v konvencionalni obdelavi je bila izvedena z lemežnim plugom (22 cm globine), takoj za tem pa je bilo zemljišče poravnano z njivsko vlačo. Predsetvena priprava tal je bila opravljena z vrtavkasto brano. Vsako obravnavanje je bilo razdeljeno na 4 bloke. Znotraj posameznega sistema obdelave je vzorčenje potekalo v štirih ponovitvah in na treh različnih globinah: 0-5 cm, 5-10 cm in 10-20 cm. Vse tri globine so bile vzorčene s sondo, dolgo 15 cm in široko 6 cm. Po vzorčenju so bili vzorci posameznih serij shranjeni v temi, v hladilnici na 4 °C do postavitve poskusa. Jesenske vzorce smo po postavitvi poskusa zmrznili, da bi ugotovili, kakšen vpliv ima stratifikacija na številčnost in vrstno pestrost plevelne populacije. Vzorce smo tik pred postavitvijo poskusa presejali skozi sito s premerom odprt in na mreži 1 cm, da smo odstranili kamne in zdrobili večje grude. Potem smo 500 ml vsakega vzorca zmešali z 200 ml šote in enakomerno razporedili v podstavke velikosti 30 cm x 30 cm in visoke 3 cm. Po površju vsakega vzorca smo posuli plast mivke (finega peska), da je bil

preprečen razvoj mahu. Vzorci so bili, odvisno od dnevni temperatur, dnevno zaliti z meglilnim sistemom. Kalitev je potekala pod vplivom realnih okoljskih razmer. Vznikla semena smo številčno in vrstno popisali ter jih odstranili. Pleveli, ki so bili premajhni za identifikacijo, smo presadili in pustili, da so zrasi. Kalilni poskus z različnimi serijami vzorcev se je izvajal dokler so vznikali novi pleveli (navadno 2-3 popisi v rednih časovnih intervalih).

V obeh letih izvajanja kalilnega poskusa smo izmerili nadpovprečno visoke temperature v primerjavi z dolgoletnim povprečjem (slika 1). Povprečna temperatura v letu 2020 je bila 13,7 °C in v letu 2021 13,3 °C, kar je več kot znaša dolgoletno povprečje za isto obdobje (10,4 °C).



Slika 1: Povprečna temperatura (°C) na poskusni lokaciji na sedežu Kmetijskega inštituta Slovenije v Ljubljani, v letu 2020 in 2021.

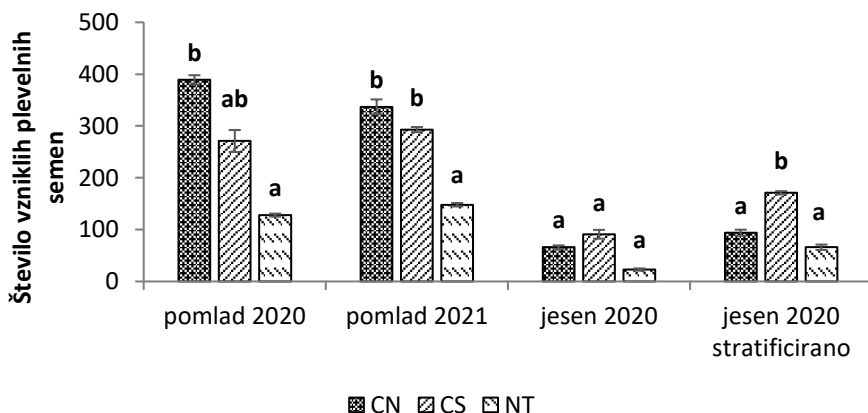
Statistična analiza je bila opravljena s programom R (R Core Team, 2019), kjer je bila predpostavka o homogenosti varianc preverjena z Levenovim testom. Za testiranje značilnosti vpliva posameznih obravnavanj in njihovih ponovitev je bila uporabljena enosmerna analiza variance (ANOVA). Primerjava povprečij je bila izvedena z uporabo post-hoc Tukeyevega HSD testa pri stopnji tveganja $p \leq 0,05$.

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

3.1 Vpliv sistema obdelave tal na kalitev plevelnih semen

Termin vzorčenja je statistično značilno vplival na skupno število vzklilih plevelnih semen ($p=0,0085$). V spomladanskem terminu leta 2020 je bila statistično značilna razlika med konvencionalnim sistemom in sistemom brez obdelave tal, medtem ko v letu 2021 ni bilo značilnih razlik med vzorci iz konvencionalno in konzervirajoče obdelanih tal (slika 2). V jesenskem terminu 2020 ni bilo statistično značilnih razlik med posameznimi sistemi obdelave tal, v letu 2021 pa se je konzervirajoči sistem

statistično značilno razlikoval od drugih dveh sistemov, med katerima statističnih razlik ni bilo. V sistemu brez obdelave je v vseh štirih terminih kalilnega poskusa kalilo najmanj plevelnih semen, kar je lahko posledica povečane predacije. V spomladanskem terminu je največ semen kalilo v vzorcih iz konvencionalno obdelanih tal, v jesenskem terminu pa v vzorcih iz konzervirajoče obdelanih tal. Jeseni je bila v ponovljenem poskusu večja kalitev v vseh treh sistemih obdelave tal zaradi vpliva stratifikacije. Obdobje prehoda na manj intenzivne sisteme obdelave tal predstavlja precejšen izziv, saj pogosto prihaja do prekomernega širjenja travnih in večletnih plevelnih vrst, ki jih je težje uravnati.

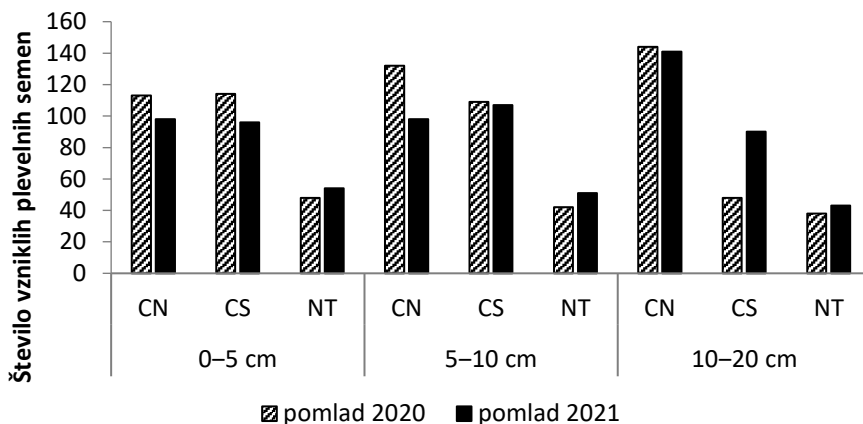


6

Slika 2: Skupno število vzniklih plevelnih semen v treh obdelavah tal v dveh letih vzorčenja; CN – konvencionalna, CS – konzervirajoča, NT – brez obdelave

3.2 Vpliv globine vzorčenja na kalitev plevelnih semen spomladi

Sistem obdelave tal je v spomladanskem terminu vzorčenja statistično značilno vplival na število vzniklih plevelnih semen ($p=0,0354$), medtem ko globina vzorčenja ni imela značilnega vpliva na kalitev ($p=0,99$). Med spomladanskimi vzorci iz leta 2020 je bila največja kalitev plevelnih semen (144) opažena v najgloblji plasti (10-20 cm) konvencionalno obdelanih tal, najmanj semen pa je, ravno tako v najgloblji plasti, kalilo v vzorcu iz neobdelanih tal (38) (slika 3). Rezultati kalitve plevelnih semen na konvencionalno obdelanih tleh z naraščanjem globine tal so v skladu z rezultati več predhodno izvedenih raziskav (Yenish in sod., 1992; Duary in sod., 2016). Tudi med vzorci iz spomladanskega vzorčenja v letu 2021 sta bila največja in najmanjša kalitev plevelnih semen zabeleženi v najgloblji plasti konvencionalno obdelanih (141) in neobdelanih tal (43).

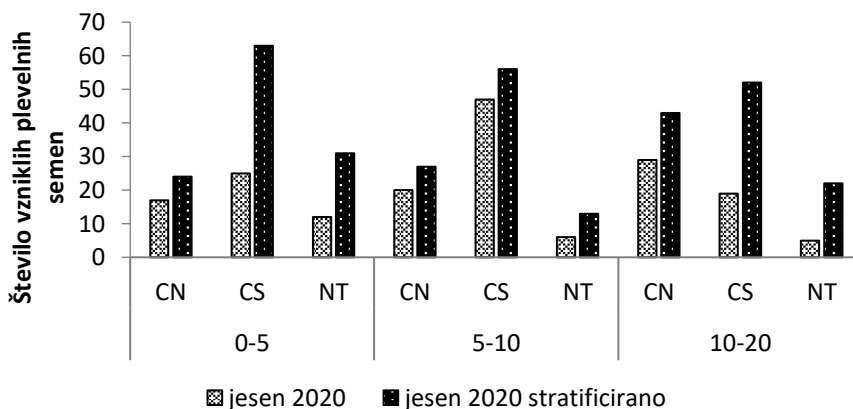


Slika 3: Število vzkljilih plevelnih semen v vzorcih vzorčenih spomladi 2020 in 2021 na treh globinah; CN – konvencionalna, CS – konzervirajoča, NT – brez obdelave.

3.2 Vpliv globine vzorčenja na kalitev plevelnih semen jeseni

7

Sistem obdelave tal je statistično značilno vplival na kalitev plevelnih semen v jesenskem terminu vzorčenja ($p=0,00519$), globina vzorčenja pa ni imela vpliva ($p=0,999$). V kalilnem poskusu z vzorci iz jesenskega vzorčenja v letu 2020 je največ plevelnih semen kalilo v srednji plasti konzervirajoče obdelanih tal (47), najmanj pa v najgloblji plasti neobdelanih tal (5) (slika 4). Zaradi nizkega števila vzkljilih plevelnih semen jeseni 2020 smo poskus z istimi vzorci ponovili spomladi 2021. V ponovljenem poskusu je največ semen kalilo v zgornji plasti konzervirajoče obdelanih tal (63), najmanj pa v srednji plasti neobdelanih tal (13). Tako kot spomladi je bilo tudi jeseni opaženo naraščanje števila vzkljilih plevelnih semen z naraščanjem globine tal na konvencionalno obdelanih tleh.

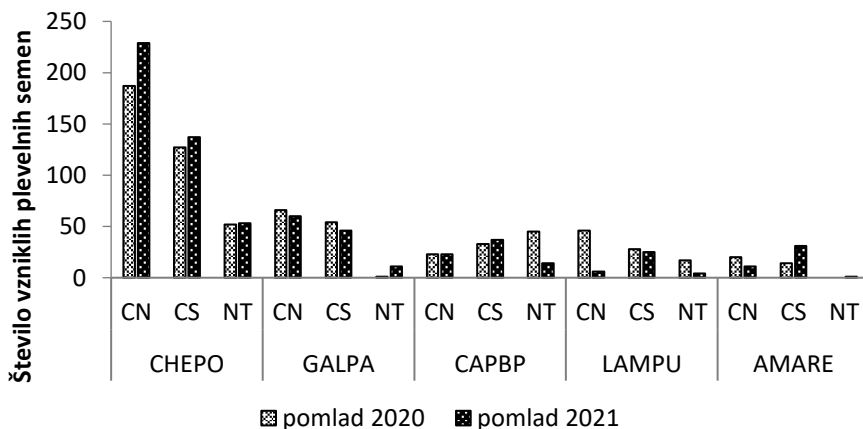


Slika 4: Število vzklilih plevelnih semen v vzorcih vzorčenih jeseni 2020 in v ponovljenem poskusu z istimi vzorci na treh globinah; CN – konvencionalna, CS – konzervirajoča, NT – brez obdelave.

3.3 Vrsta sestava plevelne populacije v različnih sistemih obdelave tal spomladi

Vznik posameznih plevelov se je razlikoval med posameznimi sistemi obdelave tal (slika 5). Največji vznik med vzorci v letu 2020 sta imela mrtva kopriva (*Lamium purpureum* L.) in navadni plešec (*Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik.). Največ semen mnogosemenske metlike je vzklilo na konvencionalno obdelanih tleh, najmanj pa v vzorcih iz neobdelanih tal (52). V letu 2021 je bil največji vznik mnogosemenske metlike in drobnocvetnega rogovilčka. Zopet je največ semen mnogosemenske metlike vzklilo v vzorcih iz konvencionalno obdelanih tal (229). Z obdelavo so semena premeščena v globlje plasti tal, kar predstavlja prednost za večja semena, ker imajo več energije, zaradi česar lažje in hitreje kalijo v konvencionalno obdelanih tleh (Gardarin in sod., 2010). Z zmanjšanjem intenzivnosti obdelave uspešnost kalitve ni povezana z velikostjo semena, saj je večina le-teh razporejenih malo pod površjem tal (Gruber in Claupen, 2009).

Večjih razlik v vrstni sestavi spomladi med letoma 2020 in 2021 nismo opazili. Razlika v številčnosti je opažena samo pri navadnemu plešču v neobdelanih tleh in pri mrtvi koprivi na konvencionalno obdelanih tleh, kjer je bil vznik obeh trikrat večji v letu 2020.

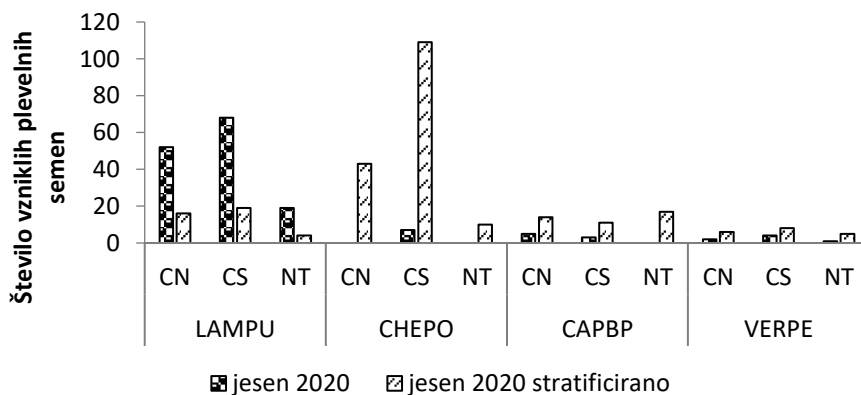


Slika 5: Število najpogostejših vznikov plevelov glede na sistem obdelave tal. Primerjava vznika plevelnih semen v vzorcih vzorčenih spomladi 2020 in 2021
LAMPU – *Lamium purpureum*, CHEPO – *Chenopodium polyspermum*, CAPBP – *Capsella bursa-pastoris*, GALPA – *Galinsoga parviflora*, AMARE – *Amaranthus retroflexus*

3.4 Vrsta sestava plevelne populacije v različnih sistemih obdelave tal jeseni

Za razliko od kalitve spomladi je v vzorcih iz jesenskega vzorčenja v letu 2020 vzklilo največ semen mrtve koprive (slika 6) – največ vzklilih semen v vzorcu iz

konzervirajoče obdelanih tal (68) in najmanj v vzorcu iz neobdelanih tal (19). V ponovljenem poskusu z istimi vzorci po tem, ko so bili zmrznjeni je kalilo največ semen mrtve koprive in mnogosemenske metlike. Največjo kalivost je imela mnogosemenska metlika – največ vzklilih semen v vzorcu iz konzervirajoče obdelanih tal (109), najmanj pa v vzorcu iz neobdelanih tal (10). V ponovljenem poskusu je bila opažena večja vrstna pestrost plevelov, prav tako je bilo število vzklilih semen višje pri vseh plevelih, z izjemo mrtve koprive. V obeh terminih vzorčenja je v sistemu z neobdelanimi tlemi prevladoval navadni plešec.



9

Slika 6: Število najpogostejših vzniklih plevelov glede na sistem obdelave tal. Primerjava jesenskih vzorcev 2020 tik po vzorčenju in ponovitev s stratificiranimi vzorci spomladi 2021
LAMPU – *Lamium purpureum*, CHEPO – *Chenopodium polyspermum*, VERPE – *Veronica persica*, CAPBP – *Capsella bursa-pastoris*

4 SKLEPI

Na podlagi opravljene dvoletne raziskave, kjer smo v zgodnjem obdobju prehoda iz konvencionalnega sistema obdelave tal na sistem konzervirajoče in sistem brez obdelave tal preučevali vpliv različnih sistemov obdelave tal na številčnost kalivih semen in vrstno sestavo plevelov v talni semenski banki, smo ugotovili značilen vpliv tako sistema obdelave tal kot termina vzorčenja na kalitev plevelnih semen. Opažen je bil stalen trend naraščanja vzklilih plevelnih semen z naraščanjem globine na oranjih tleh – oranje torej zmanjšuje število semen v zgornjih plasteh tal. Med vsemi sistemi obdelave tal, ki so bili vključeni v poskus, je najmanj semen kalilo v sistemu z neobdelanimi tlemi, na kar je najverjetneje vplivala povečana predacija. Skupno število vzklilih plevelnih semen se je v drugem letu spomladi na oranjih tleh zmanjšalo v primerjavi s prvim letom, v drugih dveh sistemih pa povečalo. V drugem letu jeseni je bila opažena večja kalitev semen v vseh sistemih obdelave – skupno število vzklilih semen se je v vseh sistemih obdelave povečalo zaradi stratifikacije. V tretjem letu izvajanja manj intenzivne sisteme obdelave tal bistvenih sprememb v vrstni sestavi plevelnih vrst nismo opazili.

5 ZAHVALA

Zahvala za finančno pomoč pri izvedbi raziskave gre Javni agenciji za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije (ARRS) in programski skupini Kmetijstvo naslednje generacije (P4-0431) v okviru financiranja programa usposabljanja mladih raziskovalcev. Za pomoč pri izvedbi vzorčenja se zahvaljujemo tudi sodelavcu Anžetu Rovanšku.

6 LITERATURA

- Auffret A. G., Cousins S. A. O. 2011. Past and present management influences the seed bank and seed rain in a rural landscape mosaic. *Journal of Applied Ecology*, 48, 5: 1278-1285
- Auškalnienė O., Kadžienė G., Janušauskaitė D., Supronienė S. 2018. Changes in weed seed bank and flora as affected by soil tillage systems. *Zemdirbyste-Agriculture*, 105, 3, 221-226
- Ball D. A., Miller S. D. 1990. Weed seed population response to tillage and herbicide use in three irrigated cropping sequences. *Weed Science*, 38, 6: 511-517
- Cardina J., Herms C. P., Doohan D. J. 2002. Crop rotation and tillage system effects on weed seed banks. *Weed Science*, 50, 4: 448-460
- Chauhan B. S., Gill G., Preston C. 2006. Seedling recruitment pattern and depth of recruitment of 10 weed species in minimum tillage and no-till seeding systems. *Weed Science*, 54, 4: 658-668
- Clements D. R., Benoit D. L., Murphy S. D., Swanton C. J. 1996. Tillage effects on weed seed return and seed bank composition. *Weed Science*, 44, 2: 314-322
- Demjanová E., Macák M., Čalovič I., Majerník F., Týr Š., Smatana J. 2009. Effects of tillage systems and crop rotation on weed density, weed species composition and weed biomass in maize. *Agronomy Research*, 7, 2: 785-792
- Duary B., Dash S., Teja K. C. 2016. Impact of tillage on seed bank, population dynamics and management of weeds. *SATSA Mukhapatra - Annual Technical Issue 20*: 104-112
- Gardin A., Dürr C., Colbach N. 2010. Effects of seed depth and soil aggregates on the emergence of weeds with contrasting seed traits. *Weed Research*, 50: 91-101
- Gruber, S., Claupein, W., 2009. Effect of tillage intensity on weed infestation in organic farming. *Soil and Tillage Research*, 105, 1: 104-111
- Hossain M. M., Begum M. 2015. Soil weed seed bank: Importance and management for sustainable crop production – A review. *Journal of Bangladesh Agricultural University*, 13, 2: 221-228
- Mäder P., Berner A. 2012. Development of reduced tillage systems in organic farming in Europe. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 27, 1: 7-11
- Neve P., Barney J. N., Buckley Y., Cousens R. D., Graham S., Jordan N. R., Lawton-Rauh A., Liebman M., Mesgaran M. B., Schut M., Shaw J., Storkey J., Baraibar B., BAUCOM R. S., Chalak M., Childs D. Z., Christensen S., Eizenberg H., Fernandez-Quintanilla C., French K., Harsch M., Heijting S., Harrison L., Loddo D., Macel M., Maczey N., Merotto A J. R., Mortensen D., Necajeva J., Peltzer D. A., Recasens J., Renton M., Riemens M., Sønderkov M., Williams M. 2018. Reviewing research priorities in weed ecology, evolution and management: a horizon scan. *Weed Research*, 58: 250-258
- Oerke E. C. 2006. Crop losses to pests. *Journal of Agricultural Science*, 144: 31-43
- Radicetti E. Mancinelli R. 2021. Sustainable weed control in the agro-ecosystems. *Sustainability*, 13, 15, 8639; <https://doi.org/10.3390/su13158639>
- R Core Team. 2019. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Core Team: Vienna, Austria
<https://www.r-project.org/> (10.2.2022)
- Santín-Montanyá M. I., Martín-Lammerding D., Zambrana E., Tenorio J. L. 2016. Management of weed emergence and weed seed bank in response to different tillage, cropping systems and selected soil properties. *Soil and Tillage Research*, 161: 38-46
- Santín-Montanyá M. I., Zambrana-Quesada E., Tenorio-Pasamón J. L. 2018. Weed abundance and soil seedbank responses to tillage systems in continuous maize crops. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 64, 12: 1705-1713
- Scavo A., Mauromicale G. 2020. Integrated weed management in herbaceous field crops. *Agronomy*, 10, 4, 466; <https://doi.org/10.3390/agronomy10040466>

- Singh V. P., Barman K. K., Singh R., Singh P. K., Sharma A. R. 2015. Weed management in conservation agriculture systems. In: Recent advances in Weed Management: 87-124, doi: 10.1007/978-1-4939-1019-9_5
- Soane B., Ball B. C., Arvidsson J., Basch G., Moreno F., Roger-Estrade J. 2012. No-till in northern, western and south-western Europe: a review of problems and opportunities for crop production and the environment. *Soil and Tillage Research*, 118: 66-87
- Torrefiel J. T., Buot I. E. 2018. Germination of buried weed seeds: Potential threat to agricultural systems. *The Thailand Natural History Museum Journal*, 12, 2: 71-81
- Uri N. D. 2000. An evaluation of the economic benefits and costs of conservation tillage. *Environmental Geology*, 39: 238-248
- Yenish J. P., Doll J. D., Buhler D. D. 1992. Effects of tillage on vertical distribution and viability of weed seed in soil. *Weed Science*, 40, 3: 429-433

VPLIV PRIPRAVE SETVIŠČA ZA SETEV IN NAČINA UPORABE HERBICIDOV NA OBSEG EROZIJE V POSEVKIH KORUZE NA STRMINI

Mario LEŠNIK¹, Zita FLISAR NOVAK², Slavko KRPIČ³, Iris ŠKERBOT⁴, Igor
ŠKERBOT⁵, Andrej PAUŠIČ⁶

^{1,6} Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede, Hoče

^{2,3} Kmetijsko gozdarski zavod Murska Sobota, Murska Sobota

^{4,5} Kmetijsko gozdarski zavod Celje, Celje

IZVLEČEK

12 V letu 2021 smo v okviru projekta TOPPS izvedli dva poskusa za prikaz obsega površinskega odtoka zemljine na njivi koruze v strmini v odvisnosti od načina priprave setvišča in načina uporabe herbicidov. Obseg erozije izražen v kg zemljine na ha na eno rastno dobo smo ugotovili z uporabo tehnike vkopanih zbirnih posod. Pri njivi 1 z naklonom strmine 11° smo testirali tri sisteme gojenja koruze; 1a) klasično oranje, fina priprava setvišča, setev vzdolžno na strmino in uporaba talnega herbicida takoj po setvi, 1b) klasično oranje, groba priprava setvišča, setev vzdolžno na strmino in uporaba listnega herbicida 2 tedna po setvi, 1c) klasično oranje, minimum-till priprava setvišča, setev vzdolžno na strmino in uporaba listnega herbicida 4 tedne po setvi. Pri njivi 2 z naklonom strmine 8° smo testirali štiri sisteme gojenja koruze; 2a) = 1a, 2b) klasično oranje, minimum-till priprava setvišča, setev vzdolžno na strmino in uporaba talnega herbicida takoj po setvi, 2c) klasično oranje, groba priprava setvišča, setev prečno na strmino in uporaba talnega herbicida takoj po setvi, 2d) klasično oranje, fina priprava setvišča, setev vzdolžno na strmino in uporaba listnega herbicida 3 tedne po setvi. V poskusu 1 je znašal obseg letne erozije pri 1a 38,06 t/ha, pri 1b 26,33 t/ha in pri 1c 8,23 t/ha in v poskusu 2 je erozija pri 2a znašala 35,73 t/ha, pri 2b 2,16 t/ha, pri 2c 3,16 in pri 2d 28,75 t/ha. S spremenjenim načinom priprave setvišča (minimum-till), spremenjeno smerjo setve in uporabo listnega namesto talnega herbicidov je obseg erozije na njivah s koruso na strmini možno zmanjšati za več kot 30 %.

Ključne besede: njive, erozija, setev, herbicidi, pleveli, zatiranje

¹ prof. dr., Pivola 10, SI-2311 Hoče, E-pošta: mario.lesnik@um.si

² univ. dipl. inž. agr., Štefana Kovača 40, SI-9000 Murska Sobota

³ univ. dipl. inž. agr., prav tam

⁴ univ. dipl. inž. agr., Trnoveljska cesta 1, SI-3000 Celje

⁵ univ. dipl. inž. agr., prav tam

⁶ viš. pred., dr., Pivola 10, SI-2311 Hoče

ABSTRACT

INFLUENCE OF SEEDBED FOR SOWING AND CHOICE OF HERBICIDE APPLICATION METHOD ON THE EXTEND OF EROSION IN MAIZE CROPS GROWN ON SLOPE

In 2021, we performed two field experiments in the frame of TOPPS project to demonstrate the extent of surface runoff in a maize field grown on a slope, depending on the method of seedbed preparation and the method of herbicide use. The extent of erosion expressed in kg of soil per ha per growing season was determined using the technique of buried collection vessels. In field 1 with a slope of 11°, we tested three maize cultivation systems; 1a) classical plowing, fine preparation of seedbed, sowing longitudinally on the slope and application of soil herbicide immediately after sowing, 1b) classical plowing, rough preparation of seedbed, sowing longitudinally on the slope and application of leaf herbicide 2 weeks after sowing, 1c) classical plowing, minimum-till preparation of seedbed, sowing longitudinally on the slope and application of foliar herbicide 4 weeks after sowing. In field 2 with a slope of 8°, we tested four maize cultivation systems; 2a)=1a, 2b) conventional plowing, minimum-till seedbed preparation, longitudinal sowing and application of soil herbicide immediately after sowing, 3b) conventional plowing, rough preparation of seedbed, sowing cross-slope and application of soil herbicide immediately after sowing, 2d) conventional plowing, fine preparation of the seedbed, sowing longitudinally on the slope and application of foliar herbicide 3 weeks after sowing. In experiment 1, the extent of annual erosion at 1a was 38.06, at 1b 26.33 and at 1c 8.23 t/ha, and in experiment 2 the erosion at 2a amounted 35.73, at 2b 2.16, at 2c 3.16 and at 2d 28.75 t/ha. With the adopted method of seedbed preparation (minimum-till), direction of seeding and application of foliar herbicide instead of soil herbicide, the extent of erosion in fields with corn on the slope can be reduced by more than 30%.

Key words: field, erosion, sowing, herbicides, weed species, suppression

1 UVOD

V Slovenji imamo velik delež njiv na zemljiščih, ki so na terenih s precejšnjim nagibom. Kmetje velikokrat pridelujejo okopavine na terenih, ki so sicer bolj ustrezni za trajno travinje. Na večini njiv prevladuje klasična obdelava tal z oranjem in s pripravo fino umravljenega setvišča, z večkratnim prehodom predsetvenika. Za zatiranje plevelov uporabijo talne herbicide. Takšen način pridelave je zaradi klimatskih sprememb, ki prinašajo obsežne nalive prav v času kmalu po setvi, zelo tvegan za razvoj obsežnih erozijskih procesov, v katerih z njiv s površinskim odtokom odnese tudi več kot 30 ton zemlje na ha letno. Posledice obsežnega površinskega odtoka so večplastne. Izgubljamo zemljo, izgubljamo vodo in imamo bolj izrazite pojave suše, nastaja škoda

na cestni in hidrološki infrastrukturi in povečujemo onesnaževanje vodnih virov s FFS in hranili (evtrofikacija). Erozijski procesi povzročajo premeščanje FFS (predvsem herbicidov) z njiv v vodne ekosisteme. Ker so herbicidi najbolj izpostavljeni, je uporabo le teh na strmih zemljiščih potrebno prilagoditi v smeri, da zmanjšamo tveganja za prehod FFS v vode. Običajni protierozijski ukrepi na njivah na strmini so: prehod od oranja proti minimum-till sistemom obdelave, prečna setev namesto setve vzdolžno po strmini, setev prečnih rastlinskih pasov ali pasov na zaključkih njiv, povečana gostota setev na robovih, uporaba listnih namesto talnih herbicidov in drugi (Panagos s sod., 2016; TOPPS, 2020). V dveh praktičnih demonstracijskih poskusih smo želeli prikazati kako spremenjen pristop k pripravi setvišča in k uporabi herbicidov prispeva k zmanjšanju erozijskih procesov in ohranja visok nivo pridelka.

2 MATERIAL IN METODE

2.1 Zasnova poskusov

Izvedena sta bila dva poljska demonstracijska poskusa na njivah na strmini v posevku koruze, kjer smo primerjali učinek sistema setve in uporabe herbicidov na obseg erozije, uspešnost zatiranja plevelov in višino pridelka.

V poskusu na lokaciji Šmarje pri Jelšah smo imeli 3 obravnavanja:

- a) klasično oranje, setev gor in dol, fina priprava setvišča, uporaba talnega herbicida Adengo 0,44 l/ha takoj po setvi;
- b) klasično oranje, manj fina priprava setvišča, setev 4 m širokega prečnega pasu ljuljke ob setvi koruze, setev gor in dol po strmini, srednje pozna uporaba listnih herbicidov Laudis 2 l/ha + Starane forte 0,5 l/ha ko je koruza imela 4 liste in pleveli 3-4 liste;
- c) klasično oranje, manj fina priprava setvišča, posipanje setvišča po setvi s slamo (4 t na ha) za simulacijo minimum-till sistema, setev 4 m širokega prečnega pasu ljuljke ob setvi koruze, setev gor in dol po strmini, setev treh pasov koruze prečno na robu tik pred lovilnimi posodami, pozna uporaba listnih herbicidov Elumis 1,5 l/ha + Peak 20 g/ha ko je koruza imela 6 listov in pleveli 3-5 listov.

V poskusu na lokaciji Slaveči na Goričkem smo imeli naslednja obravnavanja:

- a) klasično oranje, setev gor in dol, fina priprava setvišča, uporaba talnega herbicida Adengo 0,44 l/ha takoj po setvi;
- b) klasično oranje, manj fina priprava setvišča, posipanje setvišča po setvi s slamo (4 t na ha) za simulacijo minimum-till sistema, setev gor in dol po strmini, uporaba talnega herbicida Adengo 0,44 l/ha takoj po setvi;
- c) klasično oranje, setev prečno na strmino, groba priprava setvišča, uporaba talnega herbicida Adengo 0,44 l/ha takoj po setvi; d) klasično oranje, manj fina priprava setvišča, setev 4 m širokega prečnega pasu ljuljke ob setvi koruze, setev gor in dol po strmini, setev treh pasov koruze prečno na robu tik pred lovilnimi posodami, pozna uporaba listnega herbicida Monsoon active 2 l/ha ko je koruza imela 5 listov in pleveli 3-5 listov. Prilagamo podatke o sestavi herbicidov: Monsoon active (tienkarbazon-metil 10g/l, foramsulfuron-natrij 31,5 g/l, ciprosulfamid 15 g/L), Adengo (izoksaflutol 225 g/l,

tienkarbazon metil 90 g/l), Laudis (tembotrion 44 g/l, izoksadifen-etil 22 g/l), Satarane forte (fluorokspir-meptil 45g/l), Elumis (mezotrion 7,5 g/l, nikosulfuron 3g/l)(<http://www.fito-info.si>).

V obeh poskusih smo znotraj obravnavanj razporejenih v vzporednih pasovih izbrali 5 mikro območij (3 x 10 m) zaporedno na strmini, kjer smo analizirali učinkovitost zatiranja plevelov in pridelek. Tako smo za statistično analizo dobili 5 ponovitev. Pridelek smo ugotavljali na način, da smo koruzo na mikro parcelicah ročno poželi in jo svežo stehali. Poudariti je potrebno, da je šlo za demonstracijski in ne znanstveni poskus, zato nismo imeli klasične naključne razporeditve parcelic. Na obeh lokacijah smo imeli težja tla z deležem organske snovi okrog 2 %. Nagib njive v Šmarju je znašal približno 10° in v Slavečih 8°. Herbicidi so bili naneseni s standardno profesionalno poljedelsko škroplilnico pri porabi vode 250 l/ha, tako kot nanos običajno izvajata tudi gospodarja obeh poskusnih parcel.

2.2 Ocena količine erodirane zemljine

Za oceno količine erodirane zemljine smo uporabili zelo preprost standardni pristop (glej Bagarello in Ferro, 2017). V tla smo vkopali plastične posode dimenzije 75 x 40 x 35 cm na način, da so bile pozicionirane na vznožju strmine med dve vrsti koruze (70 cm) na takšno globino, da je bil rob posod približno 5 cm nižji od površja tal. Od posode do zaključka strmine je bilo 50 m dolžine. Mikro zbirno območje ni bilo omejeno z usmerjevalno ogrado do vkopane posode. Ob padavinah je površinski odtok prinašal zemljo, ki se je ulovila v posode. Po vsakih večjih padavinah smo zemljo iz posod odstranili in stehali. Iz podatka o zbirni površini (0,7 x 50 m) in količini stehane zemlje potem izračunamo količino erodirane zemljine na hektar v času.

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

3.1 Ocena količine erodirane zemljine

Podajamo samo podatke o skupni letni količini erodirane zemljine, v obdobju od setve do spravila pridelka. Statistična evalvacija ni možna, ker smo imeli samo eno ponovitev vkopanih posod. V Šmarju je od setve (23. 4.) do spravila koruze (18. 9.) padlo 407 mm padavin. V Slavečih je v obdobju od setve (28. 4.) do spravila (20. 9.) padlo 380 mm padavin. V prvem mesecu od setve, ko so tla bila brez večjega rastlinskega pokrova, je na obeh lokacijah padlo več kot 120 mm padavin.

Preglednica 1: Količina erodirane zemljine (KEZ) v tonah na ha v času od setve do spravila pridelka koruze.

| Obravnavanje: PR – setev prečno, GD – setev gor/dol | KEZ (t/ha) |
|---------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Šmarje S1 klasično oranje, fina priprava setvišča, talni herbicid, GD | 38,060 |
| Šmarje S2 klasično oranje, groba priprava stevišča, listni herbicidi zgodaj, GD | 26,336 |
| Šmarje S3 minimum-till, groba priprava stevišča, listni herbicidi pozno, GD | 8,235 |
| Slaveči S1 klasično oranje, fina priprava setvišča, talni herbicid, GD | 35,773 |
| Slaveči S2 minimum-till, groba priprava setvišča, talni herbicid, GD | 2,167 |
| Slaveči S3 klasično oranje, fina priprava setvišča, talni herbicid, PR | 3,161 |
| Slaveči S4 klasično oranje, groba priprava setvišča, listni herbicidi pozno, GD | 28,675 |

Preglednica 1 nam kaže, da klasični pristop pri gojenju koruze na strmih njivah povzroča obsežne erozijske procese, v katerih v eni rastni dobi koruze lahko z njive odnese več kot 30 ton zemlje na ha. 30 t zemlje lahko pri nekaterih njivah predstavlja 1 % vse orne zemlje tiste njive. Tolikšen obseg erozije več let zaporedoma ogroža rodovitnost tal, njivo pa zapusti velik del apliciranih talnih herbicidov ter tudi precej hranil. Podatki kažejo, da prečna setev, minimum-till sistem in pozna uporaba listnih herbicidov zelo verjetno značilno zmanjšajo količino erodirane zemljine. Poskus kaže, da je pri izbiri sistema zatiranja plevelov na njivah na strmini potrebno dati prednost pozni uporabi listnih herbicidov pred uporabo talnih herbicidov. Klasično okopavanje se ne priporoča. Dodajanje gnojil izvedemo le pri osnovni obdelavi. Če že dognojujemo, to storimo v pozni fazi razvoja koruze, ko se še lahko vozimo po njej, ko so pleveli že prizadeti od herbicidov in ko ocenimo, da je tveganje za erozijo že manjše. Prečna setev je pokazala presenetljivo velik učinek. Tako smo v Slavečih pri setvi gor-dol pri uporabi talnega herbicida izmerili skupni letni odnos zemljine 35,77 t/ha, pri setvi prečno in uporabi talnega herbicida pa samo 3,15 t/ha. Glede na predstavljene rezultate, se kmetom splača potruditi in prilagoditi smer obdelave tal in setve. Minimum-till sistem je še dodatno zmanjšal obseg erozije v obeh poskusih. Zmanjšanje intenzivnosti obdelave tal je nujen in učinkovit ukrep na njivah na velikih naklonih. Pri S4 v Slavečih smo imeli večjo erozijo kot smo pričakovali. Vzrok je bil v tem, da je voda preskočila iz kolesnice prav v medvrstni prostor kjer smo imeli locirano lovilno posodo. Iz tega vzroka je bilo ulovljene zemljine vsaj 30 % več, kot bi je bilo brez tega učinka. Obseg erozije v našem poskusu težko primerjamo z drugimi poskusi, a kaže, da smo imeli nadpovprečno veliko erozijo v primerjavi z nekaterimi podatki iz literature (Shipitalo in Owens, 2006; Choudhary s sod., 1997; Gonzalez, 2018; Procházková s sod., 2020). Upoštevati moramo, da smo izbrali njivi, ki sta nadpovprečno erozijsko izpostavljeni, a takšnih njiv v Sloveniji ni malo. Po nekaterih podatkih (Vrščaj in sod., 2020) lahko na strmih njivah v povprečnih razmerah pričakujemo erozijo v obsegu med 3 do 4 t/ha/letno. Po oceni Vrščaja in sod. pa spadata obe lokaciji poskusov med območja z največjo potencialno stopnjo erodibilnosti zemljišč v modelnem sistemu določanja tveganj po RUSLE metodologiji v Sloveniji.

3.2 Ocena učinkovitosti zatiranja plevelov

Na obeh njivah smo imeli plevelno sestavo značilno za njive, kjer v kolobarju prevladuje koruza. Vzniknilo je približno 400 plevelov na m². Pojavljala se je mešanica prosastih trav in nekaterih večletnih plevelov.

V poskusu v Šmarju so se med obravnavanji pojavile manjše razlike. Največja razlika je bila opazna pri uspešnosti zatiranja trajnih širokolistnih plevelov. Na splošno je znano, da talni herbicidi teh plevelov ne zatirajo uspešno. Pri zatiranju prosastih trav so si bila obravnavanja enakovredna. Morda je erozija povzročila nekaj slabši rezultat pripravka Adengo pri zatiranju srakonje. Pri Adengu se je jeseni razvilo veliko perzijskega jetičnika in ptičje dresni. Vsa obravnavanja so bila slaba pri zatiranju preslice, ki pa je ni bilo veliko. Pri sistemu S2 je bilo precej kostrebe. Pri S3 je bilo

precej njivske mete. Pleveli so pri vseh obravnavanjih bili dovolj uspešno zatrti, da niso imeli velikega vpliva na oblikovanje pridelka koroze.

Preglednica 2: Podatki o oceni stopnje učinkovitosti herbicidov (% vizualno bonitiranje) 6 tednov po aplikaciji herbicidov na lokaciji Šmarje.

| Vrsta plevela: TERMIN APLIKACIJE: | Sistem 1 Adengo 0,44 l/ha takoj po setvi | Sistem 2 Laudis 2 l/ha + Starane f. 0,5 l/ha, koroza 4 liste | Sistem 3 Elumis 1,5 l/ha + Peak 20 g/ha, koroza 6 listov |
|--------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| <i>Amaranthus retroflexus</i> | 97 a | 95 a | 98 a |
| <i>Chenopodium album</i> | 96 a | 93 a | 95 a |
| <i>Chenopodium polyspermum</i> | 73 b | 95 a | 94 a |
| <i>Cirsium arvense</i> | 65 b | 78 ab | 88 a |
| <i>Convolvulus arvensis</i> | 70 b | 90 a | 84 ab |
| <i>Galium aparine</i> | 98 a | 99 a | 90 a |
| <i>Equisetum arvense</i> | 56 ab | 67 a | 45 b |
| <i>Mentha arvensis</i> | 60 a | 80 a | 76 a |
| <i>Polygonum aviculare</i> | 45 c | 68 b | 94 a |
| <i>Polygonum convolvulus</i> | 60 b | 90 a | 94 a |
| <i>Polygonum lapathifolium</i> | 89 a | 88 a | 96 a |
| <i>Solanum nigrum</i> | 89 a | 76 a | 88 a |
| <i>Veronica persica</i> | 46 b | 97 a | 76 ab |
| <i>Echinochloa crus-galli</i> | 94 a | 90 a | 96 a |
| <i>Digitaria sanguinalis</i> | 72 b | 93 a | 89 ab |
| <i>Setaria viridis</i> | 87 a | 96 a | 98 a |

Povprečja označena z enako črko se ne razlikujejo med seboj glede na rezultate Tukey HSD testa ($p < 0,05$; $n = 5$).

Preglednica 3: Podatki o oceni stopnje učinkovitosti herbicidov (% vizualno bonitiranje) 6 tednov po aplikaciji herbicidov na lokaciji Slaveči.

| Vrsta plevela: TERMIN APLIKACIJE: G-D – setev gor dol | Sistem 1 Adengo 0,44 l/ha takoj po setvi, setev G- D | Sistem 2 Adengo 0,44 l/ha takoj po setvi, setev G-D, minimum-till | Sistem 3 Adengo 0,44 l/ha takoj po setvi, setev prečno | Sistem 4 Monsoon 2 l/ha koroza 5 l, setev G-D, pas ljuljke |
|-------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| <i>Amaranthus retroflexus</i> | 93 a | 94 a | 98 a | 97 a |
| <i>Chenopodium album</i> | 90 a | 90 a | 97 a | 96 a |
| <i>Ch. polyspermum</i> | 88 a | 90 a | 95 a | 90 a |
| <i>Cirsium arvense</i> | 45 b | 40 b | 70 a | 78 a |
| <i>Calystegia sepium</i> | 40 b | 35 b | 80 a | 80 a |
| <i>Galinsoga parviflora</i> | 78 a | 80 a | 97 a | 97 a |
| <i>Equisetum arvense</i> | 34 ab | 27 b | 40 ab | 53 a |
| <i>Polygonum aviculare</i> | 60 b | 50 b | 90 a | 90 a |
| <i>Polygonum persicaria</i> | 78 b | 80 ab | 95 a | 90 a |
| <i>Stellaria media</i> | 90 a | 92 a | 98 a | 98 a |
| <i>Elymus repens</i> | 37 a | 30 a | 60 a | 45 a |
| <i>Echinochloa crus-galli</i> | 68 b | 80 ab | 96 a | 88 ab |
| <i>Digitaria sanguinalis</i> | 64 b | 74 b | 90 a | 70 b |
| <i>Setaria viridis</i> | 84 a | 83 a | 97 a | 84 a |

Povprečja označena z enako črko se ne razlikujejo med seboj glede na rezultate Tukey HSD testa ($p < 0,05$; $n = 5$).

Na njivi v Slavečih smo imeli precej veliko populacijo prosastih trav. Vzniknilo je več kot 200 trav na m². Pri S1 in pripravku Adengu smo imeli občutek, da je bila erozija tako obsežna, da je zmanjšala učinkovitost herbicida pri prosastih travah. Znano je, da se pri obsežni eroziji zmanjša učinkovitost talnih herbicidov, ker jih odnese z erodirano zemljino (Triantafyllidis s sod., 2009). Prav tako je erozija imela vpliv na znižanje učinkovitosti zatiranja prosastih trav pri S4 (Monsoon). V erozijskih mikro jarkih se je pojavilo več naknadnih valov vznikle kostrebe. Pripravek Monsoon smo uporabili nekoliko prepozno in zato nismo dosegli pričakovane učinkovitosti. Težava je bila v tem, da njiva v optimalnem času razvoja plevelov ni bila prevozna. Vsa obravnavanja razen S3 so bila jeseni precej zapleveljena in verjetno je povsod prišlo do znižanja pridelka. Kjer so bili erozijski procesi intenzivni je bilo veliko plevelov v mikro erozijskih jarkih, kjer je odneslo večji del deponiranega herbicida. Metliko in ščir smo uspešno zatrli pri vseh obravnavanjih. Pri minimum-till sistemu ni prišlo do zmanjšanja učinkovitosti talnega herbicida, kljub temu, da je bilo površje tal prekrito s slamo.

3.3 Ocena višine pridelka

Višino pridelka koruze smo ocenili tako, da smo na posameznih obravnavanjih ročno poželi več naključno izbranih nizov koruze, dolgih 10 m ter svežo koruzo stekali. Preglednica 4 kaže podatke za poskus v Šmarju. Najvišji pridelek smo dosegli pri klasični setvi in uporabi pripravka Adengo. Erozija je nekoliko zmanjšala učinkovitost pripravka, a je bilo ob spravilu malo plevelov. Pri zgodnji uporabi listnega herbicida (S2) je prišlo do manjšega a neznačilnega zmanjšanja pridelka. Zaradi pozne uporabe listnega herbicida (S3) se je pridelek zmanjšal za približno 3,5 t/ha. Razlika do S1 ni bila statistično značilna. Zanimivi so podatki za pas ljuljke. Setev ljulkinega pasu je imela značilen vpliv na razvoj koruze. Če ljuljke nismo zatrli, smo izgubili četrtno pridelka. Protierozijski ukrep- setev ljuljke- brez da bi jo zatrli s herbicidi za pridelovalca ni sprejemljiv, razen če se ukrep ustrezno subvencionira. Ta ukrep priporočajo svetovalne službe v nemško govorečih deželah. Ob analiziranju učinka posejanega pasu ljuljke smo ugotovili, da je zelo učinkovito ustavljal erozijski val. Menimo, da je en pas 4 m na vsakih 50 metrov strmine njive ustrezno strokovno priporočilo.

Preglednica 4: Podatki o pridelku koruze (celotna rastlina) - poskus Šmarje pri Jelšah.

| Obravnavanje: | Pridelek sveže silažne koruze kg/ha | Število rastlin na m ² ob spravilu |
|-----------------------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Kontrola zapleveljeno brez uporabe herbicida | 17813,4 d | 4,80 c |
| Koruzo v pasu ljuljke, ki ni bila zatrta (S3) | 26400,0 cd | 6,46 b |
| Koruzo v pasu ljuljke, ki je bila zatrta (S3) | 32933,2 bc | 7,73 ab |
| S3 Elumis 1,5 l/ha + Peak 20 g/ha, koruzo 6 l. | 39866,6 ab | 8,53 a |
| S2 Laudis 2 l/ha + Starane f. 0,5 l/ha, koruzo 4 l. | 42199,8 a | 8,66 a |
| S1 Adengo 0,44 l/ha takoj po setvi | 43466,6 a | 8,86 a |

Povprečja označena z enako črko se ne razlikujejo med seboj glede na rezultate Tukey HSD testa ($p < 0,05$; $n = 5$).

Rezultati poskusa v Slavečih so vidni v preglednici 5. Najboljši rezultat smo dosegli pri uporabi pripravka Adengo in pri prečni setvi na strmino. Če primerjamo S1 (setev gor dol) in S3 (setev prečno) vidimo, da je pri setvi gor dol prišlo do izgube pridelka v višini blizu 6,5 t/ha. Zelo verjetno je pri S1 odneslo veliko hranil in koruza je bila slabše prehranjena, kar se je videlo tudi na bolj rumenem tonu listov praktično vso rastno dobo. Stopnja zatiranja plevelov je bila pri S1 nižja kot pri S3. Tudi pri minimum-till varianti je prišlo do manjšega neznačilnega zmanjšanja pridelka. Koruza se je v začetku počasneje razvijala zaradi bolj hladnih prekritih tal. To je splošno znan učinek pri minimum-till in no-till sistemih (Dalmago s sod., 2004). Pri S4 smo imeli težavo z aplikacijo herbicida. Veliko dežja in slabega vremena je povzročilo, da smo z uporabo herbicida zamujali. Pleveli so bili ob aplikaciji herbicida nekoliko preveliki. Tudi erozije ni bilo malo in koruza je izgubila precej hranil, kar je zmanjšalo pridelek za več kot 8 t/ha. Tudi v tem poskusu se je pokazalo, da setev pasu ljujke negativno vpliva na pridelek, tako v primeru da ljujke ne zatremo s herbicidom, kot tudi v primeru da jo zatremo.

Preglednica 5: Podatki o pridelku koruze (celotna rastlina) - poskus v Slavečih.

| Obravnavanje: SETEV; GD- setev gor dol; PR – setev prečno | Pridelek sveže silažne koruze kg/ha | Število rastlin na m ² ob spravilu |
|--------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| Kontrola zapleveljeno brez uporabe herbicida | 2895 e | 4, 41 d |
| Koruza v pasu ljujke, ki ni bila zatrta (S4) | 18131 d | 6,22 c |
| Koruza v pasu ljujke, ki je bila zatrta (S4) | 24907 c | 7,73 bc |
| S1 Adengo 0,44 l/ha takoj po setvi, GD | 32295 b | 8,94 a |
| S2 Adengo 0,44 l/ha takoj po setvi, minimum-till, GD | 33640 ab | 8,17 ab |
| S3 Adengo 0,44 l/ha takoj po setvi, PR | 39531 a | 8,48 a |
| S4 Monsoon 2 l/ha, GD, pas z ljujko, setev na robu | 29495 bc | 7,74 ab |

Povprečja označena z enako črko se ne razlikujejo med seboj glede na rezultate Tukey HSD testa ($p < 0,05$; $n = 5$).

4 SKLEPI

V Sloveniji primanjkuje eksperimentalnih podatkov o obsegu erozije na strmih njivah. V dveh poskusih pridobljeni podatki kažejo, da se pri nas na strmih njivah pri gojenju koruze lahko pojavlja obsežna erozija v obsegu več kot 30 t/ha odnesene zemljine v eni rastni dobi. To kliče po strokovnem ukrepanju in večji aktivnosti svetovalne službe. V poskusih smo preverili učinkovitost nekaterih običajno priporočenih ukrepov kot so spremenjen način obdelave tal, spremenjena smer obdelave, uporaba listnih namesto talnih herbicidov, povečanje gostote setve na robu njive in setev prečnih pasov ljujke. Če združimo vse našete ukrepe lahko dosežemo več kot 90 % redukcijo erozijskih procesov tudi na precej strmih njivah. Največji zalogaj je sprememba oz. premena iz oranja v minimum-till sisteme. Če pridelovalci niso pripravljeni storiti tega koraka, je potrebno, da vsaj spremenijo smer obdelave in setve in preidejo na uporabo listnih herbicidov namesto talnih. Potreben je tudi razmislek o uvedbi subvencij za izvajanje protierozijskih ukrepov. V bližnji prihodnosti pričakujemo povečanje intenzivnosti

erozijskih pojavov in tudi večji pritisk lokalnih skupnosti na kmetije, da preprečijo erozijo, saj imajo lokalne skupnosti s sanacijo erozijskih procesov na transportni in hidrološki infrastrukturi vse večje stroške.

5 ZAHVALA

Zahvaljujemo se kmetiji Šuc v Šmarju pri Ješah in kmetiji Krpič v Slavečih, da so nam dali na voljo njive in posevke ter da so izvedli vse pridelovalne ukrepe. Zahvaljujemo se tudi sodelavcem KGZS iz enot Celje in Murska Sobota, ki so sodelovali pri izvedbi poskusa.

6 LITERATURA

- Bagarello, V., Ferro, V. 2017. Measuring Soil Loss and Subsequent Nutrient and Organic Matter Loss on Farmland. Oxford Research Encyclopedias. <https://doi.org/10.1093/acrefore/9780199389414.013.189>
- Choudhary, M. A., Lal, R., Dick, W. A. 1997. Long-term tillage effects on runoff and soil erosion under simulated rainfall for a central Ohio soil. *Soil and Tillage Research*, 42, 3: 175-184.
- Dalmago, G., Bergamaschi, H., Comiran, F., Bianchi, C., Bergonci, J., Heckler, B. 2004. Soil temperature in maize crops as function of soil tillage systems. *Conserving Soil and Water for Society: Sharing Solutions*. 13 th International Soil Conservation Organisation Conference – Brisbane.
- Gonzalez, J. M. 2018. Runoff and losses of nutrients and herbicides under long-term conservation practices (no-till and crop rotation) in the U.S. Midwest: A variable intensity simulated rainfall approach. *International Soil and Water Conservation Research*, 6, 4: 265-274.
- Panagos, P., Imeson, A., Meusburger, K., Borrelli, P., Poesen, J., Alewell, C. 2016. Soil Conservation in Europe: Wish or Reality? *Land Degradation and Development*, 27, 6: 1547-1551.
- Procházková, E., Kincl, D., Kabelka, D., Vopravil, J., Nerušil, P., Menšík, L., Barták, V. 2020. The impact of the conservation tillage "maize into grass cover" on reducing the soil loss due to erosion. *Soil and Water Research*, 15, 3: 158–165.
- Shipitalo, M. J., Owens, L. B. 2006. Tillage system, application rate and extreme event effects on herbicide losses in surface runoff. *Journal of Environmental Quality*, 35, 6: 2186–2194.
- TOPPS. 2020. Dobra kmetijska praksa varstva rastlin za zmanjšanje onesnaženja voda s fitofarmaceutskimi sredstvi zaradi površinskega odtoka in erozije. GIZ Fitofarmacije, 88 s. https://fitofarmacija.si/images/docs/gradiva/Zmanj%C5%A1anje_onesna%C5%BEenja_s_FF_S_zaradi_povr%C5%A1inskega_odtekanja_in_erozije-knji%C5%BEica%20.pdf
- Triantafyllidis, V., Hela, D., Salachas, G., Dimopoulos, P., Albanis, T. 2009. Soil Dissipation and Runoff Losses of the Herbicide Pendimethalin in Tobacco Field. *Water, Air, and Soil Pollution*, 201, 1:253-264.
- Vrščaj, B., Bergant, J., Kastelic, P., Šinkovec, M., 2020. Erozija v Sloveniji; kratka predstavitev in ocena pomembne degradacije tal. *Kmetijski inštitut Slovenije*, 32. strani. https://www.kis.si/f/docs/Druge_publicacije/EROZIJA_KIS-2020.pdf

20

IZKUŠNJE Z ZATIRANJEM BOLEZNI V OZIMNEM JEČMENU V LETU 2021

Meta URBANČIČ ZEMLJIČ¹, Jernej LONČAR², Blaž FERJAN³, Neja MAROLT⁴,
Jože MIKLAVC⁵, Boštjan MATKO⁶, Miro MEŠL⁷, Marjeta MIKLAVC⁸, Leonida
LEŠNIK⁹, Evgen PULKO¹⁰, Urška ŠKRABAR¹¹, Andrej ŠUVAK¹², Timotej
HORVAT¹³

¹⁻⁴Kmetijski inštitut Slovenije, Oddelek za varstvo rastlin, Ljubljana

⁵⁻¹³Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije, Kmetijsko gozdarski zavod Maribor,
Maribor

IZVLEČEK

Zatiranje bolezni s fungicidi je še naprej pomemben tehnološki ukrep za doseganje visokih in kakovostnih pridelkov ječmena. V zadnjih letih je nabor fungicidov vse manjši. Nekatere učinkovite aktivne snovi so izgubile registracijo ali jo bodo v bližnji prihodnosti. Med snovmi, ki niso več v uporabi, je tudi klorotalonil, kontaktni fungicid s t.i. »multi-site« delovanjem. V kombiniranih pripravkih je imel poleg dobre učinkovitosti tudi pomembno vlogo pri preprečevanju razvoja odpornosti povzročiteljev proti fungicidom. V poskusih smo želeli preveriti ustreznost dodajanja nekaterih drugih kontaktnih fungicidov za zatiranje bolezni v ječmenu. V letu 2021 smo na lokacijah Jablje (osrednja Slovenija) in Kušernik (SV Slovenija) preizkušali učinkovitost kombiniranih fungicidov Revycare (a.s. mefentriflukonazol + piraklostrobin), Elatus era (benzovindiflupir + protiokonazol) in Siltra Xpro (biksafen + protiokonazol) samostojno in z dodajanjem kontaktnih fungicidov na podlagi žvepla ali folpeta. Na obeh lokacijah je dodajanje kontaktnih fungicidov v primerjavi s čistimi pripravki vplivalo pozitivno na zatiranje ječmenove ramularijske pegavosti (*Ramularia collo-cygni* Sutton & Waller), najpomembnejše bolezni v ječmenu to leto. V Jabljah je bila najboljša učinkovitost dosežena pri postopkih z dodajanjem folpeta. Tudi na lokaciji Kušernik je bila dosežena boljše učinkovitost in višji pridelki pri kombinacijah z dodatkom folpeta ali žvepla.

21

¹ mag. univ. dipl. inž. agr., Hacquetova ulica 17, SI-1000 Ljubljana

² mag. inž. hort., prav tam

³ mag. inž. hort., prav tam

⁴ mag. inž. hort., prav tam

⁵ mag. znanosti, Oddelek za varstvo rastlin, Vinarska ulica 14, SI-2000 Maribor

⁶ mag. znanosti, prav tam

⁷ univ. dipl. inž. kmet., prav tam

⁸ univ. dipl. inž. kmet., Javna služba kmetijskega svetovanja, Vinarska ulica 14, SI-2000 Maribor

⁹ mag. inž. hort., Oddelek za varstvo rastlin, Vinarska ulica 14, SI-2000 Maribor

¹⁰ mag. inž. agr., prav tam

¹¹ mag. inž. agr., prav tam

¹² univ. dipl. inž. kmet., Javna služba kmetijskega svetovanja, Vinarska ulica 14, SI-2000 Maribor

¹³ mag. kmet., prav tam

Ključne besede: ječmen, ječmenova ramularijska pegavost, zatiranje, kontaktni fungicidi

ABSTRACT

EXPERIENCES WITH DISEASE CONTROL IN WINTER BARLEY IN YEAR 2021

The protection with fungicides continues to be an important technological measure in winter barley to achieve high and quality yields. In recent years the pool of fungicides has been smaller. Some effective active substances have lost registration or will in the near future. Among the substances no longer in use is chlorothalonil, a contact fungicide with so-called "multi-site" action, which in addition to good efficacy also played an important role in preventing the fungicide resistance development. We wanted to check the efficacy of other contact components adding to suppress the diseases and also fungicide resistance development in winter barley. In 2021, the efficacy of the fungicides Revycare (mefentriflukonazol + piraklostrobin), Elatus era (benzovindiflupir + protiokonazol) and Siltra Xpro (biksafen + protiokonazol) with the addition of sulphur or folpet based contact fungicides, compared to pure fungicides, was tested at the locations Jablje (central Slovenia) and Kušernik (NE Slovenia). The addition of contact fungicides at both locations had a positive effect on the suppression of *Ramularia* leaf spot (*Ramularia collo-cygni* Sutton & Waller) compared to pure fungicides. In Jablje, the best efficacy and the highest yields were achieved in combinations, where folpet was added to the selected fungicides. Similar results were achieved at Kušernik with better efficiency and higher yields at combinations with folpet or sulphur.

Key words: barley, *Ramularia* leaf spot, disease control, contact fungicides

1 UVOD

V zadnjih letih je ječmenova ramularijska pegavost (*Ramularia collo-cygni* Sutton & Waller) ena najpomembnejših boleznih na ječmenu. Razširjena je povsod po Evropi in v drugih območjih zmernega pasu, kjer pridelujejo ječmen (Havis et al., 2015).

Bolezen povzroča zgodnje propadanje zelenih delov rastlin. Znamenja se pojavijo šele v drugi polovici rastne dobe ječmena, navadno po zaključenem cvetenju. Kažejo se v obliki rjavih nekrotičnih peg na listih, pozneje se pojavijo tudi na steblih in resah. Pred pojavom peg, gliva raste kot endofit v okuženih rastlinah. Prehod v patogeno fazo ni povsem razjasnjen, domneva se, da ga sproži več dejavnikov, povezanih z ontogenezo rastlin in vremenskimi razmerami. Odpornih sort ječmena za sedaj ni, bolezen lahko zatiramo le s fungicidi. Pri tem je učinkovitost zatiranja odvisna od izbire aktivnih snovi in časa škropljenja (Havis et al., 2015, Hoheneder, 2020). Dodatno težavo predstavlja tudi dejstvo, da gliva *Ramularia collo-cygni* hitro razvije odpornost proti fungicidom. Po podatkih FRAC so leta 2020 v Evropi ugotovili populacije te glive, odporno proti vsem specifičnim načinom delovanja fungicidov. Z namenom boljšega obvladovanja boleznih ter učinkovitejše protirezistentne strategije, se priporoča fungicidom za zatiranje te boleznih preventivno dodajanje kontaktnih aktivnih snovi, ki delujejo na več tarčnih mestih glive. Po prepovedi uporabe klorotalonila, je nabor možnih kontaktnih

fungicidov majhen in pojavlja se vprašanje, s katerimi aktivnimi snovmi, ki ostajajo na trgu, ga lahko zadovoljivo nadomestimo.

2 MATERIALI IN METODE

V okviru Strokovnih nalog s področja zdravstvenega varstva rastlin že več let izvajamo poljske poskuse za ugotavljanje učinkovitosti različnih fungicidnih kombinacij in rokov škropljenj za zatiranje bolezni na ječmenju.

V letu 2021 smo preverjali učinkovitost dodajanja dotikalnih fungicidov folpet in žveplo trem novejšim kombiniranim fungicidom za zatiranje ječmenove ramularijske pegavosti. Poljska poskusa sta po skoraj identični shemi potekala na poskusnem polju Kmetijskega inštituta Slovenije (KIS) v Jabljah pri Trzinu in na lokaciji Kušernik na območju Kmetijsko gozdarskega zavoda Maribor (KGZ MB). Zasnova poskusa je bila bločna, z desetimi obravnavanji, v treh ponovitvah. Fungicidi so bili uporabljeni v enem terminu po shemi, ki je prikazana v preglednici 1. Škropljenja so bila opravljena z nahrbtno škroplilnico na stisnjen zrak. Na KIS so bila izvedena v pozni fazi nabrekanja listne nožnice (BBCH 45), dne 8. 5. 2021, na KGZ MB pa 14. 5. 2021, v fazi razvoja med koncem klasenja do začetka cvetenja.

V obeh poskusih smo ocenjevali stopnjo okuženosti listov z boleznimi na zgornjih treh etažah listov (L1, L2 in L3) na štirih mestih vsake poskusne parcelice. Iz zbranih ocen v vseh ponovitvah smo izračunali povprečne okužbe za vsak postopek in izračunali učinkovitost (v %) glede na neškropljeno kontrolo. Poskusa sta bila požeta s parcelnim kombajnom, kar je omogočalo ovrednotenje pridelka.

Preglednica 1: Postopki v poskusu.

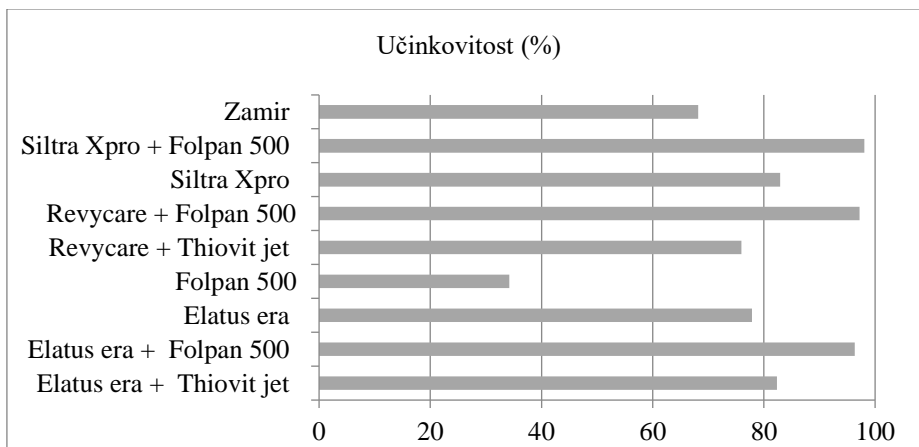
| Obravnavanje | Pripravek | Aktivna snov |
|--------------|------------|------------------------------------------------|
| 1 | Kontrola | - |
| 2 | Elatus era | benzovindiflupir 7,5 % + protiokonazol 15 % |
| | Kumulus DF | žveplo 80 % |
| 3 | Elatus era | benzovindiflupir 7,5 % + protiokonazol 15 % |
| | Folpan 500 | folpet 50 % |
| 4 | Elatus era | benzovindiflupir 7,5 % protiokonazol 15 % |
| 5 (Kušernik) | Revcare | mefentriflukonazol 10 % piraklostrobin 10 % |
| 5 (Jablje) | Folpan 500 | folpet 50 % |
| 6 | Revcare | mefentriflukonazol 10 % piraklostrobin 10 % |
| | Kumulus DF | žveplo 80 % |
| 7 | Revcare | mefentriflukonazol 10 % piraklostrobin 10 % |

| | Folpan 500 | folpet 50 % |
|---------------|--------------|--------------------|
| 8 | Siltra Xpro | biksafen 6 % |
| | | protiokonazol 20 % |
| 9 | Siltra Xpro | biksafen 6 % |
| | | protiokonazol 20 % |
| | Folpan 500 | folpet 50 % |
| 10 (Kušernik) | Seguris Xtra | azoksistrobin 10 % |
| | | ciprokonazol 8 % |
| | | izopirazam 10 % |
| 10 (Jablje) | Zamir | prokloraz 26,7 % |
| | | tebukonazol 13,3 % |

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

Na obeh lokacijah je bila prevladujoča bolezen ječmenova ramularijska pegavost. V Jabljah so bili ob pregledu v fazi zgodnje mlečne zrelosti (BBCH 72) škropljeni postopki še razmeroma zdravi. Listi zgornje etaže (L1) so bili brez bolezenskih znamenj, na drugi etaži (L2) so se okužbe gibale med 0 % in 6 % in na tretji (L3) okoli 10 %. Izjema so bile parcele, škropljene s čistim pripravkom na osnovi folpeta (postopek 5 Jablje), kjer je bila okuženost tretje etaže listov nad 20 % ter kontrolne parcele, kjer je bila okuženost v povprečju 60 %.

24

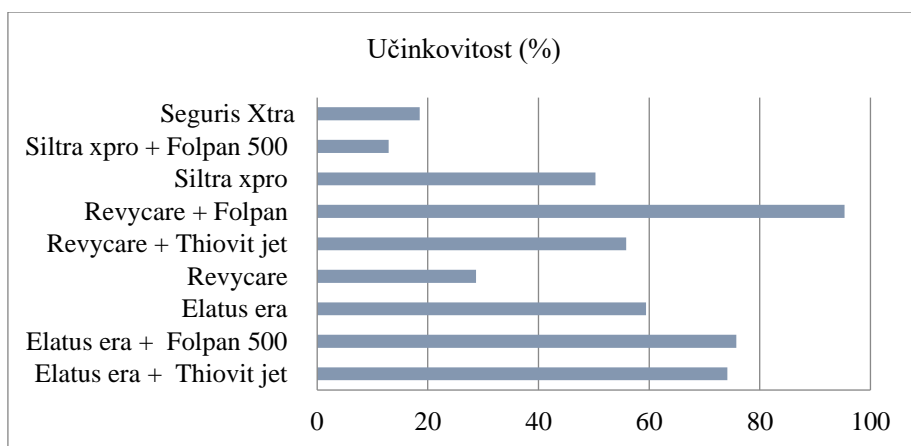


Slika 1: Učinkovitost zatiranja ječmenove ramularijske pegavosti (zgornja dva lista) v Jabljah.

Do drugega ocenjevanja, ki smo ga izvedli v fazi pozne mlečne zrelosti (9.6.2021; BBCH 77), je sušenje listov hitro napredovalo. Listi tretje etaže (L3) so bili povsod že skoraj povsem suhi (okuženost nad 50 %). Povprečna okuženost zgornjih dveh etaž (L1

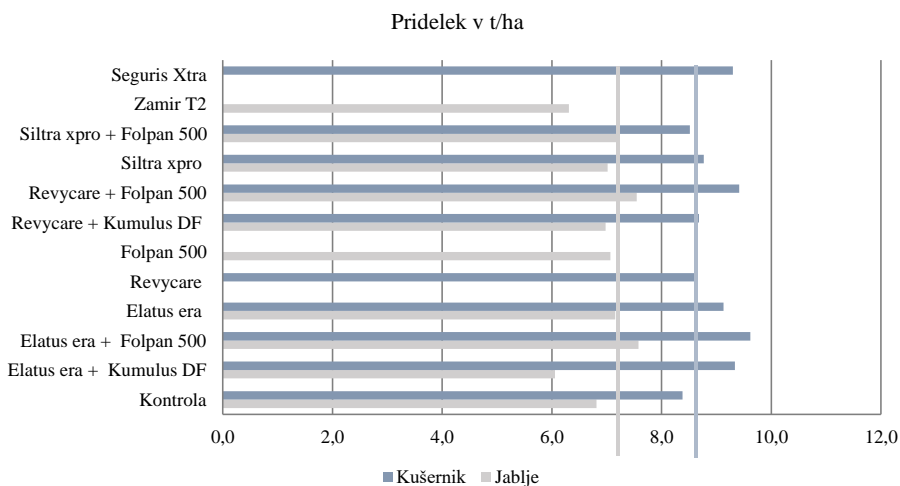
in L2) je bila sledeča: pri postopkih z dodanim folpetom je bila med 1,2 % in 2,3 %, pri postopkih z dodanim žveplovim pripravkom in pri samostojni rabi kombiniranih fungicidov pa med 10 % in 20 %. Očitno slabše so bile parcele, kjer je bil samostojno uporabljen dotikalni fungicid folpet (postopek 5 Jablje). Učinkovitosti so prikazane v grafu na sliki 1.

Učinkovitost zatiranja ječmenove ramularijske pegavosti v Kušerniku je prikazana na sliki 2. V fazi srednje mlečne zrelosti (BBCH 75) je bila najboljša učinkovitost dosežena pri pripravku Revycare z dodanim kontaktnim fungicidom na osnovi folpeta. Sledila so obravnavanja s fungicidom Elatus era, kjer je bila učinkovitost boljša pri postopkih z dodanima kontaktnima pripravkoma. Pri pripravku Siltra Xpro dodajanja snovi folpet ni vplivalo na boljšo učinkovitost.



Slika 2: Učinkovitost zatiranja ječmenove ramularijske pegavosti (zgornja dva lista) v Kušerniku.

Pridelki ječmena na obeh lokacijah so prikazani na sliki 3. V Jabljah so se količine požetega zrnja gibale med nekaj nad 6 in 7,6 t/ha. Najvišji pridelki so bili doseženi pri postopkih, kjer je bil kombiniranim fungicidom dodan kontaktni fungicid folpet. V Kušerniku so bili pridelki nekoliko višji, med 8,38 in 9,62 t/ha. Najvišji so bili izmerjeni pri vseh obravnavanjih z Elatus era, pri obravnavanju s pripravkom Revycare ob dodanem folpetu ter pri fungicidu Seguris Xtra.



Slika 3: Pridelek ječmena v tonah na hektar v letu 2021 v Jabljah in Kušerniku.

4 SKLEPI

26

V obeh poskusih so rezultati pokazali, da je v večini kombinacij dodajanje dotikalnega fungicida, predvsem na podlagi a.s. folpet, vplivalo pozitivno na delovanje kombiniranih fungicidov na podlagi aktivnih snovi iz skupine SDHI in DMI za zatiranje ječmenove ramularijske pegavosti.

Dodajanje katerega od uporabljenih kontaktnih pripravkov lahko v prihodnje pomembno vpliva na omejevanje razvoja odpornosti povzročitelja proti vsem navedenim skupinam fungicidov za zatiranje ječmenove ramularijske pegavosti, ob doseganju pričakovane ali celo boljše učinkovitosti v primerjavi s samostojno rabo kombiniranih fungicidov.

5 ZAHVALA

Zahvaljujemo se Upravi za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin za financiranje poskusov v okviru strokovne naloge integriranega varstva rastlin.

6 LITERATURA

- Havis D.N. et al. 2015. *Ramularia collo-cygni* - an emerging pathogen of barley crops. *Phytopathology* Vol. 105 (7): 895-904
- Hoheneder in sod., 2020. *Ramularia* leaf spot disease of barley is highly host genotype-dependent and suppressed by continuous drought stress in the field. *Journal of Plant Diseases and Protection* 128: 749-767

PREUČEVANJE UČINKOVITOSTI INERTNIH PRAŠIV ZA ZATIRANJE KOLORADSKEGA HROŠČA (*Leptinotarsa decemlineata* [Say], Coleoptera, Chrysomelidae) NA KROMPIRJU

Tanja BOHINC¹, Filip VUČAJNK², Stanislav TRDAN³

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Ljubljana

IZVLEČEK

V enoletni raziskavi smo preučevali insekticidno delovanje inertnih prašiv na različne razvojne stadije koloradskega hrošča (*Leptinotarsa decemlineata*). Tribločni poskus, v katerega smo vključili 5 različnih obravnavanj, je potekal na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani leta 2021. Preučevali smo delovanje lesnega pepela, zeolitov in diatomejske zemlje, četrto in peto obravnavanje pa sta predstavljali negativna kontrola (netretirane rastline) in pozitivna kontrola (uporaba registriranih insekticidov). Nanos inertnih prašiv je potekal v štirih različnih terminih (dvakrat v juniju 2021 in dvakrat v juliju 2021). Številčnost koloradskega hrošča (jajčna legla, mlade in stare ličinke, odrasli hrošči) smo ocenjevali pred nanosom prašiv in 2-3 dneve po nanosu. Prašiva smo na krompir nanašali z nahrbtno škropilnico v koncentraciji 40 g/m². Številčnost mladih ličink je bila v obravnavanjih z inertnimi prahovi večja kot na rastlinah v pozitivni kontroli in manjša kot na rastlinah v negativni kontroli. Največ starih ličink (L3-L4) smo ugotovili na rastlinah v negativni kontroli in na rastlinah, ki smo jih posuli z lesnim pepelom. Rastline, kjer smo ugotovili najmanj starih ličink, so bile tretirane z zeolitom. Prav tako je bil na rastlinah, ki so bile tretirane z zeolitom, najnižji odstotek defoliacije. Povprečni skupni pridelek je bil najvišji v pozitivni kontroli. Na podlagi rezultatov naše raziskave lahko ugotovimo, da so inertna prašiva najbolj učinkovita za zatiranje mladih ličink koloradskega hrošča, bolj podrobno pa bi veljajo preučiti še koncentracije prašiv.

Ključne besede: lesni pepel, diatomejska zemlja, zeolit, koloradski hrošč, pridelek, defoliacija

ABSTRACT

TESTING THE EFFICACY OF INERT DUSTS AGAINST COLORADO POTATO BEETLE (*Leptinotarsa decemlineata* [Say], Coleoptera, Chrysomelidae) ON POTATO

¹ dr., znan. sod., Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana; tanja.bohinc@bf.uni-lj.si

² doc., prav tam

³ prof. dr., prav tam

In a one-year study, we have studied the insecticidal efficacy of inert dusts on different developmental stages of the Colorado potato beetle (*Leptinotarsa decemlineata*). A three-block experiment, in which we included 5 different treatments, took place at the Laboratory Field of the Biotechnical Faculty in Ljubljana in 2021. We studied mode of action of wood ash, zeolites and diatomaceous earth, and the fourth and fifth treatments were the negative control (untreated plants) and the positive control (use of registered insecticides). The application of inert dust took place in four different periods (twice in June 2021 and twice in July 2021). The number of Colorado potato beetles (eggs, young and old larvae, adults) was counted before the application of inert dusts and 2-3 days after application. Inert dusts were applied to potatoes with a backpack sprayer at a concentration of 40 g/m². The number of young larvae in treatments with inert dusts was higher than on plants in the positive control and lower than on plants in the negative control. Most old larvae (L3-L4) were detected on plants in the negative control and on plants that were dusted with wood ash. The plants where we have detected the lowest number of old larvae were treated with zeolite. Also, potato plants treated with zeolite had the lowest percentage of defoliation. The average total yield was highest in the positive control. Based on the results of our research, we can conclude that inert dusts are the most effective for suppressing young larvae of the Colorado potato beetle, but the dust concentrations should be studied in more detail.

Key words: wood ash, diatomaceous earth, zeolite, Colorado potato beetle, yield, defoliation

28

1 UVOD

Koloradski hrošč (*Leptinotarsa decemlineata* [Say], Coleoptera, Chrysomelidae) je v svetu in pri nas eden od najpomembnejših škodljivcev krompirja (Kadoić Balaško *et al.*, 2020), njegovo zatiranje pa je za pridelovalce krompirja še vedno precejšen izziv (Junge *et al.*, 2020). Zaradi pojava rezistence škodljivca na 56 insekticidno delujočih aktivnih snovi (Kadoić Balaško *et al.*, 2020), se pri pridelavi krompirja vse bolj izpostavljajo alternativni načini njegovega zatiranja. V tej zvezi naj omenimo uporabo insekticidov v zmanjšanih odmerkih (Bažok *et al.*, 2021), entomopatogene glive (Zemek *et al.*, 2021), nanodelce, obogatene s silicijevim dioksidom (Shatalova *et al.*, 2022), setev vmesnih posevkov (Aliogli *et al.*, 2022), ipd.

V slovenskih razmerah je bila rezistenca koloradskega hrošča na določene insekticide opisana že v članku Zemljič *et al.* (2009). Med alternativnimi metodami zatiranja koloradskega hrošča smo v slovenskih razmerah preizkusili tudi uporabo entomopatogenih ogorčic (Laznik *et al.*, 2010), etanolnih izvlečkov rožmarina, sivke in vinske rutice (Rojht *et al.*, 2012) in apnene moke (Bohinc *et al.*, 2019). Med alternativnimi metodami zatiranja koloradskega hrošča najdemo tudi uporabo lesnega pepela (Boiteau *et al.*, 2012). Lesni pepel velja za enega od najstarejših insekticidov (Hakjbil, 2002). Uporabljen je bil tako za zatiranje koloradskega hrošča (Boiteau *et al.*, 2012) kot za zatiranje skladiščnih škodljivcev (Bohinc *et al.*, 2018). Inertna prašiva, kamor poleg lesnega pepela spadajo še diatomejska zemlja,

zeolit in kremenov pesek, so bila doslej že večkrat uporabljena pri zatiranju škodljivcev skladiščenega zrnja (Bohinc et al., 2018; 2020), proti koloradskemu hrošču pa v isti raziskavi še niso bila preizkušena. S tem namenom smo želeli v naši raziskavi preučiti njihovo insekticidno delovanje na različne razvojne stadije koloradskega hrošča v poljskih razmerah.

2 MATERIAL IN METODE

2.1 Zasnova poskusa

Poskus je v letu 2021 potekal na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani. Na njivo v velikosti 833 m² smo 19.4.2021 posadili krompir sorte Queen Anne (proizvajalec: Solana GmbH, Nemčija). V tribločni poskus smo naključno razporedili 5 obravnavanj, in sicer zeolit, diatomejsko zemljo in lesni pepel, pozitivno (uporaba insekticidov) in negativno kontrolo (netretirane rastline). V poskusu smo uporabili inertna prašiva slovenskega (lokalnega) izvora, in sicer smo zeolit pridobili v Zaloški Gorici, kjer ima svoj kamnolom podjetje Montana d.o.o. iz Žalca. Lesni pepel navadne smreke smo pridobili iz gospodinjstva na Zgornji Lipnici (46.321906, 14.185115), diatomejsko zemljo pa iz nahajališča pri Beli Cerkvi.

2.2 Uporaba prašiv in spremljanje številčnosti koloradskega hrošča

29

Zgoraj omenjena inertna prašiva smo nanašali na rastline krompirja v štirih različnih datumih, in sicer 16.6., 20.6., 6.7. in 20.7. Z nanosom smo začeli takoj, ko smo na rastlinah opazili mlade ličinke (L1-L2). Inertna prašiva smo na krompir nanašali z nahrbtnim prašilnikom. Pred vsakim nanosom prašiv v koncentraciji 40 g/m² smo na petih zaporednih rastlinah v posameznem obravnavanju prešteli številčnost posameznih stadijev (odrasli, mlade (L1-L2) in stare ličinke (L3-L4), legla) koloradskega hrošča. Popis številčnosti koloradskega hrošča je tako potekal 16.6., 20.6., 23.6., 27.6., 5.7., 9.7., 13.7. in 19.7. V štirih različnih datumih smo ocenjevali tudi odstotek defoliacije (tj. odstotek listne površine krompirja, ki so ga pojedle stare oziroma mlade ličinke in odrasli osebk), in sicer 28.6., 5.7., 9.7., 19.7. Medtem, ko rastlin v negativni kontroli nismo tretirali, smo na drugi strani rastline pozitivne kontrole škropili s sintetičnima insekticidoma Bulldock EC 25 (škropljenje 16.6.) in Laser 240 SC (škropljenje 20.6. in 6.7.). Celotno njivo smo škropili tudi s fungicidi, in sicer smo 24.6. uporabili Dithane M-45, 6.7. in 15.7. pa sredstvo Ortiva.

2.3 Sortiranje pridelka

Pridelek smo na njivi pobrali ločeno po posameznih obravnavanjih v vseh treh blokih. Gomolje krompirja smo s pomočjo sortirnika (Strzelec M637, Krukowiak, Poljska) sortirali v tri frakcije glede na debelino, in sicer v drobne (pod 4 cm), srednje (med 4 in 5 cm) in debele (nad 5 cm).

2.4 Statistična analiza podatkov

Rezultate poskusa smo statistično ovrednotili s programom Statgraphics Centurion XVI (Statgraphics Centurion, 2009). Razlike v številčnosti posameznih razvojnih

stadijev koloradskega hrošča, odstotku defoliacije in v pridelku med obravnavanji in posameznimi frakcijami smo ovrednotili z enosmerno in večsmerno analizo variance (ANOVA) in Student Newman Keulsovim preizkusom mnogoterih primerjav ($P < 0,05$).

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

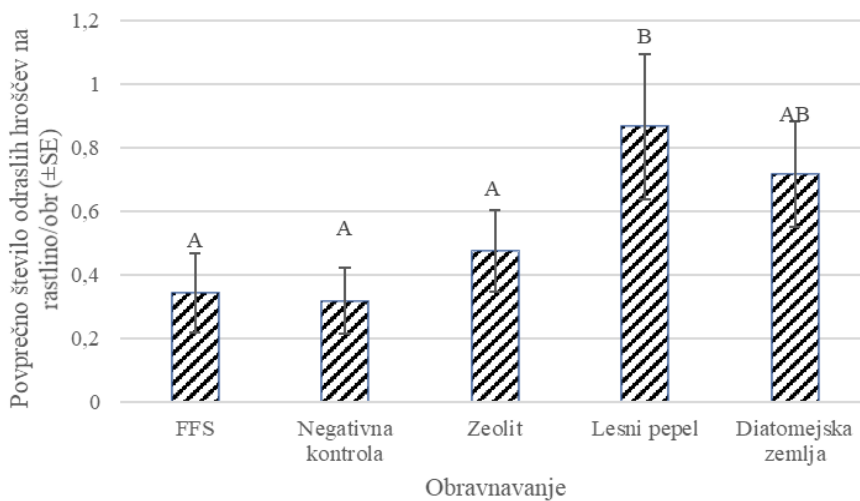
3.1 Številčnosti koloradskega hrošča

Ugotovili smo, da na številčnost posameznega razvojnega stadija koloradskega hrošča signifikantno vpliva termin ocenjevanja in vrsta obravnavanja. Prav tako smo med preučevanimi dejavniki zabeležili interakcije. V preglednici 1 so predstavljeni podrobnejši rezultati statistične analize.

Preglednica 1: Podatki večsmerne analize variance.

| Stadij koloradskega hrošča | Dejavnik | Df | F | P vrednost |
|----------------------------|-----------------------|----|-------|-------------|
| imago | Obravnavanje (O) | 4 | 2,82 | $P=0,0245$ |
| | datum ocenjevanja (D) | 7 | 15,62 | $P<0,005$ |
| | Interakcija O x D | 28 | 1,47 | $P=0,05000$ |
| Mlade ličinke (L1-L2) | Obravnavanje (O) | 4 | 2,26 | $P=0,04989$ |
| | Datum ocenjevanja (D) | 7 | 28,16 | $P<0,005$ |
| | Interakcija O x D | 28 | 2,19 | $P<0,005$ |
| Stare ličinke (L3-L4) | Obravnavanje (O) | 4 | 8,40 | $P<0,005$ |
| | Datum ocenjevanja (D) | 7 | 19,29 | $P<0,005$ |
| | Interakcija O x D | 28 | 2,77 | $P<0,005$ |
| Jajčno leglo | Obravnavanje (O) | 4 | 9,44 | $P<0,005$ |
| | Datum ocenjevanja (D) | 7 | 17,14 | $P<0,005$ |
| | Interakcija O x D | 28 | 20,17 | $P<0,005$ |

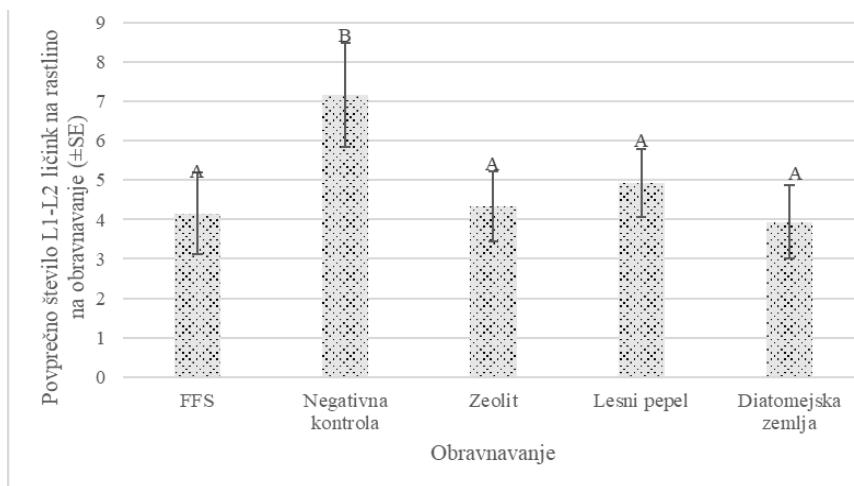
Ugotovili smo, da je bilo povprečno število odraslih hroščev signifikantno najvišje na rastlinah, ki so bile posipane z lesnim pepelom ($0,86 \pm 0,23$ hrošča/rastlino/obravnavanje), kar prikazujemo na sliki 1.



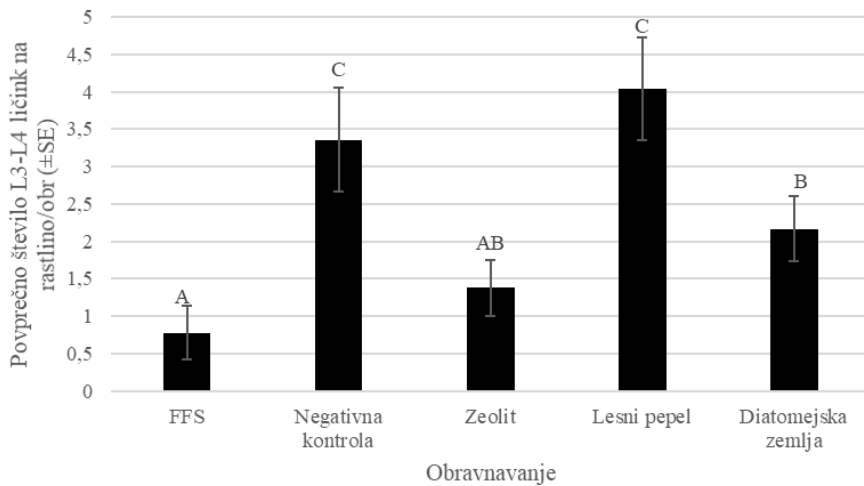
Slika 1: Povprečno število odraslih hroščev na rastlino glede na obravnavanje (črke prikazujejo razlike med posameznimi obravnavanji).

31

Povprečno število mladih ličink je bilo signifikantno najvišje na rastlinah negativne kontrole, ko smo v povprečju zabeležili več kot 7 ličink na rastlino glede na obravnavanje (slika 2). Med preostalimi obravnavanji nismo ugotovili signifikantnih razlik. Povprečno število starih (L3-L4) ličink je bilo signifikantno najnižje na rastlinah negativne kontrole, ko smo v povprečju zabeležili manj kot 1 ($0,775 \pm 0,34$) staro ličinko na rastlino (slika 3).



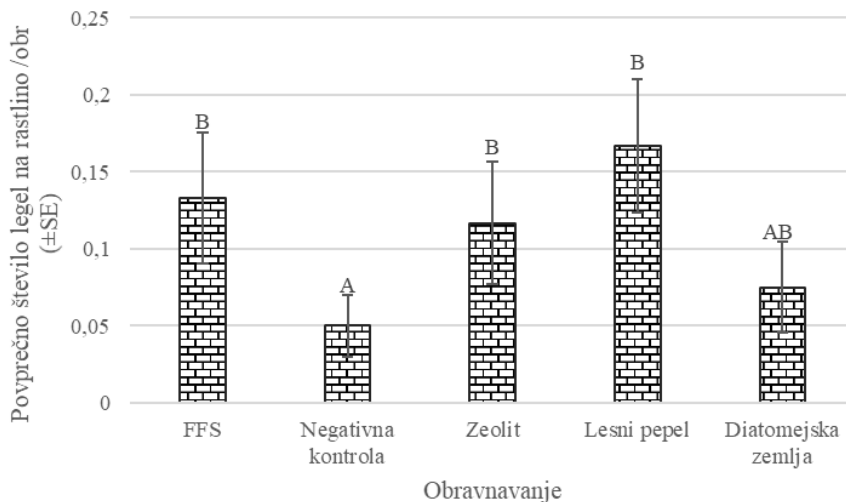
Slika 2: Povprečno število mladih (L1-L2) ličink na rastlino glede na obravnavanje (črke prikazujejo razlike med posameznimi obravnavanji).



Slika 3: Povprečno število starih (L3-L4) ličink na rastlino glede na obravnavanje (črke prikazujejo razlike med posameznimi obravnavanji).

32

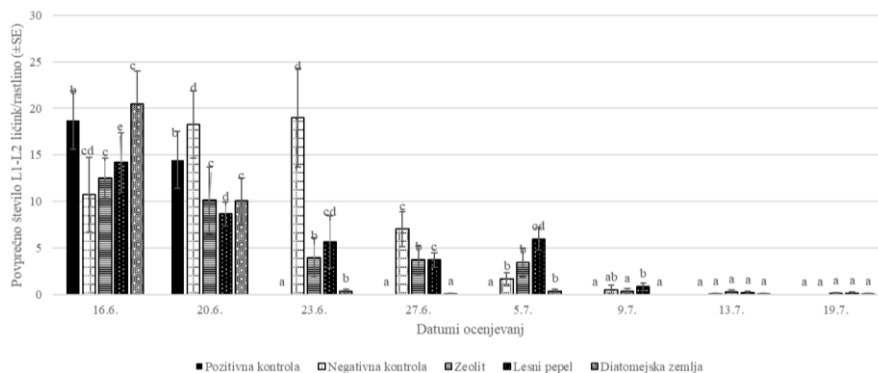
Ugotovili smo, da je bilo povprečno število jajčnih legel signifikantno najnižje na rastlinah negativne kontrole, medtem ko med rastlinami pozitivne kontrole ($0,13 \pm 0,04$), zeolitom ($0,12 \pm 0,04$) in rastlinami, ki so bile posipane z lesnim pepelom ($0,16 \pm 0,04$) nismo ugotovili signifikantnih razlik (slika 4).



Slika 4: Povprečno število jajčnih legel na rastlino glede na obravnavanje (črke prikazujejo razlike med posameznimi obravnavanji).

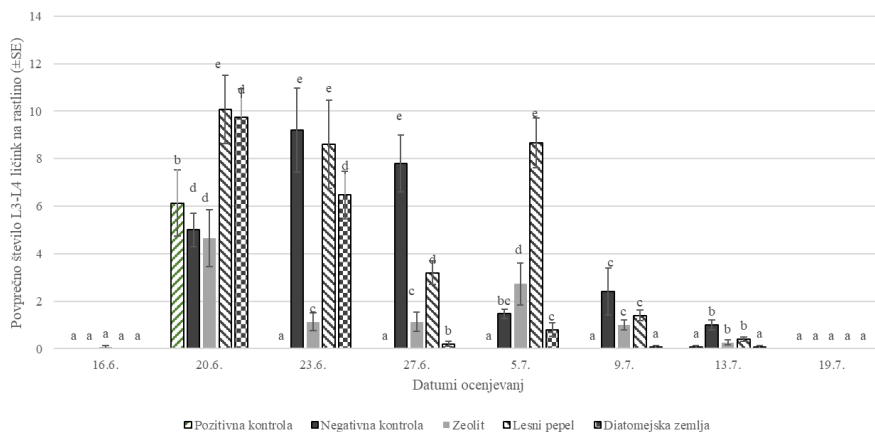
Na podlagi statistične analize povprečnega števila mladih ličink na rastlino po posameznih datumih ocenjevanja smo ugotovili razlike. Po prvem terminu aplikacije inertnih prašiv (16.6.) se je povprečno število L1-L2 ličink v vseh obravnavanih znižalo, najbolj še na rastlinah, ki smo jih tretirali z diatomejsko zemljo. Pred prvim posipanjem smo zabeležili več kot 20 ličink na rastlino, po posipanju pa le še dobrih 10 L1-L2 ličink na rastlino. Po drugem posipanju z diatomejsko zemljo pa smo zabeležili manj kot 1 ličinko na rastlino. Število mladih ličink na rastlinah, ki so bile vključene v negativno kontrolo narašča v prvih treh terminih ocenjevanja. Po prvem škropljenju krompirja z insekticidi, kjer smo uporabili pripravek Bulldock EC 25, nismo ugotovili zadovoljivega insekticidnega delovanja, saj se povprečno število ni statistično zmanjšalo. Tik pred prvim škropljenjem je povprečno število mladih ličink na rastlinah pozitivne kontrole znašalo $18,73 \pm 3,15$ na rastlino, po škropljenju pa $14,47 \pm 3,07$ ličinke na rastlino. Zato smo pri drugem škropljenju (20. 6.) uporabili pripravek Laser 240 SC. Tri dni po drugem škropljenju nismo našli mladih ličink na rastlinah pozitivne kontrole. Več podrobnosti je predstavljenih v sliki 5.

33



Slika 5: Povprečno število mladih ličink (L1-L2) na rastlino glede na obravnavanje po posameznih datumih ocenjevanja (črke prikazujejo razlike znotraj obravnavanja med posameznimi termini ocenjevanja).

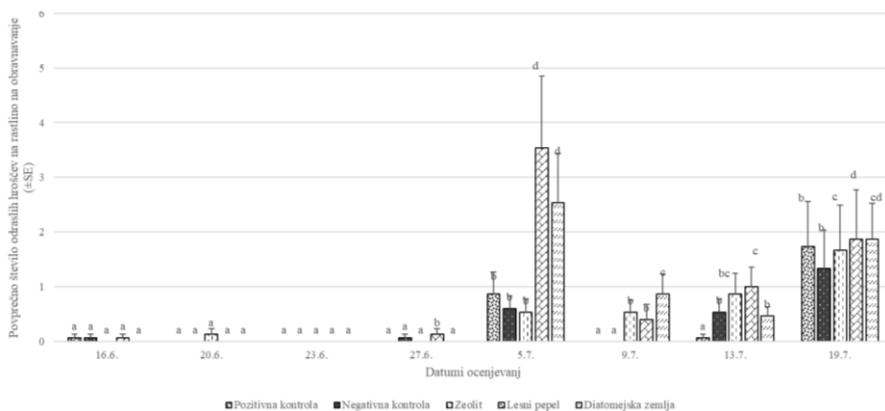
Prve stare ličinke smo v vseh obravnavanih ugotovili 20. junija. Omenjeni termin je sovpadal tudi z drugim terminom škropljenja, kjer smo uporabili pripravek Laser 240 SC. Tri dni po škropljenju starejših ličink nismo več ugotovili. Po prvem nanosu prašiv na liste krompirja smo edino pri zeolitu ugotovili statistično zmanjšanje povprečnega števila starih ličink. Po drugem nanosu zeolita smo na rastlinah ugotovili manj kot 2 stari ličink na rastlino, medtem ko smo na rastlinah, kjer smo uporabili lesni pepel, zabeležili več kot 8 starih ličink na rastlino. Prav tako se je povprečno število starih ličink znižalo po tretjem nanosu (6.7.) zeolita, ko smo po nanosu zabeležili manj kot 2 ličinki na rastlino na obravnavanje. Na rastlinah v negativni kontroli, se stare ličinke pojavljajo vse do predzadnjega štetja v juliju. Podrobnosti so predstavljene v sliki 6.



Slika 6: Povprečno število starih ličink (L3-L4) na rastlino glede na obravnavanje po posameznih datumih ocenjevanja (črke prikazujejo razlike znotraj obravnavanja med posameznimi termini ocenjevanja).

Povprečno število odraslih hroščev na rastlino do začetka julija ni preseglo več kot enega hrošča na rastlino. V začetku julija smo najvišje povprečno število hroščev zabeležili na rastlinah, kjer smo uporabili lesni pepel. Po nanosu lesnega pepela je povprečno število hroščev na rastlino iz v povprečju 3 hrošče na rastlino padlo na manj kot enega hrošča na rastlino. Povprečno število odraslih hroščev se je v zadnjem terminu ocenjevanja gibalo od $1,33 \pm 0,70$ na rastlinah negativne kontrole do $1,87 \pm 0,89$ na rastlinah, kjer smo posipali lesni pepel (slika 7).

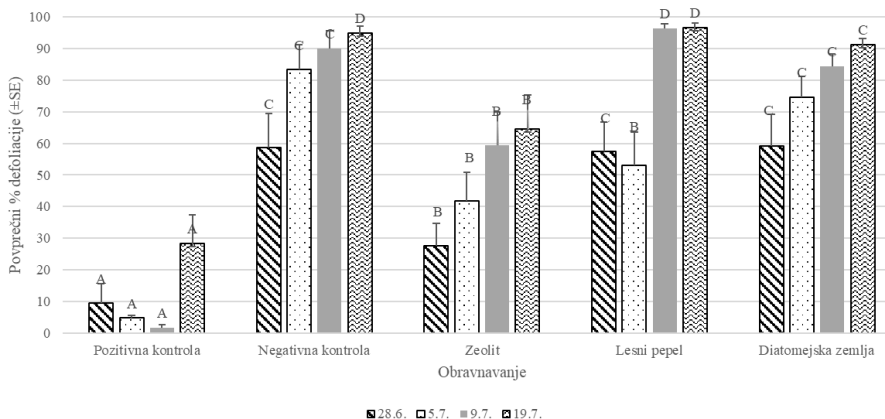
34



Slika 7: Povprečno število imagov koloradskega hrošča na rastlino glede na obravnavanje po posameznih datumih ocenjevanja (črke prikazujejo razlike znotraj obravnavanja med posameznimi termini ocenjevanja).

3.2 Povprečni odstotek defoliacije

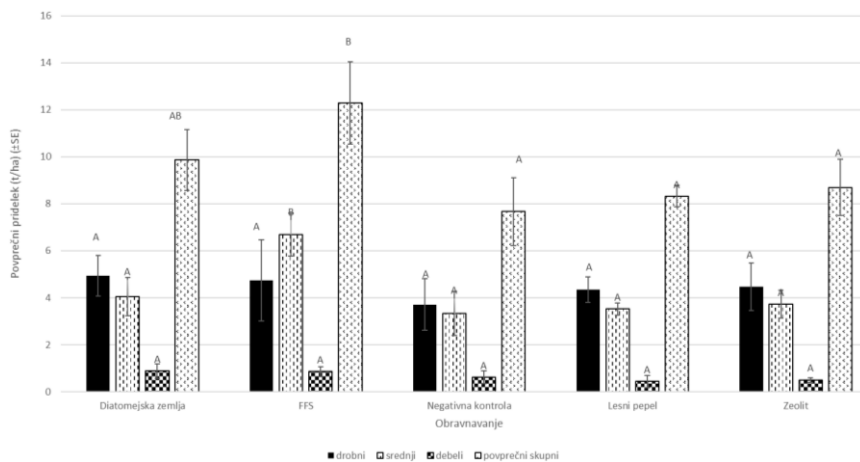
Ugotovili smo, da sta na povprečni odstotek defoliacije (tj. pojedene površine zaradi hranjenja ličink in odraslih osebkov koloradskega hrošča) vplivala datum ocenjevanja (statistika) in vrsta obravnavanja (statistika). Povprečni odstotek defoliacije je bil signifikatno največji na rastlinah pozitivne kontrole ($20,66 \pm 4,38$ %), medtem ko smo na rastlinah negativne kontrole zabeležili $81,75 \pm 4,00$ % defoliacijo, na rastlinah, kjer smo posipali lesni pepel $75,83 \pm 4,41$ % in na rastlinah, kjer smo posipali diatomejsko zemljo $77,38 \pm 3,51$ % defoliacije. Med rastlinami, kjer smo posipali inertna prašiva, smo najnižjo defoliacijo zabeležili v obravnavanju z zeolitom, in sicer $48,33 \pm 5,00$ %. Povprečni odstotek defoliacije je na rastlinah negativne kontrole že po drugem ocenjevanju presegel 80 %, medtem ko smo na rastlinah, kjer smo posipali lesni pepel in zeolit zabeležili manj kot 60 % pojedene listne površine. V zadnjem terminu ocenjevanja smo najmanjši odstotek zabeležili na rastlinah pozitivne kontrole, in sicer manj kot 30 % pojedene listne površine. Na rastlinah negativne kontrole in na rastlinah, kjer smo uporabili diatomejsko zemljo ter lesni pepel smo v zadnjem terminu zabeležili že več kot 90 % pojedene listne površine. Na rastlinah, kjer smo uporabljali zeolit, pa odstotek pojedene listne površine v zadnjem terminu ni presegel 80 % (slika 8).



Slika 8: Povprečni odstotek defoliacije rastlin glede na obravnavanje po posameznih terminih ocenjevanja (črke prikazujejo razlike znotraj termina ocenjevanja med posameznimi obravnavanji).

3.3 Povprečni pridelek krompirja

Ugotovili smo, da na povprečni pridelek drobne frakcije ($F=22,17$, $P=0,0658$) in srednje frakcije gomoljev ($F=45,22$, $P=0,0688$) ni vplivala vrsta inertnega prašiva. Lahko pa potrdimo signifikantni vpliv vrste inertnega prašiva/obravnavanja na povprečni skupni pridelek. Omenjeni je bil najvišji na rastlinah pozitivne kontrole, ko smo zabeležili $12,28 \pm 1,75$ t/ha (slika 9).



Slika 9: Povprečni in povprečni skupni pridelek po posameznih frakcijah glede na obravnavanje (črke prikazujejo razlike znotraj iste frakcije krompirja med posameznimi obravnavanji).

36

V naši raziskavi smo se osredotočili na preučevanje učinkovitosti inertnih prašiv za zatiranje koloradskega hrošča. Insekticidno delovanje inertnih prašiv je bilo v večini dosedanjih raziskav dokazano na področju skladiščnih škodljivcev, kjer diatomejska zemlja (Kavallieratos *et al.*, 2015), lesni pepel (Bohinc *et al.*, 2018), zeoliti (Bohinc *et al.*, 2020) povzročajo zelo visoko smrtnost hroščev iz družin Curculionidae, Bostrychidae in Tenebrionidae, ki povzročajo poškodbe na skladiščnem zrnju. V zadnjih letih je uporaba nekemičnih načinov zatiranja poleg na skladiščnih škodljivcih (Stopar *et al.*, 2022) v porastu tudi pri zatiranju drugih vrst škodljivcev, kot je koloradski hrošč (Göldel *et al.*, 2020; Kadoić Balaško *et al.*, 2020).

Zaradi izrazitega pojava rezistence koloradskega hrošča na insekticide (Kadoić Balaško *et al.*, 2020) so raziskave (tudi v Sloveniji) usmerjene v preučevanje delovanja alternativnih načinov zatiranja. Rezistenco na insekticide smo opazili tudi v naši raziskavi, saj po prvem nanosu piretroida nismo opazili zmanjšanja številčnosti populacije koloradskega hrošča. Da je izbira prašiva za zatiranje koloradskega hrošča pomemben dejavnik učinkovitosti zatiranja, smo dokazali v pretekli raziskavi (Bohinc *et al.*, 2019), ko smo v poljskih poskusih preučevali delovanje apnene moke. Žal pa ne moremo izpostaviti njene zadovoljive insekticidne učinkovitosti. Da je lesni pepel obetajoče sredstvo zatiranja koloradskega hrošča, so v laboratorijskih raziskavah dokazali že Boiteau *et al.* (2012) in Mircea *et al.* (2015). Nanos lesnega pepel na rastline naj bi vsaj kmalu po nanosu na rastline zaviral hranjenje odraslih hroščev (Boiteau *et al.*, 2012), smrtnost ličink pa lahko doseže tudi 100 %. Delovanje preučevanih inertnih prašiv na mlade ličinke (L1-L2) koloradskega hrošča je bilo v naši raziskavi primerljivo z uporabo registriranih insekticidov. Že po prvem nanosu prašiv smo opazili izrazit padec v številčnosti mladih ličink, ki se je nadaljeval še po drugi in tretji aplikaciji

prašiva. Glede na razvojni krog škodljivca, četrti nanos prašiv ni bil več namenjen zatiranju mladih in starih ličink, ampak zatiranju odraslih hroščev.

Znano je, da največ poškodb na krompirju povzročajo ličinke z objedanjem listov (Junge *et al.*, 2020; Kadoić Balaško *et al.*, 2020). Gospodarski prag škodljivosti je presežen, ko se na eni rastlini pojavi več kot 12 ličink in več kot 10 odraslih hroščev prvega rodu oziroma 5,8 hroščev, ki so preživeli zimo (Mailloux *et al.*, 1991, Mailloux *et al.*, 1995). Veliko bolj številčne so bile v našem poskusu mlade ličinke, saj starejše ličinke niso presegle gospodarskega praga škodljivosti. Faliagka *et al.* (2020) navajajo, da inertna prašiva delujejo kot absorbijska sredstva na mehko kožne škodljivce (v našem primeru ličinke koloradskega hrošča), in sicer po principu »smrtonosno brez povratka«, kar se v našem primeru kaže v nižanju številčnosti ličink po aplikaciji prašiv. Pri zatiranju starejših ličink je delovanje zeolitov primerljivo z uporabo insekticidov. Prav tako smo najnižji % pojedene površine (% defoliacije) ugotovili na rastlinah, kjer smo uporabljali zeolite, in v zadnjem terminu ocenjevanja ni preseгла 80 %. Več kot 90 % defoliacijo smo na rastlinah v negativni kontroli in na rastlinah, na katere smo nanašali lesni pepel, zabeležili že mesec dni pred pobiranjem krompirja. Učinka lesnega pepela kot gnojila (Skuodiene *et al.*, 2005) nismo ugotovili.

4 SKLEPI

37

Na podlagi pridobljenih rezultatov lahko ugotovimo, da predstavljajo inertna prašiva eno od alternativ za zatiranje ličink koloradskega hrošča. Med pomembnimi dejavniki učinkovitosti inertnih prašiv izpostavljamo ustrezen/pravočasen termin nanosa. Na podlagi rezultatov enoletne raziskave pa še ne moremo izpostaviti najučinkovitejše koncentracije prašiv, ki bi na eni delovala larvicidno, na drugi strani pa ne bi povzročila fitotoksičnega delovanja na rastline. Omenjeni dejavnik moramo v nadaljevanju projekta še raziskati.

5 ZAHVALA

Raziskava je bila izvedena v okviru aplikativnega projekta L4-3178 »Razvoj in optimizacija nekemičnih načinov zatiranja rastlinskih škodljivcev z namenom njihove implementacije v sisteme trajnostnega kmetijstva«, ki ga sofinancirata Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije in Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano Republike Slovenije.

6 LITERATURA

- Alioghli, N., Asghar Fathi, S.A., Razmjou, J., Hassanpour, M. 2022. Does intercropping patterns of potato and safflower affect the density of *Leptinotarsa decemlineata* (Say) predators, and the yield of crops? *Biological Control*, 175: <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2022.105051>
- Bažok, R., O'Keeffem J., Jurada, I., Drmić, Z., Kadoić Balaško, M., Čačija, M. 2021. Low-dose insecticide combinations for Colorado potato beetle control. *Agriculture*, doi: <https://doi.org/10.3390/agriculture11121181>
- Boiteau, G., Singh, R.P., McCarthy, P.C., MacKinley, P.D. 2012. Wood ash potential for Colorado potato beetle control. *American Journal of Potato Research*, 89,2: 129-135.

- Bohinc, T., Horvat, A., Andrić, G., Pražić Golić, M., Kljajić, P., Trdan, S. 2018. Comparison of three different wood ashes and diatomaceous earth in controlling the maize weevil under laboratory conditions. *Journal of Stored Products Research.*, 79: 1-8.
- Bohinc, T., Vučajnik, F., Trdan, S. 2019. The efficacy of environmentally acceptable products for the control of major potato pests and diseases. *Zemdirbyste-Agriculture*, 106, 2: 135-142.
- Bohinc, T., Horvat, A., Andrić, G., Pražić Golić, M., Kljajić, P., Trdan, S. 2020. Natural versus synthetic zeolites for controlling the maize weevil (*Sitophilus zeamais*) – like Messi versus Ronaldo? *Journal of Stored Products Research*, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2020.101639>
- Faliagka, S., Agrafioti, P., Lampiri, E., Katsoulas, N., Athanassiou, C.G. 2020. Assessment of different inert dust formulations for the control of *Sitophilus oryzae*, *Tribolium confusum* and *Aphis fabae*. *Crop Protection*, doi: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2020.105312>
- Gödel, B., Lemic, D., Bažok, R. 2020. Alternatives to synthetic insecticides in the control of the Colorado potato beetle (*Leptinotarsa decemlineata* Say) and their environmental benefits. *Agriculture*, doi: <https://doi.org/10.3390/agriculture10120611>
- Hakjbil, T. 2002. The traditional, historical and prehistoric use of ashes as an insecticide, with experimental study on the insecticidal efficacy of washed ash. *Environmental Archaeology*, 7,1: 13-22.
- Kadoić Balaško, M., Mikac, K.M., Bažok, R., Lemic, D. 2020. Modern Techniques in Colorado potato beetle (*Leptinotarsa decemlineata* Say) Control and resistance management: history review and future perspectives. *Insects*, doi: <https://doi.org/10.3390/insects11090581>
- Kavallieratos, N.G., Athanassiou, C.G., Korunic, Z., Mikeli, N.H. 2015. Evaluation of three novel diatomaceous earths against three stored-grain beetle species on wheat and maize. *Crop Protection*, 75: 132-138.
- Laznik, Ž., Toth, T., Lakatos, M., Vidrih, M., Trdan, S. 2010. Control of the Colorado potato beetle (*Leptinotarsa decemlineata* [Say]) on potato under field conditions: a comparison of the efficacy of foliar application of two strains of *Steirnerma feltiae* (Filipjev) and spraying with thiametoxam. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 117: 129-135.
- Junge, S.M., Leisch-Waskönig, S., Winkler, J. Kirchner, S.M., Saucke, H., Finckh, M.R. 2020. Late to the party – transferred mulch from green manures delays Colorado potato beetle infestation in regenerative potato cropping system. *Agriculture*, 12: <https://doi.org/10.3390/agriculture12122130>
- Mailloux, G., Binns, M.R., Bostanian, N.J. 1991. Density yield relationships and economic injury level model for Colorado potato beetle larvae on potatoes. *Researches on Population Ecology*, 33: 101-113.
- Mailloux, G., Bostanian, N.J., Binns, M.R. 1995. Density yield relationship for Colorado potato beetle adults on potatoes. *Phytoparasitica*, 23,2: 101-118.
- Mircea, C.N., Chivereanu, R., Croitoru, S., Mirica, S., Istrate, R., Rosca, I. 2015. Laboratory researches on unconventional methods for control of Colorado potato beetle (*Leptinotarsa decemlineata* L.). *Scientific Papers – Series A, Agronomy*, 58: 250-253.
- Rojht, H., Košir, I.J., Trdan, S. 2012. Chemical analysis of three herbal extracts and observation of their activity against adults of *Acanthoscelides obtectus* and *Leptinotarsa decemlineata* using a video tracking system. *Journal of Plant Disease and Protection*, 119:59-67.
- Shatalova, E.I., Grizanova, E.V., Dubovskiy, I.M. 2022. The effect of silicon dioxide nanoparticles combined with entomopathogenic bacteria or fungus on the survival of Colorado potato beetle and cabbage beetles. *Nanomaterials*, 12(9): 1558, <https://doi.org/10.3390/nano12091558>
- Skuodiene, R., Butkuvienė, E., Daugeliene, N. 2005. The effect of wood ash on spring barley and potato yield and quality. *Zemdirbyste*, 90: 13-26.
- Stopar, K., Trdan, S., Bartol, T., Arthur, F.H., Athanassiou, C.G. 2022. Research on stored products: A bibliometric analysis of the leading journal of the field for the years 1965-2020. *Journal of Stored Products Research*, Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2022.101980>

- Zemek, R., Konopicka, J., Jozova, E., Skokova Habuštova, O. 2021. Virulence of *Beauveria bassiana* strains from cadavers of Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata*. *Insects*, 12(12), 1077, doi: <https://doi.org/10.3390/insects12121077>
- Zemljič, M.U., Jorg, E., Racca, P., Urek, G., Trdan, S. 2009. Ugotavljanje odpornosti koloradskega hrošča (*Leptinotarsa decemlineata* [Say]) v Sloveniji na izbrane insekticide. V: Zbornik predavanj in referatov 9. Slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin, Nova Gorica, 4.-5. marec 2009, Društvo za varstvo rastlin Slovenije. 425-429.

PRVI KORAK NA POTI K BIOTIČNEMU VARSTVU MARMORIRANE SMRDLJIVKE (*Halyomorpha halys* [Stål, 1855], Hemiptera, Pentatomidae) V SLOVENIJI

Mojca ROT¹, Ivan ŽEŽLINA², Branko CARLEVARIS³, Marko DEVETAK⁴, Jan
ŽEŽLINA⁵, Julija DARIŽ⁶, Vasja JURETIČ⁷, Stanislav TRDAN⁸

¹⁻⁷ KGZS, Kmetijsko gozdarski zavod Nova Gorica, Nova Gorica

⁸ Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Ljubljana

IZVLEČEK

Pojav in naselitev tujerodne invazivne stenice marmorirane smrdljivke (*Halyomorpha halys* [Hemiptera: Pentatomidae]) v Sloveniji sta povezana z nastankom velike gospodarske škode v pridelavi sadja in vrtnin ter s potrebo po uvedbi učinkovitih metod zdravstvenega varstva. V razvoj in preizkušanje metod za obvladovanje škodljivca, ki potekajo na globalni ravni, je bilo do sedaj vloženo veliko truda in finančnih sredstev. Uporaba protiinsektnih mrež ter biotično varstvo z jajčnimi parazitoidi sta se v praksi izkazali kot najbolj učinkoviti in okoljsko sprejemljivi metodi, ki nudita trajno rešitev problema. Ključnega pomena pri uvajanju biotičnega varstva marmorirane smrdljivke je poznavanje njenih naravnih sovražnikov ter interakcij med domorodnimi koristnimi vrstami in škodljivko v novem okolju. Namen triletne raziskave izvedene na območju zahodne Slovenije, kjer je bila leta 2017 prvič najdena marmorirana smrdljivka, je bil odkrivanje jajčnih parazitoidov stenic ter vrednotenje njihovega vpliva na populacijo marmorirane smrdljivke. V letih 2019 do 2021 smo na številnih lokacijah in različnih gostiteljskih rastlinah nabrali preko 300 jajčnih legel stenic. Skupno smo preiskali več kot 9500 jajčec in pri tem odkrili 4 nove vrste parazitoidov. Med domorodnimi je bila najštevilčnejše zastopana vrsta *Anastatus bifasciatus* (Hymenoptera: Eupelmidae), sledili sta vrsti *Trissolcus basalis* in *Telenomus* sp. (Hymenoptera: Scelionidae). V Sloveniji je bil prvič odkrit tudi tujerodni parazitoid *Trissolcus mitsukurii* (Hymenoptera: Scelionidae), ki je v izvornem okolju poznan kot zelo učinkovit naravni sovražnik marmorirane smrdljivke. V triletnem obdobju proučevanja jajčnih parazitoidov stenic smo ugotovili njihov hiter in relativno učinkovit odziv na novo tujerodno stenico, ki se je odražal v naraščajoči stopnji parazitizma. Z odkritjem domorodnih in tujerodnih jajčnih parazitoidov marmorirane smrdljivke, je bil storjen prvi korak v smeri uvedbe biotičnega varstva omenjene vrste v Sloveniji.

¹ univ. dipl. inž. agr., Pri hrastu 18, SI-5000 Nova Gorica, e-mail: mojca.rot@go.kgzs.si

² dr., prav tam

³ dipl. inž. agr., prav tam

⁴ dr., prav tam

⁵ mag. inž. hort., prav tam

⁶ mag. inž. hort., prav tam

⁷ univ. dipl. inž. agr., prav tam

⁸ prof., dr., Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana

Ključne besede: *Halyomorpha halys*, *Anastatus bifasciatus*, *Trissolcus mitsukurii*, biotično varstvo

ABSTRACT

FIRST STEPS TOWARDS BIOLOGICAL CONTROL OF BROWN MARMORATED STINK BUG (*Halyomorpha halys* [Stål, 1855], Hemiptera, Pentatomidae) IN SLOVENIA

The occurrence and spread of the invasive alien Brown marmorated stink bug (*Halyomorpha halys* [Hemiptera: Pentatomidae]) in Slovenia have caused serious damage in fruit and vegetable production. Recently, many efforts have been undertaken to develop effective pest control measures to prevent crop damage. The use of insect exclusion netting and biological control of *H. halys* with egg parasitoids are considered as the most effective, environmentally sustainable and long-term solutions. Knowledge of the native egg parasitoids and host-parasitoid interactions in new areas is of key importance when implementing a biological control program. Therefore, the main objective of the study carried out in Western Slovenia, was to identify the presence of stink bug egg parasitoids and to evaluate their impact on *H. halys* population. From 2019 to 2021 more than 300 stink bug egg masses were collected on various plant species at different locations in the region. More than 9,500 eggs we examined and four egg-parasitoid species emerged from *H. halys* eggs. *Anastatus bifasciatus* (Hymenoptera: Eupelmidae) was the most abundant native species, followed by *Trissolcus basalıs* and *Telenomus* sp. (Hymenoptera: Scelionidae). Non-native *Trissolcus mitsukurii* (Hymenoptera: Scelionidae), which is known to be an important *H. halys* parasitoid in its native range, was also detected. Rapid recruitment of native parasitoids and increasing parasitism rates were observed over a three-year study period. Encouraging results of the study represent the first steps towards biological control of Brown marmorated stink bug in Slovenia.

Key words: *Halyomorpha halys*, *Anastatus bifasciatus*, *Trissolcus mitsukurii*, biotično varstvo

1 UVOD

Marmorirana smrdljivka *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae), tujerodna invazivna stenica, je bila v Sloveniji prvič najdena leta 2017, v Šempetru pri Gorici (Rot s sod., 2018). V zelo kratkem času se je razširila proti vzhodu, na ozemlje cele države (Rot s sod., 2019), na zahodu pa je domala čez noč postala gospodarsko najpomembnejši škodljivec v pridelavi sadja.

Pojav in širitev *H. halys* izven njenega izvornega okolja sta širom sveta povezana z nastankom velike gospodarske škode v kmetijski pridelavi ter s potrebo po uvedbi učinkovitih metod zdravstvenega varstva rastlin. V ZDA, kjer je marmorirana smrdljivka prisotna najdlje, je z njo povezana škoda v kmetijski pridelavi ocenjena na nekaj milijard dolarjev (Leskey et al., 2012). V pridelavi jabolk v zveznih državah Srednjega Atlantika je samo v letu 2010 škoda znašala več kot 37 mio. \$, na istem

območju so pridelovalci beležili 50 % izgube v pridelavi breskev. V Evropi je do sedaj najbolj prizadela pridelavo sadja v Italiji (Bariselli et al., 2016; Maistrello et al., 2017), ker je v letu 2019 škoda presegala 600 mio. EUR (CSO Italy, 2020), pridelavo vrtnin na Madžarskem (Vétek & Korányi, 2017), pridelavo breskev in oljk v Grčiji (Damos et al., 2020) ter lešnikov v Gruziji (Bosco et al., 2018). Po poročanju gruzijskega ministrstva za kmetijstvo je skupna gospodarska škoda povezana s pridelavo, predelavo ter izvozom lešnikov, v letu 2016 presegala 60 mio. \$.

V Sloveniji marmorirana smrdljivka povzroča škodo v kmetijski pridelavi od leta 2018 (Rot s sod., 2019). Do sedaj se je gospodarska škoda pojavljala predvsem v zahodni Sloveniji, kjer beležimo tudi zelo velike populacije škodljivke. Največjo škodo je povzročila leta 2019, ko je bilo prizadetih več kot 150 ha intenzivnih nasadov breskev, jablan in hrušk na območju Vipavske doline in Goriških Brd. Škoda na pridelku je bila 40 – 100 % (Rot, 2020).

Kljub velikim naporom, ki jih stroka v zadnjem desetletju vlaga v razvoj metod za obvladovanje škodljivca, še vedno primanjkujejo ustrezni alternativni ukrepi, ki bi dolgoročno zmanjšali škodo v kmetijski pridelavi. V ZDA in Italiji se je prvih letih po pojavu *H. halys* v pridelavi sadja zelo povečala uporaba insekticidov (Leskey et al., 2012; Maistrello et al., 2017). Številna ponavljajoča škropljenja so sicer začasno omejila populacijo škodljivca v trajnih nasadih, vendar imela izrazit negativen vpliv na celoten agroekosistem ter bila v popolnem nasprotju z že vzpostavljenim sistemom integriranega varstva (Rice et al., 2014; Morrison et al., 2018). Pri uporabi insekticidov zoper tako robustno žuželko obstaja veliko tveganje za razvoj odpornosti ter hkrati nevarnost za koristne organizme, njene naravne sovražnike (Ribeiro et al., 2021). Skromen nabor kemičnih substanc, njihovo kratkotrajno delovanje in nizka učinkovitost, so dodatni razlogi, zaradi katerih kemično varstvo ne more postati dolgoročna rešitev pri obvladovanju marmorirane smrdljivke.

Največ uspeha pri spopadanju s tujerodno, invazivno in polifagno plodovo vinsko mušico (*Drosophila suzukii*), nevarno škodljivke številnih sadnih vrst, je prineslo integrirano varstvo s kombiniranjem različnih tehnoloških, bioloških in kemičnih metod (Rot s sod., 2021). Podobno, celostno strategijo obvladovanja zahteva tudi marmorirana smrdljivka. Izkušnje iz tujine kažejo, da je pomanjkljivosti kemičnega varstva marmorirane smrdljivke mogoče nadomestiti z drugimi ukrepi kot so masovni ulov, privabilni posevki, metoda »privabi in ubij«, uporaba biopesticidov, protiinsektne mreže in biotično varstvo (Morrison et al., 2018; Laznik & Trdan, 2021).

Med alternativnimi pristopi v preprečevanju škode v pridelavi sadja, največ obetajo protiinsektne oz. multifunkcionalne mreže. V Evropi na tem področju prednjači Italija. V poskusih in praksi so protiinsektne mreže izkazale visoko učinkovitost v preprečevanju škode zaradi marmorirane smrdljivke (Caruso et al., 2017; Canadian et al., 2018). Kljub visokim investicijskim stroškom, zagotavljajo učinkovit in trajnostni pristop v varstvu pred škodljivimi žuželkami.

Glede učinkovitosti in trajnosti enako velja za biotično varstvo marmorirane smrdljivke. Znano je, da njeno populacijo v izvornem okolju regulirajo jajčni parazitoidi iz rodov *Trissolcus*, *Telenomus* (Hymenoptera: Scelionidae), *Ooencyrtus* (Hymenoptera: Encyrtidae) in *Anastatus* (Hymenoptera: Eupelmidae) (Yang et al.,

2009; Zhang et al., 2017). Na Kitajskem je najbolj številčen in učinkovit parazitoid *Trissolcus japonicus* (Ashmead), ki parazitira 50 – 90 % jajčec marmorirane smrdljivke, na Japonskem je njen glavni naravni sovražnik vrsta *Trissolcus mitsukurii* (Ashmead) (Arakawa et al., 2004). Domorodne parazitoide kožekrilce (Hymenoptera), ki v ZDA in Evropi parazitirajo jajčeca *H. halys* uvrščamo v tri družine Scelionidae (*Telenomus*, *Trissolcus*, and *Gryon* spp.), Eupelmidae (*Anastatus* spp.) ter Encyrtidae (*Ooencyrtus* spp.). Vendar je zaenkrat stopnja parazitizma pri teh vrstah prenizka, da bi uspeli omejiti populacije *H. halys* pod prag gospodarske škode (Haye et al., 2015; Rovesi et al., 2016; Abram et al., 2017; Dieckhoff et al., 2017; Jones et al., 2017; Costi et al., 2019). Med domorodnimi vrstami, ki so se sposobne razmnoževati v jajčecih marmorirane smrdljivke, v Evropi najbolj izstopa jajčni parazitoid *Anastatus bifasciatus* (Geoffroy). Razvija in razmnožuje se v temperaturnem območju 15 – 32 °C. V obdobju od maja do oktobra razvije do 3 rodove, kar se ujema s periodo ovipozicije pri marmorirani smrdljivki (Stahl et al., 2019). Zaradi ugodnih bioloških lastnosti, izkazane visoke afinitete do tujerodnega gostitelja ter zadovoljive stopnje parazitizma, se v številnih evropskih državah že uvaja v biotično varstvo *H. halys* (Iacovone et al., 2022). Poleg domorodnih, so bili v nekaterih evropskih državah najdeni tudi tujerodni parazitoide. Prvi rezultati kažejo, da so v parazitiranju jajčec marmorirane smrdljivke bolj učinkoviti od domorodnih vrst (Moraglio et al., 2020; Zaponi et al., 2020). Pomembni sta zlasti vrsti *Tr. japonicus*, ki je bila najdena v Italiji, Švici in Nemčiji (Sabbatini-Peverieri et al., 2018; Stahl et al., 2019; Dieckhoff et al., 2021) ter vrsta *Tr. mitsukurii*, katera je zaenkrat navzoča v Italiji in Franciji (Sabbatini-Peverieri et al., 2018; Bout et al., 2021).

Bistvenega pomena pri uvajanju biotičnega varstva škodljivih žuželk je poznavanje domorodne koristne faune ter njenega odziva ob naselitvi nove tujerodne vrste. Vse aktivnosti naše raziskave so bile zato usmerjene v odkrivanje in prepoznavanje domorodnih jajčnih parazitoidov stenic ter vrednotenje njihovega vpliva na populacijo marmorirane smrdljivke v zahodni Sloveniji. Velika pozornost je bila namenjena tudi iskanju tujerodnih parazitoidov, ki so že bili odkriti v naši sosesčini (Italija, Švica).

2 MATERIALI IN METODE

V letih 2019 do 2021 smo izvajali vizualne preglede rastlin na zastopanost parazitiranih jajčnih legel marmorirane smrdljivke in drugih stenic na območju Vipavske doline in Goriških Brd ter na številnih drugih lokacijah v Z Sloveniji, kjer je bila v predhodnih letih ugotovljena zastopanost oz. velike populacije marmorirane smrdljivke. Preglede smo izvajali tedensko, od konca maja do oktobra. Pri pregledovanju smo se osredotočili na lesnate gojene rastline ter samonikle rastline, ki rastejo v neškropljenih mejah v bližini nasadov, vinogradov, njiv in vrtov ter na lesnate rastline v urbanem okolju. Pri nižje rastočih rastlinah smo pregledovali spodnje strani listov po celi krošnji, pri višje rastočih pa vse do višine 2 m nad tlemi. Najdena jajčna legla smo odstranili skupaj z listi, jih položili v plastične petrijevke premera 60 mm in ustrezno označili ter prenesli v laboratorij. V laboratoriju je sledil natančen pregled jajčnih legel s pomočjo stereomikroskopa. Prešteli smo vsa jajčeca v posameznem jajčnem leglu ter jih na podlagi opazovanja razdelili v štiri kategorije; izležena jajčeca, neizležena jajčeca, jajčeca z znaki plenilstva, parazitirana jajčeca. Gojenje parazitoidov je potekalo v gojitveni

komori (Kambič RK-700 CH) pod nadzorovanimi pogoji (25 ± 1 °C, relativna zračna vlažnost 65 ± 5 %, fotoperioda 16:8 dan/noč). Vsake dva dni smo preverjali izleganje. Izlegle ličinke stenic smo prešteli in odstranili iz petrijevk, izlegle parazitoide smo preložili v plastične epruvete napolnjene s 96 % alkoholom, kjer smo jih hranili do determinacije. Morfološka determinacija parazitoidov je potekala s pomočjo stereo mikroskopa Nikon SMZ-2B (do 100 X povečava) ter presevnega mikroskopa Nikon Eclipse Ni-U. Pri determinaciji parazitoidov smo uporabljali literaturo in determinacijske ključe avtorjev; Askew & Nieves-Aldrey (2004), Peng et al. (2020), Johnson (1984, 1985), Talamas et al. (2015, 2017), Balusu et al. (2019), Sabbatini Peverieri et al. (2018). Po končanem izleganju parazitoidov smo opravili tudi disekcijo neizleženih jajčec. V kolikor smo v njih našli delno razvite parazitoide, smo jajčeca šteli kot parazitirana. Odmrla jajčeca, pri katerih vzroka odmrta nismo mogli določiti, smo razvrstili v kategorijo neizležena jajčeca. Pri jajčnih leglih, kjer je prišlo do izleganja parazitoidov že v naravi, pred nabiranjem, smo vrsto parazitoidov poskušali določiti na podlagi oblike izhodne odprtine, pri čemer smo se posluževali slikovnih diagnostičnih ključev avtorjev Sabbatini-Peverieri et al. (2020). Končno stopnjo parazitiranosti smo izračunali po formuli: % parazitiranosti = število parazitiranih jajčec / skupno število jajčec * 100

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

44

V letih 2019-2021 smo na območju Vipavske doline, Goriških Brd in nekaterih drugih lokacijah v zahodni Sloveniji našli skupno 309 jajčnih legel stenic, od tega je bilo 276 legel marmorirane smrdljivke, preostala so pripadala domorodnim vrstam. V prvem letu spremljanja smo našli skupno 19 jajčnih legel marmorirane smrdljivke. Čeprav so jajčeca v posameznih leglih kazala znake parazitiranosti, so se parazitoidi uspešno izlegli le iz enega legla, ki je bilo odloženo na listih vinske trte na lokaciji Kromberk. Od skupno 28 jajčec, so se iz treh jajčec izlegle ličinke marmorirane smrdljivke, 9 jajčec je ostalo neizleženih, 16 pa je bilo parazitiranih z domorodno vrsto *An. bifasciatus*. Leta 2019 smo zabeležili nizko povprečno stopnjo parazitiranosti (3,04 %), in velik delež uspešno izleženih jajčec (85 %) (preglednica 1).

Leta 2020 smo na 12 različnih lokacijah našli skupno 155 jajčnih legel marmorirane smrdljivke, v katerih smo potrdili prisotnost treh domorodnih parazitoidov. Poleg vrste *An. bifasciatus*, smo našli še vrsti *Tr. basalis* in *Telenomus* sp.. Prisotnost vseh naštetih vrst je bila prvič potrjena v Sloveniji. V istem letu smo v Sloveniji prvič odkrili tudi tujerodnega parazitoida *Tr. mitsukurii* in sicer na 4 lokacijah v Vipavski dolini. Odziv koristnih organizmov na novega tujerodnega škodljivca se je v letu 2020 kazal tako v višji stopnji parazitiranosti jajčec v primerjavi z letom 2019 (14,4 %), kot tudi v povečanju deleža neizleženih jajčec. K zmanjšanju števila izleženih jajčec so dodatno prispevali še različni plenilci, ki so konzumirali dobrih 5,6 % jajčec marmorirane smrdljivke. Končni delež izleženih jajčec je v letu 2020 znašal 67,7 % (slika 1).

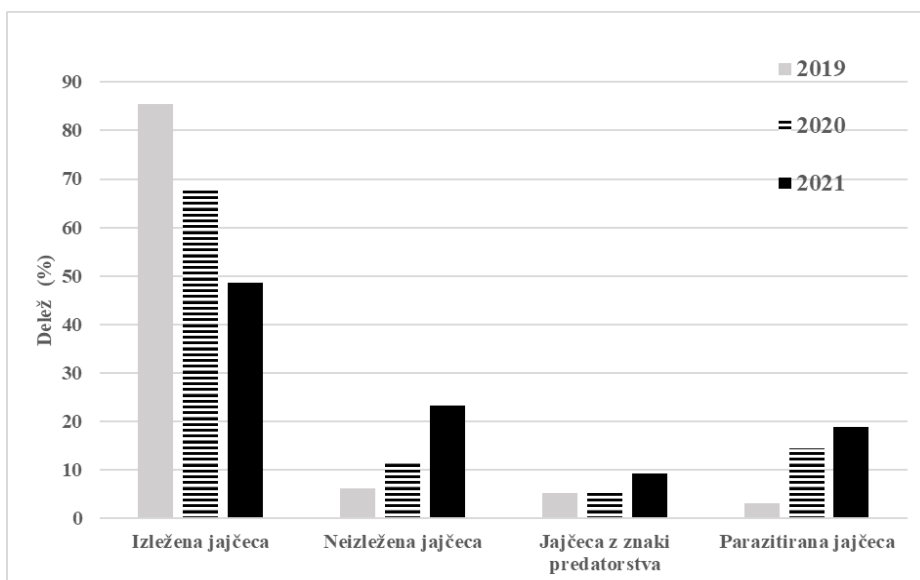
Leta 2021 smo na različnih gostiteljskih rastlinah nabrali skupno 102 jajčnih legel marmorirane smrdljivke. Skupna stopnja parazitiranosti jajčec je bila 18,3 %, h čemur je z veliko številčnostjo največ prispeval parazitoid *Tr. mitsukurii*, sledili sta vrsti *An. bifasciatus* in *Tr. basalis* (slika 3). Delež neizleženih jajčec je bil 23,3 %, plenilci so število izleženih jajčec zmanjšali za dodatnih 9,2 %. V skladu z našimi opazovanji so

v letu 2021 koristni organizmi ter drugi dejavniki okolja zmanjšali populacijo marmorirane smrdljivke za dobrih 50 %.

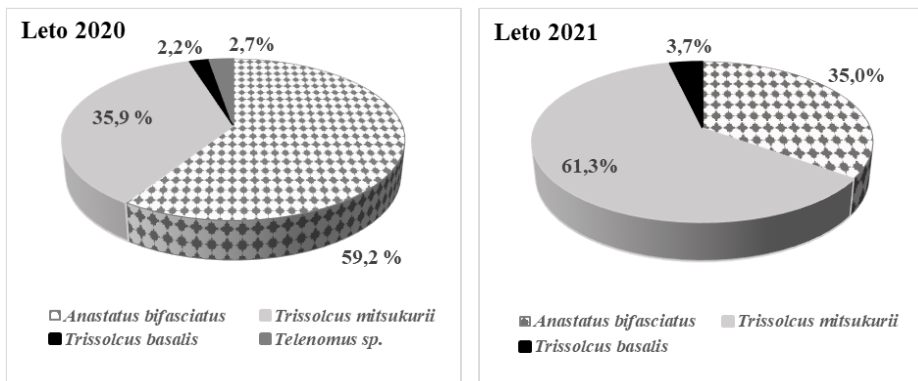
Preglednica 1: Podatki o številu in deležu (%) izleženih in neizleženih jajčec, jajčec z znaki plenilstva in parazitiranih jajčec stenic v letu 2019-2021.

| Leto | Število legel | Število jajčec | Izležena jajčeca | | Neizležena jajčeca | | Jajčeca z znaki plenilstva | | Parazitirana jajčeca | |
|-----------------------------------|---------------|----------------|------------------|-------|--------------------|-------|----------------------------|------|----------------------|-------|
| | | | število | % | število | % | število | % | število | % |
| 2019 <i>Halyomorpha halys</i> | 19 | 526 | 449 | 85,36 | 33 | 6,27 | 28 | 5,32 | 16 | 3,04 |
| 2020 <i>Halyomorpha halys</i> | 155 | 4075 | 2758 | 67,68 | 474 | 11,63 | 228 | 5,60 | 588 | 14,43 |
| 2021 <i>Halyomorpha halys</i> | 102 | 2707 | 1332 | 49,21 | 630 | 23,27 | 249 | 9,20 | 496 | 18,32 |
| 2021 <i>Nezara viridula</i> | 27 | 2186 | 863 | 39,48 | 431 | 19,72 | 0,0 | 0,0 | 883 | 40,39 |
| 2021 <i>Dolycoris baccarum</i> | 6 | 97 | 31 | 31,96 | 5 | 5,15 | 0,0 | 0,0 | 61 | 62,89 |
| SKUPAJ | 309 | 9591 | 5433 | | 1573 | | 514 | | 2044 | |

45



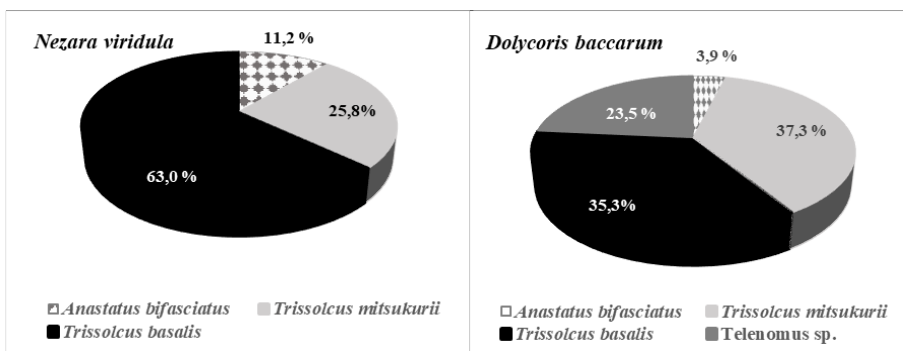
Slika 1: Delež izleženih jajčec, neizleženih jajčec, jajčec z znaki plenilstva ter parazitiranih jajčec *H. halys* v letih 2019-2020.



Sliki 2-3: Zastopanost posameznih vrst parazitoidov v jajčnih leglih marmorirane smrdljivke (*Halyomorpha halys*) v letih 2020 in 2021 v odstotkih (%).

46

V letu 2021 smo našli tudi večje število parazitiranih jajčnih legel domorodnih stenic in sicer zelene smrdljivke (*Nezara viridula*) ter ščitaste stenice vrste *Dolycoris baccarum*. Povprečna stopnja parazitiranosti jajčec je bila pri obeh vrstah bistveno višja kot pri marmorirani smrdljivki. Pri zeleni smrdljivki je bila povprečna parazitiranost 40,4 %, več kot 63 % izleglih parazitoidov je pripadalo vrsti *Tr. basaliss*, 26 % vrsti *Tr. mitsukurii*, le 11 % jajčec je parazitiral *An. bifasciatus* (Slika 3). V jajčecih *D. baccarum* smo odkrili 4 različne vrste parazitoidov, poleg vrst, ki so parazitirale jajčeca zelene smrdljivke, smo odkrili še vrsto *Telenomus sp.*. Povprečna stopnja parazitiranosti jajčec je bila kar 62,9 %. V večjem in skoraj enakovrednem deležu sta k temu prispevali vrsti *Tr. basaliss* (35,3 %) in *Tr. mitsukurii* (37,3 %), v manjšem pa vrsti *Telenomus sp.* in *An. bifasciatus*.



Sliki 4-5: Zastopanost posameznih vrst parazitoidov v jajčnih leglih domorodnih stenic *Nezara viridula* in *Dolycoris baccarum* v odstotkih (%).

Rezultati 3-letne raziskave zastopanosti jajčnih parazitoidov stenic v Sloveniji kažejo na relativno hiter odziv domorodne faune na novega gostitelja. Dve leti po prvi najdbi marmorirane smrdljivke v Slovenji, smo, kljub takrat še nizkemu številu odloženih jajčnih legel v naravi, uspeli odkriti prva parazitirana jajčna legla ter v njih identificirati domorodnega parazitoida *An. bifasciatus*. V naslednjih letih smo v zahodni Sloveniji, na lokacijah z velikimi populacijami marmorirane smrdljivke našli večje število parazitiranih jajčnih legel ter odkrili več vrst jajčnih parazitoidov stenic. Poleg vrste *An. bifasciatus*, ki je bila hkrati najbolj številčna in najbolj razširjena, najdena je bila kar na 21 lokacijah na Primorskem, smo v jajčecih marmorirane smrdljivke našli še vrste *Tr. basalis*, *Telenomus sp.* in tujerodno vrsto *Tr. mitsukurii*.

Preglednica 2: Podatki o spremljanju jajčnih parazitoidov stenic v letih 2019-2021 na območju zahodne Slovenije (ime lokacije, koordinate, vrsta parazitoida).

| Zap. št. | Ime lokacije: | Koordinate: | | Vrsta parazitoida | | | |
|----------|---------------|-------------|-----------|------------------------------|---------------------------|------------------------------|-----------------------|
| | | x | y | <i>Anastatus bifasciatus</i> | <i>Trissolcus basalis</i> | <i>Trissolcus mitsukurii</i> | <i>Telenomus spp.</i> |
| 1 | Branik | 45.847914 | 13.811921 | X | | | |
| 2 | Dombrava | 45.893917 | 13.679723 | X | | | |
| 3 | Miren I. | 45.888539 | 13.593363 | X | X | X | X |
| 4 | Miren II. | 45.891765 | 13.594071 | X | | X | |
| 5 | Hrastov hrib | 45.908445 | 13.732451 | X | | | |
| 6 | Kromberk | 45.963660 | 13.687659 | X | | X | |
| 7 | Stara Gora | 45.928952 | 13.676904 | X | | | |
| 8 | Staro selo I | 46.247320 | 13.531465 | X | | | |
| 9 | Staro selo II | 46.247609 | 13.532088 | X | | | |
| 10 | Šempeter | 45.932817 | 13.644933 | X | | X | X |
| 11 | Velike Žablje | 45.868888 | 13.848460 | X | X | | |
| 12 | Vrtojba I. | 45.905451 | 13.619824 | X | | X | |
| 13 | Vrtojba II. | 45.926707 | 13.631892 | X | | X | |
| 14 | Varda | 45.965204 | 13.659103 | X | | | |
| 15 | Stara Gora | 45.928952 | 13.676904 | X | | | |
| 16 | Bilje | 45.896342 | 13.624413 | X | | | |
| 17 | Nova Gorica | 45.954835 | 13.653461 | X | | | |
| 18 | Drnovk | 46.002855 | 13.523369 | X | X | | |
| 19 | Vipolže | 45.975546 | 13.531480 | X | X | | |
| 20 | Pristava | 45.946453 | 13.645231 | X | | | X |
| 21 | Potoče | 45.876132 | 13.813775 | X | | X | |
| 22 | Solkan | 45.973299 | 13.645503 | | | X | |

V triletnem obdobju smo zabeležili naraščajoči trend povprečne stopnje parazitiranosti jajčnih legel, ki se od začetnih 3,0 % v letu 2019, povzpел na 18,3 % v letu 2021. Plenilske vrste so prispevale k dodatnemu 5,3-9,3 % zmanjšanju uspešno izleženih

jajčec marmorirane smrdljivke v posameznem letu. Povečal se je tudi delež neizleženih jajčec in sicer iz 6,3 % na 23,3 %. Čeprav z disekcijo in morfološko analizo v neizleženih jajčecih nismo potrdili prisotnosti parazitoidov, obstaja velika verjetnost, da je vzrok za propad jajčec oz. prekinitev razvoja ličink *H. halys*, kljub vsemu v določeni meri povezan z njihovim delovanjem. Jajčni parazitoidi namreč lahko povzročijo smrt gostitelja že s hranjenjem na njegovih jajčecih, kot tudi z neuspešnim razmnoževanjem v gostitelju, pri čemer propadeta tako parazitoid kot njegov gostitelj. Vendar potrditev in vrednotenje tovrstnih vplivov parazitoidov nista mogoča brez molekularnih analiz.

V okviru raziskave smo odkrivali tudi interakcije med jajčnimi parazitoidi in domorodnimi vrstami stenec. Pri zeleni smrdljivki (*N. viridula*) je bil za visoko stopnjo parazitiranosti zaslužen predvsem domoroden parazitoid *Tr. basaliss*, učinkovit pa je bil tudi tujerodni *Tr. mitsukurii*. Podobno je bilo pri ščitasti stenici vrste *D. baccarum*, kjer so parazitoidi v povprečju zmanjšali njeno populacijo za dobrih 60 %.

4 SKLEPI

V obdobju 2019-2021 smo na območju zahodne Slovenije zabeležili trend zmanjševanja števila izleženih jajčec marmorirane smrdljivke, kot posledico delovanja naravnih sovražnikov in drugih abiotičnih vplivov okolja. Dolgoročno pričakujemo, da se bodo domorodni koristi organizmi prilagodili na novega tujerodnega škodljivca ter začeli omejevati njegovo populacijo pod prag gospodarske škodljivosti. Odkritje domorodnih jajčnih parazitoidov *An. bifasciatus* in *Tr. basalis* ter njuna uvrstitev na Seznam domorodnih vrst organizmov za biotično varstvo rastlin, predstavljata pomemben korak v smeri uvedbe biotičnega varstva marmorirane smrdljivke in drugih škodljivih stenec v Sloveniji.

5 ZAHVALA

Raziskava je nastala v okviru CRP projekta V4-2002 "Obvladovanje marmorirane smrdljivke (*Halyomorpha halys*) v Sloveniji", ki ga financirata ARRS in MKGP.

6 LITERATURA

- Abram, P.K., Hoelmer, K.A., Acebes-Doria, A., Andrews, H., Beers, E.H., Bergh, J.C., Bessin, R., Biddinger, D., Botch, P., Buffington, M.L., et al. 2017. Indigenous arthropod natural enemies of the invasive brown marmorated stink bug in North America and Europe. *J. Pest Sci.*, 90, 1009–1020.
- Arakawa, R., M. Miura, and M. Fujita. 2004. Effects of host species on the body size, fecundity, and longevity of *Trissolcus mitsukurii* (Hymenoptera: Scelionidae), a solitary egg parasitoid of stink bugs. *Appl. Entomol. Zool.* 39:177-181.
- Askew, R., Nieves-Aldrey, J.-L. 2004. Further Observations on Eupelminae (Hymenoptera, Chalcidoidea, Eupelmidae) in the Iberian Peninsula and Canary Islands, including descriptions of new species. *Graellsia*, 60, 27–39.
- Balusu, R., Talamas, E., Cottrell, T., Toews, M., Blaauw, B., Sial, A., Buntin, D., Fadamiro, H., Tillman, G. 2019. First record of *Trissolcus basalis* (Hymenoptera: Scelionidae) parasitizing *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) in the United States. *BDJ*, 7, e39247.

- Bariselli, M., Bugiani, R., Maistrello, L. 2016. Distribution and damage caused by *Halyomorpha halys* in Italy. EPPO Bull. 46, 332–334.
- Bosco, L., Moraglio, S.T., Tavella, L. 2018. *Halyomorpha halys*, a serious threat for hazelnut in newly invaded areas. J. Pest Sci., 91,661–670.
- Bout, A., Tortorici, F., Hamidi, R., Warot, S., Tavella, L., Thomas, M. 2021. First Detection of the Adventive Egg Parasitoid of *Halyomorpha halys* (Stål) (Hemiptera: Pentatomidae) *Trissolcus mitsukurii* (Ashmead) (Hymenoptera: Scelionidae) in France. Insects, 12 (9), 761.
- Candian, V., Pansa, G.M., Briano, M., Peano, C., Tedeschi, R., Tavella, L. 2018. Exclusion nets a promising tool to prevent *Halyomorpha halys* from damaging nectarines and apples in NW Italy. Bull. Insectol., 71, 21–30.
- Caruso, S., Vaccari, G., Vergnani, S., Raguzzoni, F., Maistrello, L. 2017. Nuove opportunità di impiego delle reti multifunzionali. L'Informatore Agrario. 15. 57-60.
- Costi, E., Haye, T., Maistrello, L. 2019. Surveying native egg parasitoids and predators of the invasive *Halyomorpha halys* in Northern Italy. J. Appl. Entomol., 143, 299–307.
- CSO Italy. 2020. Estimation of Damage from Brown Marmorated Stink Bug and Plant Pathologies Related to Climate Change. Dostopno na: www.csoservizi.com.
- Damos, P., Soulopoulou, P., Thomidis, T. 2020. First Record and Current Status of the Brown Marmorated Sting Bug *Halyomorpha halys* Damaging Peaches and Olives in Northern Greece. J. Plant Protect. Res., 60, 323–326.
- Dieckhoff, C., Tatman, K.M., Hoelmer, K.A. 2017. Natural biological control of *Halyomorpha halys* by native egg parasitoids: A multi-year survey in Northern Delaware. J. Pest Sci., 90, 1143–1158.
- Dieckhoff, C., Wenz, S., Renninger, M., Reißig, A., Rauleder, H., Zebitz, C.P.W., Reetz, J., Zimmermann, O. 2021. Add Germany to the List-Adventive Population of *Trissolcus japonicus* (Ashmead) (Hymenoptera: Scelionidae) Emerges in Germany. Insects,12(5):414.
- Haye, T., Fischer, S., Zhang, J., Garipey, T. 2015. Can native egg parasitoids adopt the invasive brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys* (Heteroptera: Pentatomidae), in Europe? J. Pest Sci. 2015, 88, 693–705.
- Iacovone, A., Masetti, A., Mosti, M., Conti, E., Burgio, G. 2022. Augmentative biological control of *Halyomorpha halys* using the native European parasitoid *Anastatus bifasciatus*: Efficacy and ecological impact. Biological Control 172.
- Johnson, N.F. 1984. Systematics of Nearctic *Telenomus*: Classification and revisions of the podisi and phymatae species groups (Hymenoptera: Scelionidae). Bull. Ohio Biol. Surv., 6, 1–113.
- Johnson, N.F. 1985. Systematics of new world *Trissolcus* (Hymenoptera: Scelionidae): Species related to *T. basalis*. Can. Entomol., 117, 431–445.
- Jones, A.L., Jennings, D.E., Hooks, C.R.R., Shrewsbury, P.M. 2017. Field Surveys of Egg Mortality and indigenous egg parasitoids of the brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys*, in ornamental nurseries in the Mid-Atlantic Region of the USA. J. Pest Sci., 90, 1159–1168.
- Laznik, Ž. & Trdan, S. 2021. Management methods for marmorated stink bug (*Halyomorpha halys* [Stål, 1855], Hemiptera, Pentatomidae). Acta agriculturae Slovenica 117, 1–11.
- Leskey, T.C., Short, B.D., Butler, B.R., Wright, S.E. 2012. Impact of the invasive brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys* (Stål), in mid-Atlantic tree fruit orchards in the United States: Case studies of commercial management. J. Entomol. 2012, 535062.
- Maistrello, L., Vaccari, G., Caruso, S., Costi, E., Bortolini, S., Macavei, L., Foca, G., Ulrici, A., Bortolotti, P.P., Nannini, R., et al. 2017. Monitoring of the invasive *Halyomorpha halys*, a new key pest of fruit orchards in Northern Italy. J. Pest Sci., 88, 37–47.
- Moraglio, S.T., Tortorici, F., Pansa, M.G., Castelli, G., Pontini, M., Scovero, S., Visentin, S., Tavella, L. 2020. A 3-year survey on parasitism of *Halyomorpha halys* by egg parasitoids in Northern Italy. J. Pest Sci., 93, 183–194.
- Morrison, W.R., Blaauw, B.R., Short, B.D., Nielsen, A.L., Bergh, J.C., Krawczyk, G., Park, Y.L., Butler, B., Khrimian, A., Leskey, T.C. 2018. Successful management of *Halyomorpha halys* (Hemiptera:Pentatomidae) in commercial apple orchards with an attract-and-kill strategy. Pest Manag. Sci. 2018, 75, 104–114.

- Murvanidze, M., Krawczyk, G., Inasaridze, N., Dekanoidze, L., Samsonadze, N., Macharashvili, M., Khutsishvili, S., Shengelaia, S. 2018. Preliminary data on the biology of brown marmorated stink bug *Halyomorpha halys* (Hemiptera, Pentatomidae) in Georgia. *Tur. J. Zool.*, 42, 6.
- Peng, L., Gibson, G.A.P., Tang, L.U., Xiang, J. 2020. Review of the Species of *Anastatus* (Hymenoptera: Eupelmidae) Known from China, with description of two new species with *Brachypterous* females. *Zootaxa*, 4767, 351–401.
- Ribeiro, A.V., Holle, S.G., Hutchison, W.D., Koch, R.L. 2021. Lethal and Sublethal Effects of Conventional and Organic Insecticides on the Parasitoid *Trissolcus japonicus*, a Biological Control Agent for *Halyomorpha halys*. *Frontiers in Insect Science*, 1.
- Rice, K.B., Bergh, C.J., Bergmann, E.J., Biddinger, D.J., Dieckhoff, C., Dively, G., Fraser, H., Garipey, T., Hamilton, G., Haye, T., et al. 2014. Biology, ecology, and management of brown marmorated stink bug (Hemiptera: Pentatomidae). *J. Integr. Pest Manag.* 5.
- Rot, M., Devetak, M., Carlevaris, B., Žežlina, J., Žežlina, I. 2018. First record of brown marmorated stink bug (*Halyomorpha halys* (Stål, 1855)) (Hemiptera: Pentatomidae) in Slovenia. *Acta entomologica slovenica*, ISSN 1318-1998, jun. 2018, vol. 26, št. 1, str. 5-12, ilustr., zvd.
- Rot, M., Devetak, M., Žigon, P., Ferlež Rus, A., Matko, B., Peterlin, A. 2019. Marmorirana smrdljivka (*Halyomorpha halys* (Stål, 1855)) [Hemiptera, Pentatomidae]; pojav in razširjenost nove invazivne, tujerodne stenice v Sloveniji. In *Proceedings of the Zbornik Predavanj in Referatov 14. Slovenskega Posvetovanja o Varstvu Rastlin z Mednarodno Udeležbo*, Maribor, Slovenia, 5–6 March 2019; Trdan, S., Ed.; Društvo za Varstvo Rastlin Slovenije: Ljubljana, Slovenia, 2019; pp. 134–141.
- Rot, M. 2020. Poročilo o sistematičnem spremljanju pojava marmorirane smrdljivke (*Halyomorpha halys*) na območju Slovenije v letu 2019; Poročilo o izvedbi strokovnih nalog s področja zdravstvenega varstva rastlin za leto 2019. Nova Gorica 2020. Kmetijsko gozdarski zavod Nova Gorica (neobjavljeno).
- Rot, M., Žežlina, I., Devetak, M., Rak Cizej, M., Poličnik, F., Koron, D., Cvelbar Weber, N., Modic, Š., Žigon, P., Novljan, M., Razinger, J., De Groot, M., Kavčič, Andreja. 2021. Strokovna priporočila za obvladovanje plodove vinske mušice : *Drosophila suzukii* (Matsumura). [s. l.: s. n., 2021]. 1 spletni vir (1 datoteka PDF (36 str.)), ilustr. <https://www.ivr.si/wp-content/uploads/2020/07/Priporocila-za-zatiranje-PVM-KONCNA.pdf>.
- Roversi, P.F., Marianelli, L., Costi, E., Maistrello, L., Sabbatini, P.G. 2016. Searching for native egg-parasitoids of the invasive alien species *Halyomorpha halys* (Stål) (Heteroptera: Pentatomidae) in Southern Europe. *Redia*, 99, 63–70.
- Sabbatini-Peverieri, G.S., Talamas, E., Bon, M.C., Marianelli, L., Bernardinelli, I., Malossini, G., Benvenuto, L., Roversi, P.F., Hoelmer, K. 2018. Two asian egg parasitoids of *Halyomorpha halys* (Stål) (Hemiptera, Pentatomidae) emerge in Northern Italy: *Trissolcus mitsukurii* (Ashmead) and *Trissolcus japonicus* (Ashmead) (Hymenoptera, Scelionidae). *J. Hymenopt. Res.* 2018, 67, 37–53.
- Sabbatini-Peverieri, G.S., Mitroiu, M.-D.; Bon, M.-C., Balusu, R., Benvenuto, L., Bernardinelli, I., Fadamiro, H., Falagiarda, M., Fusu, L., Grove, E., et al. 2019. Surveys of stink bug egg parasitism in Asia, Europe and North America, morphological taxonomy, and molecular analysis reveal the Holarctic distribution of *Acroclisoides sinicus* (Huang & Liao) (Hymenoptera, Pteromalidae). *J. Hymenopt. Res.* 2, 74, 123–151.
- Sabbatini-Peverieri, G. Giovannini, L., Benvenuti, C., Madonni, L., Hoelmer, K.A., Roversi, P.F. et al. 2020. Characteristics of the meconia of European egg parasitoids of *Halyomorpha halys*. *J. Hymenopt. Res.* 77, 187–201.
- Stahl, J.M., Babendreier, D., Marazzi, C., Caruso, S., Costi, E., Maistrello, L., Haye, T. 2019. Can *Anastatus bifasciatus* Be Used for Augmentative Biological Control of the Brown Marmorated Stink Bug in Fruit Orchards? *Insects*, 10, 108.
- Stahl, J., Tortorici, F., Pontini, M., Bon, M.-C., Hoelmer, K., Marazzi, C., Tavella, L., Haye, T. 2019. First discovery of adventive populations of *Trissolcus japonicus* in Europe. *J. Pest Sci.*, 92, 371–379.
- Talamas, E.J., Johnson, N.F., Buffington, M. 2015. Key to Nearctic species of *Trissolcus* Ashmead (Hymenoptera, Scelionidae), Natural enemies of native and invasive stink bugs (Hemiptera, Pentatomidae). *J. Hymenopt. Res.*, 43, 45–110.

- Talamas, E.J., Buffington, M.L., Hoelmer, K. 2017. Revision of Palearctic *Trissolcus* Ashmead (Hymenoptera, Scelionidae). J. Hymenopt. Res., 56, 3–185.
- Vétek, G., Korányi, D. 2017. Severe damage to vegetables by the invasive brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae), in Hungary. Period. Biol., 119, 131–135
- Yang, Z.-Q., Yao, Y.-X., Qiu, L.-F., Li, Z.-X. 2009. A new species of *Trissolcus* (Hymenoptera: Scelionidae) parasitizing eggs of *Halyomorpha halys* (Heteroptera: Pentatomidae) in China with comments on its biology. Ann. Entomol. Soc. Am., 102, 39–47.
- Zapponi, L., Bon, M.C., Fouani, J.M., Anfora, G., Schmidt, S., Falagiarda, M. 2020. Assemblage of the Egg Parasitoids of the Invasive Stink Bug *Halyomorpha halys*: Insights on Plant Host Associations. Insects, 11, 588.
- Zhang, J., Zhang, F., Garipey, T., Mason, P., Gillespie, D., Talamas, E., Haye, T. 2017. Seasonal parasitism and host specificity of *Trissolcus japonicus* in northern China. J. Pest Sci., 90, 1127–1141.

PREUČEVANJE UČINKOVITOSTI PRIVABILNIH POSEVKOV IN OKOLJSKO SPREJEMLJIVIH PRIPRAVKOV ZA ZATIRANJE MARMORIRANE SMRDLJIVKE (*Halyomorpha halys* [Stål], Hemiptera, Pentatomidae) V SADOVNJAKU

Luka BATISTIČ¹, Tanja BOHINC², Stanislav TRDAN³

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Ljubljana

IZVLEČEK

V letu 2021 smo izvedli poljski poskus, kjer smo preučevali različne okoljsko sprejemljive metode za zatiranje marmorirane smrdljivke (*Halyomorpha halys* [Stål]). Preučevali smo privabilnost štirih posevkov (sončnice, soje, lucerne in sirka) ter učinkovitost treh okoljsko sprejemljivih pripravkov. Uporabili smo sredstvi Botanigard WP in Nemaplus[®], ki temeljita na biotičnih agensih (*Beauveria bassiana* in *Steinernema feltiae*) ter sredstvo NeemAzal – T/S, ki temelji na izvlečku rastline *Azadirachta indica*. Za namen preverjanja učinkovitosti sredstev smo določili tudi negativno kontrolo (brez uporabe fitofarmaceutskih sredstev) in pozitivno kontrolo (uporaba sredstva Karate Zeon 5 CS). Poskus smo postavili ob sadovnjaku jablane (*Malus domestica* Borkh.) v Mirnu na Primorskem. Poskus smo pred začetkom razdelili na dva dela. Pri prvem delu smo poskusno zemljišče razdelili v tri bloke, znotraj katerih smo posejali štiri vrste privabilnih posevkov, z namenom privabljanja marmorirane smrdljivke. Posejali smo sončnice (*Helianthus annuus*), sojo (*Glycine max*), sirek (*Sorghum bicolor*) in lucerno (*Medicago sativa*). V 10- dnevni intervalih smo med rastno dobo spremljali številčnost marmorirane smrdljivke (odrasli osebki, jajčna legla, ličinke) na privabilnih posevkih, v primerjavi z glavno rastlinsko vrsto – jablano. V drugem (ločenem) delu poskusa smo preučevali učinkovitost treh okoljsko sprejemljivih pripravkov za zatiranje preučevanega škodljivca na sončnicah, soji, sirku in lucerni. V poskus smo vključili pet različnih obravnavanj, in sicer pripravek Botanigard WP, Nemaplus[®], NeemAzal – T/S, negativno kontrolo in pozitivno kontrolo. Omenjene pripravke smo na privabilne posevke nanašali v 10-dnevni intervalih. Številčnost marmorirane smrdljivke (odrasli osebki, ličinke, jajčna legla) smo ugotavljali pred škropljenjem in 2-3 dni po škropljenju. V prispevku predstavljamo sezonsko dinamiko škodljivca, in sicer v prvem delu poskusa, kjer smo ugotovljali tudi največjo privabilnost specifične vrste posevka. V drugem delu poskusa predstavljamo rezultate z okoljsko sprejemljivimi pripravki, pri katerih nismo ugotovili razlik v delovanju na različne razvojne stadije marmorirane smrdljivke. Nobeden od preučevanih pripravkov ni zagotovil zadovoljivega delovanja pri zatiranju škodljivca.

52

¹ znan. sod. mag., Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana, e-mail: luka.batistic@bf.uni-lj.si

² asist. dr., prav tam

³ prof. dr., prav tam

Ključne besede: marmorirana smrdljivka, privabilni posevki, sončnice, soja, lucerna, sirek, okoljsko sprejemljiva fitofarmacevtska sredstva, Botanigard WP, Neemazal – T/S, Nemaplus®

ABSTRACT

TESTING THE EFFICACY OF TRAP CROPS AND ENVIRONMENTALLY ACCEPTABLE PLANT PROTECTION PRODUCTS FOR CONTROLLING BROWN MARMORATED STINK BUG (*Halymorpha halys* [Stål], Hemiptera, Pentatomidae) IN AN APPLE ORCHARD

53

In 2021, we have conducted a field experiment in the vicinity of Miren, a village in Slovenia, located near the Italian border. We examined the use of four different crops - soybean (*Glycine max*), sunflower (*Helianthus annuus*), alfalfa (*Medicago sativa*) and sorghum (*Sorghum bicolor*) - as a potential trap crops for the invasive pest *H. halys*. The research also included testing of three plant protection products (Nemaplus®, Botanigard WP and NeemAzal-T/S) on four trap crops as a method of control of *Halymorpha halys*. We divided the experiment into two different parts. In the first part we divided the experimental area into three blocks, within which we sowed the above mentioned crops in a predetermined order, so that there were all 4 crops in each block. Then we conducted monitoring of the abundance of the pest (egg clusters, larvae and adults) on each crop at 10-day intervals. We also compared the results to the main plant species – apple tree (*Malus domestica*) on which we also conducted abundance monitoring (6 selected trees located on the edge of the orchard). In the second (separate) part of the experiment we studied the effectiveness of three plant protection products on soybean, sunflowers, alfalfa and sorghum against *H. halys*. In the experiment we included five different treatments, namely Nemaplus®, Botanigard WP, NeemAzal-T/S, negative control and positive control. The plant protection products were applied on trap crops at 10-day intervals. We also determined the abundance of the pest (egg clusters, larvae and adults) before the treatment and 2-3 days after treatment. On both experimental parts we also recorded the growth stages of all four trap crops. In the paper we will present the seasonal occurrence and dynamics of the pest as part of the first part of the experiment, where we have found that the greatest attractiveness was achieved by sorghum plants, followed by sunflower, soybean and alfalfa. An increase of the number of the pest was recorded when most crops entered the growth stage of the development of the fruit. We concluded that the occurrence of the pest is also related to the growth stage of the crop. In the second part of the experiment we did not find any differences in the effectiveness of three environmentally acceptable plant protection products against all monitored developmental stages of the pest, and also none of them showed any satisfactory efficacy in insect pest control.

Key words: brown marmorated stink bug, trap crops, sunflower, soybean, alfalfa, sorghum, environmentally acceptable plant protection products, Botanigard WP, Neemazal – T/S, Nemaplus®

1 UVOD

Zaradi pojava vse večjega števila novih vrst tujerodnih škodljivih organizmov, se poskuša pridobiti nova znanja in metode, ki bi pripomogle k njihovemu uspešnemu zatiranju. Eden izmed teh škodljivcev je tudi marmorirana smrdljivka (*Halyomorpha halys* [Stål]). Stenica je polifag, z visoko reprodukcijsko sposobnostjo, širokim naborom gostiteljskih rastlin in sposobnostjo hitrega širjenja (letenje, mednarodna trgovina, transport, slepi potnik). Dandanes je škodljivec v Evropi že zelo razširjen in zastopan skoraj v večini držav EU (Dioli in sod., 2016; Batistič, 2019). Dosedanji načini zatiranja omenjenega škodljivca z uporabo insekticidov so učinkoviti, vendar ne predstavljajo trajne rešitve problema. S spremljanjem populacijske dinamike škodljivca na privabilnih posevkih in primarni gostiteljski rastlini (jablani) smo poskušali pridobiti podatke o sezonski številčnosti in dinamiki škodljivca na območju Goriške. Preučevali smo tudi učinkovitost privabljanja stenice *H. halys* na privabilne posevke (sončnice, sirek, lucerna in soja). Privabilni posevki se uporabljajo z namenom privabljanja nekega škodljivega organizma na te rastline, istočasno pa poskušamo zmanjšati njegovo številčnost na določeni glavni rastlinski vrsti (jablana) (Hokkanen 1991; Soergel in sod., 2015; Nielsen in sod., 2016; Mathews in sod., 2017). Preučevali smo tudi učinkovitost treh okoljsko sprejemljivih fitofarmaceutskih sredstev, katerih aktivne snovi so predstavljale entomopatogene ogorčice, entomopatogene glive in rastlinski izvleček (azadirahтин). V poskusu smo poskušali poiskati učinkovito alternativno rešitev za učinkovito privabljanje in zatiranje stenice *H. halys*.

54

2 MATERIALI IN METODE

2.1 Poljski poskus

Poskus smo izvedli leta 2021 na območju vasi Miren, tik ob nasadu jablan lokalnega sadjarja. Sadovnjak je obsegal skupno sedem vrst jablan. V dolžino je meril okrog 120 m, v širino pa dobrih 40 m. Pridelovalec v času izvajanja poskusa ni uporabljal nobenih fitofarmaceutskih sredstev. Edina sredstva, ki smo jih tekom sezone uporabljali, so bila tista, ki smo jih izbrali za poskus.

2.2 Privabilni posevki

V poskusu smo za namene določanja privabilnosti med posevki uporabili sledeče vrste in sorte posevkov: sončnice sorte 'RGT Wolf', sojo sorte 'Atacama', sirek sorte 'KWS Frisquet' in lucerno sorte 'Soča'. Vse privabilne posevke smo za namene poskusa sejali podobno. Lucerno smo posejali počez na vnaprej določeni površini. Ostale posevke pa smo posejali v 3 vrste, katerih medvrstna razdalja je znašala 75 cm, razdalja v vrsti pa je bila med 30 in 50 cm.

2.3 Okoljsko sprejemljiva fitofarmaceutska sredstva

V poskusu smo preučevali tudi učinkovitost zatiranja stenice *H. halys* s sredstvi Botanigard WP (katerega aktivna snov je *Beauveria bassiana*), Nemaplus® (a. s. *Steinernema feltiae*) in NeemAzal – T/S (a.s. azadirahтин). Uporabili smo tudi sredstvo

Karate Zeon 5 CS (a. s. lambda-cihalotrin), ki je služilo kot preverjeno zatiralno sredstvo proti stenici v pozitivni kontroli poskusa.

2.4 Zasnova poljskega poskusa

Poskus smo izvedli na zemljišču tik ob sadovnjaku. Marmorirana smrdljivka velja za škodljivca, ki se zadržuje ob robovih sadovnjaka in se tudi zelo intenzivno premešča (Rice in sod., 2014), zato smo pri zasnovi poskusa to upoštevali in poskušali pokriti čim večjo površino, da bi bile ocene privabilnosti čim bolj objektivne.

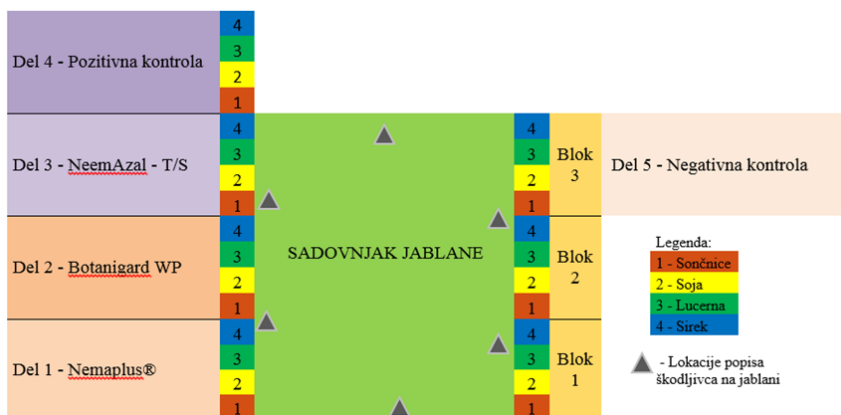
Na poskusni lokaciji smo izvedli dva ločena poskusa. Prvi poskus smo zasnovali levo od sadovnjaka (v nadaljevanju levi poskus), drugi poskus pa desno od sadovnjaka (v nadaljevanju desni poskus). Dolžina obeh je znašala pribl. 120 m, širina pa dobra 2 m. Skupna površina obeh poskusnih površin je znašala dobrih 520 m².

V desnem poskusu smo izvajali popis fenofaz privabilnih posevkov in spremljanje pojavnosti škodljivca. Parcela v desnem poskusu je bila razdeljena na 3 bloke. Dolžina vsakega bloka je znašala okrog 40 m. V vsakem bloku smo določili po 4 obravnavanja (4 različne vrste privabilnih posevkov), ki so si vedno sledila v enakem zaporedju (slika 1). Dolžina parcele vsakega od obravnavanj je tako znašala okrog 10 m.

V levem poskusu smo izvajali testiranje (preučevanje učinkovitosti) izbranih pripravkov za zatiranje škodljivca in popis fenofaz privabilnih posevkov. Parcelo smo razdelili na 4 dele, vsako od njih pa še na 4 manjše dele (4 različne vrste privabilnih posevkov). V prvem delu levega poskusa smo uporabljali pripravek Nemaplus®, v drugem pripravek Botanigard WP in v tretjem pripravek NeemAzal – T/S. Na samem koncu levega poskusa smo postavili še četrti del, ki je služil kot pozitivna kontrola. Peti del je predstavljal negativna kontrola v 3. bloku v desnem poskusu (slika 1).

Na sliki 1 so prikazane tudi lokacije popisa marmorirane smrdljivke na drevesih jablane. Pojavnost škodljivca smo na glavni rastlinski vrsti spremljali na 6 drevesih ob robovih celotnega nasada (slika 1).

55



Slika 1: Shema poljskega poskusa v Mirnu leta 2021.

2.5 Pridobivanje podatkov

Pojavnost škodljivca smo ocenjevali z dvema različnima metodama. Uporabili smo metodo vizualnega pregleda rastlin, s katero smo ocenili pojavnost škodljivca na jablani, sirku, sončnicah in soji ter metodo lova z metuljnico, katero smo uporabili na posevku lucerne. V desnem poskusu smo beležili razvojne faze posamezne vrste posevka, in sicer od 5. maja do 25. oktobra. Beležili smo tudi pojavnost/številčnost škodljivca po razvojnih fazah (jajčeca, ličinke in odrasli) na prej omenjenih privabilnih posevkih in jablani od 25. junija do 25. oktobra. Tako fenofaze kot pojavnost škodljivca smo na posevkih ocenjevali v 10-dnevnih intervalih.

V levem poskusu smo pojavnost stenic ocenjevali od 7. julija do 5. septembra. Izvajali smo namreč testiranje (preučevanje učinkovitosti) izbranih fitofarmaceutskih sredstev za zatiranje škodljivca na izbranih privabilnih posevkih. Številčnost/prisotnost škodljivca smo beležili pred škropljenjem ter 2-3 dni po škropljenju v 10-dnevnih intervalih. V obdobju poteka poskusa nismo upoštevali omejitve števila nanosa sredstev v eni rastni dobi.

2.6 Statistična analiza

Za namen obdelave podatkov smo uporabili program Statgraphics Centurion XVII. Desni poskus je bil izveden v bločni zasnovi, levi pa v zasnovi velikih demonstracijskih poskusov (angl. large plot demonstration trial). V obeh poskusih smo z večfaktorsko analizo variance (MANOVA) naredili generalno statistično analizo, z enosmerno analizo variance (ANOVA) pa smo izračunali statistične razlike znotraj posameznih faktorjev v poskusu. V desnem poskusu so bili dejavniki v večfaktorski analizi datum štetja, vrsta privabilnega posevka, razvojni stadij škodljivca in blok, v levem poskusu pa v enaki analizi datum štetja, vrsta privabilnega posevka, razvojni stadij škodljivca in vrsta uporabljenega pripravka (tudi negativna kontrola). V obeh poskusih smo z enosmerno analizo variance izračunali statistične razlike znotraj posameznih dejavnikov v poskusu (v desnem poskusu npr. številčnost različnih razvojnih stadijev škodljivca na različnih privabilnih posevkih na določen datum pri uporabi določenega pripravka).

Pri obeh analizah smo z Newman-Keulsovim preizkusom mnogoterih primerjav ($P \leq 0,05$) statistično ovrednotili razlike v povprečnem številu različnih razvojnih stadijev marmorirane smrdljivke na posameznem obravnavanem privabilnem posevku (torej po obravnavanju) ter tudi na primarni gostiteljski rastlini, jablani. Rezultate poskusa smo grafično prikazali s programom MS Excel.

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

3.1 Fenofaze privabilnih posevkov

Opazimo lahko, da smo popis začeli, ko je večina rastlin, z izjemo lucerne, že prešla fenofazo vznika in da so se po 5. 5. 2021 rastline že nahajale v fazi razvoja listov. Vegetativni del razvoja se je po naših ocenah nadaljeval vse do konca junija (25. 6. 2021). S 5. 7. 2021 so vse rastline prestopile v generativni del razvoja (začetek s cvetenjem). S 25. 7. 2021 do 5. 8. 2021 pa je sledil prehod v fenofazo razvoja plodu in semen, ki je bil pri vseh posevkih dokaj uniformen, ter za preučevanega škodljivca ena izmed bolj privabilnih fenofaz posevkov. Razvojni stadij zorenja plodov in semen je po

naših ocenah nastopil s 15. 8. 2021. Po 15. 9. 2021 pa so rastline večine posevkov pričele propadati.

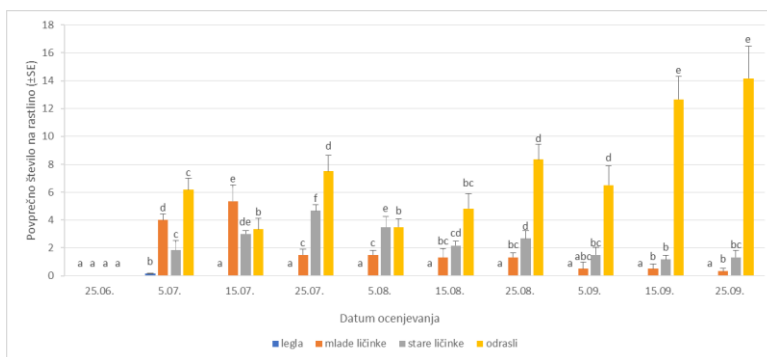
Preglednica 1: Ocene fenofaz privabilnih posevkov v obdobju poteka poskusa (BBCH – sončnice, soja in sirek; Indeks vegetativne stopnje – lucerna).

| DATUM | FENOFAZE PRIVABILNIH POSEVKOV | | | |
|--------------|-------------------------------|-------------|-----------------|---------------|
| | Sončnice | Soja | Lucerna | Sirek |
| 5. 5. 2021 | 11 | 10 0 | 0 | 11 |
| 15. 5. 2021 | 13 - 14 | 10 1 | 0 | 13 |
| 25. 5. 2021 | 16 - 17 | 10 2 | 0 | 14 - 15 |
| 5. 6. 2021 | 20 - 30 | 10 4 | 1 | 19 - 21 |
| 15. 6. 2021 | 35 - 38 | 20 2 - 22 3 | 1 do 2 | 31 |
| 25. 6. 2021 | 53 - 55 | 40 9 - 50 1 | 2 do 3 | 41 |
| 5. 7. 2021 | 59 - 61 | 63 - 64 | 3 | 49 - 57 |
| 15. 7. 2021 | 67 | 67 - 69 | 4 | 61 - 65 |
| 25. 7. 2021 | 69 - 71 | 73 | 5 do 6 | 71 - 73 |
| 5. 8. 2021 | 73 - 75 | 77 | 6 do 7 | 75 - 77 |
| 15. 8. 2021 | 79 - 80 | 80 | 8 | 83 - 85 |
| 25. 8. 2021 | 83 | 82 | 9 | 87 - 89 |
| 5. 9. 2021 | 85 - 87 | 86 | 9+ | 92 in 61 |
| 15. 9. 2021 | 89 | 89 | 9+ in (1) | 99 in 69 - 71 |
| 25. 9. 2021 | 97 | 91 | propad in (1) | 99 in 73 - 75 |
| 5. 10. 2021 | 97 | 93 | propad in (1) | 99 in 75 |
| 15. 10. 2021 | 97 | 94 | propad in (2) | 99 in 77 - 80 |
| 25. 10. 2021 | 97 | 96 | propad in (2-3) | 99 in 83 - 85 |

57

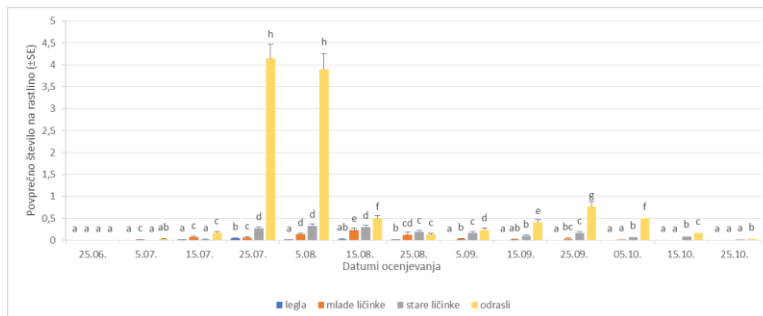
3.2 Zastopanost marmorirane smrdljivke na jablani in privabilnih posevkih

3.2.1 Jablana

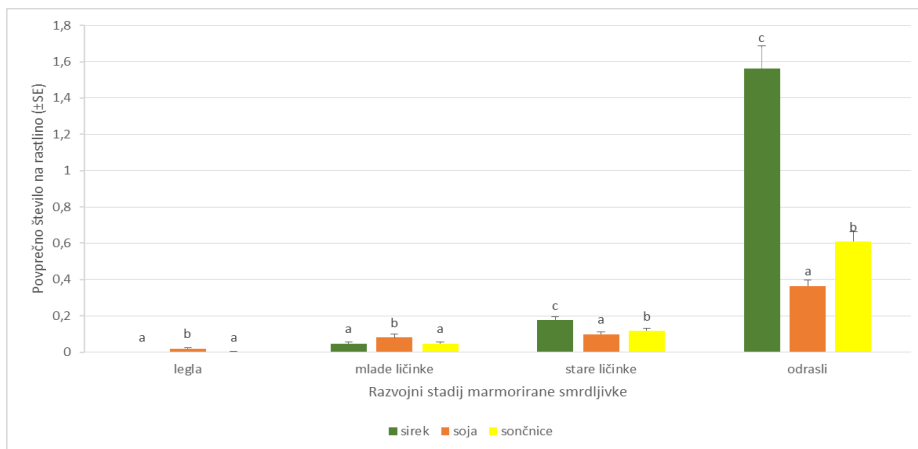


Slika 2: Povprečno število (\pm SE) različnih razvojnih stadijev marmorirane smrdljivke na drevesih jablane glede na datum ocenjevanja; Miren, 2021.

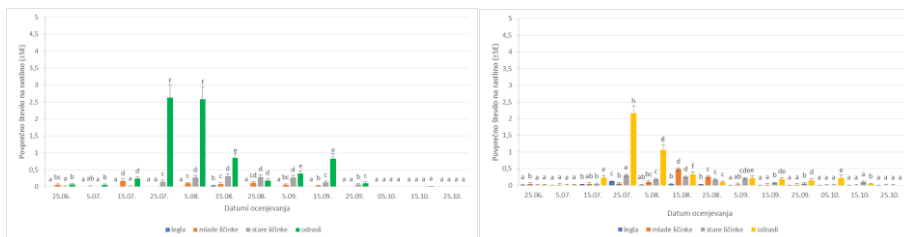
3.2.2 Privabilni posevki



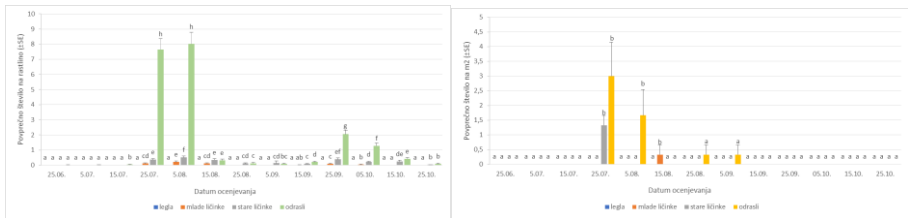
Slika 3: Povprečno število (\pm SE) različnih razvojnih stadijev marmorirane smrdljivke na rastlino privabilnega posevka (sirka, soje in sončnice) glede na datum ocenjevanja; Miren, 2021.



Slika 4: Povprečno število (\pm SE) različnih razvojnih stadijev marmorirane smrdljivke na rastlino privabilnih posevkov sirka, soje in sončnice; Miren, 2021.



Slika 5: Povprečno število (\pm SE) različnih razvojnih stadijev marmorirane smrdljivke na sončnicah (\pm SE) glede na datum ocenjevanja; Miren, 2021 (levo); povprečno število (\pm SE) različnih razvojnih stadijev marmorirane smrdljivke na soji glede na datum ocenjevanja; Miren, 2021 (desno).

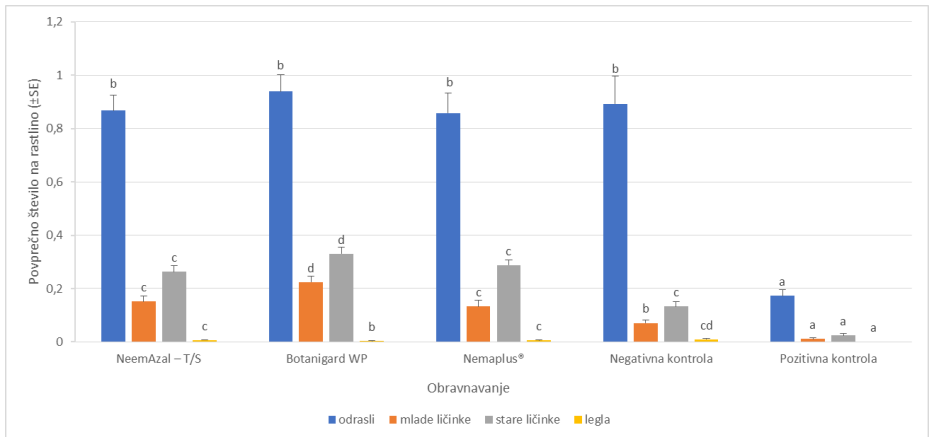


Slika 6: Povprečno število (\pm SE) različnih razvojnih stadijev marmorirane smrdljivke na sirku glede na datum ocenjevanja; Miren, 2021 (levo); povprečno število (\pm SE) različnih razvojnih stadijev marmorirane smrdljivke na m² lucerne glede na datum ocenjevanja; Miren, 2021 (desno).

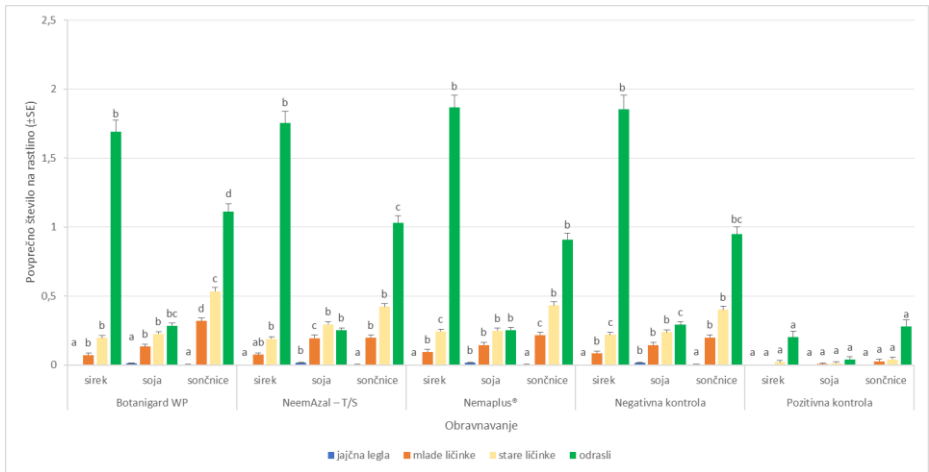
3.3 Učinkovitost pripravkov na privabilnih posevkih

3.3.1 Učinkovitost pripravkov na sirku, soji in sončnicah

59



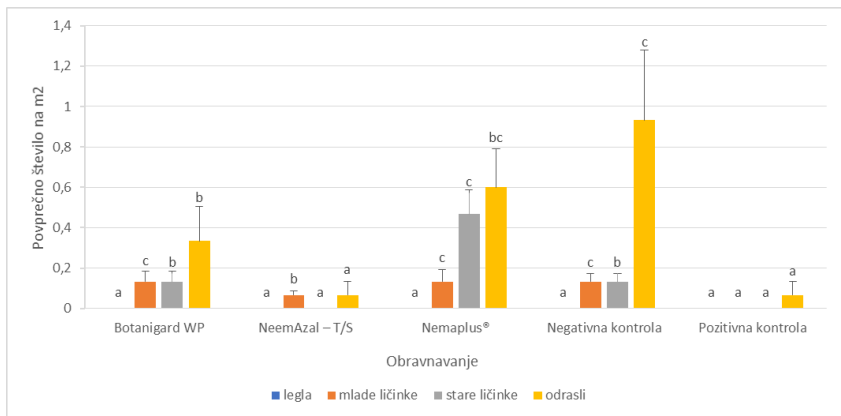
Slika 7: Povprečno število (\pm SE) različnih razvojnih stadijev marmorirane smrdljivke (odrasli, mlade ličinke, stare ličinke in legla) na vseh privabilnih posevkih skupaj glede na obravnavanje; Miren, 2021.



Slika 8: Povprečno število (\pm SE) različnih razvojnih stadijev marmorirane smrdljivke na privabilnih posevkih sirka, soje in sončnice, glede na obravnavanje; Miren, 2021.

3.3.2 Učinkovitost pripravkov na lucerni

60



Slika 9: Povprečno število (\pm SE) različnih razvojnih stadijev marmorirane smrdljivke na m² lucerne glede na obravnavanje; Miren, 2021.

4 SKLEPI

Največje število osebkov marmorirane smrdljivke smo med vsemi rastlinskimi vrstami v poskusu zabeležili na jablani (primarni gostitelj). Med izbranimi privabilnimi posevki je bil za marmorirano smrdljivko najbolj privabilen sirek. Menimo, da ga uporablja predvsem za prehrano (nismo našli jajčnih legel ter majhno število ličink). Sirku po

privabilnosti sledi sončnica, saj se je izkazala kot rastlinska vrsta, ki privablja stenico skozi celotno rastno dobo in ne samo v fenofazi razvoja plodu. Sojo smo postavili na tretje mesto, saj smo na tej rastlini opazili največ jajčnih legel in ličink, kot zadnjo smo uvrstili lucerno.

Z našimi rezultati smo potrdili hipotezo o razlikah v privabilnosti in pojavljanju stenice med posameznimi privabilnimi posevki. Potrdili smo tudi statistično značilne razlike v pojavljanju marmorirane smrdljivke med preučevanimi posevki. Pri drugem poskusu nismo ugotovili signifikantnih razlik v pojavnosti škodljivca v obravnavanjih Botanigard WP, NeemAzal – T/S in Nemaplus®. Ugotavljamo tudi, da nismo ugotovili večjih razlik med preučevanimi sredstvi v primerjavi z negativno kontrolo, zato predvidevamo, da izbrana okoljsko sprejemljiva sredstva ne delujejo zatiralno in so torej neučinkovita proti marmorirani smrdljivki. Edino obravnavanje s signifikantno manjšim številom vseh ocenjenih stadijev škodljivca je bila pozitivna kontrola.

5 LITERATURA

- Batistič L. 2019: Predstavitev marmorirane smrdljivke (*Halyomorpha halys* [Stål], Hemiptera, Pentatomidae) in možnosti njenega zatiranja. Diplomsko delo, Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta: 21 str.
- Dioli P., Leo P., Maistrello L. 2016: Prime segnalazioni in Spagna e in Sardegna della specie aliena *Halyomorpha halys* (Stål, 1855) e note sulla sua distribuzione in Europa (Hemiptera: Pentatomidae). *Rev.Gaditana Entomol.* 7, 1: 539-548.
- Hokkanen H. M. T., 1991: Trap cropping in pest management. *Annu. Rev.Entomol.*, 36: 119-138.
- Mathews C. R., Blaauw B., Dively G., Kotcon J., Moore J., Ogburn E., Pfeiffer D. G., Trope T., Walgenbach J. F., Welty C., Zinati G., Nielsen A. L. 2017. Evaluating a polyculture trap crop for organic management of *Halyomorpha halys* and native stink bugs in peppers. *J.Pest Sci.* 90: 1245-1255.
- Nielsen A. L., Dively G., Pote J. M., Zinati G., Mathews C. 2016: Identifying a potential trap crop for a novel insect pest, *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae), in organic farms. *Environ. Entomol.* 45, 2: 472-478.
- Rice K. B., Bergh C. J., Bergmann E. J., Biddinger B. J., Dieckhoff C., Dively G., Fraser H., Garipey T., Hamilton G., Haye T., Herbert A., Hoelmer K., Hooks C. R., Jones A., Krawczyk G., Kuhar T., Martinson H., Mitchell W., Nielsen A. L., Pfeiffer D. G., Raupp M. J., Rodriguez-Saona C., Shearer P., Shrewsbury P., Venugopal P. D., Whalen J., Wiman N. G., Leskey T. C., Tooker J. F. 2014. Biology, ecology and management of brown marmorated stink bug (Hemiptera: Pentatomidae). *Journal of Integrated Pest Management*, 5, 3: 1-13
- Soergel D. C., Ostiguy N., Fleischer S. J., Troyer R. R., Rajotte E. G., Krawczyk G. 2015: Sunflower as a potential trap crop of *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) in pepper fields. *Environ. Entomol.* 44, 6: 1581-1589.

MOŽNOST ZATIRANJA MARMORIRANE SMRDLJIVKE (*Halyomorpha halys* [Stål]) V NASADIH JABLAN Z EKOLOŠKO PRIDELAVO

Mario LEŠNIK¹, Anja PRELOŽNIK², Andrej PAUŠIČ³

¹⁻³ Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede, Hoče

IZVLEČEK

Na podlagi izkušenj, pridobljenih v poljskem poskusu in opazovanj v sadovnjakih po Sloveniji, podajamo informacije o možnih kemičnih konceptih zatiranja stenice marmorirane smrdljivke, v nasadih jablan z ekološko pridelavo. V poskusu v sadovnjaku v Šempetru pri Novi Gorici smo analizirali dinamiko pojava poškodb in populacije odraslih osebkov in ličink, v obdobju od sredina aprila do konca oktobra pri štirih sortah jablan. Z uporabo pripravkov na podlagi piretrina in azadirachtina ter nekaterih repelentnih pripravkov (Wetcit - eterično olje agrumov), Pipper (izvleček čilija - kapsicin), Vegex beta (rastlinsko milo iz izvlečkov 3 različnih rastlin), FOS soap (rastlinsko milo iz izvlečkov rastlin), Coccana (kokosovo milo), Cutisan (kaolin) ter Curatio (žvepleno-apnena brozga) smo ob izredno velikem pritisku škodljivca uspeli zmanjšati delež plodov s poškodbami za 78 % (iz 36,5 % v kontroli brez zatiranja na 8 % pri tretiranih drevesih).

Ključne besede: jablana, insekticidi, marmorirana smrdljivka, zatiranje

ABSTRACT

POSSIBILITIES OF CONTROLLING THE BROWN MARMORATED STINK BUG (*Halyomorpha halys* [Stål]) IN APPLE ORCHARDS WITH ORGANIC PRODUCTION

Based on the experience gained in a field experiment and observations in orchards across Slovenia, we provide information on possible chemical concepts for the control of marmorated stink bug in apple orchards with organic production. In an experiment in the orchard in Šempeter near Nova Gorica, we analyzed the dynamics of the occurrence of fruit damage and the population of adult specimens and larvae, in the period from mid-April to the end of October in four apple varieties. Using preparations based on pyrethrin, azadirachtin and some repellent preparations; Wetcit - citrus essential oil, Pipper (chili extract - capsicin), Vegex beta (vegetable soap from extracts of 3 different plants), FOS soap (vegetable soap from plant extracts, Coccana (coconut soap), Cutisan (kaolin) and Curatio (sulfur-lime slurry), we were able to reduce the proportion of damaged fruits by 78% (from 36.5% in the control plots without stink bug suppression to 8% in treated trees), under extremely high pest pressure.

¹ prof. dr., Pivola 10, SI-2311 Hoče, e-pošta: mario.lesnik@um.si

² študent FKBV-UM

³ viš. pred., dr., prav tam

Key words: apple tree, insecticides, brown marmorated stink bug, suppression

1 UVOD

V aprilu 2017 je bila v Šempetru pri Novi Gorici pri nas prvič najdena invazivna vrsta stenice *Halyomorpha halys* (marmorirana smrdljivka MS). Stenica MS je polifagna vrsta in se med drugim hrani s številnimi sadnimi vrstami. V več krajih po Sloveniji smo jo odkrili tudi v ekoloških in integriranih nasadih jablan. Populacije so že toliko narasle, da je potrebno zatiranje, ki pa je težavno, saj imamo zelo omejen nabor ustreznih pripravkov. Po podatkih iz literature imajo na splošno insekticidi, ki so na voljo za zatiranje, dokaj nizko učinkovitost (Morehead in Kuhar, 2017; Kuhar in Kamminaga 2017; Laznik in Trdan, 2021). To velja tako za ekološko, kot za integrirano pridelavo. V Sloveniji ima v letu 2022 trenutno registracijo za zatiranje v ekoloških nasadih le en pripravek, Asset Five (naravni piretrin). Glede na majhen izbor pripravkov, je potrebno pripraviti strategijo uporabe pripravkov, ki imajo stranski učinek in se smejo uporabljati v ekološki pridelavi. Med takšne sodijo pripravki z nizkim tveganjem, biostimulatorji, kaolini, olja in razni drugi z odvrčalnimi učinkom. V raziskavi smo želeli v praktičnem poskusu ugotoviti, kakšno stopnjo zatiranja lahko dosežemo z intenzivno vseletno uporabo pripravkov, ustreznih za ekološko pridelavo, s stranskim učinkom.

2 MATERIAL IN METODE DELA

2.1 Zasnova poskusa

V nasadu jablan Biotehniške šole v Šempetru pri Novi Gorici, smo izvedli praktični poljski demonstracijski poskus. Nasad jablan, sestavljen iz zbirke različnih sort, posajenih v zaporednih nizih, smo razdelili na dva dela. Približno 95 % površine smo tretirali s pripravki za zatiranje stenice. 5 % nasada na robu je bila netretirana kontrola, kjer nismo nanašali pripravkov z delovanjem na stenico. Zaradi konfiguracije in majhnosti nasada nismo mogli imeti naključne razporeditve parcelic. Testirali smo celovit škropilni program in ne delovanja posameznih pripravkov. Podatki o učinkovitosti so ocene kumulativne učinkovitosti velikega števila aplikacij pripravkov s stranskim učinkom.

2.2 Nanos pripravkov in škropilni program

Prilpavke smo nanegli s standardnim pršilnikom Tifone VRP 600, z uporabo šobe Albus rumena 80, pri porabi vode 350 l/ha. Škropilni program s uporabljenimi pripravki je prikazan v preglednici 1.

2.3 Ugotavljanje velikosti populacije stenic in obsega poškodb plodov

Velikost populacije stenic smo ugotavljali z otresanjem vej nad entomološko ponjavo. Na vsaki parcelici smo pri vsaki ponovitvi otresli 100 naključno izbranih vej po vseh segmentih krošenj in prešteli število stenic, ki so padle na ponjavo. Za vsako obravnavanje smo postopek ponovili štirikrat na naključno izbranih drevesih. V nasadu

sno v tretiranem in netretiranem delu imeli nameščenih veliko število feromonskih vab. Izvedli smo dva ločena niza otresanj; otresanje dreves, ki so bila v bližini postavljenih feromonskih vab (7 dreves levo in 7 dreves desno od vabe) in otresanje dreves, ki so bila bolj oddaljena od vabe. To smo naredili na tretiranem območju in na območju netretirane kontrole. Imeli smo še tretji niz otresanj, in sicer drevesa, ki so bila na robu nasada, zadnjih 5 dreves na koncu vrst. Na enak način smo postopali pri analizi deleža plodov, ki so imeli vidne poškodbe od stenic. Pri vsakem analiziranem nizu dreves smo naključno pregledali 100 naključno izbranih plodov v 5 ponovitvah dvanajstkrat v sezoni. Za predstavitev učinkovitosti škroplilnega programa smo uporabili znano Abbottovo formulo, v kateri primerjamo število na ponjavo otresenih stenic pri tretiranih in netretiranih drevesih, oziroma delež plodov s poškodbami pri tretiranih in netretiranih drevesih.

Učinkovitost Abbott (%) = $(1 - (\text{št. padlih stenic na ponjavo tretirano} / \text{št. stenic padlih na ponjavo netretirano})) * 100$.

Preglednica 1: Pregled apliciranih pripravkov in obdobja aplikacije.

| Obdobje | Pripravek, odmerek, učinkovine |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 12. marec | Ovitex 3 l/ha (parafinsko olje 81,7 %) |
| 2. april | Neemazal TS 3 l/ha (azadirachtin A; 10 g/l) |
| 13. april | Curatio 12 l/ha (žvepleno apnena brozga; Ca polisulfid 380 g/L) |
| 16. april | Curatio 12 l/ha (žvepleno apnena brozga) |
| 23. april | Curatio 12 l/ha (žvepleno apnena brozga) |
| 30. april | Curatio 12 l/ha (žvepleno apnena brozga) |
| 3. maj | Curatio 12 l/ha (žvepleno apnena brozga) |
| 10. maj | Asset five (0,96 l/ha) (naravni piretrin 4,65 %) |
| 18. maj | Cosan 8 kg/ha (žveplo 79,6 %) + Wetcit 2 l/ha (močilo olje agrumov) |
| 26. maj | Fos soap 4 l/ha (detergent fosfatni oleat + rastlinski izvlečki) + Piper 1,5 l/ha (ekstrakt čilija z veliko vsebnostjo kapsaicina + bor) |
| 3. junij | Fos soap 4 l/ha + Piper 1,5 l/ha |
| 11. junij | Curatio 12 l/ha (žvepleno apnena brozga) |
| 15. junij | Vegex beta 3 l/ha (rastlinski izvlečki <i>Daphne gnidium</i> , <i>Ruta chalepensis</i> , <i>Piper auritum</i>) + Asset five (0,96 l/ha) |
| 18. junij | Cosan 5 kg/ha + Cutisan 30 kg/ha (kaolin) |
| 21. junij | Cocana 20 l/ha (kokosovo milo; kalijeve soli maščobnih kislin) + Wetcit 2 l/ha (močilo olje agrumov) |
| 1. julij | Cocana 20 l/ha (kokosovo milo) + Wetcit 2 l/ha (močilo olje agrumov) |
| 9. julij | Equibasic 4 l/ha + S-system 3 l/ha (32 % žveplo SO ₃ + Mn 1 % + Zn 1 %) |

| | |
|------------|------------------------------------------------------------|
| 16. julij | Cutisan 10 kg/ha |
| 22. julij | Cutisan 10 kg/ha |
| 29. julij | Fos soap 4 l/ha + Asset five (0,96 l/ha) |
| 1. avgust | Equibasic 3 l/ha (ekstrakt preslice – osnovna snov EU EKO) |
| 11. avgust | Fos soap 4 l/ha |
| 13. avgust | Cutisan 10 kg/ha + Wetcit 2 l/ha |
| 19. avgust | Wetcit 2 l/ha |

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

3.1 Rezultati glede ocene velikosti populacije stenic

65

Prezimele odrasle stenice so se v nasadu začele pojavljati 10. aprila. Do začetka maja jih ni bilo veliko. Porast je bil v sredini maja, po zaključku hladnejšega obdobja. Ličinke so se začele intenzivneje pojavljati po 10. juniju. Populacija je zelo občutno narasla v začetku julija. Največji ulovi odraslih osebkov na vabah so bili od začetka do sredine avgusta (preglednica 2). Takrat je do konca odmrli prezimeli rod in je bil največji obseg pojava poletnega rodu odraslih. Stenice so bile v velikem številu navzoče vse do obiranja jabolk. Nekoliko so se selile sem ter tja po nasadu; iz zgodnjih sort na bolj pozne sorte jablan. Med ulovom na ponjave pri drevesih v bližini ali pri bolj oddaljenih od vab so bile razlike. Pogosto je bilo na drevesih z vabami tudi do trikrat več stenic, kot na drevesih, kjer vab ni bilo. Preglednica 3 kaže podatke o učinkovitosti škropilnega programa. Učinkovitosti so med ocenjevalnimi obdobji zelo nihale. V maju in juniju so bile pod 50 %, v juliju so bile malo nad 50 % in v avgustu in septembru so se dvignile precej nad 50 %. Najboljši rezultat smo dosegli v začetku septembra, ki pa je morda bil posledica preseljevanja stanic na druge gostitelje izven nasada. Ocenjujemo, da škropilni program ni bil visoko učinkovit. Premalo pogosto smo uporabili pripravke z učinkovitostjo nad 50 %. Alternativni pripravki niso zatrli ali pregnali stenic v velikem obsegu. Naših podatkov ne moremo neposredno primerjati z drugimi raziskavami, ker v večini raziskav analizirajo učinkovitost posameznih pripravkov, mi pa smo analizirali časovne preseke celovitega škropilnega programa. V ekološki pridelavi najbolj pogosto testirajo naravne piretrine, azadirahтин, spinosad, kaolin, kalijeva mila in olja (Lee in sod., 2014; Morehead, 2016). Tako se ocenjuje, da znašajo kratkoročne učinkovitosti za odrasle osebkke izpostavljene za nekaj ur v laboratorijskih testih pri azadirahтину med 40 in 55 %, pri naravnih piretrinih med 50 in 65 %, pri kaolinih 20 %, pri kombinacijah piretrinov in kaolinov do 70 %, pri spinosadu od 60 do 80 %, pri kalijevih milih med 65 in 75 % in pri eteričnih oljih okrog 30 % (Leskey, 2014; Morehead, 2016). Ocenjujemo, da so učinkovitosti teh snovi dosežene v našem poskusu bile malo nižje. Delovanje pripravka Cocana lahko primerjamo z delovanjem pripravkov na podlagi kalijevih mil in pripravka Wetcit z eteričnimi olji.

Preglednica 2: Število ulovljenih odraslih stenic na 100 otesanj vej na entomološko ponjavo.

| Obr./datum | 6.5. | 21.5. | 2.6. | 18.6. | 9.7. | 28.7. | 6.8. | 13.8. | 25.8. | 6.9. | 13.9. | 21.9 |
|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| K vaba | 11,0 a | 12,0 a | 11,5 a | 5,7 a | 11,0 a | 22,7 a | 8,2 a | 24,5 a | 12,2 a | 10,7 a | 8,0 a | 8,2 a |
| K izven vabe | 0,7b | 5,0 a | 6,0 a | 2,2 b | 7,7 ab | 9,5 bc | 3,0 bc | 7,2 bc | 3,2 cd | 4,5 bc | 3,5 b | 2,7 b |
| T vaba not | 11,0 a | 10 a | 8,0 a | 0,75 b | 5,0 ab | 11,2 bc | 2,25 c | 16,2ab | 6,5 b | 1,0 c | 1,5 b | 4,5 ab |
| T vaba rob | 11,0 a | 7,0 a | 14,0 a | 2,0 b | 5,0 ab | 12,5 b | 6,5 ab | 7,0 bc | 5,5 bc | 5,5 b | 2,5 b | 2,75 b |
| T izven vabe | 0,5 b | 4,0 a | 3,2 a | 1,25 b | 2,2 b | 5,0 c | 1,5 c | 3,25 c | 1,0 c | 2,5 bc | 1,75 b | 1,25 b |

Povprečja znotraj istega termina ocenjevanje označena z enako črko se ne razlikujejo med seboj glede na rezultate Tukey HSD testa ($\alpha < 0,05$). T – tretirano, K – kontrola netretirano.

66

Naš program je v veliki meri temeljil na pripravkih, ki imajo odvrtačni učinek. Odrasle stenic in ličinke so zelo mobilne. Obstaja možnost, da takoj ob aplikaciji pripravkov migrirajo v robne habitate in se ponovno ciklično vračajo nazaj. To zmanjša doseženo učinkovitost. Morda pa je zaradi neprijetnega okusa plodov hranjenje manj intenzivno (posebno pri pripravkih Piper in Vegex beta).

Preglednica 3: Učinkovitost škropilnega programa za zmanjšanje populacije odraslih stenic (Abbott, %).

| Obr./datum | 6.5. | 21.5. | 2.6. | 18.6. | 9.7. | 28.7. | 6.8. | 13.8. | 25.8. | 6.9. | 13.9. | 21.9 |
|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|------------|------------|------------|-----------|-----------|------------|
| T vaba not | 0,0 b | 8,3 a | 21,7 a | 78,3 a | 45,5 ab | 49,5 a | 72,7 a | 33,7 b | 46,9 b | 90,7 a | 81,3 a | 45,5 b |
| T vaba rob | 0,0 b | 16,7 a | 4,3 c | 13,0 b | 27,3 b | 45,1 a | 21,2 b | 71,4 a | 55,1 ab | 48,8 b | 68,8 b | 66,7 a |
| T izven vab | 33,3 a | 10,0 a | 37,5 b | 22,2 b | 64,5 a | 50,0 a | 50,0 ab | 55,2 ab | 69,2 a | 44,4 b | 50,0 b | 54,5 ab |

Povprečja znotraj istega termina ocenjevanje označena z enako črko se ne razlikujejo med seboj glede na rezultate Tukey HSD testa ($\alpha < 0,05$). T – tretirano, K – kontrola netretirano.

3.2 Rezultati glede deleža plodov s poškodbami od stenic

Podatki o deležu plodov, ki so poškodovani od stenic, so zelo pomembni za ocenitev gospodarskega vpliva škodljivca in za razvoj strategije zatiranja. Če se veliko poškodb pojavi zgodaj v razvoju plodov od prezimelih odraslih osebkov, se moramo lotiti

intenzivnega zatiranja le-teh že zgodaj v sezoni. Če glavnina poškodb nastopi v drugem delu poletja, moramo najbolj intenzivno zatiranje izvajati v tistem obdobju ali malo pred tem.

Podatki iz preglednice 4 kažejo, kako delež poškodovanih plodov postopno narašča. V maju in do prve polovice junija je bil delež napadenih plodov majhen, kljub temu da v nasadu ni bilo malo stenic. Konec junija je bilo na netretiranih kontrolnih drevesih napadenih približno 7 % plodov. Pri tretiranih drevesih je bilo napadenih 2,5 % plodov. V začetku julija se je pričel masovni razvoj ličink, delež napadenih plodov se je pričel naglo naraščati. V začetku avgusta je delež napadenih plodov v kontroli presegel 20 % in tik pred obiranjem smo v kontroli imeli 41 % plodov z vidnimi poškodbami od stenic. Zaradi pozebe je bilo na drevju malo število plodov, kar je verjetno nekoliko povečalo stopnjo napada stenic, ki jih je bilo glede na ulove na feromonske vabe zelo veliko. Pogosto se je na teden na feromonsko vabo (»raketo«) ulovilo več kot 50 stenic.

Preglednica 4: Delež (%) plodov z vidnimi poškodbami od stenic.

| obr./datum | 6.5. | 21.5. | 2.6. | 18.6. | 9.7. | 28.7. | 6.8. | 13.8. | 25.8. | 6.9. | 13.9. | 21.9 |
|--------------|-----------|-----------|------------|------------|------------|---------|------------|---------|------------|------------|------------|------------|
| K vaba | 0,5 a | 2,25 a | 3,25 a | 4,0 a | 23,25 a | 24,0 a | 26,5 a | 22,25 a | 28,5 a | 30,5 a | 34,0 a | 41,0 a |
| K izven vab | 0,0 a | 1 ab | 1,25 ab | 2,5 ab | 14,0 b | 13,75bc | 15,0 b | 16,0 ab | 19,75 b | 30,25 a | 34,5 a | 36,5 a |
| T vabe notri | 0,25 a | 0,25 b | 2,0 ab | 2,0 ab | 16,25 b | 17,0 b | 17,5 b | 16,25ab | 17,5 b | 8,5 bc | 9,25 bc | 11,5 b |
| T vabe rob | 0,0 a | 0,5 b | 0,0 a | 1,75 ab | 8,5 c | 11,0 c | 11,5 bc | 12,25b | 10,75 c | 12,0 b | 12,75 b | 14,25 b |
| T izven vab | 0,0 a | 0,0 b | 0,0 a | 1,25 b | 3,0 d | 5,25 d | 5,0 c | 4,25 c | 3,5 d | 5,25 c | 6,75 c | 8,0 b |

Povprečja znotraj istega termina ocenjevanje označena z enako črko se ne razlikujejo med seboj glede na rezultate Tukey HSD testa ($\alpha < 0,05$). T – tretirano, K – kontrola netretirano.

Preglednica 5 kaže učinkovitost škropilnega programa za zmanjšanje deleža plodov s poškodbami. Podatki kažejo, da smo pri večini ocenjevanj dosegli vsaj 50 do 60 % zmanjšanje deleža plodov s poškodbami. Najpomembnejši je rezultat na koncu sezone ob obiranju. Izvedba škropljenj je zmanjšala delež plodov s poškodbami iz 36,5 % v kontroli na 8 % pri tretiranih drevesih, kar predstavlja 78,1 % učinkovitost. Presoja uspešnosti varstva je težka, ker je 8 % delež poškodovanih plodov ekonomsko velika izguba, če pa upoštevamo, da smo imeli enormno populacijo stenic, rezultat ni tako slab (za ekološki koncept varstva). Vemo, da so že majhne poškodbe lahko usodne za propad plodov v skladišču (Bergh, 2019). Bile so manjše razlike, če smo izračune opravili na podatkih z dreves v bližini ali v oddaljenosti od feromonskih vab, a so na koncu sezone razlike bile majhne. Skozi rastno dobo je izgledalo, kot da je na robovih nasada več stenic, a je delež plodov s poškodbami na koncu sezone v notranjosti ali na

robu nasada bil približno enak. Vsi rezultati raziskave v tem prispevku niso predstavljeni. Več podatkov je dostopnih v magistrskem delu A. Preložnik (Preložnik, 2022).

Preglednica 5: Učinkovitost škropilnega programa za zmanjšanje deleža plodov s poškodbami (Abbott, %).

| obr./datum | 6.5. | 21.5. | 2.6. | 18.6. | 9.7. | 28.7. | 6.8. | 13.8. | 25.8. | 6.9. | 13.9. | 21.9 |
|-----------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|------------|------------|-----------|-----------|------------|------------|-----------|
| T vabe notri | 50,0 b | 88,9 ab | 38,5 b | 81,3 a | 28,0 b | 29,2 b | 34,0 b | 27,0 b | 38,6 c | 72,1 ab | 72,8 ab | 72,0 a |
| T vaba rob | 100,0 a | 77,8 b | 100,0 a | 56,3 b | 63,4 a | 54,2 ab | 56,6 ab | 44,9 b | 62,3 b | 60,7 b | 62,5 b | 65,2 a |
| T izven vab | 100,0 a | 100,0 a | 100,0 a | 50,0 b | 78,6 a | 61,8 a | 66,7 a | 73,4 a | 82,3 a | 82,6 a | 80,4 a | 78,1 a |

Povprečja znotraj istega termina ocenjevanje označena z enako črko se ne razlikujejo med seboj glede na rezultate Tukey HSD testa ($\alpha < 0,05$). T – tretirano, K – kontrola netretirano.

4 SKLEPI

68

Na stenico je potrebno vršiti zatiralni pritisk celotno obdobje 4 mesecev. Z uporabo velikega števila pripravkov s stranskim učinkom (30-40 % učinkovitost za odrasle), lahko vršimo dovolj velik odvrtačni pritisk in povzročimo delno smrtnost jajčec in ličink prve stopnje (okrog 50 % učinkovitost). Med sredstva s stranskim učinkom lahko uvrstimo razna olja, kaoline, novejši biostimulatorske rastlinske izvlečke (npr. Piper in Vegex beta), določena mineralna listna gnojila + kalijev nitrat, ki poškodujejo jajčeca, detergente (npr. Fos soap, Coccana), žveplove pripravke (Curatio in različne oblike tekočega žvepla kot je S-system) in še številne druge, ki jih uporabimo za zatiranje drugih škodljivcev.

Na merljivi neposredni učinek lahko računamo pri pripravkih na podlagi azadirahatina, naravnih piretrinov in spinosada. Te pripravke uporabimo predvsem v začetku pojava ličink in v juliju. Izvedemo največje možno število uporab po registracijskem GAP. Neposrednemu kemičnemu zatiranju bo potrebno dodati številne biotehniške ukrepe, management robne vegetacije in morda izvajati koncept feromonskega privabljanja stenic v robne vrste nasada. Lokalno bo potrebno izvajati intenzivno kemično varstvo ali pa uporabiti robne, z insekticidi tretirane mreže. Koncept intenzivnega tretiranja robnih vrst seveda povečuje tveganja za razvoj odpornosti. Preveriti bo potrebno pri kakšni intenzivnosti varstva s pripravki naravni sovražniki (npr. parazitoidne osece, polonice) še lahko obstanejo in opravijo njihovo naravno vlogo.

5 ZAHVALA

Financerjem projekta CRP V4-2002 se zahvaljujemo za dodeljena sredstva. Zahvala Biotehniški šoli Šempeter za zagotovitev poskusnega sadovnjaka. Prav tako se zahvaljujemo sodelavcem iz KGZS-NG za pomoč pri izvedbi raziskave.

6 LITERATURA

- Bergh, J. C., Joseph, S. V., Short, B. D., Nita, M., Leskey, T. C. 2019. Effect of pre-harvest exposures to adult *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) on feeding injury to apple cultivars at harvest and during post-harvest cold storage. *Crop Protection* 124. <https://doi.org/10.1016/i.cropro.2019.104872>
- Kuhar, T. P., Kamminga, K. 2017. Review of the chemical control research on *Halyomorpha halys* in the USA. *Journal of Pest Science*, 90: 1021-1031. <https://doi.org/10.1007/s10340-017-0859-7>
- Laznik, Ž, Trdan, S. 2021. Management methods for marmorated stink bug (*Halyomorpha halys* (Stål, 1855), Hemiptera, Pentatomidae). *Acta Agriculturae Slovenica*. 117(1). <http://ojs.aas.bf.uni-lj.si/index.php/AAS/article/view/2106>
- Lee, D. H., Short, B. D., Nielsen, A. L., Leskey T. C. 2014. Impact of Organic Insecticides on the Survivorship and Mobility of *Halyomorpha halys* (Stål) (Hemiptera: Pentatomidae) in the Laboratory. *Florida Entomologist*, 97, 2: 414-421.
- Leskey, T. C., Short, B. D., Lee, D. H. 2014. Efficacy of insecticide residues on adult *Halyomorpha halys* (Stal) (Hemiptera: Pentatomidae) mortality and injury in apple and peach orchards. *Pest Management Science*, 70(7). DOI:10.1002/ps.3653
- Morehead, J. A. 2016. Efficacy of Organic Insecticides and Repellents against Brown Marmorated Stink Bug in Vegetables. Master thesis. Faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State University, Virginia ZDA.
- Morehead, J. A., Kuhar, T. P., 2017. Efficacy of organically approved insecticides against brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys* and other stink bugs. *Journal of Pest Science*, 90, 4: 1277-1285.
- Preložnik A. 2022. Možnosti zatiranja stenice marmorirane smrdljivke (*Halyomorpha halys*) v nasadih jablan z ekološko in integrirano pridelavo. Magistrsko delo, FKBV-UM, 86 str.

VPLIV NAPADA MARMORIRANE SMRDLJIVKE (*Halyomorpha halys* [Stål]) NA KAKOVOST IZBRANIH VRST SADJA IN ZELENJAVE

Tilen ZAMLJEN¹, Ana SLATNAR²

^{1,2} Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Ljubljana

IZVLEČEK

70 Invazivni polifag marmorirana smrdljivka (*Halyomorpha halys* [Stål]) predstavlja pomembnega škodljivca v pridelavi sadja in zelenjave, saj napada prek 100 različnih rastlinskih vrst. Zadnja leta poškodbe zaradi te stenice na kmetijskih rastlinah predstavljajo veliko gospodarsko škodo tudi v Sloveniji. S pomočjo več poskusov na različnih rastlinskih vrstah smo analizirali biokemijski odziv poškodovanega tkiva plodov jablane, jagode in feferonov. Analizirali smo sladkorje, organske kisline, fenolne snovi ter kapsaicinoide pri feferonih. Vsebnost kapsaicinoidov je bila za 95 % višja pri pekočih feferonih napadenih z *H. halys*. Pri nepekočih feferonih je imela *H. halys* negativen vpliv na vsebnosti sladkorjev v primerjavi s kontrolo. Jagoda, jabolana ter nepekoči feferoni so se odzvali z izrazitim povečanjem fenolnih snovi v primerjavi s kontrolo. Pri jagodi so se skupne hidroksicimnetne kisline ter antocianini povečali za 22,3 % in 38,4 % v primerjavi s kontrolo. Sladkorji so se zmanjšali za 22,6 % pri napadenih jagodah, v primerjavi s kontrolo. Pri napadenih plodovih jabolk je prišlo do izrazitega povečanja skupnih sladkorjev ter zmanjšanja organskih kislin. Poškodbe *H. halys* zaradi hranjenja, so povzročile močan odziv v vsebnosti skupnih fenolov pri plodovih jablane, s 117 % povečanjem v primerjavi s kontrolo. S poskusi smo pojasnili, kako napad stenice *H. halys* vpliva na metabolno sestavo plodov različnih vrst sadja in zelenjave.

Ključne besede: marmorirana smrdljivka, sadje, zelenjava, kakovost, kemična sestava

ABSTRACT

IMPACT OF BROWN MARMORATED STINK BUG (*Halyomorpha halys* [Stål]) FEEDING ON THE QUALITY OF SELECTED FRUITS AND VEGETABLES

The invasive polyphagous insect, the brown marmorated stink bug (*Halyomorpha halys* [Stål]), is a major problem in fruit and vegetable production, attacking more than 100 different plant species. The damage caused by their feeding causes massive economic losses also in Slovenia. In several experiments we studied the biochemical response of apples, strawberries, and peppers to *H. halys* feeding. We analyzed sugars, organic acids, phenols, and capsaicinoids. The total capsaicinoid content was 95 % higher in the *H. halys* attacked hot peppers compared to the control. In non-hot peppers, *H. halys*

¹ mag. inž. horti., Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana, e-mail: tilen.zamljen@bf.uni-lj.si

² lzt. prof. dr., Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana, e-mail: ana.slatnar@bf.uni-lj.si

had a negative effect on total sugar content compared to the control. Strawberries, apples and non-hot peppers responded with increased phenolic content compared to control. In strawberries, the total content of hidroxicinnamic acids and antocianins increased by 22.3% and 38.4%, respectively, compared to the control. Total sugar contents decreased for 22.6 % in attacked strawberries, compared to control. In apples, *H. halys* caused an increase in total sugars and a decrease in total organic acids. Injuries caused by *H. halys* infestation increased phenolic content in apples by 117 % compared to the control. In the experiments, we determined how *H. halys* infestation affects the metabolic profile of different fruits and vegetables.

Key words: brown marmorated stink bug, fruits, vegetables, quality, chemical structure

1 UVOD

Polifagni škodljivec marmorirana smrdljivka (*Halyomorpha halys* [Stål]) v Evropi in Severni Ameriki predstavlja vedno večji problem, saj se prehranjuje s prek 100 rastlinskimi vrstami, od okrasnih rastlin do sadja in zelenjave (Wermelinger in sod., 2007). Spada v družino ščitastih stenic (Hemiptera, Heteroptera: Pentatomidae). Meri med 12 in 17 mm. Od ostalih stenic se loči po številu in poziciji svetlih prog (2 progi) na tipalkah (Cesari in sod., 2015). V Evropi razvije dva roda letno, v subtropskem pasu pa med 4 in 6 rodov letno (Wermelinger in sod., 2007). Odrasle samice se po prezimitvi preselijo na rastline v nasadih, kjer dosežejo spolno zrelost in po paritvi izležejo jajčeca, ki jih odlagajo v skupine po 20 do 30 jajčec. Razvoj od jajčeca do odrasle žuželke poteka v petih stadijih od 1 do 1,5 meseca, odvisno od temperature in razpoložljivosti hrane (Medal in sod., 2013).

Hitro širjenje marmorirane smrdljivke je posledica podnebnih sprememb, svetovne trgovine ter pomankanja njenih naravnih sovražnikov (Schumm in sod., 2020). Poškodbe na plodovih jagod, jablan in paprik so pogoste, ter se kažejo kot razbarvanja pri papriki, oplutenitev tkiva pri jabolkih, ter nabrekanje tkiva pri jagodi (Sagun in sod., 2016). Barva plodov ali rastlin ni najpomembnejši odraz napada marmorirane smrdljivke, ampak gre pri tem za mešanico kemičnih in vizualnih dejavnikov (Mensah-Bonsu in sod., 2020).

Naravni odziv rastline na poškodbe marmorirane smrdljivke je sinteza obrambnih snovi, kot so fenolne snovi, ki služijo rastlinam kot odvrčala, motijo razvojni krog škodljivca ali so za škodljivca toksične (Li in sod., 2019; Rehman in sod., 2020). Med fenolnimi snovmi so flavoni najbolj pogoste obrambne molekule (Waldron in sod., 2017). Flavonoidi in proantocianidini so za škodljivce citotoksični in imajo astringenten učinek (Salem in sod., 2018).

Cilj raziskav je bil ugotoviti, kako marmorirana smrdljivka vpliva na vsebnost primarnih ter sekundarnih metabolitov v plodovih jablane, jagode, ter pekočih in nepekočih feferonov.

2 MATERIALI IN METODE

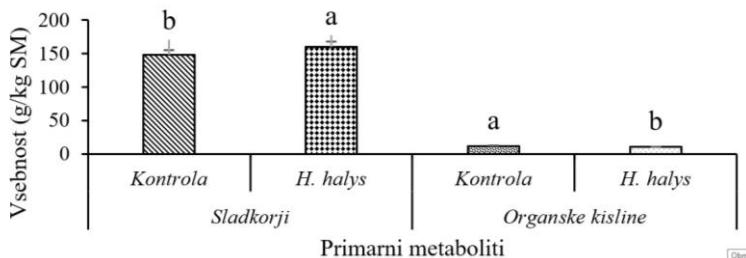
Poskusi so bili izvedeni leta 2020 na več lokacijah po Sloveniji. Poškodovane plodove jagod smo nabrali aprila, pekoče in nepekoče feferone avgusta in jabolka septembra. Jagode sorte 'Clery' so bile gojene na grebenih (na razdalji 0,25 m x 0,25 m v dvojnih vrstah) v visokih tunelih. Jabolka sorte 'Red Pinova' so bila gojene v intenzivnem sadovnjaku v Biljah pri Novi Gorici. Nepekoči feferoni sorte 'Lombardo tago' in pekoči feferoni sorte 'Eris F1' so bili gojeni v visokem tunelu na razdalji 0,4 m x 0,4 m. Natančne zasnove poskusov so dostopne v predhodnih objavah (Zamljen in sod., 2021a, Zamljen in sod., 2021b in Weber in sod., 2021).

Analiza metabolitov plodov jagod je predhodno zapisana v Weber in sod., 2021, analiza plodov jabolane v Zamljen in sod., 2021a in analiza plodov feferonov v Zamljen in sod., 2021b. Podatki so bili statistično ovrednoteni s pomočjo programa R.

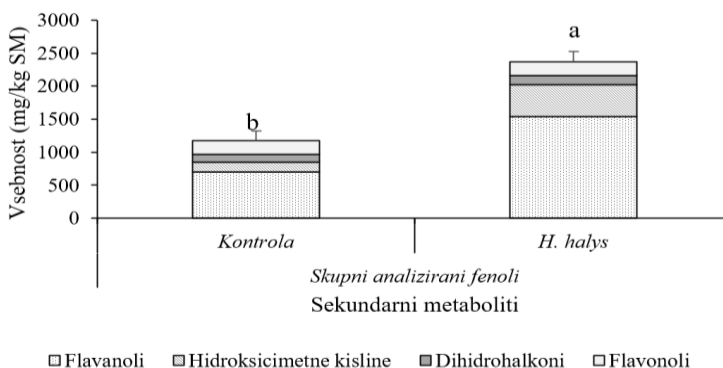
3 REZULTATI IN DISKUSIJA

3.1 Jablana

A



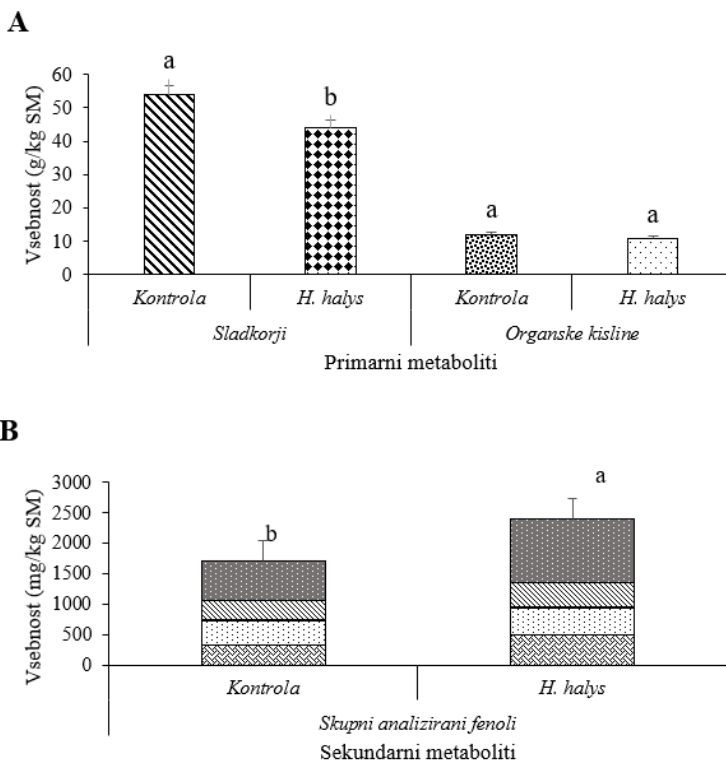
B



Slika 1: Vpliv napada stenice *H. halys* na vsebnost primarnih (A) ter sekundarnih (B) metabolitov pri jablani.

Napad *H. halys* je povečal skupne sladkorje za 11,9 g/kg sveže mase (SM) ter zmanjšal skupne organske kisline za 1,4 g/kg SM (Slika 1). Flavanoli ter hidroksicimетne kisline so se povečali pri napadu *H. halys* za 117 % in 237 %. Posledično so se povečali tudi skupni analizirani fenoli za 1192,1 mg/kg SM v primerjavi s kontrolo.

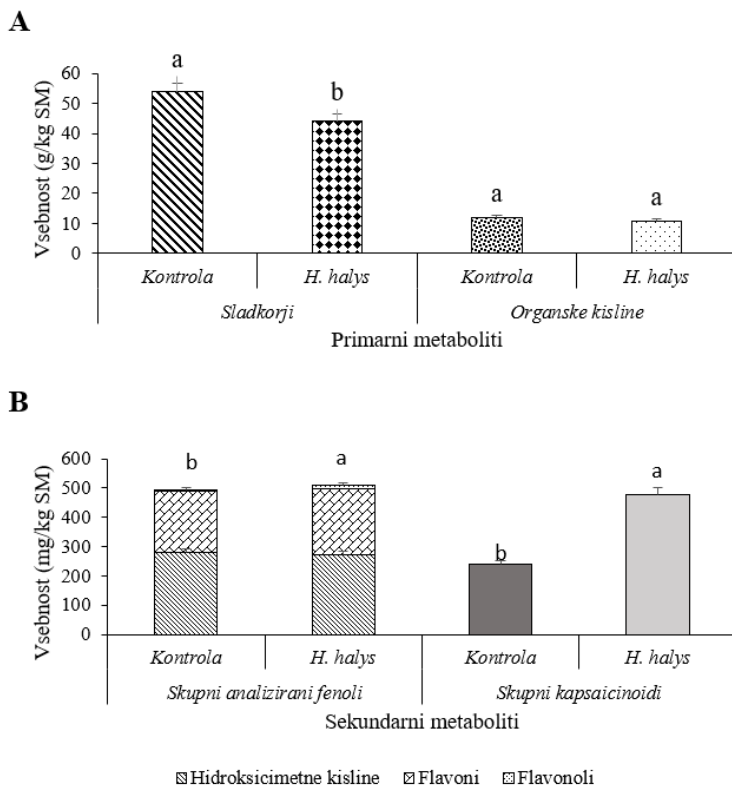
3.2 Jagoda



Slika 2: Vpliv napada stenice *H. halys* na vsebnost primarnih (A) ter sekundarnih (B) metabolitov pri jagodi.

H. halys je imela negativen vpliv na vsebnost sladkorjev v plodovih jagod. Vsebnost sladkorjev se je zmanjšala za 14,3 % v primerjavi s kontrolo (slika 2). Vsebnost organskih kislin se med obema obravnavanjema ni spremenila. Vsebnost derivatov elagnih kislin se je povečala za 161,8 mg/kg SM v napadenih jagodah. Povečanje zaradi napada *H. halys* je bilo zaznано tudi v vsebnosti skupnih analiziranih hidroksicimетnih kislin za 91,8 mg/kg SM v primerjavi s kontrolo. *H. halys* je v jagodi sprožila povečano vsebnost skupnih analiziranih antocianinov za 400,1 mg/kg SM v primerjavi s kontrolo.

3.3 Feferoni



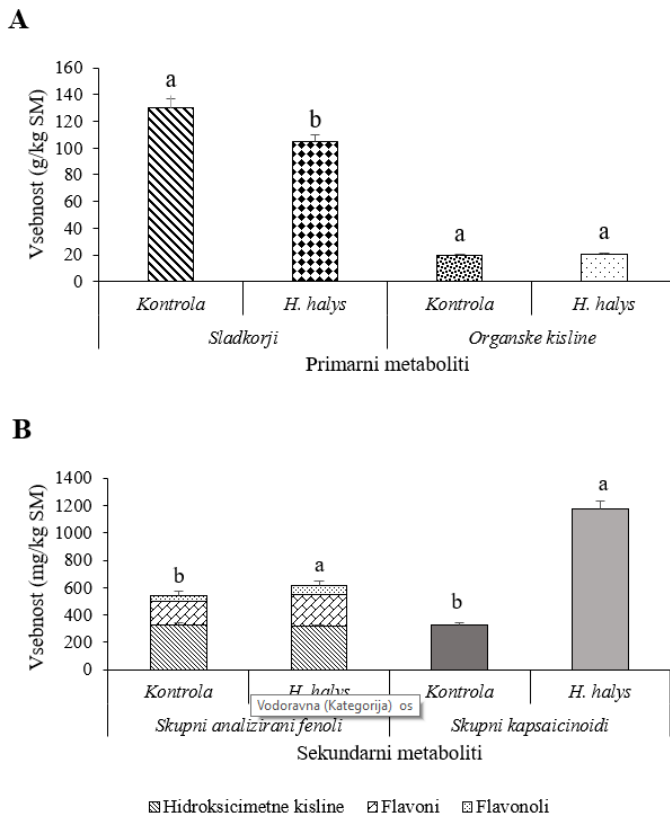
74

Slika 3: Vpliv napada stenice *H. halys* na vsebnost primarnih (A) ter sekundarnih (B) metabolitov pri nepekočih feferonih.

H. halys je v nepekočih feferonih zmanjšala vsebnost skupnih sladkorjev (slika 3). Podobno kot pri jagodi se vsebnost organskih kislin med kontrolo in napadenimi feferoni ni spremenila. Vsebnost skupnih analiziranih flavonov se je povečala pri napadu *H. halys* za 20,2 mg/kg SM. Do povečanje je prišlo tudi v vsebnosti skupnih analiziranih flavonolov. Vsebnost skupnih analiziranih kapsaicinoidov je bila nizka pri obeh obravnavanjih. Izrazito povečanje v vsebnosti skupnih kapsaicinoidov je bilo pri napadenih nepekočih feferonih (85,3 mg/kg SM več pri *H. halys*).

H. halys je zmanjšala vsebnost sladkorjev v pekočih feferonih v primerjavi s kontrolo. Vsebnost organskih kislin se med obravnavanjema ni spremenila. *H. halys* je povečala vsebnost flavonolov za 64,2 mg/kg SM v primerjavi s kontrolo. V primerjavi s kontrolo je bila večja tudi vsebnost skupnih analiziranih fenolov. Vsebnost skupnih

kapsaicinoidov se je v napadenih pekočih feferonih povečala za 846,5 mg/kg SM v primerjavi s kontrolo.



Slika 4: Vpliv napada stenice *H. halys* na vsebnost primarnih (A) ter sekundarnih (B) metabolitov pri pekočih feferonih.

H. halys močno vpliva na primarni in sekundarni metabolizem, kar se kaže s spremembo v metabolni sestavi in vsebnosti metabolitov (Zobel in sod., 2016). Pri vseh opazovanih vrstah sadja in zelenjave smo opazili povečanje skupnih fenolnih snovi kot odziv na napad *H. halys*. *H. halys* je negativno vplivala na vsebnost skupnih sladkorjev pri obeh tipih feferonov ter jagodi, podoben vpliv na sladkorje sta predhodno poročala Kundu in Vadassery (2019). Najmanjši vpliv *H. halys* je bil na organske kisline. Oba tipa feferonov sta se odzvala s povečano sintezo kapsaicinoidov, kot odziv na *H. halys*, kar je značilno za napade škodljivcev (Olszewska in Tęgowska, 2011).

4 SKLEPI

Na podlagi pridobljenih rezultatov ugotavljamo, da je stenica *H. halys* vplivala na zmanjšano vsebnost skupnih sladkorjev pri vseh preučevanih vrstah razen jablani. Organske kisline se pri jagodi, pekočih in nepekočih feferonih ne spremenijo ob napadu *H. halys*. Skupni analizirani fenoli so bili pri vseh vrstah sadja in zelenjave večji pri napadu *H. halys*. Skupne analizirane hidroksicimetne kisline so se ob napadu *H. halys* izrazito povečale pri jablani in jagodi. Vsebnost skupnih analiziranih kapsaicinoidov se ob napadu *H. halys* močno poveča v pekočih in nepekočih feferonih.

5 VIRI

- Cesari, M.; Maistrello, L.; Ganzerli, F.; Dioli, P.; Rebecchi, L.; Guidetti, R. A pest alien invasion in progress: potential pathways of origin of the brown marmorated stink bug *Halyomorpha halys* populations in Italy. *Journal of Pest Science* 2015, 88, 1-7, doi:10.1007/s10340-014-0634-y.
- Kundu, A.; Vadassery, J. Chlorogenic acid-mediated chemical defence of plants against insect herbivores. *Plant Biology* 2019, 21, 185–189. <https://doi.org/10.1111/plb.12947>
- Li, B.; Yang, M.; Shi, R.; Ye, M. Insecticidal activity of natural capsaicinoids against several agricultural insects. *Natural Product Communications* 2019, 14, 1934578X19862695, doi:10.1177/1934578X19862695.
- Medal, J.; Smith, T.; Cruz, A.S. Biology of the brown marmorated stink bug *Halyomorpha halys* (Heteroptera: Pentatomidae) in the laboratory. 2013, *Journal of Florida Entomologist*, 1209-1212, 1204. DOI: 10.1653/024.096.0370
- Mensah-Bonsu, M.; Dingha, B.N.; Jackai, L.E.N.; Adjei-Fremah, S.; Worku, M. Evaluation of preference of brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys* (Stål) for different colour bell peppers and the role of plant protein. *Interaction* 2020, 14, 363-372, doi: 10.1007/s11829-020-09744-x.
- Olszewska, J.; Tęgowska, E. Opposite effect of capsaicin and capsaizepine on behavioral thermoregulation in insects. *Journal of Comparative Physiology A*. A 2011, 197, 1021–1026. doi: 10.1007/s00359-011-0657-2
- Rehman, F.; Khan, F.A.; Badruddin, S.M.A. Role of phenolics in plant defense against insect herbivory. In *Chemistry of Phytochemicals: Health, Energy and Environmental Perspectives*, Springer Berlin Heidelberg: Berlin, Heidelberg, 2012; pp. 309-313.
- Sagun, S.; Collins, E.; Martin, C.; Nolan, E.J.; Horzempa, J. Alarm odor compounds of the brown marmorated stink bug exhibit antibacterial activity. *Journal of Pharmacognosy & Natural Products* 2016, 2, 119, doi:10.4172/2472-0992.1000119.
- Salem, N.; Sriti, J.; Bachrouch, O.; Msaada, K.; Khammassi, S.; Majdi, H.; Selmi, S.; Boushieh, E.; Ouertani, 276 M.; Hachani, N.; et al. Phenological stage effect on phenolic composition and repellent potential of *Mentha pulegium* against *Tribolium castaneum* and *Lasioderma serricornis*. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine* 2018, 8, 207, doi:10.4103/2221-1691.231283.
- Schumm, Z.R.; Alston, D.G.; Spears, L.R.; Manlove, K. Impact of brown marmorated stink bug (Hemiptera: Pentatomidae) feeding on tart cherry (Rosales: Rosaceae) quality and yield in Utah. *Journal of Economic Entomology* 2020, doi:10.1093/jee/toaa143.
- Waldron, B.L.; Peel, M.D.; Larson, S.R.; Mott, I.W.; Creech, J.E. Tall fescue forage mass in a grass-legume mixture: Predicted efficiency of indirect selection. *Euphytica* 2017, 213, 67. DOI: 10.1007/s10681-017-1856-x
- Weber, N.C.; Razinger, J.; Jakopič, J.; Schmitzer, V.; Hudina, M.; Slatnar, A.; Veberič, R.; Štampar, F.; Zamljen, T. Brown marmorated stink bug (*Halyomorpha halys* Stål.) attack induces a metabolic response in strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch.) Fruit. *Horticulturae* 2021, 7, 561. <https://doi.org/10.3390/horticulturae7120561>
- Wermelinger, B.; Wyniger, D.; Forster, B. First records of an invasive bug in Europe: *Halyomorpha halys* Stal (Heteroptera: Pentatomidae), a new pest on woody ornamentals and fruit trees? *Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft*. 2007, 81.

- Zamljen, T.; Medič, A.; Veberič, R.; Hudina, M.; Štampar, F.; Slatnar, A. Apple fruit (*Malus domestica* Borkh.) metabolic response to infestation by invasive brown marmorated stink bug (*Halyomorpha halys* Stål.). *Horticulturae* 2021a, 7, 212. <https://doi.org/10.3390/horticulturae7080212>
- Zamljen, T.; Veberic, R.; Hudina, M.; Slatnar, A. The brown marmorated stink bug (*Halyomorpha halys* Stål.) influences pungent and non-pungent *Capsicum* cultivars' pre- and post-harvest quality. *Agronomy* 2021b, 11, 2252. <https://doi.org/10.3390/agronomy11112252>
- Zobel, E.S.; Hooks, C.R.R.; Dively, G.P. Seasonal abundance, host suitability, and feeding injury of the brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys* (Heteroptera: Penatomidae), in selected vegetables. *Journal of Economic Entomology* 2016, 109, 1289–1302. <https://doi.org/10.1093/jee/tow055>

MOŽNOST ZATIRANJA MARMORIRANE SMRDLJIVKE (*Halyomorpha halys* [Stål]) V NASADIH JABLAN Z INTEGRIRANO PRIDELAVO

Mario LEŠNIK¹, Anja PRELOŽNIK², Andrej PAUŠIČ³

¹⁻³ Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede, Pivola

IZVLEČEK

Na podlagi izkušenj, pridobljenih v poljskem poskusu in opazovanj v sadovnjakih po Sloveniji, podajamo informacije o možnih kemičnih konceptih zatiranja stenice marmorirane smrdljivke v nasadih jablan z integrirano pridelavo. V poskusu v sadovnjaku v okolici Dombrave (Vipavska dolina) smo analizirali dinamiko pojava poškodb in populacije odraslih osebkov in ličink v obdobju od sredine aprila do konca oktobra, pri dveh sortah jablan (Fuji in Jonagored) ter pri dveh škropilnih programih. S povprečno intenzivno uporabo insekticidov acetamid, deltametrin, spinosad, spinetoram, piriproksifen in fosmet ter nekaterih repelentnih pripravkov (Wetcit – eterično olje agrumov), Piper (izvleček čilija – kapsicin) in Vegex beta (rastlinsko milo iz izvlečkov 3 različnih rastlin) smo ob velikem pritisku škodljivca uspeli zmanjšati delež plodov s poškodbami za 70-88 % (iz 34,5 % v kontroli brez zatiranja na 4 % pri tretiranih drevesih sorte Jonagored in iz 33 % na 4,2 % pri drevesih sorte Fuji).

Ključne besede: jablana, insekticidi, marmorirana smrdljivka, zatiranje

ABSTRACT

POSSIBILITIES OF CONTROLLING THE BROWN MARMORATED STINK BUG (*Halyomorpha halys* [Stål]) IN APPLE ORCHARDS WITH INTEGRATED PRODUCTION

Based on the experience gained in the field experiment and observations in orchards across Slovenia, we provide information on possible chemical concepts for controlling the brown marmorated stink bug in apple orchards with integrated production. In an experiment in an orchard near Dombrava (Vipava valley), we analyzed the dynamics of fruit damage and the population of adults and larvae in the period from mid-April to late October in two apple varieties (Fuji and Jonagored) and two spraying programs. With average intensive use of insecticides acetamid, deltamethrin, spinosad, spinetoram, pyriproxyfen, and phosmet and some repellent preparations (Wetcit - citrus essential oil), Piper (chili extract - capsicin) and Vegex beta (vegetable soap with various plant extracts) in conditions with high pest pressure we managed to reduce the proportion of

¹ prof. dr., Pivola 10, SI-2311 Hoče, E-pošta: mario.lesnik@um.si

² študent FKBV-UM, prav tam

³ viš. pred., dr., prav tam

damaged fruits by 70 - 88% (from 34.5% in the untreated plots to 4% in treated trees of the Jonagored variety and from 23% to 4,2% in the Fuji variety).

Key words: apple tree, insecticides, brown marmorated stink bug, suppression

1 UVOD

V zadnjem desetletju stenice (Hemiptera; Pentatomidae) pridobivajo na pomenu kot škodljivci gojenih rastlin. Na ozemlju Slovenije se pojavljajo številne nove invazivne vrste. Mednje sodi tudi marmorirana smrdljivka (MS) (*Halyomorpha halys* Stål), ki smo jo pri nas prvič evidentirali leta 2017. Invazivne stenice največjo gospodarsko škodo povzročajo na sadnih rastlinah in vrtninah. MS je začela povzročati škodo tudi v nasadih jablan. Prve ocene kažejo, da moramo njen pojav obravnavati resno in čimprej oblikovati učinkovito strategijo zatiranja, ki vključuje tako kemično zatiranje, kot tudi mnoge druge biotehniške ukrepe. Trenutno imamo malo registriranih pripravkov (Mospilan – acetamprid, Decis 2,5 EC – deltametrin in Asset Five - naravni priretrin). Ker je obdobje pojava škodljivke dolgo vsaj 4 mesece, je potrebno zagotoviti še dodatne pripravke. Učinkovitost razpoložljivih pripravkov v tujini testirajo že več let in pogosto se izkaže, da večina razpoložljivih pripravkov nima visoke učinkovitosti (Morehead in Kuhar, 2017; Kuhar in Kamminaga 2017; Laznik in Trdan, 2021). Potrebno je pripraviti strategijo uporabe razpoložljivih pripravkov z neposredno in posredno učinkovitostjo. Da bi ocenili domet učinkovitosti nekaterih pripravkov združenih v celovit škropilni program, smo izvedli preprost poljski demonstracijski poskus, katerega rezultati so predstavljeni v tem prispevku.

2 MATERIAL IN METODE

2.1 Zasnova poskusa

Demonstracijski poskus je bil izveden v nasadu jablan kmetije Šinigoj v Dombravi (Vipavka dolina). Na voljo smo imeli 0,5 ha nasada sorte Jonagored in 0,5 ha nasada sorte Fuji, ki sta bila združena na eni parceli. Nasad je star 12 let in leži med nasadi breskev, hrušk, trte, travniki in njivami z lucerno. Nahaja se v idealnem ekosistemu za razvoj MS. Oba nasada smo razdelili na dva dela. Približno 90 % površine smo tretirali s pripravki za zatiranje stenice. 10 % nasada na robu je bila netretirana kontrola, kjer nismo nanašali pripravkov z delovanjem na stenico. Zaradi konfiguracije in majhnosti nasada ter aplikacije s standardnim pršilnikom, nismo mogli imeti popolne naključne razporeditve parcelc, temveč so bila obravnavanja v pasu. Ponovitve so si sledile ena za drugo. Testirali smo celovit škropilni program in ne delovanja posameznih pripravkov. Podatki o učinkovitosti so ocene kumulativne učinkovitosti velikega števila aplikacij pripravkov, nanesenih zaporedno. Smo pa podali nekaj ocen o okvirni stopnji učinkovitosti nekaterih pripravkov.

2.2 Nanos pripravkov in škropilni program

Pripravke smo nanesli s standardnim sadjarskim pršilnikom, pri porabi vode 450 l/ha. Škropilni program z uporabljenimi pripravki je prikazan v preglednici 1.

Preglednica 1: Pregled apliciranih pripravkov in obdobji aplikacije.

| Obdobje | Pripravek (aktivna snov) | Odm. / ha | Pripravek (aktivna snov) | Odm./ ha |
|---------|---------------------------------------------------------------------------|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| 13. 4. | Teppeki (flonikamid 50 %) | 0,14 l | Teppeki (flonikamid 50 %) | 0,14 l |
| 21. 4. | | | Neemazal TS (azadirahthin 4,5 %) | 4,5 l |
| 30. 4. | Mospilan 20 SG (acetamprid 20 %) | 0,2 kg | | |
| 3. 5. | | | Mospilan 20 SG | 0,2 kg |
| 6. 5. | Harpun (piriprosifen 10 %) | 0,5 l | Piper (ekstrakt čilija – capsaicin + B) + Fos Soap (detergent fosfonati oleat) | 2 l 1,5 l |
| 12. 5. | | | Steward (indoksakarb 30 %) | 0,25 kg |
| 20. 5. | Imidan 50 WG (fosmet 50 %) | 1 kg | Imidan 50 WG (fosmet 50 %) | 1 kg |
| 20. 5. | | | Movento (spirotetramat 10 %) | 1,9 l |
| 26. 5. | Movento SC 100 (spirotetramat 10 %) | 1,9 l | | |
| 3. 6. | Coragen (klorantraniliprol 20 %) | 0,25 l | Wetcit (močilo olje agrumov) + Piper | 2 l 4 l |
| 5. 7. | Mospilan | 0,5 kg | Piper + Fos Soap | 4 l 1,5 l |
| 15. 7. | Decis 2,5 EC (deltametrin 2,5 %) | 0,5 l | Vegex Beta (rastlinski izvlečki <i>Daphne gnidium</i> , <i>Ruta chalepensis</i> , <i>Piper auritum</i>) + Fos Soap | 2 l 1,5 l |
| 22. 7. | LASER 240 SC (spinosad 24 %) + Orocide plus (olje pomarančevca 5,9 %) | 0,3 l 2 l | Alsupre Altinco Delegate 250 WG (spinetoram 25 %) + WETCIT (olje agrumov) | 1,5 kg 0,3 kg 2 l |
| 6. 8. | Vegex Beta (rastlinski izvlečki) + Fos Soap (detergent fosfatni oleat) | 2 l 1,5 l | Piper + Fos Soap | 4 l 1,5 l |
| 26. 8. | ASSET FIVE (naravni piretrin 4,65 %) | 0,96 l | Alsupre Altinco (SO ₃ 66 %, K ₂ O 10,2 %, N 8,2 %) | 2 kg |

2.3 Ugotavljanje velikosti populacije stenic in obsega poškodb plodov

Za oceno velikosti populacije stenic smo uporabili preprosto entomološko metodo, to je otesanje vej nad entomološko pojavo. Na vsaki parcelici smo pri vsaki ponovitvi otrsli 100 naključno izbranih vej po vseh segmentih krošnji naključno izbranih dreves in prešteli število stenic, ki so padle na pojavo. Navadno smo na enem drevesu potresli 4-5 vej. Za vsako obravnavanje smo postopek ponovili štirikrat na naključno izbranih drevesih. V nasadu smo v tretiranih in netretiranih delih imeli nameščenih veliko število feromonskih vab. Te so vplivale na segregacijo stenic. Iz tega razloga smo izvedli dva ločena niza otesanj; otesanje dreves, ki so bila v bližini postavljenih feromonskih vab (7 dreves levo in 7 dreves desno od vabe) in otesanje dreves, ki so bila bolj oddaljena

od vabe. To proceduro smo izvedli na tretiranem območju in na območju netretirane kontrole. Imeli smo še tretji niz otesanj in sicer drevesa, ki so bila na robu nasada, samo v zadnji oziroma prvi vrsti na robu. Enak pristop smo imeli pri analizi deleža plodov, ki so imeli vidne poškodbe od stenic. Pri vsakem analiziranem nizu dreves smo naključno pregledali 100 naključno izbranih plodov v 4 ponovitvah, dvanajstkrat v sezoni. Za predstavitev učinkovitosti škropilnega programa smo uporabili Abbottovo formulo. Vanjo smo vstavili podatke o številu ulovljenih stenic in podatke o deležu napadenih plodov. Učinkovitost Abbott (%) za zatiranje stenic = $(1 - (\text{št. padlih stenic na ponjavo tretirano} / \text{št. stenic padlih na ponjavo netretirano})) * 100$.

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

3.1 Rezultati glede ocene velikosti populacije stenic

Prve prezimele odrasle stenicice so se v nasad iz zimskih skrivališč preselile v sredini aprila. V maju se je populacija le počasi povečevala, hitro pa je začela naraščati v juniju. Ličinke so se začele intenzivneje pojavljati po 15. juniju. Populacija je zelo občutno narasla v začetku julija. Največji ulovi odraslih osebkov na vabah in glede na ulov pri otesanju so bili od začetka do sredine avgusta (preglednica 2). Med obema sortama ni bilo veliko razlik. Zadnji osebki prezimelega rodu so verjetno poginili zadnje dni julija. Stenicice so bile v velikem številu navzoče vse do obiranja. V začetku septembra so se delno preselile v bližnji vinograd. Dinamika ulova odraslih stenic na ponjave je vidna v preglednicah 2 in 3.

Preglednica 2: Število ulovljenih odraslih stenic na 100 otesanj vej na entomološko ponjavo pri sorti Jonagored.

| obr./datum | 6.5. | 21.5. | 2.6. | 18.6. | 9.7. | 28.7. | 6.8. | 13.8. | 25.8. | 6.9. | 13.9. | 21.9 |
|------------|----------|------------|-----------|-----------|------------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------|
| K vaba | 27 a | 5,5 a | 5,5 a | 9,5 a | 16 a | 12,5 a | 16 a | 14,75 a | 14,25 a | 9,25 a | 11,5 a | 8,25 a |
| K iz vab | 4 b | 5 ab | 3 b | 3,75 b | 4 bc | 3 bc | 4 bc | 8 b | 3,75 b | 3,25 bc | 2,75 bc | 2,5 bc |
| T vabno | 3,5 b | 2,25 bc | 0 c | 1 bc | 4,25 bc | 4 bc | 4,25 bc | 0,5 c | 1 b | 1 c | 3,5 bc | 2,5 bc |
| T vabo | 1,5 b | 1,75 c | 0,25 c | 3 bc | 8,25 b | 5,75 b | 8,25 b | 1 c | 4 b | 4,5 b | 5,5 b | 4 b |
| T izv vab | 3,5 b | 0,25 c | 0 c | 0,25 c | 0,75 c | 0,5 c | 0,25 c | 0 c | 0,75 b | 12,5 c | 0,75 c | 0,25 c |

Povprečja znotraj istega termina ocenjevanje označena z enako črko se ne razlikujejo med seboj glede na rezultate Tukey HSD testa ($\alpha < 0,05$). T – tretirano, K – kontrola netretirano.

Preglednica 4 kaže podatke o učinkovitosti škropilnega programa pri sorti Jonagored. Učinkovitosti so med ocenjevalnimi obdobji zelo nihale. V maju so bile pod 65 %, v juliju so bile malo nad 85 % in v avgustu in septembru so se dvignile precej nad 80 %. V septembru je bila učinkovitost med 80 in 90 %, čeprav takrat nismo več izvajali aplikacij pripravkov.

Preglednica 3: Število ulovljenih odraslih stenic na 100 otresanj vej na entomološko ponjavo pri sorti Fuji.

| obr./datum | 6.5. | 21.5. | 2.6. | 18.6. | 9.7. | 28.7. | 6.8. | 13.8. | 25.8. | 6.9. | 13.9. | 21.9. |
|------------|-----------|-----------|----------|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|
| K vaba | 10,0 a | 8,0 a | 4,5 a | 6,3 a | 11,3 a | 13,5 a | 18,8 a | 10,5 a | 19,0 a | 19,0 a | 14,3 a | 9,5 a |
| K iz vab | 4,0 b | 4,8 b | 0,5 a | 2,8 b | 5,3 ab | 4,3 ab | 5,3 b | 4,5 ab | 7,0 b | 7,0 b | 3,3 b | 4,0 b |
| T vab | 0,0 c | 1,8 c | 1,5 a | 2,3 b | 3,5 b | 3,5 b | 0,3 b | 2,0 b | 1,8 b | 2,0 b | 3,0 b | 1,8 b |
| T vabro | 12,0 a | 2,8 bc | 0,0 a | 2,3 b | 4,5 b | 3,3 b | 4,5 b | 2,8 b | 5,3 b | 3,3 b | 4,8 b | 3,0 b |
| T izv vab | 0,0 c | 0,3 c | 0,0 a | 0,8 b | 1,5 b | 0,3 b | 0,3 b | 2,0 b | 1,5 b | 1,0 b | 1,5 b | 0,8 b |

Povprečja znotraj istega termina ocenjevanje označena z enako črko se ne razlikujejo med seboj glede na rezultate Tukey HSD testa ($\alpha < 0,05$). T – tretirano, K – kontrola netretirano.

Preglednica 5 kaže podatke o uspešnosti zatiranja odraslih stenic pri sorti Fuji, pri programu z večjim vnosom alternativnih sredstev. V prvem delu sezone so se učinkovitosti gibale med 60 in 70 %. Konec julija so se približale 90 % pri analizi dreves, ki niso bila v bližini feromonskih vab. Pri drevesih v bližini feromonskih vab je bila učinkovitost malo nižja. V avgustu je bila učinkovitost okrog 70 %. V začetku septembra je učinkovitost padla na 60 % in se konec septembra zvišala na 84 %. Učinkovitost za zatiranje ličink je bila precej nižja (podatkov ne kažemo). Alternativna sredstva (Fos Soap, Alsupre, Piper, Vegex beta) so verjetno odgnala odrasle stence a izpostavljene ličinke niso migrirale iz nasada.

Preglednica 4: Učinkovitost škropilnega programa za zmanjšanje populacije odraslih stenic (Abbot, %) pri sorti Jonagored.

| obr./datum | 6.5. | 21.5. | 2.6. | 18.6. | 9.7. | 28.7. | 6.8. | 13.8. | 25.8. | 6.9. | 13.9. | 21.9. |
|-------------|------------|-----------|------------|------------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-----------|-----------|------------|
| T vaba not | 87,0 a | 59,1 b | 100,0 a | 89,5 ab | 73,4 a | 68,0 a | 73,4 ab | 96,6 a | 93,0 a | 89,2 a | 69,6 a | 69,7 ab |
| T vaba rob | 0,0 b | 68,2 b | 95,5 a | 68,4 b | 48,4 b | 54,0 a | 48,4 b | 93,2 a | 71,9 a | 51,4 a | 52,2 a | 51,5 b |
| T izven vab | 12,5 ab | 95,0 a | 100,0 a | 93,3 a | 81,3 a | 83,3 a | 93,8 a | 100,0 a | 94,70 a | 83,8 b | 89,1 a | 93,9 a |

Povprečja znotraj istega termina ocenjevanje označena z enako črko se ne razlikujejo med seboj glede na rezultate Tukey HSD testa ($\alpha < 0,05$). T – tretirano, K – kontrola netretirano.

Preglednica 5: Učinkovitost škropilnega programa za zmanjšanje populacije odraslih stenic (Abbot, %) pri sorti Fuji.

| obr./datum | 6.5. | 21.5. | 2.6. | 18.6. | 9.7. | 28.7. | 6.8. | 13.8. | 25.8. | 6.9. | 13.9. | 21.9. |
|-------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|------------|-----------|
| T vabe not | 100,0 a | 77,5 ab | 66,7 b | 63,5 a | 69,0 a | 74,1 b | 98,4 a | 81,0 a | 90,5 a | 89,5 a | 79,0 a | 81,1 a |
| T vabe rob | 0,0 b | 65,0 b | 100,0 a | 63,5 a | 60,2 a | 75,6 b | 76,1 a | 73,3 ab | 72,1 b | 82,6 a | 66,4 ab | 68,4 a |
| T izven vab | 100,0 a | 93,8 a | 100,0 a | 71,4 a | 71,7 a | 93,0 a | 94,3 a | 55,6 b | 78,6 b | 85,7 a | 54,5 b | 80,0 a |

Povprečja znotraj istega termina ocenjevanje označena z enako črko se ne razlikujejo med seboj glede na rezultate Tukey HSD testa ($\alpha < 0,05$). T – tretirano, K – kontrola netretirano.

Najboljši rezultat smo pri sorti Jonagored dosegli v začetku septembra, ki pa je morda bil posledica preseljevanja stenic na druge gostitelje, zunaj nasada. Ocenjujemo, da škropilni program ni bil visoko učinkovit. Premalo pogosto smo uporabili pripravke z učinkovitostjo nad 50 %. Alternativni pripravki niso zatrli ali pregnali stenic v dovolj velikem obsegu. Naših podatkov ne moremo neposredno primerjati z drugimi raziskavami, ker v večini raziskav analizirajo učinkovitost posameznih pripravkov, mi pa smo analizirali časovne preseke celovitega škropilnega programa.

V integrirani pridelavi za zatiranje stenice najbolj pogosto testirajo piretroide, organske fosforjeve estre in neonikotinoide (Leskey in sod., 2012; 2014; Morrison in sod., 2016; Leskey, 2017; Leskey in Nielsen, 2018). Veliko snovi, ki so jih raziskovali v tujini v Sloveniji ne uporabljamo, ker so preveč obremenilne za okolje in zato na njih ni za računati. Iz raziskav ZDA znanstveniki ocenjujejo, da znašajo kratkoročne učinkovitosti za odrasle osebkke izpostavljene za nekaj ur (laboratorijski testi) pri dimetoatu in klorpirifosu 90 %, azadirahtinu med 40 in 55 %, pri naravnih piretrinih med 50 in 65 %, pri deltametrinu in lambda-cihalotrinu 50-55 %, pri spinosadu od 60 do 80 %, pri tiametoksamu 60 %, acetampridu 70 %, imidaklopridu 40 %, tiaklopridu 20 %, spirotetramatu 15 %, indoksakrabu 10 %, abamektinu 15 % in fosmetu 20 % (Leskey in sod., 2012, 2014; Morehead, 2016; Leskey in Nielsen, 2018). Ocenjujemo, da so učinkovitosti testiranih snovi, dosežene v našem poskusu, primerljive tistim, ki jih dosegajo v poskusih v tujini in da še nimamo visoke stopnje odpornosti. Naša pavšalna ocena za rang učinkovitosti za odrasle osebkke pri polnem registriranem odmerku za kratkoročno učinkovitost testiranih pripravkov je naslednja: fosmet 50 %, acetamprid 85 %, deltametrin 55 %, azadirahtin 40 %, spinetoram 65 %, spinosad 60 %, naravni piretrin 40 %, klorantraniliprol 5 %, flonikamid 0 % in za indoksakrb 0%. Za piriproksifen ocenjujemo, da povzroča 40 % sterilnost izleglih jajčec, če so samice izpostavljene polnemu odmerku. Poudariti je potrebno, da so to ocene in da nismo izvedli znanstvenega testiranja učinkovitosti posameznih aktivnih snovi v poljskih razmerah.

83

3.2 Rezultati glede deleža plodov s poškodbami od stenic

Hranjenje stenic na plodovih naredi plodove neustrezne za prodajo. Pri strategiji zatiranja je pomembno, da ugotovimo, v katerem obdobju se pojavijo najbolj obsežne poškodbe na plodovih in ali v času 4 mesecev pojava stenice izstopajo posamezna obdobja, ko je potrebno še posebno intenzivirati zatiranje stenic. Podatki poskusa pri obeh sortah kažejo, da delež poškodovanih plodov narašča postopno in se hitro povečuje od sredine poletja naprej, še posebno hitro je povečanje, ko ličinke poletnega rodu zaključujejo razvoj in se preobrazijo v odrasle (od sredine julija naprej).

Pri sorti Jonagored je bila v sredini rastne dobe in jeseni razlika med deležem poškodovanih plodov na drevju v bližini feromonskih vab in na drevju v večji oddaljenosti od vab (preglednica 6). Tako je bilo v začetku avgusta na drevju s feromonskimi vabami v kontroli napadenih približno 25 % plodov, pri kontrolnih netreniranih drevesih oddaljenih od vab pa je bilo približno 15 % plodov. Pri tej sorti smo na koncu ob obiranju na kontrolnih drevesih brez feromonskih vab imeli 20,7 %

plodov poškodovanih od stenic. Na tretiranih drevesih zunaj območja vab, smo imeli poškodovanih le 4 % plodov. To kaže na dejstvo, da je bil škropilni program z uporabo pripravkov Mospilan, Decis, Laser, Asset Five in Imidan dokaj uspešen. Po Abbottovem izračunu smo ob obiranju dosegli 80,7 % učinkovitost zmanjšanja deleža plodov s poškodbami.

Preglednica 6: Delež (%) plodov z vidnimi poškodbami od stenic pri sorti Jonagored.

| obr./datum | 6.5. | 21.5. | 2.6. | 18.6. | 9.7. | 28.7. | 6.8. | 13.8. | 25.8. | 6.9. | 13.9. | 21.9 |
|--------------|------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|---------|------------|------------|------------|
| K vaba | 0 a | 1 a | 4,75 a | 3,75 a | 7 a | 11,75 a | 12,75 a | 14,75 a | 21 a | 25 a | 33,5 a | 34,5 a |
| K izven vab | 0 a | 0,25 a | 1,25 b | 1,25 b | 4,5 ab | 6,5 b | 6 b | 5,5 b | 13,25ab | 15 b | 19,75 b | 20,75 b |
| T vabe notri | 0 a | 0 a | 0,5 b | 0,75 b | 1,75 b | 2,25 bc | 2,5 bc | 2,75 b | 5,25 c | 5,75 c | 6,5 c | 7 cd |
| T vabe rob | 0 a | 0 a | 1 b | 1 b | 2,5 ab | 3,5 bc | 3 bc | 2,5 b | 6,75 bc | 7,75 bc | 9 c | 14,5 bc |
| T izven vab | 0 a | 0 a | 0,25 b | 0 b | 0,5 b | 1,25 c | 1,75 c | 1,75 b | 2,5 c | 3,25 c | 3,5 c | 4 d |

Povprečja znotraj istega termina ocenjevanje označena z enako črko se ne razlikujejo med seboj glede na rezultate Tukey HSD testa ($\alpha < 0,05$). T – tretirano, K – kontrola netretirano.

Preglednica 7: Delež (%) plodov z vidnimi poškodbami od stenic pri sorti Fuji.

| obr./ datum | 6.5. | 21.5. | 2.6. | 18.6. | 9.7. | 28.7. | 6.8. | 13.8. | 25.8. | 6.9. | 13.9. | 21.9 |
|--------------|------|-------|-----------|-------|-----------|-----------|-----------|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| K vaba | 0 a | 1,8 a | 1,75 a | 2,3 a | 4,8 a | 8,5 a | 10,3 a | 8,8 a | 20,5 a | 22,5 a | 30,5 a | 33,0 a |
| K izven vab | 0 a | 0,3 a | 0,5 ab | 0,8 a | 2,3 ab | 5,3 ab | 3,8 b | 3,0 b | 7,3 b | 8,0 b | 14,8 b | 15,3 b |
| T vabe notri | 0 a | 0,3 a | 0,5 ab | 0,5 a | 1,5 b | 1,5 c | 1,5 b | 1,0 b | 5,8 b | 6,3 b | 7,0 c | 9,0 bc |
| T vabe rob | 0 a | 0,8 a | 0,5 ab | 0,5 a | 1,3 b | 2,5 bc | 2,0 b | 2,0 b | 7,3 b | 7,8 b | 8,5 bc | 9,3 bc |
| T izven vab | 0 a | 0,0 a | 0,0 b | 0,3 a | 0,5 b | 0,5 c | 0,5 b | 0,8 b | 2,8 b | 3,5 b | 4,0 c | 4,0 c |

Povprečja znotraj istega termina ocenjevanje označena z enako črko se ne razlikujejo med seboj glede na rezultate Tukey HSD testa ($\alpha < 0,05$). T – tretirano, K – kontrola netretirano.

Preglednica 8: Učinkovitost škropilnega programa za zmanjšanje deleža plodov s poškodbami (Abbot, %) pri sorti Jonagored.

| obr./datum | 6.5. | 21.5. | 2.6. | 18.6. | 9.7. | 28.7. | 6.8. | 13.8. | 25.8. | 6.9. | 13.9. | 21.9 |
|--------------|------|------------|-----------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|
| T vabe notri | / | 100,0 a | 89,5 a | 80,0 ab | 63,5 ab | 80,9 a | 80,4 a | 81,4 a | 75,0 ab | 77,0 a | 80,6 a | 79,7 a |
| T vaba rob | / | 100,0 a | 78,9 a | 73,3 b | 47,9 b | 70,2 a | 76,5 a | 83,1 a | 67,9 b | 69,0 a | 73,1 a | 58,0 a |
| T izven vab | / | 100,0 a | 80,0 a | 100,0 a | 78,3 a | 80,8 a | 70,8 a | 68,2 a | 81,1 a | 78,3 a | 82,3 a | 80,7 a |

Povprečja znotraj istega termina ocenjevanje označena z enako črko se ne razlikujejo med seboj glede na rezultate Tukey HSD testa ($\alpha < 0,05$). T – tretirano, K – kontrola netretirano.

V sezoni 2021 smo imeli pozebo in sorta Fuji je bila bolj prizadeta od sorte Jonagored, zato je bilo na drevesih zelo malo plodov. To je verjetno povzročilo nadpovprečno velik pritisk populacije stenic. Včasih je na posamezen plodu bilo možno najti tudi 3-5 stenic. Dinamika pojava poškodb na plodovih je bila pri sorti Fuji podobna kot pri sorti Jonagored. Velik porast deleža poškodovanih plodov smo opazili v septembru. Sorto Fuji obiramo 2,5 tedna pozneje, kot Jonagored, zato so plodovi izpostavljeni dalj časa. V kontroli na drevesih s feromonsko vabo smo imeli poškodovanih 33 % plodov, in na tretirani drevesih v bližini vab 9 % napadenih plodov (preglednica 7). S škropilnim programom z uporabo nekaterih alternativnih sredstev smo dosegli 73,9 % zmanjšanje deleža plodov s poškodbami (preglednica 9). Oba poskusa kažejo, da smo v razmerah zelo velikega pritiska škodljivke dosegli dokaj dober rezultat, ob zmerno pogosti uporabi insekticidov. Termin uporabe pripravkov je bil prilagojen tako zatiranju MS kot drugih škodljivcev (zavijač, uši,...). Rezultati kažejo, da je možno doseči dokaj dober rezultat s premišljeno rabo pripravkov. Seveda sadjarji ne morejo biti zadovoljni s 4 do 9 % izgubo pridelka. V danih okoliščinah bo potrebno za poškodovane plodove najti ustrezne rešitve za predelavo. Izrazito povečanje aplikacij insekticidov bo dodatno porušilo naravno ravnotežje, pospešilo pojav odpornosti in tako ne pridemo iz začaranega kroga omejenih možnosti zatiranja. Vsi rezultati raziskave v tem prispevku niso predstavljeni. Več podatkov je dostopnih v magistrskem delu A. Preložnik (Preložnik, 2022).

85

Preglednica 9: Učinkovitost škropilnega programa za zmanjšanje deleža plodov s poškodbami (Abbot, %) pri sorti Fuji.

| obr./datum | 6.5. | 21.5. | 2.6. | 18.6. | 9.7. | 28.7. | 6.8. | 13.8. | 25.8. | 6.9. | 13.9. | 21.9 |
|----------------|------|------------|------------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|
| T vabe not | / | 83,3 ab | 71,4 a | 78,3 a | 68,8 a | 82,4 ab | 85,4 a | 88,6 a | 71,7 a | 72,0 a | 77,0 a | 72,7 a |
| T vabe rob | / | 55,6 b | 71,4 a | 78,3 | 72,9 | 70,6 b | 80,6 a | 77,3 | 64,4 | 65,3 ab | 72,1 a | 71,8 a |
| T izven vab | / | 100,0 a | 100,0 a | 62,5 a | 78,3 a | 90,6 a | 86,8 a | 73,3 a | 61,6 a | 56,3 b | 73,0 a | 73,9 a |

Povprečja znotraj istega termina ocenjevanje označena z enako črko se ne razlikujejo med seboj glede na rezultate Tukey HSD testa ($\alpha < 0,05$). T – tretirano, K – kontrola netretirano.

4 SKLEPI

Na stenico je potrebno vršiti zatiralni pritisk celotno obdobje 4 mesecev. Insekticida Decis in Mospilan sta vsaj 80 % učinkovita za zatiranje ličink. Pripravek Asset five je po naši oceni vsaj 60 % kratkoročno učinkovit za L1 in L2. Ocenjujemo, da je stranski učinek pri insekticidih Laser, Delegate, Imidan, Neem, Movento vsaj 30 do 45 % pri ličinkah. Če omenjene pripravke združimo v program s kratkimi presledki, dobimo 70-80 % učinkovitost za zatiranje ličink.

Migratornost stenic je velika. Pri preseljevanju se pozna velik vpliv robne vegetacije. Uspešno zatiranje ne bo možno brez kombiniranja uporabe kemičnih snovi s številnimi biotehničnimi ukrepi. Možno je tudi, da številni nasadi ne bodo prizadeti, ker se bodo populacije stenic enakomerno porazdelile po ekosistemihi.

Verjetno bi taktika uporabe feromonskih vab na robu, v zadnji vrsti sadovnjaka ali na posebne robne mreže bila uporabna, da bi samo tam imeli intenziven vnos insekticidov. Pogoj je nizek strošek feromonov. Pri tem pristopu povečamo tveganja za pojav odpornosti.

Predlog intenzivnega škropilnega sistema za sezono 2022 za nasade z zelo velikim pritiskom stenice je takšen, da uporabimo tri registrirane pripravke in pripravke s stranskim učinkom. Upoštevamo vse registracijske GAP glede letnega števila rab pripravkov. V maju uporabimo pripravka Neem in Imidan. Pripravek Mospilan uporabimo konec maja in konec junija. V juliju uporabimo Laser in pripravek Decis in v avgustu pripravek Delegate z dodatki olj (Wetcit, ...). Na koncu sezone, v obdobju treh tednov do obiranja, uporabimo kombinacijo pripravkov Asset five in Piper ali Vegex beta.

5 ZAHVALA

Financerjem projekta CRP V4-2002 se zahvaljujemo za dodeljena sredstva. Zahvala kmetiji Šinigoj za zagotovitev poskusnega sadovnjaka in izvajanje aplikacij FFS. Prav tako se zahvaljujemo sodelavcem iz KGZS-NG za pomoč pri izvedbi raziskave.

6 LITERATURA

- Bergh, J. C., Joseph, S. V., Short, B. D., Nita, M., Leskey, T. C. 2019. Effect of pre-harvest exposures to adult *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) on feeding injury to apple cultivars at harvest and during post-harvest cold storage. *Crop Protection* 124. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2019.104872>
- Kuhar, T. P., Kamminga, K. 2017. Review of the chemical control research on *Halyomorpha halys* in the USA. *Journal of Pest Science*, 90: 1021-1031. <https://doi.org/10.1007/s10340-017-0859-7>
- Laznik, Ž, Trdan, S. 2021. Management methods for marmorated stink bug (*Halyomorpha halys* (Stål, 1855), Hemiptera, Pentatomidae). *Acta Agriculturae Slovenica*. 117(1). <http://ojs.aas.bf.uni-lj.si/index.php/AAS/article/view/2106>
- Lee, D. H., Short, B. D., Nielsen, A. L., Leskey T. C. 2014. Impact of Organic Insecticides on the Survivorship and Mobility of *Halyomorpha halys* (Stål) (Hemiptera: Pentatomidae) in the Laboratory. *Florida Entomologist*, 97, 2: 414-421.
- Leskey, T. C., Lee, D. H., Short, B. D., Wright, S. E. 2012. Impact of Insecticides on the Invasive *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae): Analysis of Insecticide Lethality. *Journal of Economic Entomology*, 105, 5: 1726-1735.
- Leskey, T. C., Short, B. D., Lee, D. H. 2014. Efficacy of insecticide residues on adult *Halyomorpha halys* (Stal) (Hemiptera: Pentatomidae) mortality and injury in apple and peach orchards. *Pest Management Science*, 70(7). DOI:10.1002/ps.3653
- Leskey, T.C. 2017. Identification, Damage, and Control Options for the Brown Marmorated Stink Bug, *Halyomorpha halys* (Stål), a Serious Pest of Agriculture. USDA-ARS, Appalachian Fruit Research Station, Kearneysville USA.
- Leskey, T. C., Nielsen, A. L. 2018. Impact of the invasive brown marmorated stink bug in North America and Europe: History, biology, ecology, and management. *Annual Review of Entomology*, 63: 599-618.
- Morehead, J. A. 2016. Efficacy of Organic Insecticides and Repellents against Brown Marmorated Stink Bug in Vegetables. Master thesis. Faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State University, Virginia ZDA.
- Morehead, J. A., Kuhar, T. P., 2017. Efficacy of organically approved insecticides against brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys* and other stink bugs. *Journal of Pest Science*, 90, 4: 1277-1285.

- Morrison, W.R., Lee, D. H., Short, B. D., Khirmian, A., Leskey, T. C. 2016. Establishing the behavioral basis for an attract-and-kill strategy to manage the invasive *Halyomorpha halys* in apple orchards. *Journal of Pest Science*, 89: 81-96.
- Preložnik A. 2022. Možnosti zatiranja stenice marmorirane smrdljivke (*Halyomorpha halys*) v nasadih jablan z ekološko in integrirano pridelavo. Magistrsko delo, FKBV-UM, 86 str.

**SPREMLJANJE ZASTOPANOSTI KRVAVKINEGA NAJEZDNIKA
(*Aphelinus mali*, Hymenoptera, Aphelinidae) PRI UPORABI RAZLIČNIH
ŠKROPILNIH PROGRAMOV ZA ZATIRANJE KRVAVE UŠI (*Eriosoma
lanigerum*, Hemiptera, Aphididae)**

Franček POLIČNIK¹, Alenka FERLEŽ RUS², Jože MIKLAVC³, Boštjan MATKO⁴,
Miro MEŠL⁵, Leonida LEŠNIK⁶, Evgen PULKO⁷, Urška ŠKRABAR⁸, David SNOJ⁹,
Primož ŽIGON¹⁰

¹⁻² Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije, Maribor

³⁻⁸ Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije, Kmetijsko gozdarski zavod Maribor,
Maribor

⁹⁻¹⁰ Kmetijski inštitut Slovenije, Ljubljana

IZVLEČEK

88

V zadnjih letih se pridelovalci v nasadih jablan soočajo z naraščajočo problematiko obvladovanja populacije krvave uši (*Eriosoma lanigerum* Hausmann, 1802). Prerazmnožitev in nastala škoda je posledica ugodnih vremenskih razmer za razvoj krvave uši, kakor tudi zmanjšanja števila učinkovitih kemičnih insekticidov za njeno zatiranje. Krvavkin najezdnik (*Aphelinus mali* Haldeman, 1851) je naravni sovražnik krvave uši, ki ima pomembno vlogo pri vzdrževanju naravnega ravnovesja in omejevanju populacije krvave uši. Z namenom priprave učinkovite strategije obvladovanja krvave uši smo v poljskih poskusih na več lokacijah po Sloveniji (Kasaze, Gačnik, Brdo pri Lukovici) preizkušali učinkovitost različnih škropilnih programov (standardni, integrirani in ekološki program) in njihov vpliv na populacijo krvavkinega najezdnika. Zastopanost in dinamiko pojava krvavkinega najezdnika smo pri uporabi različnih škropilnih programov spremljali z rumenimi lepljivimi ploščami. Na opazovanih lokacijah smo prve ulove parazitoida zabeležili v zadnjih dneh aprila, teden dni po začetku migracije krvave uši. Prvi vrh naleta krvavkinega najezdnika je bil zabeležen v prvi dekadi julija. Na lokacijah (Kasaze, Gačnik), kjer je bila v nasadih velika populacija krvave uši, smo zabeležili še drugi vrh naleta v drugi dekadi avgusta. Pri tem gre poudariti, da v vseh treh škropilnih programih od zadnje dekade julija do avgusta ni bilo uporabljenih insekticidov. Let krvavkinega najezdnika se je zaključil v

¹ mag. inž. hort., Cesta Žalskega tabora 2, SI-3310 Žalec, e-pošta: franci.policnik@ihps.si

² univ. dipl. inž. agr., prav tam

³ mag. znanosti, Oddelek za varstvo rastlin, Vinarska ulica 14, SI-2000 Maribor

⁴ mag. znanosti, prav tam

⁵ univ. dipl. inž. kmet., prav tam

⁶ mag. inž. hort., prav tam

⁷ mag. inž. agr., prav tam

⁸ mag. inž. agr., prav tam

⁹ mag. inž. hort., Oddelek za varstvo rastlin, Hacquetova ulica 17, SI-1000 Ljubljana

¹⁰ mag. inž. agr., prav tam

prvi dekadi septembra. Glede na preizkušene škroplilne programe je bilo največje število osebkov krvavkinega najezdnika zabeleženo v ekološkem programu, kjer so bile kolonije krvave uši najštevilčnejše in največji delež poškodovanih plodov. Ta program ni dal zadovoljivih rezultatov za zatiranje krvave uši. Zadovoljiva učinkovitost je bila dosežena le v standardnem in integriranem programu, ki sta bila ocenjena kot ustrezna za nadaljnje preizkušanje. Strategija zatiranja krvave uši mora temeljiti na ravnovesju med kemičnim in biotičnim načinom varstva na način, da bodo uporabljena FFS v čim manjši meri negativno vplivala na razvoj krvavkinega najezdnika.

Ključne besede: *Aphelinus mali*, *Eriosoma lanigerum*, krvava uš, jablana, naravni sovražnik

ABSTRACT

MONITORING OF PARASITOID *Aphelinus mali* (Hymenoptera, Aphelinidae) UNDER DIFFERENT SPRAYING PROGRAMS FOR THE CONTROL OF APPLE WOOLLY APHID (*Eriosoma lanigerum*, Hemiptera, Aphididae)

In recent years, apple growers have been facing an increasing problem of controlling the population of woolly apple aphid (*Eriosoma lanigerum* Hausmann, 1802). Overgrowth population of woolly apple aphid (WAA) and the resulting damage is caused due to favourable weather conditions for its development, as well as reducing the number of effective chemical insecticides. The natural enemies of WAA, especially (*Aphelinus mali* Haldeman, 1851) plays an important role in maintaining the natural balance and limiting the WAA population. In order to prepare an effective strategy for the control of woolly aphid, field experiments were carried out at several locations across Slovenia (Kasaze, Gačnik, Brdo pri Lukovici) to assess the effectiveness of various spraying programs (standard, integrated and ecological program) and their impact on the population of *A. mali*. Yellow sticky traps were used to monitor the abundance and population dynamic of *A. mali* within the various spraying programs. The first catches of parasitoid were observed in the end of the April in all monitored sites, approximately one week after the beginning of the migration of WAA. The first peak of catches was recorded in the first decade of July. At two sites (Kasaze, Gačnik) with a high level of WAA infestation, another peak of *A. mali* population was observed in the second decade of August. It should be pointed out that in all three spraying programs no insecticides were used from the last decade of July to August. Flight of the *A. mali* ended in the first decade of September. According to the tested spraying programs, the highest number of parasitoid was recorded in the ecological program, where its population correlated with increased numbers of WAA colonies and higher levels of damaged fruits. However, ecological program did not show sufficient efficacy in the suppression of WAA population. Standard and integrated program provided good control, thus indicating a potential to be included in further testing. The strategy of controlling woolly apple aphid management should integrate chemical and biological control methods in a way to minimize possible negative impacts of PPPs on the development of the parasitoid *Aphelinus mali*.

Key words: *Aphelinus mali*, apple, *Eriosoma lanigerum*, natural enemies, woolly apple aphid

1 UVOD

90 Krvava uš (*Eriosoma lanigerum* Hausmann, 1802) v slovenskih sadovnjakih postaja v zadnjih letih čedalje večji problem. Na številčnost krvave uši in obseg škode v posameznem letu vpliva razvoj populacije v preteklem letu, vremenske razmere, starost dreves, vrsta podlage ter uporaba insekticidov, kar vpliva tudi na prisotnost naravnih sovražnikov (Wearing in sod., 2010; Integrirano..., 2022). Krvava uš spada v družino pravih listnih uši (Aphididae). Domovina krvave uši je Severna Amerika, kjer je njena glavna gostiteljska rastlina ameriški brest (*Ulmus americanum* L.) (Goossens in sod., 2011). V Sloveniji krvavo uš v glavnem najdemo na jablanah (*Malus domestica* L.), v posameznih primerih tudi na hruškah (*Pyrus communis* L.), kutini (*Cydonia oblonga* Mill.) in glogu (*Crataegus* spp. Tourn. ex L.) (Integrirano..., 2022). K uspešnemu zatiranju in zmanjšanju populacije krvave uši močno pripomore naravni sovražnik, endoparazitska osica krvavkin najezdnik (*Aphelinus mali* H.). Spada v družino najezdnikov (Aphelinidae). Ima od 5 do 7 rodov letno. Samica odloži eno jajčece v larvo uši, kjer poteka razvoj ličinke parazitoida do odraslega osebka. Parazitirane in poginule uši opazimo kot črne mumije z luknjo, ki predstavljajo izhodno mesto parazitoida (Beliën in sod., 2011; Goossens in sod., 2011). Uspešnost parazitizma v naših razmerah ocenjujejo na okrog 70 %, kar pa je kljub vsemu premalo, da do občasnih prerazmnožitev populacije krvave uši ne bi prihajalo. V primerjavi s krvavo ušjo je osica namreč mnogo bolj občutljiva na nizke zimske temperature, zato je njena prezimitvena sposobnost manjša (Integrirano, 2022).

Spomladi začne krvava uš migrirati s koreninskega vratu proti krošnji, ko vsota povprečnih dnevni temperatur (temperaturni prag 5,2 °C) doseže 267 °C. V tem obdobju je tudi optimalni čas za njeno zatiranje z uporabo FFS (a.s. pirimikarb in a.s. spirotetramat) (Goossens in sod., 2011). Zelo pomembno je, da je škropljenje s temi pripravki terminsko usklajeno z bionomijo krvavkinega najezdnika. Razvoj parazitoida se začne spomladi pri temperaturnem pragu 8,3 °C in efektivni vsoti temperatur 255 °C. Razvoj enega rodu traja 55 dni pri 13 °C oz. 12. dni pri 30 °C. Razvoj parazitoida je močno oviran v vlažnem vremenu (Goossens in sod., 2011).

Krvavkin najezdnik se pojavi pozneje kot krvava uš, zaradi tega se škodljivec v spomladanskem času uspešno naseli na poganjke jablan. Tudi sam razvoj parazitoida ne poteka vedno v skladu z razvojem škodljivca. Osica se uspešneje razmnožuje pri višjih temperaturah, zato na začetku spomladi njen razvoj poteka počasneje in se ne razmnožuje tako hitro kot krvava uš. Goossens in sod. (2011) tako na primer navajajo, da bi bila za učinkovito zmanjšanje spomladanske populacije krvave uši ob njenem pojavu potrebna kar 23-krat večja populacija krvavkinega najezdnika.

2 MATERIALI IN METODE

V letu 2021 smo v okviru strokovne naloge integriranega varstva rastlin populacije krvave uši in krvavkinega najezdnika spremljali v nasadih jablan sorte Fuji na treh lokacijah po Sloveniji, in sicer v Kasazah, na Brdu pri Lukovici in v Sadjarskem centru (SC) Gačnik pri Mariboru. Monitoring je na naštetih lokacijah potekal v sklopu serije poljskih poskusov, v katerih smo preizkušali učinkovitost treh različnih škroplilnih

programov (standardni, integrirani - IVR in ekološki - EKO) za zatiranje krvave uši na jablani (preglednica 1). Poskusi so bili zasnovani bločno s štirimi obravnavanji v treh oziroma štirih ponovitvah (preglednica 2).

Preglednica 1: Uporabljeni pripravki po posameznem škropilnem programu.

| Škropilni program-pripravki | | | |
|------------------------------------|---------------------------|---------------------------|------------------|
| Kontrola-neškropljeno | Standard | integriran - IVR | ekološki - EKO |
| | Frutapon | Frutapon | Wetcit + Invelop |
| | Teppeki | Teppeki | Frutapon |
| | Pirimor 50 WG + Nu film P | Pirimor 50 WG + Nu film P | Neemazal T/S |
| | Movento SC 100 | Cocana | Cocana |
| | | Wetcit | |

Krvavo uš smo začeli spremljati v spomladanskem času pred začetkom migracije ličink z lepljivimi trakovi na kontrolnih parcelah. Lepljivi trak smo nalepili okoli debla jablan na višini 50 cm. Številčnost krvave uši smo spremljali tudi vizualno na podlagi štetja kolonij na poganjkih jablan. Pri ocenjevanju smo pregledovali 5 osrednjih dreves na poskusni parceli, na vsakem drevesu po 30 poganjkov. Ocenjevanje smo opravili v juliju in septembru 2021.

Preglednica 2: Lokacije in zasnove poskusov zatiranja krvave uši in spremljanja krvavkega najezdnika.

| | | | |
|---------------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|
| Lokacija | Kasaze | SC Gačnik | Brdo pri Lukovici |
| Območje | Savinjska | Severovzhodna Slovenija | Osrednja Slovenija |
| Koordinate (D96/TM) | E:513450 | E:552445 | E:475371 |
| | N:121402 | N:164446 | N:114122 |
| Način pridelave | Integrirana | | |
| Sorta v preizkušanju | Fuji | | |
| Razdalja sajenja | 3,3 x 1 m | 3,25 X 1,1 m | 2,6 x 1,1 m |
| Zasnova poskusa | bločni | | |
| Velikost poskusa | 712,8 m ² | 634,4 m ² | 457,6 m ² |
| Velikost poskusne parcele | 59,4 m ² | 39,65 m ² | 28,6 m ² |
| Število obravnavanj | 4 | 4 | 4 |
| Število ponovitev | 3 | 4 | 4 |
| Število dreves/parcele | 18 | 11 | 10 |
| Poraba vode | 1000 L | (689 l. š.) 912 L | 1100 L |
| Vrsta in tip pršilnika | Zupan, ZM 1000 | Zupan, ZM 1000 | Stihl SR 450 |
| Vrsta in tip šob | Albuz ATR rdeče | Albuz ATR rumene | / |
| Tlak | 8 bar | 6 bar | / |

Krvavkega najezdnika smo spremljali z rumenimi lepljivimi ploščami (RLP) proizvajalca Unichem, proizvodnja kemičnih izdelkov d.o.o., ki smo jih izobesili v vsaki ponovitvi posameznega obravnavanja. Menjava RLP je potekala tedensko od začetka aprila do konca oktobra 2021. RLP smo pregledali pod stereomikroskopom in prešteli

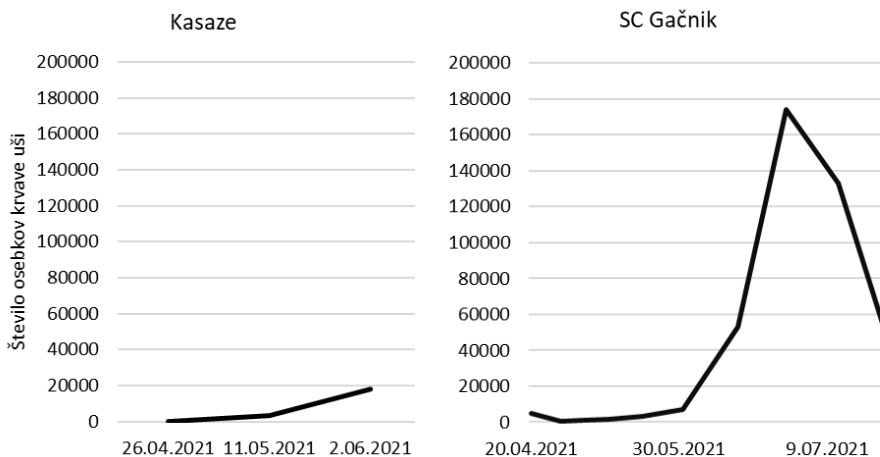
število ulovljenih parazitoidov. Ob koncu spremljanja poskusa smo na lokaciji Kasaze in SC Gačnik ocenili poškodovanost plodov. Ocenjevanje je potekalo tako, da smo na petih osrednjih drevesih ocenili 30 plodov. Sajav plod smo ocenili kot poškodovan in tržno nezanimiv.

Na lokaciji Kasaze smo ocenili tudi delež parazitiranih in neparazitiranih kolonij. Ocenjevanje parazitiranih in neparazitiranih kolonij je potekalo sočasno ob šteju kolonij krvave uši v septembru.

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

3.1 Migracija krvave uši s koreninskega vratu

Migracija krvave uši iz območja korenin proti krošnji dreves se je na lokacijah Kasaze in SC Gačnik začela v drugi dekadi aprila. Na lokaciji Kasaze in SC Gačnik je bila najbolj množična migracija zabeležena v zadnji dekadi maja oziroma v prvi dekadi junija. Vrh migracije krvave uši je bil na lokaciji SC Gačnik dosežen ob koncu junija in začetku julija. Na lokaciji Brdo pri Lukovici je bila populacija krvave uši majhna.

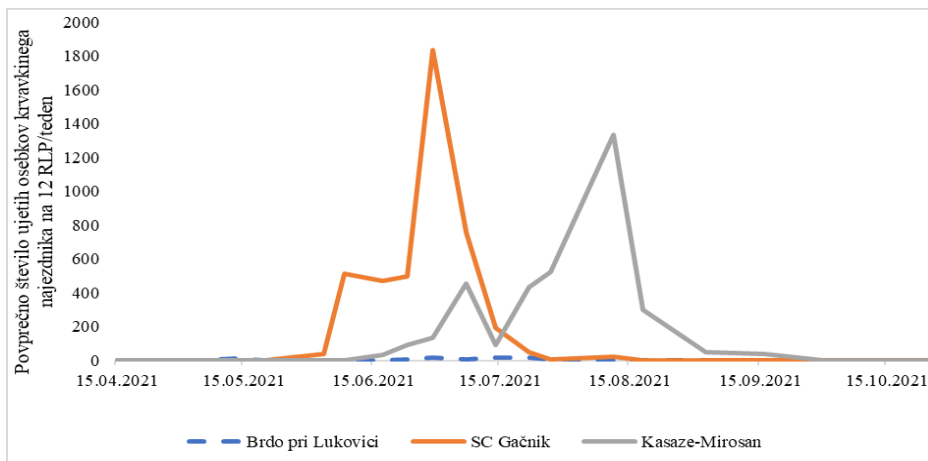


Slika 1: Grafični prikaz migracije krvave uši iz koreninskega traku proti vrhu jablane prešteti na lepljivih trakovih na lokacija Kasaze in SC Gačnik.

3.2 Krvavkin najezdnik

Prve ulove parazitske osice smo zabeležili z zadnjih dneh aprila, teden dni po začetku migracije krvave uši. Na lokaciji Kasaze se je prvi osebek ulovil 30. 4., v SC Gačnik 28. 4. in na Brdu pri Lukovici 13. 5. Na lokaciji Brdo pri Lukovici se je ulovilo skupno v tednu dni spremljanja 129 osebkov. Na lokacijah Kasaze in SC Gačnik je bila populacija tako krvave uši kot posledično tudi krvavkinega najezdnika zelo velika. Na lokaciji Kasaze je bil prvi vrh ulova dosežen v prvi dekadi julija, ko se je ulovilo skupno nekaj več kot 5400 osebkov, drugi vrh pa v prvi dekadi avgusta, ko se je v enem tednu

na 12 RLP ulovilo preko 20 000 osebkov krvavkega najezdника. Podobno dinamiko ulovov krvavkega najezdника so zabeležili tudi v SC Gačnik, vrh naleta je bil zabeležen v drugem tednu avgusta, ko je ulov na 12 RLP presegal 15 000 osebkov.

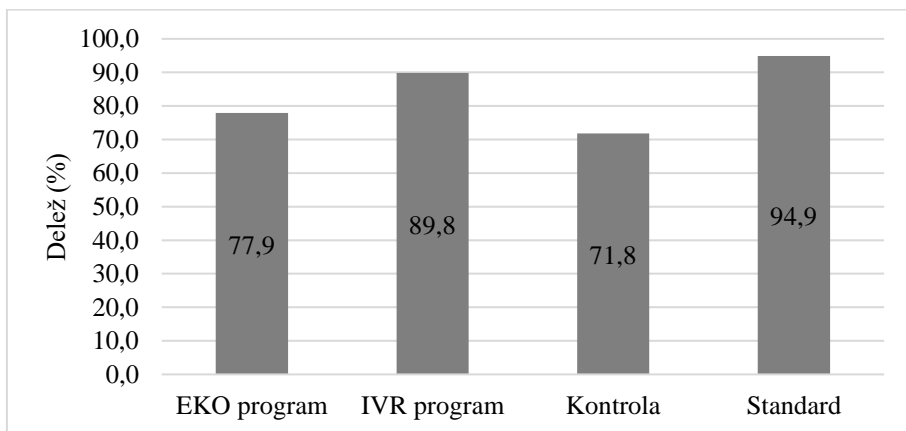


Slika 2: Povprečna številčnost krvavkega najezdника na 12 RLP na teden.

93

3.3 Parazitirane in neparazitirane kolonije krvave uši

Pred obiranjem jabolk smo na lokaciji Kasaze opravili tudi oceno parazitiranih in neparazitiranih kolonij krvave uši. Iz grafa je razvidno, da je parazitiranost kolonij krvave uši znašala med 71,8 in 94,9 %.



Slika 3: Delež parazitiranih kolonij krvave uši na lokaciji Kasaze.

Med različnimi obravnavanji je bilo število parazitiranih kolonij v največje v IVR škropilnem programu in standardnemu škropilnemu programu. Kontrolno obravnavanje (neškropljeno) in EKO škropilni program sta imela nižje vrednosti parazitiranih kolonij.

3.4 Poškodbe jabolk

Kljub velikemu številu parazitiranih kolonij krvave uši, smo pri oceni plodov v ekološkemu škropilnemu programu zabeležili relativno velik delež plodov, ki zaradi sajavosti niso bili ustrezni za trženje. Rezultat je bil primerljiv z oceno poškodovanosti plodov v kontroli. Na podlagi deleža poškodovanih plodov v EKO ocenjujemo, da uporaba tega škropilnega programa v tržni pridelavi jabolk ne bi bila upravičena.

V IVR in standardnem škropilnem programu je bilo število parazitiranih kolonij precej podobno. V avgustu, ko je bila tudi populacija krvavkega najezdnika največja, je bila tako v IVR škropilnemu programu kot standardnemu škropilnemu programu aktivnost krvave uši na poganjkih zelo majhna ali pa škodljivca sploh ni bilo.

Preglednica 3: Poškodovanost plodov jabolk zaradi krvave uši v nasadih Kasaze in SC Gačnik.

| Ocenjevanje: | Kasaze 12.10.2021 | SC Gačnik 18.10.2021 |
|------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------|
| | Odstotek poškodovanih plodov jabolk (%) | |
| Kontrola-neškropljeno | 39,3 | 30,4 |
| Standardni škropilni program | 3,0 | 5,6 |
| IVR škropilni program | 9,3 | 8,6 |
| EKO škropilni program | 32,3 | 32,9 |

94

4 SKLEPI

V letu 2021 smo v okviru strokovne naloge, ki vključuje integrirano varstvo rastlin, spremljali bionomijo in pojavnost krvave uši in njenega naravnega sovražnika krvavkega najezdnika. Dejstva, ki smo jih predhodno določili s pregledom strokovne literature, smo v poskusu vsaj delno tudi potrdili.

Pomembno je spremljanje in napoved pojava krvavkega najezdnika za določitev optimalnih rokov zatiranja krvave uši. Pri vseh treh škropilnih programih smo insekticide za zatiranje krvave uši uporabili v obdobju od druge dekade maja do konca prve dekade junija, ko je bila populacija krvavkega najezdnika najmanjša. Glede na preizkušene škropilne programe je bilo največje število osebkov krvavkega najezdnika zabeleženo pri ekološkem programu, kjer so bile kolonije krvave uši najštevilčnejše. Ta program ni dal zadovoljivih rezultatov za zatiranje krvave uši. Primerna učinkovitost je bila dosežena le pri standardnem in integriranem programu, ki sta bila ocenjena kot primerna za nadaljnje preizkušanje.

Strategija zatiranja krvave uši mora temeljiti na ravnovesju med kemičnim in biotičnim varstvom ter na način, da bodo uporabljena FFS v čim manjši meri negativno vplivala na razvoj krvavkinega najezdnika.

5 ZAHVALA

Raziskavo je financirala Uprava za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin (UVHVVR) v okviru strokovne naloge - javna služba zdravstvenega varstva rastlin. Pri izvajanju aktivnosti so poleg Inštituta za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije sodelovali tudi Kmetijski inštitut Slovenije in Kmetijsko gozdarski zavod Maribor. Za možnost izvajanja poskusov se zahvaljujemo tudi podjetju Mirosoan d.o.o. iz Kasaz, Sadjarskemu centru Gačnik iz Maribora in sodelavcem poskusnega sadovnjaka Kmetijskega inštituta Slovenije na Brdu pri Lukovici.

6 LITERATURA

- Beers, E. H., Cockfield, S. D., Fazio, G. (2007). Biology and management of woolly apple aphid, *Eriosoma lanigerum* (Hausmann), in Washington state. Bulletin IOBC/Wprs, 30(4), 37–42.
- Beliën, T., Bangels, E., Peusens, G., Berkvens, N., Viaene, N., Goossens, D. (2011). Towards improved control of woolly apple aphid (*Eriosoma lanigerum*) in integrated fruit production. *Acta Horticulturae*, 917(December), 15–22. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2011.917.1>
- Goossens, D., Bangels, E., Belien, T., Schoevaerts, C., De Maeyer, L. (2011). Optimal profit of the parasitism by *Aphelinus mali* in an IPM complementary strategy for the control of *Eriosoma lanigerum*. *Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences*, 76(3), 457–465.
- Integrirano varstvo rastlin, IVR; <https://www.ivr.si/> (04. 04. 2022)
- Wearing, C. H., Atfield, B. A., Colhoun, K. (2010). Biological control of woolly apple aphid, *Eriosoma lanigerum* (Hausmann), during transition to integrated fruit production for pipfruit in Central Otago, New Zealand. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 38(4), 255–273. <https://doi.org/10.1080/01140671.2010.524189>

UPORABA VODIKOVEGA PEROKSIDA ZA ZATIRANJE ŠKODLJIVIH ORGANIZMOV V NASADU JABLAN

Andrej PAUŠIČ¹, Filip ŽERAK², Mario LEŠNIK³

¹⁻³ Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede, Hoče

IZVLEČEK

Pozna uporaba fitofarmaceutskih sredstev (FFS) pred obiranjem povzroča težave s preveč ostanki aktivnih snovi v pridelku. Pridelovalci jabolk iščejo možnosti za uporabo alternativnih pripravkov v obdobju pred obiranjem. V letih 2020 in 2021 smo izvedli poljska poskusa v nasadu jablan, da bi ocenili potencial biostimulatorjev na podlagi vodikovega peroksida (H₂O₂ VP) za zatiranje nekaterih škodljivih organizmov (ŠO) v drugem delu rastne dobe. Pripravke z različno vsebnostjo VP smo nanесли večkrat v drugem delu rastne dobe in s standardnimi metodami EPPO ocenili stopnjo okužbe z nekaterimi boleznimi ter velikost populacije opazovanih škodljivcev. Preliminarni rezultati poskusov kažejo, da ponavljajoče uporabe VP v odmerku 500 l/ha pri koncentraciji vsaj 500 ppm v zaključnem delu rastne dobe omogočajo povečanje učinkovitosti zatiranja nekaterih ŠO. Predstavljeni so tudi nekateri vidiki fitotoksičnosti VP in učinek na pojav skladiščnih bolezni jabolk. Zunaj EU uporabo VP v varstvu jablan poznajo, v EU pa se pojavljajo zavore v registracijskih postopkih, ki omejujejo možnost izrabljanja dokaj učinkovitih, cenениh in okoljsko manj obremenilnih pripravkov.

Ključne besede: jablana, vodikov peroksid, bolezni, zatiranje

ABSTRACT

USE OF HYDROGEN PEROXIDE TO CONTROL PESTS IN APPLE ORCHARDS

Late application of plant protection products (PPPs) before harvesting causes problems with too many residues of active substances in the crop. Apple producers are looking for possibilities to use alternative preparations in that period. In the 2020 and 2021 seasons, we conducted field trials in an apple orchard to assess the potential of hydrogen peroxide-based bio stimulators (H₂O₂ HP) to control some pests and diseases (P&D) in the final part of the growing season. Preparations with different HP content were applied several times in the second part of the growing season. The rate of attack from certain diseases and the size of the population of some pests were estimated according to standard EPPO methods. Preliminary results of the experiments show that repeated application of HP at a dose of 500 l/ha at a concentration of at least 500 ppm in the final part of the growing season allows increasing the control efficiency

¹ viš. pred. dr., Pivola 10, SI-2311 Hoče, e-pošta: andrej.pausic@um.si

² študent FKBV-UM

³ prof. dr., prav tam

of some P&D. Some aspects of HP phytotoxicity and the effect on the occurrence of apple storage diseases are also presented. Outside the EU, the use of HP in protecting apple trees is well known. Still, in the EU, there are obstacles at registration procedures, which limit the possibility of using somewhat effective, cheap, and environmentally less harmful preparations.

Key words: apple tree, hydrogen peroxide, diseases, suppression

1 UVOD

V vseh državah EU imamo v okviru »zelene politike« veliko željo po občutnem zmanjšanju rabe klasičnih kemičnih FFS (fitofarmaceutskih sredstev). Zmanjšanje porabe klasičnih FFS je med drugim možno doseči s povečano rabo alternativnih pripravkov (FFS z nizkim tveganjem, biotična FFS, osnovne snovi za ekološko pridelavo, biostimulatorji in druga sredstva). V več različnih kategorijah alternativnih pripravkov uvrščamo tudi pripravke na podlagi vodikovega peroksida (H_2O_2). Vodikov peroksid (VP) v svetu za namene varstva rastlin pred škodljivimi organizmi uporabljajo že desetletja. V EU se vodikov peroksid v glavnem uporablja kot razkužilo (biocid), med tem, ko je njegove aktivne rabe za zatiranje glivičnih in bakterijskih bolezni rastlin, razvijajočih se na prostem, dokaj malo. Majhna uporaba v EU je verjetno delno povezana z nedorečenim registracijskim statusom VP. V svetu VP uporabljajo v desetinah različnih biostimulatorskih pripravkih. Pri uporabi kot biostimulator izpostavljajo učinke kot so: priprava rastline na vse oblike biotičnega in abiotičnega stresa, oblikovanje bolj odpornih plodov za skladiščenje, počasnejše staranje plodov v skladišču, boljše obarvanje plodov, doseganje večje vsebnosti antioksidantov in podobno (Guzel in Terzi, 2013; Ismail s sod., 2015; Kerchev s sod., 2020; Teklić s sod., 2020). Vemo, da ima VP zelo pomembno fiziološko vlogo pri mehanizmih odpornosti rastlin proti škodljivim organizmom, tako na področju SAR (angl. systemic acquired resistance), kot na področju ISR (angl. induced systemic resistance) odzivov rastlin (Heil in Bostock, 2002; Vlot s sod., 2020). VP v svetu uporabljajo tudi v nasadih sadnih rastlin. V naši raziskavi smo želeli preveriti možnosti uporabe pripravkov na podlagi VP za tretiranje jablan v zadnjem obdobju rastle dobe pred obiranjem. Preveriti smo želeli, ali se pripravki na podlagi VP lahko vklopijo v 0.0-residue koncept pridelave, kjer si želimo obsežnega zmanjšanja ostankov FFS v plodovih ob obiranju. VP pripravki po eni strani nadomestijo uporabo klasičnih FFS, po drugi strani pa imajo vpliv tudi na razpadanje ostankov FFS (Ikehata in El-Din, 2006).

2 MATERIAL IN METODE DE LA

2.1 Zasnova poskusa

Poskus je bil v letu 2020 izveden v nasadu sorte Zlati delišes in v letu 2021 na sorti Gala, na poskusnem posestvu FKBV UM Pivola - Hoče. Starost nasadov dreves na podlagi M9 je bila 12 let. Drevje je imelo gojitveno obliko vitko vreteno, pri gostoti sajenja 3,2 x 0,8 m. Upoštevali smo, da imamo 3900 dreves na hektar. Višina dreves je znašala

3,5 m, širina zelene stene 90 cm. Volumen zelene stene je znašal približno 9300 m². Do določenega obdobja v rastni dobi smo v nasadu uporabljali FFS, potem pa smo oblikovali dve skupini naključno porazdeljenih parcelic. Pri kontrolnih parcelicah smo FFS nanašali do obiranja, pri drugih parcelicah pa smo v tedenskih presledkih nanašali pripravke na podlagi VP.

2.2 Aplicirani pripravki in metoda aplikacije

V letu 2020 smo aplicirali 4 različne pripravke proizvajalca Belinka Perkemija d.o.o. P1 je bil stabiliziran 12% vodikov peroksid, P2 je bil stabiliziran 35% vodikov peroksid, P3 je bilo natrijevo vodno steklo NaVS38 (38 % raztopina NaOH, 24 % SiO₂) in P4 je bila mešanica 7,2% vodikovega peroksida s prefiltranim natrijevim vodnim steklom z uporabo ionskih izmenjalcev za zmanjšanje vsebnosti prostega Na (3,4 % SiO₂) (preglednica 1). V letu 2021 smo testirali zgolj 35% stabiliziran vodikov peroksid v treh odmerkih (preglednica 2). Pripravke smo nanesli z nahrbtnim pršilnikom Stihl pri porabi vode 500 l/ha (oz. 0,128 l vode na posamezno drevo). Imeli smo majhne poskusne parcelice, velike 10 dreves. Vsako obravnavanje je bilo ponovljeno štirikrat. Nasad je bil vse leto pred izvedbo poskusa intenzivno škropljen s FFS. V letu 2020 smo FFS na parcelice, kjer smo uporabili peroksid, nehali nanašati 28. 7. in v letu 2021 1. 7. V preglednicah so prikazani deli škropljenih programov v obdobju, ko smo uporabili VP. Pred uporabo VP so imele vse parcelice popolnoma enak intenzivni škroplilni program. Prikazujemo samo nanesene pripravke v obdobju uporabe VP.

Preglednica 1: Uporabljene koncentracije pripravkov v sadovnjaku v letu 2020 v obravnavanjih z vodikovim peroksidom in brez uporabe FFS pri sorti Zlati delišes.

| Datum: | P1 (12 % VP) | P2 (35 % VP) | P3 vodno steklo Na ₂ O (SiO ₂) n (3:1) | P4 (7,2 % VP) + Na ₂ O (SiO ₂) n (5-6:1) |
|--------|---------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| 21. 8. | 0,5 l/ha / 500 l vode = 0,012% = 120 ppm | 0,5 l/ha / 500 l vode = 0,035% = 350 ppm | 0,5 l/ha / 500 l vode | 0,5 l/ha / 500 l vode = 0,0072% = 72 ppm |
| 28. 8. | 0,5 l/ha / 500 l vode = 0,012% = 120 ppm | 0,5 l/ha / 500 l vode = 0,035% = 350 ppm | 0,5 l/ha / 500 l vode | 0,5 l/ha / 500 l vode = 0,0072% = 72 ppm |
| 4. 9. | 1 l/ha / 500 l vode = 0,024% = 240 ppm | 1,0 l/ha / 500 l vode = 0,07% = 700 ppm | 1 l/ha / 500 l vode | 1 l/ha / 500 l vode = 0,014% = 144 ppm |
| 11. 9. | 1 l/ha / 500 l vode = 0,024% = 240 ppm | 1,0 l/ha / 500 l vode = 0,07% = 700 ppm | 1 l/ha / 500 l vode | 1 l/ha / 500 l vode = 0,014% = 144 ppm |

Preglednica 2: Uporabljene koncentracije pripravkov v sadovnjaku v letu 2021 v obravnavanjih z vodikovim peroksidom in brez uporabe FFS.

| Datum: | P1 (35 % VP) | P2 (35 % VP) | P3 (35 % VP) | Kontrola |
|--------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------|----------------------|
| 14. 6. | 1 l/ha / 500 l vode = 0,070% = 700 ppm | 5 l/ha / 500 l vode = 0,35% = 3500 ppm | 10 l/ha / 500 l vode = 0,70% = 7000 ppm | 0 peroksida samo FFS |
| 5. 7. | 1 l/ha / 500 l vode = 0,070% = 700 ppm | 5 l/ha / 500 l vode = 0,35% = 3500 ppm | 10 l/ha / 500 l vode = 0,70% = 7000 ppm | 0 peroksida samo FFS |
| 19. 7. | 1 l/ha / 500 l vode = 0,070% = 700 ppm | 5 l/ha / 500 l vode = 0,35% = 3500 ppm | 10 l/ha / 500 l vode = 0,70% = 7000 ppm | 0 peroksida 0 FFS |
| 6. 8. | 1 l/ha / 500 l vode = 0,070% = 700 ppm | 5 l/ha / 500 l vode = 0,35% = 3500 ppm | 10 l/ha / 500 l vode = 0,70% = 7000 ppm | 0 peroksida 0 FFS |

Preglednica 3: Uporaba pripravkov v kontrolnem obravnavanju brez uporabe vodikovega peroksida v letih 2020 in 2021.

| Datum | Pripravek | Aktivna snov in delež v % | Odmerek |
|-----------|-----------------------|-------------------------------------|--------------------|
| Leto 2020 | | | |
| 28. 7. | Merpan Affirm opti | Kaptan (80%) Emamektin (0,95%) | 2 kg/ha 2 kg/ha |
| 3. 8. | Merpan | Kaptan (80%) | 2 kg/ha |
| 13. 8. | Pepelin | Žveplo (79,6%) | 3 kg/ha |
| 1. 9. | Geoxe | Fludioksonil (50%) | 0,44 kg/ha |
| 9. 9. | Merpan | Kaptan (80%) | 2 kg/ha |
| Leto 2021 | | | |
| 16. 7. | Merpan Affirm opti | Kaptan (80 %) Emamektin (0,95 %) | 2 kg/ha 2 kg/ha |
| 26. 7. | Merpan | Kaptan (80 %) | 2 kg/ha |
| 19. 8. | Merpan | Kaptan (80 %) | 2 kg/ha |
| 31. 8. | Geoxe | Fludioksonil (50 %) | 0,45 kg/ha |

2.3 Metode ocenjevanja stopnje napada/okužb škodljivih organizmov

Obseg napada bolezni in škodljivcev smo analizirali z neposrednim vizualnim bonitiranjem velikosti okužene površine napadenih organov ali s štetjem žuželk (poškodb) na organih. Naredili smo tudi nekaj ocen stopnje fitotoksičnosti na listih in plodovih. Vizualno smo ocenjevali delež površine listov in plodov s spremembami, kot so porjavitve, nekroze, nekroze lenticel, zastoji rasti, ožigi in podobno.

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

3.1 Rezultati iz leta 2020

3.1.1 Ocena stopnje fitotoksičnosti pripravkov za listje in jabolka

Preglednica 4: Odstotek (%) površine lista ali ploda, ki kaže znake sprememb zaradi fitotoksičnosti (nekroze, porjavitve, pobleditve, ožigi, nekroze lenticel) pri sorti Zlati delišes.

| Datum: | Organ: | P1(12%) | P2(35%) | P3(VS) | P4 (7,2%+VS) |
|--------|--------|---------|---------|--------|--------------|
| 24. 8. | list | 0,4 A | 0,6 A | 0,5 A | 0,4 A |
| 24. 8. | plod | 0,2 A | 0,7 A | 0,4 A | 0,4 A |
| 31. 8. | list | 1,7 A | 1,9 A | 1,5 A | 1,7 A |
| 31. 8. | plod | 0,3 A | 0,9 A | 0,8 A | 0,8 A |
| 7. 9. | list | 1,9 A | 2,0 A | 1,7 A | 1,9 A |
| 7. 9. | plod | 0,5 B | 2,4 A | 1,9 AB | 2,2 AB |
| 14. 9. | list | 2,3 A | 2,8 A | 2,2 A | 2,6 A |
| 14. 9. | plod | 0,7 B | 3,8 A | 3,3 AB | 2,9 AB |

* povprečja, označena z enako črko znotraj istega datuma ocenjevanja, se ne razlikujejo med seboj značilno glede na Tukey-ev HSD test ($P < 0,05$). Za vsako ponovitev je bilo ocenjenih 100 listov ali 100 plodov. VS – vodno steklo.

Rezultati kažejo, da pri prvih dveh ocenjevanjih znakov fitotoksičnosti skorajda ni bilo. Na začetku smo dvakrat uporabili manjšo koncentracijo, potem pa smo jo povišali. Pri tretjem in četrtem ocenjevanju je bilo možno opaziti manjše pojave fitotoksičnosti predvsem pri P3 in P4. Pri P1 praktično ni bilo očitno vidnih znakov, vse do konca poskusa. Ocenjujemo, da večkratna aplikacija pripravkov v koncentraciji do 500 ppm v poletnem času (do konca razviti poganjki in plodovi), ne predstavlja nevarnosti za pojave fitotoksičnosti. Za P3 in P4 so rezultati manj jasni a tudi mislimo da pri majhni frekvenci uporabe ne pride do fitotoksičnosti, ki bi bila gospodarsko pomembna (pomeni, da bi plodovi imeli zaradi sprememb zmanjšano tržno vrednost). Na koncu je na plodovih bil najbolj fitotoksičen pripravek P2. V glavnem je šlo za rjave pege na spodnjem koncu plodov, kjer se za kratek čas skoncentrirajo kapljice, ki se stekajo s površine ploda. Verjetno do tega pojava pri škropljenju s profesionalnim sadjarskim pršilnikom ne bi prišlo. Če so spremembe razpršene kot zelo drobne rjave pike potem pri trženju ni pričakovati težav.

3.1.2 Ocena vpliva uporabe peroksida na nekatere bolezni in škodljivce jabolane v letu 2020

Poskus smo začeli izvajati, ko so vsa glavna obdobja okužb od gliv bila že mimo, a kljub temu je potrebno upoštevati, da nekatere glive okužujejo jabolka vse do dneva obiranja. Pri škrlupu uporaba peroksida ni imela značilnega vpliva na stopnjo okužb. Na robu značilnosti je bil učinek pri P2 na plodovih, kjer je bilo videti zmanjšanje deleža okužene površine. Za pepelovke je znano, da peroksid nanje deluje, saj gre za glive, ki imajo večino micelijske gmote na površju rastline in jih peroksid z lahkoto kontaktno prizadene. Rezultati kažejo, da peroksid ima določeno učinkovitost proti pepelovki. Ponovno je za izpostavitvi P2. Alternarijska pegavost (*A. mali* Roberts) je v zadnjih letih vse večja težava in se mrzlično išče alternativne pripravke, saj je delovanje klasičnih fungicidov slabo. Rezultati kažejo, da ima peroksid približno 20% učinkovitost. Upoštevati moramo, da so se okužbe z glivo zgodile veliko prej kot smo

začeli izvajati poskus in da peroksid le v manjši meri lahko vpliva na micelij glive v notranjosti tkiv rastline. Poletje 2020 je bilo deževno, zato smo imeli obilen pojav sajavosti. Značilen učinek za zmanjšanje sajavosti (številne glive iz rodov *Schizothyrium*, *Peltaster*, *Phialophora*, *Zygothiala*, ...) je imelo obravnavanje P2. Sajavost smo zmanjšali za več kot 40 %. Prav za zatiranje sajavosti je VP zelo zanimiv pripravek, ki ne pušča ostankov. Težave s pojavom sajavosti v zadnjih treh tednih pred obiranjem se pojavljajo vedno bolj pogosto.

Preglednica 5: Stopnja okužbe z nekaterimi boleznimi jablane pri sorti Zlati delišes v 2020.

| Datum: | Organ: | Brez uporabe VP | P1(12%) | P2(35%) | P3(VS) | P4 (7,2%+VS) |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-----------------|---------|---------|--------|--------------|
| Jablanov škrlup (<i>Venturia inaequalis</i>) – odstotek površine organa napaden od glivice | | | | | | |
| 14. 9. | list | 2,45 A | 2,23 A | 2,11 A | 2,44 A | 2,34 A |
| 14. 9. | plod | 0,78 A | 0,69 A | 0,43 A | 0,87 A | 0,67 A |
| Jablanova pepelovka (<i>Podosphaera leucotricha</i>) – odstotek površine poletnega poganjka napaden od glivice | | | | | | |
| 14. 9. | listje | 14,7 A | 12,9 A | 7,8 B | 8,9 B | 8,1 B |
| Pegavost listja (<i>Alternaria</i> sp.) – odstotek površine lista napaden od glivice | | | | | | |
| 14. 9. | listje | 28,9 A | 27,8 A | 21,8 B | 27,9 A | 25,7 AB |
| Gnilobe plodov (<i>Monilia</i> sp.) – odstotek plodov napaden od glivice | | | | | | |
| 14. 9. | plod | 1,6 A | 1,7 A | 1,9 A | 1,5 A | 1,7 A |
| Sajavost in mušja pegavost – odstotek površine ploda napaden od glivic | | | | | | |
| 14. 9. | plod | 3,5 A | 3,3 A | 1,9 B | 3,1 A | 2,8 AB |

* povprečja označena z enko črko se pri posamezni glivični bolezni se ne razlikujejo med seboj značilno glede na Tukey HSD test ($P < 0,05$). Za vsako ponovitev ocenjeno 100 listov in plodov.

V manjšem obsegu smo tudi testirali učinek na nekatere škodljivce, ki smo jih pred obiranjem jabolk lahko našli v nasadu (preglednica 6). Ugotovili smo, da je uporaba peroksida značilno zmanjšala populacijo rdeče sadne pršice. Pri pripravkih P3 in P4 smo ugotovili manjši učinek na stenico marmorirano smrdljivko (*Halyomorpha halys*), ki običajno napada plodove tik pred obiranjem. Pri P3 in P4 je bilo značilno manj plodov nabodenih od stenice. Pri P4 je bilo opazno, da mešanica peroksida in vodnega stekla zmanjšuje populacijo krvave uši.

Preglednica 6: Stopnja napada od škodljivcev pri sorti Zlati delišes v letu 2020.

| Datum: | Organ: | Brez uporabe VP | P1(12%) | P2(35%) | P3(VS) | P4 (7,2%+VS) |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------|---------|---------|---------|--------------|
| Rdeča sadna pršica (<i>Panonychus ulmi</i>) – število gibljivih stadijev pršic na list | | | | | | |
| 14. 9. | list | 4,8 A | 2,2 B | 1,3 B | 2,9 B | 2,2 B |
| Stenica marmorirana smrdljivka (<i>Halyomorpha halys</i>) – delež plodov, ki so imeli znake poškodb od stenic | | | | | | |
| 14. 9. | plod | 0,95 A | 0,90 A | 0,92 A | 0,12 A | 0,11 A |
| Krvava uš (<i>Eriosoma lanigerum</i>) – delež poganjkov, ki so bili naseljeni z ušmi | | | | | | |
| 14. 9. | poganjek | 3,20 A | 2,95 A | 2,20 AB | 1,92 AB | 1,14 B |

* povprečja označena z enko črko pri posameznem škodljivcu se ne razlikujejo med seboj značilno glede na Tukey HSD test ($P < 0,05$). Za vsako ponovitev ocenjeno 100 listov ali plodov.

Krvava uš je zelo nadležen škodljivec, ki povzroča tudi to, da so plodovi umazani s temnimi lepljivimi iztrebki. Uš povzroča obsežno sušenje vejic in prenehanje razvoja cvetnih brstov. Peroksid bi bil lahko uporaben za ustavljanje razvoja uši tik pred obiranjem, ko več ni možno uporabiti drugih klasičnih insekticidov, ker bi v plodovih imeli preveč ostankov insekticidov.

3.2 Rezultati iz leta 2021

3.2.1 Ocena stopnje fitotoksičnosti pripravkov za listje in jabolka v letu 2021

Preglednica 7: Odstotek (%) površine lista ali ploda, ki kaže znake sprememb zaradi fitotoksičnosti (nekroze, porjavitve, pobleditve, ožigi, nekroze lenticel, ...) pri sorti Gala v sezoni 2021.

| Datum: | Organ: | P1(35%) 1 l/ha | P2(35%) 5 l/ha | P3(35%) 10 l/ha | Kontrola: |
|--------|--------|-------------------|-------------------|--------------------|-----------|
| 21. 6. | list | 0,25 A | 0,36 A | 0,55 A | 0,36 A |
| 21. 6. | plod | 0,14 A | 0,47 A | 0,94 A | 0,78 A |
| 12. 7. | list | 2,75 AB | 3,95 A | 3,98 A | 0,99 B |
| 12. 7. | plod | 1,34 A | 1,91 A | 2,50 A | 1,56 A |
| 26. 7. | list | 3,01 A | 4,25 A | 4,77 A | 1,20 B |
| 26. 7. | plod | 1,55 B | 2,13 AB | 2,92 AB | 2,90 A |
| 13. 8. | list | 3,13 A | 4,65 A | 5,20 A | 1,90 B |
| 13. 8. | plod | 2,23 A | 3,00 A | 3,06 A | 3,78 A |

* povprečja označena z enako črko znotraj istega datuma ocenjevanja se ne razlikujejo med seboj značilno glede na Tukey HSD test ($P < 0,05$). Za vsako ponovitev ocenjeno 100 listov ali 100 plodov.

Preglednica 7 kaže rezultate analize znakov fitotoksičnosti v letu 2021 na sorti Gala. Opozoriti je potrebno, da so bile jablane v tem letu prizadete od pozne pozebe in so bili na listju in plodovih tudi zelo neznačilni znaki motenj v razvoju plodov, povzročeni od pozebe. Pri ocenjevanju v juniju aplikacija VP ni povzročila merljivih znakov fitotoksičnosti. V začetku julija je bilo pri največjem odmerku predvsem na listju opaziti posamezne primere porjavitve robov listov, pri listih, ki so imeli navzgor zavihane robove. Opazne so bile porjavitve v vseh točkah, kjer so listi ali plodovi imeli kakršnokoli poškodbe in je bila poškodovana povrhnjica. Poškodbe omogočajo vdor VP globlje v notranjost tkiv. Imamo neke vrste dezinfekcijo ran. Pred obiranjem smo pri približno 3 % plodov opazili blage znake fitotoksičnosti pri najvišji uporabljeni koncentraciji (P3). Ocenjujemo, da je obseg minimalne fitotoksičnosti sprejemljiv in da lahko odmerke do 10 l/ha 35 % VP pri porabi 500 l brozge na ha uporabimo brez večjih tveganj za zunanjo kakovost plodov.

3.1.2 Ocena vpliva uporabe peroksida na nekatere bolezni in škodljivce jablane v 2021

Zaradi pozebe je bilo intenziteta zatiranja bolezni in škodljivcev v letu 2021 nekoliko zmanjšana. Pred obiranjem se je zato začel pojavljati škrlup na plodovih in listju. Uporaba VP je upočasnila razvoj poznega predobiralnega škrlupa, ki lahko povzroči velik razmah glive na jabolkih v skladišču. Pri pojavu pepelovke na mladih, pozno

poletnih poganjkih je bilo opazno, da VP dejansko ovira razvoj pepelovke. Dosegli smo vsaj 40 % učinkovitost. Iz literature je na splošno znano, da je VP možno uporabiti za zatiranje nekaterih pepelovk (Hafez in sod., 2008). Manjše, a statistično neznačilno zmanjšanje stopnje okužb, smo dosegli pri pegavosti povzročeni od gliv rodu *Marssonina*. Obseg pegavosti smo pri največjem odmerku VP zmanjšali vsaj za 25 %. Verjetno bi dosegli večji učinek, če bi izvedli več aplikacij bolj zgodaj v poletju. Deleža plodov okuženih od glive povzročiteljice sadne gnilobe z uporabo VP nismo zmanjšali. Ponovno se je pokazal določen potencial VP za zmanjšanje pojava sajavosti in mušje pegavosti. Sadovnjak, kjer smo izvajali poskus, je bil ob jezeru in gozdu in je močno izpostavljen glivam povzročiteljicam sajavosti vsako leto. Na voljo je nekaj objav ki potrjujejo možnost uporabe VP za omejevanje pojava sajavosti (Fareed s sod., 2019).

Preglednica 8: Stopnja okužbe od nekaterih boleznih jablane pri sorti Gala v 2021.

| Datum: | Organ: | Brez uporabe VP | P1 (1 l/ha) | P2 (5 l/ha) | P3 (10 l/ha) | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-----------------|-------------|-------------|--------------|--|
| Jablanov škrlup (<i>Venturia inaequalis</i>) – odstotek površine organa napaden od glivice | | | | | | |
| 31. 8. | list | 5,83 A | 3,05 A | 2,41 AB | 2,26 B | |
| 31. 8. | plod | 2,31 A | 1,13 AB | 0,88 AB | 0,15 B | |
| Jablanova pelasta plesen (<i>Podosphaera leucotricha</i>) – odstotek površine poletnega poganjka napaden od glivice | | | | | | |
| 31. 8. | listje | 14,4 A | 11,9 AB | 10,2 AB | 7,4 B | |
| Pegavost listja (<i>Marssoninia</i> sp.) – odstotek površine lista napaden od glivice | | | | | | |
| 10. 9. | listje | 16,5 A | 17,1 A | 12,8 A | 11,9 A | |
| Gnilobe plodov (<i>Monilia</i> sp.) – odstotek plodov napaden od glivice | | | | | | |
| 31. 8. | plod | 1,4 A | 1,5 A | 1,6 A | 1,2 A | |
| Sajavost in mušja pegavost – odstotek površine ploda napaden od glivic | | | | | | |
| 31. 8. | plod | 2,7 A | 1,3 AB | 1,1 AB | 0,13 B | |

* povprečja označena z enko črko se pri posamezni glivični bolezni ne razlikujejo med seboj značilno glede na Tukey HSD test ($P < 0,05$). Za vsako ponovitev ocenjeno 100 listov in plodov.

Preglednica 6: Stopnja napada od škodljivcev pri sorti Gala v letu 2021.

| Datum: | Organ: | Brez uporabe VP | P1 (1 l/ha) | P2 (5 l/ha) | P3 (10 l/ha) | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------|-------------|-------------|--------------|--|
| Rdeča sadna pršica (<i>Panonychus ulmi</i>) – število gibljevih stadijev pršic na list | | | | | | |
| 1. 9. | list | 1,2 A | 1,25 A | 1,2 A | 0,92 A | |
| Zelena jablanova uš (<i>Aphis pomi</i>) – delež poganjkov, ki so bili naseljeni z ušmi | | | | | | |
| 10. 9. | plod | 4,45 A | 3,99 AB | 2,88 AB | 2,16 B | |
| Krvava uš (<i>Eriosoma lanigerum</i>) – delež poganjkov, ki so bili naseljeni z ušmi | | | | | | |
| 10. 9. | poganjek | 7,10 A | 7,05 A | 6,24 A | 5,01 A | |
| Medeči škržatek (<i>Metcalfa pruniosa</i>) - delež poganjkov, ki so bili naseljeni s škržatki | | | | | | |
| 10. 8. | poganjek | 3,89 A | 3,80 A | 4,10 A | 3,30 A | |
| Jabolčni zavijač (<i>Cydia pomonella</i>) - delež črvivih plodov (%) | | | | | | |
| 1. 9. | Plod | 0,50 A | 0,60 A | 0,7 A | 0,45 A | |

* povprečja označena z enko črko pri posameznem škodljivcu se ne razlikujejo med seboj značilno glede na Tukey HSD test ($P < 0,05$). Za vsako ponovitev ocenjeno 100 listov ali plodov.

V obdobju pred obiranjem je bil opazen razvoj nekaterih škodljivcev. Uporaba večjega odmerka VP je minimalno zmanjšala populacijo rdeče sadne pršice, ki pa ni bila velika

in ni povzročila pomembne škode. Pri zeleni jablanovi uši (*Aphis pomi*), ki se zelo rada intenzivno razvija tudi v drugem delu poletja smo pri največjem odmerku opazili merljiv učinek, približno 40 % zmanjšanje velikosti populacije. Pri krvavi uši učinek uporabe VP ni bil značilen, a se je kazal nek trend zmanjšanja populacije. Uporaba VP ni imela učinka na napad plodov od gosenic jabolčnega zavijača. Prav tako uporaba peroksidi ni imela značilnega učinka na velikost populacije medečih škržatkov.

4 SKLEPI

Oba poskusa kažeta, da ima nekaj zaporednih aplikacij VP v obdobju pred obiranjem jabolk nekatere merljive učinke na nekatere povzročitelje boleznih jablan in na škodljivce. Izvedli smo dva tipalna poskusa s preprostimi formulacijami pripravkov, ki so poceni. Za boljše presojo uporabnosti pripravkov je potrebna izvedba številnih nadaljnjih poskusov na različnih sortah, pri različnih odmerkih. Pripravki na podlagi VP v kategoriji biostimulatorjev bi ob pogosti uporabi gotovo imeli merljive stranske učinke za zatiranje škodljivih organizmov in gotovo je smiselno, da ponudniki VP vložijo trud v registracijo pripravkov. Potrebno je opozoriti, da uporaba VP ni preprosta. Težave so pri mešanju z drugimi pripravki, potrebno je povečano varovanje dihal ob aplikaciji in omejitve vstopa v nasade nekaj ur po aplikaciji, VP je agresiven do opreme, VP reagira s FFS in številne tudi oksidativno razkroji. Zadnje omenjeno ima dvojni učinek. V pogledu zmanjševanja ostankov FFS v plodovih je razkroj ostankov z uporabo VP dobrodošel, s stališča zmanjševanja rezidualnega učinka v prvem delu sezone pa ni željen. VP je omejeno selektiven do neciljnih členonožcev in ne vemo, do kolikšne stopnje jih prizadenemo pri odmerkih, ki smo jih testirali. Glede na to, da velik del sveta izven EU pripravke na podlagi VP s pridom uporablja že desetletja, bi jih lahko s prilagoditvami uporabljali tudi v EU, z namenom zmanjševanja porabe klasičnih kemičnih FFS. Uporaba VP ne pušča ostankov.

5 ZAHVALA

Podjetju Belinka Perkemija d.o.o. se zahvaljujemo za pripravke in za financiranje raziskave.

6 LITERATURA

- Fareed, K., Ahmed, M. J., Maqbool, M., Zahid, N., Hamid, A., Ali Shah, S. Z. 2019. Effect of surface disinfectants on fruit blemishes (Sooty blotch & Flyspeck) and quality of apple (*Malus domestica* Borkh.) cv. Banky during cold storage. *Pure and Applied Biology*, 8, 2: 1126-1134.
- Guzel, S., Terzi, R. 2013. Exogenous hydrogen peroxide increases dry matter production, mineral content and level of osmotic solutes in young maize leaves and alleviates deleterious effects of copper stress. *Botanical studies*, 54, 1: 26.
- Hafez, Y. M., Bayoumi, Y. A., Pap, Z., Kappel N. 2008. Role of hydrogen peroxide and Pharmaplant-turbo against cucumber powdery mildew fungus under organic and inorganic production. *International Journal of Horticultural Science*, 14, 3: 39-44.
- Heil, M., Bostock, R. M. 2002. Induced systemic resistance (ISR) against pathogens in the context of induced plant defences. *Annals of botany*, 89, 5: 503-12.
- Ikehata, K., El-Din, M. G. 2006. Aqueous pesticide degradation by hydrogen peroxide/ultraviolet irradiation and Fenton-type advanced oxidation processes: a review. *Engineering and Science*, 5, 2: 81-135.

- Ismail, S. Z., Khandaker, M. M., Mat, N., Boyce, A. N. 2015. Effects of Hydrogen Peroxide on Growth, Development and Quality of Fruits: A Review. *Journal of Agronomy*, 14, 4: 331-336.
- Kerchev, P., Van der Meer, T., Sujeeth, N., Verlee, A., Stevens, C. V., Van Breusegem, F., Gechev, T. 2020. Molecular priming as an approach to induce tolerance against abiotic and oxidative stresses in crop plants. *Biotechnology Advances*, Volume 40. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2019.107503>.
- Teklić, T., Parađiković, N., Špoljarević, M., Zeljković, S., Lončarić, Z., Lisjak, M. 2020. Linking abiotic stress, plant metabolites, biostimulants and functional food. *Annales of Applied biology*, 178, 2: 169-191.
- Vlot, A. C., Sales, J. H., Lenk, M., Bauer, K., Brambilla, A., Sommer, A., Chen, Y., Wenig, M., Nayem, S. 2021. Systemic propagation of immunity in plants. *New Phytologist*, 229: 1234-1250.

UGOTAVLJANJE RAZŠIRJENOSTI VZHODNJAŠKEGA ŠKRŽATKA (*Orientus ishidae*, Hemiptera, Cicadellidae) V SLOVENIJI

Julija DARIŽ¹, Mojca ROT², Jan ŽEŽLINA³, Gabrijel SELJAK⁴, Primož ŽIGON⁵,
Alenka FERLEŽ RUS⁶, Francšek POLIČNIK⁷, Jože MIKLAVC⁸, Boštjan MATKO⁹,
Miro MEŠL¹⁰, Leonida LEŠNIK¹¹, Marjeta MIKLAVC¹², Karmen RODIČ¹³

¹⁻⁴Kmetijsko gozdarski zavod Nova Gorica, Oddelek za varstvo rastlin, Nova Gorica

⁵Kmetijski inštitut Slovenije, Oddelek za varstvo rastlin, Ljubljana

⁶⁻⁷Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije, Oddelek za varstvo rastlin, Žalec

⁸⁻¹²Kmetijsko gozdarski zavod Maribor, Oddelek za varstvo rastlin, Maribor

¹³Kmetijsko gozdarski zavod Novo mesto, Služba za varstvo rastlin, Novo mesto

IZVLEČEK

Vzhodnjaški škržatek (*Orientus ishidae* Matsumura, 1902) je v Evropi tujerodna vrsta. V Sloveniji smo ga prvič odkrili v letu 2004, od takrat se je na posameznih območjih že zelo namnožil. Je izrazit polifag. Prehranjuje se s sokovi številnih lesnatih rastlin, vendar v strokovni literaturi skoraj ni podatkov o neposredni škodi, ki bi jo s tem povzročal. Potencialno nevarnost za nastanek gospodarske škode predstavlja, ker je prepoznan kot zelo verjeten prenašalec nekaterih pomembnih fitoplazmatskih bolezni sadnih rastlin in vinske trte. V letu 2021 smo od junija do septembra v nasadih jablan na 10 lokacijah po Sloveniji spremljali zastopanost in nalet vzhodnjaškega škržatka. Obravnavani so bili sadovnjaki v integrirani in ekološki pridelavi. Število odraslih osebkov smo spremljali z rumenimi lepljivimi ploščami. Sočasno smo ugotavljali tudi vrstno pestrost drugih škržatov (*Auchenorrhyncha*), ki so se ulovili na plošče. Prvi odrasli osebkovi vrste *O. ishidae* so se pojavili konec junija. Do sredine julija smo zastopanost škržatka potrdili na vseh lokacijah. Ulovi na vabah so bili največji v obdobju od sredine julija do začetka avgusta, ko so na nekaterih lokacijah preseegli število 100 odraslih osebkov na vabo na dan. Proti drugi polovici avgusta in v septembru je ulov škržatkov upadal. Na velikost in dinamiko populacije je poleg lokacije sadovnjaka bistveno vplival tudi način pridelave. Določili smo še 42 vrst

¹ mag. inž. hort., Pri hrastu 18, SI-5000 Nova Gorica

² univ. dipl. inž. agr., prav tam

³ mag. inž. hort., prav tam

⁴ mag., prav tam

⁵ mag. inž. agr., Hacquetova ulica 17, SI-1000 Ljubljana

⁶ univ. dipl. inž. agr., Cesta žalskega tabora 2, SI-3310 Žalec

⁷ mag. inž. hort., prav tam

⁸ mag., univ. dipl. inž. kmet., Vinarska ulica 14, SI-2000 Maribor

⁹ mag. univ. dipl. inž. kmet., prav tam

¹⁰ univ. dipl. inž. kmet., prav tam

¹¹ mag. inž. hort., prav tam

¹² univ. dipl. inž. kmet., prav tam

¹³ mag. agr. znan., univ. dipl. inž. agr., Šmihelska c. 14, 8000 Novo mesto

drugih škržatov, ki so se ujeli na RLP. Na 4 lokacijah sta se na vabe ulovila tudi glavni prenašalec zlate trsne rumenice, ameriški škržatek - *Scaphoideus titanus* (Ball, 1932) in potencialna prenašalka te fitoplazme, vrsta *Phlogotettix cyclops* (Mulsant & Rey, 1855). Na eni lokaciji smo na vabah našli tudi tujerodno vrsto *Graphocephala fennahi* (Young, 1977), ki je znana kot možna prenašalka nekaterih gospodarsko pomembnih bolezni.

Gljučne besede: Vzhodnjaški škržatek, *Orientus ishidae*, škržatki, prenašalci, jablana

ABSTRACT

DISTRIBUTION OF MOSAIC LEAFHOPPER (*Orientus ishidae*, Hemiptera, Cicadellidae) IN SLOVENIA

The mosaic leafhopper (*Orientus ishidae* Matsumura, 1902) is an alien species in Europe. In Slovenia it was first detected in 2004 and since then it has spread rapidly throughout the country. It is a highly polyphagous sap-feeding insect associated with many predominantly woody plant species. Although it is not considered to be a major pest of cultivated plants, the mosaic leafhopper is regarded as a potential threat for the grapevine and fruit trees because is suspected to be an important vector of some phytoplasma diseases. In 2021 its outbreak and spreading were monitored in apple orchards at 10 locations across Slovenia from June to September. The number of adults was monitored with yellow sticky traps. Apple orchards with different pest management regimes (integrated pest management, biological control) were observed. At the same time, the diversity of other leaf- and planthoppers species (*Auchenorrhyncha*) caught on yellow sticky traps was also examined. The population of *O. ishidae* increased significantly from the end of June to July 2021, and by mid-July we confirmed its presence at all locations. The highest number of the leafhopper was recorded between mid-July and at the beginning of August when the number of adults caught per day even exceeded the number of 100 per trap at certain locations. After this peak, the population gradually declined. In addition to location, also the agricultural practices (biological, integrated), affected the population size and dynamics of *O. ishidae*. Furthermore, 42 other plant- and leafhopper species captured on yellow sticky traps were recognized during this monitoring. The leafhopper *Scaphoideus titanus* (Ball, 1932), known as the main vector of Grapevine flavescence dorée phytoplasma and *Phlogotettix cyclops* (Mulsant & Rey, 1855) known as potential vector of the same disease were caught at 4 locations as well. A specimen of the alien leafhopper *Graphocephala fennahi* (Young, 1977), known as a potential vector of certain economically significant diseases was also caught at one location.

Key words: Mosaic leafhopper, *Orientus ishidae*, leaf- and planthoppers, vectors, apple

1 UVOD

Vzhodnjaški škržatek (*Orientus ishidae* Matsumura, 1902) je za Slovenijo in Evropo tujerodna žuželčja vrsta, njegova domovina je namreč vzhodna Azija, kjer je splošno

razširjen. Prvi pojav tega škrtatka iz družine Cicadellidae (Hemiptera, Auchenorrhyncha) v Evropi sega v leto 1998, ko je bil najden v Lombardiji v severni Italiji (Guglielmino, 2005). V Sloveniji smo ga najprej zaznali na Goriškem in ga po bolj množičnem pojavu na vrbah ter še nekaterih sadnih drevesih v juliju 2004 tudi potrdili (Seljak, 2004). Od začetnih opažanj v zahodnem delu države, se je vrsta hitro razširila še na nekatera druga območja po Sloveniji, kjer se že pojavlja v velikih populacijah (Lešnik in sod., 2017).

Vzhodnjaški škrtatek je polifag. Naseljuje širok spekter različnih gostiteljskih rastlin. Najbolj množično se pojavlja na leski (*Corlus avellana* L.), vrbah (*Salix* spp.), gabru (*Carpinus* spp.), jelšah (*Alnus* spp.) in orehu (*Juglans regia* L., *Juglans nigra* L.) (Lessio in sod., 2016; Rizzoli in sod., 2021). Lešnik in sod. (2017) ugotavljajo, da je zelo dober gostitelj tega škrtatka jablana in da je del populacije zmožen preživeti v nasadih z intenzivno uporabo insekticidov. V zadnjem desetletju so vzhodnjaškega škrtatka pogosto srečevali v evropskih vinogradih in dokazali, da lahko tudi na vinski trti zaključijo svoj razvoj (Lessio in sod., 2019). Najraje naseljuje robne dele vinogradov, zlasti v bližini priljubljenih gostiteljskih rastlin (Lessio in sod., 2016, Casati in sod., 2017). Prav te so lahko izvor velikih populacij škrtatkov v vinogradih in sadovnjakih (Casati in sod., 2017; Lešnik in sod., 2017; Rizzoli in sod., 2021).

Bolj kot zaradi neposredne škode, ki jo odrasli škrtatki in ličinke lahko povzročajo na listih z vbodi in sesanjem rastlinskih sokov, je z vidika pridelave sadnih rastlin in vinske trte vzhodnjaškega škrtatka treba obravnavati kot zelo verjetnega prenašalca nekaterih gospodarsko pomembnih fitoplazmatskih bolezní. V odraslih osebkih vrste *O. ishidae* je bila najdena fitoplazma povzročiteljica metličavosti jablan (*Candidatus Phytoplasma mali*), iz skupine 16SrX fitoplazem, ki nevarno ogrožajo sadne vrste iz družine rožnic (Dalmaso in sod., 2021). Vloga vzhodnjaškega škrtatka pri prenosu te fitoplazme do sedaj še ni bila preučena, vendar bi se zaradi pojava velikih populacij v nasadih jablan lahko izkazal za pomembnega prenašalca (Dalmaso in sod., 2021). V Združenih državah Amerike je bil namreč že prepoznan kot vektor fitoplazme *Candidatus Phytoplasma pruni* (Rosenberger in Jones, 1978). V več Evropskih državah pa so v osebkih vrste *O. ishidae* potrdili tudi prisotnost fitoplazem iz skupine 16SrV, med katere spada fitoplazma povzročiteljica zlate trsne rumenice (Flavescence dorée phytoplasma, FDp) (Mehle in sod., 2010; Gaffuri in sod., 2011; Casati in sod., 2017), in v laboratorijskih poskusih pokazali, da jih lahko iz okuženih gostiteljskih rastlin uspešno prenese na vinsko trto. V primerjavi z ameriškim škrtatkom se je sicer pokazal kot manj učinkovit, alternativni ali sekundarni vektor te bolezni (Lessio in sod., 2016; Lessio in sod., 2019). V obdobju 2017-2018 so bile v odmirajočih leskah v več nasadih po Sloveniji odkrite fitoplazme iz skupine 16SrV in fitoplazma '*Candidatus Phytoplasma fragariae*'. Način njihovega prenosa še ni znan, med možne prenašalce pa sodi tudi škrtatek *O. ishidae* (Mehle, 2019).

2 MATERIALI IN METODE

V letu 2021 smo v 10 intenzivnih nasadih jablan po Sloveniji v okviru izvajanja programa preiskav za ugotavljanje zastopanosti jabolčne muhe (*Rhagoletis pomonella* Walsh),

spremljali tudi zastopanost ter razširjenost vzhodnjaškega škržatka. Ulov odraslih osebkov na rumene lepljive plošče smo spremljali od junija do septembra. V vsak sadovnjak smo obesili po 2 plošči, ki smo ju menjavali na približno 14 dni. Pregled plošč in štetje ulovljenih škržatkov smo opravili v laboratoriju KGZ - Zavod Nova Gorica, z uporabo stereomikroskopa. Sočasno smo ugotavljali tudi vrstno pestrost drugih škržatov (*Auchenorrhyncha*), ki so se ulovili na plošče.

Preglednica 1: Lokacije spremljanja škržatkov z rumenimi lepljivimi v letu 2021.

| Območje: | Ime lokacije: | Koordinate: | | Način pridelave: |
|-------------------------|-------------------|-------------|-------------|------------------|
| | | N | E | |
| Primorska | Bošamarin | 45°31'19.6" | 13°44'34.3" | integrirana |
| | Volče | 46°10'39.6" | 13°43'12.4" | |
| Osrednja Slovenija | Češnjica | 46°01'58.1" | 14°36'41.4" | |
| | Brdo pri Lukovici | 46°10'04.3" | 14°40'47.5" | |
| Dolenjska | Arnovo selo | 45°57'27.9" | 15°34'12.9" | |
| | Gora | 45°58'25.6" | 15°26'59.3" | |
| Severovzhodna Slovenija | BTŠ Maribor | 46°34'02.3" | 15°38'11.9" | ekološka |
| | Savci | 46°28'37.5" | 16°02'15.1" | |
| Savinjska | Kasaze Mirošan | 46°13'44.7" | 15°10'43.4" | integrirana |
| | Kasaze | 46°13'48.7" | 15°11'05.7" | ekološka |

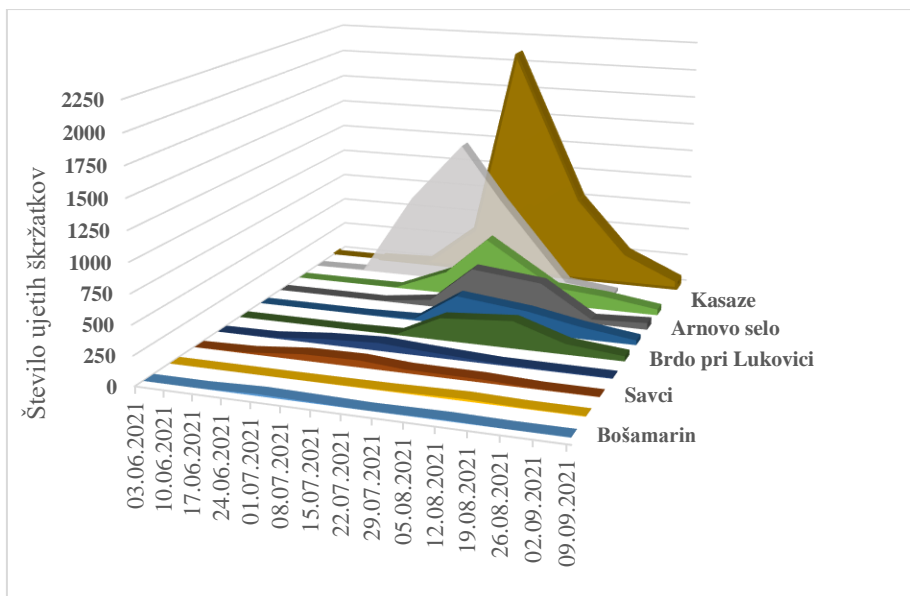
109

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

3.1 Razširjenost vzhodnjaškega škržatka

V letu 2021 so se prvi odrasli škržatki pojavili v drugi polovici junija. Najbolj zgođen ulov smo zabeležili v sadovnjaku z ekološko pridelavo na lokaciji Kasaze v Savinjski regiji in sadovnjaku z integrirano pridelavo na lokaciji Gora na Dolenjskem, kjer smo izmed vseh lokacij v celotnem obdobju spremljanja ujeli največ škržatkov. Do sredine julija smo vzhodnjaškega škržatka potrdili na vseh lokacijah spremljanja. Ulov škržatkov je do prve dekade avgusta hitro naraščal. Največje ulove beležimo v obdobju od sredine julija do začetka avgusta. Na lokaciji Gora in Kasaze je ulov v drugi polovici julija celo presegel 100 odraslih osebkov na vabo na dan. Proti drugi polovici avgusta in v septembru je populacija škržatkov na vseh lokacijah upadala.

Med lokacijami opazamo zelo velike razlike v ulovu (slika 1). Poleg lokacije Gora, kjer smo v celotnem obdobju spremljanja skupno ujeli 7270 osebkov in ekološkega nasada na lokaciji Kasaze, kjer smo zabeležili ulov 5939 osebkov, smo manj številčno, a vseeno močno populacijo vzhodnjaškega škržatka beležili še na lokacijah Volče (2146 osebkov), Arnovo selo (1715 osebkov), Češnjica (1230 osebkov) ter Brdo pri Lukovici (1151 osebkov). Najmanjši ulov vzhodnjaškega škržatka je bil ugotovljen na lokacijah Kasaze Mirošan (69 osebkov) in Bošamarin (65 osebkov).



110

Slika 1: Ulov vzhodnjaškega škrdžatka (*O. ishidae*) na rumene lepljive plošče (povprečje dveh RLP) na 10 lokacijah na območju Slovenije v letu 2021.

Pričakovano smo zelo veliko razliko v ulovu zabeležili med sadovnjakom z ekološko - lokacija Kasaze, in sadovnjakom z integrirano pridelavo - lokacija Kasaze Mirosan (Preglednica 2). Sadovnjaka, ki ležita v Savinjski regiji sta med seboj oddaljena približno 500 m. Ulov v ekološkem sadovnjaku, (skupno 5939 osebkov), je bil bistveno večji kot v nasadu, z integrirano pridelavo (69 ulovljenih osebkov).

Preglednica 2: Primerjava ulova (povprečje dveh RLP) odraslih škrdžatkov *O. ishidae* med sadovnjakom z integrirano pridelavo, na lokaciji Kasaze Mirosan in ekološko pridelavo, na lokaciji Kasaze.

| Datum pregleda: | KASAZE Mirosan: integrirana pridelava | KASAZE: ekološka pridelava |
|-----------------|---------------------------------------|----------------------------|
| 17.06.2021 | 0 | 0 |
| 01.07.2021 | 0 | 8 |
| 15.07.2021 | 3 | 754 |
| 26.07.2021 | 5 | 1294 |
| 13.08.2021 | 17 | 802 |
| 26.08.2021 | 6 | 83 |
| 09.09.2021 | 5 | 30 |

Pogostnost uporabe fitofarmaceutskih sredstev za zatiranje drugih škodljivcev jabolane v sadovnjaku z integrirano pridelavo, je vplivala na zmanjšanje populacije, poznejši pojav in vzpon populacije vzhodnjaškega škrdžatka. Kljub temu, da je učinek uporabe

fitofarmaceutvskih sredstev viden, je manjši del populacije vzhodnjaškega škržatka vendarle preživel uporabo insekticidov. Močan ulov tudi na drugih lokacijah z integrirano pridelavo, prav tako potrjuje, da neciljna tretiranja namenjena zatiranju drugih škodljivcev niso uspela povsem zatreti vzhodnjaškega škržatka.

Z izrazito velikim ulovom (7270 osebkov) je med sadovnjaki z integrirano pridelavo sicer izstopal nasad na lokaciji Gora, kjer je bilo celokupno število ujetih osebkov celo večje kot v obeh nasadih z ekološko pridelavo. Pojav tako močne populacije na tej lokaciji pripisujemo spomladanski pozebi v letu 2021, ki je opustošila nasad. Ker je bilo pridelka malo, je bila tudi uporaba fitofarmaceutvskih sredstev omejena. Poleg tega v neposredni bližini sadovnjaka uspevajo nekatere zelo priljubljene gostiteljice vzhodnjaškega škržatka (leske, orehi in gabri), le te so najbrž izvor velikih populacij škržatka v nasadu. Množičen pojav vzhodnjaškega škržatka v tem in drugih integriranih sadovnjakih v letu 2021 je najverjetneje seštevek več dejavnikov – zmanjšanje števila tretiranj s fitofarmaceutskimi sredstvi in ugodnih okoljskih dejavnikov (klimatskih razmer, razširjenosti drugih gostiteljskih rastlin, malo naravnih sovražnikov ...), ki mu očitno omogočajo hitro širjenje.

3.2 Pregled vrst

111

V preglednicah 3 in 4 je napravljen pregled 42 vrst škržatkov, ki so bile poleg vrste *O. ishidae* še določene med pregledom rumenih lepljivih plošč. Največ, 35 vrst, pripada družini malih škržatkov (Cicadellidae). Po 2 vrsti pripadata še družini prvih slinaric (Aphrophoridae) in ostrogastih škržatkov (Delphacidae) ter po 1 vrsta družini dolgoglavcev (Dictyopharidae), acanalonidov (Acanaloniidae) in metuljastih škržatkov (Flatidae). Nobena vrsta po številčnosti ni dosegla ulova vzhodnjaškega škržatka.

Na šestih lokacijah smo zaznali ameriškega škržatka (*Scaphoideus titanus*), glavnega prenašalca FDP, povzročiteljice zlate trsne rumenice na vinski trti. Številčno skromen ulov je povezan z naletom iz okoliških vinogradov ali posameznih trt. Na štirih lokacijah je bil ob vrsti *S. titanus* najden potencialni prenašalec omenjene fitoplazme, ploskoglavi škržatek (*Phlogotettix cyclops*), sicer azijskega izvora (Strauss in Reisenzein, 2018). Na sedmih lokacijah smo ujeli zelenega škržatka (*Empoasca vitis*), še enega floemofagnega predstavnika malih škržatkov, ki ga pogosto srečujemo zlasti v vinogradih, kjer je dobro poznan zaradi značilnih poškodb na listih, ki jih ličinke in odrasli povzročajo ob hranjenju. Poleg že naštetih so bile med bolj pogostimi naslednje tudi sicer v evropskem prostoru splošno razširjene vrste iz poddružine ploskoglavih malih škržatkov (Deltocephalinae): vrsta *Allygus modestus* je bila najdena na sedmih lokacijah spremljanja, vrsta *Fieberiella florii*, znani prenašalec fitoplazme povzročiteljica metličavosti jablan (Tedeschi in Alma, 2006), na šestih lokacijah in prav tako vrsta *Anoplottettix fuscovenosus*, še en potencialni prenašalec fitoplazmatskih obolenj. V petih sadovnjakih se je na plošče ujela v nasadih sadnega drevja zelo pogosta vrsta, *Zygina flammigera*, sicer znana kot občasni škodljivec breskev in mandljev (Chaieb in sod., 2011).

Preglednica 3: Pregled vrst škržatkov iz družine Cicadellidae in lokacije ulova v letu 2021.

| Družina: CICADELLIDAE - mali škržatki: | | |
|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| Vrsta: | Lokacija: | Število lokacij: |
| <i>Allygus modestus</i> (Scott, 1876) | Volče, Brdo pri Lukovici, Arnovo selo, Gora, BTŠ Maribor, Kasaze - eko. pridelava, Kasaze Miroсан. | 7 |
| <i>Anaceratagallia ribauti</i> (Ossiannilsson, 1938) | BTŠ Maribor. | 1 |
| <i>Anoplotettix fuscovenosus</i> (Ferrari, 1882) | Bošamarin, Brdo pri Lukovici, Arnovo selo, Gora, BTŠ Maribor, Savci - eko. | 6 |
| <i>Anoplotettix horvathi</i> (Metcalf, 1955) | Volče, Kasaze Miroсан. | 1 |
| <i>Aphrodes bicinctus</i> (Schränk, 1776) | Bošamarin, Brdo pri Lukovici, Arnovo selo, Gora. | 4 |
| <i>Aphrodes makarovi</i> (Zachvatkin, 1948) | Volče, Brdo pri Lukovici, Gora. | 3 |
| <i>Balcanocerus pruni</i> (Ribaut, 1952) | BTŠ Maribor. | 1 |
| <i>Cicadella viridis</i> (Linnaeus, 1758) | Češnjica, Kasaze Miroсан. | 2 |
| <i>Deltocephalus pulicaris</i> (Fallen, 1806) | Volče. | 1 |
| <i>Dryodurgades reticulatus</i> (Herrich-Schäffer, 1834) | BTŠ Maribor. | 1 |
| <i>Empoasca pteridis</i> (Dahlbom, 1850) | BTŠ Maribor. | 1 |
| <i>Empoasca vitis</i> (Goethe, 1875) | Bošamarin, Brdo pri Lukovici, Arnovo selo, Gora, BTŠ Maribor, Kasaze - eko. pridelava, Savci - eko. | 7 |
| <i>Eupteryx atropunctata</i> (Goeze, 1778) | Volče, Savci - eko. | 2 |
| <i>Eupteryx calcarata</i> (Ossiannilsson, 1936) | Savci - eko. | 1 |
| <i>Eurhadina pulchella</i> (Fallen, 1806) | Brdo pri Lukovici. | 1 |
| <i>Euscelidius variegatus</i> (Kirschbaum, 1858) | BTŠ Maribor. | 1 |
| <i>Fieberiella florii</i> (Stal, 1864) | Bošamarin, Volče, Arnovo selo, Gora, BTŠ Maribor, Kasaze - eko. pridelava. | 6 |
| <i>Graphocephala fennahi</i> (Young, 1977) | Češnjica. | 1 |
| <i>Japananus hyalinus</i> (Osborn, 1900) | Volče, Brdo pri Lukovici, BTŠ Maribor. | 3 |
| <i>Jassargus flori</i> (Fieber, 1869) | Volče. | 1 |
| <i>Ledra aurita</i> (Linnaeus, 1758) | Bošamarin, Gora. | 2 |
| <i>Macrosteles laevis</i> (Ribaut, 1927) | Brdo pri Lukovici, BTŠ Maribor. | 2 |
| <i>Macrosteles viridigriseus</i> (Edwards, 1922) | Volče. | 1 |
| <i>Megophthalmus scanicus</i> (Fallen, 1806) | Volče, Gora. | 2 |
| <i>Neotalitrus fenestratus</i> (Herrich-Schäffer, 1834) | BTŠ Maribor. | 1 |
| <i>Ophiola decumana</i> (Kontkanen, 1949) | BTŠ Maribor. | 1 |
| <i>Penthimia nigra</i> (Goeze, 1778) | Arnovo selo. | 1 |
| <i>Phlogotettix cyclops</i> (Mulsant & Rey, 1855) | Bošamarin, Arnovo selo, Gora, Kasaze Miroсан. | 4 |
| <i>Recilia coronifer</i> (Marshall, 1866) | Volče, Kasaze - eko. pridelava. | 2 |
| <i>Ribautiana tenerrima</i> (Herrich-Schäffer, 1834) | Volče, Brdo pri Lukovici. | 2 |
| <i>Scaphoideus titanus</i> (Ball, 1932) | Bošamarin, Brdo pri Lukovici, Arnovo selo, Gora, Kasaze Miroсан, Savci - eko. | 6 |
| <i>Speudotettix subfusculus</i> (Fallen, 1806) | Arnovo selo. | 1 |
| <i>Typhlocyba quercus</i> (Fabricius, 1777) | Brdo pri Lukovici. | 1 |
| <i>Zygina flammigera</i> (Fourcroy, 1785) | Bošamarin, Gora, Kasaze - eko. pridelava, Kasaze Miroсан, Savci - eko. | 6 |
| <i>Zyginidia pullula</i> (Boheman, 1845) | BTŠ Maribor. | 1 |

V sadovnjaku na lokaciji Češnjica pri Ljubljani, smo na plošče ujeli tujerodno vrsto *Graphocephala fennahi*. Vrsta *G. fennahi* je bila iz Severne Amerike v Evropo zanesena v prvi polovici dvajsetega stoletja (Sergel, 1987). V Sloveniji je bila prvič opažena leta 2005 v okolici Maribora (Seljak, 2013). Prehranjuje se s ksilemskimi sokovi, zlasti na slečih (*Rhododendron* spp.) ter prenaša glivo *Seifertia azaleae* (Peck), povzročiteljico brstne sušice sleča (Endrestøl, 2017). Pogosto jo povezujejo s prenosom bakterije *Xylella fastidiosa*, ki živi v prevodnih ceveh ksilema in okužuje številne gospodarsko pomembne rastline. Glavni prenašalec te bakterije v Evropi je sicer navadna slinarica (*Philaenus spumarius*). Ta predstavnica iz družine pravih slinaric (Aphrophoridae) je ena izmed najbolj razširjenih vrst škržatkov pri nas. Z izjemo sadovnjaka z integrirano pridelavo na lokaciji Kasaze - Mirošan, smo jo našli na vseh ostalih lokacijah spremljanja. Na lokaciji Bošamarin na Primorskem smo našli predstavnika družine dolgoglavcev (Dictyopharidae), zelenega dolgoglavca (*Dictyophara europaea*), Palearktično vrsto, ki se hrani s floemskimi sokovi številnih pretežno zelnatih rastlin in je prav tako sposobna prenosa nekaterih fitoplazmatskih boleznih (Flavescence dorée, FD-C) (Strauss in Reisenzein, 2018).

Preglednica 4: Vrste iz družin Acanaloniidae, Aphrophoridae, Delphacidae, Dictyopharidae in Flatidae in lokacije ulova v letu 2021.

| Vrsta: | Lokacija: | Število lokacij: |
|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| Družina: ACANALONIIDAE – acanalonidi: | | |
| <i>Acanalonia conica</i> (Say, 1830) | Bošamarin. | 1 |
| Družina: APHROPHORIDAE - prave slinarice: | | |
| <i>Aphrophora alni</i> (Fallen, 1805) | Gora, Kasaze – sadovnjak z ekološko pridelavo. | 2 |
| <i>Philaenus spumarius</i> (Linnaeus, 1758) | Bošamarin, Volče, Češnjica, Brdo pri Lukovici, Arnovo selo, Gora, BTŠ Maribor, Kasaze - eko., Šavci - eko. | 9 |
| Družina: DELPHACIDAE - ostrogasti škržatki: | | |
| <i>Javesella dubia</i> (Kirschbaum, 1868) | Volče. | 1 |
| <i>Stenocranus minutus</i> (Fabricius, 1794) | Volče. | 1 |
| Družina: DICTYOPHARIDAE - dolgoglavci: | | |
| <i>Dictyophara europaea</i> (Linnaeus, 1767) | Bošamarin. | 1 |
| Družina: FLATIDAE - metuljasti škržatki: | | |
| <i>Metcalfa pruinosus</i> (Say, 1830) | Kasaze - eko. pridelava, Kasaze Mirošan. | 2 |

V istem sadovnjaku smo odkrili še tujerodno vrsto *Acanalonia conica*, v Evropi edinega znanega škržatka iz družine acanalonidov (Acanaloniidae). Po prvi najdbi v severovzhodni Italiji v začetku 21. stoletja (D'Urso in Uliana, 2004), se je kmalu razširil tudi drugod po celini. V Sloveniji je bil opažen v letu 2016 na Goriškem (Seljak, 2018). Je izraziti polifag. Prehranjuje se z razmeroma širokim naborom rastlinskih vrst in velja za potencialnega škodljivca nekaterih kmetijskih rastlin. Na vinski trti in drugih predvsem mladih rastlinah lahko zaradi zarez med odlaganjem jajčec škodo povzročajo

odrasle samice, poleg tega, podobno kot edini znani predstavnik iz družine metuljastih škrtatkov pri nas, medeči škrtatek (*Metcalfa pruinosa*), tudi vsi razvojni stadiji vrste *A. conica* izločajo nitaste voskaste izločke in medeno roso. Dokler je populacija maloštevilna, večje škode ne povzroča (D'Urso in Uliana, 2004, 2006; Kóbor in sod., 2021). Enako velja za že omenjenega medečega škrtatka. Vrsto, ki izvorno, prav tako kot *A. conica*, prihaja iz Amerike in je bila v Sloveniji prvič odkrita leta 1990 (Seljak, 1993), smo kljub splošni razširjenosti po večjem delu države našli le v dveh nasadih na lokaciji Kasaze – v sadovnjaku z ekološko in sadovnjaku z integrirano pridelavo. Oba sadovnjaka z ekološko pridelavo (Kasaze in Savci) po pestrosti odkritih vrst nista posebej izstopala. Tudi korelacije med ulovom vzhodnjaškega škrtatka in zastopanostjo ostalih vrst ni bilo mogoče opaziti. K temu so brčkone prispevale zelo številčne populacije vzhodnjaškega škrtatka, ki so na nekaterih lokacijah popolnoma prekrile lepljive plošče. Po vsej verjetnosti so drugim vrstam onemogočile, da bi se ujele na plošče in bi tako zaznali njihov pojav.

4 SKLEPI

V letu 2021 smo ob rednem izvajanju programa preiskav za ugotavljanje zastopanosti jabolčne muhe (*R. pomonella*) v 10 intenzivnih nasadih jablan po Sloveniji, na nekaterih lokacijah zaznali pojav zelo velikih populacij vzhodnjaškega škrtatka. Podrobnejši pregled rumenih lepljivih plošč je potrdil zastopanost vzhodnjaškega škrtatka na vseh 10 lokacijah spremljanja, kar kaže na to, da se je vrsta slabih 20 let po prvi najdbi najverjetneje bolj ali manj uspešno razširila in ustalila že skoraj po celotnem ozemlju države. Poleg vrste *O. ishidae* je bilo določenih tudi 42 drugih škrtatkov (Auchenorrhyncha), pripadnikov 5 družin: Cicadellidae, Aphrophoridae, Delphacidae, Dictyopharidae, Flatidae in Acanaloniidae. Večina ulovljenih škrtatkov pripada družini Cicadellidae. Populacija nobene vrste pa še zdaleč ni dosegala velikosti populacije vzhodnjaškega škrtatka.

5 LITERATURA

- Casati, P., Jermini, M., Quaglino, F., Corbani, G., Schaerer, S., Passera, A., Bianco, P. A., Rigamonti, I. E. 2017. New insightson Flavescence doree phytoplasma ecology in the vineyard agro-ecosystem in southern Switzerland. *Annals of Applied Biology*, 171: 37-51.
- Chaieb, I., Bouhachem, S., Nusillard, B. 2011. *A. decedens* Paoli and *Z. flammigera* Fourcroy (Hemiptera: Typhlocybinae), new pest in peach and almond orchards in Tunisia. *Pest Technol*, 5: 71-73.
- Cornara, D., Saponari, M., Zeilinger, A. R., de Stradis, A., Boscia, D., Loconsole, G., Bosco, D., Martelli, G. P., Almeida, R. P. P., Porcelli, F. 2017. Spittlebugs as vectors of *X. fastidiosa* in olive orchards in Italy. *Journal of Pest Science*, 90: 521-530.
- D'Urso V., Uliana M. 2004. First record of *A. conica* (Issidae) in Italy. V: Kerzhner, M. (ur.). Third European Hemiptera Congress, Abstracts, St. Petersburg, 8.-11. junij 2004. St. Petersburg, 2004: 26-27
- D'Urso, V., Uliana, M. 2006. *A.conica* (Hemiptera, Fulgoromorpha, Acanaloniidae), a Nearctic species recently introduced in Europe. *Deutsche Entomologische Zeitschrift*, 53, 1: 103-107.
- Dalmaso, G., Gualandri, V., Baldessari, M., Mori, N., Mazzoni, V., Ioriatti, C. 2021. Possible implication of *O. ishidae* in apple proliferation epidemiology. Preliminary study in Trentino

- (Italy). VIII Incontro Nazionale sui Fitoplasmi e Malattie da Fitoplasmi, Catania, 14.-15. oktober 2021: 31.
- Endrestøl, A. 2017. *Graphocephala fennahi* Young, 1977 (Hemiptera, Cicadellidae) and *Seifertia azaleae* (Peck) Partr. & Morgan-Jones (Ascomycota, Dothideomycetes) in Norway. Norwegian Journal of Entomology, 64: 112-129.
- Gaffuri, F., Sacchi, S., Cavagna, B. 2011. First detection of the mosaic leafhopper, *O. ishidae*, in northern Italian vineyards infected by the "flavescence dorée" phytoplasma. New Disease Reports, 24:22.
- Guglielmino, A. 2005. Observations on the genus *Orientus* (Rhynchotha Cicadomorpha Cicadellidae) and description of a new species: *O. amurensis* n. sp. from Russia (Amur Region and Maritime Territory) and China (Liaoning Province). Marburger Entomologische Publikationen, 3 (3): 99-110.
- Kóbor, P., Kondorosy, E., Nagy, C., Orosz, A. 2021. *A. conica* (Say, 1830): A new alien planthopper species established in Hungary (Auchenorrhyncha: Fulgoroidea: Acanaloniidae). Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica, 56, 2.
- Lessio, F., Bocca, F., Alma, A. 2019. Development, spatial distribution, and presence on grapevine of nymphs of *O. ishidae* (Hemiptera: Cicadellidae), a new vector of Flavescence Dorée phytoplasmas. Journal of Economic Entomology, 112: 2558-2564.
- Lessio, F., Picciau, L., Gonella, E., Mandrioli, M., Tota, F., Alma, A. 2016. The mosaic leafhopper *O. ishidae*: Hostplants, spatial distribution, infectivity, and transmission of 16SrV phytoplasmas to vines. Bulletin of Insectology, 69: 277-289.
- Lešnik, M., Seljak, G., Vajs, S. 2017. Populacijska dinamika škrtatka *O. ishidae* Matsumura v nasadih jablan v letih 2015 in 2016. V: Trdan, S. (ur.). Zbornik predavanj in referatov 13. Slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin, Rimske Toplice, 7.-8. marec 2017. Ljubljana, DVRS, 2017: 39-46.
- Matko, B., Miklavc, J., Mešl, M. 2013. Izkušnje z zatiranjem ameriškega škrtatka (*S. titanus* Ball) v obdobju 2008-2012 v severovzhodni Sloveniji. V: Trdan, S., Maček, J. (ur.). Zbornik predavanj in referatov 11. Slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin, Bled, 5.-6. marec 2013. Ljubljana, DVRS, 2013: 210-215.
- Mehle, N. 2019. Hitra analiza tveganja: fitoplazme na leskah: 'Candidatus Phytoplasma fragariae' in fitoplazme iz skupine 16SrV, katere največja podobnost je s sevi FD-D in FD70. Ljubljana: 47 str.
- Mehle, N., Seljak, G., Rupar, M. 2010. The first detection of a phytoplasma from the 16SrV (Elm yellows) group in the mosaic leafhopper *O. ishidae*. New Disease Reports, 22, 11.
- Rizzoli, A., Belgeri, E., Jermini, M., Conedera, M., Filippin, L., Angelini, E. 2021. *A. glutinosa* and *O. ishidae* (Matsumura, 1902) share phytoplasma genotypes linked to the 'Flavescence dorée' epidemics. Journal of Applied Entomology, 145: 1015-1028.
- Rosenberger, D. A., Jones, A. L. 1978. Leafhopper vectors of the Peach X disease pathogen and its seasonal transmission from chokecherry. Phytopathology, 68: 782-790.
- Seljak, G. 2004. Contribution to the knowledge of planthoppers and leafhoppers of Slovenia (Hemiptera: Auchenorrhyncha). Acta Entomologica Slovenica, 12, 2: 189-216.
- Seljak, G. 2018. Notable new findings of Auchenorrhyncha (Hemiptera) in Slovenia. Acta Entomologica Slovenica, 26, 2: 181-194.
- Seljak, G., 1993. Medeci škrtat – *M. pruinosa* (Say.) - za Slovenijo nova, potencialno škodljiva žuželka vrsta. V: Maček, J. (ur.). Zbornik predavanj in referatov 1. Slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin, Radenci, 24.-25. februar 1993. Ljubljana, Društvo za varstvo rastlin Slovenije, 1993: 215-220.
- Seljak, G., 2013. Dinamika vnosa tujerodnih fitofagnih žuželk in pršic v Slovenijo. Acta Entomologica Slovenica, 21, 2: 85-122.
- Sergel, R. 1987. On the occurrence and ecology of the Rhododendron-leafhopper, *G. fennahi* Young 1977, in the Western Palaearctic region (Homoptera, Cicadellidae). Anzeiger für Schädlingskunde, Pflanzenschutz, Umweltschutz, 60: 134-136.
- Strauss, G., Reisenzein, H. 2018. First detection of Flavescence dorée phytoplasma in *Phlogotettix cyclops* (Hemiptera, Cicadellidae) and considerations on its possible role as vector in Austrian vineyards. Integrated Protection in Viticulture IOBC-WPRS Bulletin, 139: 12-21.
- Tedeschi, R., Alma, A. 2006. *F. florii* (Homoptera: Auchenorrhyncha) as a vector of "Candidatus Phytoplasma mali". Plant Disease, 90: 284-290.

KAKIJEVA LISTNA PEGAVOST (*Plurivorosphaerella nawae* Hiura, Ikata) – PRVE IZKUŠNJE Z ZATIRANJEM POMEMBNE GLIVIČNE BOLEZNI KAKIJA

Marko DEVETAK¹, Sara HOBLAJ², Matjaž JANČAR³, Jan ŽEŽLINA⁴, Ivan
ŽEŽLINA⁵, Tanja BOHINC⁶

¹⁻⁵KGZS, Kmetijsko gozdarski zavod Nova Gorica, Nova Gorica

⁶Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Ljubljana

IZVLEČEK

Še pred nekaj leti je kaki kot sadna vrsta veljala za neproblematično, saj razen občasnega pojava kaparjev in sadne muhe ni zahtevala redne uporabe fitofarmaceutskih sredstev. V letu 2019 pa je v posameznih nasadih kakija na območju Slovenske Istre prišlo do izbruha kakijeve listne pegavosti (*Plurivorosphaerella nawae*). Glivična bolezen je prizadela predvsem sorto Rojo brillante, medtem ko ostale sorte niso kazale značilnih bolezenskih znamenj. V sezoni 2020 smo poleg prej omenjene sorte pegavost zaznali tudi na sosednjih sadovnjakih, kjer prevladuje sorta Tipo, ki je pri nas najbolj razširjena. *Plurivorosphaerella nawae* je tujerodna gliva, katere razvojni krog v celoti poteka na listih gostitelja. Bolezenska znamenja v obliki nekrotičnih peg s poudarjenim temnim robom se začnejo pojavljati v avgustu, v septembru in oktobru pa okuženi listi rumenijo in postopoma odpadajo. Zaradi popolne defoliacije rastline in pomanjkanja asimilatov sledi tudi odpadanje sadežev. Z namenom, da se določi ustrezno strategijo zatiranja bolezni smo leta 2021 v nasadu kakija v Strunjanu opravili škropilni poskus, s katerim smo želeli ovrednotiti učinkovitost registriranega pripravka glede na število škropljenj. Tako smo poleg neškropljenega obravnavanja v treh dodatnih obravnavanjih posebej predvideli eno, dve in tri škropljenja s sredstvom na podlagi difenokonazola, in sicer v času od začetka do konca cvetenja. V posameznem obravnavanju, kjer smo opravili eno škropljenje s pripravkom iz skupine IBE, pa smo dodatno še trikrat škropili s fungicidom na podlagi mikroorganizmov (*Bacillus amyloliquifaciens* sev FZB24). Zadnje škropljenje s pripravkom Taegro, ki je na kakiju registrirano za zatiranje listnih pegavosti iz rodu *Alternaria*, smo opravili v fenofazi BBCH75. Po škropljenju je v dveh terminih v septembru in oktobru sledila ocena deleža okuženih listov ter deleža odpadlih listov. Pridobljene podatke smo ovrednotili z analizo variance. Na podlagi rezultatov naše raziskave ugotavljamo, da brez ustrezne uporabe sredstev za varstvo rastlin ne moremo zagotoviti kakovostnega pridelka kakija.

116

¹ dr., Pri hrastu 18, SI-5000 Nova Gorica

² mag. inž. hort., prav tam

³ univ. dipl. inž. agr., prav tam

⁴ mag. inž. hort., prav tam

⁵ dr., prav tam

⁶ dr., znan. sod., Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana

Ključne besede: kakijeva listna pegavost, *Plurivorosphaerella nawae*, IBE pripravki, škropilni poskus

ABSTRACT

CIRCULAR LEAF SPOT OF PERSIMMON (*Plurivorosphaerella nawae* Hiura, Ikata) – FIRST EXPERIENCE OF CHEMICAL CONTROL OF THE IMPORTANT FUNGAL DISEASE OF PERSIMMON

Until a few years ago, persimmon fruit production was considered as non-problematic and did not require regular use of plant protection products, except for the occasional occurrence of scale insects and fruit fly. In 2019, there was an outbreak of circular leaf spot of persimmon (*Plurivorosphaerella nawae*) in some persimmon orchards in the area of Slovenian Istria. The fungal disease mainly affected the variety Rojo brillante, while the other varieties were not affected. However, in the 2020 the leaf spots were detected in the orchards where the Tipo variety is grown too. The mentioned variety is the most widespread in our country. *Plurivorosphaerella nawae* is an alien fungal species with the developmental cycle that entirely occurs on the host plant leaves. The first symptoms occur in August as necrotic spots with dark edges. In September and October, the infected leaves turn yellow and gradually fall off. Due to the complete plant defoliation and the lack of assimilates, the fruit also falls off. In order to optimise the disease control strategy, we performed a spray efficacy trial in the year 2021 in Strunjan. The aim of the experiment was to evaluate the efficacy of the already registered chemical product in relation to the number of fungicidal treatments. Beside the untreated plot there were three additional plots that were treated in order once, twice and three times with the difenoconazole based product. The treatments occurred in the period from the beginning to the end of persimmon flowering. An individual plot which was treated once with the product from the EBI group was additionally treated three more times with a fungicidal product made from microorganisms (*Bacillus amyloliquefaciens* strain FZB24). However, in this plot the last spraying with the product Taegro, which is registered on persimmons for the control of leaf spot of the genus *Alternaria*, was performed in the BBCH75 phenological stage. After spraying, an estimation of infected leaves and fallen leaves was performed in September and October. The collected data were evaluated by the analysis of variance (ANOVA). The statistical results show that without the proper use of plant protection products quality fruit production cannot be achieved.

Key words: circular leaf spot of persimmon, *Plurivorosphaerella*, IBS fungicides, spray efficacy trial

1 UVOD

Do nedavnega je bila pridelava kakija (*Diospyros kaki*) v primerjavi z drugimi sadnimi vrstami iz vidika varstva rastlin dokaj nezahtevna. Leta 2019 pa je v posameznih nasadih na območju Slovenske Istre prišlo do izbruha bolezni kakijeve listne pegavosti. Pojav bolezni je bil sprva omejen samo na nasade s sorto Rojo brillante. V naslednjih letih pa smo bolezenska znamenja zaznali tudi na sorti Tipo, ki je na Primorskem tudi najbolj zastopana. Povzročiteljica bolezni je tujerodna gliva *Plurivorosphaerella nawae* (Hyura in Ikata; O. Hassan in T. Chang), ki je značilna za Japonsko in Korejo,

od leta 2008 pa je prisotna tudi v Evropi, in sicer v Španiji (Berbegal *et al.*, 2011). V sezonah 2008 in 2009 je zaradi pojava kakijeve listne pegavosti na območju Valencie prišlo tudi do večje gospodarske škode (Vicent *et al.*, 2011). Poleg Španije o izbruhu kakijeve listne pegavosti poročajo tudi italijanski raziskovalci. Leta 2018 se je ta rastlinska bolezen pojavila v nasadih sorte Rojo brillante v deželi Emilija-Romanja (Bugiani *et al.*, 2021). Za glivo je značilna dolga inkubacijska doba, ki naj bi po poročanju španskih virov trajala tudi do štiri mesece (Bassimba *et al.*, 2017). Po primarnih okužbah v pomladnih mesecih se bolezenska znamenja v obliki rjavih listnih peg s poudarjenim črnim robom pojavijo šele v drugi polovici avgusta. V septembru in oktobru se delež listnih peg povečuje, listi postopoma rumenijo, venijo in odpadajo. Poleg odpadanja listov prihaja tudi do predčasnega dozorevanja in odpadanja plodov, kar lahko privede do popolnega izpada pridelka. Trenutno v Koreji, kjer je gliva domorodna, še ne razpolgajo s sortami, ki bi bile odporne ali tolerantne za bolezen (Hassan *et al.*, 2020).

Gliva se čez zimo ohrani na odpadlem listju v obliki zaprtega spolnega trosišča - psevdotecija (Bassimba *et al.*, 2017). V pomladanskih mesecih ob zadostni količini padavin askusi dozoriijo in začnejo bruhati askospore, ki se prenašajo z vetrom. Čas bruhanja askospor je odvisen zlasti od količine padavin (Kwon in Park, 2004). Po poročanju španskih raziskovalcev naj bi umetno ustvarjene razmere s temperaturami nad 10 °C in pri količini padavin vsaj 1 mm že omogočile znatne izbruhe askospor (Vicent *et al.*, 2012). Večje količine padavin le stopnjujejo bruhanje askospor, sam postopek pa lahko traja do meseca dni (Bugiani *et al.*, 2021). V pridelovalnih razmerah značilnih za Španijo je ob spremljanju razvojnega kroga glive do okužb prišlo med aprilom in julijem, kar sovpada s fenološkimi fazami brstenja, cvetenja in razvoja plodov (Martinez-Minaya *et al.*, 2021). Podobno so potrdili Bugiani in sod. (2021), ko so izbruhe askospor v okuženih nasadih spremljali s pomočjo lovilca spor in ugotovili, da v primeru ugodnih vremenskih razmer večina okužb poteka v času cvetenja oz. po zaključku cvetenja. To se zgodi v maju in juniju, kar sovpada s pridelovalnimi razmerami na Primorskem. Za glivo *Plurivorosphaerella nawae* je še značilno, da je na območju južne Koreje poleg spolnih prisotna tudi nespolna oblika spor - konidiji. Kar pa v primeru Španije ni bilo potrjeno (Berbegal *et al.*, 2011).

Dodatno težavo pri omejevanju škode, ki jo povzroča kakijeva listna pegavost, predstavlja tudi dejstvo, da je v Sloveniji pridelava kakija do sedaj potekala po smernicah ekološke pridelave. V primeru, da se bo gliva razširila na dodatna območja pridelave kakija, samo preventivni ukrepi, kot je uničenje listov s psevdoteciji, ne bo dovolj za ohranitev pridelka. Da se čim bolj zmanjša število škropljenj in s tem zniža delež ostankov sredstev za varstvo rastlin, je zelo pomembno, da se določi optimalne termine škropljenja.

V škroplilnem poskusu, ki je potekal v sezoni 2021 v okuženem nasadu sorte Rojo brillante v Strunjanu, smo ugotavljali učinkovitost sredstva na podlagi difenokonazola (skupina inhibitorjev biosinteze ergosterola) in ekološkega pripravka na podlagi mikroorganizmov Taegro (aktivna snov: *Bacillus amyloliquefaciens* sev FZB24). Glede na izjemen infekcijski potencial glive iz prejšnje sezone in vremenskih razmer s

padavinami v pomladnem obdobju, smo termine škropljenj uskladili s fenofazami gostiteljske rastline.

2 MATERIAL IN METODE

Bločni škropilni poskus je bil izveden v izenačenem nasadu kakija, ki je bil v preteklih letih oskrbovan po smernicah ekološke pridelave. V pomladanskem obdobju je strunjansko dolino prizadela pozeba, ki je povzročila veliko škodo na gojenih rastlinah. Kljub temu so si drevesa v omenjenem nasadu opomogla in se do fenofaze BBCH55 primerno olistala. Poskus je poleg neškropljenih dreves, zajemal še tri obravnavanja, ki so si sledila naključno v treh ponovitvah. Posamezno ponovitev so predstavljala tri drevesa, skupno je bilo v eno obravnavanje zajetih devet dreves. Rastline iz prvega obravnavanja so bile trikrat škropljene s pripravkom Score 250 EC, v drugem obravnavanju pa je bil omenjeni pripravek uporabljen dvakrat. V tretjem obravnavanju smo poleg sredstva iz skupine IBE še dvakrat škropili s pripravkom na podlagi mikroorganizmov. Škropljenja smo izvedli z nahrbtnim pršilnikom Stihl SR 430 v štirih terminih, in sicer 18.5.2021, 31.5.2021, 10.6.2021 in 15.6.2021. Ker je sadovnjak v polni rodnosti, drevesa pa so v povprečju visoka do 4,5 metra, smo za posamezno obravnavanje (skupno devet dreves) porabili med deset in dvanajst litrov škropilne brozge. Podrobnejši opis poskusa s fenološkimi stadiji rastline je prikazan v preglednicah 1 in 2.

Preglednica 1: Shema poskusa.

| | FFS | Koncentracija/ odmerek | Fenofaze | | | Št. škrop- ljenj / sezono |
|----------------|-------------------------|---------------------------|-----------------------------|--------------------|----------------------|------------------------------------|
| | | | | | | |
| 1.Obravnavanje | Score 250 EC | 0,02 %; 0,2 l/ha | | BBCH60 | BBCH65 BBC H69 | 3 |
| 2.Obravnavanje | Score 250 EC | 0,02 %; 0,2 l/ha | | BBCH60 | BBC H69 | 2 |
| 3.Obravnavanje | Score 250 EC | 0,02 %; 0,2 l/ha | BBCH55 (Score 250 EC) | BBCH60 (Taegro) | BBCH65 (Taegro) | 3 |
| | Taegro | 0,37 kg/ha | | | | |
| 4.Obravnavanje | NESKROPLJENO (kontrola) | | | | | |

Preglednica 2: Termini škropljenj.

| škropljenje | Datum škropljenja | Fenofaza rastline | obravnavanje | FFS |
|---------------|-------------------|-------------------|--------------|--------------|
| 1.škropljenje | 18.05.2021 | BBCH55 | 3 | Score 250 EC |
| 2.škropljenje | 31.05.2021 | BBCH57-60 | 1 | Score 250 EC |
| | | | 2 | Score 250 EC |
| | | | 3 | Taegro |
| 3.škropljenje | 10.06.2021 | BBCH65-67 | 1 | Score 250 EC |
| | | | 3 | Taegro |
| 4.škropljenje | 15.06.2021 | BBCH69 | 1 | Score 250 EC |
| | | | 2 | Score 250 EC |

Oceno učinkovitosti škropljnih programov smo opravili v dveh terminih, in sicer 21.9.2021 in 14.10.2021. Ker nismo našli ustreznega mednarodnega fitosanitarnega standarda, po katerem bi lahko ovrednotili poskus, smo si pomagali s prispevkom Berbegal in sod. (2011). Na vsakem drevesu posameznega obravnavanja/ponovitve smo naključno izbrali deset poganjkov. Na poganjku smo nato pregledali liste. Kot okužen je bil obravnavan vsak list, na katerem je bila vsaj ena pega. Na desetih naključno izbranih poganjkih na posamezno drevo, smo dodatno ugotavljali delež odpadlih listov v primerjavi s prvotnim številom listov. Oceno okuženih in odpadlih listov na posamezen termin smo statistično ovrednotili (ANOVA).

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

V neškropljenem obravnavanju smo prva bolezenska znamenja zaznali v prvi dekadi septembra. Pri naslednjih pregledih nasada se je število listnih peg v omenjenem obravnavanju le še stopnjevalo. Prvo oceno poskusa smo opravili 21. septembra. Kljub temu, da v septembrskem obdobju odpadanje listov na netretiranih rastlinah ni bilo izrazito, smo ob prvem ocenjevanju že beležili statistično značilne razlike med škropljenimi obravnavanji in kontrolo. Pri drugem ocenjevanju učinkovitosti programov zatiranja kakijeve listne pegavosti smo opazili izrazito pegavost in odpadanje listov v kontrolnem obravnavanju, medtem ko pri ostalih obravnavanjih ni prišlo do defoliacije.

V spodnjih preglednicah so prikazane ocene poškodovanosti in delež odpadlih listov po posameznih obravnavanjih v dveh terminih. V statistični obdelavi so povzete povprečne vrednosti skupaj s standardnimi napakami.

Preglednica 3: Okuženost listov po prvi oceni (21.9.2021) – ANOVA (Tukeyev test).

| | 1. obravnavanje | 2. obravnavanje | 3. obravnavanje | 4. obravnavanje - Kontrola |
|--------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------------------|
| Povprečna vrednost | 0,6666±0,41 a | 0,7777±0,32 a | 0,8888±0,4 a | 39,1111±3,1 b |

Preglednica 4: Delež odpadlih listov po prvi oceni (21.9.2021) – ANOVA (Tukeyev test).

| | 1. obravnavanje | 2. obravnavanje | 3. obravnavanje | 4. obravnavanje - Kontrola |
|--------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------------------|
| Povprečna vrednost | 0,4444±0,3 a | 0,2222±0,15 a | 0,4444±0,26 a | 44,2222±3,2 b |

Po opravljenem drugem ocenjevanju, izvedenem 14.10.2021, je bila razlika med škropljenimi in neškropljenim obravnavanjem še izrazitejša.

Preglednica 5: Okuženost listov po drugi oceni (14.10.2021) – ANOVA (Tukeyev test).

| | 1. obravnavanje | 2. obravnavanje | 3. obravnavanje | 4. obravnavanje - Kontrola |
|--------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------------------|
| Povprečna vrednost | 0,7777±0,39 a | 0,8777±0,4 a | 2,222±0,58 a | 47,3333±3,9 b |

Preglednica 6: Delež odpadlih listov po drugi oceni (14.10.2021) – ANOVA (Tukeyev test).

| | 1. obravnavanje | 2. obravnavanje | 3. obravnavanje | 4. obravnavanje - Kontrola |
|--------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------------------|
| Povprečna vrednost | 0,0000±0 a | 0,0000±0 a | 0,0000±0 a | 45,3333± 4,2 b |



Slika 1: Zdravi listi v obravnavanju št.1 po prvi oceni poškodovanosti.



Slika 2: Obravnavanje št. 2 – listi brez bolezenskih znakov ob prvi oceni učinkovitosti zatiranja.

Po dveh ocenah poskusa ugotavljamo, da obstajajo statistično značilne razlike med škropljenimi in neškropljenim obravnavanjem. Med posameznimi škropljenimi obravnavanji pa nismo ugotovili statistično značilnih razlik in ne moremo potrditi ali je tretje obravnavanje, v katerem je bilo opravljeno eno škropljenje s sredstvom Score 250 EC in dve s pripravkom Taegro, manj učinkovito kot ostali obravnavanji, kjer smo uporabili le sredstvo na podlagi difenokonazola dvakrat oz. trikrat.



Slika 3: Obravnavanje št. 3 – vidno posamezno rumenenje listov, vendar brez defoliacije (po prvi oceni učinkovitosti zatiranja).



Slika 4: Obravnavanje št. 4 – Poleg bolezenskih znamenj je značilno odpadanje listov (ocena škode 21.9.2021).

4 SKLEPI

Kakijeva listna pegavost (*Plurivorosphaerella nawae*) predstavlja trenutno tako v Sloveniji kot v tujini najpomembnejšo glivično bolezen, ki lahko resno ogrozi predvsem ekološko pridelavo kakija. Za zatiranje bolezni v sklopu integriranega varstva je pri nas trenutno registriran le pripravke na podlagi difenokonazola, ki se je v poskusu izkazal kot učinkovit. Kljub temu pa lahko prekomerna ali nepravilna raba IBE pripravkov privede do pojava odpornosti. Po navedbah tujih virov pa so sredstva na podlagi bakra, ki bi se lahko uporabljala v ekološki pridelavi kakija, slabše učinkovita pri zatiranju kakijeve listne pegavosti. Poleg tega pa bakrovi pripravki lahko povzročijo tudi listne ožige (Bassimba *et al.*, 2017). Zaradi tega bo v prihodnje nujno izvajanje dodatnih poskusov zatiranja bolezni ter registracija sredstev z različnimi načini delovanja.

Poleg kemičnega varstva je izjemno pomemben ukrep za zmanjševanje infekcijskega potenciala tudi uničenje odpadlih listov kakija, ki predstavljajo vir za nadaljnje okužbe. Ker so listi zelo obstojni in težje razgradljivi, jih je nujno potrebno odstraniti iz nasada in jih sežgati ali zadelati v tla oz. ustrezno kompostirati. Med dodatne agrotehnične ukrepe, ki lahko omejijo pojav okužb, prištevamo še izbiro zračnih leg pri pripravi nasada ter ustrezno gojitveno obliko, ki omogoča boljšo zračnost krošnje.

123

5 ZAHVALA

Raziskava je nastala v sklopu programa strokovnih nalog, ki jih izvaja Javna služba zdravstvenega varstva rastlin. Za izvedbo poskusa se zahvaljujemo kmetiji Silvana Kneza. Za strokovno pomoč gre zahvala Riccardu Bugianiju iz Servizio Fitosanitario Regione Emilia-Romagna.

6 LITERATURA

- Bassimba, D.D.M., Mira, J. L., Sedano, M. E., Vicent, A. 2017. Control and yield loss modelling of circular leaf spot of persimmon caused by *Mycosphaerella nawae*. *Annals of Applied Biology* 170 (3): 391-404
- Beregal, M., Armengol, J., García-Jiménez, J. 2011. Evaluation of fungicides to control circular leaf spot of persimmon caused by *Mycosphaerella nawae*. *Crop protection* 30 (11): 1461-1468
- Bugiani, R., Fagioli, L., Marani, G., Valenti, L., Tosi, C. 2020. Prima comparsa in Italia della maculatura fogliare circolare del kaki causata da *Micosphaerella nawae*: indagini preliminari epidemiologiche e di contenimento della malattia. *Giornate Fitopatologiche* 2020 (2): 339-348
- Hassan, O., Chang, T., Hossain, A. 2020. Changes in the secondary compounds of persimmon leaves as a defense against circular leaf spot caused by *Plurivorosphaerella nawae*. *PLoS ONE* 15(3): e0230286. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0230286>
- Kwon, J.H., Park, C.S. 2004. Ecology of disease outbreak of circular leaf spot of persimmon and inoculum dynamics of *Mycosphaerella nawae*. *Research in Plant Disease* 10 (4): 209-216
- Martínez-Minaya, J., Conesa, D., López-Quílez, A., Mira, J., L., Vicent, A. 2021. Modeling Inoculum Availability of *Plurivorosphaerella nawae* in Persimmon Leaf Litter with Bayesian Beta Regression. *Phytopathology* 111 (7): 1184–1192
- Vicent, A., Bassimba, D. D. M., Intrigliolo, D.S. 2011. Effects of temperature, water regime and irrigation system on the release of ascospores of *Mycosphaerella nawae*, causal agent of circular leaf spot of persimmon. *Plant Pathology* 60: 890–898
- Vicent, A., Bassimba, Daniel D. M., Hinarejos, C., Mira, J.L. 2012. Inoculum and disease dynamics of circular leaf spot of persimmon caused by *Mycosphaerella nawae* under semi-arid conditions. *European Journal of Plant Pathology*, 134(2): 289-299

PRVE NAJDBE GLIV POVZROČITELJIC BOLEZNI LESA NA OLJKAH V SLOVENSKI ISTRI

Marko DEVETAK¹, Matjaž JANČAR², Sara HOBLAJ³, Jan ŽEŽLINA⁴, Metka ŽERJAV⁵, Janja ZAJC⁶, Hans-Josef SCHROERS⁷

^{1,2,3,4}Kmetijsko gozdarski zavod Nova Gorica, Oddelek za varstvo rastlin, Nova Gorica

^{5,6,7}Kmetijski Inštitut Slovenije, Oddelek za varstvo rastlin, Ljubljana

IZVLEČEK

Že vrsto let v oljčnikih na območju Slovenske Istre opažamo sušenje in posledično propadanje posameznih dreves oljk (*Olea europaea*). Do letošnjega leta so bili vsi vzorci, odvzeti na sum okužbe z glivo *Verticillium dahliae*, negativni. V letu 2021 so bile na vzorcu propadajoče oljke iz Seče potrjene okužbe z lesno glivo *Phaeoacremonium scolyti*. To je prva identifikacija omenjene glive v naših oljčnikih. V prispevku so podani natančnejši opisi bolezenskih znamenj in morfološke značilnosti gliv ter agrotehnični ukrepi, s katerimi lahko omejimo pojav bolezni.

124

Ključne besede: oljka, glivične bolezni lesa, bolezenska znamenja, *Phaeoacremonium scolyti*, ukrepi za omejevanje škode

ABSTRACT

FIRST FINDINGS OF WOOD FUNGAL DISEASES ON OLIVE TREES IN SLOVENIAN ISTRIA

Drying and consequently decaying of individual olive trees (*Olea europaea*) have been observed in olive groves in Slovenian Istria for several years. So far, all samples were tested negative for *Verticillium dahliae*. Samples taken from decaying olives from Seča in 2021 revealed *Phaeoacremonium scolyti*, which is known to associate necroses in various woody hosts. Until now, this is the first identification of this fungus in our olive growing area. The article provides a more detailed descriptions of the disease symptoms and morphological characteristics of the fungus. Agro-technical measures that can reduce this pathogen in olive orchards are discussed.

Key words: olive, wood fungal diseases, symptoms, *Phaeoacremonium scolyti*, control measures

¹ dr., Pri hrastu 18, SI-5000 Nova Gorica

² univ. dipl. inž. agr., prav tam

³ mag. inž. hort., prav tam

⁴ mag. inž. hort., prav tam

⁵ mag., Hacquetova ulica 17, SI-1000 Ljubljana

⁶ dr., prav tam

⁷ dr., prav tam

1 UVOD

Med pomembnejšimi glivičnimi boleznimi, s katerimi se soočajo pridelovalci oljk na širšem območju severnega Jadrana, so pavje oko (*Cycloconium oleaginum*), siva oljkova pegavost (*Mycocentrospora cladosporioides*) in oljčna sajavost (*Capnodium elaeophilum*). Slednja nastane kot posledica medene rose, ki jo izločajo nekateri škodljivci, kot so oljkov kapar (*Saissetia oleae*), medeči škržatek (*Metcalfa pruinosa*) in drugi. Med pomembne mikoze, ki povzročajo večjo gospodarsko škodo zlasti v tujini, se uvrščajo še oljkova gobavost (*Colletotrichum acutatum*; *Colletotrichum gloeosporioides*), *Botryosphaeria dothidea* in *Verticillium dahliae*, ki povzroča verticilijsko uvelost oljk (Úrbez-Torres *et al.*, 2013). Slednja prizadene prevodni sistem rastline in lahko privede do sušenja vej ali celo do propada rastline.

Poleg že omenjenih glivičnih bolezní pa v zadnjem obdobju veliko skrb vzbujajo tudi druge bolezní ksilema, za katere je značilno venenje in sušenje poganjkov (Carlucci *et al.*, 2015). Med pomembne rastlinske bolezní, ki prizadenejo ksilem, sodi tudi vrsta *Eutypa lata*, katero opisujeta Tosi in Natalini (2009). Za mikozo je značilno, da poleg rakastih tvorb prihaja tudi do temno rjavih razbarvanj pod lubjem. V naši soseščini je bila opisana tudi vrsta *Phoma incompta*. Gliva je bila najdena v oljčnikih na dalmatinskem otoku Braču v letih 2008 in 2009. Kot značilna bolezenska znamenja Ivić *et al.* (2010) opisujejo rdečerjava obarvanja lubja letnih poganjkov, kjer so bile vidne jasne razmejitve med simptomatičnim in nesimptomatičnim lesom. Med škodljive glive, ki lahko povzročajo škodo na oljkah, tuji viri opisujejo še vrste iz rodu *Botryosphaeria* in *Neofusicoccum*, ki poleg poškodb na plodovih povzročajo tudi sušenje poganjkov (Moral *et al.*, 2017).

Carlucci *et al.* (2015) so v raziskavah, ki so potekale v oljčnikih na območju južne Italije potrdili vrste iz rodu *Phaeoacremonium*. Omenjeni rod sestavlja več vrst patogenih gliv. V raziskavi, ki je bila opravljena na oljkah v deželi Apulija, so Nigro *et al.* (2013) izolirali vrste *Phaeoacremonium parasiticum*, *Phaeoacremonium rubrigenum*, *Phaeoacremonium alvesi* in *Phaeoacremonium minumum* (*Phaeoacremonium aleophilum*). Za rod *Phaeoacremonium* je značilno, da ni omejen samo na oljko, ampak okužuje tudi druge gostiteljske rastline. Med pomembne gostiteljske vrste sodijo še vinska trta (kap vinske trte - esca), aktinidija (*Actinidia deliciosa*), marelica (*Prunus armeniaca*) in leska (*Corylus avellana*); prenos povzročiteljev okužb pa poteka prek zraka (<https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/4082>, 19.5.2022). Pri nekaterih vrstah, kot je npr. *Phaeoacremonium minumum*, pa se okužbe prenašajo predvsem z rezjo (Serra *et al.*, 2008, citira *Phaeoacremonium aleophilum*). Rod zajema tudi človeške patogene, ki povzročajo npr. feohifomikozo po podkožnih okužbah predvsem pri ljudeh z oslabiljenim delovanjem imunskega sistema (Gramaje *et al.*, 2015).

V navedeni rod sodi tudi vrsta *Phaeoacremonium scolyti*, ki je bila pri nas prvič potrjena na območju Slovenske Istre v letu 2021. Vrsta *Phaeoacremonium scolyti* je predhodno že bila opisana na vinski trti v južni Afriki in Franciji, izolirana pa je bila tudi na ličinkah podlubnika *Scolytus intricatus* na Češkem. Mikozo se povezuje s

sušenjem in odmiranjem vej ter nekrozah lesa na gostiteljih iz rodov *Cydonia*, *Olea*, *Prunus* in *Pyrus* (Gramaje *et al.*, 2015; Carlucci *et al.*, 2015).

2 MATERIALI IN METODE

V sezoni 2021 smo v sklopu programa preiskav za karantenski škodljivi organizem *Xylella fastidiosa*, ki povzroča bakterijski ožig oljk, na območju celotne Primorske opravili več vzorčenj simptomatičnih rastlin. Med glavna bolezenska znamenja, ki jih povzročajo okužbe z omenjeno bakterijo, sodijo rumenenje ter sušenje listov in vej oz. postopno propadanje celotne rastline. Mlado rastlino s podobnimi simptomi smo vzorčili na lokaciji Seča. Poleg rumenenja listov in sušenja posameznih poganjkov smo zasledili tudi rakaste tvorbe lesa in počrnelost lubja. Na ostalih rastlinah v nasadu podobnih bolezenskih znamenj nismo zasledili.

126



Slika 1: Rumenenje in sušenje listov (M. Devetak).



Slika 2: Počrnelost lubja (M. Devetak).



Slika 3: Razbarvanja tkiv pod skorjo (H-J Schroers).



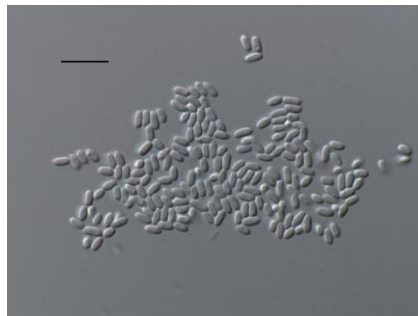
Slika 4: Nekroze lesa (H-J Schroers).

Vzorčene poganjke s simptomi nekroz in rakastih tvorb smo površinsko razkužili s 70 % raztopino etanola. Vzorce tkiva smo nato izrezali iz nekrotičnega dela, iz mesta rjavega razbarvanja ter iz zdravega lesa. Na agarjem gojišču smo iz kolonij gliv izolirali konidije. S pomočjo morfoloških značilnosti spor smo določili rod *Phaeoacremonium* (Mostert *et*

al., 2006). Vrstno specifično identifikacijo smo opravili s sekvenciranjem genov aktina in beta tubulina oz. s PCR metodo (Gramaje *et al.*, 2015).



Slika 5: Tkivne kulture izoliranih gliv (H-J Schroers).



Slika 6: Konidiji vrste *Phaeoacremonium scolyti* (H-J Schroers). Velikost: 10 µm

3 RAZPRAVA IN SKLEPI

V trajnih nasadih lahko bolezni lesa pomembno prispevajo k splošnemu zdravstvenemu stanju rastlin in s tem k manjši količini pridelka. Glavna vstopna mesta lesnih gliv predstavljajo rane, ki nastanejo zaradi biotskih ter abiotskih dejavnikov. Pri pridelavi oljk večina ran nastane v času zimske oz. poletne rezi, do okužb pa pride tudi v času obiranja, ko poškodbe na poganjkih povzročamo z orodji za obiranje oljk (električne ali pnevmatske grabljice). Kot ukrep, s katerim se lahko omeji okužbe v času rezi oljk, Carlucci *et al.* (2020) priporočajo premazovanje ran s cepilnimi pastami. Združbe gliv na lubju omejimo tudi z uporabo fungicidnih pripravkov, s katerimi škropimo takoj po zaključeni rezi. Zaradi širokega spektra delovanja po zimski rezi priporočamo uporabo bakrovih pripravkov. Ob uporabi slednjih pa moramo biti pozorni, da so nočne temperature nad lediščem. V času po spravilu pridelka pa svetujemo uporabo registriranih sintetičnih pripravkov. Velik pomen pri okužbah z glivami imajo seveda tudi vremenske razmere. Zato je zelo pomembno, da ukrepov ne izvajamo v dežju oz. slabem vremenu. Med higienske ukrepe, ki dodatno omejijo razvoj glivičnih bolezni lesa, prištevamo še izrezovanje okuženih oz. poškodovanih poganjkov ter razkuževanje orodja.

4 LITERATURA

- Carlucci, A., Lops, F., Cibelli, F., Raimondo, M. L., 2015. *Phaeoacremonium* species associated with olive wilt and decline in southern Italy. *European Journal Plant Pathology* 141: 717-729
- Carlucci, A., Raimondo, M., L., Ricciardi, G., Macolino, S., Di Biase, I., Sorbo, A., Tramonte, A., P., Colucci, D., Lops, F., 2020. Relazione tra *Xylella fastidiosa* e patogeni lignicoli dell'olivo. *L'Informatore Agrario* 42: 32
- EFSA (European Food Safety Authority), 2015. Response to scientific and technical information provided by an NGO on *Xylella fastidiosa*. *EFSA Journal* 13 (4): 4082, 13

- Gramaje, D., Mostert, L., Groenewald, J., Z., Crous, P., W., 2015. *Phaeoacremonium*: from esca disease to phaeohyphomycosis. *Fungal Biology* 119: 759–783
- Ivić, D., Ivanović, A., Miličević, T., Cvjetković, B., 2010. Shoot necrosis of olive caused by *Phoma incompta*, a new disease of olive in Croatia. *Phytopathologia Mediterranea* 49: 414-416
- Moral, J., Agustí-Brisach, C., Pérez-Rodríguez, M., Xyviér, C., Raya, M. C., Rhouma, A., Trapero, A., 2017. Identification of fungal species associated with branch dieback of olive and resistance of table cultivars to *Neofusicoccum mediterraneum* and *Botryosphaeria dothidea*. *Plant disease* 101: 306-316
- Mostert, L., Groenewald, J., Z., Summerbell, R., C., Gams, W., Crous, P., W., 2006. Taxonomy and pathology of *Togninia* (Diaporthales) and its *Phaeoacremonium* anamorphs. *Studies in Mycology* 54: 1-115
- Nigro, F., Boscia, D., Antelmi, I., Ippolito, A., 2013. Fungal species associated with a severe decline of olive in Southern Italy. *Disease note. Journal of Plant Pathology*, 95, 668
- Serra, S., Mannoni, M., A., Ligios, V., 2008. Studies on susceptibility of pruning wounds to infection by fungi involved in grapevine wood diseases in Italy. *Phytopathologia Mediterranea* 47: 234-246
- Tosi, L., Natalini, G., 2015. First report of *Eutypa lata* causing dieback of olive trees in Italy. *Plant Pathology* 58: 398
- Úrbez-Torres, J. R., Peduto, F., Vossen, P. M., Krueger, W. H., Gubler, W. D., 2013. Olive Twig and Branch Dieback: Etiology, Incidence, and Distribution in California. *Plant Disease* 97 (3): 231-244

FENOLOŠKE FAZE OLJKE IN ZASTOPANOST OLJČNEGA MOLJA (*Prays oleae* Bernard) V SLOVENSKI ISTRI

Jakob FANTINIČ¹, Milena BUČAR MIKLAVČIČ², VASILIJ VALENČIČ³, Bojan BUTINAR⁴, Maja PODGORNIK⁵

¹⁻⁵ Inštitut za oljkarstvo, Znanstveno-raziskovalno središče Koper, Koper

IZVLEČEK

V Sloveniji oljčni molj (*Prays oleae* Bernard) samo občasno povzroča večjo gospodarsko škodo. Nazadnje je večjo škodo povzročil leta 2016, ko naj bi po ocenah povprečno izpadlo 25 % pridelka. Globalno segrevanje bi zaradi večje absolutne vlažnosti, milejših zim in vse pogostejših poškodb oljk, ki nastajajo kot posledica ekstremnih vremenskih dogodkov, lahko izzvalo tudi večje pritiske oljčnega molja na pridelavo oljk. Z željo, da bi ovrednotili zastopanost oljčnega molja in dejanski izpad pridelka zaradi omenjenega škodljivca v Slovenski Istri, smo na štirih geografsko različnih lokacijah, v času rastne dobe v obdobju od leta 2018 do leta 2020, beležili pojavljanje oljčnega molja v različnih fenoloških obdobjih oljke. Opazovanja oljčnega molja na rastlinskem materialu in na feromonskih vabah smo nadgradili tudi s preučevanjem interakcij antofagnega (hranijo se s cvetovi in brsti) in karpofagnega (hranijo se s semenom) rodu z okoljskimi parametri. Ob koncu vsake rastne dobe smo ovrednotili tudi izpad pridelka, ki ga povzroča karpofagni rod. Rezultati raziskave so pokazali, da je bila oljčna muha na vseh štirih lokacijah poglavitni razlog odpadanja plodov; v povprečju je zaradi oljčne muhe odpadlo 8 % plodov, zaradi oljčnega molja pa manj kot 1 %.

Ključne besede: oljka, oljčni molj, oljčna muha, odpadanje plodov, škoda, Slovenska Istra

ABSTRACT

PHENOLOGICAL PHASES OF OLIVES AND OCCURRENCE OF OLIVE MOTH (*Prays oleae* Bernard) IN SLOVENIAN ISTRIA

The olive moth (*Prays oleae* Bernard) only occasionally causes major economic damage in Slovenia. The last time it caused major damage was in 2016, when an estimated 25% of the crop was lost. Global warming, leading to higher absolute humidity, milder winters and increasing damage to olives from extreme weather events, could increase the

¹ mag. inž. hort., Garibaldijeva 1, SI-6000 Koper, e-pošta: jakob.fantinic@zrs-kp.si

² dipl. inž. kem., prav tam

³ dr., prav tam

⁴ dr., prav tam

⁵ dr., prav tam

pressure of the olive moth on olive production. To evaluate the presence of olive moth and yield losses caused by this pest in Slovenian Istria, we recorded the presence of olive moth in different phenological periods of olives at four geographically different locations during the growing season from 2018 to 2020. Observations of olive moth presence on plant material and on pheromone traps were also used to study the interactions of anthrophagous and carphophagous generation with environmental parameters. At the end of each growing season, we also evaluated crop losses caused by carphophagous generation. The results of the surveys showed that olive fly was the main cause of fruit drop at all four sites - on average 8% of fruit dropped due to olive fly and less than 1% due to olive moth.

Key words: olive, olive moth, olive fruit fly, fruit drop, damage, Slovenian Istria

1 UVOD

Oljčna muha (*Bactrocera oleae* Rossi) in oljčni molj (*Prays oleae* Bernard) sta primarna škodljivca oljk v Sredozemlju. Oljčni molj spada v družino Praydididae. Škoda, ki jo le-ta povzroča v Slovenski Istri, je večinoma zanemarljivo majhna. Večjo škodo je povzročil leta 2016, ko je zmanjšal pridelek za 25 % (Jančar in Vesel, 2017). Na leto ima tri rodove, ki se prehranjujejo z različnimi rastlinskimi organi. Odrasli osebki filofagnega (listnega) rodu začnejo z letom v začetku pomladi, ležejo jajčeca na socvetja, iz katerih se nato razvijejo gosenice antofagnega (cvetnega) rodu, ki se prehranjujejo s cvetnimi brsti (Villa M. *et al.*, 2020). Ena ličinka lahko poškoduje od 20 do 30 cvetnih brstov. Ukrepanje proti cvetnemu rodu je priporočljivo predvsem z namenom zmanjšanja populacije naslednjih rodov. Zaradi velikega števila cvetov je škoda, ki jo lahko povzroči z objedanjem cvetnih brstov, relativno majhna (Barranco *et al.*, 2017). Konec pomladi oz. v začetku poletja začnejo letati odrasli osebki antofagnega rodu, ki odlagajo jajčeca karpofagnega (plodovega) rodu na plodiče. Gosenice plodovega (karpofagnega) rodu se zavrtajo v plod in koščico, kjer se prehranjujejo s semenom (Villa M. *et al.*, 2020). Plodiči lahko odpadejo že v juniju ali juliju, a ta pojav le redko opazimo, saj so plodiči majhni in izgubo lahko oljka nadomesti z večanjem mase preostalih plodov. Zaradi odpadanja plodičev, ki so bili napadeni s strani oljčnega molja, se lahko pridelek zmanjša od 30 do 80 %. Drugo odpadanje plodov, ko oljčni molj povzroči nepopravljivo škodo, lahko opazimo konec avgusta ali v začetku septembra (Barranco *et al.*, 2017). Konec poletja ali v začetku jeseni se pojavijo odrasli osebki karpofagnega rodu, ki odlagajo jajčeca filofagnega rodu na liste. Gosenice, ki se razvijejo iz njih, se prehranjujejo z listi. V listih naredijo značilne rove v obliki črke "C". Ta rod praviloma ne povzroči večje škode, z izjemo mladih nasadov, kjer lahko na mladih rastlinah z objedanjem terminalnih brstov povzroči večjo škodo (Villa *et al.*, 2020).

Članek je nadaljevanje prispevka o preliminarnih rezultatih, ki smo ga predstavili na posvetu o varstvu rastlin leta 2019 z naslovom "Sezonska dinamika in čas zatiranja oljčnega molja (*Prays oleae* Bern.) v Slovenski Istri" (Fantinič *et al.*, 2019). Z raziskavo smo želeli ugotoviti dejansko škodo, ki jo povzroča oljčni molj v Slovenski Istri in najustreznejši način spremljanja škodljivca v odvisnosti od fenofaze oljke.

2 MATERIALI IN METODE

Poskus smo od leta 2018 do leta 2020 izvajali na štirih lokacijah v Slovenski Istri (Bonini, Baredi, Mala Seva in Čentur). V poskusu smo spremljali sorto 'Istrska belica', ki velja za občutljivo na napad oljčnega molja.

Let oljčnega molja smo začeli spremljati v sredini aprila s pomočjo feromonskih vab Supertrack ala (Serbios S.r.l., Italija). Vabe smo pregledovali enkrat tedensko do prvega tedna v oktobru oziroma začetka obiranja. Z začetkom cvetenja (BBCH 60-61) smo vzorčili 100 socvetij, ki smo jih s pomočjo stereomikroskopa (Bresser GmbH, Nemčija) pregledali in določili stopnjo poškodovanosti socvetij s strani antofagnega rodu oljčnega molja. Po cvetenju, ko so bili plodiči v velikosti poprovega zrna (BBCH 71), smo vzorčili 100 plodičev in določili delež plodičev, na katerih so bila jajčeca oljčnega molja. Od sredine julija, ko je koščica olesenela (BBCH 75), pa do obiranja, smo na drevesih tedensko vzorčili 100 plodov, jih prerezali in določili delež poškodovanih plodov.

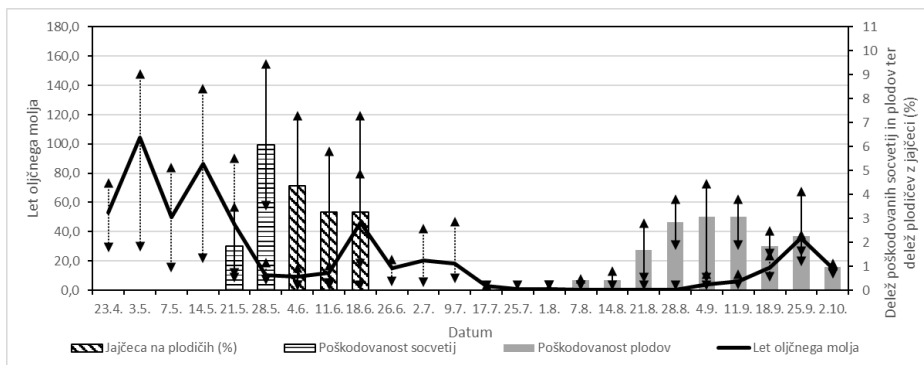
Da bi ulovili odpadle plodove, smo v začetku septembra na vsaki lokaciji pod petimi oljkami postavili dve mreži velikosti 7x30 m. Odpadle plodove smo nato enkrat ali večkrat v sezoni pobrali, stehali in naredili vzorec 100-ih plodov, ki smo jih nato v laboratoriju s pomočjo stereomikroskopa podrobno pregledali ter določili vzrok odpadanja – oljčna muha, oljčni molj ali drugi razlogi. V primeru, da je odpadlo manj kot 100 plodov, smo pregledali vse odpadle plodove. Da smo lahko ocenili kolikšen delež plodov je odpadel glede na pridelek, smo od vsakega pridelovalca pridobili podatek o pridelku na delu oljčnika, kjer smo spremljali odpadanje plodov. Meteorološke podatke za postajo Portorož smo pridobili iz spletne strani Arso (ARSO, 2022), ki smo jih skupaj s podatki oljčnega molja obdelali s pomočjo programov Excel in SPSS.

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

Povprečni podatki leta in poškodovanosti plodov z maksimalnimi in minimalnimi vrednostmi so predstavljeni na sliki 1. Iz slike lahko razberemo, da se je povečan let v treh letih pojavil v začetku maja in trajal do sredine istega meseca. Na podlagi leta oljčnega molja lahko hitro opazimo tri vrhove, ki predstavljajo različne rodove oljčnega molja – listni rod (maj), cvetni rod (sredina junija) in plodov rod (konec septembra oz. začetek oktobra). Kot zanimivost velja izpostaviti, da smo na plodičih opazili jajčeca tudi, če ni bilo povečanega leta odraslih osebkov. Tako leto je bilo leto 2020, ko smo že 4. junija povprečno opazili 10 % plodičev z jajčeci, na vabah pa smo le na eni lokaciji zabeležili več kot 10 odraslih osebkov. Poškodovanost plodov vzorčenih na drevesih, se prvič pojavi že v začetku oktobra, največji delež poškodovanih plodov pa smo zabeležili v prvih dveh tednih septembra. Delež se v naslednjih tednih zmanjšuje zaradi odpadanja plodov.

Oljčni molj svoja jajčeca odlaga na površje socvetij, plodičev ali listov in so tako podvržena zunanjim dejavnikom, kot so temperatura in relativna zračna vlaga. Previsoka ali prenizka temperatura, previsoka ali prenizka zračna vlaga so samo nekateri od faktorjev, ki lahko onemogočijo razvoj gosenic oljčnega molja. Številni avtorji navajajo različne kritične in optimalne vrednosti temperature ter zračne vlage in učinek, ki naj bi ga le te imele na izleganje ličink oljčnega molja. Večina avtorjev navaja, da so optimalne razmere za izleganje ličink relativna zračna vlaga med 60 in 70

% ter temperatura pod 27 °C (Pometti, 2011). Glede razmer, ki omejujejo njihov razvoj, pa se od raziskave do raziskave razlikujejo. Nekateri avtorji pravijo, da temperature nad 30°C in nizka zračna vlaga pod 60 % povzročijo izsušitev jajčec (Barranco *et al.*, 2017; Montiel Bueno, 1981), drugi trdijo, da temperatura nad 30°C in relativna zračna vlaga nad 70 % ali pod 60 % povzročata odmiranje jajčec in mladih ličink (Ricciolini, 2010; Jančar *et al.*, 2017; Armendáriz *et al.*, 2007).



Slika 1: Povprečni let in poškodbe zaradi oljčnega molja z minimalnimi in maksimalnimi vrednostmi na štirih lokacijah od leta 2018 do leta 2020.

132

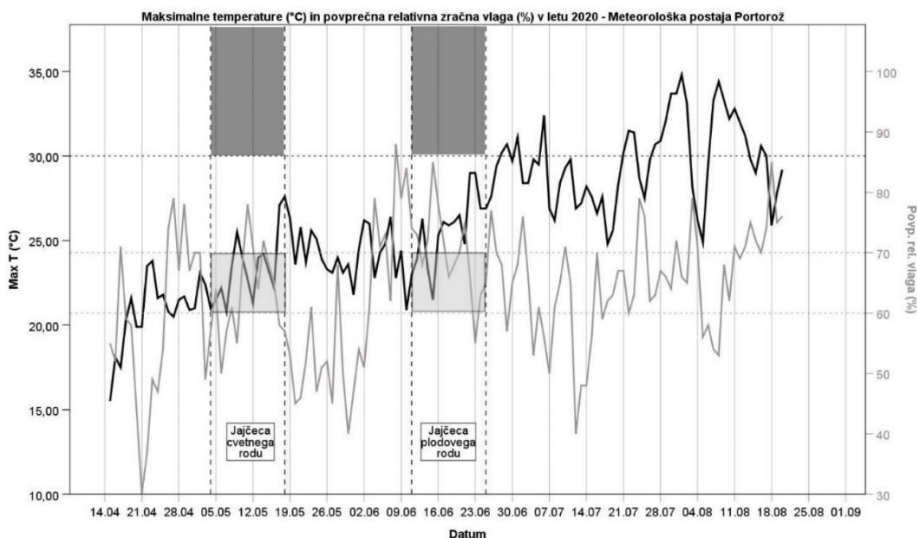
Preverili smo vremenske razmere v obdobju trajanja poskusa in ugotovili, da so bile razmere za razvoj cvetnega rodu optimalne v vseh treh letih, medtem ko so bile razmere za razvoj plodovega rodu neugodne (preglednica 1). V letih 2018 in 2020 je bila povprečna relativna zračna vlaga v obdobju jajčec plodovega rodu zunaj optimalnega obsega (57,8 % v letu 2018 in 71,3 % v letu 2020), v letu 2019 pa je bila povprečna maksimalna temperatura nad 30°C (31,9°C).

Preglednica 1: Povprečna maksimalna temperatura in povprečna relativna zračna vlaga v obdobju jajčec antifagnega in karpofagnega rodu – podčrtane vrednosti predstavljajo vrednosti zunaj optimalnega območja.

| Leto | Obdobje jajčec antifagnega rodu | | Obdobje jajčec karpofagnega rodu | |
|------|---------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|
| | Maksimalne temperature (°C) | Povprečna relativna zračna vlaga (%) | Maksimalne temperature (°C) | Povprečna relativna zračna vlaga (%) |
| 2018 | 24,9 | 70,6 | 28,1 | <u>57,8</u> |
| 2019 | 26,5 | 69,6 | <u>31,9</u> | 63,1 |
| 2020 | 23,4 | 63,4 | 25,3 | <u>71,3</u> |

Na slika 2 so prikazane maksimalne temperature in povprečne relativne zračne vlage v letu 2020. Vidimo, kako je relativna zračna vlaga v letu 2020 ravno v obdobju jajčec plodovega rodu zunaj optimalnega območja med 60 in 70 %, medtem ko je bila v obdobju jajčec cvetnega rodu le-ta večino časa v optimalnem območju. V letu 2016, ko

smo nazadnje zabeležili večji napad oljčnega molja, so bile razmere za razvoj tako cvetnega rodu kot plodovega rodu idealne.



133

Slika 2: Maksimalna temperatura (črna črta) in povprečna relativna zračna vlaga (siva črta) v letu 2020 z označenimi območji optimalne relativne zračne vlage med 60 in 70 % (svetlo siva kvadrata) in maksimalne temperature nad 30 °C (temno siva kvadrata) v obdobjih jajčec oljčnega molja.

3.1. Poškodovanost socvetij in jajčeca na plodičih

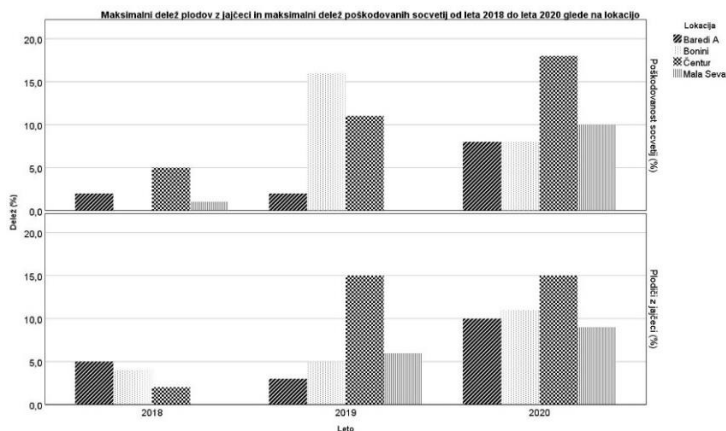
Na sliki 3 so predstavljeni maksimalni tedenski deleži poškodovanih socvetij in maksimalni tedenski deleži plodov z jajčeci oljčnega molja. Predstavili smo maksimalne vrednosti, ker smo vsako leto opravili različno število vzorčenj, odvisno od dolžine trajanja fenofaze. Tako smo npr. lahko med fenofazo začetka cvetenja (BBCH 60-61) opravili dve ali eno vzorčenje, odvisno od dolžine trajanja fenofaze na določeni lokaciji v določenem letu.

Leta 2020 smo na lokacijah Baredi, Čentur in Mala Seva zabeležili najvišje vrednosti maksimalne tedenske poškodovanosti socvetij v opazovanem obdobju – Baredi 8 %, Čentur 18 % in Mala Seva 10 %. Samo na lokaciji Bonini je bila najvišja maksimalna vrednost zabeležena leta 2019, in sicer 16 %. Leta 2018 na nobeni od spremljanih lokacij delež poškodovanih socvetij ni presegel 6 %. V povprečju je v treh letih ta škodljivec maksimalno poškodoval 6,8 % socvetij.

Maksimalni delež plodov z jajčeci smo zabeležili v letu 2020 na vseh lokacijah, ko smo le na Mali Sevi opazili manj kot 10 % plodičev z jajčeci oljčnega molja. V povprečju je maksimalni delež plodov z jajčeci oljčnega molja znašal 7,1 %.

Španski avtorji navajajo, da je prag škodljivosti cvetnega rodu presežen, ko je zaradi oljčnega molja poškodovanih več kot 5 % socvetij. To velja v primeru, da je oljka imela

majhno intenzivnost cvetenja; v primeru, da je obilno cvetela, lahko to škodo nadoknadi (Torres Ruiz, 2012).

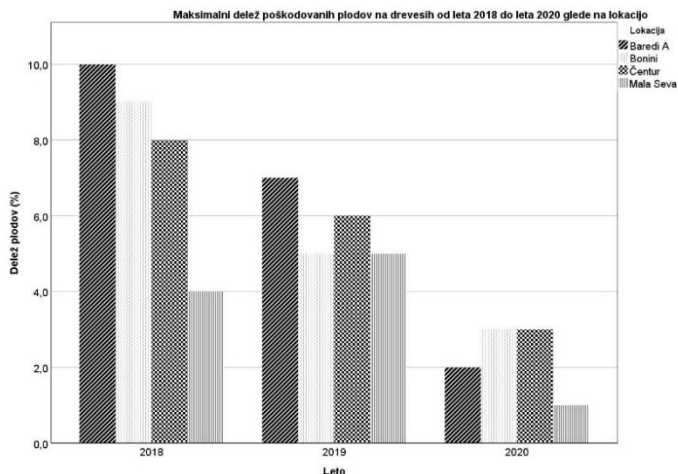


Slika 3: Maksimalni tedenski delež poškodovanih socvetij in plodičev z jajčeci na štirih lokacijah od 2018 do 2020.

134

3.2. Prerez plodov

Plodove smo od sredine julija pa do začetka oktobra vzorčili in prerezali, da bi ugotovili stopnjo poškodovanosti plodov in posledično korelacijo med odpadlimi plodovi in plodovi, ki so bili poškodovani na rastlini.



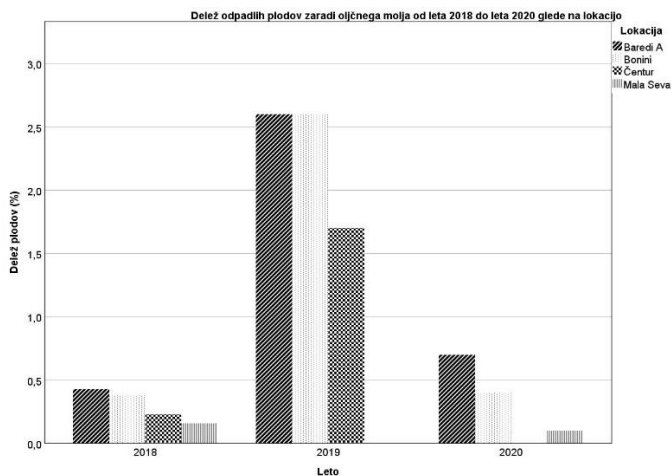
Slika 4: Povprečni tedenski delež poškodovanih plodov na drevesih v treh letih.

Rezultati poškodovanih plodov, vzorčenih na drevesu, so predstavljeni na sliki 4. Na štirih lokacijah je bilo v povprečju največ poškodovanih plodov leta 2018, najmanj pa leta 2020, kar je v nasprotju s poškodovanostjo socvetij in plodiči na jajčecih. Poškodovanost socvetij ne vpliva neposredno na poškodovanost koščic v plodovih. Delež plodičev z jajčeci bi lahko imel vpliv, vendar do zaznanih poškodb na plodovih avgusta oziroma odpadanja plodov v septembru je še veliko časa in v tem obdobju lahko zunanji dejavniki omejuje izleganje ličink iz jajčec plodovega rodu; plodiči lahko že zelo zgodaj odpadejo zaradi oljčnega molja ali pa pride do naravnega trebljenja plodičev.

3.3. Odpadanje plodov

Na sliki 5 lahko vidimo, da se skozi triletno obdobje spremljanja odpadanja plodov zaradi oljčnega molja ni bistveno spremenilo – povprečno 0,3 % v letu 2018 in v letu 2020 ter 1,7 % v letu 2019. Vidimo, da je prišlo leta 2019 do nekoliko povečanega odpadanja plodov zaradi oljčnega molja v primerjavi z ostalimi leti, kljub temu, da sta bila največji delež poškodovanih socvetij in največji delež plodičev z jajčeci opažena leta 2020, največji delež poškodovanih plodov vzorčenih na drevesu pa leta 2018. To gre morda pripisati dejstvu, da je neugodna relativna zračna vlaga v letih 2018 in 2020 v obdobju jajčec plodovega rodu, imela večji negativni vpliv na izleganje ličink oljčnega molja, kot pa previsoke temperature v letu 2019.

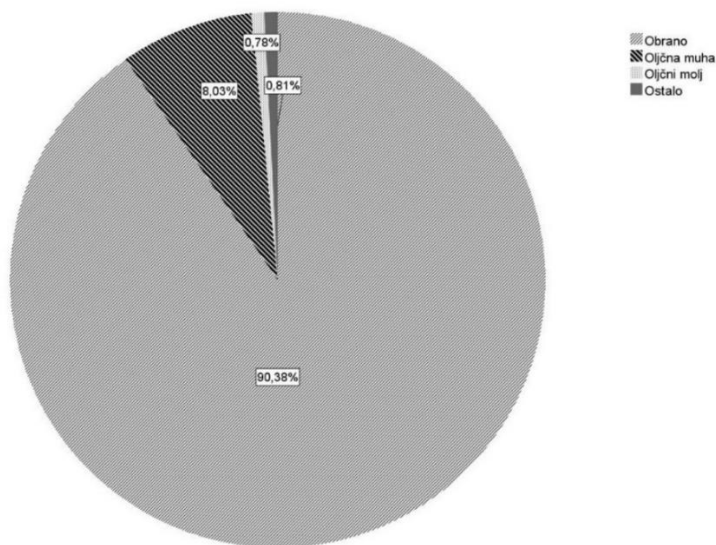
135



Slika 5: Delež odpadlih plodov zaradi delovanja oljčnega molja od leta 2018 do leta 2020 na štirih lokacijah spremljanja.

Združili smo podatke leta spremljanja in lokacije ter pridobili povprečja za čas trajanja poskusa. Rezultati so prikazani v sliki 5. Glede na pridelok je v povprečju zaradi delovanja oljčne muhe odpadlo 8 % plodov, zaradi oljčnega molja 0,78 % in zaradi drugih razlogov 0,81 %. Drugi razlogi so lahko veter, suša, bolezen, nepravilno razviti

plodovi, mehanske poškodbe. Skupaj je tako zaradi delovanja škodljivcev, bolezni ali drugih razlogov odpadlo 9,6 % plodov.



Slika 6: Povprečni delež odpadlih plodov in obrani delež na štirih lokacijah v treh letih.

136

4 SKLEPI

Zunanji dejavniki imajo močan vpliv na izleganje ličink oljčnega molja. Razvoj ličink cvetnega rodu je potekal v vseh treh letih nemoteno, saj so bile tako temperature kot relativna zračna vlaga v optimalnem območju, kar se je odrazilo na relativno visoki poškodovanosti socvetij ter posledično visokemu deležu plodičev, na katerih smo opazili jajčeca. Razmere za razvoj plodovega rodu pa niso bile tako idealne. V letih 2018 in 2020 relativna zračna vlaga ni bila med 60 in 70 %, v letu 2019 pa so bile temperature previsoke.

Oljčni molj se v treh letih poskusa ni izkazal za pomembnega škodljivca. Glavni škodljivec v našem območju ostaja oljčna muha, ki je v času trajanja poskusa povzročila na določenih lokacijah zmanjšanje pridelka za 20 % (Bonini leta 2020), v povprečju pa za 8 %. Zaradi delovanja karpofagnega rodu oljčnega molja je odpadlo manj kot 1 % plodov na štirih opazovanih lokacijah. Največji delež plodov je odpadel leta 2019 na lokacijah Bonini in Baredi, kjer je odpadlo 2,6 % plodov glede na pridelok. Poudariti moramo, da gre v poskusu le za spremljanje škode plodovega rodu oljčnega molja, saj je škodo, ki jo povzroča oljčni molj z objedanjem socvetij težko določiti. Prav tako v rezultatih ni vključeno zgodnje odpadanje plodov, ki nastopi v juniju in juliju. V povprečju smo zabeležili 6,8 % poškodovanost socvetij in 7,1 % plodičev z jajčeci na plodovih. Ne vemo, kolikšen delež jajčec se je uspešno izlegel in poškodoval plodiče. Prav tako ostaja nepojasnjen vzrok velike razlike med poškodovanostjo plodov

vzorčenih na drevesih in deležem plodov odpadlih glede na pridelek – nekateri plodovi odpadejo, večina pa ne.

Korelacij med spremljanimi poškodbami oziroma jajčeci oljčnega molja in končnim odpadanjem plodov nismo zaznali. Na podlagi naše raziskave lahko trdimo, da nam lahko realno sliko škode, ki jo povzroči oljčni molj poda le pobiranje in pregledovanje odpadlih plodov. Generalno sliko škode za večje območje, kot je Slovenska Istra, pa je težko določiti na podlagi nekaj lokacij spremljanja saj se škoda, ki jo ta škodljivec lahko povzroči močno razlikuje od lokacije do lokacije in je odvisna od mikroklimе in naloženosti dreves.

5 ZAHVALA

Avtorji se zahvaljujejo pridelovalcem, ki so svoje oljčnike dali na voljo za opravljanje raziskave.

6 LITERATURA

- Armendáriz I., De La Iglesia L., Santiago Y., Campillo G., Alberte C., Miranda L., Juárez S., Perez-Sanz A. 2007. Ciclo del prays del olivo (*Prays oleae* Bern.) en Arribes del Duero. Boletín de sanidad vegetal. Plagas, 33: 443-455
- ARSO – meteorološki podatki 2016-2020. Ljubljana, Agencija Republike Slovenije za okolje, Urad za meteorologijo. Dostopno na: <http://meteo.arso.gov.si/>. 28.2.2022
- Barranco N., Fernandez Escobar R., Rallo L. 2017. El cultivo del olivo. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid. 994 str.
- Fantinič J., Bučar-Miklavčič M., Valenčič V., Bešter E., Butinar B., Podgornik M. 2019. Sezonska dinamika in čas zatiranja oljčnega molja (*Prays oleae* Bern.) v Slovenski Istri. V: Trdan S. (ur.). Zbornik predavanj in referatov 14. slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin z mednarodno udeležbo, Maribor, 5.-6. marec 2019. Trdan S. (ur.). Ljubljana, Društvo za varstvo rastlin Slovenije: 162-170
- Jančar M., Vesel V. 2017. Oljčni molj (*Prays oleae* [Bernard]) – pojav škodljivca in škoda v Slovenski Istri. V: Trdan S. (ur.). Zbornik Predavanj in referatov 13. Slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin z mednarodno udeležbo, Rimske toplice, 7. in 8. marec 2017. Ljubljana, Društvo za varstvo rastlin Slovenije: 132-139
- Montiel Bueno A. 1981. Factores de regulación de las poblaciones de *Prays oleae* (Bern.). Boletín de sanidad vegetal. Plagas, 7: 133-140
- Pometti M. 2011. Il controllo delle avversità dell'agro-ecosistema olivo. Agenzia regionale per lo sviluppo e per i servizi in agricoltura, Cosenza: 45 str.
- Ricciolini M., Rizzo M. 2010. Avversità dell'olivo e strategie di difesa in Toscana. Agenzia regionale per lo sviluppo e l'innovazione nel settore agricolo-forestale, Firenze: 310 str.
- Torres Ruiz M.J. 2012. Perspectivas del control biológico de la polilla del olivo. Vida Rural, 346: 43-45
- Villa M., Santos S.A., Sousa J.P., Ferreira A., da Silva P.M., Patanita I., Ortega M., Pascual S., Pereira J.A.. 2020. Landscape composition and configuration affect the abundance of the olive moth (*Prays oleae* Bernard) in olive groves. Agriculture, Ecosystems & Environment, 294

SPLETNA APLIKACIJA ZA SPREMLJANJE IN VARSTVO OLJČNE MUHE (*Bactrocera oleae* [Gmelin]) PRI KMETIJSKO GOZDARSKEM ZAVODU NOVA GORICA

Sara HOBLAJ¹, Marko DEVETAK², Matjaž JANČAR³, Ivan ŽEŽLINA⁴, Jan
ŽEŽLINA⁵

¹⁻⁵ Kmetijsko gozdarski zavod Nova Gorica, Oddelek za varstvo rastlin, Nova Gorica

IZVLEČEK

Kot pomoč uporabnikom pri spremljanju pojava oljčne muhe (*Bactrocera oleae*), najpomembnejšega škodljivca oljk, smo razvili grafično aplikacijo, ki omogoča enostavno spremljanje pojava škodljivca na celotnem območju pridelave oljk v Sloveniji. V opazovalno napovedovalno mrežo je bilo v letu 2021 vključenih 32 lokacij oljčnikov, kjer smo tedensko pregledovali ulov oljčne muhe na feromonskih vabah. Dodatno smo na omenjenih lokacijah tedensko vzorčili plodove ter določali aktivno poškodovanost plodov in stadije oljčne muhe. Podatke o tedenskih ulovih in poškodovanosti plodov smo nato predstavili v grafični in tabelarni obliki na spletni strani Kmetijsko gozdarskega zavoda Nova Gorica. Na podlagi obdelanih podatkov so bila izdelana prognostična obvestila za zatiranje oljčne muhe. Vsi omenjeni podatki so objavljeni na spletni povezavi: <https://www.kmetijskizavod-ng.si/oljcna-muha/>, kjer so dostopne tudi preglednice o ulovih iz prejšnjih let. Prognostična obvestila o varstvu in povezave glede spremljanja škodljivca so objavljena tudi na spletnem portalu Javne službe zdravstvenega varstva rastlin: <http://agromet.mko.gov.si/PP/>, s katerega prijavljeni oljkarji dobijo spletna in kratka SMS sporočila z navodili o ukrepanju proti oljčni muhi.

Ključne besede: oljčna muha, *Bactrocera oleae*, spremljanje, varstvo, spletna aplikacija

ABSTRACT

WEB APPLICATION FOR MONITORING AND PROTECTION OF THE OLIVE FLY (*Bactrocera oleae* [Gmelin]) AT THE AGRICULTURAL AND FORESTRY INSTITUTE OF NOVA GORICA

In order to help the users of the Crop protection service of the Agricultural and Forestry Institute of Nova Gorica we developed a graphical application that allows monitoring of

¹ mag. inž. hort., Pri hrastu 18, SI-5000 Nova Gorica

² dr., prav tam

³ univ. dipl. inž. agr., prav tam

⁴ dr., prav tam

⁵ mag. inž. hort., prav tam

the occurrence of the olive fly (*Bactrocera oleae*) in the entire area of olive production in Slovenia. In year 2021, 32 olive orchard locations were included in the forecasting network. On these locations there were weekly monitored captures of the olive fly by using pheromone traps. Additionally, olive fruits were randomly collected and checked for damage. At the same time olive fly stages were monitored. All the collected data were than presented in graphic and table form on our website of the Agricultural and Forestry Institute of Nova Gorica. Based on the data, forecasting reports for the olive fly control were issued. All the mentioned data are published on the link: <https://www.kmetijskizavod-ng.si/oljčna-muha/>. On the mentioned link there are data available from previous years. Forecasting reports on olive fly control and links regarding pest monitoring are also published on the official web site of the Public Plant Health Service: <http://agromet.mko.gov.si/PP/>. From the link olive growers can receive e-mails or text messages with instructions on olive fly control.

Key words: olive fruit fly, *Bactrocera oleae*, monitoring, control, on-line application

1 UVOD

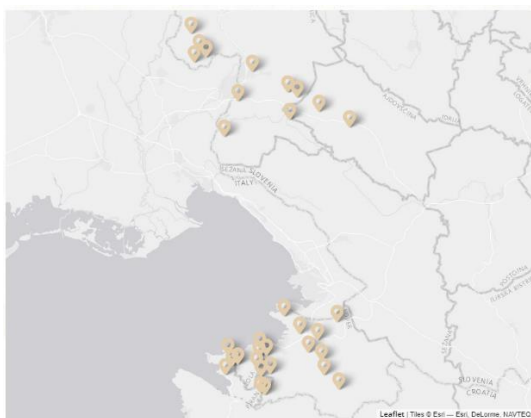
Integrirana pridelava je naravi prijaznejši način pridelave hrane. Prednost se daje agrotehničnim ukrepom, uporaba fitofarmaceutskih sredstev pa se uporablja le v primeru, ko je prag škodljivosti določenega škodljivega organizma presežen. Omenjeni način pridelave le omejuje uporabo sredstev za varstvo rastlin in spodbuja ohranjanje biotske pestrosti z ustreznimi metodami varstva rastlin. Z zelenim dogovorom Evropske unije ter s strategijo od vil do vilic se tudi manjša nabor registriranih fitofarmaceutskih sredstev, zato je ključnega pomena, da se pravočasno odločimo z zatiranje škodljivega organizma in da izvajamo čim več preventivnih ukrepov. Za zmanjšanje uporabe FFS-jev in pravočasno ukrepanje, nam je lahko v veliko pomoč spremljanje pojava škodljivcev in bolezni v samem nasadu, torej izvajanje monitoringa (Pontikakos, 2012).

Monitoring izvajamo predvsem za spremljanje škodljivcev. Oljčna muha je najpomembnejši škodljivec oljke. Na območju Primorske se število oljčnikov iz leta v leto večja in s tem tudi številčnost oljčne muhe. Da bi se lahko oljkar pravilno odločil za termin škropljenja proti muhi, je ključnega pomena spremljanje škodljivca z vabami (Vesel, 2020). S pravočasnim ukrepanjem zmanjšamo porabo FFS-jev in tudi škodo na pridelku. Tudi na Kmetijsko gozdarskem zavodu Nova Gorica spremljamo tedenski ulov oljčne muhe na feromonske vabe na 32 lokacijah ter delež poškodovanosti plodov. Izbrane podatke tedensko objavljamo na naši spletni strani pod posebnim zavihkom oljčna muha. Na podlagi pridobljenih podatkov o ulovu in poškodovanosti plodov izdamo prognostična obvestila za zatiranje oljčne muhe na območju Primorske. Prognostične napovedi so javno dostopne na spletni strani Kmetijsko gozdarskega zavoda Nova Gorica in strani Javne službe zdravstvenega varstva rastlin (<http://www.fito-info.si/>), na kateri se lahko oljkarji prijavijo ter prejemajo kratka SMS obvestila o zatiranju oljčne muhe.

2 MATERIALI IN METODE

Na spletni strani Kmetijsko gozdarskega zavoda Nova Gorica smo s pomočjo informatikov oblikovali posebni zavihek za oljčno muho, kjer so na zemljevidu označene lokacije vab, v preglednici pa tedenski podatki o ulovu oljčne muhe na feromonskih vabah na posamezni lokaciji. Za podrobnejše informacije o posamezni lokaciji lahko uporabnik klikne nanjo bodisi na zemljevidu bodisi v preglednici. Po kliku se odpre stran s preglednico in graфом s podatki o tedenskih ulovih ter preglednica z natančnimi podatki o deležu poškodovanosti plodov oljk zaradi oljčne muhe in v katerih razvojnih stadijih je škodljivec. Z rdečo barvo so označeni podatki, ko je bil presežen prag škodljivosti in je potrebno ukrepanje.

Vabe so postavljene na 32 lokacijah na območju Primorske, in sicer v Slovenski Istri, Vipavski dolini, na Goriškem in v Goriških Brdih. V letu 2021 smo povečali število lokacij iz 27 na 32 zaradi potreb pridelovalcev. Dodali smo 5 novih lokacij na območju Slovenske Istre. Lokacije, kjer spremljamo oljčno muho, so sledeče: v Slovenski Istri na lokacijah Beneša, Sermin, Dekani, Bonini, Truške, Krkavče, Sveti Peter, Padna, Gažon, Baredi, Grbci, Pivol, Strunjan, Mala Seva, Liminjan, Osp, Trebeše, Kavaliči, Šmarje ter Seča, v Vipavski dolini in na Goriškem v Zaloščah, Kromberku, Vrtojbi, Šempasu, Oseku, Lokvici, Plačah ter Vrtovinu in v Goriških Brdih v Vipolžah, Kozani, Gornjem Cerovu in Višnjeviku (slika 1).



Slika 1: Zemljevid lokacij feromonskih vab za oljčno muho.

Spremljanje populacijske dinamike poteka v tedenskih intervalih. Nato sledi pregled oljčnika, kjer naključno na različnih višinah krošnje naberemo vzorec 100 plodov oljk. Pozneje jih pregledamo pod stereomikroskopom. V letu 2021 smo vabe postavili 21.6., s pregledovanjem vab in plodov pa smo zaključili 4.10. Na določenih lokacijah smo imeli postavljene feromonsko-prehranske vabe, s katerimi smo spremljali celoletni ulov škodljivca.

V določenih oljčnikih imamo postavljene tudi feromonsko-prehranske vabe in tako pregledujemo ulov tudi na teh. S tem primerjamo ulov oljčne muhe na feromonski vabi in feromonsko-prehranski in tako upamo, da bomo v prihodnjih letih prišli do razmerja med vabama in bomo lahko določili prag škodljivosti tudi za feromonsko-prehransko vabo. S feromonsko-prehranskimi vabami spremljamo celoletni ulov škodljivca.

Vsak teden v laboratoriju pregledamo reprezentativni vzorec 100 plodov iz vseh lokacij. Na oz. v plodovih iščemo vbodne odprtine, jajčece, ličinke prve larvalne stopnje, ličinke druge larvalne stopnje, ličinke tretje larvalne stopnje, bube ter izhodne odprtine. Na podlagi teh podatkov izračunamo delež aktivno poškodovanih plodov in celotni delež poškodovanosti plodov. Kot aktivni delež poškodovanosti plodov štejemo jajčeca ter ličinko prve in druge larvalne stopnje, to so stopnje, na katere še lahko vplivamo z uporabo FFS ter poškodbe še nimajo negativnega vpliva na kakovost plodov. Ličinke tretje larvalne stopnje, bube in izhodne odprtine pa povzročijo na plodovih poškodbe, ki imajo pozneje negativen vpliv na kakovost oljčnega olja ter na njih ne moremo več vplivati s FFS-ji. Med delež celotne poškodovanosti plodov pa štejemo vse stopnje (slika 2).



Slika 2: Prikaz tedenskih ulovov oljčne muhe na feromonski vabi in tedenska poškodovanost plodov na lokaciji Baredi.

Ko pridobimo vse podatke o tedenskem ulovu oljčne muhe in poškodovanosti plodov oljk, te podatke objavimo na spletni strani Kmetijsko gozdarskega zavoda Nova Gorica pod zavihkom oljčna muha za vsako lokacijo posebej (slika 3).

| Vse | Goriška Brda | Slovenska Istra | Vipavska dolina in Goriška | | | | | | | |
|---------------|-------------------------------|-----------------|----------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|---|
| Lokacija | Datum spremljanja oljčne muhe | | | | | | | | | |
| | < | 16. 8. 2021 | 23. 8. 2021 | 30. 8. 2021 | 06. 9. 2021 | 13. 9. 2021 | 20. 9. 2021 | 27. 9. 2021 | 04. 10. 2021 | > |
| Baredi | | 0 | 5 | 1 | 0 | 2 | 0 | 1 | 1 | |
| Beneša | | 0 | 3 | 3 | 2 | 8 | 5 | 4 | 3 | |
| Bonini | | 1 | 3 | 3 | 4 | 4 | 5 | 2 | 5 | |
| Dekani | | 0 | 1 | 5 | 2 | 0 | 3 | 2 | 2 | |
| Gažon | | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 4 | 1 | |
| Gornje Cerovo | | 3 | 0 | 4 | 11 | 6 | 5 | 7 | 0 | |
| Grbci | | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 6 | |
| Kavaliči | | 0 | 4 | 9 | 1 | 1 | 5 | 1 | 3 | |
| Kozana | | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | |
| Krkavče | | 2 | 8 | 11 | 3 | 6 | 6 | 5 | 7 | |
| Kromberk | | 1 | 0 | 5 | 4 | 4 | 0 | 12 | 5 | |
| Liminjan | | 0 | 4 | 3 | 2 | 1 | 5 | 5 | 4 | |
| Lokvica | | 1 | 7 | 10 | 8 | 10 | 8 | 10 | 2 | |
| Mala Seva | | 0 | 4 | 7 | 6 | 2 | 2 | 0 | 5 | |
| Osek | | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | |
| Osp | | 0 | 2 | 16 | 3 | 1 | 4 | 6 | 9 | |
| Padna | | 6 | 10 | 10 | 13 | 5 | 11 | 11 | 21 | |
| Pivol | | 0 | 5 | 9 | 16 | 9 | 14 | 6 | 4 | |
| Plače | | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | |

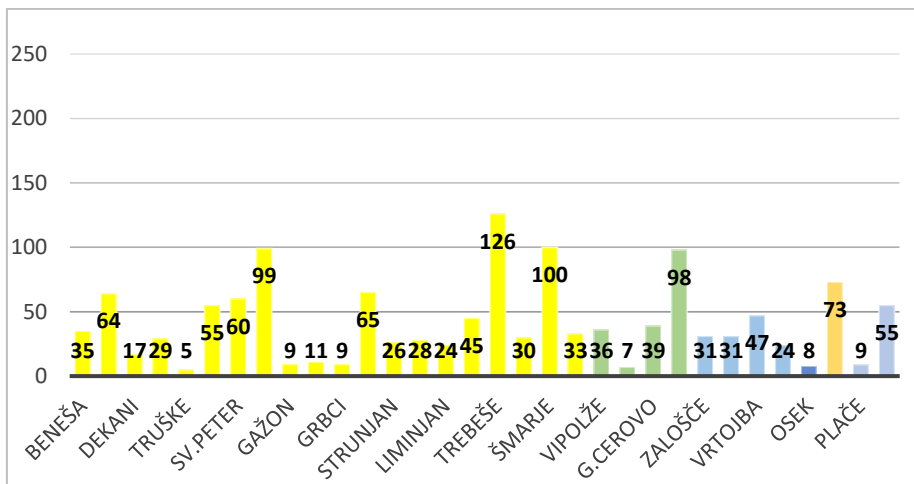
Slika 3: Preglednica tedenskih ulovov oljčne muhe na feromonske vabe na različnih lokacijah.

Na podlagi podatkov o tedenskem ulovu oljčne muhe, o deležu aktivne poškodovanosti plodov in na podlagi vremenske napovedi, izdamo prognozično obvestilo o varstvu oljk, kjer priporočamo uporabo ustreznega sredstva za varstvo rastlin. Prognozična obvestila so dostopna na spletni strani zavoda in Fito-info med prognozičnimi obvestili.

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

Na sliki 4 je predstavljen skupni ulov muh na 32 lokacijah od 21.6.2021 do 4.10.2021. V primerjavi s prejšnjimi leti ulov ni visok, predvsem zaradi vremenskih razmer v letu 2021. Zaradi spomladanske pozebe je bilo občutno manj plodov, kar je tudi vplivalo na številčnost populacije. Poletna suša tudi ni bila ugodna za razvoj škodljivca, šele v zadnji dekadi avgusta so se ustvarile ugodnejše razmere za oljčno muho predvsem

zaradi zadostne količine padavin. Kot lahko vidimo na sliki 4 je bil najvišji ulov na lokaciji Trebeše v Slovenski Istri, najnižji pa na lokaciji Truške ravno tako v Slovenski Istri. Skupno je bilo na vseh lokacijah v letu 2021 ulovljenih 1328 muh.

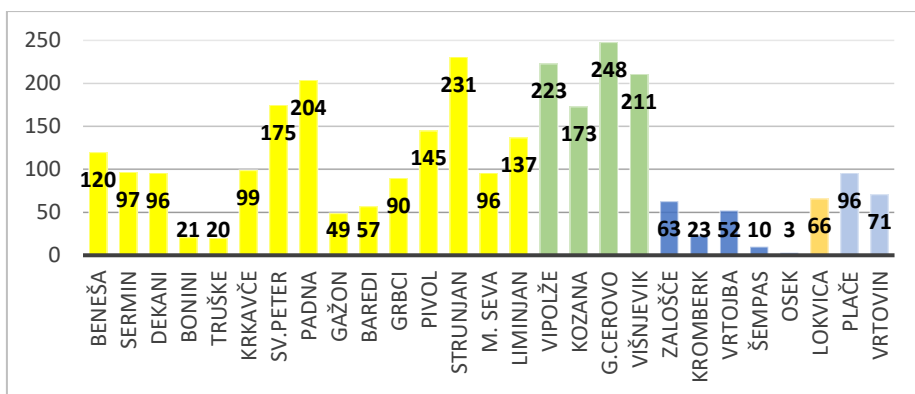


Slika 4: Skupno število ujetih oljčnih muh na feromonskih vabah v 2021.

143

V primerjavi z letom 2021, smo leta 2020 zaradi ugodnih vremenskih razmer in večjega pridelka beležili večji ulov oljčne muhe. V letu 2020 je bilo v poletnem času več padavin, ker je omogočilo muhi optimalen razvoj. Muha potrebuje višjo relativno zračno vlago in temperature do 30 °C. Skupno je bilo v letu 2020 ujetih 2876 oljčnih muh, kar je skoraj za polovico več kot v letu 2021, kljub temu da je bilo v letu 2021 vključenih več lokacij kot v letu 2020. Najvišji ulov je bil v Gornjem Cerovem, najnižji pa v Oseku (slika 5).

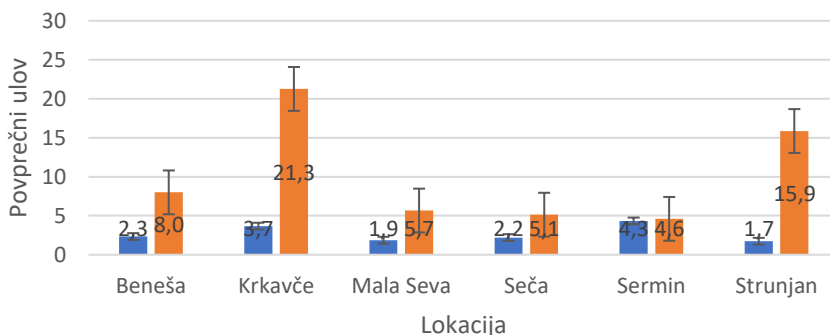
Na sliki 6 lahko vidimo povprečno vrednost ulova oljčne muhe na različnih lokacijah na dveh različnih vabah. Z oranžno barvo je označen povprečni ulov na feromonsko vabo, z modro barvo pa povprečni ulov na feromonsko-prehransko vabo. Kot lahko vidimo, je bil ulov na feromonsko-prehranskih vabah višji kot na feromonskih. Dejstvo je, da se na feromonske vabe lovijo samo samci oljčne muhe, na prehransko-feromonskih pa tudi samice. Prehransko-feromonske vabe so namenjene predvsem množičnemu ulovu oljčne muhe in ne monitoringu, čemur je namenjena feromonska vaba. Priporočeno je uporabiti od 50 do 100 feromonsko-prehranskih vab na hektar, feromonskih vab za monitoring pa zgolj eno do dve na oljčnik oziroma eno do tri vabe na hektar. V letu 2021 je bilo razmerje muh med feromonsko-prehransko vabo in feromonsko vabo približno 4:1.



Slika 5: Skupno število ujetih oljčnih muh na feromonskih vabah v 2020.

V primerjavi z nižjim ulovom, je bila poškodovanost plodov višja. Zaradi spomladanske pozebe je bil pridelek občutno manjši, posledično je bila tudi poškodovanost plodov večja, ne glede na manjši ulov oljčne muhe. Če bi spremljali samo ulov oljčne muhe, bi lahko sklepali, da je muhe malo in ne bi pričakovali večjih poškodb. Vendar je pregled plodov pokazal drugačne rezultate, zato je pomembno, da spremljamo oboje in se tako ustrezno odločimo za ukrepanje.

144



Slika 6: Povprečni letni ulov oljčne muhe v letu 2021 (z modro barvo je označen povprečni ulov oljčne muhe na feromonski vabi, z oranžno je označen ulov oljčne muhe na feromonsko-prehranski vabi).

V letu 2021 smo na Kmetijsko gozdarskem zavodu Nova Gorica izdali 13 prognostičnih obvestil za varstvo oljčne muhe na podlagi tedenskega ulova in deleža poškodovanosti plodov. Uporabo preventivnih metod z zastrupljenimi vabami svetujemo pri preseženem pragu škodljivosti, t.j. ulovu treh muh/vabo/teden ali 3 % plodov s fertilnimi vbodi oljčne muhe. Uporabo kurativnih metod proti žerkam oljčne muhe pa svetujemo pri preseženem pragu škodljivosti 10 % plodov s fertilnimi vbodi muhe

(prisotna jajčeca ali žerke). V prognozičnih obvestilih so navedeni posredni in neposredni ukrepi za varstvo oljk. Navedena so vsa fitofarmaceutvska sredstva, ki naj bi bila učinkovita za zatiranje oljčne muhe z navedenimi odmerki in karencami.

4 SKLEPI

Leto 2021 je bilo zaradi vremenskih razmer specifično. V začetku leta je nasade prizadela pomladanska pozeba, ki je občutno zmanjšala pridelek oljk, kar je pozneje vplivalo tudi na pojav oljčne muhe, ki je najpomembnejši škodljivec oljk na našem pridelovalnem območju. Tudi v poletnem času ni bilo ugodnih razmer za razvoj muhe (visoke temperature, nizka relativna zračna vlažnost). Šele v zadnji dekadi avgusta se je po padavinah muha začela številčneje pojavljati. Kljub temu je bil delež poškodovanosti plodov visok, predvsem zaradi manjšega števila plodov. Ker je bilo malo plodov, je tudi manjša populacija muh povzročila poškodbe na plodovih, zato je pomembno, da spremljamo tudi delež poškodovanosti plodov in ne samo ulova muh v feromonskih vabah. Na tem mestu je potrebno poudariti, da je, kljub tedenskim objavam naših podatkov, ključnega pomena, da oljkar v svojem oljčniku spremlja dinamiko oljčne muhe, saj je vsaka lokacija specifična. Zaradi abiotičnih vplivov sta se v letu 2021 kot pomembna dejavnika izkazala mikrolokacija in izbor sorte, saj je bila obloženost dreves v istem oljčniku zaradi omenjenih dejavnikov različna. Enako velja za pojav oljčne muhe in poškodovanost plodov. V letu 2022 je bil ulov oljčne muhe še manjši zaradi izrazite suše, je pa bilo več plodov v primerjavi z letom 2021. Kljub temu so bili določeni oljčniki prizadeti zaradi suše. Tudi v letu 2022 sta bila za pridelavo pomembna dejavnika sorta in lokacija nasada.

5 LITERATURA

- Baldi A., Biagiotti G., Dalla Marta A., Fabbri C., Guidi R., Mancini M., Nencioni A., Orlandini S., Rosi M. C., Sacchetti P. in Vivoli R. 2019. LA MOSCA DELLE OLIVE *Bactrocera oleae* (Rossi) Manuale pratico per il controllo della specie in Toscana. Fondazione Cassa di Risparmio di Firenze. 41 str.
- Burrack H., Bingham R., Price R., Connell J., Phillips P., Wunderlich L., Vossen P., O'Connell N., Ferguson L. in Zalom F. 2011. Understanding the seasonal and reproductive biology of olive fruit fly is critical to its management. *Calif Agr* 65(1):14-20. <https://doi.org/10.3733/ca.v065n01p14>.
- Collier T. in Van Steenwyk R. 2003. Prospects for integrated control of olive fruit fly are promising in California. *Calif Agr* 57(1):28-32. <https://doi.org/10.3733/ca.v057n01p28>.
- Dias N. P., Zotti M. J., Montoya P., Carvalho I. R. in Nava D. E. 2018. Fruit fly management research: A systematic review of monitoring and control tactics in the world. *Crop Protection* 112 (2018) 187–200. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2018.05.019>.
- Miranda M. A., Barcelo C., Valdes F., Feliu J. F., Nestel D., Papadopoulos N., Sciarretta A., Ruiz M. in Alorda B. 2019. Developing and Implementation of Decision Support System (DSS) for the Control of Olive Fruit Fly, *Bactrocera Oleae*, in Mediterranean Olive Orchards. *Agronomy* 2019, 9, 620; doi:10.3390/agronomy9100620.
- Pontikakos C. M., Tsiligirdis T. A., Yialouris C. P. in Kontodimas D. C. 2012. Pest management control of olive fruit fly (*Bactrocera oleae*) based on a location-aware agro-environmental system. *Computers and Electronics in Agriculture*. 87 (2012): 39–50.

- Rice R., Phillips P., Stewart-Leslie J. in Sibbett G. 2003. Olive fruit fly populations measured in Central and Southern California. *Calif Agr* 57(4):122-127. <https://doi.org/10.3733/ca.v057n04p122>.
- Vesel V., Vrhovnik I., Jančar M., Bandelj D., Devetak M. in Baruca Arbeiter A. 2020. Oljka. Kmečki glas, Ljubljana. 216 str.
- Yokoyama V. Y., Miller G. T., Stewart-Leslie J., Rice R. E. in Phillips P. A. 2006. Olive Fruit Fly (Diptera: Tephritidae) Populations in Relation to Region, Trap Type, Season, and Availability of Fruit. *J. Econ. Entomol.* 99(6): 2072Ð2079 (2006).

PRIMERJAVA RAZLIČNIH VAB ZA SPREMLJANJE OLJČNE MUHE (*Bactrocera oleae* [Gmelin])

Matjaž JANČAR¹, Sara HOBLAJ², Marko DEVETAK³, Tanja BOHINC⁴, Jan
ŽEŽLINA⁵

^{1-3, 5} KGZS, Kmetijsko gozdarski zavod Nova Gorica, Nova Gorica

⁴ Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Ljubljana

IZVLEČEK

V letih 2020 in 2021 smo izvedli primerjavo različnih komercialnih vab za spremljanje oljčne muhe. Poskus je bil izveden v 1 ha velikem oljniku nad Ankaranom. Glede na način delovanja smo uporabili štiri različne vabe: rumeno lepljivo ploščo, kot standard feromonsko vabo Dacotrap ter dve kombinirani feromonsko-prehranski vabi za množični ulov - Cromotrap in Flypack dacus trap. Vabe smo postavili v začetku junija ter vsak teden prešteli ulovljene muhe. V posameznem letu smo opravili 24 tednov spremljanja. Na območju poskusa smo tedensko vzorčili 100 plodov ter pregledali delež poškodb. S poskusom smo zaključili konec novembra, po spravilu pridelka. Sledila je statistična in grafična obdelava podatkov. Rezultati so pokazali, da med rumeno lepljivo ploščo in feromonsko vabo ni statistično značilnih razlik, ravno tako ni statistično značilnih razlik med vabama za množični ulov. So pa bile statistično značilne razlike med rumeno lepljivo ploščo in vabama za množični ulov, ravno tako je bila razlika med feromonsko vabo in vabama za množični ulov. V letu 2021 se je največ muh ulovilo v vabe za množični ulov, ki vsebujejo feromonski dispensor in prehransko vabo. Iz pridobljenih rezultatov lahko sklepamo, da so vabe, ki imajo feromonski dispensor in prehransko vabo bolj učinkovite, saj poleg samcev lovijo še samice. Zaradi tega so omenjene vabe bolj primerne za množični ulov oljčne muhe predvsem v začetnih fazah razvoja plodov. V primerjavi z letom 2020, se je v letu 2021 ulovilo manj muh. Vzrok temu je predvsem spomladanska pozeba, ki je občutno zmanjšala pridelek. Dodatno je na manjši let muhe vplivalo tudi suho in vroče poletje.

Ključne besede: oljčna muha, *Bactrocera oleae*, različne vabe, spremljanje

ABSTRACT

COMPARISON OF DIFFERENT TRAPS FOR OLIVE FLY (*Bactrocera oleae* [Gmelin]) MONITORING

¹ univ. dipl. inž. agr., Pri hrastu 18, SI-5000 Nova Gorica

² mag. inž. hort., prav tam

³ dr., Pri hrastu 18, prav tam

⁴ znan. sod., dr., Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana

⁵ mag. inž. hort., Pri hrastu 18, SI-5000 Nova Gorica

Between the years 2020 and 2021 we have conducted a field trial where different commercially available traps for olive fly were tested. The trial was conducted in an olive orchard of 1 ha, that is situated above the town of Ankaran in the Slovenian Istria. We used 4 different traps: yellow sticky plates, pheromone trap Dacotrap as control product and two different products for mass trapping with pheromone lure and food bait Cromotrap and Flypack dacus trap. Traps were positioned at the beginning of June and were monitored for catches every week. An overall monitoring of 24 weeks per single year was made. In the olive orchard we have collected 100 olives per week to check the percentage of damage. At the end of November, we finished with the trial, so after harvesting. Then we statistically and graphically analysed the data. From the results it was concluded that there are no statistically significant difference between yellow sticky plates and pheromone traps, and no statistically significant difference were between two traps for mass trapping. However, there were statistically significant differences between yellow sticky plates and mass trapping baits. At the same time there are differences between the pheromone traps and mass trapping baits. In the year 2021, the most effective baits were the products designed for mass-trapping which consists of a pheromone lure and food attractant. Based on the trial results, we can conclude that using traps activated with pheromone lure and food attractant is more effective because they attract both male and female flies. This is the reason why the mentioned traps are more suitable in mass trapping of olive fly especially at the beginning of fruit development. Compared to the year 2020, we caught less flies in the year 2021. The main reason was spring frost which resulted in low crop. Additionally, the smaller population of olive fly was attributed to dry and hot summer.

Key words: olive fly, *Bactrocera oleae*, different traps, monitoring

1 UVOD

Oljčna muha (*Bactrocera oleae* [Gmelin]) je najpomembnejši škodljivec oljk. V zanjo ugodnih letih in ob neustreznem varstvu lahko povzroči celoten izpad pridelka oljk. V zadnjih 22 letih je oljčna muha večjo škodo na območju Slovenske Istre povzročila 7x (leta oljčne muhe), in sicer v letih 2002, 2007, 2008, 2011, 2014 (največja škoda), 2019 ter v letu 2020 (Vesel, 2020).

Varstvo pred oljčno muho je ključno pri doseganju dobre kakovosti plodov in posledično tudi oljčnega olja. Pri varstvu pred oljčno muho je odločilno redno in natančno spremljanje (monitoring) pojava škodljivca. Pri tem uporabljamo različne vabe. Glede na način delovanja vab, te delimo na vizualne vabe (rumene lepljive plošče), feromonske vabe (sintetično izdelani spolni hormoni – privabljajo samce oljčne muhe), prehranske vabe (amonijeve soli, hidrolizirani proteini ...) ter kombinirane vabe (združujejo različne kombinacije prej omenjenih vab) (Baldi, 2019). V preteklosti je standard za spremljanje leta oljčne muhe za potrebo opazovalno napovedovalne službe predstavljalo spremljanje z lepljivimi rumenimi ploščami. Trenutno predstavlja standard za spremljanje škodljivca feromonska vaba z lepljivim površjem – Dacotrap. Med omenjenima vabama obstajajo razlike tako v času ulova, kakor tudi številčnosti ulova oljčne muhe (Mucci, 2019).

V zadnjih letih se zaradi prepovedi uporabe številnih, sicer učinkovitih, vendar okoljsko spornih insekticidov, kot alternativa pri varstvu oljčnikov pred oljčno muho vedno bolj uveljavlja metoda množičnega ulova. Na trgu se pojavljajo nove kombinirane vabe, ki jih lahko po navedbah proizvajalcev, uporabljamo tudi za spremljanje pojava škodljivca (monitoring) (Mucci, 2020).

Z namenom preizkusa učinkovitosti vab, smo v letih 2020 in 2021 izvedli poskus s primerjavo različnih komercialnih vab za spremljanje oljčne muhe.

2 MATERIAL IN METODE

Bločni poskus v treh ponovitvah s primerjavo različnih komercialnih vab za spremljanje oljčne muhe smo v letih 2020 in 2021 izvedli v izenačenem oljčniku na Beneši nad Ankaranom.

Podatki o oljčniku: smer nagiba terena: južna, nadmorska višina: 62 m, tip tal: rjava antropogena pokarbonatna tla na apnencu in dolomitu, sorta: Istrska belica, gojitvena oblika: kotlasta, razdalja sajenja: 5 x 6 m, višina dreves: 3,5 m, starost oljčnika: 33 let, površina poskusne parcele: 1 ha.

Glede na način delovanja smo v poskusu uporabili štiri različne vabe: rumeno lepljivo ploščo (Unichem), feromonsko vabo Dacotrap (Isagro) kot standard, ter dve kombinirani feromonsko-prehranski vabi za množični ulov Cromotrap (Isagro) in Flypack dacus trap (Serbios).

149



Slika 1: Vabe, obravnavane v poskusih 2020 in 2021 (rumena lepljiva plošča - RLP [levo zgoraj], Dacotrap [desno zgoraj], Cromotrap [levo spodaj] in Flypack dacus trap [desno spodaj]).

Vabe smo postavili v začetku junija (fenofaza BBCH 69) ter vsak teden pregledali vabe in prešteli ulovljene muhe. Letno smo opravili 24 pregledov. Na območju poskusa smo po pojavu oljčne muhe tedensko vzorčili 100 plodov ter preverili poškodovanost plodov zaradi napada oljčne muhe. S poskusom smo zaključili konec novembra, ob spravilu pridelka.

Z uporabnega vidika so za nas najbolj zanimivi podatki o ulovu oljčne muhe na Dacotrap-u (trenutno predstavlja standardno vabo za monitoring oljčne muhe) v primerjavi z Flaypack dacus trap, ki se je izkazal za zelo zanimivega tudi pri izvajanju monitoringa škodljivke za potrebe opazovalno napovedovalne službe.

Podatke o ulovih oljčnih muh v različnih obravnavanjih in terminih smo statistično ovrednotili (ANOVA).



Slika 2: Razporeditev vab v poskusih v letih 2020 (levo) in 2021 (desno) (1 – rumena lepljiva plošča; 2 – Cromotrap; 3 – Flypack dacus trap; 4 – Dacotrap).

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

V letu 2020 (leto oljčne muhe) je bil ulov oljčne muhe na vabah veliko večji kot v letu 2021 (povprečno leto glede pojava oljčne muhe). Vzrok temu je predvsem spomladanska pozeba, ki je občutno zmanjšala pridelek. Dodatno je na manjši let muhe vplivalo tudi suho in vroče poletje. Povprečno je bil ulov oljčnih muh na uporabljenih vabah v letu 2020 približno 10x številčnejši kot v naslednjem letu. Zaradi tega statistične primerjave med leti niso smiselne. V obeh letih je bil ulov škodljivca po pričakovanjih, zaradi načina delovanja vab, številčnejši na vabah, namenjenih izvajanju množičnega ulova Flypack dacus tap in Cromotrap, kot pa na Dacotrapu in rumeni lepljivi plošči (RLP).

V nadaljevanju predstavljamo pozitivne in negativne značilnosti posameznih vab.

Rumena lepljiva plošča:

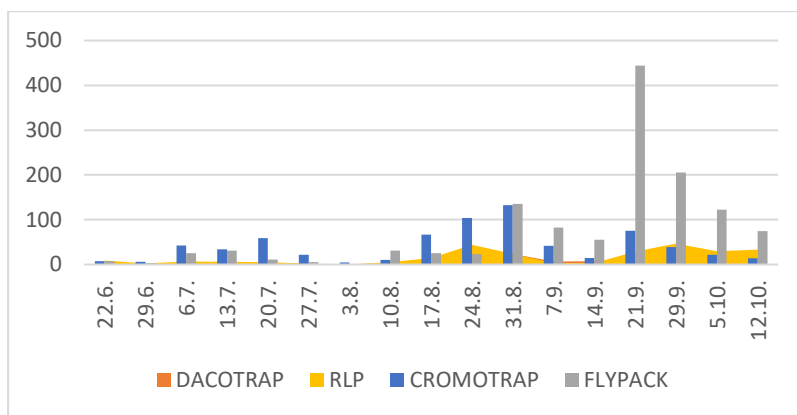
+ ugodna cena, - zamudno nameščanje, neselektivna, potrebne so pogoste menjave zaradi zasičenosti in posledično slabše lepljivosti.

Dacotrap:

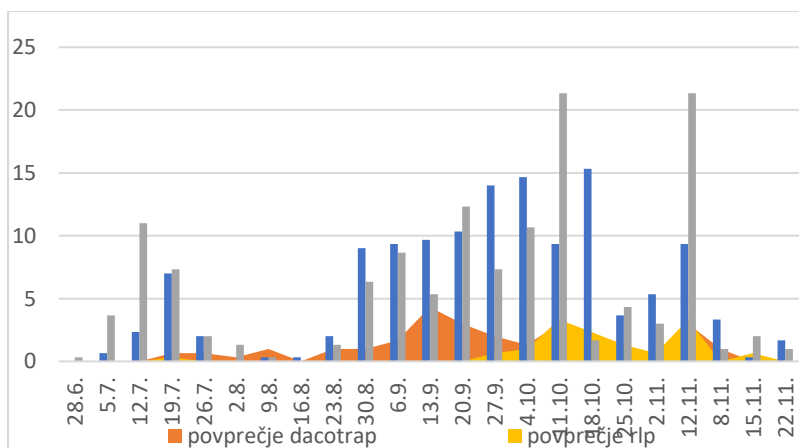
+ selektivna, pregledna, obstojno lepilo, - slabše vizualno delovanje, čas delovanja feromona 5 do 6 tednov.

Cromotrap: + dovolj selektivna, velika lepilna površina, - visoka cena, manj pregledna, zamudno sestavljanje, s časom popušča lepljivost, čas delovanja feromona do 4 tedne.

Flypack dacus trap: + enostavna namestitev, ni lepila, dovolj selektivna, enostavno štetje in pregled ulova, zelo uporabna, - prisotnost insekticida v notranjosti pokrova – uporabnik sicer dobro zaščiten pred stikom z insekticidom.

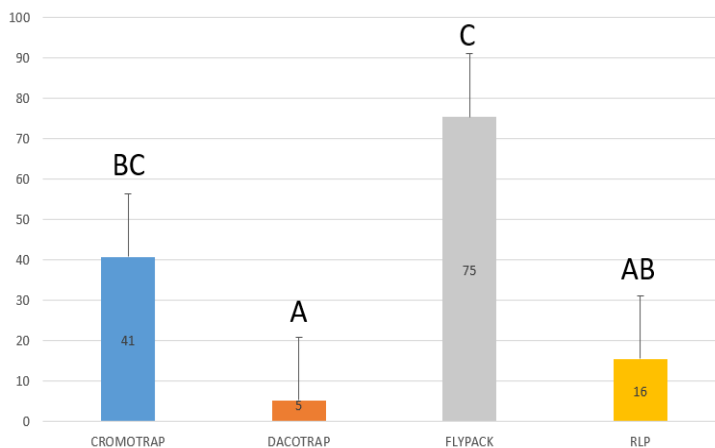


Slika 3: Povprečni tedenski ulov oljčne muhe na obravnavanih vabah v letu 2020.



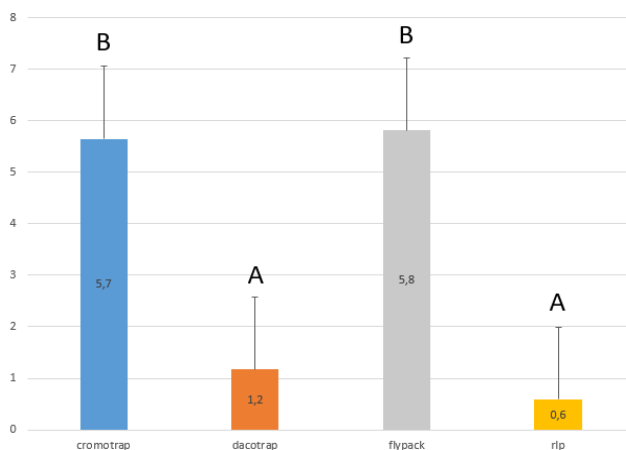
Slika 4: Povprečni tedenski ulov oljčne muhe na obravnavanih vabah v letu 2021.

V letu 2020 je bil v povprečju najštevilčnejši ulov na vabi Flypack (75 muh), najnižji pa na Dacotrapu (5 muh). Statistično ovrednotenje podatkov kaže na statistično značilno razliko med ulovom na Flypacku in Dacotrap-om ter RLP. Statistično značilne razlike ni bilo med Dacotrap-om in RLP ter Flypack-om in Cromotrap-om. Prav tako se ni pokazala razlika med Cromotrap-om in RLP. Razmerje med povprečnim ulovom na RLP in Flypack-om je v letu 2020 znašalo 1 : 15.



Slika 5: Povprečni skupni ulov oljčne muhe na različnih vabah – statistično ovrednotenje za leto 2020.

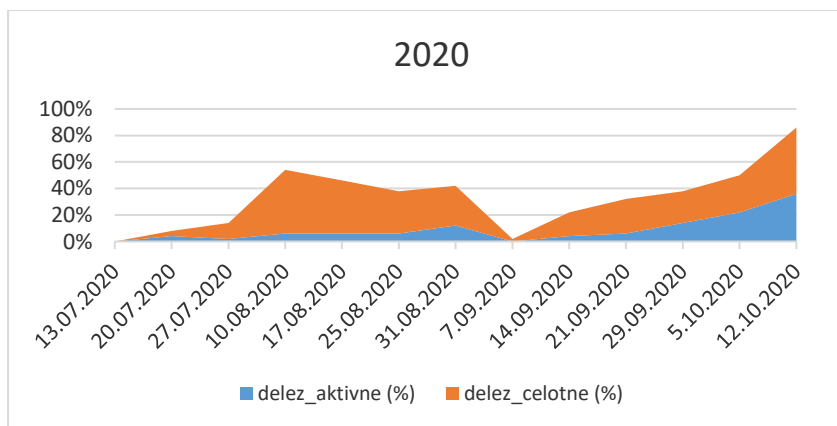
V letu 2021 je bil povprečni ulov veliko številčnejši na vabah za množični ulov Flypack (5,8 muh) in Cromotrap (5,7). Med njima ni bilo statistično značilnih razlik. Prav tako ni bilo statistično značilnih razlik med ulovi muh na Dacotrap-u (1,2 muhi) in RLP (0,6 muhe), na katerih je bil ulov muh veliko manjši, ter statistično značilno nižji kot pri vabah Flypack in Cromotrap. Razmerje med povprečnim ulovom na RLP in Flypack-om je v letu 2021 znašalo 1:4,8. Torej v obeh letih se je pokazala statistično značilna razlika med vabo za množični ulov Flypack in feromonsko vabo Dacotrap ter rumeno lepljivo ploščo. V obeh letih ni statistično značilne razlike med ulovom na feromonsko vabo Dacotrap in rumeno lepljivo ploščo, ravno tako v obeh letih ni statistično značilne razlike med vabama za masovni ulov. Edina razlika med letoma je pri primerjavi Cromotrap vabe in rumene lepljive plošče, v letu 2020 med njima ni bilo statistično značilne razlike, v letu 2021 pa so bile statistično značilne razlike.



Slika 6: Povprečni skupni ulov oljčne muhe na različnih vabah – statistično ovrednotenje za leto 2021.

V obeh letih smo na območju poskusa po pojavu oljčne muhe tedensko vzorčili 100 plodov ter preverili poškodovanost plodov zaradi napada oljčne muhe. Pri pregledu plodov smo opazovali tako aktivno kakor tudi celotno poškodovanost plodov. Aktivna poškodovanost plodov oljk predstavlja prisotnost jajčec, živih žerk prve in druge razvojne stopnje. Celotna poškodovanost plodov oljk pa predstavlja poleg razvojnih stadijev aktivne poškodovanosti plodov oljk tudi prisotnost žerk tretje razvojne stopnje, bub in prisotnost izhodnih odprtih oziroma odrasle žuželke.

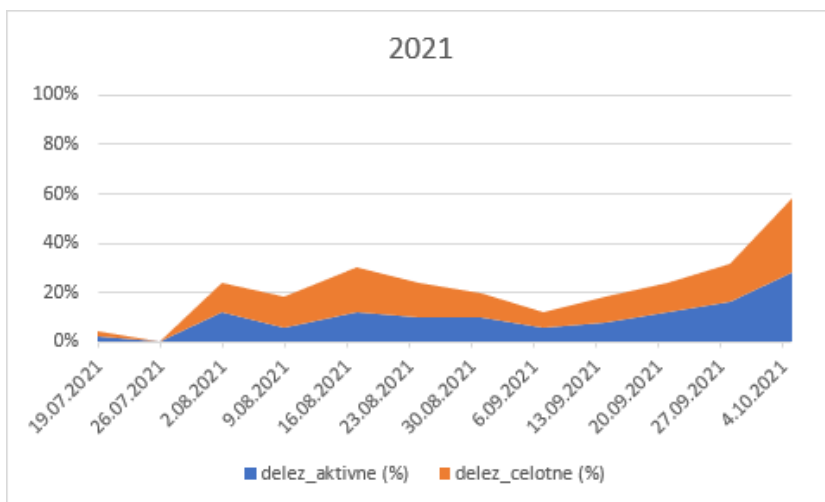
153



Slika 7: Delež tedenske aktivne in celotne poškodovanosti plodov zaradi napada oljčne muhe v letu 2020.

Skladno s pričakovanji smo v letu 2020 zaradi številčnejše zastopanosti oljčne muhe zabeležili tudi večjo poškodovanost plodov kot v letu 2021. Celotna poškodovanost je

ob koncu vzorčenj v letu 2020 preseгла 80 %. Vzrok za dokaj visoko poškodovanost v letu 2021, kljub maloštevilčni zastopanosti oljčne muhe, je dejstvo, da je bil zaradi spomladanske pozebe zelo nizek pridelek oljk. Manjše število plodov je bilo tako bolj potrjeno napadu oljčne muhe.



Slika 8: Delež tedenske aktivne in celotne poškodovanosti plodov zaradi napada oljčne muhe v letu 2021.

4 SKLEPI

Zaradi velikih razlik v številu ujetih muh med leti 2020 (muhino leto) in 2021 (povprečno leto) statistične primerjave med leti niso bile smiselne. V obeh letih je bil številčnejši in zgodnejši ulov na vabah za množični ulov, manj številčen pa na rumenih lepljivih ploščah in Dacotrap-u. Po pričakovanju smo zaradi večjega naleta oljčne muhe v letu 2020 zaznali večjo aktivno in celotno poškodovanost plodov oljk zaradi škodljivca kot v letu 2021.

Iz pridobljenih rezultatov lahko sklepamo, da so vabe, ki imajo feromonski dispenzor in prehransko vabo bolj učinkovite, saj poleg samcev lovijo še samice. Zaradi tega so omenjene vabe bolj ustrezne za množični ulov oljčne muhe predvsem v začetnih fazah razvoja plodov.

Vaba Flypack dacus trap se je v poskusu izkazala kot zelo zanimiva tudi za izvajanje monitoringa oljčne muhe za potrebe opazovalno napovedovalne službe. Za določitev praga škodljivosti oljčne muhe za Flypack dacus trap bomo opazovanja in primerjave izvajali tudi v naslednjih letih.

5 ZAHVALA

Za izvedbo poskusa se zahvaljujemo Aleksandru Jevnikarju, ki nam je v svojem oljčniku omogočil izvedbo poskusa.

6 LITERATURA

- Baldi A., Biagiotti G., Dalla Marta A., Fabbri C., Guidi R., Mancini M., Nencioni A., Orlandini S., Rosi M. C., Sacchetti P. in Vivoli R. 2019. LA MOSCA DELLE OLIVE *Bactrocera oleae* (Rossi) Manuale pratico per il controllo della specie in Toscana. Fondazione Cassa di Risparmio di Firenze. 41 str.
- Burrack H. J., Connell J. H. in Zalom F. G. (2008)'Comparison of olive fruit fly (*Bactrocera oleae* (Gmelin)) (Diptera: Tephritidae) captures in several commercial traps in California', International Journal of Pest Management, 54:3, 227 — 234.
- Delrio, G. (1985) Biotechnical methods for olive pest control. In: Integrated Pest Control in Olive Groves. R. Cavalloro and A. Crovetti (Eds). Proceedings of the CEC/FAO/IOBC International Joint Meeting, Pisa, 3-6 April 1984. pp 394-410.
- Economopoulos, A.P., 1977. Controlling *Dacus oleae* by fluorescent yellow traps. Entomol. Exp. et Appl. 22: 183-190
- Haniotakis G.E., Broumas T.H. in Liaropoulos C. 1998. Comparative Field Studies of Various Traps and Attractants for the Olive Fruit fly, *Bactrocera oleae*. ENTOMOLOGIA HELLENICA, 12, 71-79.
- Mucci M., Baldessari M., Michelotti F., Chiesa S. G. in Angeli G. 2019. Captures of olive fruit fly in Alto Garda Trentino with different traps. Integrated Protection of Olive Crops. IOBC-WPRS Bulletin Vol. 141, 2019: 147-152.
- Mucci M., Baldessari M., Michelotti F., Betta D., Mazzon L. in Angeli G. 2020. Valutazione dell'efficacia di trappole e inneschi per il monitoraggio della mosca dell'olivo nell'Alto Garda Trentino. ATTI Giornate Fitopatologiche, 2020, 1, 229-234.
- Varikou K., Garantonakis N. in Birouraki A. 2014. Comparative field studies of *Bactrocera oleae* baits in olive orchards in Crete. Crop Protection. 65 (2014): 238- 243.
- Vesel, V., Vrhovnik, I., Jančar, M., Bandelj, D., Devetak, M., Arbeiter, A. – 2020. Oljka. Kmečki glas. Ljubljana: 152-157.
- Yasin S., Rempoulakis P., Nemny-Lavy E., Levi-Zada A., Tsukada M., Papadopoulos N.T. in Nestel D. 2014. Assessment of lure and kill and mass-trapping methods against the olive fly, *Bactrocera oleae* (Rossi), in desert-like environments in the Eastern Mediterranean. Crop Protection. 57 (2014): 63-70.

VPLIV OLJČNE MUHE (*Bactrocera oleae* [Gmelin]) NA KEMIJSKE IN SENZORIČNE ZNAČILNOSTI OLJČNEGA OLJA

Vasilij VALENCIČ¹, Bojan BUTINAR², Maja PODGORNIK³, Milena BUČAR-
MIKLAVČIČ⁴

¹⁻⁴ Inštitut za oljkarstvo, Znanstveno-raziskovalno središče Koper, Koper

IZVLEČEK

Zastopanost in napad oljčne muhe (*Bactrocera oleae* [Gmelin]) v slovenskih oljčnikih se odraža na kakovosti oljčnega olja, saj vpliva na kemijske in senzorične značilnosti oljčnega olja. Vremenske razmere v letu 2014 so vplivale na dinamiko leta oljčne muhe in močno zaznamovale pridelek slovenskih oljkarjev, predvsem sorte 'Istrska belica', skupna škoda pa je preseгла 75 % povprečne letne količine pridelanega oljčnega olja. Preučili smo vpliv oljčne muhe na obranih plodovih letnika 2014, ki smo jih razdelili glede na stopnjo napadenosti v vzorce z aktivno in škodljivo napadenostjo. Določili smo vsebnost in sestavo biofenolov, sterolov, triterpenskih dialkoholov in maščobnokislinsko sestavo predelanega olja. Večjo vsebnost skupnih biofenolov, olevropejskih in ligstrozidnih derivatov smo določili v vzorcih, predelanih iz plodov z aktivno napadenostjo, medtem ko je bila vsebnost obravnanih spojin v oljih, predelanih iz plodov s škodljivo napadenostjo manjša. Ugotovili smo korelacijo med olevropejskimi in ligstrozidnimi derivati: v vzorcih z aktivno napadenostjo so prevladovali olevropejski derivati, medtem ko so v vzorcih s škodljivo napadenostjo prevladovali ligstrozidni derivati. Olja iz plodov s škodljivo napadenostjo, so se razlikovala od vzorcev z aktivno napadenostjo po večji vsebnosti stigmasterola in manjši vsebnosti kamposterola ter večji vsebnosti skupnih sterolov in triterpenskih dialkoholov. V vzorcih olj iz plodov s škodljivo napadenostjo, smo ugotovili tudi manjšo vsebnost oleinske kisline v primerjavi z vzorci z aktivno napadenostjo. Vpliv oljčne muhe na značilnosti oljčnega olja je razviden tudi na nekaterih vzorcih letnika 2020 s povečano kislostjo oziroma vsebnostjo prostih maščobnih kislin. Posamezni vzorci olj imajo porušeno razmerje med kamposterolom in stigmasterolom ter povečano vsebnost triterpenskih dialkoholov, podobno kot je bilo določeno v primeru škodljive napadenosti leta 2014. Pri preučevanju vsebnosti in sestave biofenolov smo v analiziranih vzorcih letnika 2020 ugotovili povečano vsebnost tirozola in hidroksitiroza. V večini primerov so bile prisotne tudi senzorične napake in povečana vsebnost nonanala in (E)-2-decenala.

156

¹ dr., Garibaldijska 1, SI-6000 Koper, e-pošta: vasilij.valencic@zrs-kp.si

² dr., prav tam

³ dr., prav tam

⁴ dr., prav tam

Ključne besede: oljka, *Bactrocera oleae*, maščobne kisline, steroli, biofenoli, hlapne spojine, senzorične značilnosti

ABSTRACT

INFLUENCE OF OLIVE FRUIT FLY (*Bactrocera oleae* [Gmelin]) ON CHEMICAL AND SENSORY CHARACTERISTICS OF OLIVE OILS

The infestation of the olive fruit fly (*Bactrocera oleae* [Gmelin]) in Slovenian olive orchards had an impact on the quality of produced olive oils. The olive fruit fly affects the chemical and the sensory characteristics of olive oils. Weather conditions in 2014 favoured the dynamics of the olive fly which caused serious economic damage to Slovenian's olive orchards, especially to the olive variety 'Istrska belica'. The total damage exceeded 75% of the average annual amount of produced olive oil. The influence of the olive fruit fly was studied on the collected samples of the year 2014, which were classified according to the degree of infestation into samples with active and damaging infestation. The content and composition of biophenols, sterols, triterpenic dialcohols and the fatty acids composition of the produced oils were determined. Oils produced from fruits with active infestation showed higher amounts of total biophenols, oleuropein and ligstroside derivatives, whereas, in contrast lower amounts were determined in oils produced from fruits with damaging infestation. A correlation between oleuropein and ligstroside derivatives was found: oleuropein derivatives were prevalent in oils from active infestation, whereas ligstroside derivatives were more present in oils from damaging infestation. Higher values of stigmasterol and lower values of campesterol were determined in oils from damaging infestation, as well as higher content of total sterols and triterpenic dialcohols. Lower amounts of oleic acid were determined in oils with damaging infestation. The influence of the olive fruit fly attack on the characteristics of olive oils was also observed in some samples of the year 2020 with higher acidity (free fatty acids content). Some samples showed higher amounts of stigmasterol, lower amounts of campesterol and higher amounts of triterpenic dialcohols, as it was determined in the case of damaging infestation in 2014. Studying the content and composition of biophenols, the samples from crop year 2020 showed a higher content of tyrosol and hydroxytyrosol. In most samples, sensory defects and higher content of nonanal and (E)-2-decenal were also determined.

Key words: olive, *Bactrocera oleae*, fatty acids, sterols, biophenols, volatile compounds, sensory characteristics

1 UVOD

Oljčna muha (*Bactrocera oleae* [Gmelin]) sodi med najbolj pogoste škodljivce oljk in je v letu 2014 povzročila veliko gospodarsko škodo; ocenjuje se, da je skupna škoda na območju Slovenske Istre preseгла 75 % povprečne letne količine pridelanega oljčnega olja (Jančar in sod., 2015). Vremenske razmere so tudi v letu 2020 pripomogle, da smo v priobalnem pasu Slovenske Istre zabeležili močan napad oljčne muhe, ki je bil največji po letu 2014 (Klančar in Juretič, 2021). Podatki iz literature kažejo, da se napad oljčne muhe odraža na kemijskih in senzoričnih značilnostih ter posledično prehranski

vrednosti oljčnega olja (Malheiro in sod., 2015). V poškodovanih plodovih potekajo hidrolitski in oksidacijski procesi, v predelanih oljih pa se posledice kažejo na povečanju kislosti in peroksidnega števila (Angerosa in sod., 1992; Pereira in sod., 2004; Koprivnjak in sod., 2010; Gucci in sod., 2012). Omenjene spremembe so lahko tudi posledica delovanja mikroorganizmov, ki se razvijejo v poškodovanih plodovih zaradi napada oljčne muhe (Al-Ameri in sod., 2015; Torbati in sod. 2013). Podatki iz literature kažejo, da se slaba kakovost olja, predelanega iz poškodovanih plodov, odraža na povečanju vrednosti parametrov v UV-območju K_{232} in K_{270} (Angerosa in sod., 1992; Pereira in sod., 2004; Koprivnjak in sod., 2010), v takih oljih so prisotne tudi senzorične napake pregreto, plesnivo, zakisano, po črvivem in žarko (Angerosa in sod., 1992; Bendini in sod. 2008; Tamendjari in sod., 2009a; Koprivnjak in sod., 2010). Napad oljčne muhe vpliva tudi na vsebnost naravnih antioksidantov, biofenolov, ki ščitijo olje pred oksidacijo in prispevajo k senzoričnim značilnostim oljčnega olja. Deviška oljna olja, predelana iz poškodovanih plodov, vsebujejo v primerjavi z olji dobre kakovosti, manjšo vsebnost skupnih biofenolov (Tamendjari in sod., 2009a; Koprivnjak in sod., 2010; Gucci in sod., 2012). Številni avtorji poročajo tudi o spremembah sterolne in maščobnokislinske sestave (Delrio in sod., 1995; Tamendjari in sod., 2009b; Abu-Alruz in sod., 2011; Housheya in sod., 2014; Yorulmaz in sod., 2017).

V opravljeni raziskavi smo proučili vpliv aktivne in škodljive napadenosti oljčne muhe v letu 2014 na kakovost predelanega olja sorte 'Istrska belica' in razlike med olji Slovenske Istre letnika 2020 na izbrane kemijske parametre.

158

2 MATERIALI IN METODE

V raziskavo smo vključili deviška oljna olja, predelana iz plodov z aktivno in škodljivo napadenostjo sorte 'Istrska belica' letnika 2014 in (ekstra) deviška oljna olja, zbrana na področju Slovenske Istre letnika 2020.

Maščobnokislinsko sestavo smo določili po metodi iz Uredbe Komisije (EGS) št. 2568/91, Priloga X: oljčno olje smo raztopili v heptanu in pripravili metilne estre maščobnih kislin s transesterifikacijo z metanolno raztopino kalijevega hidroksida (2 mol/L) pri sobni temperaturi. Dobljene metilne estre maščobnih kislin smo analizirali s plinskim kromatografom Agilent HP 6890 Series (Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA), s plamensko ionizacijskim detektorjem (FID) in izračunali utežni delež posameznih metilnih estrov maščobnih kislin v analiziranem vzorcu oljčnega olja.

Vsebnost in sestavo sterolov ter triterpenskimi dialkoholov smo določili po metodi iz Uredbe Komisije (EGS) št. 2568/91, Priloga XIX: v olje smo dodali interni standard (α -holestanol, 0,2 % (m/V)), sledila je faza umiljanja z etanolno raztopino kalijevega hidroksida (2 mol/L) ter ekstrakcije neumiljivih snovi z dietil etrom. Frakcijo sterolov in triterpenskimi dialkoholov smo ločili od preostalih neumiljivih snovi s pomočjo tankoplastne kromatografije na silikagelni plošči, ki je bila predhodno aktivirana z etanolno raztopino kalijevega hidroksida (0,2 mol/L). Izolirane sterole in triterpenske dialkohole smo pretvorili v trimetilsililne etre in jih analizirali s plinskim kromatografom Agilent HP 6890 Series (Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA), s plamensko ionizacijskim detektorjem (FID).

Vsebnost in sestavo biofenolov smo določili po metodi COI/T.20/Doc. No 29 Rev. 1, 2017, na kratko: biofenole smo ekstrahirali iz oljčnega olja v raztopini metanola in vode (80/20, V/V), ob dodatku internega standarda (siringična kislina, 0,15 mg/mL), na ultrazvočni kopeli 15 minut. Vsebnost in sestavo biofenolov smo določili s HPLC Agilent 1260 (Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA), z detektorjem DAD. Pripravili smo zunanjo kalibracijsko raztopino tirozola (0,030 mg/mL) in siringične kisline (0,015 mg/mL). Biofenolne spojine smo kvantificirali z uporabo faktorja odzivnosti tirozola.

Hlapne spojine smo določili po metodi, opisani v Casadei in sod. (2021), ki je bila razvita v okviru mednarodnega projekta OLEUM, Hizon 2020. V 20 mL-vialo smo zatehtali olje, dodali raztopino internega standarda (4-metil-2-pentanol v rafiniranem olju, 2,5 mg/kg), nato smo s pomočjo robotskega vzorčevalnika Gerstel MPS Robotic XL (Gerstel, Mülheim an der Ruhr, Nemčija) vzorec segreti na 40 °C 10 min (vzpostavitev ravnotežja), sledila je faza ekstrakcije hlapnih spoji na vlaknih SPME 40 °C 30 min ter faza desorpcije (260 °C 5 min) in vbrizga v plinski kromatograf Agilent 7890B Series (Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA), s plamensko ionizacijskim detektorjem (FID). Za identifikacijo in kvantifikacijo kromatografskih vrhov smo pripravili kalibracijske raztopine oktana, etil acetata, etanola, etil propanoata, heksanala, 3-metil-1-butanola, (E)-2-heksenala, 6-metil-5-heptan-2-ona, (Z)-3-heksenil acetata, (E)-2-heptenala, 1-eksanola, 1-okten-3-ola, nonanala, (E,E)-2,4-heksadienala, očetne kisline, propanojske kisline, (E)-2-decenala in pentanojske kisline.

Kislost smo določili po metodi iz Uredbe Komisije (EGS) št. 2568/91, Priloga II: olje smo raztopili v nevtralizirani mešanici etanola in dietiletra (1/1, V/V) in titrali proste maščobne kisline s standardizirano etanolno raztopino KOH (0,1 mol/L) ob prisotnosti indikatorja fenolfaleina do preskoka barve. Iz mase vzorca in volumna titranta smo izračunali kislost v utežnih odstotkih, preračunano na oleinsko kislino.

Senzorične značilnosti oljčnega olja smo določili po metodi iz Uredbe Komisije (EGS) št. 2568/91, Priloga XII: osemčlanski panel mednarodno usposobljenih in priznanih preskuševalcev za senzorično ocenjevanje deviškega oljčnega olja je preskusilo vzorce olja. Intenzivnosti posameznih senzoričnih deskriptorjev so beležili na predpisan ocenjevalni list, vsak deskriptor na 10 cm-daljci. Za vsak vzorec smo izračunali mediane posameznih senzoričnih deskriptorjev, ugotovili prisotnost morebitnih senzoričnih napak in olja razvrstili v kategorije.

Rezultate preskusov smo statistično obdelali s programom SPSS Statistics, različica 26 (SPSS, Chicago, IL, USA). Izračunali smo povprečne vrednosti in standardne odklone, izvedli *t*-test in *t*-test dvojic. Delovne hipoteze smo preverili pri stopnji tveganja $\alpha < 0,05$.

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

V vzorcih letnika 2014 smo določili statistično značilne razlike (*t*-test, $\alpha < 0,05$) med aktivno in škodljivo napadenostjo v vsebnosti in sestavi biofenolov, sterolov in triterpenskih dialkoholov ter maščobnokislinski sestavi. V vzorcih z aktivno napadenostjo prevladujejo skupni biofenoli olevropeinskega izvora, oleacein in aldehidna oblika olevropein aglikona (O-Agl-A) v primerjavi z ustreznimi derivati ligstrozida, medtem ko v vzorcih s škodljivo napadenostjo prevladujejo skupni biofenoli ligstrozidnega izvora, aldehidna oblika ligstrozid aglikona (L-Agl-A) in tirozol v primerjavi z ustreznimi derivati olevropeina. Podrobna predstavitev rezultatov biofenolne sestave je dosegljiva v publikaciji Valenčič in sod. (2021).

Olja, predelana iz plodov z aktivno napadenostjo se statistično značilno razlikujejo od olj, predelanih iz plodov s škodljivo napadenostjo tudi v sterolni sestavi. Primerjava vzorcev je pokazala, da imajo olja, predelana iz plodov z aktivno napadenostjo večjo vsebnost Δ -5,24-stigmastadienola (1,06 % v primerjavi z 0,98 %; $p = 0,003$) in navideznega β -sitosterola (95,65 % v primerjavi z 93,78 %; $p < 0,001$) ter majšo vsebnost stigmasterola (1,20 % v primerjavi z 2,99 %; $p < 0,001$), skupnih sterolov (1120 mg/kg v primerjavi z 1437 mg/kg; $p = 0,002$) ter vsote eritrodiole in uvaola (1,62 % v primerjavi z 3,04 %; ($p < 0,001$). Prisotnost uvaola smo določili le v vzorcih, predelanih iz plodov s škodljivo napadenostjo, kar kaže na to, da je bila povrhnjica plodov bolj poškodovana. S *t*-testom primerjav dvojic smo dokazali da olja, predelana s plodov z aktivno napadenostjo, vsebujejo več kampesterola (2,18 %) in manj stigmasterola (1,20 %), medtem ko olja, predelana iz plodov s škodljivo napadenostjo vsebujejo več stigmasterola (2,99 %) in manj kampesterola (2,25 %).

Pri preučevanju maščobnokislinske sestave smo ugotovili, da za vzorce, predelane iz plodov z akativno napadenostjo je v primerjavi z vzorci, predelanimi iz plodov s škodljivo napadenostjo, značilna večja vsebnost oleinske (75,15 ut. % v primerjavi z 73,89 ut. %; $p = 0,013$), manjša vsebnost linolne (6,48 ut. % v primerjavi z 7,27 ut. %; $p = 0,019$) in linolenske (0,61 ut. % v primerjavi z 0,74 ut. %; $p < 0,001$) kisline.

V preskušanih vzorcih letnika 2020 smo določili kislost in ugotovili statistično značilne razlike ($p < 0,001$) med vzorci dobre in slabe kakovosti. Povprečna kislost v vzorcih dobre kakovosti je bila 0,16 ut. %, medtem ko je bila povprečna kislost vzorcev slabe kakovosti 0,33 ut. %. V vzorcih smo določili tudi vsebnost in sestavo biofenolov, hlapnih spojin, sterolno in maščobnokislinsko sestavo ter jih senzorično ocenili.

V preglednici 1 so podani rezultati vsebnosti in sestave biofenolov vzorcev letnika 2020. Iz rezultatov je razvidno, da olja dobre kakovosti vsebujejo v primerjavi z olji slabe kakovosti več biofenolnih spojin, podobne razlike smo dokazali pri proučevanju vpliva aktivne in škodljive napadenosti v vzorcih letnika 2014.

Analiza hlapnih spojin je pokazala, da se olja letnika 2020 statistično značilno razlikujejo v vsebnosti etanola, heksanala, 3-metil-1-butanola, (E)-2-heksenala, (Z)-3-heksenil acetata, (E)-2-heptenala, nonanala, (E,E)-2,4-heksadienala in pentanojske kisline. Rezultati analiz hlapnih spojin so podani v preglednici 2. Olja slabe kakovosti vsebujejo več etanola, kar je posledica fermentacijskih postopkov plodov slabe kakovosti in se odraža tudi v prisotnosti senzorične napake pregreto. Vzorci olja slabe kakovosti imajo poleg etanola večjo vsebnost (E)-2-heksenala, nonanala, 3-metil-1-butanola, (E)-2-heptenala in pentanojske kisline. V primerjavi z olji dobre kakovosti pa imajo olja slabe kakovosti najššo vsebnost (Z)-3-heksenil acetata in (E,E)-2,4-heksadienala. Kljub temu, da zaradi velikega odklona med vzorci s statistično analizo nismo ugotovili značilnih razlik, pa smo v vzorcih slabe kakovosti zasledili povečano vsebnost očetne kisline in (E)-2-decenala. Poudariti je potrebno, da je v oljih dobre kakovosti vsebnost obeh obravnavanih spojin znatno manjša v primerjavi z olji slabe kakovosti.

Rezultati senzorične analize vzorcev in statistične obdelave podatkov letnika 2020 so pokazali, da so v vzorcih slabe kakovosti prisotne napake pregreto/morklja, ki je posledica fermentacije plodov pred predelavo (pregreto) ali olja v stiku z usedlino

(morklja), plesnivo, kar kaže na razvoj plesni zaradi poškodovanosti plodov in/ali neprimerne shranjevanja plodov pred predelavo, žarko zaradi oksidacije olja in črvido, ki je posledica napada oljčne muhe in razvoja ličink v plodovih. Povprečne intenzivnosti posameznih deskriptorjev in senzorična ocena so prikazane v preglednici 3.

Preglednica 1: Vsebnost in sestava biofenolov v vzorcih olja dobre in slabe kakovosti letnika 2020.

| Biofenol | Enota | Dobra kakovost | Slaba kakovost | p-vrednost |
|---------------------------------------------------------|-------|----------------------------|---------------------------|------------|
| TyrOH | mg/kg | 3,2 ± 1,5 ^a | 5,4 ± 4,4 ^b | 0,015 |
| Tyr | mg/kg | 5,9 ± 3,7 ^a | 5,6 ± 4,9 ^a | 0,809 |
| Vanilinska + kavna kislina | mg/kg | 2,4 ± 1,6 ^a | 0,5 ± 0,5 ^b | < 0,001 |
| Vanilin | mg/kg | 4,4 ± 1,6 ^a | 2,8 ± 1,1 ^b | < 0,001 |
| p-kumarna kislina | mg/kg | 2,8 ± 2,1 ^a | 1,3 ± 0,8 ^b | 0,001 |
| Ferulna kislina | mg/kg | 1,1 ± 0,8 ^a | 0,4 ± 0,4 ^b | < 0,001 |
| Oleacein (vsota DMO-Agl-dA in (DMO-Agl-dA)ox) | mg/kg | 175,6 ± 71,1 ^a | 94,1 ± 51,9 ^b | < 0,001 |
| Oleokantal (vsota DML-Agl-dA in (DML-Agl-dA)ox) | mg/kg | 118,5 ± 44,6 ^a | 84,2 ± 29,9 ^b | 0,001 |
| O-Agl-dA | mg/kg | 53,9 ± 37,9 ^a | 7,8 ± 9,6 ^b | < 0,001 |
| L-Agl-dA | mg/kg | 48,5 ± 33,5 ^a | 13,6 ± 13,9 ^b | < 0,001 |
| O-Agl-A | mg/kg | 44,4 ± 31,4 ^a | 19,2 ± 11,0 ^b | < 0,001 |
| L-Agl-A | mg/kg | 4,5 ± 4,7 ^a | 23,3 ± 15,7 ^b | < 0,001 |
| Lignana (vsota pinorezinola in 1-acetoksi-pinorezinola) | mg/kg | 44,9 ± 28,3 ^a | 25,1 ± 16,2 ^b | 0,003 |
| Skupni OLE BP | mg/kg | 341,3 ± 148,4 ^a | 173,9 ± 89,6 ^b | < 0,001 |
| Skupni LIG BP | mg/kg | 239,4 ± 89,0 ^a | 182,7 ± 59,3 ^b | 0,008 |
| Skupni BP | mg/kg | 638 ± 236 ^a | 388 ± 119 ^b | < 0,001 |

Okrajšave: TyrOH: hidroksitirozol; Tyr: tirozol; DMO-Agl-dA: dialdehidna oblika dekarboksimetil oleuropein aglikona; (DMO-Agl-dA)ox: oksidirana dialdehidna oblika dekarboksimetil oleuropein aglikona; DML-Agl-dA: dialdehidna oblika dekarboksimetil ligstrozid aglikona; (DML-Agl-dA)ox: oksidirana dialdehidna oblika dekarboksimetil ligstrozid aglikona; O-Agl-dA: dialdehidna oblika oleuropein aglikona; L-Agl-dA: dialdehidna oblika ligstrozid aglikona; O-Agl-A: aldehidna oblika oleuropein aglikona; L-Agl-A: aldehidna oblika ligstrozid aglikona; skupni OLE BP: skupni biofenoli oleuropeinskega izvora; skupni LIG BP: skupni biofenoli ligstrozidnega izvora. Rezultati so podani kot povprečje ± standardni odklon (n = 56); ^{a,b}: vrednosti v posamezni vrstici, označene z različnim nadpisanim indeksom, se statistično značilno razlikujejo (*t*-test, *p* < 0,05).

Senzorične napake so bile ugotovljene le v oljih slabe kakovosti, olja dobre kakovosti so bila brez senzoričnih napak. V vsakem vzorcu slabe kakovosti je bila prisotna najmanj ena senzorična napaka, različne napake pa so bile prisotne v različnih vzorcih, kar je razvidno iz standardnega odklona posamezne senzorične napake. V oljih dobre kakovosti smo v primerjavi z olji slabe kakovosti ugotovili večje povprečne

intenzivnosti osnovnih pozitivnih senzoričnih deskriptorjev sadežno, grenko in pikantno, kar je bilo tudi potrjeno s statistično analizo podatkov. Olja dobre in slabe kakovosti se statistično značilno razlikujejo tudi v intenzivnosti dodatnih pozitivnih deskriptorjev po travi, po oljčnem listu, po artičoki, po začimbah in po mandlju. Intenzivnosti dodatnih deskriptorjev so bile večje v vzorih brez senzoričnih napak. V oljih slabe kakovosti so bile intenzivnosti pozitivnih značilnosti manj izražene. V primeru drugih deskriptorjev, navedenih v preglednici 3, pa ni bilo statistično značilnih razlik med vzorci dobre in slabe kakovosti. Povprečna ocena vzorcev dobre kakovosti je bila 7,9, vzorcev slabe kakovosti pa 6,3. Olja dobre kakovosti so se uvrstila v kategorijo ekstra deviško oljčno olje, olja s senzoričnimi napakami pa v kategorijo deviško oljčno olje. Mejne vrednosti za sadežnost in napake so za posamezno kategorijo olja navedene v zadnji veljavni izdaji Uredbe Komisije (EGS) št. 2568/91 iz leta 2019 (Izvedbena uredba Komisije (EU) 2019/1604).

Preglednica 2: Vsebnost in sestava hlapnih spojin v vzorcih olja dobre in slabe kakovosti letnika 2020.

| Hlapna spojina | Enota | Dobra kakovost | Slaba kakovost | p-vrednost |
|-----------------------|-------|----------------------------|----------------------------|------------|
| Oktan | mg/kg | 0,05 ± 0,01 ^a | 0,06 ± 0,03 ^a | 0,517 |
| Etil acetat | mg/kg | 0,11 ± 0,10 ^a | 0,06 ± 0,07 ^a | 0,134 |
| Etanol | mg/kg | 1,01 ± 0,61 ^a | 4,46 ± 4,33 ^b | < 0,001 |
| Etil propanoat | mg/kg | 0,01 ± 0,01 ^a | 0,01 ± 0,01 ^a | 0,320 |
| Heksanal | mg/kg | 2,16 ± 0,68 ^a | 3,28 ± 0,64 ^b | < 0,001 |
| 3-metil-1-butanol | mg/kg | 0,04 ± 0,02 ^a | 0,21 ± 0,19 ^b | < 0,001 |
| (E)-2-heksenal | mg/kg | 37,72 ± 13,05 ^a | 77,27 ± 21,98 ^b | < 0,001 |
| 6-metil-5-heptan-2-on | mg/kg | 0,07 ± 0,07 ^a | 0,04 ± 0,03 ^a | 0,333 |
| (Z)-3-heksenil acetat | mg/kg | 1,69 ± 1,22 ^a | 0,38 ± 0,32 ^b | 0,047 |
| (E)-2-heptenal | mg/kg | 0,09 ± 0,03 ^a | 1,14 ± 0,67 ^b | < 0,001 |
| 1-heksanol | mg/kg | 0,84 ± 0,23 ^a | 2,05 ± 1,67 ^a | 0,089 |
| 1-okten-3-ol | mg/kg | 0,02 ± 0,01 ^a | 0,01 ± 0,02 ^a | 0,259 |
| Nonanal | mg/kg | 1,93 ± 0,89 ^a | 6,57 ± 4,18 ^b | < 0,001 |
| (E,E)-2,4-heksadienal | mg/kg | 3,40 ± 1,29 ^a | 2,31 ± 1,02 ^b | 0,028 |
| Ocetna kislina | mg/kg | 0,26 ± 0,07 ^a | 1,19 ± 1,24 ^a | 0,079 |
| Propanojska kislina | mg/kg | 0,12 ± 0,03 ^a | 0,16 ± 0,08 ^a | 0,237 |
| (E)-2-decenal | mg/kg | 0,32 ± 0,19 ^a | 7,84 ± 10,89 ^a | 0,104 |
| Pentanojska kislina | mg/kg | 0,06 ± 0,01 ^a | 0,11 ± 0,05 ^b | 0,018 |

Rezultati so podani kot povprečje ± standardni odklon (n = 36); ^{a, b}: vrednosti v posamezni vrstici, označene z različnim nadpisanim indeksom, se statistično značilno razlikujejo (*t*-test, *p* < 0,05).

V vzorcih letnika 2020 smo preverili tudi vsebnost in sestavo sterolov in triterpenskimi dialkoholov. V vzorcih slabe kakovosti je bila le v enem primeru vsebnost stigmasterola večja od kampesterola, kar ni v skladu z mejnimi vrednostmi iz Uredbe Komisije (EGS) št. 2568/91, v dveh vzorcih pa se je vsebnost stigmasterola približala mejni vrednosti. Vsebnost triterpenskimi dialkoholov je bila presežena le v enem vzorcu, v drugem pa je dosegla mejno vrednost. Razlike v sterolni sestavi med vzorci dobre in slabe kakovosti letnika 2020 so manj izrazite v primerjavi z vzorci letnika 2014, kar pripisujemo temu, da je oljčna muha v letu 2014 povzročila večjo škodo in bolj poškodovala plodove kot v letu 2020. Pri preučevanju maščobnokislinske sestave vzorcev letnika 2020 nismo ugotovili statistično značilnih razlik med vzorci dobre in slabe kakovosti.

Preglednica 3: Senzorične značilnosti in ocena vzorcev olja dobre in slabe kakovosti letnika 2020.

| Senzorični deskriptor | Dobra kakovost | Slaba kakovost | p-vrednost |
|-----------------------|------------------------|------------------------|------------|
| Pregreto/morklja | 0,0 ± 0,0 ^a | 0,5 ± 0,8 ^b | 0,003 |
| Plesnivo | 0,0 ± 0,0 ^a | 0,3 ± 0,6 ^b | 0,027 |
| Žarko | 0,0 ± 0,0 ^a | 0,3 ± 0,7 ^b | 0,013 |
| Črvivo | 0,0 ± 0,0 ^a | 0,6 ± 0,7 ^b | < 0,001 |
| Sadežno | 4,8 ± 0,5 ^a | 2,9 ± 0,5 ^b | < 0,001 |
| Grenko | 4,1 ± 0,4 ^a | 2,7 ± 0,6 ^b | < 0,001 |
| Pikantno | 4,8 ± 0,4 ^a | 3,1 ± 0,7 ^b | < 0,001 |
| Po travi | 1,6 ± 0,6 ^a | 0,1 ± 0,2 ^b | 0,002 |
| Po oljčnem listu | 1,0 ± 0,4 ^a | 0,2 ± 0,3 ^b | < 0,001 |
| Po artičoki | 1,1 ± 0,4 ^a | 0,1 ± 0,3 ^b | < 0,001 |
| Po paradižniku | 0,3 ± 0,2 ^a | 0,1 ± 0,1 ^a | 0,063 |
| Po začimbah | 1,1 ± 0,5 ^a | 0,2 ± 0,2 ^b | 0,007 |
| Po listnati zelenjavi | 0,4 ± 0,2 ^a | 0,3 ± 0,3 ^a | 0,525 |
| Po jabolku | 0,2 ± 0,2 ^a | 0,0 ± 0,1 ^a | 0,064 |
| Po mandlju | 1,1 ± 0,4 ^a | 0,4 ± 0,4 ^b | < 0,001 |
| Po pinjoli | 0,1 ± 0,2 ^a | 0,1 ± 0,1 ^a | 1,000 |
| Po vaniliji | 0,8 ± 0,6 ^a | 0,6 ± 0,4 ^a | 0,559 |
| Po zrelem sadju | 0,0 ± 0,1 ^a | 0,1 ± 0,2 ^a | 0,063 |
| Po agrumih | 0,0 ± 0,0 ^a | 0,0 ± 0,1 ^a | 0,889 |
| Senzorična ocena | 7,9 ± 0,2 ^a | 6,3 ± 0,4 ^b | < 0,001 |

Intenzivnost senzoričnih značilnosti v razponu od 0 do 10; senzorična ocena na lestvici od 0 do 9. Rezultati so podani kot povprečje ± standardni odklon (n = 36); ^{a,b}: vrednosti v posamezni vrstici, označene z različnim nadpisanim indeksom, se statistično značilno razlikujejo (*t*-test, *p* < 0,05).

4 SKLEPI

Rezultati opravljene raziskave potrjujejo, da napad oljčne muhe vpliva na kakovost oljčnega olja v širšem pomenu in v primeru močnega napada na nekatere parametre pristnosti, predvsem sterole. V oljih, predelanih iz poškodovanih plodov, smo ugotovili povečano kislost, zmanjšano vsebnost skupnih biofenolov in spremembo biofenolne sestave. Posledice močnega napada oljčne muhe, kot je bilo leta 2014, so razvidne tudi v spremembi maščobnokislinske in sterolne sestave ter povečani vsebnosti triterpenskih dialkoholov. Slaba kakovost olj se odraža tudi na spremembi hlapnih spojin, nastanku senzoričnih napak in zmanjšanju intenzivnosti pozitivnih značilnosti olja. Poleg tega, da so zaradi napada oljčne muhe olja slabe kakovosti, se postavlja tudi vprašanje tržne vrednosti olj glede na zakonodajne zahteve, saj se v nekaterih primerih porušijo razmerja med posameznimi parametri pristnosti in taka olja ni dovoljeno tržiti. Izpostavljamo pomembnost celovitega pristopa za uspešno pridelavo in predelavo ekstra deviškega oljčnega olja, predvsem pomembnost preventivnega delovanja in spremljanja dinamike oljčne muhe ter monitoring predelanega oljčnega olja.

5 ZAHVALA

Avtorji se zahvaljujejo Saši Volk, Katji Fičur, Gašperju Kozloviču, Teji Hladnik, Eriki Bešter in članom panela za senzorično ocenjevanje Laboratorija Inštituta za oljkarstvo za pomoč pri izvedbi laboratorijskih analiz. Raziskava je financirana v okviru javnih služb v oljkarstvu.

6 LITERATURA

- Abu-Alruz, K., Afaneh, I.A., Quasem, J.M., Hmidat, M.A., Abbady, J., Mazahreh, A.S. 2011. Factors Affecting Δ -7-Stigmastenol in Palestinian Olive Oil. *J. Appl. Sci.*, 11, 797–805.
- Al-Ameri, N.S., Karajeh, M.R., Qaraleh, S.Y. 2015. Molds associated with olive fruits infested with olive fruit fly (*Bactrocera oleae*) and their effects on oil quality. *Jordan J. Biol. Sci.*, 8, 217–220.
- Angerosa, F., Di Giacinto, L., Solinas, M. 1992. Influence of *Dacus oleae* infestation on flavor of oils, extracted from attacked olive fruits, by HPLC and HRGC analyses of volatile compounds. *Grasas Aceites*, 43, 134–142.
- Bendini, A., Cerretani, L., Cichelli, A., Lercker, G. 2008. Effect of *Bactrocera oleae* infestation on the aromatic profile of virgin olive oils. *Riv. Ital. Sostanze Grasse*, 85, 167–177.
- Casadei, E., Valli, E., Aparicio-Ruiz R., Ortiz-Romero, C., Garcia-Gonzalez, D.L., Vichi, S., Quintanilla-Casas, B., Tres, A., Bendini, A., Gallina Toschi, T. 2021. Peer inter-laboratory validation study of a harmonized SPME-GC-FID method for the analysis of selected volatile compounds in virgin olive oils. *Food Control*, 123, 107823
- COI/T.20/Doc. No 29/Rev. 1, 2017. Determination of Biophenols in Olive Oils by HPLC. International Olive Council, Madrid, Španija.
- Delrio, G., Lentini, A., Vacca, V., Serra, G. 1995. Effects of *Bactrocera oleae* (Gmel.) infestation on the production and quality of olive oil. *Riv. Ital. Sostanze Grasse*, 72, 5–9.
- Gucci, R., Caruso, G., Canale, A., Loni, A., Raspi, A., Urbani, S., Taticchi, A., Esposito, S., Servili, M. 2012. Qualitative changes of olive oils obtained from fruits damaged by *Bactrocera oleae* (Rossi). *HortScience*, 47, 301–306.
- Housheya, O.J., AbuEid, M., Zaid, O., Zaid, M., Hamad, O., Jeneedi, M.Y. 2014. The Influence of Peacock-eye Disease and Fruit-fly Infection on Olive Oil Δ 7 Stigmasterol in Northern West Bank. *Int. J. Ecosyst.*, 4, 184–189.
- Jančar, M., Vesel, V., Vrhovnik I. Pregled stanja in vzrokov za množičen pojav oljčne muhe (*Bactrocera oleae* rossi) v slovenski istri v letu 2014. V: Trdan, S (ur.). Zbornik predavanj in

- referatov 12. slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin z mednarodno udeležbo, Ptuj, 3.-4. marec 2015. Ljubljana: Društvo za varstvo rastlin Slovenije, 41-58.
- Klančar, U., Juretič, V. 2021. Pregled oljarske sezone 2020. https://www.kmetijskizavod-ng.si/novice/2021010520004739/pregled_oljarske_sezone_2020/ (25. 2. 2022).
- Koprivnjak, O., Dminić, I., Kosić, U., Majetić, V., Godena, S., Valenčič, V. 2010. Dynamics of oil quality parameters changes related to olive fruit fly attack. Eur. J. Lipid Sci. Technol., 112, 1033–1040.
- Malheiro, R., Casal, S., Baptista, P., Pereira, J.A. 2015. A review of *Bactrocera oleae* (Rossi) impact in olive products: From the tree to the table. Trends Food Sci. Technol., 44, 226–242.
- Pereira, J.A., Alves, M.R., Casal, S., Oliveira, M.B.P.P. 2004. Effect of olive fruit fly infestation on the quality of olive oil from cultivars Corbançosa, Madural and Verdeal Transmontana. Ital. J. Food Sci., 3, 355–366.
- Tamendjari, A., Angerosa, F., Mettouchi, S., Bellal, M.M. 2009a. The effect of fly attack (*Bactrocera oleae*) on the quality and phenolic content of Chemlal olive oil. Grasas Aceites, 60, 507–513.
- Tamendjari, A., Sahnoune, M., Mettouchi, S., Angerosa, F. 2009b. Effect of *Bactrocera oleae* infestation on the olive oil quality of three Algerian varieties: Chemlal, Azzeradj and Bouchouk. Riv. Ital. Sostanze Grasse, 86, 103–111.
- Torbati, M., Arzanlou, M., Azadmard-damirchi, S., Babai-ahari, A., Alijani, S. 2013 Effect of fungal species involved in the olive fruit rot on the qualitative properties of olive oil. Arch. Phytopathol. Plant Prot., 47, 292–297.
- Uredba Komisije (EGS) št. 2568/91, nazadnje spremenjena z Izvedbeno uredbo Komisije (EU) 2019/1604, Priloge II, X, XII, XIX. Urad za publikacije Evropske unije, Luksemburg, 2019.
- Valenčič, V., Butinar, B., Podgornik, M., Bučar-Miklavčič, M. 2021. The Effect of Olive Fruit Fly *Bactrocera oleae* (Rossi) Infestation on Certain Chemical Parameters of Produced Olive Oils. Molecules, 26, 1, 1-17.
- Yorulmaz, H.O., Konuskan, D.B. 2017. Antioxidant activity, sterol and fatty acid composition of Turkish olive oils as an indicator of variety and ripening degree. J. Food Sci. Technol., 54, 4067–4077.

PRVE IZKUŠNJE Z MNOŽIČNIM ULOVOM OLJČNE MUHE (*Bactrocera oleae* [Gmelin]) V SPODNJI VIPAVSKI DOLINI

Jan ŽEŽLINA¹, Julija DARIŽ², Marko DEVETAK³, Matjaž JANČAR⁴, Sara HOBLAJ⁵, Josip RAŽOV⁶

¹⁻⁵ KGZS, Kmetijsko gozdarski zavod Nova Gorica, Nova Gorica

⁶ Syngenta Agro d.o.o., Zagreb

IZVLEČEK

V oljčniku v spodnji Vipavski dolini smo v letu 2021 izvedli poskus omejevanja škode zaradi napada oljčne muhe s prehranskimi vabami za množičen ulov na podlagi lambda-cihalotrina – Karate Trap. Vabe so bile nameščene v aprilu, tedensko smo spremljali število ulovljenih muh po vabah ter ugotavljali razmerje med ulovljenimi samci in samicami. Vsak teden smo v oljčniku vzorčili plodove oljk in jih pregledali na poškodovanost zaradi napada oljčne muhe. Na koncu smo podatke statistično in grafično analizirali. Med številom ulovljenih samcev in samic ni bilo statistično značilnih razlik. Od postavitve vab pa do avgusta so bili ulovi nizki. Večji ulov muh smo zaznali konec avgusta, v začetku oktobra pa se je ulov muh zmanjšal. Potrebno je poudariti, da je na količino pridelka v letu 2021 vplivala zlasti spomladanska pozeba. Poleg tega je bil pojav oljčne muhe zaradi visokih poletnih temperatur manjši kot v prejšnjih letih. Zaradi navedenega ni bilo mogoče statistično ovrednotiti, kako je na zmanjšanje poškodovanosti plodov vplival množični ulov oljčne muhe. Da bi lahko bolje ovrednotili učinkovitost množičnega ulova pri zatiranju oljčne muhe, bo potrebno v naslednjih letih opraviti dodatne poskuse s pripravkom Karate Trap.

Ključne besede: oljčna muha, *Bactrocera oleae*, načrtno spremljanje, množični ulov, Slovenija

ABSTRACT

FIRST EXPERIENCE OF OLIVE FLY (*Bactrocera oleae* [Gmelin]) MASS TRAPPING IN LOWER VIPAVA VALLEY

In the year 2021 we have conducted a mass trapping trial with Karate mass traps in an olive orchard in lower Vipava valley. Karate trap is shaped as a plastic cup which contains food bait lure, while the lid is covered inside with lambda-cyhalothrin gel

¹ mag., inž., hort., Pri hrastu 18, SI-5000 Nova Gorica, e-pošta: jan.zezlina@go.kgzs.si

² mag. Inž. hort., prav tam

³ dr., prav tam

⁴ univ. dipl. inž. agr., prav tam

⁵ mag. inž. hort., prav tam

⁶ Radnička cesta 180, HR 10000 Zagreb

solution. The trap attracts both male and female olive flies. When the pests enter the trap, they come into contact with insecticidal solution and fall to bottom of the cup. In April we set up the traps. Each week, we counted the captured flies and determined the ratio between males and females. In the olive orchard we have monitored olive fruits every week in order to check the damage rate. At the end of November, we graphically and statistically analysed the trial data. There was no statistically significant difference between males and females caught. Since we set up traps till August we noticed small number of captured flies. At the end of August the amount of captured flies has significantly raised and remained high till start of October. However, the yield in the year 2021 was seriously affected by the spring frost. Additionally, the population of the olive fly was lower due to high summer temperatures. Because of the mentioned, it was not possible to statistically evaluate how the mass trapping of olive flies affected the damage of olives. For better evaluation and understanding the efficacy of mass trapping with the product Karate Trap further trials should be performed.

Key words: olive fruit fly, *Bactrocera oleae*, monitoring, mass trapping, Slovenia

1 UVOD

Oljčna muha predstavlja najpomembnejšega škodljivca, ki ovira pridelavo oljk v Sloveniji. Samice odlagajo jajčeca v plodove oljk, ki se nato razvijajo v žerke. Žerke z prehranjevanjem poškodujejo plodove, kar vpliva na količino pridelka in zmanjšano kakovost oljčnega olja. Če so vremenske razmere ugodne za razvoj populacije oljčne muhe, lahko le ta povzroči tudi do 90 % poškodovanost plodov. Oljčni muhi ustrezajo razmere z bolj vlažnimi poletji, škodo pa povzročijo tudi v sušnem obdobju, čeprav v manjšem obsegu. Optimalne temperature za razvoj škodljivca so med 20 in 30 °C (Pontikakos in sod., 2012).

Glavna metoda za zatiranje oljčne muhe je še vedno uporaba insekticidov. Zmanjšanje nabora le teh je eden izmed glavnih razlogov za razvoj in uporabo alternativnih metod varstva. Med alternativne metode zatiranja oljčne muha spada množični ulov, metoda privabi in ubij (attract and kill method), odvrčala... Da pridelovalcem omogočimo optimalno zatiranje škodljivca, je bistvenega pomena tudi monitoring. Za namen monitoringa poznamo različne vabe, kot so rumene lepljive plošče, feromonske vabe ter feromonsko prehranske vabe (Pontikakos in sod., 2012). Množični ulov je metoda zatiranja škodljivcev s postavitvijo večje količine feromonskih ali prehranskih vab na določenem območju, kar nam omogoča, da v vabe ujamemo večje število osebkov škodljivca. S tem zmanjšamo pritisk škodljivca na pridelke, posledično pa zmanjšamo potrebo po klasičnem varstvu rastlin pred škodljivci. S feromonskimi vabami navadno želimo ujeti čim več samcev, ter tako zmanjšati potencialno razmnoževanje. Širšo rabo metode ovirajo težave, med katere sodijo nezanimanje samic za uporabljeni feromon, pomanjkanje dovolj učinkovitih vab, visoke populacije škodljivca ter potreba po visoki gostoti postavljenih vab, ki zvišuje ceno metode končnega uporabnika (Howse in sod., 1998).

2 MATERIALI IN METODE

2.1 Vabe in aplikacija

V poskusu smo uporabili vabo za množični ulov Karate trap, proizvajalca Syngenta. Vaba Karate trap je vaba v obliki stožčastega plastičnega lončka toplo rumene barve s prozornim okroglim pokrovom. Vaba je sestavljena iz obešala, pokrova in lončka. Notranjost pokrova je premazana z insekticidom na podlagi lambda-cihalotrina, v lončku pa se nahaja prehranska vaba. Vaba privablja tako samce kot samice. Oljčna muha pri vstopu v vabo pride v stik z insekticidom ter obleži na dnu lončka.

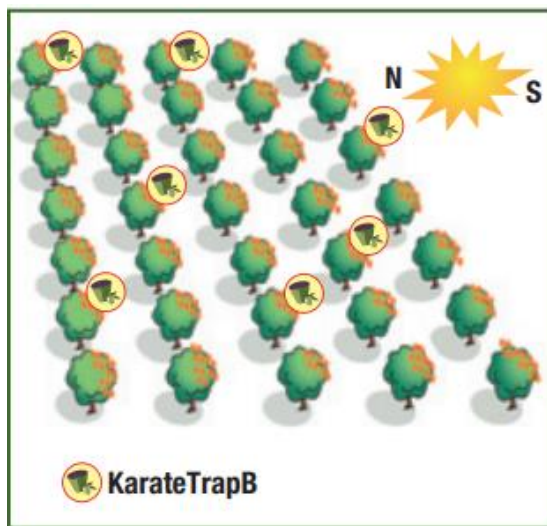
2.2 Lokacija

Poskus je bil izveden v oljčniku pri Kromberku. Oljčnik je velik 2,01 ha, nahaja se na povprečni nadmorski višini 171 m z 20 % povprečnim naklonom. V oljčniku se nahaja več različnih sort, vendar prevladujejo sorte 'Leccino', 'Istrska Belica' in 'Frantoio'.

2.3 Postavitev poskusa

31.3.2021 smo v oljčniku postavili 30 vab Karate trap, in sicer v spodnjem delu oljčnika.

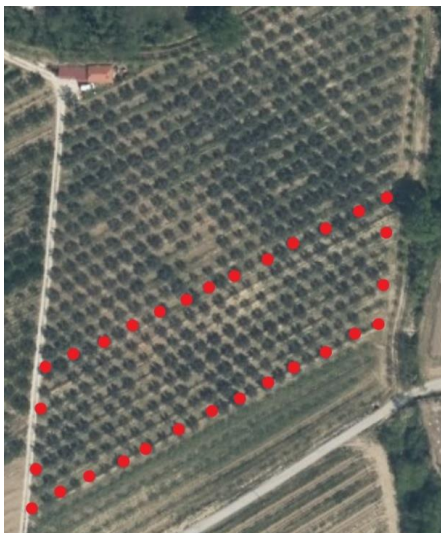
168



Slika 1: Shema postavitve vab Karate trap po priporočilu proizvajalca (vir: Syngenta).

Vabe smo postavili na 10.000 m² po priporočilih proizvajalca. Vabe smo obesili na višino od 1,5 do 2 m, vedno na južno stran drevesa, in kolikor mogoče enakomerno po celnem oljčniku, prilagojeno razmeram na terenu. Pri postavitvi smo morali paziti na pozicijo vabe v drevesni krošnji, saj lahko z ustrezno postavitvijo zmanjšamo vplive

okolja na samo strukturo vabe. Vabe lahko z zmanjšanim učinkom uporabljamo tudi naslednje leto po postavitvi.



Slika 2: Postavitev vab Karate trap v oljčniku Kromberk.

169

Ulov oljčne muhe na vabe Karate trap smo primerjali z ulovom na vabe Dacotrap in Flypack. Dacotrap je vaba v obliki bele lepljive strešice, lepilo je nanoseno na spodnji del vabe, feromon pa privablja samo odrasle samce. Flypack je vaba v obliki rumenega lončka, njena uporaba je zelo podobna kot pri vabi Karate trap. Vsebuje tako feromonsko kot prehransko vabo, od vabe Karate trap pa se razlikuje tudi v tem, da vsebuje insekticid deltametrin.

Ulov oljčne muhe smo spremljali tedensko, v vabah po potrebi zamenjali feromone (vaba Dacotrap). Oljčnim muham, ki so se ujele v vabo Karate trap, smo določili spol, da bi omogočili primerjavo ulova med spoloma.

Od 13.7.2021 do 25.10.2021 smo tedensko pobrali 100 plodov, ki smo jih v laboratoriju pregledali. Določili smo delež aktivne poškodovanosti plodov in določili količino jajčec, žerk in bub v plodovih ter razvojne stopnje žerk.

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

V letu 2021 smo v okviru poskusa z množičnim ulovom na vabe Karate trap 27 tednov spremljali pojav oljčne muhe v oljčniku v Kromberku.

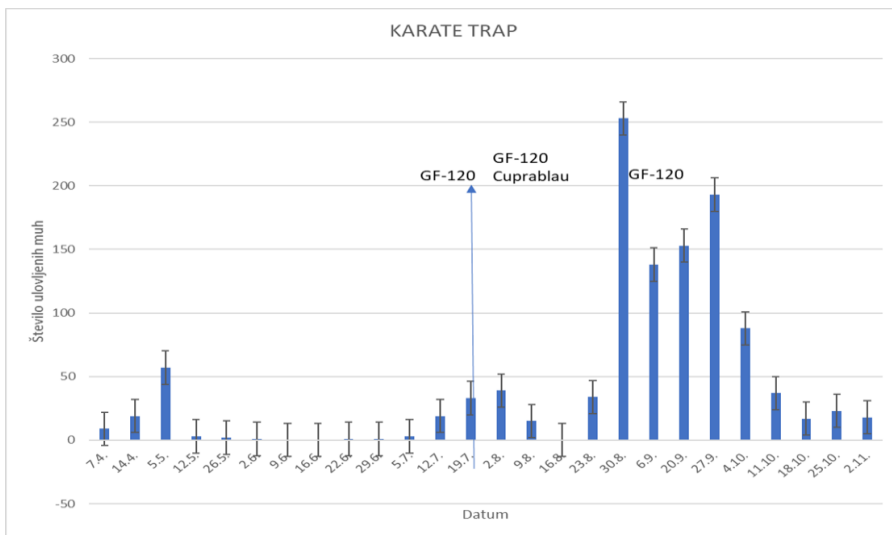
Oljčna muha se je v vabe začela loviti že takoj po postavitvi vab; prve muhe smo v vabah zasledili že 7. aprila. Ulovi so se nadaljevali skozi vso rastno dobo, z izjemo 2 tednov v juniju in 1 tedna v avgustu. Avgustovski izpad ulova lahko sicer pripišemo rednemu tretiranju s sredstvom GF-120, ki je bilo izvedeno 6.8.2021. Izvedbo poskusa je v letu 2021 ovirala spomladanska pozeba, ki je med 6.4. in 8.4.2021 povzročila veliko škode v trajnih nasadih po celotnem Primorskem.

Preglednica 1: Podatki o ulovu oljčne muhe v letu 2021, lokacija Kromberk, vabe Karate trap, Flypack, Dacotrap.

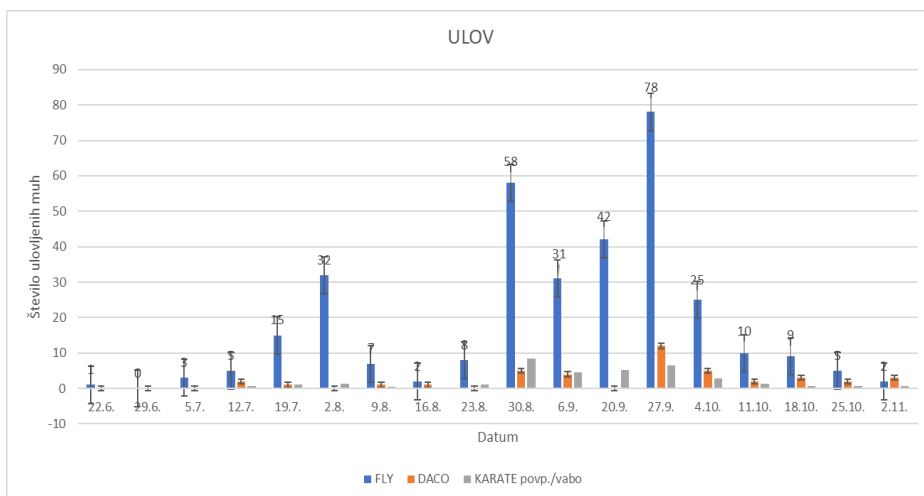
| DATUM | KARATE | FLYPACK | DACOTRAP | KARATETRAP povp./vabo |
|--------|--------|---------|----------|--------------------------|
| 7.4. | 9 | 0 | | 0,3 |
| 14.4. | 19 | 8 | | 0,633 |
| 5.5. | 57 | 14 | | 1,9 |
| 12.5. | 3 | 3 | | 0,1 |
| 26.5. | 2 | 0 | | 0,066 |
| 2.6. | 1 | 0 | | 0,033 |
| 9.6. | 0 | 0 | | 0 |
| 16.6. | 0 | 2 | | 0 |
| 22.6. | 1 | 1 | 0 | 0,033 |
| 29.6. | 1 | 0 | 0 | 0,033 |
| 5.7. | 3 | 3 | 0 | 0,1 |
| 12.7. | 19 | 5 | 2 | 0,63 |
| 19.7. | 33 | 15 | 1 | 1,1 |
| 2.8. | 39 | 32 | 0 | 1,3 |
| 9.8. | 15 | 7 | 1 | 0,5 |
| 16.8. | 0 | 2 | 1 | 0 |
| 23.8. | 34 | 8 | 0 | 1,13 |
| 30.8. | 253 | 58 | 5 | 8,43 |
| 6.9. | 138 | 31 | 4 | 4,6 |
| 20.9. | 153 | 42 | 0 | 5,1 |
| 27.9. | 193 | 78 | 12 | 6,43 |
| 4.10. | 88 | 25 | 5 | 2,93 |
| 11.10. | 37 | 10 | 2 | 1,23 |
| 18.10. | 17 | 9 | 3 | 0,56 |
| 25.10. | 23 | 5 | 2 | 0,76 |
| 2.11. | 18 | 2 | 3 | 0,6 |

Zaradi spomladanske pozebe, ki je poškodovala brste sadnega drevja in oljk, je bilo v oljčniku manj plodov, kar je zmanjšalo potencial napada oljčne muhe, zaradi visokih poletnih temperatur, ki so se gibale prek 35 °C, pa tudi vmesni rodovi oljčne muhe niso letali, kot bi lahko v optimalnih razmerah. Posledično je bil tudi ulov oljčne muhe do zadnjega tedna v avgustu majhen, klasično tretiranje pa potrebno samo po manjšem povečanju ulova v začetku avgusta. V zadnjem tednu avgusta je prišlo do

manjše ohladitve, ki je skupaj z padavinami povzročila porast aktivnost oljčne muhe. Vrh ulova smo dosegli 30.8.2021, ko se je v enem tednu v vabe ulovilo 253 muh, trend pa se je nadaljeval tudi v septembru, z ulovi, ki so presežali 100 ulovljenih muh na teden.



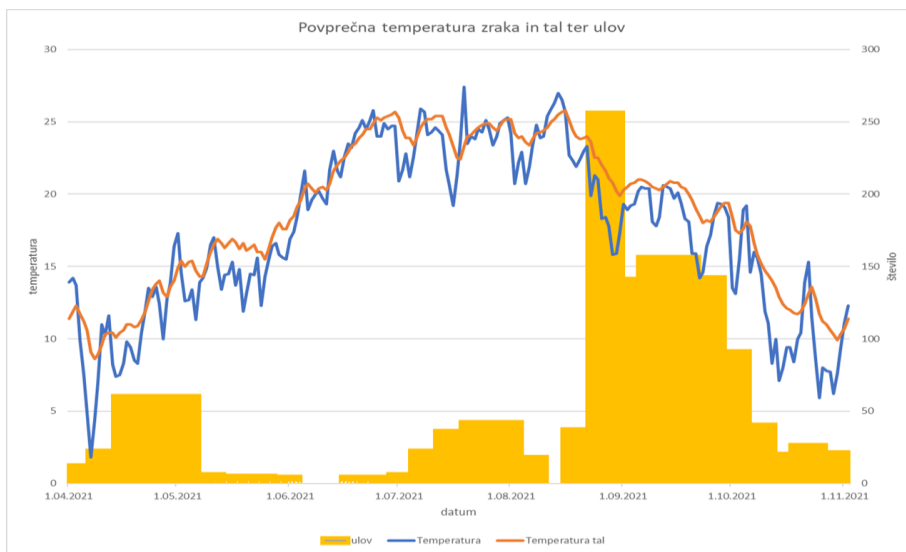
Slika 3: Ulov oljčne muhe na vabo Karate trap v obdobju od 7.4.2021 do 2.11.2021, z označenimi tretiranjmi z klasičnimi FFS.



Slika 4: Primerjava ulova oljčne muhe v letu 2021 na treh različnih vabah: Karatetrap, Flypack in Dacotrap.

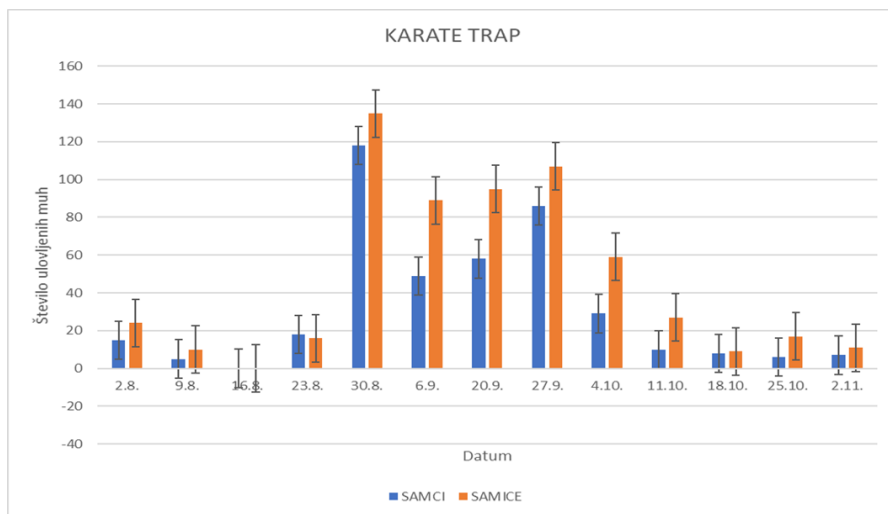
Ulov oljčne muhe se je po 4.10.2021 začel umirjati, nadaljeval pa se je vse do obiranja, ki je potekalo v drugem tednu novembra 2021. V rastni dobi 2021 je bilo v nasadu trikrat izvedeno klasično tretiranje s FFS, in sicer s sredstvom GF-120, ki deluje kot zastrupljena prehranska vaba. Sredstvo smo nanесли na južno stran krošnje oljke, pri tem pa smo pazili, da sredstva po pomoti ne bi nanесли na že postavljene vabe.

Če podatkom o ulovu izračunamo povprečje (število ulovljenih muh/vabo), in podatke primerjamo s kontrolnimi vabami, pridemo do zanimivih ugotovitev. Povprečni ulov muhe na vabo Karate trap je bil skozi vso rastno dobo manjši kot ulov na primerjalno vabo Flypack, z izjemo v tednih 7.4., 26.5., 2.6., in 29.6.. Če ga primerjamo s primerjalo vabo Dacotrap, smo v istem obdobju (22.6.-2.11.2021) skupno ujeli 35,5 muh na vabo (Karate trap), oziroma 41 muh na vabo (Dacotrap). V obdobju, ko je ulov na vabo Dacotrap presegal 3 muhe/vabo/teden, kar velja za prag škodljivosti za oljčno muho, je tudi Karate trap dosegal primerljive rezultate.



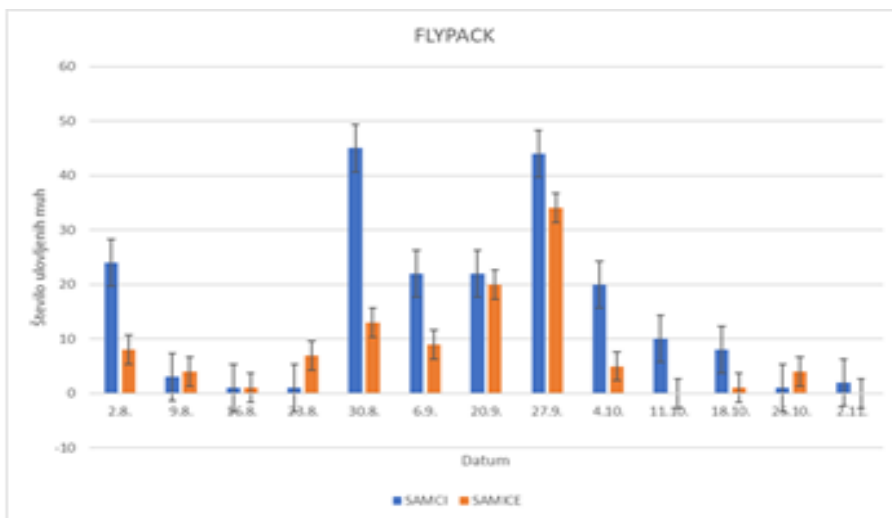
Slika 5: Ulov oljčne muhe na vabo Karate trap v povezavi s povprečno temperaturo zraka in povprečno temperaturo tal.

Vrhunec sezone konec avgusta in v septembru sovpada z zmanjšanjem visokih poletnih temperatur. Visoke temperature poleti oljčni muhi ne ustrezajo, let le te se je upočasnili vse do konca avgusta, ko smo dočakali prve padavine. Za sam razvoj oljčne muhe je zelo pomembna tudi temperatura tal. Povprečna temperatura tal se je od konca junija pa vse do srede avgusta gibala okrog 25 °C, ohladitev tal v zadnji dekadi avgusta pa je povzročila skokovit porast pojava oljčne muhe.



Slika 6: Ulov in časovna dinamika oljčne muhe razdeljena po spolu, ulovljene na vabo Karate trap v letu 2021.

173



Slika 7: Ulov in časovna dinamika oljčne muhe razdeljene po spolu, ulovljene na vabo Flypack v letu 2021.

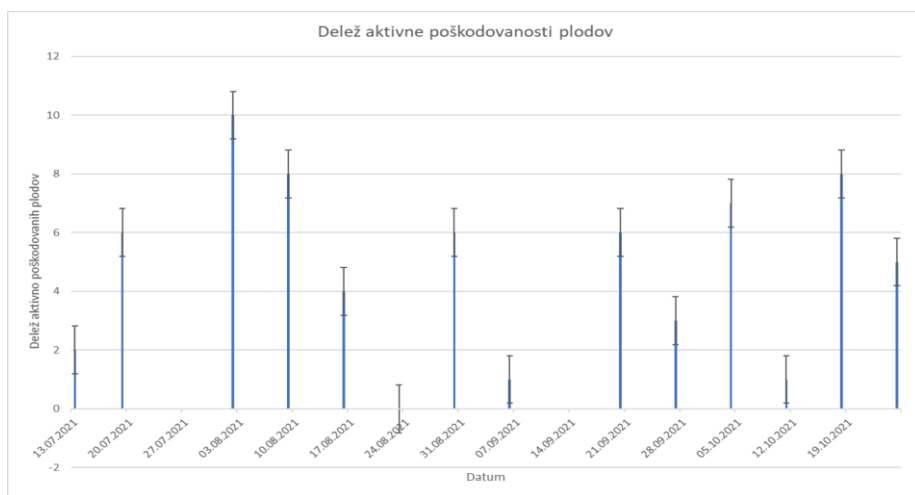
Preglednica 2: Povprečni ulov samcev in samic oljčne muhe, ulovljene na vabo Karate trap v letu 2021.

| Spol | Povprečje | |
|--------|---------------|---|
| Samci | 31,46 ± 10,09 | a |
| samice | 46,08 ± 12,57 | a |

Muham, ulovljenim v vabe, smo v laboratoriju določili spol. V povprečju se je na teden v vabe Karatetráp ujelo 31,46 samcev in 46,8 samic. V kolikor bi lahko na prvi pogled trdili, da je število ulovljenih samic precej večje kot samcev, med povprečjema ni statistično značilnih razlik.

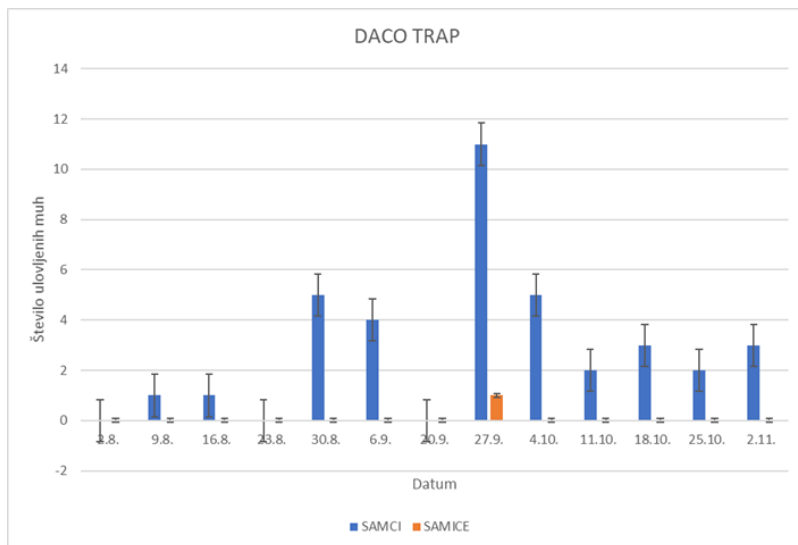
Za razliko od vabe Karate trap, kjer se je na vabe ujelo več samic kot samcev, se je na vabo Flypack ujelo več samcev kot samic. Več samic kot samcev je bilo ugotovljenih samo 9.8.2021, 23.8.2021 in 25.10.2021. Celotno obdobje vrhunca sezone (zadnji teden avgusta do začetka oktobra) je prevladovalo število ulovljenih samcev.

Spolna sestava ulova na feromonsko vabo Dacotrap je bila skoraj izključno moška, z izjemo ene samice, ki je najverjetneje zatavala vanjo. Tak rezultat je pričakovan, saj vaba nima prehranske komponente, ki bi privlačjala tudi samice.



Slika 8: Ulov in časovna dinamika oljčne muhe razdeljene po spolu, ulovljene na vabo Dacotrap v letu 2021.

V nasadu smo od 13.7.2021 tedensko pobrali 100 plodov in jih pregledali v laboratoriju. Delež aktivne poškodovanosti plodov je znašal od 0 do 10 %, s povprečjem 4,91 %. Mejnik za priporočeno kurativno ukrepanje s klasičnimi insekticidi je 10 % aktivna poškodovanost. Aktivna poškodovanost se je po tretiranju s sredstvom GF-120 zmanjšala ali celo spustila na nič. Stopnja aktivne poškodovanosti plodov v poskusu je bila zadovoljiva, saj lahko oljčna muha pri določenih sortah povzroči do 20 % zmanjšano maso ploda, napadeni plodovi pa lahko odpadejo.



Slika 9: Delež aktivne poškodovanosti plodov v oljčniku v Kromberku, 2021.

4 SKLEPI

Poskus z množičnim ulovom oljčne muhe z vabo Karate trap lahko označimo kot uspešnega, saj podatki nakazujejo pozitivne rezultate.

Metoda množičnega ulova postaja v Sloveniji vedno bolj priljubljena, saj zmanjševanje nabora fitofarmaceutskih sredstev ter vesplošna druginja, ki je prizadela svetovni trg pridelovalce silita v iskanje alternativnih rešitev. Z izvedbo poskusa smo pripomogli k temu, da bodo pridelovalci lažje in bolj pogosto odločali za uporabo alternativnih metod zatiranja, med katere spada tudi množični ulov.

V vabe Karate trap se je ujelo več samic kot samec oljčne muhe, za razliko od obeh primerjalnih vab, pri katerih je prevladovala moška populacija. To lahko pripišemo pomankanju feromonske komponente v vabi Karate trap.

Poskus je pokazal, da je množični ulov dobra suplementarna metoda, ki se izvaja sočasno s klasičnim varstvom, saj sama po sebi ni dovolj učinkovita. V kombinaciji s klasičnim varstvom pa nudi dobro varstvo pred oljčno muho, predvsem v začetnih stadijih.

Izvedbo poskusa je v letu 2021 oteževala spomladanska pozeba, ki je vplivala na poznejši pojav muhe, prav tako so imele vpliv na bionomijo škodljivca tudi zelo visoke poletne temperature. Zaradi teh je bil let muhe v poletnih mesecih zmanjšan, saj visoka temperatura vpliva na optimalni razvoj oljčne muhe, še posebno na razvoj ličink prvega razvojne stopnje.

5 ZAHVALA

Avtorji se zahvaljujemo vsem, ki so pomagali pri izvedbi poskusa z načrtovanjem, pregledovanjem vab in plodov in statistično analizo.

6 LITERATURA

- Bjeliš, M. 2009. Control of olive fruit fly - *Bactrocera oleae* Rossi (Diptera, Tephritidae) by mass trapping and bait sprays methods in Dalmatia.
- Broumas, T., Haniotakis, G., Liaropoulos, C., Tomazou, T., Ragoussis, N. 2002. The efficacy of an improved form of the mass-trapping method, for the control of the olive fruit fly, *Bactrocera oleae* (Gmelin) (Dipt., Tephritidae): pilot-scale feasibility studies. Journal of Applied Entomology, 126: 217-223.
- Folleto Karate trap B
<https://www.syngenta.es/sites/g/files/kgtney1561/files/media/document/2022/11/17/folleto-karate-trap-b.pdf>
- Howse, P.E., Stevens, I.D.R., Jones, O.T. 1998. Mass trapping. In: Insect Pheromones and their Use in Pest Management. Springer, Dordrecht. 280-299
- Pontikakos, C., Tsiligiridis, T., Yialouris, C., Kontodimas, D. 2012. Pest management control of olive fruit fly (*Bactrocera oleae*) based on a location-aware agro-environmental system. Computers and Electronics in Agriculture, 87: 39-50.

GLOBALNO SEGREVANJE IN RAZVOJ OLJČNE MUHE (*Bactrocera oleae* [Gmelin])

Maja PODGORNIK¹, Milena BUČAR MIKLAVČIČ², VASILIJ VALENČIČ³,
Bojan BUTINAR⁴, Jakob FANTINIČ⁵

¹⁻⁵ Inštitut za oljkarstvo, Znanstveno-raziskovalno središče Koper, Koper

IZVLEČEK

Na podlagi projekcije podnebnih sprememb se bodo tveganja v pridelavi oljk in oljčnega olja povečala, kar bo lahko ogrozilo ekonomsko stabilnost oljkarstva. V Sloveniji zadnja desetletja meritve že kažejo znaten trend dvigovanja temperatur zraka, ki v poletnih mesecih vse pogosteje dosega tudi temperaturne rekorde. Temperaturna zraka je v veliki meri tudi glavno gonilo bionomije in razvojnega kroga oljčne muhe (*Bactrocera oleae* [Gmelin]). Oljčna muha je ektotermna vrsta, znana tudi kot poikilotermni ali hladnokrvni organizem, katerega telesna temperatura je močno odvisna od temperature okolja. Zaradi višanja temperatur zraka ter velikega vpliva le teh na razvojne stadije in populacijo oljčne muhe, obstaja velika nevarnost, da bo globalno segrevanje sprožilo hitro rast populaciji, večanje števila rodov ter večjo uspešnost prezimitve in razširitve oljčne muhe tudi na druga geografska območja. Posledice globalnega dviga temperature, bodo lahko tudi spremembe v interakcijah oljčne muhe z gostiteljsko rastlino (razklop fenološke odvisnosti med oljčno muho in oljko) in naravnimi sovražniki (večji pojav naravnih sovražnikov) ter rastlinskimi boleznimi (oljčna muha posreden prenašalec rastlinskih bolezni). Dejstvo je, da je napoved vpliva podnebnih sprememb na oljčno muho zelo kompleksna, saj je poleg vpliva okoljskih razmer potrebno upoštevati tudi vpliv okoljskih razmer na razvoj fenoloških faz gostiteljske rastline (oljko) in naravnih sovražnikov, s katerimi mora biti pojav oljčne muhe zelo dobro sinhroniziran. Z namenom, da bi ugotovili, ali trend dvigovanja temperatur zraka že vpliva na dinamiko pojavljanja, razvoj in velikost populacije oljčne muhe, smo izvedli obsežno analizo meteoroloških in fenoloških podatkov ter podatkov o pojavnosti oljčne muhe v obdobju med 2005 in 2021. Rezultati raziskave so pokazali, da se trend dviga minimalnih povprečnih temperatur zraka že odraža na zgodnejšem pojavu začetka rastne dobe, razvoju reproduktivnih organov in skrajšanemu času za rast in razvoj oljk oziroma v krajšanju razvojnih faz oljk (krajši čas cvetenja, krajši čas dozorevanja). Z raziskavo smo dokazali tudi vpliv dviga temperatur na zgodnejši pojav oljčne muhe na feromonskih vabah.

Ključne besede: oljka, *Bactrocera oleae*, podnebnih sprememb, fenološke faze

¹ dr., Garibaldijeva 1, SI-6000 Koper, e-pošta: maja.podgornik@zrs-kp.si

² dr., prav tam

³ dr., prav tam

⁴ dr., prav tam

⁵ mag. inž. hort., prav tam

ABSTRACT

GLOBAL WORMING AND DEVELOPMENT OF OLIVE FRUIT FLY (*Bactrocera oleae* [Gmelin])

In the predicted climate change scenarios, the risks for the olive sector will increase, which may threaten its economic viability. In Slovenia, measurements over the last decades have already shown a clear trend of increasing air temperatures, reaching temperature records in the summer months. Air temperature is also the main factor affecting the bionomy and development cycle of the olive fruit fly (*Bactrocera oleae* [Gmelin]). The olive fruit fly is an ectothermic species, also known as a poikilothermic or cold-blooded organism, and its body temperature is highly dependent on ambient temperature. Since temperature is the most important environmental factor affecting insect population dynamics, it is expected that global climate warming could trigger an expansion of their geographic range, increased overwintering survival, and increased number of generations. The consequences of global temperature increase could also be changes in olive fruit fly interactions with the host plant (breakdown of the phenological relationship between olive fruit fly and olive) and natural enemies (increased occurrence of natural enemies), as well as plant diseases (olive fly could be an indirect vector of plant diseases). In fact, predicting the impact of climate change on the olive fly is very complex because, in addition to the impact of climatic conditions, the impact of environmental conditions on the development of the phenological phases of the host plant (olive) and natural enemies must also be taken into account. There must be a good synchronization between olive fruit fly, host plant and also natural enemies. In order to determine whether the trend of increasing air temperatures is already affecting the dynamics of olive fruit fly population occurrence, development and size, we conducted a comprehensive analysis of meteorological, phenological and olive fruit fly occurrence data between 2005 and 2021. The result showed that the trend of increasing average minimum air temperatures is already reflected in an earlier onset of the growing season and reproductive development, as well as in a shortened time for olive growth and development (shorter flowering period, shorter ripening period). The study also showed the effects of increasing temperatures on the earlier appearance of the olive fruit fly on pheromone traps.

Key words: olive, *Bactrocera oleae*, climate change, phenological phases

1 UVOD

Rast svetovnega prebivalstva in podnebne spremembe so med glavnimi izzivi, s katerimi se sooča svetovno kmetijstvo. Caselli in Petacchi (2021) navajata, da je Sredozemlje eno izmed najbolj ranljivih območij globalnega segrevanja. Pomemben vir dohodka v Sredozemlju predstavlja pridelava oljk (*Olea europaea*), ki v Sloveniji po podatkih Registra kmetijskih gospodarstev (RKG, 2020) zavzema dobrih 2.389 ha. Pri tem je potrebno podariti, da naj bi se pridelek oljk v Sloveniji po zmerno optimističnem scenariju RCP 4.5 do leta 2071 povečal za 30 %. Temperatura zraka pa naj bi se po najskrajnejšem scenariju brez predvidnega blaženja podnebnih sprememb

RCP8.5 do leta 2100 zvišala za 4 °C v primerjavi z referenčnim obdobjem 1981-2010 (Bertalanič in sod., 2019).

V Sloveniji že beležimo podnebne spremembe, ki se odražajo zlasti v povišani povprečni temperaturi zraka, ki v poletnih mesecih vse pogosteje dosega tudi temperaturne rekorde. Hkrati je moč podnebnih sprememb prepoznati tudi v vse pogostejših ekstremnih vremenskih dogodkih, kot so pogosti vročinski valovi, suša, toča, pozeba in vremensko pogojeni boleznini in škodljivci, ki v zadnjih letih že terjajo svoj davek tudi v pridelavi oljk (Podgornik 2021).

Res je, da je oljka dovzetna za napade različnih škodljivcev, ki povzročajo upad proizvodnje oljk in oljčnega olja, vendar se med najpomembnejše prav gotovo uvršča oljčna muha (*Bactrocera oleae* [Gmelin]). Oljčna muha je ektotermna vrsta, znana tudi kot poikilotermni ali hladnokrvni organizem, katerega telesna temperatura je močno odvisna od temperature okolja. Temperatura zraka je v veliki meri tudi glavno gonilo bionomije in razvojnega kroga oljčne muhe. Zaradi višanja temperatur zraka ter velikega vpliva le teh na razvojne stadije in populacijo oljčne muhe, obstaja velika nevarnost, da bo globalno segrevanje sprožilo hitro rast populaciji, večanje števila generaciji ter večjo uspešnost prezimitve in razširitve oljčne muhe tudi na druga geografska območja. Posledice globalnega dviga temperature bodo lahko tudi spremembe v interakcijah oljčne muhe z gostiteljsko rastlino (razklop fenološke odvisnosti med oljčno muho in oljko) in naravnimi sovražniki (večji pojav naravnih sovražnikov) ter rastlinskimi boleznimi (oljčna muha posreden prenašalec rastlinskih bolezni) (Skendžić in sod., 2021).

Kljub gospodarskemu pomenu oljke je danes na voljo le malo študij o posledicah, ki bi jih globalno segrevanje lahko imelo na njenega najpomembnejšega škodljivca (Caselli in Petacchi, 2021). Vsekakor pa napovedovalni modeli že kažejo, da se bo oljčna muha tako v Evropi kot v severni Ameriki zaradi toplejših poletnih temperatur umaknila iz juga in se zaradi milejših zim razširila na prej zanjo neugodna hladnejša območja, kjer nizke zimske temperature danes omejujejo pojav oljčne muhe (Gutierrez in sod., 2009; Skendžić in sod., 2021). Vsled tej logiki se bodo kmetje iz držav severnega Sredozemlja srečali s intenzivnimi napadi oljčne muhe. V luči preučevanja preventivnih ukrepov in z namenom, da bi ugotovili, ali trend dvigovanja temperatur zraka že vpliva na dinamiko pojavljanja, razvoj in velikost populacije oljčne muhe, smo izvedli obsežno analizo, meteoroloških in fenoloških podatkov ter podatkov o pojavnosti oljčne muhe v obdobju med 2006 in 2021.

2 MATERIALI IN METODE

Analiza vpliva dviga temperatur zraka na pojav oljčne muhe je temeljila na podlagi baze podatkov o ulov oljčne muhe in napadenosti plodov, ki je bila vzpostavljena v okviru čezmejnega projekta SIGMA (Program pobude skupnosti INTERREG IIIA Slovenija – Italija) v letu 2005 (Podgornik in sod., 2006), nadgrajena v projekta SIGMA 2 (Program čezmejnega sodelovanja Slovenija – Italija 2007-2013) (Podgornik in sod., 2016), od leta 2015 dalje pa tedensko ažurirana s strani Inštituta za oljkarstvo, Znanstveno-raziskovalnega središča Koper na platformi e-Oljka.

V analizo je bilo vključenih 7 vzorčnih lokaciji Slovenske Istre, na katerih je bila v obdobju 2006–2021, v času od junija do oktobra, spremljana dinamika leta oljčne muhe. Dinamika leta oljčne muhe je bila na izbranih lokacijah (Beneša, Dekani, Krkavče, Liminjan, Mala Seva, Semedela, Sveti Peter) spremljana z rumenimi lepljivimi ploščami, opremljenimi s feromonsko vabo (DACOTRAP – ISAGRO- Italija), ki vsebuje naravne izločke spolno zrelih samičk in privablja spolno zrele samčke. Poleg spremljanja dinamike leta oljčne muhe, je na izbranih lokacijah potekalo tudi tedensko vzorčenje plodov sorte 'Istrska Belica', ki velja za eno občutljivejših sort na napad oljčne muhe. Na vsaki izbrani lokaciji so bili naključno nabrani plodovi oljk (100 plodov/lokaciji), ki smo jih nato v laboratoriju pod stereomikroskopom pregledali in določili razvojni stadiji oljčne muhe (jajčece, ličinka 1. stopnje, ličinka 2. stopnje, ličinka 3. stopnje, buba, imago). Na podlagi razvojnega stadija oljčne muhe v plodu oljke, je bila nato določena stopnja aktivne, škodljive in skupne napadenosti plodov.

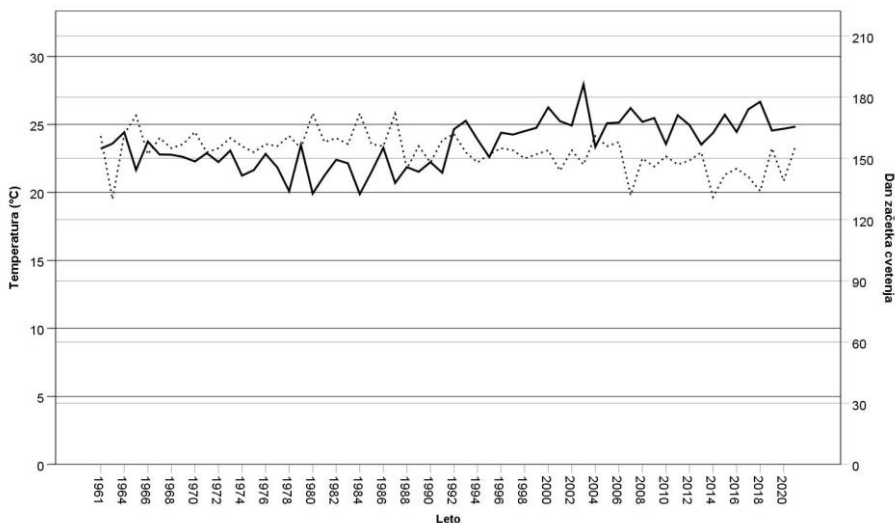
V analizo vpliva dviga temperatur na pojavnost oljčne muhe so bili vključeni tudi podatki o vsebnosti prostih maščobnih kislin (kislosti) v oljčnem olju, ki ob višjih vsebnostih znatno znižujejo kakovost oljčnega olja in so dober pokazatelj kakovosti plodov pred predelavo. Podatki so bili pridobljeni iz baze podatkov o oljčnem olju pridelanem v Sloveniji, ki so od leta 2010 vzdržuje na Inštituta za oljkarstvo, Znanstveno-raziskovalnega središča Koper.

Zaradi domneve, da bo dvig temperatur vplival tudi na interakcijo oljčne muhe z gostiteljsko rastlino (razklop fenološke odvisnosti med oljčno muho in oljko), smo v analizo vključili tudi podatke o cvetenju oljke, ki se za območje Slovenske Istre beležijo že od leta 1960 dalje v javno dostopni evropski bazi podatkov fenologije rastlin (European phenological database).

Za ovrednotenje in preučevanje interakcije abiotičnih dejavnikov (temperature) smo v analizo vključili tudi temperaturne podatke glavne meteorološke postaje Portorož, ki so dosegljivi v Arhivu opazovanj in merjenj meteoroloških podatkov po Sloveniji na Vremenskem portalu Agencije Republike Slovenije za okolje (ARSO, 2022). Vsi zbrani podatki so bili obdelani s statističnim programom SPSS.

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

V obdobju 1961–2011 je najbolj značilna podnebna sprememba v Sloveniji dvig povprečne temperature zraka za okoli 0,36 °C na desetletje (Vertačnik, 2018). Najbolj očitno segrevanje je bilo ugotovljeno v spomladanskem in poletnem času, ko beležimo tudi cvetenje oljk. Vsled temu smo želeli preveriti, ali dvig povprečne temperature zraka že vpliva na začetek cvetenja oljk. Z analizo podatkov začetka cvetenja oljk za obdobje 1961–2021 je bilo ugotovljeno, da se z leti cvetenje začinja prej. Podobni rezultati so bili ugotovljeni tudi v študiji preučevanja vpliva temperaturnih razmer na fenološki razvoj izbranih rastlinskih vrst in škodljivih metuljev (Lepidoptera) v obdobju 1979–2010 za območje Slovenije, s katero avtorji dokazujejo, da fenološke faze oljke v zadnjih letih na območju Slovenije nastopajo prej kot v predhodnih letih (Jelen, 2011). Nadaljnja analiza podatkov cvetenja in povprečnih maksimalnih spomladanskih temperatur zraka (maj, junij) je pokazala, da se cvetenje pojavlja prej zaradi dviga temperatur zraka. Iz slike 1 je razvidno, da je dvig povprečnih maksimalnih spomladanskih temperatur zraka (maj, junij) po letu 1991 izrazito vplival na zgodnejši pojav cvetenja.

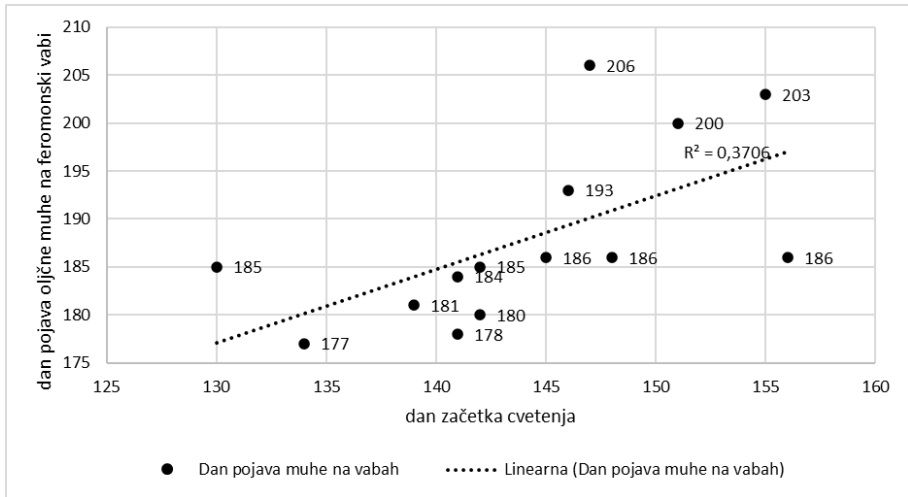


Slika 1: Dinamika povprečnih maksimalnih temperatur zraka za mesec maj in junij ter dinamika začetka cvetenja v obdobju od 1961 do 2021 za območje Slovenske Istre.

181

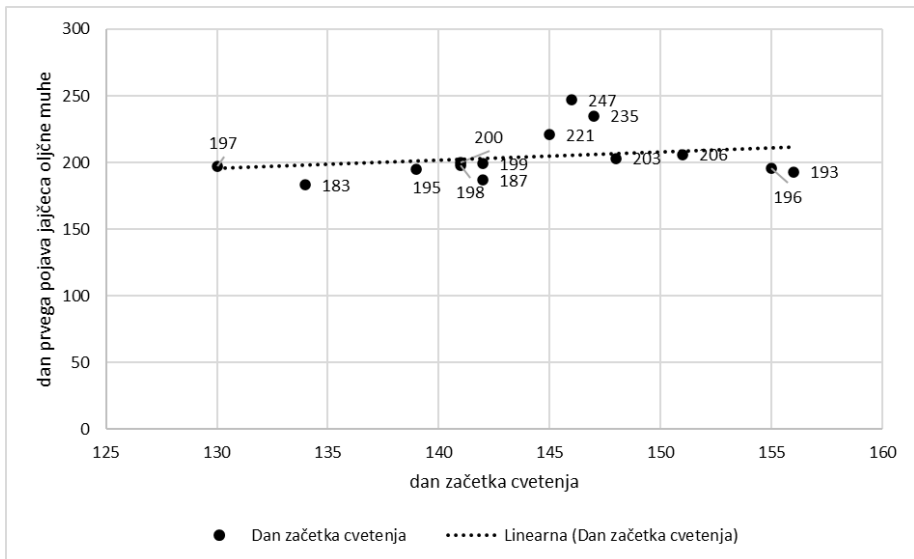
Glede na dejstvo, da so napadi škodljivcev pogosto povezani z natančno določeno razvojno fazo rastlin (Harrington in sod., 1999) in obetavnih napovedi, da bodo posledice globalnega dviga temperatur vplivale na spremenjeno interakcijo oljčne muhe z gostiteljsko rastlino (razklop fenološke odvisnosti med oljčno muho in oljko) (Skendžić in sod., 2021), smo z nadaljnjo statistično analizo ugotavljali ali zgodnejše cvetenje vpliva na prvi pojav oljčne muhe na feromonski vabi in prvi pojav jajčeca v plodu oljke. Rezultati so pokazali, da zgodnejše cvetenje vpliva na zgodnejši pojav oljčne muhe na feromonski vabi ($R^2 = 0,3706$) (slika 2), medtem ko povezave med zgodnejšim cvetenjem in pojavom prvega jajčeca v plodu oljke ni bilo moč prepoznati ($R^2 = 0,0584$) (slika 3).

Čeprav zgodnejše cvetenje ne vpliva na zgodnejši pojav prvega jajčeca oljčne muhe v plodu oljke, so rezultati analize nadalje pokazali negativni trend v številu dni med cvetenjem in prvim pojavom jajčeca, kar nakazuje, da se v zadnjih letih krajša število dni med cvetenjem in prvim odlaganjem jajčec ($R^2 = 0,1615$) (slika 4). Le-to, je najverjetneje posledica krajšanja razvojnih faz, saj se v zadnjih letih že beleži krajši čas cvetenja oljk. Pri temu pa je potrebno poudariti, da vpliva temperatur na krajšanje števila dni med cvetenjem in prvim odlaganjem jajčec v plod oljke nismo zabeležili. Vsekakor bo pridobljene rezultate, potrebno nadgraditi, z dodatni raziskavami vpliva temperatur na prvi pojav jajčec v plodu oljke.

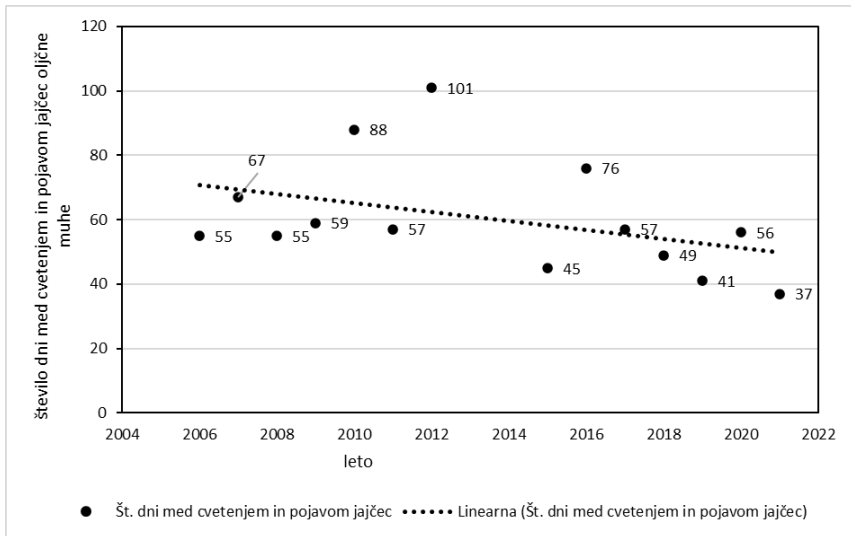


Slika 2: Trend prvega pojava oljčne muhe na rumeni plošči opremljeni s feromonsko vabo v odvisnosti od začetka cvetenja.

182



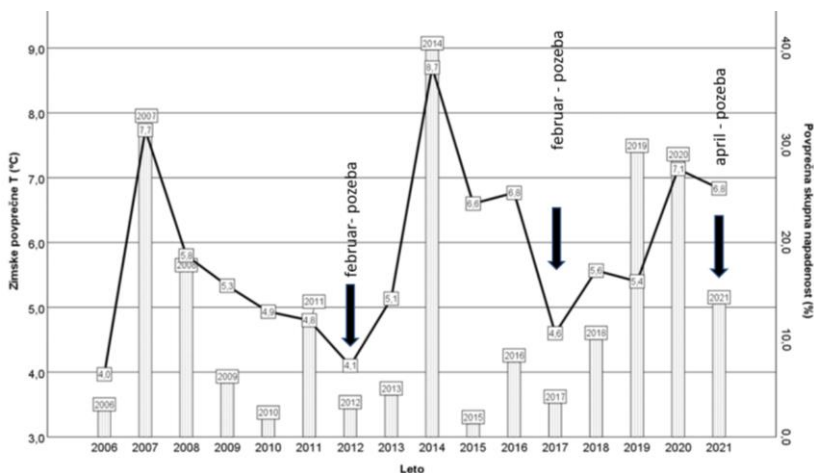
Slika 3: Trend pojava prvega jajčeca oljčne muhe v plodu oljke v odvisnosti od datuma začetka cvetenja.



Slika 4: Trend dinamike števila dni med cvetenjem in pojavom jajčec oljčne muhe v obdobju od 2006 do 2021 za območje Slovenske Istre.

183

V nadaljevanju smo preverili, ali zimske in poletne temperature vplivajo na skupno napadenost oljčnih plodov ob obiranju. Ugotovljeno je bilo, da višje poletne temperature trenutno ne vplivajo na skupno napadenost plodov oljk v času obiranja.



Slika 5: Dinamika povprečne januarske in februarske temperature zraka in dinamika povprečne skupne napadenosti plodov ob obiranju v obdobju od 2006 do 2021 na območje Slovenske Istre.

Zelo dobra povezava pa je bila ugotovljena med povprečnimi januarskimi in februarskimi temperaturami zraka in povprečno skupno napadenostjo plodov ob obiranju. Iz tega zaključujemo, da višja kot je povprečna zimska temperatura zraka v januarju in februarju, večjo napadenost plodov lahko pričakujemo v času obiranja oljk (slika 5). Ob višjih zimskih temperaturah zraka se lahko pojavi tudi intenzivnejši ulov oljčne muhe na feromonsko vabo v marcu in aprilu, kar je lahko še dodaten pokazatelj velikosti poletne populacije oljčne muhe. Pri tem pa je potrebno poudariti, da slednje ne drži, v kolikor se v spomladanskih mesecih pojavi pozeba. Marchi in sod. (2016) poročajo, da lahko zelo nizke minimalne dnevne temperature in pojav pozeb v zimskem ali spomladanskem času, zmanjšajo tveganje napada oljčne muhe v poletnih mesecih. Omeniti velja tudi, da smo v času spremljanja razvojnih stadijev oljčne muhe v plodu oljke v zadnjih letih pregledovanja rastlinskega materiala, zabeležili tudi večjo številčnost naravnih sovražnikov oljčne muhe (na primer vrste *Eupelmus urozonus*), kar dokazuje, da se z dvigom temperatur izboljšujejo okoljske razmere tudi za nemoten razvoj naravnih sovražnikov.

Z nadaljnjo analizo je bila ugotovljena tudi zelo tesna povezava med napadenostjo plodov in vsebnostjo prostih maščobnih kislin v oljčnem olju ($R^2 = 0,80$). Zelo dobro je znano dejstvo, da ličinka, ki se hrani z vrtnjem mesnatga dela plodov oljke, lahko močno poškoduje celično strukturo oljčnih plodov. V tako napadenih plodovih se začnejo oksidacijski procesi, ki znatno vplivajo na povečan razpad triacilglicerolov. Posledica razgradnje triacilglicerolov v napadenih plodovih je povišana vsebnost prostih maščobnih kislin v olju. Olje z višjo vsebnostjo prostih maščobnih kislin je znatno slabše kakovosti, saj je vsebnost prostih maščobnih kislin eden izmed pomembnih parametrov pri določanju kakovosti oljčnega olja (Bučar-Miklavčič, 1998). Iz navedenega izhaja, da visoke zimske temperature povečujejo tveganje za večjo napadenost plodov ob obiranju in slabšo kakovost oljčnega olja.

4 SKLEPI

Rezultati raziskave so pokazali, da se trend dviga temperatur zraka že odraža na zgodnejšem cvetenju ter zgodnejšem pojavu oljčne muhe na feromonski vabi ter krajšemu številu dni med cvetenjem in pojavom prvega jajčeca oljčne muhe v plodu oljke. Hkrati visoke povprečne temperature zraka v januarju in februarju povečujejo tveganje za večjo napadenost plodov ob obiranju in slabšo kakovost oljčnega olja. Pri tem pa je potrebno poudariti, da se tveganje napada z oljčno muho v poletnih mesecih znatno zmanjša v kolikor se v zimskem ali spomladanskem času pojavi pozeba ali nizke temperature. Velikost populacije in posledično tveganje velikega napada oljčne muhe pa lahko dokaj zanesljivo napovemo, na podlagi ulova oljčne muhe na feromonski vabi v marcu in aprilu mesecu, saj se le-ta znatno poveča v toplih in milih zimah. Vsekakor bodo za nadaljnji razvoj sistema podpore odločanja in napovedovanja ter učinkovitega obvladovanja škodljivih organizmov potrebne nadaljnje raziskave, vendar pridobljeni podatki so nedvomno dobra temelj za vzpostavitev le teh.

5 ZAHVALA

Avtorji se zahvaljujejo pridelovalcem oljk, ki od leta 2015 dalje sofinancirajo vzdrževanje baze podatkov o ulov oljčne muhe in napadenosti plodov, vzpostavljene v okviru čezmejnega projekta SIGMA (Program pobude skupnosti INTERREG IIIA Slovenija – Italija) in SIGMA 2 (Program čezmejnega sodelovanja Slovenija – Italija 2007-2013).

6 LITERATURA

- ARSO – meteorološki podatki 2016-2020. Ljubljana, Agencija Republike Slovenije za okolje, Urad za meteorologijo. Dostopno na: <http://meteo.arso.gov.si/>. 28.2.2022
- Bertalanich, R., Dolinar, M., Ključevšek, N., Medved, A., Vertačnik G., Vlahović, Ž. 2019. Ocena podnebnih sprememb v Sloveniji do konca 21. stoletja: Povzetek temperaturnih in padavinskih povprečij. Ljubljana: Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija Republike Slovenije za okolje. 17 str.
- Bučar Miklavčič, M. (1998): Pridelava in kakovost oljčnega olja - The processing and quality of olive oil, Glasnik UP ZRS, 3(5), 61-76.
- Caselli, A. in Petacchi, R. 2021. Climate Change and Major Pests of Mediterranean Olive Orchards: Are We Ready to Face the Global Heating? *Insect* 12(9), 802, 1-13.
- Gutierrez, A.P., Ponti, L., Cossu, Q.A., 2009. Prospective comparative analysis of global warming effects on olive and olive fly (*Bactrocera oleae* (Gmelin)) in Arizona-California and Italy. *Clim. Chang.* 95, 195-217.
- Harrington, R, Woivod, I, Sparks, T. 1999. Climate change and trophic interactions. *Trends in Ecology & Evolution*, 14(4), 146–50.
- Jelen, L.G. 2011. Fenološki razvoj izbranih rastlinskih vrst in škodljivih metuljev (Lepidoptera) kot kazalec temperaturnih razmer in njihove spremenljivosti v Slovenij, Ljubljana Dostopno na: http://www.digitalna-knjiznica.bf.uni-lj.si/md_jelen_lucijaglorija.pdf
- Marchi, S., Guidotti, D., Ricciolini, M., Petacchi, R., 2016. Towards understanding temporal and spatial dynamics of *Bactrocera oleae* (Rossi) infestations using decade-long agrometeorological time series. *International Journal of Biometeorology*, 60: 1681-1694.
- Podgornik, M., Bandelj, D., Jančar, M., Bučar Miklavčič, M. 2006. Spremljanje pojava oljčne muhe (*Bactrocera oleae* L.) v Slovenski Istri v letu 2005 z novo metodo za fitosanitarno varstvo oljk. *Annales. Series historia naturalis*, 16, 2: 223-230
- Podgornik, M. Jančar, M., Bandelj, D., Butinar, B., Bučar-Miklavčič, M. 2015. Učinkovitost in upravičenost vzpostavljene metode spremljanja oljčne muhe v okviru projekta SIGMA, Interreg IIIa. Zbornik predavanj in referatov 12. slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin z mednarodno udeležbo, Ptuj, 3.-4. marec 2015: 59-63
- Podgornik M., 2021. Klimatske spremembe že terjajo svoj davek v oljkarstvu, Oljka: novice Društva oljakjev Slovenske Istre, 22, str.16-17.
- Register kmetijskih gospodarstev. 2020. Ljubljana, Ministrstvo za kmetijstvo in okolje RS
- Skendžić, S., Zvoko M., Pajač Živković I., Lešić V., Lemić D. 2021. The Impact of Climate Change on Agricultural Insect Pests. *Insects*, 12(5), 440,1-31 doi: 10.3390/insects12050440
- Vertačnik, G., Bertalanich, R., Draksler, A., Dolinar, M., Vlahović, Ž., Frantar P. 2018. Podnebna spremenljivost Slovenije v obdobju 1961–2011: Povzetek. Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija Republike Slovenije za okolje, Ljubljana.

PRVE IZKUŠNJE PRI SPREMLJANJU OLJČNE MUHE (*Bactrocera oleae* [Gmelin]) Z UPORABO ELEKTRONSKE FEROMONSKE VABE TRAPVIEW

Sara HOBLAJ¹, Marko DEVETAK², Matjaž JANČAR³, Jan ŽEŽLINA⁴

¹⁻⁴ KGZS, Kmetijsko gozdarski zavod Nova Gorica, Nova Gorica

IZVLEČEK

Leta 2021 smo za spremljanje oljčne muhe prvič uporabili elektronsko feromonsko vabo Trapview proizvajalca Efos d.o.o. Delovanje naprave smo preizkušali v oljčniku, kjer škodljivca že vrsto let spremljamo s feromonskimi vabami znamke Dacotrap. Ker smo želeli oba izdelka primerjati glede na učinkovitost ulova in uporabnost, smo v obe pasti vstavili feromonske dispenzorje istega proizvajalca. Glede na dolgoletne izkušnje z vabo Dacotrap, smo le-to vzeli za standard in na podlagi tedenskih spremljanj ulova oljčne muhe opravili primerjavo med obema izdelkoma. Pridobljene rezultate smo statistično obdelali s pomočjo analize variance. Za razliko od feromonske vabe Dacotrap, katero sestavlja plastično ohišje z lepljivim premazom v notranjosti in kovinske žice, s katero se izdelek pritrdi na vejo, je vaba Trapview sestavljena iz plastičnega ohišja, v katerem je pogonska enota ter lepljiva folija, katera prehaja na zunanji rob naprave in na katero se lepijo samci oljčne muhe. Na zunanjem delu pasti je dodatno ohišje, ki skrbi za zajem slik lovilne površine. Za delovanje naprave skrbi električno napajanje, pridobljeno iz sončne celice, oddaljeni prenos podatkov pa poteka prek mobilnega omrežja. Povezavo med ulovom škodljivca in škropljenji smo ugotavljali z deležem aktivnih poškodb. Tako smo v tedenskih intervalih naključno nabirali 100 plodov in jih pod stereomikroskopom podrobno pregledali. Pridobljene podatke o deležu poškodb smo statistično in grafično obdelali. Ugotovili smo, da se je pri uporabi enakega feromonskega dispenzorja na elektronski vabi Trapview ujelo več samcev oljčne muhe kot na standardni vabi Dacotrap. Razlika glede učinkovitosti izdelkov so bile statistično značilne.

Ključne besede: oljčna muha, *Bactrocera oleae*, spremljanje, varstvo, elektronska vaba

ABSTRACT

FIRST EXPERIENCE OF OLIVE FLY (*Bactrocera oleae* [Gmelin]) MONITORING BY USING THE PHEROMONE TRAP STATION TRAPVIEW

¹ mag. inž. hort., Pri hrastu 18, SI-5000 Nova Gorica

² dr., Pri hrastu 18, prav tam

³ univ. dipl. inž. agr., prav tam

⁴ mag. inž. hort., prav tam

In the year 2021, we monitored the olive fly for the first time with the pheromone trap station Trapview produced by the company Efos d.o.o. We have tested the device in an olive orchard where the pest has been monitored for several years using the pheromone trap Dacotrap. In order to compare the two products by efficacy and usefulness we activated them with the same olive fly pheromone dispensers. Regarding many years of experience with the Dacotrap product, they were used as control treatment. We have monitored the captures on both products in weekly periods, the records were compared by using the ANOVA. The Dacotrap is made of plastic liner with the glue cover inside. On the top there is a metal hook to tight the trap on the branch. On the other hand, the Trapview is made from a solid plastic housing with the electric engine and the sticky glue roll inside. The glue tape rolls outside the housing. Once outside the males of the olive fly can stick on it. Attached to the plastic housing there is another unit with camera and electronic unit. The trap station is powered by a solar panel; the remote connection is possible by mobile network. The relation between fly catches and chemical treatments was studied by the percentage of active infections. To get these data we weekly collected 100 olive fruits and checked them with a stereo microscope. The percentage of the damage was then statistically and graphically evaluated. We discovered that the Trapview stations were able to catch more olive fly males than the Dacotrap.

Key words: olive fruit fly, *Bactorecera oleae*, monitoring, control, electronic bait

1 UVOD

187

Oljčna muha je ena najpomembnejših škodljivcev oljke in je razširjena na vseh območjih pridelave oljk. Muha odlaga jajčeca v plodove oljk, iz katerih se izležejo žerke, ki poškodujejo plodove. Pri optimalnih vremenskih razmerah in brez ukrepanja proti škodljivcu lahko le-ta povzroči kar 90% škode na plodovih, kar ima tudi negativen vpliv na kakovost oljčnega olja. Oljčni muhi ustrezajo podnebja z vlažnimi poletji, vendar povzroča v manjšem obsegu škodo tudi na sušnih območjih. Optimalna temperatura za razvoj škodljivca je med 20 in 30 °C (Vesel, 2020).

Za zmanjšanje številčnosti škodljivca je še vedno glavna metoda uporaba insekticidov, nabor le-teh pa se zaradi ukrepov, povezanih s Strategijo »od vil do vilic«, z leti zmanjšuje. Zato sta ključnega pomena razvoj in uporaba alternativnih metod za zmanjšanje številčnosti populacije škodljivih organizmov (Preti, 2020). Med alternativne metode uvrščamo masovni ulov, metodo privabi in ubij, odvrčala, itd. Da bi zmanjšali uporabo insekticidov in se odločili za ustrezen termin ukrepanja proti škodljivcu, je ključnega pomena spremljanje populacijske dinamike (Doritsids, 2017). Za monitoring oljčne muhe poznamo različne vabe, kot so rumene lepljive plošče, feromonske vabe, prehranske vabe ter feromonsko-prehranske vabe (Pontikakos, 2012).

Zaradi potrebe po pogostih pregledih vab v oljčnikih, kar je časovno zahtevno opravilo, se je začel razvoj elektronskih vab, ki omogočajo pregled ulova vab z aplikacijo na mobilnem telefonu ali računalniku (Pontikakos, 2012). V začetnih fazah razvoja omenjenih naprav, se je na feromonske vabe ali pa zgolj rumene lepljive plošče namestilo kamere, ki so bile povezane z omrežjem. Z leti je sistem napredoval in razvile so se posebne elektronske vabe za spremljanje različnih škodljivcev kot so jabolčni

zavijač, oljčna muha, križasti grozdni sukač, pasasti grozdni sukač, in drugi. Na Kmetijsko gozdarskem zavodu Nova Gorica smo leta 2021 prvič preizkusili elektronsko vabo Trapview za spremljanje oljčne muhe, ki jo proizvaja podjetje EFOS d.o.o.

2 MATERIALI IN METODE

V poskusu smo uporabili elektronsko vabo Trapview slovenskega podjetja Efos. Vaba (slika 1) je sestavljena iz dveh enot. Prvi del predstavlja ohišje, ki vsebuje belo lepljivo folijo zvito v rolo in električni pogonski sklop za premikanje folije. Spodnja enota je rumeno ohišje, ki vsebuje dve kameri in elektronski del za prenos slik.



Slika 1: Elektronska vaba Trapview.

Za napajanje elektronske vabe skrbi sončni panel. S pomočjo sim kartice je vaba povezana v mobilno omrežje in tako pošilja slike v aplikacijo, s katero nadzorujemo delovanje elektronske vabe in spremljamo ulov. Pomik lepljive folije je samodejen. Aplikacija pa omogoča še dodaten pomik folije glede na želje uporabnika. Med dodatnimi opcijami so še določitev ure zajetja slike. V poskusu smo uro nastavili na 12.00, ko je bila osvetlitev za zajem slik najboljša.

Ker vaba ne vključuje lastnega feromona, smo uporabili feromon, ki se uporablja v standardizirani vabi za monitoring oljčne muhe Dacotrap, proizvajalca Isagro. Za primerjavo smo v oljčnik namestili še feromonsko vabo Dacotrap z istim feromonom. Gre za svetlo rumeno vabo v obliki strešice, ki ima na spodnji strani lepilo, kjer se ulovijo muhe in je nameščen feromon.

Poskus je bil izveden v oljčniku nad Strunjanom. Oljčnik je velikosti 54 arov, nahaja se na povprečni nadmorski višini 96 m s 17% povprečnim naklonom. V oljčniku je več različnih sort, vendar prevladujeta sorti 'Leccino' (2/3) in 'Istrska Belica' (1/3). Lokacija Strunjan je znana po večjih populacijah oljčne muhe.

21.6.2021 smo skupaj s podjetjem Efos postavili elektronsko vabo Trapview ter standardno feromonsko vabo Dacotrap. Po postavitvi smo ustvarili uporabniški račun z

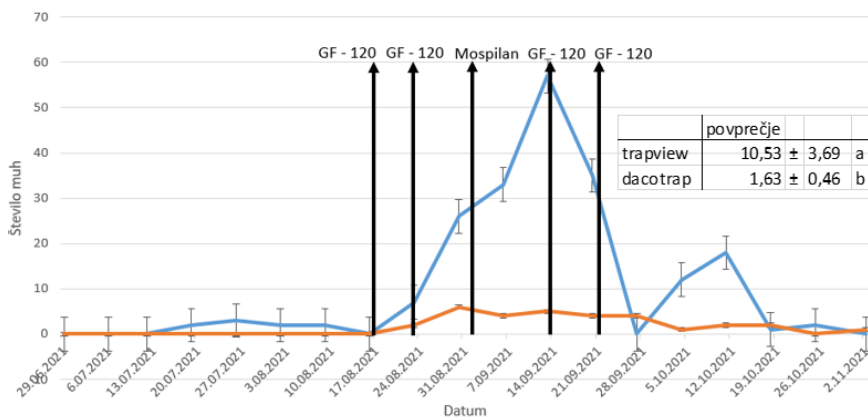
dostopom do aplikacije, s katero smo dnevno spremljali ulov oljčne muhe. V aplikaciji smo določili čas zajema slik ter po potrebi določili premik oz. čiščenje lepljive površine. Ulov je beležila aplikacija, podatke pa smo zapisovali še v Excelovo tabelo kjer smo vpisovali še tedenski ulov feromonske vabe Dacotrap. Dnevni ulov vabe Trapview smo seštevili po tednih. Nato smo naredili primerjavo s podatki vabe Dacotrapa. Pregled pri slednji se je izvajal v tedenskih intervalih. Menjavo feromonov na obeh vabah smo izvedli istočasno.

Statistično analizo in grafične prikaze smo opravili v Excelu, R commanderju ter aplikaciji Trapview.

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

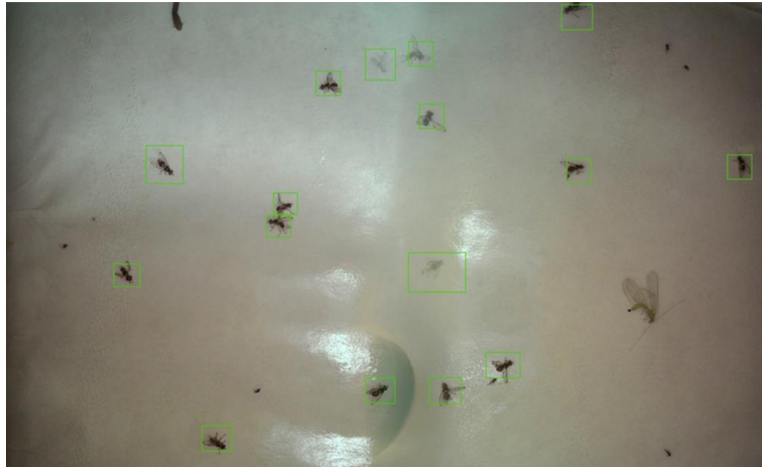
Na sliki 1 lahko vidimo ulov oljčne muhe na elektronski vabi Trapview (označeno z modro) in standardni feromonski vabi Dacotrap (označeno z oranžno) v letu 2021. S črnimi puščicami so označeni termini škropljenja proti oljčni muhi in tržna imena pripravkov. Kot lahko vidimo, se je kljub enakemu feromonu na Trapview ulovilo opazno več muh. Do 17.8.2021 je bil ulov nizek, po padavinah pa je začel naraščati; takrat so bili tudi izpolnjeni pogoji za ukrepanje s FFS-ji. V povprečju se je na elektronsko vabo lovilo 10,53 ($\pm 3,69$) muh, na feromonsko vabo pa 1,63 ($\pm 0,46$) oljčnih muh. Glede na ulov je med vabama tudi statistično značilna razlika. S spremljanjem ulova smo zaključili 2.11.2021, do takrat se je na elektronsko vabo skupaj ulovilo 200 oljčnih muh, na feromonsko vabo pa 31 oljčnih muh.

189



Slika 1: Ulov oljčne muhe na elektronsko vabo (modra črta) in standardno feromonsko vabo (oranžna črta). Z črnimi puščicami so označeni termini ukrepanja s FFS.

Spodaj je slika 2, ki jo prikazuje aplikacija. Z zelenim kvadratom so označene oljčne muhe. Zaradi feromona je vaba dokaj selektivna. Kljub temu pa se je v manjši meri ujelo tudi nekaj drugih sadnih muh in tenčičaric. Za prepoznavanje muh načeloma ni težav, je pa odvisno, pod katerim kotom se muha prilepi na lepljivo površje.



Slika 2: Slika zajeta na elektronski vabi, z zelenimi okvirčki so označene oljčne muhe.

190

Aplikacija beleži ulov oljčne muhe ter vremenske podatke, zapisujejo se tudi dogodki na vabi. S pomočjo aplikacije lahko izrišemo tudi poljubne grafe, kot so število škodljivcev glede na temperaturo ob različnih urah, graf škodljivcev z dogodki na napravi, grafični prikaz vremenskih podatkov v času opazovanja ter vremenska napoved (slika 3).



Slika 3: Različni grafični prikazi podatkov, ki jih ponuja aplikacija.

4 SKLEPI

Glede na pridobljene rezultate lahko vidimo, da se na elektronsko vabo lovi več oljčnih muh v primerjavi s standardno vabo. Razlogov za to je lahko več: večja lepilna površina, večja vaba, intenzivnejša rumena barva (ki deluje privabilno na muhe). Med ulovom na elektronsko vabo in standardno feromonsko vabe je tudi statistično značilna razlika. Prednosti uporabe elektronske vabe so daljinsko spremljanje prek računalnika ali mobilnega telefona, kar zmanjša število ogledov oljčnika, kar je sicer lahko tudi slabost. Če bi imeli standardno vabo, bi oljčnik obiskali tedensko; z elektronsko vabo to ni potrebno in tako ne vidimo, kaj se še dogaja z našim oljčnikom. Je pa definitivno prednost to, da lahko ulov spremljamo vsakodnevno in imamo natančen pregled nad dinamiko oljčne muhe v našem oljčniku.

Dinamiko oljčne muhe lahko povežemo tudi z vremenskimi razmerami, saj naprava beleži tudi osnovne vremenske podatke. Vsi podatki so nam vedno dostopni, saj so slike shranjene in imamo tudi tabele s podatki ter grafične prikaze, kar nam omogoča enostaven pregled ter obdelavo podatkov. Dodatno je vidna tudi zgodovina vremenskih podatkov in vremenska napoved, kar nam je tudi v pomoč pri odločanju za ukrepanje s FFS. Uporaba je enostavna in praktična. Zaradi uporabe feromona je vaba dovolj selektivna, feromon pa moramo namestiti sami. Med manjše slabosti izdelka pri uporabi na manjših površinah lahko uvrščamo ceno. Elektronska vaba za monitoring je namenjena za uporabo zlasti v večjih nasadih. Težave se lahko pojavijo pri prepoznavanju oljčne muhe, saj je odvisno, kako se muha ujame na lepljivo površino in posledično prepoznavni znaki niso razločno vidni. V takem primeru moramo vabo fizično pregledati. V času padavin ali uporabe sredstev za varstvo rastlin se lahko zaslon kamere umaže. Na Kmetijsko gozdarskem zavodu Nova Gorica smo elektronsko vabo preizkusili za monitoring tudi drugih škodljivcev, kot so jabolčni zavijač ter križasti in pasasti grozdni sukač. Opazovanje leta oljčne muhe z vabo Trapview na lokacijah Strunjan in Truške smo nadaljevali še v letu 2022.

5 LITERATURA

- Baldi A., Biagiotti G., Dalla Marta A., Fabbri C., Guidi R., Mancini M., Nencioni A., Orlandini S., Rosi M. C., Sacchetti P. in Vivoli R. 2019. LA MOSCA DELLE OLIVE *Bactrocera oleae* (Rossi) Manuale pratico per il controllo della specie in Toscana. Fondazione Cassa di Risparmio di Firenze. 41 str.
- Doitsids L., Fouskitakis G. N., Varikou K. N., Rigakis I. I., Chatzichristofis S. A., Papafilippaki A. K. in Birouraki A. E. 2017. Remote monitoring of the *Bactrocera oleae* (Gmelin) (Diptera: Tephritidae) population using an automated McPhail trap. *Computers and Electronics in Agriculture*. 137 (2017): 69–78.
- Kalamatianos R., Karydis I., Doukakis D. in Avlonitis M. 2018. DIRT: The Dacus Image Recognition Toolkit. *J. Imaging*. 2018, 4, 129; doi:10.3390/jimaging4110129.
- Pontikakos C. M., Tsiligirdis T. A., Yialouris C. P. in Kontodimas D. C. 2012. Pest management control of olive fruit fly (*Bactrocera oleae*) based on a location-aware agro-environmental system. *Computers and Electronics in Agriculture*. 87 (2012): 39–50.
- Potamitis I., Rigakis I. in Fysarakis K. 2014. The Electronic McPhail Trap. *Sensors*. 2014, 14: 22285–22299; doi:10.3390/s14122285.

- Preti M., Favaro R., Knight A. L. in Angeli S. 2021. Remote monitoring of *Cydia pomonella* adults among an assemblage of nontargets in sex pheromone-kairomone-baited smart traps. *Pest Manag Sci.* 2021; 77: 4084–4090; DOI 10.1002/ps.6433.
- Preti M., Verheggen F in Angeli S. 2020. Insect pest monitoring with camera-equipped traps: strengths and limitations. *Journal of Pest Science.* (2021) 94:203–217: <https://doi.org/10.1007/s10340-020-01309-4>.
- Vesel V., Vrhovnik I., Jančar M., Bandelj D., Devetak M. in Baruca Arbeiter A. 2020. *Oljka*. Kmečki glas, Ljubljana. 216 str.

PARAZITSKI OGORČICI POLŽEV *Phasmarhabditis papillosa* IN *Oscheius myriophilus* – POTENCIALNA BIOTIČNA AGENSA ZA ZATIRANJE ŠPANSKEGA LAZARJA (*Arion vulgaris*)?

Žiga LAZNIK¹, Ivana MAJIĆ², Stanislav TRDAN³

^{1,3} Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Ljubljana
² Univerza v Osijeku, Fakulteta za agrobiotehniške znanosti, Oddelek za entomologijo in nematologijo, Osijek

IZVLEČEK

Polži predstavljajo gospodarsko pomembne škodljivce v kmetijstvu, saj s svojim hranjenjem poškodujejo dele rastlin in tako posledično vplivajo na zmanjšan pridelek, okrasno in tržno vrednost rastlin ter povečajo tveganje za okužbo z mikroorganizmi. Za zatiranje polžev se uporabljajo razne nekemijske prakse, limacidi na podlagi železovega (III) fosfata in metaldehida ter biotično varstvo s parazitsko ogorčico *Phasmarhabditis hermaphrodita*. Slednja se v ta namen v tujini uporablja že več let, v Sloveniji pa je še vedno na seznamu tujerodnih organizmov, kar prepoveduje njeno uporabo. V letih 2018 in 2021 smo potrdili zastopanost dveh za Slovenijo novih vrst parazitskih ogorčic polžev *Phasmarhabditis papillosa* Schneider Andrassy in *Oscheius myriophilus* (Poinar). V laboratorijskem poskusu smo preučevali učinkovitost ogorčic na hranjenje in smrtnost španskega lazarja (*Arion vulgaris*) pri različnih temperaturah (15, 20 in 25 °C) in pri različnih koncentracijah suspenzije ogorčic (0, 10, 50, 100, 250, 500 IL/polža). Rezultati so obetavni in kažejo na potencial obeh vrst ogorčic pri zatiranju španskega lazarja. Njuna učinkovitost je močno odvisna od koncentracije suspenzije ogorčic, temperature, časa izpostavljenosti polžev ogorčicam in interakcije teh treh dejavnikov. Največji vpliv gre pripisati temperaturi - višja kot je bila (20 °C) prej so polži prenehali s hranjenjem in poginili. Velik poudarek je tudi na interakciji dejavnikov, saj je koncentracija vplivala na polže zgolj pri višji temperaturi (20 °C). Prav tako ni bilo razlik o učinkovitosti ogorčice med najvišjo (500 IL/polža) in najnižjo (10 IL/polža) koncentracijo, pri temperaturi 20 °C. Posebnost okuženih polžev je bila v njihovem zvijanju za 360° okoli svoje osi in v plašču, ki je uplahnil.

Gljučne besede: španski lazar, zatiranje, biotično varstvo, *Phasmarhabditis papillosa*, *Oscheius myriophilus*

ABSTRACT

SLUG PARASITIC NEMATODES *Phasmarhabditis papillosa* AND *Oscheius myriophilus* – A POSSIBLE BIOLOGICAL CONTROL AGENTS AGAINST THE SPANISH SLUG (*Arion vulgaris*)?

¹ doc. dr., Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana, e-pošta: ziga.laznik@bf.uni-lj.si

² prof. dr. sc., Vladimira Preloga 1, HR-31000 Osijek, Hrvaška

³ prof. dr. Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana

Slugs are economically important pests in agriculture, as their feeding damages parts of plants and consequently affects the reduced yield, ornamental and market value of plants, and increases the risk of infection with microorganisms. Various non-chemical practices, molluscicides based on iron (III) phosphate and metaldehyde, and biological control with the parasitic nematode *Phasmarhabditis hermaphrodita* are used to control slugs. Abroad, the latter has been used for this purpose for several years, but in Slovenia it is still on the list of non-native organisms, which prohibits its use. In 2018 and 2021, we confirmed the presence of two new species of parasitic nematodes for Slovenia, *Phasmarhabditis papillosa* Schneider Andrassy and *Oscheius myriophilus* (Poinar). We evaluated the efficacy of two slug parasitic nematodes on feeding and mortality of the Spanish slug (*Arion vulgaris*) at different temperatures (15, 20, and 25 °C) and at different concentrations of nematode suspension. The results are promising and indicate the potential of both slug parasitic nematodes against the Spanish slug. The temperature shows the biggest impact – the higher the temperature (20 °C) the sooner the slugs stopped feeding and died. There is also a strong emphasis on the interaction of the factors, as the concentration affected the slugs only at a higher temperature (20 °C). At 20 °C there were also no differences in nematode efficacy between the highest (500 IJs/slug) and lowest (10 IJs/slug) concentration. The peculiarity of the infected slug was in their 360° twisting around their axis and in the mantle that collapsed.

Key words: the Spanish slug, control, biological control, *Phasmarhabditis papillosa*, *Oscheius myriophilus*

194

1 UVOD

Nekatere vrste polžev predstavljajo gospodarsko pomembne škodljivce v kmetijstvu. S svojim hranjenjem poškodujejo tako nadzemske kot tudi podzemne dele rastlin, vključno z listi, poganjki, koreninami, gomolji, plodovi, cvetovi in semeni. Poleg zmanjšanja pridelka, povečajo tveganje za okužbo z mikroorganizmi, zmanjšajo okrasno vrednost rastlin in s tem tudi njihovo tržno vrednost (Khoja in sod., 2019). Španski lazar (*Arion vulgaris*) je invazivna vrsta polža, uvrščena med 100 najbolj invazivnih vrst v Evropi (CABI, 2020). V Sloveniji poznamo 10 vrst polžev iz družine Arionidae, od tega je kar 8 vrst gospodarsko pomembnih, med njimi tudi španski lazar (Knapič in Vaupotič, 2015).

Zmanjšanje tveganj poškodb na rastlinah s pomočjo ne-kemijskih praks in okoljsko sprejemljivih limacidov (železov [III] fosfat) je osnovno načelo integriranega zatiranja polžev. Pomembno je, da polžev ne izkoreninimo popolnoma, temveč zgolj omejimo njihovo škodo na ekonomsko sprejemljivo raven. Pri ekološkem kmetovanju predstavlja zatiranje polžev izziv, saj je uporaba limacidov omejena (Laznik in sod., 2020a,b).

V Sloveniji je trenutno registriranih 21 limacidov v obliki prehranskih vab (MKGP, 2020). Pripravki so na podlagi dveh aktivnih snovi, to sta železov (III) fosfat in metaldehid. Železov (III) fosfat je nestrupen za toplokrvne živali in koristno favno v tleh in je zaradi te lastnosti njegova uporaba dovoljena v ekološki pridelavi. Za aktivno snov metaldehid je bilo ugotovljeno tako ne-ciljno delovanje kot prekomerno izpiranje

v podtalnico, zato njegova uporaba ni dovoljena v ekološki pridelavi (Knapič in Vaupotič, 2015).

Alternativo kemičnemu zatiranju polžev predstavlja biotično varstvo s parazitsko ogorčico *Phasmarhabditis hermaphrodita*. Ogorčica parazitira in ubije več vrst polžev (Biobest, 2020). Za biotično varstvo rastlin se uporablja v naslednjih državah EPPO regije: Belgija, Češka, Danska, Francija, Irska, Italija, Nemčija, Nizozemska, Norveška, Švedska, Švica in Velika Britanija (EPPO, 2020c; BPDB, 2021). V Sloveniji se parazitska ogorčica *P. hermaphrodita* za namene biotičnega zatiranja polžev ne sme uporabljati, saj je na seznamu tujerodnih vrst koristnih organizmov (MKGP, 2019).

Parazitski ogorčici *Phasmarhabditis papillosa* (Schneider) in *Oscheius myriophilus* (Poinar) sta sorodni ogorčici vrsti *P. hermaphrodita*. Do danes je zelo malo znanega o njuni učinkovitosti in morebitni uporabnosti v biotičnem varstvu rastlin. Slovenski raziskovalci smo v letih 2018 in 2021 potrdili njuno zastopnost v Sloveniji in začeli preučevati biotični potencial omenjenih vrst pri zatiranju gospodarsko pomembnih vrst polžev, med drugim tudi španskega lazarja (Laznik in sod., 2020c).

2 MATERIALI IN METODE DELA

2.1 Izolacija ogorčic

195

Laznik in sod. (2020c) so s svojo študijo prvi, ki so dokazali zastopnost ogorčic *P. papillosa* in *O. myriophilus* v Sloveniji in prvi, ki opisujejo napad španskega lazarja (*Arion vulgaris*) z omenjenima ogorčicama. Polže smo nabrali med avgustom in oktobrom leta 2018 v Podbrezju, blizu reke Tržiška Bistrica in ribnika Žeje ter v juniju na območju Ljubljane. Polže smo identificirali z uporabo identifikacijskih kart (Rowson in sod., 2014) in jih po protokolu Pieterse in sod. (2017) secirali z namenom izolacije ogorčic. Ogorčice namenjene molekularni identifikaciji smo dali v 80 % etanol, ogorčice namenjene morfološki identifikaciji pa v TAF (2 % trietanolamin, 8 % formalin, destilirana voda). Ogorčice smo ohranjali v laboratorijski kulturi (*in vivo*) na kadavru zamrznjenega španskega lazarja (*Arion vulgaris*) in jih po 10 dneh očistili s centrifugiranjem najprej enkrat v 5 % natrijevem hipokloridu in pozneje dvakrat v destilirani vodi. S tem postopkom smo pridobili čiste vzorce infektivnih ličink (IL) ogorčic in jih hranili v M9 (3 g KH₂PO₄, 6 g Na₂HPO₄, 0,5 g NaCl, 1 g NH₄Cl v 1 L H₂O) pufru pri 4 °C v hladilniku. Morfološko identifikacijo ogorčic smo opravili s pomočjo mikroskopa, molekularno pa s PCR metodo. Genetske in morfološke študije so potrdile, da izolirani vzorci ogorčic pripadajo vrstam *P. papillosa* in *O. myriophilus*. Sekvenci obeh najdenih vrst v Sloveniji sta bili preverjeni v NCBI Genski banki.

2.2 Nastavitev poskusa

Na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete smo nabrali 720 polžev vrste španski lazar (*A. vulgaris*). Le-ti so bili različnih velikosti in starosti, saj smo želeli poskus čimbolj približati naravnim razmeram (Laznik in sod., 2020c). V poskusu smo uporabili parazitski ogorčici *P. papillosa* in *O. myriophilus*. Parazitski ogorčici smo namnožili »*in vivo*«. Postopek temelji na postopkih uporabljenih pri namnoževanju entomopatogenih ogorčic (Laznik in sod., 2020c). Z ogorčicami, ki so bile predhodno najdene v španskem lazarju in shranjene v hladilniku (Laznik in sod., 2020c), smo okužili žive, zdrave polže. Po

določenem času, ko so okuženi polži umrli, smo jih položili na vlažen filtrni papir in pri tem uporabili metodo »White trap«. Iz polža začnejo izhajati ogorčice, ki po vlažnem filtrnim papirju prehajajo v destilirano vodo. Tako smo namnožili ogorčice ter dobili svež material za izvajanje poskusa. Sledila je faza čiščenja ogorčic, pri kateri smo izvedli centrifugiranje in uporabili 5 % natrijev hipoklorat (Laznik in sod., 2020c). Temu je sledila še druga in tretja faza čiščenja, pri čemer smo za čiščenje uporabili destilirano vodo. Z omenjenim postopkom smo pridobili infektivne ličinke. Suspenzijo smo nato z metodo pipetiranja v kombinaciji z razredčevanjem pripravili do željenih koncentracij (0, 10, 50, 100, 250, 500 IL/polža), ki smo jih uporabili v poskusu.

Poskus je potekal v steklenih petrijevkah ($\varnothing = 9\text{cm}$), kamor smo dali košček sveže solate (vir hrane) in košček papirnate brisače, pomočene v vodo (vir vode). Petrijevke smo ustrezno označili in polže tretirali z 1 mL izbrane koncentracije. Polže smo postavili v gojitveno komoro (tip: RK-900 CH, proizvajalec Kambič laboratorijska oprema d.o.o., Semič). Poskus je potekal pri treh temperaturah; 15, 20 in 25 °C ter 75 % relativni zračni vlagi. Vsako obravnavanje je bilo ponovljeno 20 krat. Pri obravnavanju 0 IL/polža (kontrola) smo polže tretirali z 1 mL navadne vode. Poskus je trajal 28 dni, vsak dan smo pregledali in beležili podatke o sposobnosti hranjenja in smrtnosti polžev, vsak drugi dan zamenjali solato in po potrebi tudi vir vode.

2.3 Statistična analiza

Petrijevke smo iz komore vzeli po vsakem dnevu in preverili umrljivost in sposobnost prehranjevanja polžev glede na različna obravnavanja (0, 10, 50, 100, 250, 500 IL/polža). Zaradi lažje in bolj pregledne obdelave podatkov smo se odločili, da bomo v analizo vključili le podatke po 0, 7, 14, 21 in 28 dneh po nastavitvi poskusa. Vrednosti smo primerjali z uporabo analize multifaktorske variance (ANOVA). Tipični vedenjski odzivi lazarjev med poskusom so bili razvrščeni glede na štiri možne dogodke (Preglednica 1). Številke, uporabljene za indeksiranje dogodkov, so bile uporabljene za količinsko določitev analize. Za izvedbo analize podatkov so bile te vrednosti indeksa uporabljene kot vrednosti spremenljivke odziva "dogodek". Na primer, če je polž v poskusu pojedel list, je bila vrednost dogodka 100 (Preglednica 1). Za oceno razlik v vedenjskem odzivu na različna obravnavanja (0, 10, 50, 100, 250, 500 IL/polža) je bila izvedena dvosmerna analiza variance (ANOVA). Pred analizo smo vsako spremenljivko testirali (vrsta, obravnavanje, temperatura) na homogenost variance in vrednosti. Za analizo razlik med povprečjem posameznih sredstev za tretiranje smo uporabili Duncanov test ($\alpha=0,05$). Celotna statistična analiza je bila izvedena s pomočjo programa Statgraphics Plus za Windows 4.0 (Statistical Graphics Corp., Manugistics, Inc., Rockville, Maryland, USA). Grafe smo naredili z računalniškim orodjem MS Office Excel 2010. Dobljene vrednosti smo prikazali kot povprečje \pm standardna napaka.

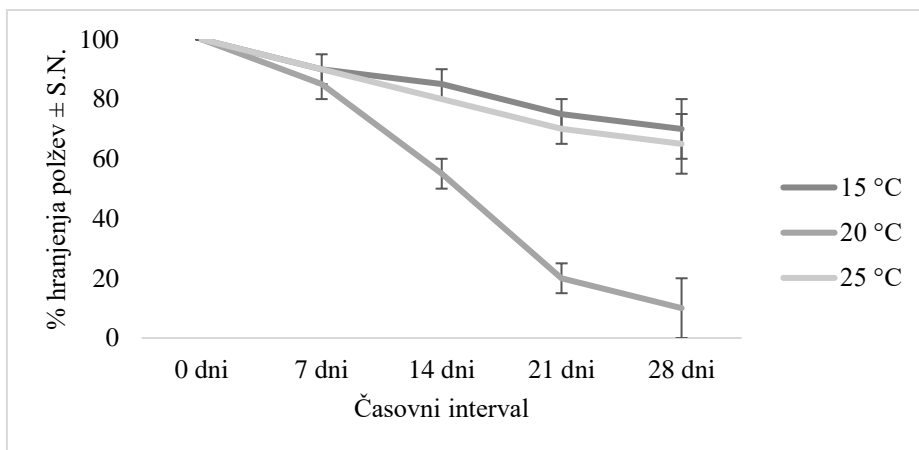
Preglednica 1: Vrednotenje dogodkov

| Opis dogodka | Indeks dogodka (%) |
|----------------|--------------------|
| Polž je živ. | 0 |
| Polž je mrtev. | 100 |
| Polž je jedel. | 100 |
| Polž ni jedel. | 0 |

3 REZULTATI

3.1 *Phasmarhabditis papillosa*

Rezultati poskusa so pokazali, da okužba španskega lazarja z ogorčico vrste *P. papillosa* vpliva na njegovo stopnjo hranjenja. Kot je razvidno iz slike 1, se je hranjenje polžev zmanjšalo že prvi teden po okužbi. Najboljši rezultati so bili doseženi pri temperaturi 20 °C, kjer se je s solato po dveh tednih hranilo le še 55 % okuženih polžev, po enem mesecu pa zgolj še 10 % (slika 1). Koncentracija suspenzije ogorčic ni vplivala na stopnjo hranjenja polžev.

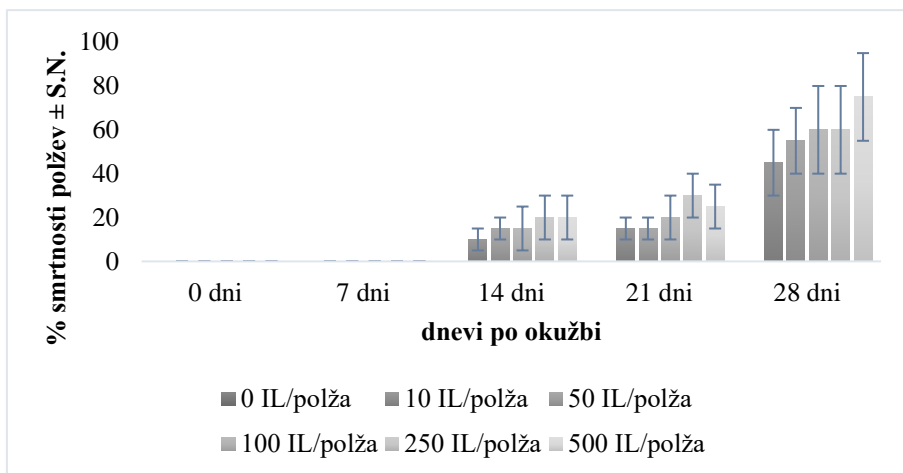


Slika 1: Vpliv na hranjenje po okužbi španskega lazarja z ogorčico *P. papillosa*.

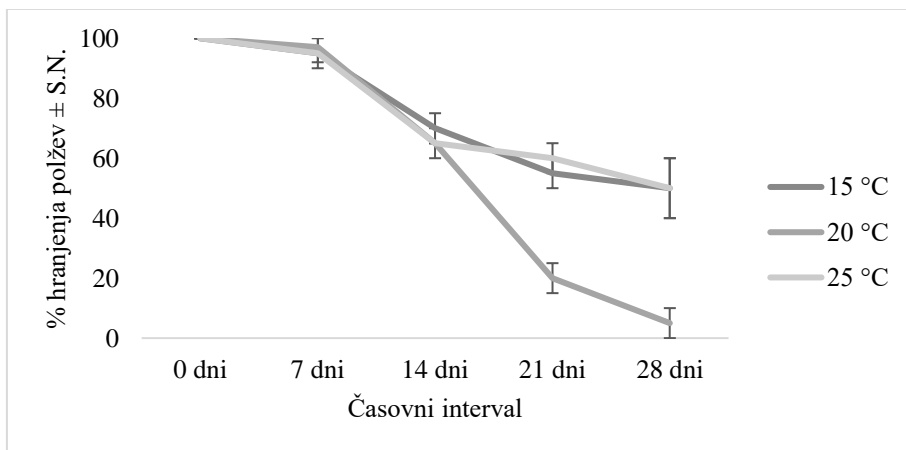
Smrtnost polžev po okužbi z ogorčico vrste *P. papillosa* je pogojena s temperaturo. Pri temperaturah 15 in 25 °C nismo ugotovili smrtnosti polžev v poskusu. Pri temperaturi 20 °C smo smrtnost polžev zabeležili dva tedna po okužbi z ogorčicami. Po enem mesecu je poginilo v povprečju več kot 50 % okuženih polžev z ogorčico *P. papillosa* (slika 2). Koncentracija suspenzije ogorčic ni vplivala na smrtnost polžev.

3.2 *Oscheius myriophilus*

Rezultati poskusa so pokazali, da okužba španskega lazarja z ogorčico vrste *O. myriophilus* vpliva na njegovo stopnjo hranjenja. Kot je razvidno iz slike 3, se je hranjenje polžev zmanjšalo že prvi teden po okužbi. Najboljši rezultati so bili doseženi pri temperaturi 20 °C, kjer se je s solato po dveh tednih hranilo le še 40 % okuženih polžev, po enem mesecu pa zgolj še 10 % (slika 3). Koncentracija suspenzije ogorčic ni vplivala na stopnjo hranjenja polžev.

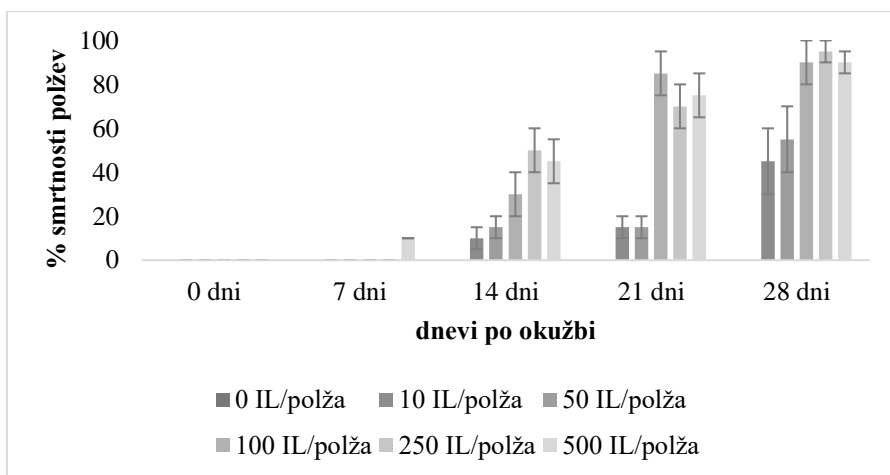


Slika 2: Vpliv na smrtnost španskega lazarja po okužbi z ogorčico *P. papillosa*.



Slika 3: Vpliv na hranjenje po okužbi španskega lazarja z ogorčico *O. myriophilus*.

Smrtnost polžev po okužbi z ogorčico vrste *O. myriophilus* je pogojena s temperaturo. Pri temperaturah 15 in 25 °C nismo ugotovili smrtnosti polžev v poskusu. Pri temperaturi 20 °C smo smrtnost polžev zabeležili že prvi teden po okužbi z ogorčicami. Po enem mesecu je poginilo v povprečju več kot 75 % okuženih polžev z ogorčico *O. myriophilus* (slika 4). Koncentracija suspenzije ogorčic je vplivala na smrtnost polžev. Najboljšo učinkovitost so pokazale koncentracije 100, 250 in 500 IL/polža.



Slika 4: Vpliv na smrtnost španskega lazarja po okužbi z ogorčico *O. myriophilus*.

4 DISKUSIJA

199

Biotično varstvo s parazitsko ogorčico *Phasmarhabditis hermaphrodita* predstavlja alternativo kemičnemu zatiranju. V tujini se za biotično varstvo *P. hermaphrodita* uporablja že dlje časa, v Sloveniji pa je omenjena vrsta ogorčice na seznamu tujerodnih vrst organizmov in se je na prostem zakonsko ne sme uporabljati za namene biotičnega varstva (MKGP, 2019). Pravilnik o biotičnem varstvu rastlin v Sloveniji dovoljuje za namene biotičnega varstva le uporabo domorodnih vrst koristnih organizmov. V letih 2018 in 2021 so slovenski raziskovalci potrdili zastopanost dveh parazitskih ogorčic v Sloveniji - *Phasmarhabditis papillosa* in *Oscheius myriophilus* (Laznik in sod., 2020c). O obeh vrstah je zelo malega znano, kako vplivata na inhibicijo hranjenja in smrtnost polžev. Glede na navedbe avtorjev (Glen in sod., 2000; Grewal in sod., 2001) ima na učinkovitost ogorčic, torej na inhibicijo hranjenja in posledično smrtnost polžev, velik vpliv temperatura in koncentracija suspenzije ogorčic. Tako smo predvidevali, da prej omenjeni vrsti ogorčic nista izjemi in smo preučevali učinkovitost njenega delovanja pri različnih temperaturah (15, 20 in 25 °C) in pri različnih koncentracijah suspenzije ogorčic (0, 10, 50, 100, 250, 500 IL/polža). Ciljna vrsta, ki smo jo zatirali v poskusu je bila španski lazar.

V naši raziskavi smo ugotovili, da so na smrtnost polžev vplivali različni dejavniki; koncentracija suspenzije ogorčic, temperatura, čas in interakcija teh treh dejavnikov. Rezultati raziskave so pokazali visoko stopnjo smrtnosti španskega lazarja pri 20 °C. Po enem mesecu je poginilo v povprečju več kot 50 % okuženih polžev z ogorčico *P. papillosa* in 75 % okuženih polžev z ogorčico *O. myriophilus*. Izredno velik poudarek je na interakciji dejavnikov, saj so le-ti močno vplivali drug na drugega in posledično na smrtnost polžev. Pri temperaturi 20 °C koncentracija ogorčic vpliva na smrtnost polžev, pri nižji (15 °C) in višji temperaturi pa tega vpliva ni.

Wilson in sod. (1993) opisujejo otekanje plašča kot značilen znak okužbe. V naši raziskavi je plašč okuženih polžev uplahnil, prav tako so se polži zvijali za 360° okoli svoje osi in prenehali s hranjenjem. Slednje je po mnenju Glen in sod. (2000) bistveni uspeh ogorčice v biotičnem varstvu. Iz raziskave je razvidno, da imata obe vrsti ogorčic potencial v zatiranju lazarjev. Potrebne so nadaljnje raziskave, predvsem terenske, da bi raziskali, kako bi ogorčice učinkovale v zunanjih pogojih, ko dnevne temperature nihajo. Prav tako je potrebno raziskati vpliv ogorčic na druge koristne organizme in živali, ter način aplikacije.

5 ZAHVALA

Delo je potekalo v okviru projektov J4-3090, P4-0431 in BI-HR/20-21-035 (bilateralno znanstveno-raziskovalno sodelovanje med Slovenijo in Hrvaško), ki jih financira Agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije. Del te raziskave je bil financiran v okviru programa Strokovne naloge s področja varstva rastlin, ki ga financira Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano Fitosanitarne uprave RS. Posebna zahvala gre Nini Škufca Turk, Evi Košak, Evi Metelko in Jaki Rupniku za tehnično pomoč.

6 LITERATURA

- Biobest. 2020. Phasmarhabditits-System.
<http://www.biobestgroup.com/en/biobest/products/biological-pest-control-4463/beneficial-nematodes-4487/phasmarhabditis-system-4624/> (22. apr. 2020)
- BPDB. 2020. *Phasmarhabditis hermaphrodita*.
<https://sitem.herts.ac.uk/aeru/bpdb/Reports/1990.htm#none> (13. feb. 2021)
- EPPO PM 6/3. Safe use of biological control, list of biological control agents widely used in the EPPO region. 2020c: 25 str.
- Glen D. M., Wilson M. J., Brain P., Stroud G. 2000. Feeding Activity and Survival of Slugs *Deroceras reticulatum*, Exposed to the Rhabditid Nematode, *Phasmarhabditis hermaphrodita*: A Model of Dose Response. *Biological Control*, 17: 73-81
- Grewal P. S., Grewal S. K., Taylor R. A. J., Hammond R. B. 2001. Application of molluscicidal nematodes to slug shelters: a novel approach to economic biological control of slugs. *Biological Control*, 22: 72-80
- Khoja S., Eltayef K. M., Baxter I., Bull J. C., Loveridge E. J., Butt T. 2019. Fungal volatile organic compounds show promise as potent molluscicides. *Pest Management Science*, 75, 12: 3392-3404
- Knapič V., Vaupotič M. 2015. Pristop k obvladovanju prereznožitve golih polžev iz rodu *Arion*. 12. Slovensko posvetovanje o varstvu rastlin z mednarodno udeležbo. Ptuj, 3. - 4. marec 2015. Ljubljana, Društvo za varstvo rastlin Slovenije: 94-102
- Laznik Ž., Bohinc T., Franin K., Majič I., Trdan S. 2020a. Efficacy of invasive alien plants in controlling Arionidae slugs. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 18, 1: e1001. DOI: 10.5424/sjar/2020181-15542: 13 str.
- Laznik Ž., Majič I., Horvat A., Trdan S. 2020b. Contact Efficacy of Different Wood Ashes against Spanish Slug, *Arion vulgaris* (Gastropoda: Arionidae). *Applied Sciences-Basel*, 10, 23: 8564. DOI: 10.3390/app10238564
- Laznik Ž., Majič I., Trdan S., Malan A. P., Pieterse A., Ross J. L. 2020c. Is *Phasmarhabditis papillosa* (Nematoda: Rhabditidae) a possible biological control agent against the Spanish slug, *Arion vulgaris* (Gastropoda: Arionidae)? *Nematology*, 0: 1-9
- MKGP. 2019. Seznam tujerodnih vrst organizmov za biotično varstvo rastlin.
- MKGP. 2020. Seznam registriranih fitofarmacevtskih sredstev na dan 23.11.2020.
- Pieterse A., Tiedt L. R., Malan A. P., Ross J. L. 2017. First record of *Phasmarhabditis papillosa* (Nematoda: Rhabditidae) in South Africa, and its virulence against the invasive slug, *Deroceras panormitanum*. *Nematology*, 19: 1035-1050

- Rowson B., Anderson R., Turner J. A., Symondson W. O. C. 2014. The Slugs of Britain and Ireland: Undetected and Undescribed Species Increase a Well-Studied, Economically Important Fauna by More Than 20 %. PLoS ONE, 9, 3: e91907. DOI: 10.1371/journal.pone.0091907
- Wilson M. J., Glen D. M., George S. K. 1993. The Rhabditid Nematode *Phasmarhabditis hermaphrodita* as a Potential Biological Control Agent for Slugs. Biocontrol Science and Technology, 3: 503-511

ČEBULNI RILČKAR (*Oprohinus suturalis* [Fabricius])

Iris ŠKERBOT¹, Igor ŠKERBOT², Magda RAK CIZEJ³, Silvo ŽVEPLAN⁴,
Vesna KUNST⁵

¹ MKGP, UVHVVR, Ljubljana

^{2,5} KGZS, Kmetijsko gozdarski zavod Celje, Celje

^{3,4} Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije, Oddelek za varstvo rastlin, Žalec

IZVLEČEK

Čebulni rilčkar (*Oprohinus suturalis*, sinonim *Ceutorhynchus suturalis*), spada v družino rilčkarjev (Coleoptera, Curculionidae). Je monofagni škodljivec, ki napada predstavnike družine čebulnic (Alliaceae), najpogosteje čebulo (*Allium cepa*), drobnjak (*Allium schoenoprasum*) in hrušico (*Muscari* spp.). Škodljivec je v zadnjih vročih in suhih letih (v letih 2018, 2019 in 2021) povzročil škodo v posameznih posevkih čebule in drobnjaka v Nemčiji. Težave v pridelavi povzroča tudi v Srbiji in na Češkem. Konec julija 2021 smo škodljivca in značilne poškodbe, ki jih povzroča, opazili na čebuli, pridelovani v nizkem tunelu na Koroškem (na nadmorski višini 730 m). Ali gre za rilčkarja, ki do sedaj ni povzročal škode na čebuli, ali gre za novega škodljivca, ki lahko povzroči težave v pridelavi čebule in ostalih čebulnic v Sloveniji? V prihodnje velja več pozornosti nameniti spremljanju njegovega pojavljanja, saj lahko poškodbe na čebulnicah zamenjamo s poškodbami, ki jih povzroča porova zavrtalka (*Phytomyza gymnostoma*).

Ključne besede: čebula, čebulnice, čebulni rilčkar, *Oprohinus suturalis*

ABSTRACT

ONION WEEVIL (*Oprohinus suturalis* [Fabricius])

Onion weevil (*Oprohinus suturalis*, syn. *Ceutorhynchus suturalis*) (Coleoptera, Curculionidae) is a monophagous pest that attacks the onion family (Alliaceae), most commonly the onion (*Allium cepa*), chives (*Allium schoenoprasum*) and *Muscari* spp. In the last hot and dry years (2018, 2019 and 2021), the pest caused damage to individual onion and chives crops in Germany. It also causes production problems in Serbia and the Czech Republic. At the end of July 2021, the pest and the characteristic damage it caused were observed on onions grown in a low tunnel in Carinthia (at an altitude of 730 m). Is it a pest that hasn't caused any damage to onions so far or is it a new pest that can cause problems in the production of onions and other bulbs in Slovenia?

¹ mag., Dunajska cesta 22, SI-1000 Ljubljana, e-pošta: iris.skerbot@gov.si

² univ. dipl. ing. agr., Trnoveljska cesta 1, SI-3000 Celje

³ dr., Cesta Žalskega tabora 2, SI-3310 Žalec

⁴ univ. dipl. ing. kmet., prav tam

⁵ mag. inž. horti., Trnoveljska cesta 1, SI-3000 Celje

In the future, more attention should be made to monitoring its occurrence, as damage to bulbs can be replaced by damage caused by onion leaf miner (*Phytomyza gymnostoma*).

Key words: bulbs, onion, *Oprohinus suturalis*, onion weevil

1 UVOD

Čebulni rilčkar (*Oprohinus suturalis*, sinonim *Ceutorhynchus suturalis*) je škodljivec, ki ga taksonomsko uvrščamo v rod kljunotajev (*Ceutorhynchus*), družino rilčkarjev (Curculionidae) in red hroščev (Coleoptera) (EPPO, 2021). Pri pridelavi zelenjadnic, poljščin, jagod in jabolk se pogosto soočamo s posledicami poškodb, ki jih na rastlinah povzročajo bolj znani predstavniki iz družine rilčkarjev, kot so na primer stebelni kapusov kljunotaj (*Ceutorhynchus pallidactylus* Marsham), grahov obrobkar (*Sitona lineatus* [Linnaeus]), jagodov cvetožer (*Anthonomus rubi* [Herbst]) in jablanov cvetožer (*Anthonomus pomorum* [Linnaeus]) (Kreiselmaier, 2020). Po navedbah Kreiselmaierja (2020) so v nemški pokrajini Pfalz tega hrošča že leta 1939 prvič opisali kot škodljivca čebule. Kot škodljivca čebule ga znova omenjajo po letu 2010. Od leta 2018 pa na tem območju na čebuli opažajo vse večje škode zaradi hranjenja tega hrošča (López Gutierrez, 2022). Po podatkih Kerešijeve in sod. (2016) je ta škodljivec razširjen povsod po Srbiji, težave povzroča zlasti na območju, ki meji na Bolgarijo oziroma na aridnih območjih v sušnih letih. Težave v pridelavi povzroča tudi na Češkem.

Pisnih podatkov o tem škodljivcu v Sloveniji ni. Konec julija 2021 smo škodljivca in značilne poškodbe, ki jih povzroča, opazili na čebuli, pridelovani v nizkem tunelu na Koroškem (na nadmorski višini 730 m). Ker se s tem škodljivcem do konca julija 2021 še nismo srečali, niti na čebuli nismo opazili značilnih poškodb, se postavlja vprašanje, ali gre za škodljivca, ki do sedaj ni povzročal škode na čebuli, ali gre za novega škodljivca, ki lahko povzroči težave v pridelavi čebule in ostalih čebulnic v Sloveniji v prihodnje.

Po podatkih iz Nemčije in Srbije je monofagni škodljivec, ki napada družino čebulnic (Alliaceae), najpogosteje čebulo (*Allium cepa*), drobnjak (*Allium schoenoprasum*) in hrušico (*Muscari* spp.) (Kereši in sod., 2016; Kreiselmaier, 2020).

Strokovnjaki v Nemčiji so v zadnjih letih bolj pozorno preučevali vrsto in povečanje številčnosti populacije povezujejo s podnebnimi spremembami, saj je znano, da številnim vrstam hroščev zelo ustrezata toplota in suša, opuščanju uporabe nekaterih v preteklosti v pridelavi čebule pogosteje uporabljenih sredstev za varstvo rastlin (na primer sredstev na podlagi aktivnih snovi imidakloprid in fipronil), manj pogosti uporabi sredstev za zatiranje resarjev v čebuli in dejstvu, da s strani pridelovalcev čebule hrošč ni bil znan kot škodljivec. Verjetno je, da so pridelovalci poškodbe na rastlinah, ki jih je dejansko povzročil ta škodljivec, zamenjali s poškodbami, ki jih na čebuli povzroči čebulni molj (*Acrolepiopsis assectella* [Zeller]). Težave s hroščem so v posevkih čebule in drobnjaka zaznali po dveh zaporednih suhih in vročih letih, 2018 in 2019 (Kreiselmaier, 2020; López Gutierrez, 2022).

2 BIONOMIJA IN MORFOLOGIJA

Telo odraslih osebkov je dolgo od 2,5 do 3 mm, sivkaste do črne barve s svetlo črto (belim vzdolžnim pasom) po sredini hrbta. Spodnja stran telesa je svetla, noge pa rdečerjave. Glava je podaljšana v značilni rilček. Ličinke so najprej belkaste, pozneje rumene z rjavo glavo. Ličinke v dolžino merijo do 4,5 mm oziroma po nekaterih podatkih do 7 mm in niso dlakave. Imajo ustni aparat za grizenje. Bube so rumenkaste barve in dolge od 2 do 2,5 mm (Kereši et al., 2016; Kreiselmaier, 2020; López Gutierrez, 2022). Čebulni rilčkar prezimi v stadiju odraslega osebkov v tleh in v nemški pokrajini Pfalz ga v posevkih čebule lahko opazijo že od začetka aprila. Večina odraslih osebkov se pojavi od konca aprila do sredine maja in odrasli osebki se v tem času tudi dopolnilno hranijo na listih čebulnic. Mesta hranjenja prepoznamo po okroglih izjedah na listih. Po do sedaj znanih podatkih se prezimeli hrošči na listih hranijo največ do tri tedne. Samice po dopolnilnem hranjenju in parjenju v odprtine na listih, ki so nastale pri hranjenju, odložijo jajčeca. Jajčeca odlagajo posamično. Iz jajčec se izležejo ličinke, ki se navadno v juliju hranijo s parenhimom, kutikula listov pa ostane nedotaknjena (videz okenca) (Kreiselmaier, 2020; López Gutierrez, 2022). Ličinke se prosto hranijo v listih od 15 do 20 dni, nato navadno konec julija skozi izhodni rov zapustijo list, se spustijo na tla in se pomaknejo v tla v globino do 5 cm (Kereši et al., 2016). Tam se zabubijo in v istem letu (avgusta) se izležejo hrošči novega rodu, ki se konec avgusta odpravijo na prezimitev v tla. Hrošče v tem času opazimo v sončnih, brezvetrnih jutrih na konicah listov. Ob dotiku rastline hrošči popadajo na tla, skrijejo noge in zaradi njihove barve ter mirovanja jih na golih tleh težko opazimo (Kreiselmaier, 2020; López Gutierrez, 2022). Škodljivec letno razvije en rod (Kereši et al., 2016; Kreiselmaier, 2020; López Gutierrez, 2022).

204



Slika 1: Odrasla osebka čebulnega rilčkarja na listih čebule (foto: Iris Škerbot).

3 ZNAMENJA NAPADA NA RASTLINAH

Prezimeli hrošči se dopolnilno hranijo na zgornji tretjini listov napadenih rastlin. Z rilčki naredijo na listih okrogle odprtine (luknjice). Luknjice so razporejene v vrsti. Izlegle ličinke objedajo listni parenhim, na listih mesta hranjenja prepoznamo po dolgih progah. V primeru večjega števila ličink in kombinacije s toplim in suhim vremenom, se lahko napadeni listi sušijo, lahko pa propadejo tudi cele rastline. Pri vizualnih pregledih rastlin ličinke same težje opazimo, na njihovo zastopanost pa nas opozorijo njihovi iztrebki, ki se nahajajo v notranjosti listov (Kereši et al., 2016; Kreiselmair, 2020; López Gutierrez, 2022). Njihovi iztrebki so temno zeleno obarvani in imajo obliko kače ali kapljice. Po obliki iztrebkov ličink lahko napad čebulnega rilčkarja ločimo od napada čebulnega molja (iztrebki slednjega drobljeni, pogosto jih opisujejo kot fekalne blazinice) (López Gutierrez, 2022).

Znamenja napada na listih lahko zamenjamo z znamenji, ki jih na rastlinah povzročita čebulni molj ali porova zavrtalka (*Phytomyza gymnostoma* [Loew]). V Nemčiji so poškodbe, ki so nastale kot posledica hranjenja odraslih hroščev, v avgustu in septembru opazili tudi na čebuli čebule (okrogle izjede na zunanjih luskolistih) (López Gutierrez, 2022).

4 ZATIRANJE

205

Za uspešno obvladovanje tega škodljivca, je tako kot za ostale škodljivce, potrebno dobro poznavanje razvoja škodljivca in natančno spremljanje posevkov. Na območjih, kjer je bil škodljivec že opažen, je priporočljivo spremljanje posevkov čebulnic od začetka aprila dalje. Pri spremljanjih moramo biti pozorni tudi na morebitno zastopanost škodljivca in poškodbe, ki jih povzroči na listih drugih gostiteljskih rastlin, na primer na listih hrušice, ki je pogosta okrasna rastlina na naših vrtovih.

Na pridelovalnih območjih, kjer so v preteklih letih zaznali škodljivca, pridelovalcem priporočajo, da pridelavo čebule in drobnjaka v prihodnjem letu čim bolj lokacijsko odmaknejo od pridelave v preteklem letu (prostorska izolacija). Za zatiranje škodljivca z uporabo insekticidov se odločajo od primera do primera (ni splošnega priporočila za zatiranje). Odrasle osebe trenutno še uspešno zatirajo z uporabo insekticidov na podlagi aktivne snovi lambda-cihalotrin (tretiranje je potrebno opraviti ob začetku pojava odraslih hroščev in pred začetkom odlaganja jajčec). Zatiranje ličink je manj uspešno, saj so ličinke v notranjosti listov. Omembe vredno učinkovitost na ličinke so zaznali le v primerih zatiranja resarjev na čebulnicah z uporabo insekticidov na podlagi aktivne snovi spinosad.

5 SKLEPI

Po vsej verjetnosti je čebulni rilčkar vrsta, ki v Sloveniji do sedaj ni povzročala škode na čebuli in drobnjaku. V luči podnebnih sprememb, ki smo jim priča v zadnjih letih, lahko škodljivec v bodoče na posameznih lokacijah občasno povzroči občutno škodo. Strokovnjaki in pridelovalci moramo v prihodnje več pozornosti nameniti spremljanju pojavljanja tega hroščka, saj lahko poškodbe na čebulnicah zamenjamo s poškodbami, ki jih povzročata porova zavrtalka ali čebulni molj. Na škodljivca moramo biti pozorni

že od začetka aprila naprej in natančno pregledovati posevke ter se na podlagi opažanj in vremenskih napovedi odločiti za morebitno ukrepanje.

6 LITERATURA

- EPPO Global Database. <https://gd.eppo.int/taxon/CEUTSU> (28.1.2021)
- Kereši T., Sekulić R., Popović A. 2016. Bolesti i štetočine u hortikulturi (deo - štetočine u hortikulturi). Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Novi SAD. 266 str.
- Kreiselmaier J. 2020. Zwiebelrüssler - Neue Probleme durch alten Bekannten? Pflanzenschutztag Gemüsebau.
- López Gutierrez N. 2022. Befunde aus dem Diagnose-Labor 2021. Rückblick auf die Saison 2021 und Ausblick auf die Saison 2022. Fachseminar Pflanzenschutz im Gemüsebau. https://llg.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Bibliothek/Politik_und_Verwaltung/MLU/LLFG/Dokumente/04_themen/pflanzenschutz/vortrag_veroeffentlichung/3_Lopez_Diagnose_02_02_2022_korr.pdf

STRANSKI UČINKI UPORABE BIOSTIMULATORJEV NA RAZVOJ DVEH SORT ČEBULE POŠKODOVANE OD HERBICIDOV

Andrej PAUŠIČ¹, Mihael LEDNIK², Marjan SIRK³, Mario LEŠNIK⁴

¹⁻⁴ Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede, Hoče

IZVLEČEK

V poljskem poskusu v rastni dobi 2020 smo preučevali vpliv nanosa biostimulatorjev na razvoj čebule, močno poškodovane od herbicidov in vpliv na uspešnost zatiranja bolezni in škodljivcev. Biostimulatorja Batallon 6,5 l/ha (encimi, mikrobi in fulvo kisline) in Bombardier (proteini, mikrobi, rastlinski izvlečki) 5 l/ha, proizvedena s strani podjetja Kimitec iz Španije smo nanесли dvakrat v rastni dobi. Pri čebuli sorte Ptujski luk in hibridu Talon smo analizirali parametre rasti, pojav glivičnih bolezni (*Peronospora destructor* (Berkeley) Caspary, *Stemphylium allii-cepae* X.G. Zhang & T.Y. Zhang) in škodljivca tobakovega resarja (*Thrips tabaci* Lindeman). Uporaba biostimulatorjev je imela značilen vpliv na povečanje pridelka od herbicida prizadete čebule in na uspešnost zatiranja preučevanih bolezni, a ne na uspešnost zatiranja resarja. Ker so poljščine in vrtnine vse bolj pogosto pod različnimi vrstami stresa, bo potrebno izvesti veliko raziskav za razumevanje možnosti vplivanja biostimulatorjev na razvoj rastlin in na zatiranje škodljivih organizmov. Pomembno je pridobiti znanje glede tega, kako obsežen je lahko vpliv uporabe biostimulatorjev na obrambni odziv rastlin v stresnih razmerah. Pod domeno varstva rastlin poleg zatiranja škodljivih organizmov sodi tudi varovanje pred stresom in sanacija škode od stresa.

Ključne besede: čebula, biostimulator, herbicidi, fitotoksičnost, bolezni, škodljivci

ABSTRACT

SIDE EFFECTS OF THE USE OF BIOSTIMULATORS ON THE DEVELOPMENT OF THE TWO VARIETIES OF ONION DAMAGED BY HERBICIDES

In a field experiment in the 2020 season, we studied the impact of biostimulator application on the development of onions severely damaged by herbicides and the impact on disease and pest control performance. Biostimulators Batallon 6.5 l/ha (enzymes, microbes and fulvic acids) and Bombardier (proteins, microbes, plant extracts) 5 l/ha produced by Kimitec from Spain were applied twice a season. The growth parameters, the occurrence of fungal diseases (*Peronospora destructor* (Berkeley) Caspary, *Stemphylium allii-cepae* X.G. Zhang & T.Y. Zhang) and the onion thrips (*Thrips tabaci* Lindeman) were analysed at onions of the Ptujski luk variety and

¹ viš. pred., dr., Pivola 10, SI-2311 Hoče, e-pošta: andrej.pausic@um.si

² študent FKBV-UM

³ mag. kmet., prav tam

⁴ prof. dr., prav tam

the Talon hybrid. The use of bio stimulators had a significant effect on the increase in yield from the herbicide-affected onion and on the effectiveness of the control of the studied diseases, but not on the effectiveness of the control of the thrips. As crops and vegetables are frequently under different types of stress, much research will be needed to understand the potential impact of bio stimulators on the development of crops and control of pests. It is important to gain knowledge about how extensive the impact of the use of biostimulators can be on the defence response of plants in stressful situations. In addition to pest control, the discipline of plant protection also includes protection against stress and remediation of stress damage.

Key words: onion, biostimulator, herbicides, phytotoxicity, diseases, pests

1 UVOD

V skladu z evropsko politiko zmanjševanja porabe fitofarmaceutskih sredstev (FFS), skušamo v varstvo rastlin pred škodljivimi organizmi (ŠO) vklopiti tudi biostimulatorje (BS) (Johnson in sod., 2021). Glede na nov registracijski status v okviru direktive »EC Fertiliser« 1009/1019 (Anonimno, Uredba EU) pri uporabi BS ne izpostavljam neposrednih učinkov na škodljive organizme, temveč učinke za premagovanje biotičnega in abiotičnega stresa ter učinke za stimulacijo fizioloških procesov v rastlinah (Du Jardin, 2015). Pogosto jih uporabimo po tem, ko je rastlina doživela obsežen stres (poškodbe od neurij, suša, mraz, okužbe od povzročiteljev bolezni,...). Pogost vzrok za uporabo biostimulatorjev je tudi pomoč pri regeneraciji rastlin po poškodbah od herbicidov, ker ti niso bili uporabljeni na ustrezen način. Tudi v naši raziskavi smo dva testirana biostimulatorska pripravka uporabili v nasadu čebule, ki je bila močno prizadeta od herbicida. Strokovnjaki za varstvo rastlin se vse bolj pogosto srečujemo z reševanjem posevkov, ki so v stanju obsežnega stresa in potrebujemo dodatna znanja glede uporabe biostimulatorjev. Namen raziskave je bil ugotoviti, ali z uporabo biostimulatorjev lahko pospešimo regeneracijo čebule po poškodbah od herbicidov in, ali ima uporaba biostimulatorjev učinek na velikost populacije nekaterih povzročiteljev bolezni in na škodljivce v razmerah intenzivne rabe FFS.

2 MATERIAL IN METODE DE LA

2.1 Izvedba poljskega poskusa

Na lokaciji Moškanjci pri Ptujju (46°24'11.70"N, 15°59'41.40"E; 213 m. n. v) smo v rastni dobi 2020 izvedli poljski poskus s sistematično razporejenimi parcelicami v pasovih z dvema sortama čebule (Hibridni kultivar 'Talon F1' podjetja Bejo Zaden in lokalni kultivar 'Ptujski luk'). Čebula je bila posejana 20. marca, na grebene 155 cm širine, na razdaljo 19,3 x 8,5 cm. Parcelice so bile velike 21 x 50 m. Pri vsaki sorti čebule smo imeli naslednja poskusna obravnavanja: čebula poškodovana od herbicida brez uporabe BS, čebula poškodovana od herbicida tretirana z BS, čebula brez poškodb od herbicida in tretirana z BS. Več podrobnosti o izvedbi poskusa je na voljo v magistrskem delu M. Lednika (Lednik, 2022). Pri statistični obdelavi podatkov smo izvedli standardni postopek analize variance in razlike med obravnavanji smo primerjali s Tukey-evim (HSD) testom mnogoterih primerjav ($p < 0,05$).

2.2 Uporabljeni pripravki in škropilni program

Za nanos FFS in BS je bila uporabljena škropilnica Amazone 1801 UF z 21 m širine in s šobami Agrotop Hi-speed Turbo-drop 110-04. Škropilni program biostimulatorjev je bil sestavljen iz štirih aplikacij v rastni dobi:

1. 29. 5. 2020 – Bombardier® 5 l/ha v fazi BBCH 14 (razvit 4. list) 48 ur pred 10 mm dežja,
2. 20. 6. 2020 – Bombardier® 5 l/ha v fazi BBCH 18 (razvit 8. list) 48 ur pred 15 mm dežja,
3. 15. 7. 2020 – Batallon® 6,5 l/ha v fazi BBCH 40 (listna osnova se prične debeliti ali širiti), 12 ur pred 22 mm dežja,
4. 10. 8. 2020 – Batallon® 6,5 l/ha v fazi BBCH 45 (čebulica doseže 50 % pričakovanega premera), 24 ur pred 3 mm dežja.

Pripravek Bombardier® (Kimitec Španija) je pridobljen s mikrobo fermentacijo rastlinskih materialov (glej Kimitec 2021a) in pripravek Batallon® (Kimitec Španija) je pridobljen z raztapljanjem fulvo kislin in huminskih kislin ob dodatku dušika in kalijevega oksida (glej Kimitec 2021b).

Preglednica 1: Podatki o uporabi FFS.

| Datum | Pripravek | Količina (kg /ha ali l / ha) | Aktivna snov: |
|--------|-----------------|------------------------------|---------------------------|
| 23. 3. | Stomp aqua | 2,9 | pednimetalin |
| 27. 3. | Basagran 480 | 1 | bentazon |
| | Boxer | 0,5 | prosulfokarb |
| | Challenge 600 | 1,2 | aklonifen |
| 1. 4. | Challenge 600 | 2,5 | aklonifen |
| 8. 4. | Boxer | 3 | prosulfokarb |
| 15. 4. | Lentagran | 2 | piridat |
| 1. 5. | Agil | 1,2 | propakvizafop |
| 29. 5. | Benevia | 0,75 | ciantraniliprol |
| 18. 6. | Penncozeb 75 DG | 2 | mankozeb |
| 20. 6. | Chamane | 1 | azoksistrobin |
| 28. 6. | Luna experience | 0,5 | fluopiram + tebukonazol |
| | Karate zeon 5CS | 0,15 | lambda – cihalothrin |
| 9. 7. | Penncozeb 75 DG | 2 | mankozeb |
| | Laser 240 SC | 0,45 | spinosad |
| 15. 7. | Champ formula 2 | 2,8 | bakrov hidroksid |
| | Ortiva | 1 | azoksistrobin |
| 24. 7. | Penncozeb 75 DG | 2 | mankozeb |
| | Laser 240 SC | 0,45 | spinosad |
| 28. 7. | Penncozeb 75 DG | 2 | mankozeb |
| | Cuprablau Z 35 | 1,5 | bakrov oksiklorid |
| | Signum | 1,2 | boskalid + piraklostrobin |
| 3. 8. | Cuprablau Z 35 | 2,8 | bakrov oksiklorid |
| | Ortiva | 1 | azoksistrobin |
| 10. 8. | Laser 240 SC | 0,45 | spinosad |
| 13. 8. | Fazor | 4 | malein hidrazid |
| | Switch | 1 | ciprodinil + fludioksonil |

209

2.3 Metode ocenjevanja preučevanih parametrov

V poskusu smo analizirali pridelek čebule in pojav nekaterih ŠO. Obseg glivičnih okužb listja od gliv smo ocenili z neposrednim vizualnim ocenjevanjem deleža (%) napadene površine listov. Velikost populacije resarjev smo ocenili s štetjem resarjev (vsi stadiji) na naključno izbranih listih v okviru vidnega polja kvadratne lupe (10 cm²), vedno v isti točki v spodnjem delu lista srednje starosti. Pri vsakem ocenjevanju smo na vsaki ponovitvi poskusne parcelice analizirali 100 naključno izbranih rastlin. Po strojnem izkopu čebule, ki je ostala v linijah grebenov, smo določili 6 m² velike naključne mikroparcelice, pri katerih smo čebulo natančno očistili in jo presortirali na zdrave brezhibne čebule in čebule, ki so bile okužene od povzročiteljev bolezní. Izračunali smo pridelek na ha. Vzorec 30 čebul iz vsake parcelice smo odnesli v laboratorij, kjer smo jih olupili, zmelili in določili skupno topno suho snov z digitalnim refraktometrom (v °Brix).

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

3.1 Analiza pojava bolezní in tobakovega resarja

Razmere za razvoj čebulne plesni (*Peronospora destructor* (Berk.) Casp. Ex Berk.) so bile v rastni dobi 2020 zelo ugodne. Okužba s čebulno plesnijo je bila intenzivna predvsem v sredini rastne dobe. Takrat je pridelovalec posevek tudi pogosto tretiral s fungicidi, ki pa niso bili tako učinkoviti, da bi povsem ustavili bolezen. V preglednici 2 lahko vidimo, da je pri hibridu 'Talon F1' uporaba BS statistično značilno znižala napad oz. okuženost ob koncu rastne dobe zaradi podaljševanja rastne dobe oz. pozitivnega učinka na regeneracijo rastlin.

Preglednica 2: Stopnja okuženosti (% okužene površine lista) zaradi čebulne plesni (*P. destructor*).

| Obravnavanje | Datum ocenjevanja | Datum ocenjevanja | Datum ocenjevanja | Datum ocenjevanja |
|-----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | 15. 6. 2020 | 5. 7. 2020 | 7. 8. 2020 | 22. 8. 2020 |
| 'Talon F1' | | | | |
| Z biostimulatorjema | 2,34 a | 7,22 a | 30,50 a | 55,00 a |
| Brez biostimulatorjev | 2,25 a | 13,39 b | 36,35 a | 70,30 b |
| 'Ptujski lúk' | | | | |
| Z biostimulatorjema | 0,87 a | 1,03 a | 14,60 a | 29,80 a |
| Brez biostimulatorjev | 0,68 a | 2,32 b | 13,80 a | 30,10 a |

a–b- Povprečne vrednosti ocenjevanj znotraj posameznega kultivarja in datuma ocenjevanja, ki so označene z različno črko, se med seboj statistično značilno razlikujejo (Tukey-ev HSD test, $p < 0,05$).

Pri sorti 'Ptujska rdeča' so razlike med tretiranimi in netretiranimi rastlinami sicer bile, a minimalne. Predpostavljamo, da je v tem primeru tretiranje z BS nekoliko pomagalo pri regeneraciji rastlin močneje prizadetih zaradi okužb od plesni. Vsekakor pa uporaba biostimulatorjev ni imela pomembnega vpliva na obseg okužb od plesni. Rezultat moramo komentirati v okviru izvedbe intenzivnega fungicidnega škropilnega programa, kjer je navadno učinek BS manj opazen. Do drugačnega zaključka pa je

prišel Nevreden (2021), ki je v poskusu, v katerem je na čebuli uporabil pet biostimulatorjev, ugotovil, da je škropljenje z njimi povečalo stopnjo okužbe s čebulno plesnijo. V poskusu so bili uporabljeni različni pripravki na podlagi alg, silicija, aminokislin in izvlečkov kopriv, vrbe in olj v kombinaciji s klasičnimi FFS. Avtor je ugotovil, da so vsi biostimulatorji v vseh obravnavanjih povečali stopnjo okužbe v primerjavi s kontrolo. Obeh poskusov ne moremo primerjati, ker je bilo fiziološko stanje čebule povsem različno.

Druga bolezen, ki smo jo ocenjevali, je rjava pegavost čebule (*Stemphylium vesicarium* (Wallroth) E.G. Simmons = *Pleospora allii* (Rabenhorst) Cesati & de Notaris). Tako smo ocenili po pregledu trosov pod mikroskopom. Morda je okužbe povzročila gliva *Stemphylium allii-cepae* X.G. Zhang & T.Y. Zhang, saj nismo izvedli molekulskih tehnik določanja vrstne pripadnosti. Rezultati v preglednici 3 kažejo, da je imela uporaba BS pozitiven učinek na zmanjšanje deleža okužene površine lista. Pri obeh kultivarjih se je proti koncu rastne dobe videlo, da je bila stopnja okužbe tretiranih rastlin nižja. Če upoštevamo, da so glive rodu *Stemphylium* označene kot bolj sekundarni paraziti, je njihova okužba posredno povezana z oslavitvijo tkiv od plesni in od poškodb od herbicidov. Sicer lahko v mokrih poletjih glive povzročiteljice rjave pegavosti listov okužijo tudi zdrave liste, kot primarni paraziti (Hay in sod., 2021). V našem poskusu kaže, da povečana regeneracija listov po uporabi BS nekoliko zmanjša občutljivost le teh za okužbe od *P. allii*.

211

Preglednica 3: Stopnja okuženosti (% okužene površine lista) od rjave pegavosti čebule (*Pleospora allii*).

| Obravnavanje | Datum ocenjevanja | | | |
|-----------------------|-------------------|------------|------------|-------------|
| | 15. 6. 2020 | 5. 7. 2020 | 7. 8. 2020 | 22. 8. 2020 |
| 'Talon F1' | | | | |
| Z biostimulatorjema | 0,21 a | 5,30 a | 9,30 a | 18,80 a |
| Brez biostimulatorjev | 0,32 a | 7,70 a | 14,90 b | 26,70 b |
| 'Ptujski luk' | | | | |
| Z biostimulatorjema | 0,00 a | 0,00 a | 3,40 a | 12,70 a |
| Brez biostimulatorjev | 0,01 a | 0,36 b | 6,10 b | 17,90 a |

a–b Povprečne vrednosti ocenjevanj znotraj posameznega kultivarja in datuma ocenjevanja, ki so označene z različno črko, se med seboj statistično značilno razlikujejo (Tukey-ev HSD test, $p < 0,05$)

Populacija tobakovega resarja (*Thrips tabaci* Lindeman) je bila v preučevanem posevku čebule zmerna. Enako velja za stopnjo poškodovanosti listov, ki smo jo prepoznali po srebrnih lisah na listih. Mokro poletje je verjetno otežilo razvoj škodljivca. V preglednici 4 vidimo, da je pri hibridu 'Talon F1' uporaba BS v začetku rastne dobe nekoliko zmanjšala populacijo resarja. Morda ima pripravek Bombardier® repelentni učinek. V drugem delu rastne dobe se je število resarjev povečalo na rastlinah, ki so bile tretirane z BS. Razlog temu je verjetno boljše fiziološka kondicija z BS tretiranih rastlin in posledično boljše prehranske razmere za resarje. Resarji so se preselili na rastline z boljšo prehransko vrednostjo. Tudi Buckland in sod. (2013) so v poskusu z zmanjšano količino dodanega dušika v kombinaciji z dodajanjem BS

dokazali, da se populacija resarjev lahko poveča. Pokazali so, da zmanjšana količina dodanega dušika zmanjša populacijo resarjev, medtem ko se pri zmanjšani količini N v kombinaciji z dodanim BS pokaže negativni učine, oz. je populacija resarjev enako velika kot pri klasični polni količini dodanega N. V preglednici 4 vidimo, da je stanje pri sorti 'Ptujski lük' podobno. Omenjena sorta je bila tudi bolj poškodovana od herbicida, zaradi česar je bila manj privlačna za napad resarjev. Proti koncu rastne dobe je bila pri obeh sortah populacija resarjev statistično značilno višja pri tretiranih rastlinah. Razlog, kot že omenjeno, je učinek obeh BS, ki izboljšajo fiziološko kondicijo listov in so zato rastline bolj privlačne za resarje.

Preglednica 4: Povprečno število resarjev vseh razvojnih stadijev na površju lista (10 cm²).

| Obravnavanje | Datum ocenjevanja | Datum ocenjevanja | Datum ocenjevanja | Datum ocenjevanja |
|-----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | 10. 7. 2020 | 30. 7. 2020 | 7. 8. 2020 | 22. 8. 2020 |
| 'Talon F1' | | | | |
| Z biostimulatorjema | 0,23 a | 1,25 a | 3,66 a | 1,91 b |
| Brez biostimulatorjev | 1,01 b | 1,09 a | 2,74 a | 0,92 a |
| 'Ptujska rdeča' | | | | |
| Z biostimulatorjema | 0,67 a | 0,93 a | 1,41 b | 1,08 b |
| Brez biostimulatorjev | 3,09 b | 1,07 a | 0,47 a | 0,42 a |

a–b Povprečne vrednosti ocenjevanj znotraj posameznega kultivarja in datuma ocenjevanja, ki so označene z različno črko, se med seboj statistično značilno razlikujejo (Tukey HSD test, $p < 0,05$).

212

3.2 Analiza količine in kakovosti pridelka ter ekonomike uporabe biostimulatorjev

Iz preglednice 5 je razvidno, da je pri hibridu 'Talon F1', pri čebuli poškodovani od herbicida, uporaba BS statistično značilno povišala pridelok zdrave čebule 1. razreda (iz 46,870 t/ha na 52,583 t/ha). Uporaba BS je pri čebuli poškodovani od herbicida zmanjšala tudi količino okuženega pridelka čebule. Zaradi deževnega drugega dela poletja so čebulo močno napadle bakterije iz rodu *Erwinia*. Razvila se je mehka gniloba čebule, ki jo povzročajo bakterije iz omenjenega rodu. Pogosto okužbe niso vidne takoj na njivi in gre za bolj skladiščno bolezen. V našem poskusu so se okužbe že zelo dobro videle ob spravi čebule. Sklepamo lahko, da je uporaba BS pripomogla k ojačanju rastline po poškodbi zaradi nepravilne uporabe herbicida in so bile zato poškodovane rastline manj okužene. Do podobnega zaključka so v raziskavi prišli tudi Gomah in sod. (2015). V poskusu, kjer so testirali BS na podlagi hitosana, ekstraktov morskih alg ali huminskih kislin, so ugotovili, da uporaba BS učinkuje proti nastanku mehke gnilobe pri skladiščenju čebule. Razloge temu pripisujejo učinku BS, ki so povečali koncentracijo fotosintetskih pigmentov v listih rastlin in količino fenolov v čebulah, obenem so pa zmanjšali lipidno peroksidacijo v čebuli.

Preglednica 5: Količina pridelka čebule.

| Obravnavanje | Zdravi pridelek 1. razreda [kg/ha] | Okuženi pridelek [kg/ha] | Skupni pridelek [kg/ha] | Odstotek zdravega pridelka 1. razreda [%] | Odstotek okuženega pridelka [%] |
|------------------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------------|
| 'Talon F1' | | | | | |
| Z biostimulator- jema – PH | 52.583 b | 7.512 b | 60.095 b | 87,50 ab | 12,50 ab |
| Brez biostimulator- jev – PH | 46.870 a | 8.598 b | 55.468 a | 84,50 a | 15,50 b |
| Z biostimulator- jema – brez PH | 59.361 b | 4.054 a | 63.590 b | 93,62 b | 6,37 a |
| 'Ptujski lük' | | | | | |
| Z biostimulator- jema – PH | 21.265 b | 194 b | 21.534 b | 98,75 ab | 2,62 b |
| Brez biostimulator- jev - PH | 14.438 a | 153 ab | 14.828 a | 97,375 a | 1,25 ab |
| Z biostimulator- jema - brez PH | 26.129 c | 79 a | 26.208 c | 99,7 b | 0,30 a |

a-b Povprečne vrednosti znotraj posameznega kultivarja in obravnavanja, ki so označene z različno črko, se med seboj statistično značilno razlikujejo (Tukey-ev HSD test, $p < 0,05$)

PH – poškodbe zaradi neustrezne rabe herbicida

213

Vidimo lahko tudi, da je bil skupni pridelek pri hibridu 'Talon F1', ki ni bil poškodovan od herbicida (63.590 kg/ha) in je bil tretiran z BS, za 3,49 t/ha večji kot pri tretirani čebuli s poškodbami od herbicidov (60.095 kg/ha). Teh dveh obravnavanj sicer ne moremo neposredno primerjati, ker imamo dva interaktivna učinka; uporabo BS in učinek neizpostavljenosti delovanju herbicida. Vsekakor pa ta primerjava ob pogledu na podatke za netretirano čebulo (55.468 kg/ha) kaže, da so poškodbe zaradi herbicida pridelok zmanjšale za 8,12 t/ha (to je za 12,77 %). Povečanje pridelka čebule in zmanjšanje izgube med skladiščenjem so za BS dokazali tudi Shehata in sod. (2017). V poskusu s petimi različnimi BS, na podlagi aminokislin, huminskih kislin, morskih alg ali bora, so ugotovili, da tretiranja s huminskimi kislinami ali aminokislinami povečajo pridelok in zmanjša izgube po več mesecih skladiščenja.

Uporaba BS je pomagala ublažiti posledice poškodb od herbicida tudi pri sorti 'Ptujski lük', kar vidimo v preglednici 5. Sorta 'Ptujski lük' je bila bolj poškodovana zaradi herbicida kot hibrid 'Talon F1'. Razlika v pridelku tretirane in netretirane čebule je bila statistično značilno visoka. Pridelok tretirane, od herbicida poškodovane čebule, je bil za 6,82 t/ha večji od pridelka čebule, ki jo je poškodoval herbicid in tudi od netretirane čebule. Naredili smo tudi zelo preprost ekonomski izračun smiselnosti uporabe BS. Primerjali smo vrednost povečanega pridelka in stroške nakupa BS, kar je prikazano v preglednici 6. Stroškov aplikacije nismo upoštevali, ker lahko pridelovalec BS nanese ob aplikaciji fungicidov, ki jo v čebuli izvajamo pogosto.

Iz preglednice 6 lahko vidimo, da se količina zdravega pridelka pri hibridu 'Talon F1' ob uporabi BS poveča za 5,71 tone (iz 46.870 kg/ha na 52.583 kg/ha). Pri prodajni ceni čebule 0,2 €/kg se vrednost pridelka poveča za 1.142,60 €/ha, če odštejemo strošek nakupa BS pridemo na končno vrednost koristi 866,60 €/ha.

Pri sorti 'Ptujski lük' je zaradi tradicionalnosti sorte prihodek še višji. Ob višji prodajni ceni te sorte čebule (0,7 €/kg) se vrednost pridelka poveča za 4.778,90 €/ha in če odštejemo strošek nakupa BS, dobimo končno vrednost koristi 4.502,90 €/ha. Če upoštevamo dejstvo, da so v trenutnih razmerah prodajne cene čebule zelo spremenljive in se višajo, bi lahko v kalkulaciji upoštevali tudi bistveno višje cene, kar bi dobičkonosnost uporabe biostimulatorjev še povečalo.

Preglednica 6: Primerjava vrednosti izgub pridelka ter stroškov uporabe biostimulatorjev.

| Obravnavan je | Zdrav pridelek 1. razreda [kg/ha] | Cena čebule [€/kg] | Povečanje vrednosti pridelka [€/ha] A = V1 – V2 | Strošek uporabe biostimulatorjev [€/ha] B | Razlika med A in B [€/ha] |
|------------------------------|-----------------------------------|--------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------|
| 'Talon F1' | | | | | |
| Z biostimulatorjem – PH | 52.583 | 0,20 | 1.142,60 | 276 | 866,60 |
| Brez biostimulatorja – PH | 46.870 | 0,20 | | | |
| Z biostimulatorjem - brez PH | 59.361 | 0,20 | | | |
| 'Ptujski lük' | | | | | |
| Z biostimulatorjem - PH | 21.265 | 0,70 | 4.778,90 | 276 | 4.502,90 |
| Brez biostimulatorja - PH | 14.438 | 0,70 | | | |
| Z biostimulatorjem - brez PH | 26.129 | 0,70 | | | |

PH – poškodovano zaradi neustrezne uporabe herbicida.

4 SKLEPI

Uporaba preučevanih biostimulatorjev lahko pospeši regeneracijo čebule po poškodbah od herbicidov. Ob izvajanju intenzivnega integriranega škropilnega programa pri majhni frekvenci uporabe biostimulatorjev tipa Bomabrdier in Batalon lahko pričakujemo le manjše učinke na velikost populacije povzročiteljev bolezni in na tobakovega resarja. Glede na razmerje med obsegom povečanja pridelka in stroški

uporabe biostimulatorjev je njihova uporaba vsekakor ekonomsko smiselna, še posebno v razmerah pojava obsežnih poškodb čebule od herbicidov.

5 ZAHVALA

Za podpori pri izvedbi raziskave se zahvaljujemo podjetju Metrob d.o.o.

6 LITERATURA

- Anonimno. 2019. Uredba (EU) 2019/1009 – določitev pravil o omogočanju dostopnosti sredstev za gnojenje EU na trgu. (2021). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SL/TXT/HTML/?uri=LEGISSUM:4406079>.
- Buckland, K., Reeve, J. R., Alston, D., Nischwitz, C. in Drost, D. 2013. Effects of nitrogen fertility and crop rotation on onion growth and yield, thrips densities, Iris yellow spot virus and soil properties. *Agriculture, ecosystems & environment*, 177: 63–74.
- Du Jardin, P. 2015. Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. *Scientia Horticulturae*, 196: 3–14. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.021>.
- Gomah, A., Abdallah, M., Haroun, S., Farouk, S. in Badr, H. 2015. Exploitation of Biostimulants as an Alternative Strategy to Control Bacterial Rot Diseases of Onion (*Allium cepa* L.). *Egyptian Journal of Phytopathology*, 43, 1: 65–77.
- Hay, F., Heck, D., Sharma, S., Klein, A., Hoepting, C., Pethybridge, S. J. 2022. Stemphylium Leaf Blight of Onion. The Plant Health Instructor- Plant Disease Profiles 21, 12 s. DOI: [10.1094/PHI-P-2022-01-0001](https://doi.org/10.1094/PHI-P-2022-01-0001).
- Johnson, C., Sierra, A. R., Dettmer, J., Sidiropoulou, K., Zicmane, E., Canalis, A., Llorente, P., Paiano, P., Mengal, P., Puzzolo, V. 2021. The Bio-Based Industries Joint Undertaking as a catalyst for a green transition in Europe under the European Green Deal. *EFB Bioeconomy Journal*, <https://doi.org/10.1016/j.bioeco.2021.100014>.
- Kimitec Group. 2021a. Bombardier label. <https://sustainablefarming.com.au/wp-content/uploads/2019/09/Bombardier-Label-SFS.pdf>
- Kimitec Group. 2021b. Battalion label. <https://sustainablefarming.com.au/wp-content/uploads/2019/09/Batallon-Label-SFS.jpg>
- Lednik, M. 2022. Vpliv biostimulatorjev na rast in razvoj čebule (*Allium cepa* L.) ter na stopnjo napada boleznih in škodljivcev. Magistrsko delo. Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede. <https://dk.um.si/Dokument.php?id=156857&lang=slv>
- Nevreden, D. 2021. Preučevanje kompatibilnosti štirih biostimulantov s sintetičnimi fungicidi na čebuli (*Allium cepa* L.) v poljskih razmerah. Diplomsko delo. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta. <https://repozitorij.uni-lj.si/IzpisGradiva.php?id=134077>
- Shehata, S. A., Abdelgawad, K. F., El-Mogy, M. M. 2017. Quality and shelf-life of onion bulbs influenced by biostimulants. *International Journal of Vegetable Science*, 23, 4: 362-371. <https://doi.org/10.1080/19315260.2017.1298170>

ZATIRANJE PLEVELOV V ČEBULI (*Allium cepa* L.) S HERBICIDI

Silvo ŽVEPLAN¹, Franček POLIČNIK², Jože MIKLAVC³, Boštjan MATKO⁴, Miro MEŠL⁵, Marjeta MIKLAVC⁶, Leonida LEŠNIK⁷, Evgen PULKO⁸,
Urška ŠKRABAR⁹, Andrej ŠUVAK¹⁰, Andrej VONČINA¹¹

¹⁻²Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije, Žalec

³⁻¹⁰Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije, Kmetijsko gozdarski zavod Maribor

¹¹Kmetijski inštitut Slovenije, Ljubljana

IZVLEČEK

Zatiranje plevelov je eden od najpomembnejših agrotehničnih ukrepov v pridelavi čebule. Pridelovalci se spomladi pogosto soočajo s sušnimi obdobji. Vznik plevelov je zaradi tega neenakomeren, kar ima za posledico nezadostno učinkovitost delovanja herbicidov. V tujini za zatiranje plevelov uporabljajo herbicide oziroma kombinacije herbicidov v nižjih in deljenih odmerkih, da tako zatrejo vznik plevelov skozi daljše obdobje. Odmerki večkratne uporabe herbicidov ne presegajo skupnega enkratnega odmerka. Z uporabo nižjih odmerkov se prepreči izpiranje aktivnih snovi uporabljenih herbicidov v nižje plasti tal in onesnaževanje podtalnice. Poleg tega je hitrejša tudi mikrobiološka razgradnja aktivnih snovi herbicidov v tleh. Z namenom preverbe v naših razmerah smo v letu 2021 na Inštitutu za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije, Kmetijsko gozdarskem zavodu Maribor in Kmetijskem inštitutu Slovenije izvedli poljske poskuse za zatiranje plevelov v čebuli (*Allium cepa* L.). Preverjali smo učinkovitost herbicidov Sharpen plus (a.s. *pendimetalin*) in Lentagran WP (a.s. *piridat*). Herbicida smo preizkušali samostojno, v kombinaciji obeh in v kombinaciji obeh v dveh in treh deljenih odmerkih. Bločno zasnovani poskusi so bili opravljeni na treh lokacijah, s šestimi obravnavanji, v štirih ponovitvah. Tekom poskusov smo ocenjevali učinkovitost in fitotoksičnost posameznih herbicidov po njihovi aplikaciji ter ob koncu ovrednotili pridelek posameznih obravnavanj. Poudarek je bil na zatiranju plevelov v zgodnjih razvojnih fazah v kombinaciji z deljenimi odmerki, s katerimi smo uspeli podaljševati učinkovitost herbicidov na plevelne vrste. Posledično so bili pri

216

¹ univ. dipl. inž. kmet., Oddelek za varstvo rastlin, Cesta Žalskega tabora 2, SI-3310 Žalec, e-pošta: silvo.zveplan@ihps.si

² mag. inž. hort., prav tam

³ mag. znanosti, Oddelek za varstvo rastlin, Vinarska ulica 14, SI-2000 Maribor

⁴ mag. znanosti, prav tam

⁵ univ. dipl. inž. kmet., prav tam

⁶ univ. dipl. inž. kmet., Javna služba kmetijskega svetovanja, Vinarska ulica 14, SI-2000 Maribor

⁷ mag. inž. hort., Oddelek za varstvo rastlin, Vinarska ulica 14, SI-2000 Maribor

⁸ mag. inž. agr., prav tam

⁹ mag. inž. agr., prav tam

¹⁰ univ. dipl. inž. kmet., Javna služba kmetijskega svetovanja, Vinarska ulica 14, SI-2000 Maribor

¹¹dr., Oddelek za varstvo rastlin, Hacquetova ulica 17, SI-1000 Ljubljana

obravnavanjih z deljenimi odmerki herbicidov pridelki čebule večji. V poskusih nismo zaznali fitotoksičnosti herbicidov za čebulo.

Ključne besede: *Allium cepa* L., čebula, fitotoksičnost, herbicidi, pleveli

ABSTRACT

WEED MANAGEMENT IN ONION (*Allium cepa* L.) WITH HERBICIDES

Weed management is one of the most important agro-technical measures in onion production. Drought periods are common in spring. The emergence of weeds is therefore uneven, resulting in insufficient performance of herbicides. Split application of herbicides at reduced rates or multiple herbicide applications can be used in order to control weeds emerging over a prolonged time period. Combined, reduced rates should not exceed the rate allowed for weed management in a crop. Reduced rate of herbicide prevents leaching through soil profile and groundwater pollution. In addition, microbiological decomposition of active substances is faster. Weed control trials in onion (*Allium cepa* L.) were conducted by Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije, Kmetijsko gozdarski zavod Maribor and Kmetijski inštitut Slovenije in 2021. Effect of two herbicides (Sharpen Plus –*pendimethalin* and Lentagran WP – *pyridate*) applied once at labelled rate and split applied as two or three equal applications was tested. A block design experiment with six treatments in four blocks was set at each of the three locations. Herbicide efficacy and phytotoxicity was assessed visually and yield of the crop was assessed at the end of each experiment. Individual applications of herbicides were timed to control weeds in early growth stages. Herbicide efficacy was prolonged with the use of split application which resulted in higher yield of onion in treatments where split application was used. During the trials, no phytotoxicity was observed.

Key words: *Allium cepa* L., herbicides, onion, phytotoxicity, weeds

1 UVOD

Pridelava čebule predstavlja pomemben del pridelave zelenjadnic v Sloveniji. Uravnavanje plevelne vegetacije v čebuli je v določenih pogledih lahko zahtevno. Listna površina čebule je relativno majhna. Čebula je rastlina, ki zaradi svoje relativno majhne listne površine in načina rasti nikoli popolnoma ne prekrije medvrstnega prostora. Uravnavanje plevelne vegetacije je zato potrebno skozi celotno rastno dobo pridelave te zelenjadnice (Dunan in sod., 1999). Ker je tekmovalna sposobnost plevelov za hranila, vodo in življenjski prostor velika, lahko njihova velika prisotnost neugodno vpliva na rast čebule (Boydston in Seymour, 2002), končni pridelek (Uygur in sod., 2010) in na kakovost le-tega zaradi večje možnosti za okužbe z boleznimi in zastopanosti škodljivcev (Wisler in Norris, 2005; Smith in sod, 2011).

Populacijo plevelov lahko uravnavamo z različnimi agrotehničnimi ukrepi. Ker je mehansko zatiranje plevelov z vidika občutljivosti čebule na poškodbe lahko zahtevno (Melander in sod., 2005), je eden glavnih ukrepov v integrirani pridelavi čebule še vedno kemično zatiranje. Ker je pokrovnost čebule, sploh v prvih fazah rasti, zelo

majhna, je vznik plevelov daljše obdobje relativno neoviran. Učinkovitost talnih herbicidov, ki jih uporabimo v tem času (pred vznikom in kmalu po njem) v enem odmerku, je omejeno samo na krajše obdobje kalitve in vznika plevelov in zato na daljši rok slabše. Eden od ukrepov, s katerim zmanjšamo zapleveljenost v daljšem obdobju rasti čebule, je uporaba deljenih odmerkov herbicidov (Lockhart in Howatt, 2004; Wilson, 1992). Za uravnavanje plevelov se lahko uporabijo zmanjšani odmerki herbicidov in kombinacije herbicidov za uporabo pred in po vzniku. Seveda z uporabo večkratne aplikacije sredstva ne smemo preseči skupnega dovoljenega odmerka v sezoni. Uporaba manjših odmerkov herbicidov je v posevku čebule lahko ugodna tudi iz vidika zmanjšanja možnosti poškodb gojenih rastlin zaradi fitotoksičnosti herbicida. Manjša količina aktivne snovi se v tleh hitreje razgradi (Celina in sod., 2011). Ker se manjše koncentracije herbicidnih sredstev vežejo na talne delce in se težje spirajo v nižje plasti tal in podtalnico, je uporaba deljenih odmerkov smiselna tudi iz vidika varovanja okolja. Uporaba sredstev z različnim načinom delovanja je pomembna tudi z namenom zmanjševanja odpornosti plevelov na herbicide (HRAC, 2017).

2 MATERIALI IN METODE

Poskus zatiranja plevelov v čebuli smo izvedli na Kmetijskem inštitutu Slovenije (KIS) (GERK: 3240025), Inštitutu za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije v Žalcu (IHPS) (GERK: 4688876) in Kmetijsko gozdarskem zavodu v Mariboru (KGZ MB) (GERK: 5828278). Poskus je bil zasnovan kot bločni poskus s štirimi ponovitvami s po 6 obravnavanji. Aplikacija sredstev je bila izvedena v času od saditve do faze 6. listov z nahrbtno škropilnico na stisnjen zrak, s katero smo zagotovili enakomeren nanos sredstev. Podatki o škropilnem programu so vidni v preglednici 1. Osredotočili smo se na plevela, ki so bili prisotni na vseh poskusih, to so: breskova dresen (*Polygonum persicaria*, G.) (POLPE), bela metlika (*Chenopodium album*, L) (CHEAL), navadna zvezdica (*Stellaria media*, L.) (STEME), drobnocvetni rogoviček (*Galinsoga parviflora*, Cav) (GASPA), navadni plešec (*Capsella bursa-pastoris*, L.) (CAPBP), perzijski jetičnik (*Veronica persica*, Poir) (VERPE), srhkodlakavi ščir (*Amaranthus retroflexus*, L.) (AMARE), njivski slak (*Convolvulus arvensis*, L) (CONAR).

Preglednica 1: Osnovni podatki o škropilnem programu.

| Obravnavanje | Pripravek | Sestava | Odmerek (kg/l ha) | Čas škropljenja |
|--------------|--------------|-------------------|-------------------|-----------------|
| 1 | KONTROLA | / | / | / |
| 2 | SHARPEN PLUS | Pendimetalin 40 % | 4,0 | Preem |
| 3 | LENTAGRAN WP | Piridat 45 % | 2,0 | Postem 1 |
| 4 | SHARPEN PLUS | Pendimetalin 40 % | 4,0 | Preem |
| | LENTAGRAN WP | Piridat 45 % | 2,0 | Postem 1 |
| 5 | SHARPEN PLUS | Pendimetalin 40 % | 3,5 | Preem |

| | | | | |
|---|--------------------------------|----------------------------------------|--------------|----------|
| | SHARPEN PLUS + LENTAGRAN WP | Pendimetalin 40 % + Piridat 45 % | 0,5 + 1,0 | Postem 1 |
| | LENTAGRAN WP | Piridat 45 % | 1,0 | Postem 2 |
| 6 | SHARPEN PLUS | Pendimetalin 40 % | 3,0 | Preem |
| | SHARPEN PLUS + LENTAGRAN WP | Pendimetalin 40 % + Piridat 45 % | 0,5+ 0,5 | Postem 1 |
| | SHARPEN PLUS + LENTAGRAN WP | Pendimetalin 40 % + Piridat 45 % | 0,5+ 0,75 | Postem 2 |
| | LENTAGRAN WP | Piridat 45 % | 0,75 | Postem 3 |

Učinkovitosti pripravkov smo ocenili z vizualno-procentualno oceno po skali za ocenjevanje učinkovitosti herbicidov: odlično: 100 – 98 %, zelo dobro: 97 – 94 %, dobro: 93 – 92 %, zadovoljivo: 91 – 87 %, ne zadovoljivo: 86 – 65%, popolnoma nezadovoljivo: < 64 %. Pridelek smo pobrali in stehtali.

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

Učinkovitost apliciranih herbicidov je bila ocenjena pred pobiranjem pridelka. Osredotočili smo se na plevela v vseh treh poskusih. Rezultati so predstavljeni v preglednici 2. Fitotoksičnosti nismo opazili.

219

Uporaba herbicidov je v vseh obravnavanjih prispevala k manjši zastopanosti plevelov na pridelovalnem zemljišču, kar je pokazala primerjava s kontrolnim obravnavanjem in končnim pridelkom (preglednica 2, 3).

Najboljšo učinkovitost apliciranih sredstev smo dosegli pri obravnavanjih (4, 5, 6) škropljenih s kombinacijo obeh herbicidov, kar se je pokazalo tudi na masi pridelka. Najmanj učinkovita je bila uporaba samo sredstva Lentagran WP v enojnem odmerku takoj po vzniku čebule.

Največji pridelek smo dosegli pri obravnavanjih, pri katerih je bila uporabljena aplikacija herbicidov v deljenih odmerkih. Pri kontrolnih obravnavanjih je bil povprečni pridelek 19,93 t/ha, medtem ko je bil pridelek pri obravnavanjih z deljenimi odmerki herbicida večji od kontrolnega med 10,44 in 25,8 t/ha.

Preglednica 2: Ocenjevanje učinkovitosti herbicidov.

| Kode plevelov | KIS | | | | | |
|---------------|----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| | Obnavnanja | | | | | |
| | 1=kontrola | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| POLPE | 0 | 85 | <50 | 75 | 93 | 99 |
| CHEAL | 0 | 99 | <50 | 99 | 99 | 99 |
| STEME | 0 | 77 | <50 | 98 | 95 | 97 |
| GASPA | 0 | 52 | <50 | <50 | 99 | 98 |
| CAPBP | 0 | 90 | <50 | 99 | 99 | 95 |
| Kode plevelov | IHPS | | | | | |
| | Obnavnanja | | | | | |
| | 1=kontrola | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| POLPE | 0 | 87 | 53 | 88 | 97 | 99 |
| CHEAL | 0 | 97 | 52 | 95 | 99 | 100 |
| VERPE | 0 | 100 | 56 | 100 | 100 | 100 |
| AMARE | 0 | 74 | 54 | 88 | 93 | 94 |
| CONAR | 0 | 73 | 58 | 70 | 86 | 83 |
| Kode plevelov | KGZS - Zavod Maribor | | | | | |
| | Obnavnanja | | | | | |
| | 1=kontrola | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| POLPE | 0 | 66 | <50 | 64 | 69 | 88 |
| CHEAL | 0 | 94 | 68 | 99 | 98 | 96 |
| STEME | 0 | 83 | <50 | 100 | 65 | 77 |
| GASPA | 0 | 53 | 98 | <50 | 78 | 83 |
| AMARE | 0 | <50 | <50 | <50 | 76 | 66 |

220

Preglednica 3: Pridelek čebule glede na obravnavanja.

| Obravnavanje | Pridelek t/ha | | |
|--------------|---------------|----------|---------|
| | IHPS | KIS | KGZ MB |
| 1 - kontrola | 26,7 a | 11,39 a | 21,7 a |
| 2 | 40,9 b | 20,5 b | 48,6 c |
| 3 | 28,67 a | 18,16 ab | 34,7 b |
| 4 | 41,23 b | 21,83 b | 46,9 bc |
| 5 | 42,57 b | 24,98 b | 44,7 bc |
| 6 | 42,72 b | 24,14 b | 47,5 c |

4 SKLEPI

Pridelovalci se v pomladanskem obdobju pogosto soočajo s sušnimi obdobji, zaradi katerih je vznik plevelov neenakomeren, kar ima za posledico slabšo učinkovitost delovanja herbicidov. V tujini zato za zatiranje plevelov uporabljajo herbicide oziroma kombinacije herbicidov v nižjih in deljenih odmerkih, da s tem zatrejo plevele, ki

neenakomerno vznikajo. Odmerki večkratne uporabe herbicidov ne presegajo skupnega enkratnega odmerka. Z uporabo nižjih odmerkov se prepreči izpiranje aktivnih snovi uporabljenih herbicidov v nižje plasti tal in onesnaževanje podtalnice, hitrejša je tudi mikrobiološka razgradnja aktivnih snovi herbicidov v tleh.

Kombinacije z več deljenimi aplikacijami so se v prvem letu poskusa pokazale kot najučinkovitejše za zatiranje plevelov (IHPS, KIS, delno KZG MB).

Najboljšo učinkovitost herbicidov smo ocenili v obravnavanju št. 6 (IHPS in KIS), kjer smo uporabili štiri deljene odmerke in pri obravnavanju št. 2 (KGZ MB), kjer smo uporabili samo Sharpen plus v enem polnem odmerku.

Najslabšo učinkovitost herbicidov smo ocenili pri obravnavanju št. 3 (IHPS, KIS, KGZ MB), kjer smo uporabili Lentagran WP v enem polnem odmerku takoj po vzniku čebule.

Najvišje pridelke smo izmerili v obravnavanju št. 6 (IHPS), kjer smo imeli štiri deljene odmerke, v obravnavanju št. 5 (KIS), kjer smo imeli tri deljene odmerke in v obravnavanju št. 2 (KGZ MB), kjer smo uporabili samo Sharpen plus v enem polnem odmerku.

Zapleveljenost parcel pri več deljenih odmerkih je bila ob spravi pridelkov čebule manjša, s tem se zmanjšuje populacijski potencial plevelnih vrst.

V prihodnje bomo v smislu manjše rabe FFS še zmanjševali odmerke na hektar in jih poskušali čimbolj optimalno porazdeliti v rastni dobi čebule glede na vznik plevelov in vremenske razmere.

221

5 ZAHVALA

Poskusi so bili opravljeni v okviru programa strokovnih nalog IVR, katerega financira UVHVVR. Zahvaljujemo se vsem trem kmetijam, na katerih smo izvajali poskuse.

6 LITERATURA

- Boydston R. A., Seymour M. D. (2002). Volunteer Potato (*Solanum tuberosum*) Control with Herbicides and Cultivation in Onion (*Allium cepa*). *Weed Technology*, 16(3), 620–626. [https://doi.org/10.1614/0890-037x\(2002\)016\[0620:vpstcw\]2.0.co;2](https://doi.org/10.1614/0890-037x(2002)016[0620:vpstcw]2.0.co;2)
- Celina Zabaloy M., Zanini G., Bianchinotti V. M., Gomez M.A. (2011). Herbicides in the Soil Environment: Linkage between Bioavailability and Microbial Ecology. *Herbicides, Theory and Applications*. (9); 162-192. <https://doi.org/10.5772/12880>
- Dunan C. M., Westra P., Moore F. D. (1999). A plant process economic model for weed management decisions in irrigated onion. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 124(1), 99–105. <https://doi.org/10.21273/jashs.124.1.99>
- HRAC. (2017). Guideline to the management of herbicide resistance. *Herbicide Resistance Action Committee*, 1–5. Retrieved from <http://hracglobal.com/files/Management-of-Herbicide-Resistance.pdf%0Ahttps://hracglobal.com/files/Management-of-Herbicide-Resistance.pdf>
- Lockhart S. J., Howatt K. A. (2004). Split Applications of Herbicides at Reduced Rates Can Effectively Control Wild Oat (*Avena fatua*) in Wheat. *Weed Technology*, 18(2), 369–374. <https://doi.org/10.1614/wt-03-100r1>
- Melander B., Rasmussen I. A., Bärberi P. (2005). Integrating physical and cultural methods of weed control—examples from European research. *Weed Science*, 53(3), 369–381. <https://doi.org/10.1614/WS-04-136R>
- Smith E. A., Ditommaso A., Fuchs M., Shelton A. M., Nault B. A. (2011). Weed hosts for onion thrips (Thysanoptera: Thripidae) and their potential role in the epidemiology of iris yellow spot

- virus in an onion ecosystem. *Environmental Entomology*, 40(2), 194–203. <https://doi.org/10.1603/EN10246>
- Uygur S., Gürbüz R., Uygur F. N. (2010). Weeds of onion fields and effects of some herbicides on weeds in Cukurova region, Turkey. *African Journal of Biotechnology*, 9(42), 7037–7042. <https://doi.org/10.5897/AJB10.1005>
- Wilson R. G. (1992). Sequential Herbicide Application for Weed Control in Sugarbeets. *Journal of Sugarbeet Research*, 29(1&2), 1–7. <https://doi.org/10.5274/jsbr.29.1.1>
- Wisler G. C., Norris R. F. (2005). Interactions between weeds and cultivated plants as related to management of plant pathogens. *Weed Science*, 53(6), 914–917. <https://doi.org/10.1614/ws-04-051r.1>

TOKSIKOVIGILANCA GLIFOSATA V SEVEROVZHODNI SLOVENIJI

Lucija PERHARIČ¹, Mateja BOLČIČ TAVČAR², Tanja FATUR³

Nacionalni Inštitut za javno zdravje, Center za zdravstveno ekologijo, Ljubljana

IZVLEČEK

Neselektivni herbicid glifosat, je bil 2017 v Evropski uniji (EU) razvrščen kot dražilen in nevaren za okolje. Mednarodna agencija za raziskave raka (IARC) pri Svetovni zdravstveni organizaciji ga je razvrstila v 2A skupino rakotvornosti (verjetno rakotvoren za človeka). Razvrstitev IARC ni zakonsko zavezujoča, vendar je stališče IARC sprožilo burne odzive v strokovni in splošni javnosti. Ne glede na obširnost študij pred registracijo aktivne snovi je nemogoče natančno predvideti vse možne škodljive učinke. Zato je potrebno budno spremljanje tudi po registraciji. V nekdanji tovarni Pinus v Račah proizvajajo herbicid na podlagi glifosata. Register raka pri Onkološkem Inštitutu Ljubljana je 2019 zaradi zaskrbljenosti lokalnega prebivalstva pregledal incidenco raka na Dravskem Polju. V raziskavi niso ugotovili povečanega tveganja za nastanek preučevanih vrst raka na 40 območjih na Dravskem polju z izjemo Kidričevega. V nobenem od 40 območij na Dravskem polju niso ugotovili za nobeno izmed preučevanih vrst raka v nobenem od treh desetletnih obdobj kopičenja primerov rakavih obolenj, ki bi lahko nakazovalo na vpliv lokalnega dejavnika. V nedavni študiji izpostavljenosti v Prekmurju sta bila glifosat in njegov metabolit aminometilfosfonska kislina (AMPA) določena v urinu 149 otrok in 97 mladostnikov. Pozimi sta bila glifosat in AMPA določena v 27 % oziroma 50 % vzorcev, pozno spomladi v 22 % oziroma 56 %. Geometrična sredina in mediana obeh snovi sta bili pod mejo določanja ($LOQ \leq 0.1 \mu\text{g/L}$). Na podlagi koncentracij glifosata in AMPA v urinu je bil ocenjen dnevni vnos 0,003 $\mu\text{g/kg tm}$ (sprejemljivi dnevni vnos je 0,5 mg/kg tm). Za genotoksične rakotvorne snovi v hrani je sprejemljivi količnik izpostavljenosti ($MOE \geq 10\,000$). MOE of 166 667 zagotavlja zadostno varnost, četudi bi bil glifosat genotoksično rakotvoren. Toksikovigilančno spremljanje glifosata ne nakazuje zaskrbljujoče izpostavljenosti glifosatu niti povečane incidence raka pri prebivalcih kmetijsko intenzivne severovzhodne Slovenije. Vendar pričakujemo nadaljnje razgrete izmenjave mnenj, saj na ravni EU poteka ponovna presoja glifosata.

Ključne besede: glifosat, izpostavljenost, ocena tveganja, rak

ABSTRACT

TOXICOVIGILANCE OF GLYPHOSATE IN NORTH-EASTERN SLOVENIA

¹ prim. dr., dr. med. MScTox, ERT, Trubarjeva 2, SI-1000 Ljubljana, e-pošta: Lucija.Perharic@nijz.si

² univ. dipl. biokem., MScTox, ERT, prav tam

³ univ. dipl. mikrobiol., mag. sci., prav tam

In 2017, a non-selective herbicide glyphosate was classified as irritant and harmful to the environment in the European Union (EU). The International Agency for Research on Cancer (IARC) at the World Health Organization classified glyphosate to group 2A (probably carcinogenic to humans). Although IARC classification is not legally binding, IARC's position triggered turbulent response among the professional and general public. Despite the extensiveness of pre-registration studies on an active substance, it is impossible to predict all possible harmful effects. Thus, post-registration vigilance is necessary. The former factory Pinus in Rače produces a glyphosate based herbicide. In 2019, in view of public concern, the Cancer Registry at the Institute of Oncology Ljubljana examined cancer incidence at Dravsko polje. The research did not show an increased risk for the examined types of cancer in 40 areas of Dravsko polje with the exception of a market town Kidričevo. No accumulation of cancer cases, which could have been ascribed to local factors, was noted in any of the 40 areas for any of the examined types of cancer in any of the three ten-year periods. In a recent study in Prekmurje, glyphosate and its metabolite aminomethylphosphonic acid (AMPA) were determined in urine of 149 children and 97 adolescents. In winter glyphosate and AMPA were determined in 27% and 50% of the samples, respectively; in late spring in 22% and 56%, respectively. The geometric mean and median were below the level of quantification ($LOQ \leq 0.1 \mu\text{g/L}$). Based on glyphosate and AMPA concentrations in urine, the daily intake was estimated to $0,003 \mu\text{g/kg bw}$ (Acceptable Daily Intake is $0,5 \text{ mg/kg bw}$). The acceptable Margin of Exposure (MOE) for genotoxic carcinogens in food is $\geq 10\,000$. A MOE of 166 667 assures sufficient safety, even if glyphosate was a genotoxic carcinogen. Toxicovigilance of glyphosate does not indicate a concern raising exposure to glyphosate nor an increased incidence of cancer in the inhabitants of the agriculturally intensive north-eastern Slovenia. As glyphosate is currently being reviewed at the EU level, further heated exchange of opinions is to be expected.

Key words: cancer, exposure, glyphosate, risk assessment

1 UVOD

1.1 Glifosat

Avtorice prispevka za potrebe Fitosanitarnе uprave oziroma Uprave za varnost hrane veterinarstvo in varstvo rastlin (UVHVVR) že 20 let ocenjujemo nevarnosti in tveganja fitofarmaceutskih sredstev (FFS), nudimo strokovno podporo UVHVVR za področje vplivov FFS na zdravje ljudi in sodelujemo v ekspertni skupini za področje FFS pri EFSA - Evropski agenciji za varno hrano (Perharič in sod., 2018). Sodelovale smo tudi pri presojah glifosata na nacionalni ravni in na ravni Evropske unije (EU).

Glifosat, s kemičnim imenom N-(fosfonometil) glicin (CAS št. 1071-83-6), je neselektivni herbicid. Je aktivna snov v FFS za zatiranje plevela, kot sta Roundup in Boom efekt. Pripravki z glifosatom se v nekaterih državah EU uporabljajo tudi kot desikacijska sredstva pred žetvijo. Na ta način se osušijo neuporabni deli rastlin in se olajša žetev oziroma pobiranje plodov (npr. hmelj, žita, bombaž). V Sloveniji tovrstna uporaba pripravkov z glifosatom ni dovoljena. Glifosat se v okolju hitro razgradi in ne ogroža podtalnice. Je dražilni in lahko povzroči hude poškodbe oči (H318), vendar je

te učinke mogoče preprečiti s pravilno uporabo osebne varovalne opreme. Glifosat je strupen za vodne organizme z dolgoročnimi posledicami (H411). Evropski urad za kemikalije (ECHA), ki je pristojen za razvrščanje kemikalij glede na njihove nevarne lastnosti, glifosata ni razvrstil kot mutagenega, rakotvornega, teratogenega oziroma strupenega za razmnoževanje. V začetku leta 2015 je Evropska agencija za varnost hrane (EFSA), pristojna za presoje sredstev za zaščito rastlin, zaključila s ponovno presojo glifosata. Nekaj mesecev kasneje je Mednarodna agencija za raziskave raka (IARC), ki deluje pri Svetovni zdravstveni organizaciji (SZO), glifosat razvrstila v 2A skupino rakotvornosti, kar pomeni, da je glifosat verjetno rakotvoren za človeka. Razvrstitev IARC ni zakonsko zavezujoča, tako kot je razvrstitev ECHA. Do takrat je glifosat veljal za herbicid z relativno majhno nevarnostjo za zdravje ljudi. Strokovnjaki IARC so svojo odločitev sprejeli po pregledu epidemioloških, eksperimentalnih in mehanističnih študij. Po objavi IARC-ove odločitve so študije ponovno pregledali tudi strokovnjaki v posameznih državah članicah Evropske unije (EU), vključno s Slovenijo. V epidemioloških študijah je bilo ugotovljeno nekoliko povečano tveganje za razvoj ne-Hodgkinovega limfoma (NHL), ki je vrsta raka krvotvornih organov in bezgavk, multiplega mieloma in glioma. Tveganje za NHL je bilo blago povečano tako v posameznih študijah, kot tudi v meta-analizi vseh študij. Vendar z epidemiološkimi študijami običajno ugotavljamo povezavo med izpostavljenostjo in učinkom, le redko pa z njimi lahko dokazujemo vzročnost. Obravnavane epidemiološke študije so preučevale poklicno izpostavljene populacije. Te so praviloma v stiku s FFS pogosteje, dlje in v znatno večjih odmerkih kot splošna populacija. Ključne pomanjkljivosti obravnavanih epidemioloških študij so, da so bili preiskovanci izpostavljeni več FFS hkrati, da niso bili izpostavljeni le aktivnim snovem, ampak tudi dodatkom in nečistotam in da je bila izpostavljenost pomanjkljivo opredeljena. Morebitnih učinkov tako ne moremo pripisati samo eni snovi, v konkretnem primeru glifosatu. Rezultati epidemioloških študij, na podlagi katerih je IARC sprejel svojo odločitev, ne zadoščajo za razvrstitev glifosata kot rakotvornega, saj ni mogoče z zadostno gotovostjo izključiti naključja in vpliva drugih morebitnih dejavnikov. Splošna populacija je ostankom glifosata lahko izpostavljena preko hrane vključno s pitno vodo, segmentov okolja ali predmetov splošne rabe. Koncentracije glifosata v hrani ne presegajo za vplive na zdravje relevantnih sprejemljivih dnevni vnosov. Izpostavljenost glifosatu preko pitne vode je zanemarljivo majhna, saj se glifosat in njegov metabolit AMPA (aminometilfosfonska kislina) v podtalnici pojavljata le izjemoma. Tudi izpostavljenost preko predmetov splošne rabe je majhna. Enako velja za izpostavljenost preko zraka, razen če se naključno ali namerno znajdemo na škropljenih površinah oziroma v njihovi neposredni bližini med ali takoj po škropljenju (NIJZ, 2019).

1.2 Toksikovigilanca

Toksikovigilanca ali budno spremljanje učinkov kemičnih snovi pri ljudeh se izvaja z namenom varovanja zdravja in preprečevanje bolezni, stanj in zastrupitev, ki lahko nastanejo kot posledica izpostavljenosti naravnim in umetnim kemikalijam iz različnih segmentov okolja, npr. zraka, vode, tal, hišnega prahu, živil ali predmetov splošne rabe.

Do izpostavljenosti lahko pride v različnih okoliščinah, v vsakdanjem življenju, pri delu, namerno ali po nesreči. Toksikovigilanca vključuje naslednje aktivnosti:

- zbiranje in analizo informacij o škodljivih učinkih kemičnih snovi;
- oceno tveganja (presojo varnosti) kemičnih snovi;
- posredovanje informacij strokovni in laični javnosti;
- pripravo predlogov za aktivnosti, ki izboljšajo kemijsko varnost;
- spremljanje učinkovitosti tovrstnih aktivnosti.

Toksikovigilanca je ena od ključnih dejavnosti delovne skupine za kemijske dejavnike tveganja, ki deluje na Centru za zdravstveno ekologijo Nacionalnega inštituta za varovanje zdravja (NIJZ).

2 MATERIAL IN METODE

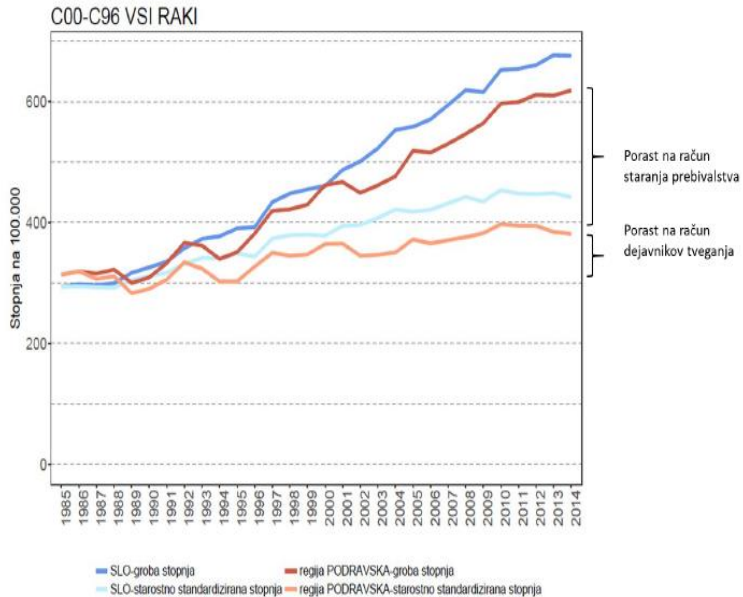
Na območju severovzhodne Slovenije sta bili v zadnjih petih letih narejeni dve raziskavi v zvezi z glifosatom in njegovim vplivom na zdravje ljudi. Register raka Onkološkega inštituta Ljubljana je zaradi zaskrbljenosti lokalnega prebivalstva v zvezi s proizvodnjo herbicida na bazi glifosata v nekdanji tovarni Pinus Rače izdelal geografsko analizo incidence raka na Dravskem polju (Tomšič in sod., 2019). Inštitut Jožef Stefan in NIJZ sta izvedla študijo humanega bimonitoringa izpostavljenosti pri otrocih in mladostnikih v Prekmurju. Socialno demografski podatki, zdravstvena, prehranska, okoljska anamneza so bili pridobljeni s pomočjo vprašalnikov. Sezonske koncentracije glifosata in AMPA so bile v urinu preiskovancev določene s plinska kromatografijo s sklopljeno masno spektrometrijo (GC-MS/MS) pri meji določanja (LOQ) $\leq 0.1 \mu\text{g/L}$ (Stanjko in sod., 2020). Na podlagi raziskav narejenih na območjih severovzhodne Slovenije smo v skladu z navodili za izdelavo ocene tveganja (Perharič in sod., 2017) naredile oceno tveganja zaradi izpostavljenosti glifosatu, in sicer za primer praga učinka in za primer brez praga učinka. Za kemikalije s pragom učinka okarakteriziramo tveganje tako, da primerjamo referenčne odmerke z ocenjeno oz. izmerjeno izpostavljenostjo. Referenčni odmerek pri dolgotrajni izpostavljenosti je sprejemljivi dnevni vnos (TDI ali ADI), to je ocena dnevnega vnosa kemične snovi skozi vse življenje, ki na podlagi vseh znanih podatkov ne predstavlja tveganja za zdravje ljudi. Tveganje je zanemarljivo majhno, če je referenčni odmerek večji ali enak ocenjeni izpostavljenosti. Pri kemikalijah, za katere velja, da nimajo praga učinka (genotoksične rakotvorne snovi) oziroma je ta prag zelo težko določiti, je EFSA privzela kvantitativni princip roba (količnika) izpostavljenosti ali MOE (angl. Margin of Exposure). Upoštevajoč, da izhodiščni odmerek ni odmerek brez učinka, ampak odmerek pri merljivem učinku in da gre za zelo hud učinek, je sprejemljivi MOE 10 000 ali več.

3 REZULTATI

3.1 Geografska analiza incidence raka na Dravskem polju

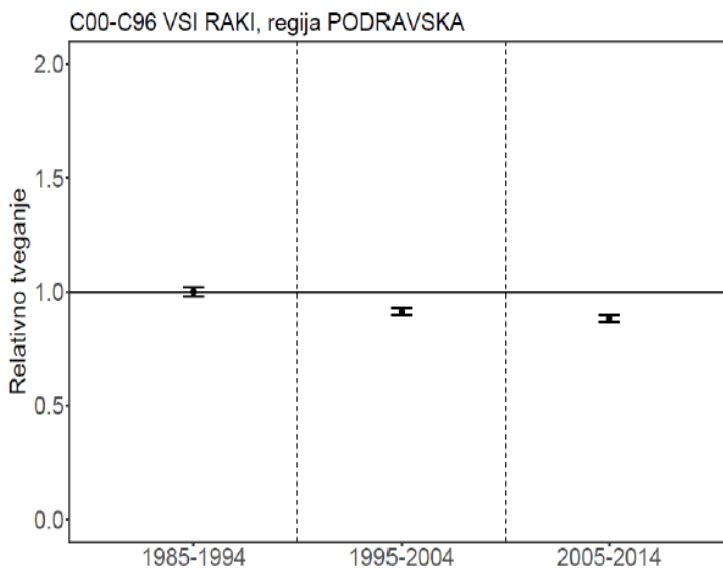
Tomšičeva in sod. (2019) niso ugotovile povečanega tveganja za nastanek preučevanih vrst raka na 40 območjih na Dravskem polju z izjemo Kidričevega. V nobenem od 40 območij na Dravskem polju niso za nobeno izmed preučevanih vrst raka v nobenem od

treh desetletnih obdobjih ugotovile kopičenja primerov rakavih obolenj, ki bi lahko nakazovalo na vpliv lokalnega dejavnika. Na slikah 1- 4 so prikazani rezultati grobe in starostno standardizirane stopnje vseh rakov na 100 000 prebivalcev za Slovenijo in Podravsko regijo v obdobju, 1985 -2014, relativno tveganje raka za Podravsko statistično regijo v obdobjih 1985-1994, 1995-2004 in 2005-2014 in za ista obdobja groba in starostno standardizirana stopnja na 100 000 prebivalcev za Slovenijo in relativno tveganje za NHL.



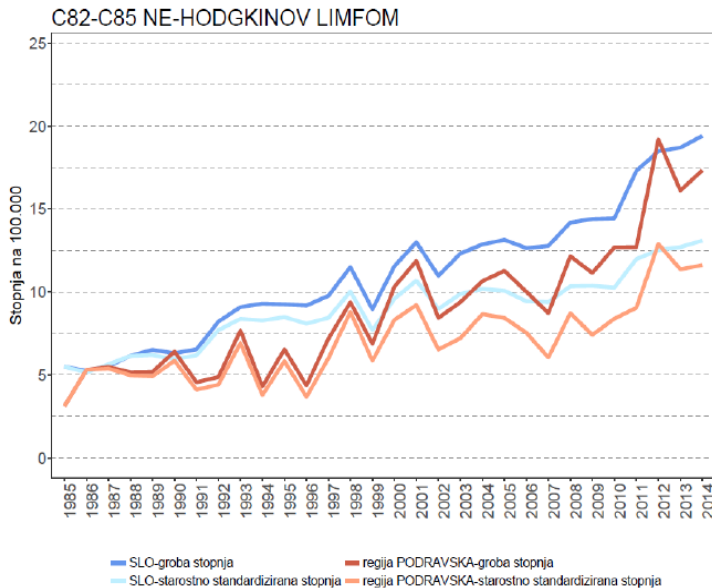
227

Slika 1: Groba in starostno standardizirana stopnja vseh rakov na 100 000 prebivalcev v Sloveniji in Podravski regiji, 1985 -2014 (Tomšič in sod., 2019).

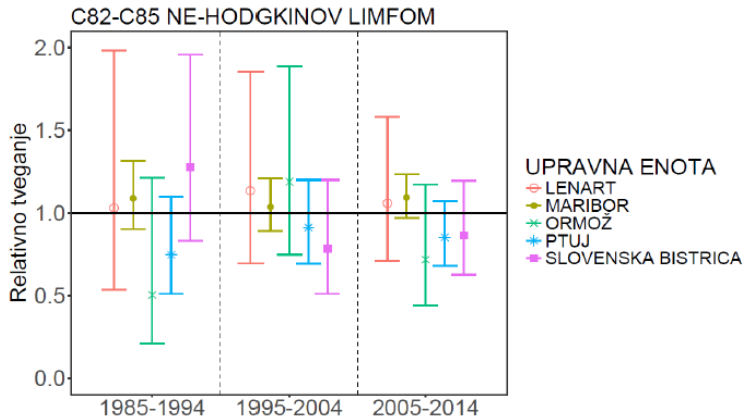


228

Slika 2: Relativna tveganja vseh rakov s 95% intervali zaupanja v Podravski regiji v obdobjih 1985-1994, 1995-2004 in 2005-2014; vrednost 1 predstavlja slovensko povprečje (Tomšič in sod., 2019).



Slika 3: Groba in starostno standardizirana stopnja na 100 000 prebivalcev za Slovenijo in Podravsko regijo, 1985 -2014 za ne - Hodgkinov limfom (Tomšič in sod., 2019).



Slika 4: Relativna tveganja za ne - Hodgkinov limfom s 95% intervali zaupanja v Podravski statistični regiji v obdobjih 1985-1994, 1995-2004 in 2005-2014; vrednost 1 predstavlja slovensko povprečje (Tomšič in sod., 2019).

3.2 Izpostavljenost glifosatu otrok in mladostnikov v Prekmurju

229

Stanjko in sod. (2020) so v raziskavo vključili 149 otrok starih od 7 do 10 let, od tega 55% deklic in 97 mladostnikov starih od 12 do 15 let, od tega 44% deklic. Pozimi je bilo odvzetih 246 vzorcev urina, pozno spomladi 225. Glifosat z $LOQ \leq 0.1 \mu\text{g/L}$ je bil določen v 27% vzorcih pozimi in v 22% pozno spomladi, AMPA v 50% pozimi in v 56% pozno spomladi. Za glifosat je bila 95. percentila $0,21 \mu\text{g/L}$, za AMPA $0,33 \mu\text{g/L}$. Koncentracije določene v Sloveniji so bile nižje kot na Danskem, v Mehiki, Nemčiji in Združenih državah Amerike. Sezonske razlike niso bile statistično pomembne. Koncentracije glifosata in AMPA so bili višje pri otrocih in dečkih kot pri mladostnikih in deklicah ter višje pri tistih, ki so uživali več riža in oreščkov. Na podlagi koncentracij glifosata in AMPA v urinu, predpostavljene dnevnega volumna urina in telesne mase (tm) preiskovancev so avtorji grobo ocenili dnevni vnos glifosata na $0,003 \mu\text{g/kg tm}$.

Preglednica 1: Rezultati določanja glifosata in njegovega metabolita AMPA v urinu otrok in mladostnikov v Prekmurju (Stanjko in sod., 2020).

| | Vzorčenje pozimi (n = 246) | | | | Vzorčenje pozno spomladi (n = 225) | | | |
|----------------|----------------------------|----------------------|-----------------|----------------------|------------------------------------|----------------------|-----------------|----------------------|
| | Glifosat | | AMPA | | Glifosat | | AMPA | |
| | $\mu\text{g/L}$ | $\mu\text{g/L}_{st}$ | $\mu\text{g/L}$ | $\mu\text{g/L}_{st}$ | $\mu\text{g/L}$ | $\mu\text{g/L}_{st}$ | $\mu\text{g/L}$ | $\mu\text{g/L}_{st}$ |
| $\geq LOQ$ (%) | 27 | | 50 | | 22 | | 56 | |
| minimum | <LOQ | <LOQ | <LOQ | <LOQ | <LOQ | <LOQ | <LOQ | <LOQ |
| GM | - | - | - | - | - | - | 0,10 | 0,10 |
| P50 | - | - | - | - | - | - | 0,18 | 0,18 |
| P75 | <LOQ | <LOQ | <LOQ | <LOQ | <LOQ | <LOQ | 0,18 | 0,18 |
| P95 | 0,19 | 0,21 | 0,29 | 0,29 | 0,19 | 0,17 | 0,33 | 0,33 |
| maksimum | 0,39 | 0,42 | 0,45 | 0,39 | 0,38 | 0,34 | 0,76 | 0,59 |

n - število; st - specifična teža; LOQ - meja določanja; GM gemoterijska sredina; P50, P75, P95 - 50., 75., 95. percentila;

3.3 Ocena tveganja zaradi izpostavljenosti otrok in mladostnikov glifosatu

Glifosat je kemikalija s pragom učinka. Referenčni odmerek pri dolgotrajni izpostavljenosti glifosatu je 0,5 mg/kg tm /dan, torej odmerek, ki na podlagi vseh znanih podatkov ne predstavlja tveganja za zdravje pri vseživljenjski izpostavljenosti. Posledično več kot sto tisočkrat manjši dnevni vnos (0,003 µg/kg tm) ocenjen na podlagi določanja glifosata in AMPA v urinu pri otrocih in mladostnikih v Prekmurju ne predstavlja tveganja za njihovo zdravje. Četudi bi bil glifosat genotoksično rakotvoren, torej brez praga učinka, bi izpostavljenost otrok in mladostnikov glifosatu v Prekmurju ne predstavljala tveganja za njihovo zdravje, saj je MOE več desetkrat večji od 10 000:

$$\text{MOE} = \text{ADI} / \text{ocenjeni vnos} = 0,5 \text{ mg/kg/tm} / 0,003 \text{ µg/kg tm} = 166\ 667$$

Ključna negotovost ocene tveganja je ocena dnevnega vnosa iz koncentracij glifosata in AMPA v urinu upoštevajoč privzeti volumen urina 2L/dan in tm preiskovancev in ne z integracijo toksikoloških referenčnih odmerkov, kritičnih učinkov in načina delovanja s fiziološkimi in farmakokinetičnimi podatki.

4 ZAKLJUČEK

Toksikovigilanco spremljanje glifosata ne nakazuje zaskrbljujoče izpostavljenosti glifosatu niti povečane incidence raka pri prebivalcih kmetijsko intenzivne severovzhodne Slovenije. Vendar pričakujemo nadaljnje razgrete izmenjave mnenj, saj na ravni EU poteka ponovna presoja glifosata.

5 ZAHVALA

Upravi za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin se zahvaljujemo za kontinuirano finančno podporo.

6 LITERATURA

- NIJZ. 2019. Kaj je glifosat in kakšni so njegovi vplivi na zdravje? Dostopno na <https://nijz.si/moje-okolje/kemijska-varnost/kaj-je-glifosat-in-kaksni-so-njegovi-vplivi-na-zdravje/>
- Perharič, L., Fatur, T., Bolčič Tavčar, M. 2017. Splošna navodila za toksikološko oceno tveganja V Pollak, P. in Perharič, L. (Ur.) Navodila za izdelavo ocene tveganja za zdravje ljudi zaradi izpostavljenosti kemijskim in mikrobiološkim dejavnikom iz okolja z izbranimi poglavji in praktičnimi primeri, I. del. Ljubljana: Nacionalni inštitut za javno zdravje: 40-65. Dostopno na https://www.nijz.si/sites/www.nijz.si/files/publikacije-datoteke/navodila_nijz_za_oceno_tveganja_kem_in_mikrobiol_dejavnikov.pdf.
- Perharič, L., Fatur, T., Bolčič Tavčar, M., Vranac, S., Drofenik, J. 2018. Slovenian experience in setting up and developing plant protection product risk assessment for human health. V Matović, V (ur.). Book of abstracts. Belgrade, Serbian Society of Toxicology, 2018, 131-132.
- Stanjko, A., Snoj Tratnik, J., Kosjek, T., Mazej, D., Jagodic, M., Eržen, I., Horvat, M. 2020. Seasonal glyphosate and AMPA levels in urine of children and adolescents living in rural regions of Northeastern Slovenia. *Environment International*, 143:105985. doi: 10.1016/j.envint.2020.105985.

Tomšič, S., Zadnik, V., Lokar, K., Žagar, T., Kovačević, T., Kukec, A., Rejc, T., Blatnik, J. 2019
Incidenca raka na Dravskem polju. Geografska analiza incidence raka na Dravskem polju s
poudarkom na občini Rače-Fram in okoliških naseljih. Ljubljana: Onkološki Inštitut Ljubljana.
Epidemiologija in register raka Dostopno na [https://www.onko-
i.si/fileadmin/onko/datoteke/dokumenti/Rak_Dravsko-polje_2019.pdf](https://www.onko-i.si/fileadmin/onko/datoteke/dokumenti/Rak_Dravsko-polje_2019.pdf)

INTEGRIRANO VARSTVO RASTLIN V SLEDENJU CILJEM NACIONALNEGA AKCIJSKEGA PROGRAMA ZA DOSEGANJE TRAJNOSTNE RABE FITOFARMACEVTSKIH SREDSTEV

Iris ŠKERBOT¹, Erika OREŠEK², Katarina GROZNIK³, Katja BIDOVEC⁴

Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, Uprava Republike Slovenije za
varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin, Ljubljana

IZVLEČEK

Glavni cilj Nacionalnega akcijskega programa (NAP) za doseganje trajnostne rabe fitofarmaceutskih sredstev (FFS), ki je bil sprejet leta 2012 in dopolnjen leta 2018, je zmanjšanje vplivov in učinkov uporabe FFS na zdravje in okolje. Pomemben cilj v okviru NAP je krepitev integriranega varstva rastlin. Integrirano varstvo rastlin pred škodljivimi organizmi pomeni skrbno upoštevanje vseh razpoložljivih metod varstva rastlin, kar ima za posledico povezovanje ustreznih ukrepov, ki preprečujejo razvoj populacij škodljivih organizmov. Hkrati poudarja rast zdravih rastlin s čim manjšimi vplivi na kmetijske ekosisteme in spodbuja naravne mehanizme varstva pred škodljivimi organizmi. V sledenju ciljem NAP v Sloveniji v zadnjih letih med drugim krepimo spremljanja in napovedi škodljivih organizmov (opazovalno napovedovalno dejavnost) ter preverjanje različnih praks uporabe nekemičnih metod varstva rastlin in metod varstva rastlin z majhnim tveganjem (integrirano varstvo rastlin). Krepi se ozaveščanje in informiranje uporabnikov FFS s prenosom novih znanj in primerov dobrih kmetijskih praks integriranega varstva rastlin. V podporo prenosu aktualnih informacij, povezanih z varstvom rastlin, do svetovalcev in pridelovalcev se oblikujejo in dopolnjujejo nacionalne smernice integriranega varstva za posamezne kmetijske rastline, številna tehnološka navodila in izvajajo različne predstavitve dobrih praks. V ta namen je bil na Kmetijskem inštitutu Slovenije vzpostavljen tudi IVR portal, kjer se objavljajo tudi strokovna gradiva strokovnjakov z drugih inštitucij. V podporo IVR so tudi informacije, zbrane na Agrometeorološkem portalu RS. Sledenje ciljem zmanjšanja odvisnosti od uporabe FFS se odraža tudi v predlogu nacionalnega Strateškega načrta Skupne kmetijske politike 2023-2027 (zlasti v predlogu nekaterih podintervencij v intervenciji Kmetijsko-okoljska-podnebna plačila in v intervenciji Biotično varstvo rastlin). V prispevku so predstavljene dejavnosti in ukrepi, s katerimi v Sloveniji razvijamo in podpiramo uporabo integriranega varstva rastlin v rastlinski pridelavi, vključno s prenosom strokovnega znanja in dobrih praks do uporabnikov ter v podporo oblikovanju in izvajanju ukrepov skupne kmetijske politike.

232

¹ mag., Dunajska 22, SI-1000 Ljubljana, e-pošta: iris.skerbot@gov.si

² mag., prav tam

³ mag., prav tam

⁴ dr., prav tam

Ključne besede: trajnostna raba FFS, integrirano varstvo rastlin (IVR), kmetijska politika

ABSTRACT

INTEGRATED PEST MANAGEMENT IN PURSUIT OF THE OBJECTIVES OF THE NATIONAL ACTION PLAN FOR SUSTAINABLE USE OF PLANT PROTECTION PRODUCTS

The principal objective of the National Action Plan for Achieving Sustainable Use of Plant Protection Products (NAP), adopted in 2012 and amended in 2018, is to reduce the impacts and effects of the use of PPPs on health and the environment. Strengthening of integrated pest management (IPM) is an important specific goal of the NAP. IPM means careful consideration of all available methods of plant protection, resulting in the integration of appropriate measures to prevent the development of pest populations. In the same time, it emphasizes the growth of healthy plants with the least possible impact on agricultural ecosystems and promotes natural mechanisms of protection against pests. In recent years, following the objectives of the NAP in Slovenia, we have been strengthening monitoring and forecasting of pests (observational forecasting activity) and verifying various practices of using non-chemical plant protection methods and low-risk plant protection methods. By transferring new knowledge and examples of good agricultural practices of IPM, we build on awareness raising of PPP users. In support of the transfer of up-to-date information related to plant protection to advisors and growers, national guidelines for integrated protection for individual agricultural plants, numerous technological guidelines and various presentations of good practices are being developed and supplemented. For this purpose, IPM portal was established by Agricultural Institute of Slovenia, where technical materials are published which are prepared in cooperation with experts from other institutions. IPM related contents are also available on the Agrometeorological portal of the Republic of Slovenia. The pursuit of the objectives of reducing dependence on the use of PPPs is also reflected in the proposal of the National Strategic Plan of the Common Agricultural Policy 2023-2027 (especially in the proposed sub-interventions in the intervention Environmental, climate related payments and in the intervention Biological plant protection). In this paper we will present the activities and measures which we develop to support and promote the use of IPM in crop production in Slovenia, including the transfer of expertise and good practices to the farmers and the support in development and implementation of common agricultural policy measures.

Key words: sustainable use of PPPs, integrated pest management (IPM), agricultural policy

1 UVOD

Integrirano varstvo rastlin pred škodljivimi organizmi pomeni skrbno upoštevanje vseh razpoložljivih metod varstva rastlin, kar ima za posledico povezovanje ustreznih ukrepov, ki preprečujejo razvoj populacij škodljivih organizmov. Hkrati poudarja rast zdravih rastlin s čim manjšimi vplivi na kmetijske ekosisteme in spodbuja naravne mehanizme varstva pred škodljivimi organizmi. Opredeljeno je v Direktivi

2009/128/ES Evropskega parlamenta in sveta o določitvi okvira za ukrepe Skupnosti za doseganje trajnostne rabe pesticidov, Zakonu o fitofarmaceutvskih sredstvih (ZFFS-1) (35. člen) (Uradni list RS, št. 83/2012) in Pravilniku o integriranem varstvu rastlin (Uradni list RS, št. 43/2014).

Poglavitni namen integriranega pristopa k varstvu rastlin je:

- omogočiti boljšo ciljno uporabo vseh razpoložljivih ukrepov varstva rastlin pred škodljivimi organizmi, vključno s FFS,
- zmanjševanje tveganj za zdravje ljudi in okolje ter
- zmanjševanje odvisnosti od uporabe FFS.

Integrirano varstvo rastlin že nekaj let pomeni standard v kmetijski pridelavi in je ključni del ukrepov dobre kmetijske prakse. Zmanjšanje vplivov in učinkov uporabe FFS na zdravje in okolje je tudi glavni cilj slovenskega Nacionalnega akcijskega programa (NAP) za doseganje trajnostne rabe fitofarmaceutvskih sredstev (FFS), ki je bil sprejet leta 2012 in dopolnjen leta 2018. Slovenija si je za pomemben cilj v okviru NAP zadala krepitev integriranega varstva rastlin. Za doseg tega cilja so bile izvedene številne aktivnosti, ki se odražajo v boljšem razumevanju integriranega pristopa k varstvu rastlin s strani pridelovalcev in kmetijskih svetovalcev ter v razvoju in uvajanju alternativnih metod in tehnik za obvladovanje škodljivih organizmov v prakso.

234

2 AKTIVNOSTI V SLEDENJU CILJA KREPITVE INTEGRIRANEGA VARSTVA RASTLIN

V sledenju ciljem NAP v Sloveniji smo v zadnjih letih močno okrepili opazovalno napovedovalno dejavnost. Spremljanje škodljivih organizmov v sadjarstvu, vinogradništvu, poljedelstvu, zelenjadarstvu in hmeljarstvu poteka na območju celotne Slovenije. Spremljanje načrtujejo in izvajajo strokovnjaki javne službe zdravstvenega varstva rastlin (v nadaljevanju JSZVR), ki delujejo v sklopu petih inštitucij in sicer Kmetijskega inštituta Slovenije, Inštituta za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije ter na oddelkih za varstvo rastlin na KGZS-Zavod Nova Gorica, KGZS-Zavod Maribor in KGZS-Zavod Novo mesto. Spremljanje razvojnih faz gojenih rastlin ter pojava in razvoja boleznih in škodljivcev v posevkih in nasadih od vključno leta 2013 izvajajo tudi kmetijski svetovalci javne službe kmetijskega svetovanja JSKS), ki delujejo na območnih Kmetijsko gozdarskih zavodih. Sodelujoči kmetijski svetovalci po navodilih strokovnjakov JSZVR na dogovorjenih lokacijah izvajajo redna spremljanja ter rezultate spremljanj redno poročajo predstavnikom JSZVR na svojem območju. V opazovanja je tako s sodelovanjem obeh služb vključenih večje število opazovalnih mest, dosežen je celovit pregled stanja na terenu ter doprinos h kakovostnim napovedim, ki jih v pridelovalni sezoni redno pripravljajo in objavljajo prognostiki JSZVR. Napovedi so objavljene na Agrometeorološkem portalu Republike Slovenije (<http://agromet.mkgp.gov.si/APP2/sl/Home/Index>). Vsi zainteresirani se lahko na obvestila tudi naročijo (prejmejo jih bodisi preko elektronske pošte ali SMS obvestil). Od leta 2017 se dodatno krepi tudi opazovalno napovedovalna dejavnost na področju

zelenjadarstva. Zainteresiranim pridelovalcem in kmetijskim svetovalcem so tako vedno dostopna brezplačna opozorila o stanju na terenu ter priporočila za pravočasno in strokovno utemeljeno ukrepanje.

V zadnjih letih se močno krepi tudi strokovno delo JSZVR na področju razvoja in uvajanja alternativnih metod in tehnik za obvladovanje škodljivih organizmov. Preizkušanja potekajo v sadjarstvu, vinogradništvu, poljedelstvu, zelenjadarstvu in hmeljarstvu. V letu 2022 so strokovnjaki JSZVR v okviru izvajanja strokovnih nalog s področja zdravstvenega varstva rastlin na območju Slovenije izvajali 9 različnih preizkušanj v sadjarstvu, 5 različnih preizkušanj v vinogradništvu, 9 različnih preizkušanj v poljedelstvu, 12 različnih preizkušanj v zelenjadarstvu in 1 preizkušanje v hmeljarstvu. Številna preizkušanja istočasno potekajo na več različnih lokacijah po Sloveniji in jih izvajajo različne inštitucije po vnaprej usklajenih in dogovorjenih protokolih. Večina preizkušanj je večletnih (izvajajo se poskusi v vsaj dveh pridelovalnih sezonah). Po potrebi se v preizkušanja s svojim strokovnim znanjem in predlogi vključijo tudi strokovnjaki drugih inštitucij, ki so povezane z varstvom rastlin (na primer Nacionalni inštitut za biologijo; Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo; Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede Maribor; Gozdarski inštitut Slovenije). Sodelujoče inštitucije si pri izvajanju skupnih strokovnih nalog redno izmenjujejo informacije in izkušnje, ter na koncu leta pripravijo skupna poročila ter preverjene rezultate pripravijo za objavo (na primer v obliki strokovnih priporočil, tehnoloških navodil,...). Diseminacija rezultatov poteka na različnih nivojih (pridelovalci, kmetijski svetovalci, strokovnjaki za varstvo rastlin) in na različne načine (predstavitve na predavanjih, delavnicah, krožkih, ogledi dobrih praks, predstavitve na posvetih,...). Pri diseminaciji rezultatov se v zadnjem obdobju poslužujejo tudi socialnih omrežij. Končni rezultati strokovnih nalog so objavljeni tudi na portalu integriranega varstva rastlin (IVR portal, <https://www.ivr.si/>) in brezplačno dostopni zainteresiranim pridelovalcem, kmetijskim svetovalcem, strokovnjakom in seveda širši javnosti.

Pomemben del integriranega varstva rastlin predstavlja izvajanje preventivnih ukrepov in doslednost pri izvajanju tehnoloških ukrepov pri pridelavi posameznih rastlinskih vrst. Vedno pogosteje se zato za rešitev težave, ki se izrazi v slabšem zdravstvenem stanju gojenih rastlin, izkazuje potreba po sodelovanju strokovnjakov z različnimi znanji. Strokovnjaki JSKS se zato pri načrtovanju in izvajanju strokovnih nalog vezanih na razvoj in uvajanje alternativnih metod in tehnik za obvladovanje škodljivih organizmov vedno pogosteje povezujejo tudi s strokovnjaki ostalih javnih služb, ki delujejo v kmetijstvu (npr. javna služba v vrtnarstvu, javna služba v poljedelstvu, javna služba v hmeljarstvu, javna služba v sadjarstvu, javna služba v vinogradništvu) in z njimi delijo svoja znanja in izkušnje.

V podporo prenosu aktualnih informacij, povezanih z varstvom rastlin, do pridelovalcev, kmetijskim svetovalcem in strokovnjakom iz ostalih področij, se oblikujejo in dopolnjujejo nacionalne smernice integriranega varstva za posamezne kmetijske rastline ter številna tehnološka in strokovna priporočila. Od leta 2017 do vključno leta 2021 so bile tako pripravljene in na IVR portalu objavljene nacionalne smernice integriranega varstva rastlin za hmelj, vinsko trto, lesko, orehe, jabolane, oljke,

maline, ameriške borovnice, jagode, oljne buče, krompir, sojo, strna žita, koruzo, korenovke, stročnice, solatnice, kapusnice in čebulnice. Nacionalne smernice za integrirano varstvo se po potrebi tudi posodablajo in dopolnjujejo, trenutno pa so v pripravi smernice za integrirano varstvo plodovk.

S povečanjem potreb po dodatnih, sodobnih znanjih in zaradi pomena učinkovitega prenosa aktualnih informacij, v letu 2022 poteka prenova IVR portala. Na prenovljenem portalu bodo vsem zainteresiranim uporabnikom aktualne informacije povezane z integriranim varstvom rastlin dostopne na enem mestu, saj si prizadevamo, da bi bila na portalu objavljena tudi strokovna gradiva strokovnjakov z drugih inštitucij in za prakso pomembni rezultati, pridobljeni tudi v okviru izvajanja drugih, z varstvom rastlin povezanih projektov. V podporo izvajanju integriranega varstva rastlin so tudi informacije, zbrane na Agrometeorološkem portalu RS, ki je bil prenovljen v letu 2022. Za izvajanje številnih novih strokovnih nalog, ki potekajo v podporo krepitvi integriranega varstva rastlin, je bila v letih 2020 in 2021 z mladimi strokovnjaki nekoliko okrepljena tudi JSZVR.

3 NACIONALNI STRATEŠKI NAČRT SKUPNE KMETIJSKE POLITIKE 2023-2027

236

Ciljem zmanjšanja odvisnosti od uporabe FFS smo na nacionalnem nivoju sledili tudi pri pripravi nacionalnega Strateškega načrta Skupne kmetijske politike za obdobje od leta 2023 do leta 2027, (SN SKP 2023-2027) zlasti pri izvajanju naslednjih operacij v okviru intervencij Kmetijsko-okoljsko-podnebnih plačil (KOPOP):

- integrirana pridelava sadja in oljk,
 - integrirana pridelava grozdja,
 - integrirana pridelava zelenjave,
 - integrirana pridelava poljščin,
 - integrirana pridelava hmelja,
 - ohranjanje kolobarja,
 - uporaba biotehniških metod za obvladovanje škodljivih organizmov v trajnih nasadih,
 - opustitev uporabe insekticidov v vinogradih,
 - opustitev uporabe herbicidov v vinogradih,
 - precizno gnojenje in škropljenje.
- in intervencije biotično varstvo rastlin.

K cilju zmanjšanja odvisnosti od uporabe FFS pa bomo lahko v manjšem deležu doprinesli tudi z izvajanjem sheme ohranjanje biotske raznovrstnosti v trajnih nasadih v okviru Sheme za podnebje in okolje (SOPO).

4 ZAKLJUČKI

V Sloveniji si v zadnjih letih močno prizadevamo za razvoj in vzpostavitev integriranega varstva rastlin na vseh področjih kmetijske pridelave ter vzpostavitve, delovanje in tudi nadgradnje podpornih sistemov.

Integrirano varstvo rastlin je proces, ki se nadgrajuje. Za izvajanje integriranega varstva rastlin je potrebnega veliko znanja in izkušenj (pridelovalcev, svetovalcev) in zanj ni preprostega recepta. Potrebno je preizkušanje različnih metod in njihovih kombinacij v praksi, kritična presoja rezultatov in korekten prenos v prakso. Za izvajanje integriranega varstva rastlin je zelo pomembno povezovanje različnih znanj in izmenjava izkušenj ter kritičen prenos informacij o možnih praktičnih rešitvah.

V sledenju predvidenim obvezujočim spremembam na področju integriranega varstva rastlin v prihodnjih letih, ki jih pripravlja EU Komisija (nova uredba o trajnostni rabi fitofarmaceutskih sredstev), tako strokovnjake kot pridelovalce čaka mnogo praktičnih in administrativnih izzivov.

Zagotovo lahko z vključevanjem dobrih praks integriranega varstva rastlin v ukrepe kmetijske politike dosežemo še hitrejše in večje sprejemanje novosti v varstvu rastlin ter pomembno doprinesemo k zmanjšanju uporabe FFS.

STANJE IMPLEMENTACIJE INTEGRIRANEGA VARSTVA PRED PLEVELI V SLOVENIJI - SE PORABA HERBICIDOV RES ZMANJŠUJE?

Robert LESKOVŠEK¹

¹ Kmetijski inštitut Slovenije, Oddelek za kmetijsko ekologijo in naravne vire,
Ljubljana

IZVLEČEK

Intenzivna kmetijska pridelava se v zadnjih desetletjih sooča z velikimi izzivi, kako zmanjšati odvisnost od uporabe sintetičnih fitofarmaceutskih sredstev. Kljub ambicioznim ciljem in precejšnjimi naporji, vloženimi tako v zakonodajni okvir, kakor tudi podporo raziskavam s tega področja, zadnji podatki nakazujejo, da se njihova poraba v večini evropskih držav ni bistveno zmanjšala. Implementacija integriranega pristopa uravnavanja plevelne vegetacije v okviru direktive o trajnostni rabi fitofarmaceutskih sredstev je v zadnjem obdobju zastala in obstaja vse več pokazateljev, da je izvajanje strategij uravnavanja plevelne vegetacije z manjšimi vnosi herbicidov v praksi zelo omejeno. Z namenom preučevanja sociološkega vidika, povezanega z odločitvami o uporabi postopkov uravnavanja plevelne vegetacije, smo na Kmetijskem inštitutu Slovenije v letu 2019 pripravili anketo, s katero smo želeli preučiti ovire pri uporabi bolj trajnostnih praks uravnavanja plevelne vegetacije, z manjšo porabo herbicidov. Rezultati analize so pokazali, da vlada pri naših kmetijskih pridelovalcih visoka stopnja ozaveščenosti o ekološki vlogi plevelov, načinih zatiranja le teh ter naboru obstoječih strategij integriranega pristopa uravnavanja plevelne vegetacije. Kmetijski pridelovalci so mnenja, da so tveganja, povezana s stroški in izgubo pridelka ter slaba opremljenost s kmetijsko mehanizacijo, glavni dejavniki, ki vplivajo na njihove odločitve o izbiri načina zatiranja plevela. Čeprav podatki o količinski prodaji herbicidov v zadnjih desetih letih kažejo ugoden trend njihovega zmanjševanja, v zadnjem obdobju prihaja do precejšnjih sprememb v strukturi rabe posameznih aktivnih snovi, povezanih predvsem z zakonodajnimi omejitvami na vodovarstvenih območjih. V primerjalni analizi prodaje in rabe aktivnih snovi za zatiranje plevelov koruzi med leti 2011 in 2018, so rezultati pokazali, da je poraba triazinskih herbicidov po letu 2014 upadla kar za polovico. Nasprotno pa se je v istem obdobju poraba herbicidov iz skupine izoksazolov, z bistveno manjšim odmerkom aktivne snovi na hektar, povečala kar za štirikrat. Naši izsledki nakazujejo, da je v Sloveniji velika potreba po zbiranju podatkov o realni rabi herbicidov in razvoju indikatorja, ki ne bo temeljil na volumenski oziroma utežni prodaji, ampak porabi stadardnih odmerkov aktivne snovi na enoto površine.

Ključne besede: integrirano varstvo pred pleveli, implementacija, ovire, poraba herbicidov

¹ dr., Hacquetova ulica 17, SI-1000 Ljubljana, e-mail: robert.leskovsek@kis.si

ABSTRACT

IMPLEMENTATION STATUS OF INTEGRATED WEED MANAGEMENT IN SLOVENIA - IS HERBICIDE USE REALLY DECREASING?

Intensive agricultural production is facing a major challenge how to reduce dependence on the use of synthetic pesticides and significant efforts were invested in both, the legislative framework and the support of research in this area. However, recent data suggest that in majority of European countries the consumption of synthetic pesticides has not significantly decreased. Furthermore, the implementation of Integrated weed management within the Sustainable Pesticides Directive has been slow and there is increasing evidence that the use of weed management strategies in practice is rather limited. In order to study the sociological aspect related to weed management decisions and highlight the barriers to the adoption of more sustainable weed management practices with lower herbicide inputs, a survey was conducted by the Agricultural Institute of Slovenia in 2019. Analysis of the farmers responses showed that the majority of our agricultural producers are highly aware about environmental benefits of the weeds and the available conventional and integrated weed management tools. The survey also revealed, that the farmers consider weed control costs, yield losses due to weeds and the lack of machinery for weed control as the main factors influencing their weed management decisions. Although the herbicide sales data in the last decade showed a decreasing trend, legislative restrictions in the recent period considerably altered the structure of active ingredient consumption. Results of a comparative analysis of the active ingredients used for weed control in maize for a period between 2011 and 2018 showed that, from 2014 onwards, the sales and consumption of triazine group herbicides was reduced by half due to the imposed ban in the water protection areas. Their use was largely substituted by the isoxazole group herbicides, where fourfold increase in their consumption was identified for the observed period. Furthermore, a significantly lower dose of active ingredient per unit area is needed for isoxazole herbicides. Our results indicate that there is a great need in Slovenia to collect actual on-farm herbicide consumption data which will facilitate development of indicators not based on a weight/volume sales data but rather on the number of applications of standard dose per unit area.

Keywords: integrated weed management, implementation, barriers, herbicide consumption

1 UVOD

Zagotavljanje visokih in kvalitetnih pridelkov v poljedelstvu, vrtnarstvu, sadjarstvu in vinogradništvu, pa tudi drugih vrstah kmetijskih kultur, je dandanes močno pogojeno z uporabo različnih kemičnih sredstev. Izmed škodljivih organizmov, velike potencialne izgube pridelka povzročajo pleveli, zato si intenzivnega kmetijstva brez uporabe herbicidov za uravnavanje plevelne vegetacije ne znamo več predstavljati (Oerke, 2006).

Trenutna smer razvoja globalnega kmetijstva je še vedno intenzifikacija, vendar naj bi bila kmetijska pridelava z nižanjem negativnih okoljskih vplivov kmetijstva, predvsem

manjšimi vnosi mineralnih gnojil in fitofarmaceutskih sredstev, bolj trajnostna (Godfray in sod. 2010).

Posledično se zaradi strožje zakonodaje in ocenjevanja vpliva na zdravje ljudi in netarčnih organizmov, razpoložljivost že obstoječih fitofarmaceutskih sredstev zmanjšuje, hkrati pa že nekaj časa resno primanjkuje novih aktivnih snovi, ki prihajajo na trg (Chapman, 2014). Med sredstvi, katerih nadaljnja usoda je pod resnim vprašanjem, je tudi glifosat, ki se mu je konec leta 2022 izteklo začasno petletno dovoljenje za uporabo in je zaradi močne javne pobude njegova uporaba v prihodnosti pod velikim vprašajem.

Negativni učinki na okolje in zdravje agroekosistemov, ki jih povzročata prekomerna uporaba fitofarmaceutskih sredstev, so tako poglobitni razlog za iskanje novih oz. posodobljenih in okolju bolj prijaznih integriranih načinov uravnavanja plevelne vegetacije v pridelavi poljščin in zelenjadnic, kakor tudi drugih trajnih kultur.

Glavni cilj raziskave je bil ocena trenutnega stanja implementacije integriranega varstva pred pleveli ter analizirati stanje porabe herbicidov v Sloveniji.

2 MATERIAL IN METODE

Pri analizi porabe herbicidov v koruzi v letih 2014 in 2017, so bili uporabljene naslednje skupine javno dostopnih podatkov iz podatkovnih baz Uprave RS za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin (UVHVVR) ter Statističnega urada Republike Slovenije (SURS):

- podatki o prodanih količinah, glavnih skupinah in kemijskih razredih fitofarmaceutskih sredstev v obdobju 1997-2021 (UVHVVR, 2021)
 - podatki o rabi fitofarmaceutskih sredstev v koruzi v letih 2014 in 2017 (SURS, 2021).
- V podatkovnih bazi SURS-a (SiStat) je bilo do podatkov mogoče dostopati prek naslednje strukture statističnih področij: 1) kmetijstvo gozdarstvo ribištvo, 2) proizvodne metode v kmetijstvu in 3) raba fitofarmaceutskih sredstev (2014 in 2017).

Indeks intenzivnosti oziroma pogostosti rabe posamezne aktivne snovi (angl. Treatment frequency index-TFI) v koruzi je bil izračunan na naslednji način:

$$TFI = \frac{\text{poraba posamezne a. s./skupna tretirana površina s herbicidi (kg/ha)}}{\text{standardni odmerek a. s. na enoto površine (kg/ha)}}$$

Ker statistični podatki o rabi herbicidov niso popolni in ne vsebujejo dejanskega obsega površine s koruzo, kjer je bila uporabljena posamezna aktivna snov, smo pri izračunu upoštevali, da je bila posamezna aktivna snov uporabljena na celotni površini s koruzo. Pri tem izračunu je bila za velikost standardnega odmerka posamezne aktivne snovi v preglednici 1 upoštevana srednja vrednost med zgornjo in spodnjo priporočeno količino, ki je navedena v registracijski odločbi na slovenskem informacijskem sistemu za varstvo rastlin Fito info (UVHVVR, 2022). Pri aktivnih snoveh, ki se uporabljajo pri nas zgolj v mešanica (npr. terbutilazin) so bile za velikost standardnega odmerka upoštewane analogne priporočene ali registrirane vrednosti iz tujine.

Za leti 2014 in 2017 je bil izračunan tudi obseg tretirane površine (TP) po sledeči formuli:

$$TP (ha) = \frac{\text{poraba posamezne a. s. (kg)}}{\text{stand. odmerek a. s. na enoto površine (kg/ha)}}$$

Izračunana vrednost TP ne predstavlja dejanskega obsega površine, kjer je bila uporabljena posamezna aktivna snov ampak teoretično tretirano površino namenjeno primerjavi obsega površin z uporabljenim standardnim odmerkom posamezne aktivne snovi med leti.

V raziskavi je bila opravljena opisna statistična analiza iz javno dostopnih podatkov ter anket v okviru projekta IMWPRAISE (vzorec ankete je na voljo pri avtorju).

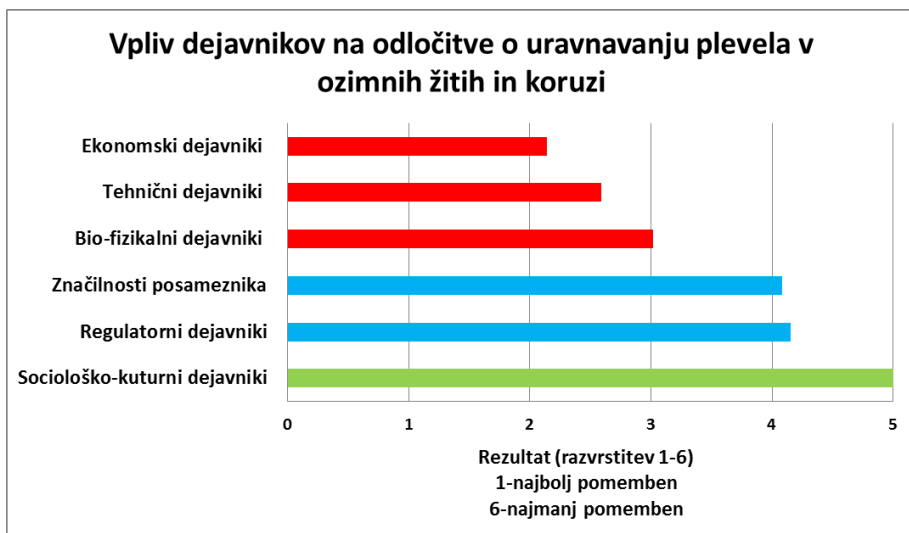
3 REZULTATI IN RAZPRAVA

3.2 Stanje implementacije IVP in sociološki vidik obnašanja kmetovalcev

Koncept Integriranega varstva pred pleveli (IVP; angl. IWM) je bil osnovan že pred 50 leti s ciljem spodbujanja večje uporabe nekemičnih metod zatiranja plevela ter bolj racionalno in ciljno uporabo herbicidov. V raziskave razvoja IVP strategij je bilo vložena ogromno truda, vendar se v zadnjem obdobju pojavlja vse več podatkov, da je njihovo izvajanje v praksi precej omejeno (Shaner in sod., 2017; Neve in sod., 2018). Kot glavne razloge za nepripravljenost uporabe nekemičnih metod kot alternativo herbicidom se najpogosteje navajajo naslednje slabosti le teh (Moss, 2019; Riemens in sod., 2022):

- dražje in tvegane (manjša ali spremenljiva učinkovitost mehanskih ukrepov),
- zapletene in časovno zahtevne,
- večja potreba po delu, pomanjkanje mehanizacije,
- slabo viden takojšnji uspeh,
- težave s prilaganjem na nov pridelovalni sistem (nove poljščine, investicija v opremo)

Kljub nizki stopnji izvajanja IVP v praksi je stopnja ozaveščenosti o uporabi alternativnih nekemijskih ukrepov zatiranja plevela v Sloveniji precej visoka, vendar obstaja velik razkorak med samim "posedovanjem" znanja in njegove uporabe v praksi. V zadnjem času je bilo v svetu opravljenih precej raziskav, ki se posvečajo dejavnikom oblikovanja vedenja kmetovalcev v zvezi z okoljskimi praksami in bi lahko povečale razumevanje ovir pri prevzemu praks IVP. Rezultati anket, opravljenih v okviru projekta IMWPRAISE, so pokazali, da so pri slovenskih kmetovalcih dejavniki, ki imajo največji vpliv na odločitve uravnavanja plevela v ozimni pšenici in koruzi ekonomski in tehnični dejavniki. Zanimivo je, da po mnenju naših kmetovalcev individualni in regulatorni vidik predstavljata relativno nepomembna dejavnika, medtem ko so ocenili, da sociološko-kulturni vidik na njihove odločitve nima praktično nobenega vpliva (slika 1).



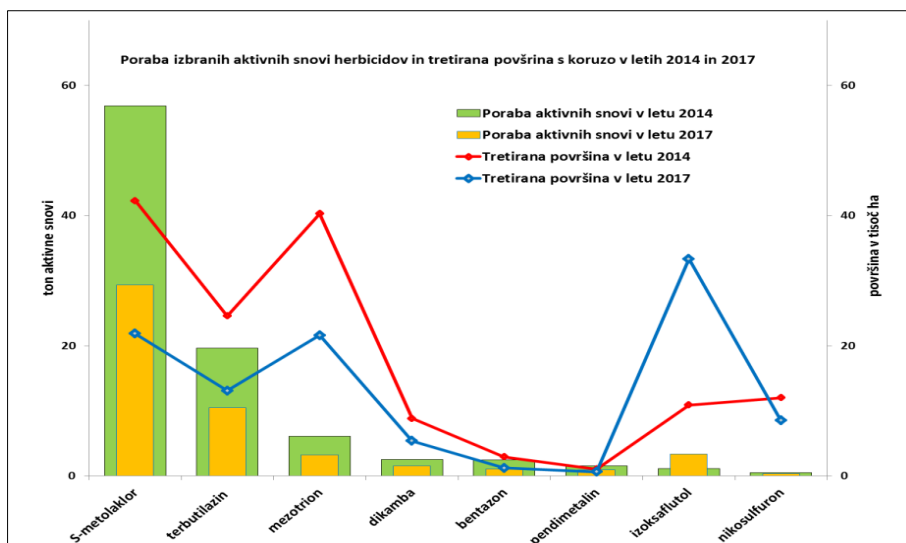
Slika 1: Vpliv dejavnikov na odločitve slovenskih kmetovalcev o uravnavanja plevela v ozimnih žitih in koruzi (Leskovšek in Ilijaš, 2018).

242

Glede na to, da smo pri nas šele v zadnjem desetletju pričeli z bolj intenzivnim delom na implementaciji IVP, je bilo v tem obdobju pridobljenega kar nekaj znanja in izkušenj kako izvajati strategije z manjšo porabo herbicidov. Vendar kljub temu, podobno kot v drugih državah, tudi pri nas širša uporaba nekemičnih metod in posledično uvajanje IVP-ja na kmetijska gospodarstva še vedno predstavlja velik izziv.

3.3 Rezultati porabe herbicidov v koruzi med letoma 2014 in 2017

V Sloveniji beležimo podatke o prodaji fitofarmaceutskih sredstev od leta 1998, medtem ko so edini javno dostopni podatki, ki prikazujejo porabo fitofarmaceutskih sredstev na voljo za leti 2014 in 2017. Na sliki 2 je prikazana utežna poraba posameznih aktivnih snovi herbicidov in izračunana teoretična tretirana površina s koruzo v letih 2014 in 2017. Metodologija izračuna tretirane površine je navedena v materialih in metodah.



Slika 2: Poraba izbranih aktivnih snovi herbicidov in tretirana površina koruze v letih 2014 in 2017.

243

Pri aktivnih snoveh terbutilazin in S-metolaklor je bilo med leti 2014 in 2017 opaziti izrazit upad obsega tretiranih površin. Ker se ti dve aktivni snovi uporabljata v relativno velikih standardnih odmerkih je izrazito upadla tudi utežna poraba, skupaj kar za 40 ton.

Povsem drugačen trend pa vidimo pri aktivni snovi izoksaflutol, ki jo uporabljamo v relativno nizkem utežnem odmerku. Njegova utežna poraba je med letoma 2014 in 2017 narasla le za 2,2 toni. Pri tem pa se je obseg tretirane površina povečal kar za 22.000 ha.

Tudi sulfonil sečninski herbicidi se podobno kot izoksaflutol uporabljajo v zelo nizkih utežnih odmerkih. Utežna poraba nikosulfurona se je med letoma 2014 in 2017 zmanjšala za 150 kg, obseg tretiranja pa znižal iz 12.000 ha na 8.500 ha.

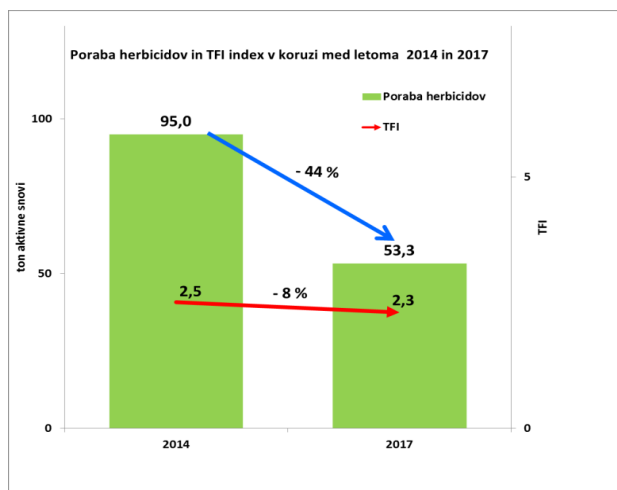
Primerjava utežne porabe herbicidov med letoma 2014 in 2017 nam prikazuje spremembe v strukturi rabe posameznih aktivnih snovi kot rezultat regulatornih sprememb. V letu 2015 je vstopila v veljavo KOPOP operacija Vodni viri (zahtevi VOD-FFSV in POZ-FFSV), kjer se na NUV-D in NUV-O območjih lahko uporabljajo samo sredstva za varstvo rastlin, ki so dovoljena na najožjih vodovarstvenih območjih (VVO I) iz predpisov, ki urejajo vodovarstvena območja. Skupaj je bilo po letu 2015 v omenjene ukrepe vključenih več kot 45.000 ha njivskih površin, kjer je prišlo do zamenjave rabe aktivnih snovi, kot so S-metolaklor, terbutilazin in mezozion predvsem z aktivno snovjo izoksaflutol. Za potrebo primerjave strukture in količinske porabe herbicidov v koruzi smo za leti 2014 in 2017 izračunali Indeks pogostosti rabe (TFI-treatment frequency index), ki predstavlja stopnjo intenzivnosti rabe herbicidov. Aktivne snovi navedene v preglednici 1 predstavljajo 99 % porabljenih količin aktivnih snovi.

Preglednica 1: Prikaz upoštevene količine standardnega odmerka aktivne snovi pri izračunu indeksa pogostosti rabe (TFI) posamezne aktivne snovi v koruzi, v letih 2014 in 2017.

| Aktivna snov | Standardni odmerek (g aktivne snovi/ha) | Indeks pogostosti rabe (TFI) | |
|--------------------|--------------------------------------------|---------------------------------|-------------|
| | | 2014 | 2017 |
| 2,4 D - EHE | 270 | 0,10 | 0,09 |
| terbutilazin | 800 | 0,37 | 0,20 |
| S-metolaklor | 1344 | 0,64 | 0,34 |
| pendimetalin | 1502 | 0,02 | 0,01 |
| nikosulfuron | 40 | 0,18 | 0,13 |
| rimsulfuron | 15 | 0,05 | 0,04 |
| tritosulfuron | 50 | 0,05 | 0,02 |
| dikamba | 288 | 0,13 | 0,08 |
| izoksaflutol | 100 | 0,16 | 0,52 |
| tienkarbazon metil | 40 | 0,16 | 0,52 |
| bentazon | 840 | 0,04 | 0,02 |
| mezotrion | 150 | 0,61 | 0,34 |
| Skupaj | | 2,51 | 2,31 |

Rezultati skupne utežne porabe herbicidov v koruzi med letoma 2014 in 2017 so pokazali, da se je količina porabljenih herbicidov v koruzi znižala za več kot 40 ton (-44 %). Izračun indeksa pogostosti rabe herbicidov v koruzi je pokazal, da se je intenzivnost rabe herbicidov v tem obdobju prav tako zmanjšala za 8 %, vendar ni sledila trendu zmanjšanja skupne utežne količine porabljenih herbicidov.

244



Slika 3: Primerjava utežne porabe herbicidov in indeksa pogostosti rabe herbicidov med letoma 2014 in 2017.

Iz dobljenih rezultatov je moč sklepati, da je trend zmanjševanja porabe herbicidov predvsem posledica uporabe novejših skupin pripravkov z manjšim odmerkom aktivne

snovi na hektar. Naša raziskave prav tako nakazuje, da je v Sloveniji vse večja potreba po razvoju novega indikatorja porabe herbicidov, ki ne bo temeljil na njihovi utežni porabi.

4 SKLEPI

Rezultati naše raziskave so pokazali, da imajo največji vpliv na odločitve o uravnavanju plevelne vegetacije v ozimnih žitih in koruzi ekonomski in tehnični dejavniki.

Analiza strukture rabe herbicidov je pokazala naraščajoč trend uporabe pripravkov z manjšim odmerkom aktivne snovi na hektar. Izračun intenzivnosti rabe herbicidov je pokazal, da utežna prodaja herbicidov najverjetneje ne prikazuje realnega stanja o porabi herbicidov. V Sloveniji nimamo zanesljivih podatkov o količinah porabljenih herbicidov in obstaja potreba po vpeljavi novega indikatorja intenzivnosti rabe fitofarmaceutskih sredstev, ki ne bo temeljil na utežni prodaji.

5 ZAHVALA

Za finančno pomoč pri izvedbi raziskave se zahvaljujemo Javni agenciji za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije (ARRS) in Ministrstvu za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano (MKGP) v okviru ciljnega raziskovalnega projekta "Preučitev in predlog izbora najprimernejših nekemičnih metod zatiranja plevela kot nadomestilo za uporabo glifosata in drugih herbicidov za slovenske razmere" (V4-1801). Raziskava je bila finančno podprta tudi s sredstvi raziskovalnega in inovacijskega programa Obzorje 2020 v okviru projekta IWM PRAISE s št. pogodbe 727321.

6 LITERATURA

- Chapman P. 2014. Is the regulatory regime for the registration of plant protection products in the EU potentially compromising food security? *Food Energy Secur.* 3:1–6.
- Godfray H.C.J., Beddington J.R., Crute I.R., Haddad L., Lawrence D., Muir J.F., Pretty J., Robinson S., Thomas S.M., Toulmin C. 2010. Food security: the challenge of feeding 9 billion people. *Science* 327, 812–818.
- Leskovšek R. in Ilijaš D., 2018. Analiza dejavnikov o odločitvah o uravnavanju plevela v ozimnih žitih in koruzi (neobjavljeni rezultati opravljenih anket v okviru projekta IWM PRAISE).
- Moss S. Integrated weed management (IWM): why are farmers reluctant to adopt non-chemical alternatives to herbicides? 2019. *Pest Manag Sci.*;75(5):1205-1211.
- Neve P, Barney JN, Buckley Y, Cousens RD, Graham S, Jordan N R et al., 2018. Reviewing research priorities in weed ecology, evolution and management: a horizon scan. *Weed Res* 58:250-258
- Oerke E.C. 2006. Crop losses to pests. *Journal of Agricultural Science*, 144: 31-43
- Riemens, M., Sønderkov, M., Moonen, A.C., Storkey, J., Kudsk, P. 2022. An integrated weed management framework: a pan-European perspective. *Eur J Agron* 133:126443
- Shaner DL and Beckie HJ, The future for weed control and technology. 2014. *Pest Manag Sci* 70:1329–1339.
- Statistični urad republike Slovenije (SURS). 2021. Podatkovna baza SiStat. Dostop in prevzem podatkov: https://pxweb.stat.si/sistat/sl/Podrocja/Index/85/kmetijstvo_gozdarstvo-in-ribi%C5%A1tvo (16. 12. 2021)
- Uprava RS za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin (UVHVVR). 2021. Podatki veleprodaje FFS za obdobje 1998-2020 (interna komunikacija s Sektorjem za fitofarmaceutska sredstva; 26.1. 2022)
- Uprava RS za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin (UVHVVR). 2022. Fito-info, informacijski portal za varstvo rastlin. Dostop: <http://spletni2.furs.gov.si/FFS/REGSR/index.htm> (19. 1. 2022).

REZULTATI ANKETE GLEDE IZVAJANJA PRANJA NAPRAV ZA NANOS FITOFARMACEVTSKIH SREDSTEV

Mario LEŠNIK¹, Marjan SIRK², Andrej PAUŠIČ³

¹⁻³ Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede, Hoče

IZVLEČEK

V obdobju od 2019 do 2021 smo v okviru TOPPS demonstracijskih delavnic za prikaz metod pranja naprav za nanos fitofarmaceutskih sredstev (FFS) izvedli anketo, v kateri je sodelovalo 395 profesionalnih uporabnikov FFS (290 aktivnih v pridelavi poljščin in vrtnin in 105 aktivnih v trajnih nasadih). 70 % anketiranih je bilo iz vzhodne in osrednje Slovenije. Z anketo smo želeli pridobiti informacije o poznavanju tehničnih postopkov pranja, o mestu izvedbe pranja in o ravnanju z vodo, ki nastane pri pranju naprav. Rezultati kažejo, da manj kot polovica uporabnikov FFS pranje izvaja na njivi ali v trajnih nasadih, ko zaključijo nanos FFS in da skoraj polovica anketiranih vodo od pranja sprosti na kmetiji v neustreznih točkah (npr. na gramozno pot ali pa na površine, ki so povezane prek odtokov s površinskimi vodami). Ugotovili smo primanjkljaj znanja o pravilni izvedbi pranja in zabeležili želje po posodobitvi naprav, ki pa je otežena zaradi slabih finančnih razmer na kmetijah. Precej verjetno je, da določene najdbe ostankov FFS v površinskih in podtalnih vodah izvirajo iz neustreznih načinov pranja naprav na dvoriščih številnih kmetij. S trenutnim stanjem glede izvedbe pranja naprav za nanos FFS ne moremo biti zadovoljni. Potrebno je dodatno izobraževanje in posodobitev opreme.

Ključne besede: škropilnice, pršilniki, čiščenje, voda, anketa

ABSTRACT

RESULTS OF THE SURVEY REGARDING THE PERFORMANCE OF CLEANING OF EQUIPMENT FOR THE APPLICATION OF PLANT PROTECTION PRODUCTS

In the period from 2019 to 2021, as part of TOPPS demonstration workshops intended to demonstrate the methods of cleaning of equipment for application of plant protection products (PPPs), we conducted a survey in which 395 professional PPP users participated (290 active in crop and vegetable production and 105 active in permanent crop production). 70% of respondents were from eastern and central Slovenia. The aim of the survey was to obtain information on the knowledge of technical cleaning procedures, about the place of washing and about the handling of water generated during the cleaning of equipment. The results show that less than half of PPP users

¹ prof. dr., Pivola 10, SI-2311 Hoče, e-pošta: mario.lesnik@um.si

² študent FKBV-UM, prav tam

³ viš. pred., dr., prav tam

clean their equipment in the field or in permanent crops when they have finished PPP application, and that almost half of respondent's release water from cleaning on the farm at inappropriate points (e.g. on a gravel path or on areas which are connected to surface or underground waters via drainage or sewer system). We found a lack of knowledge about the correct performance of cleaning and recorded a desire of farmers to modernize their equipment, which is hampered by poor financial conditions on farms. It is quite probable that certain findings of PPP residues in surface and groundwater originate from inappropriate cleaning methods in the yards of many farms. We cannot be satisfied with the current situation regarding the cleaning of PPP application equipment. Additional training and equipment upgrades are needed.

Key words: equipment for application of plant protection products, sprayers, cleaning, water, survey

1 UVOD

Pri uporabi fitofarmaceutskih sredstev (FFS) v varstvu rastlin pred škodljivimi organizmi nam nekaj le teh preide v okolje zunaj območja nanosa in pojavi se onesnaženje okolja. Posebna oblika prehoda FFS v okolje so točkovna onesnaženja ob pranju naprav za nanos FFS po njihovi uporabi. Žal ob zaključku nanosa FFS naprav nikoli ne moremo povsem izprazniti. V napravah ostane majhna količina škropilne brozge, ki je črpalka ne more iztisniti in jo navadno imenujemo tehnični minimalni preostanek (Debaer s sod., 2008). Pri starejših napravah lahko tehnični minimum znaša med 5 in 8 % nazivnega volumna rezervoarja naprave, pri modernih napravah pa pričakujemo, da tehnični minimum znaša manj kot 1 % volumna rezervoarja (Jaeken in Debaer, 2005; Andersen s sod., 2010). Dodatno nekaj FFS prinesemo na dvorišče kmetije, nekaj FFS ostane tudi na zunanjih površinah naprav za nanos in tudi na traktorju (Kline s sod., 2003; Roettele, 2008; Wenneker s sod., 2012). Tako lahko pri delu s pršilniki v trajnih nasadih pri vetrovnem vremenu na zunanjih površinah pršilnika ostane tudi do 3 % FFS, ki smo ga vnesli v napravo ob pripravi škropilne brozge (Wenneker s sod., 2012). Pri pranju naprav zunaj kmetijskih proizvodnih zemljišč lahko ostanki FFS preidejo v okolje, kjer povzročajo neželene učinke (npr. na različne površine na dvoriščih kmetij, v odtočne jarke in v druge infrastrukturne objekte, povezane s površinskimi vodami). Strokovno gledano je najbolj učinkovito in ekološko najmanj obremenilno pranje naprav na zemljiščih, kjer smo izvršili nanos FFS. Razredčene ostanke v vodi za pranje razpršimo po tretiranem zemljišču. Pranje naprav na kmetiji prinaša več težav. Povečuje možnosti za točkovna onesnaženja in če želimo vodo od pranja ustrezno procesirati nastanejo tudi stroški za ureditev pralnega mesta in za nabavo različnih naprav za procesiranje vode (npr. Biobed, Biofilter, Heliosec, Phytobac, ...) (glej GIZ, 2020). V Sloveniji nimamo pregleda nad tem, kakšno je stanje na področju pranja naprav za nanos FFS. Glede na to, da se s to tematiko raziskovalno pri nas praktično nihče ne ukvarja, ne moremo oceniti na kolikšnem deležu kmetij uporabniki FFS naprave perejo na ustrezen način in v kolikšni meri nepravilnosti pri pranju naprav vplivajo na najdbe FFS v površinskih in podtalnih vodah. Prav tako je raven zavedanja uporabnikov FFS glede negativnih okoljskih, tehničnih in ekonomskih

učinkov neustreznega pranja naprav za nanos FFS precej nizko. Da bi dobili vsaj okvirno oceno oz. vpogled kakšno je stanje pri pranju naprav za nanos FFS v Sloveniji, smo izvedli preprosto anketo med uporabniki FFS.

2 MATERIAL IN METODE DELA

V okviru projekta TOPPS (glej <https://fitofarmacija.si/index.php/novice/projekt-topps-projekt-dobre-kmetijske-prakse-varstva-rastlin-za-boljse-varovanje-voda>) in različnih usposabljanj uporabnikov FFS smo v zadnjih letih na terenu izvedli večje število demonstracijskih delavnic glede pranja naprav za nanos FFS. Delavnic se je udeležilo več sto uporabnikov FFS. Ob zaključku delavnic smo udeležencem razdelili anketo z nekaj preprostimi vprašanji in prosili za anonimne odgovore po sistemu obkroževanja enega od več možnih vnaprej pripravljenih odgovorov. Izmed 395 anketiranih jih je bilo 2/3 aktivnih v pridelavi poljščin in 1/3 v trajnih nasadih. Največ anketirancev je bilo iz vzhodne Slovenije (okolica Maribora, Ptuja, Slovenske Bistrice, Lenarta, Murske Sobote, Gačnika, ...). Nekaj pa jih je bilo tudi iz drugih krajev oz. regij (npr. Krško, Celje, Ljubljana, N. Gorica, Vipava, Kranj, ...). Približno 80 % udeležencev je bilo iz manjših do srednje velikih kmetij s polprofesionalno ali profesionalno pridelavo.

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

248

Rezultate ankete podajamo kot komentar odgovorov na zastavljena vprašanja uporabnikom FFS. Naredili smo zgolj preprosto statistiko glede deleža anketiranih, ki so podali posamezen odgovor ločeno za anketirance aktivne v poljedelski pridelavi in za anketirance aktivne v trajnih nasadih.

Preglednica 1: Odgovori anketirancev glede tehničnih vidikov pranja naprav.

| | POLJEDELSTVO | TRAJNI NASADI |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------|
| Ali ima vaša naprava dodaten rezervoar za čisto vodo, ki jo uporabimo za pranje? | | |
| DA | 62,5 % | 48,7 % |
| NE | 37,5 % | 51,3 % |
| Ali izvajate notranje pranje naprave na njivi ali v trajnem nasadu ko zaključite postopek nanosa FFS? | | |
| NIKOLI | 52,6 % | 38,8 % |
| VEDNO | 12,8 % | 17,5 % |
| VČASIH | 34,6 % | 43,7 % |
| Ali izvajate zunanje pranje naprave na njivi ali v trajnem nasadu ko zaključite postopek nanosa FFS? | | |
| NIKOLI | 65,8 % | 77,3 % |
| VEDNO | 10,4 % | 8,5 % |
| VČASIH | 23,8 % | 14,2 % |
| Kam sprostitite vodo od pranja naprav za nanos FFS ko pranje izvajate na kmetiji po zaključku nanosa FFS? | | |
| NA GNOJIŠČE ALI V JAMO ZA GNOJEVKO | 31,5 % | 7,3 % |
| NA ZELENICO | 17,3 % | 45,3 % |
| NA GRAMOZNO PODLAGO DVORIŠČA | 39,5 % | 33,2 % |
| NA BETONSKO ALI ASFALTNO PODLAGO | 11,7 % | 10,2 % |

Odgovori glede opremljenosti naprav z dodatnimi rezervoarji za čisto vodo kažejo, da imamo še vedno v uporabi veliko zastarelih naprav, ki niso opremljene z rezervoarji za čisto vodo za izvedbo notranjega pranja neposredno na zemljišču, kjer je bil izvršen nanos FFS. To je značilno za majhne, polprofesionalne kmetije. Ta informacija kaže na to, da precejšen delež uporabnikov FFS ne more izvesti pranja naprav na njivi ali v trajnem nasadu, ker s seboj ne pripeljejo čiste vode. Odgovori na vprašanje o tem, ali uporabniki izvajajo notranje pranje na terenu kažejo na to, da zelo verjetno vsaj polovica uporabnikov pranja ne izvaja na njivah ali v trajnih nasadih in ostanke škroplilne brozge pripeljejo na dvorišče kmetije in jih sprostijo ob pranju na dvorišču. To stori tudi veliko tistih, ki sicer na njihovih napravah imajo dodaten rezervoar za čisto vodo za pranje. Pogost odgovor, zakaj kljub opremljenosti z rezervoarjem za čisto vodo perejo na dvorišču, je, da na dvorišču lahko izvedejo boljše pranje v krajšem času in da lahko med pranjem izvajajo druga opravila. Preprosto rezervoar napolnijo z vodo do vrha in potem pustijo da črpalka izprazni rezervoar do konca na mestu pranja, brez da bi bili prisotni ob napravi. Še bistveno manj je pranja zunanjih površin naprav na njivi ali v trajnem nasadu. Osnovni vzrok da večina uporabnikov FFS zunanjega pranja ne izvaja na njivah in v nasadih je v tem, da naprave nimajo opreme za zunanje pranje. Ta pomanjkljivost se da odpraviti z posodobitvijo naprav. Danes imamo na voljo visoko zmogljive baterijske naprave (pralne pištole), ki omogočijo zunanje pranje, če le imamo dovolj velik rezervoar za čisto vodo in ustrezen priklop za priključitev baterijske naprave za odvzem vode. V nekaterih sosednjih deželah so kmetije dobile subvencije za posodobitev starejših naprav.

Središčno vprašanje je, kje na dvorišču kmetije se pranje naprav izvaja in kaj se zgodi z vodo od pranja? Vemo, da vsaj 85 % uporabnikov FFS nima urejenih pralnih mest (različnih vrst ploščadi za zbiranje vode od pranja). Podatki ankete kažejo, da je na živinorejskih kmetijah pogosta praksa, da se voda od pranja usmeri v jame z gnojevko ali na gnojlišča. V nemško govorečih deželah je to priporočena praksa (na primer stran <https://www.ufarevue.ch/betriebsfuehrung/gewaesserschutz>). V majhnem številu raziskav so potrdili, da ostanki FFS v jamah z gnojevko in v gnojliščih hitro razpadajo. Če se gnojevka uporablja na travinju pri uporabi ni zadržkov (osebna komunikacija z raziskovalci iz Nemčije). Le pri manjšem številu aktivnih snovi so ugotovili počasno razpadanje in pri pranju naprav po uporabi nekaterih teh snovi in sproščanju v jame z gnojevko so ponekod izrazili zadržke za uporabo gnojevke na površinah kjer gojijo vrtnine (osebna komunikacija z raziskovalci). Slab rezultat iz ankete je, da med 30 in 40 % uporabnikov FFS vodo od pranja sprosti na prepustno podlago na dvorišču kmetije. V teh primerih obstajajo velike možnosti za hitro prehajanje FFS v podtalnico. Ni povsem izključeno da nekatere najdbe FFS v podtalnici ne izhajajo iz takšne prakse pranja naprav. Dobro je, da velik del uporabnikov vodo od pranja sprosti na aktivno zelenico, posebej pri pršilnikih za nanos v trajnih nasadih. Če to na manjših kmetijah naredijo le nekajkrat na leto, ni pričakovati obsežnega prehoda FFS v podtalje ali v površinske vode. Takšne travne površine je potrebno ustrezno vzdrževati, da je ruša aktivna in bujna ter da je pod njo globoka plast prsti z visokim deležem organske snovi. Približno 10 % uporabnikov FFS vodo od pranja sprosti na betonske in asfaltne površine, ki so zelo pogosto povezane z odtočnimi sistemi za meteorne vode in potem

voda od pranja preide ali v podtalnico ali v površinske vode. Z rezultati ankete glede mesta pranja gotovo ne moremo biti zadovoljni, ker velik delež uporabnikov pranje izvaja na manj ustrezen način in nima urejenih mest, kjer bi vodo od pranja lahko zbrali. Ena od možnih manj dragih rešitev je, da kmetije kupijo pralne ponjave iz umetnih mas in vodo zberejo v plastične cisterne. Zbrano vodo pozneje razpršijo po travinju, žitnih strniščih ali travinju v travnih nasadih. Takšen sistem stane med 3.500 in 4.800 evrov.

Preglednica 2: Odgovori anketirancev glede pripravljenosti za posodobitev naprav.

| | POLJEDELSTVO | TRAJNI NASADI |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------|
| Ali ste pripravljeni vložiti sredstva v obnovo naprav za nanos FFS z namenom da izboljšate možnosti pranja naprav? | | |
| DA | 81,5 % | 78,8 % |
| NE | 19,5 % | 21,2 % |
| Ali bi izvedli obnovo vaše naprave če bi bila obnova subvencionirana? | | |
| DA | 90,3 % | 98,5 % |
| NE | 9,7 % | 1,5 % |

V preglednici 2 so podatki glede pripravljenosti pridelovalcev, da posodobijo opremo za nanos FFS. Vidi se, da pripravljenost in želja obstaja, a večina pričakuje neke vrste subvencijsko podporo. Trenutno zakonodajnega pritiska ni in tudi to vpliva, da uporabniki FFS problematiki pranja ne posvečajo veliko pozornosti. Določene težave so se pojavile pri podjetjih, ki so aktivna na mednarodnih trgih in za trženje pridelkov potrebujejo mednarodne certifikate, kot je na primer EUREP-GAP. Če nimajo urejenih pralnih mest so težave s pridobitvijo certifikatov.

Slaba praksa pranja prinaša tudi druge težave. Na slabo prakso pranja naprav kažejo tudi številni zgledi fitotoksičnosti od ostankov herbicidov in tudi pojavi nedovoljenih ostankov FFS v kulturah, ki sicer niso bile škropljene s pripravki, ki najdene FFS vsebujejo. V obeh omenjenih primerih po malomarnem pranju naprav v njih ostane preveč ostankov FFS. Pri nas je po podatkih ponudnikov zelo majhen obseg prodaje posebnih čistil za pranje naprav za nanos FFS. Ponudba je dovolj velika, da bi uporabniki lahko izvajali kakovostno čiščenje, a po čistilih ne posegajo.

4 SKLEPI

V Sloveniji pri urejanju problematike postopkov pranja naprav za nanos FFS zaostajamo. V številnih EU državah so sprejeli dokaj stroge pravilnike, ki predpisujejo postopke in tehnično opremljenost kmetij za pranje naprav FFS. Ponekod imajo spiske opreme, ki ima certifikat, da omogoča učinkovito procesiranje vode od pranja FFS. Kmetje imajo obveznost, da se ustrezno tehnično opremijo s sodobnimi napravami za pranje mehanizacije. Pri nas je GIZ fitofarmacija pripravilo več strokovnih publikacij, ureditve z ustreznim državnim pravilnikom pa še nimamo.

Če nimamo sredstev za subvencioniranje nakupov drage opreme in kmetij ne želimo postaviti pred dejstvo, da se morajo opremiti za procesiranje vode od pranja naprav na kmetijah, je potrebno bolj sistematično spodbujati pranje naprav na njivah in v nasadih. Pranje na zemljišču, kjer nanašamo FFS, je najcenejši način pranja naprav, ker niso

potrebne investicije za opremo na kmetiji. Na državni ravni bi lahko ponudili vsaj skromne subvencije za posodobitev naprav za izvedbo kontinuiranega pranja in za izvedbo zunanjega pranja pri zastarelih napravah na majhnih kmetijah. Za takšne posodobitve bi bile potrebne podpore vsaj v višini 500 do 800 evrov za manjšo napravo. Seveda je bistveno bolje, če uporabniki kupijo nove naprave za nanos FFS in imajo velik delež subvencioniranja v okviru podpor za nakup nove kmetijske mehanizacije. To velja za srednje in večje kmetije.

Za večje kmetije je priporočljivo, da razmislijo o nakupih naprav in se obrnejo na slovenske ponudnike, ki že ponujajo preverjeno opremo. Vsekakor je potrebno razmisliti o gradnji kolektivnih profesionalnih vaških pralnic, ki bi jih gradili z EU podporami in bi posamezna pralnica služila več sto kmetijam hkrati. V večjih EU državah gredo zelo intenzivno v tej smeri.

Naša strokovna ocena je, da so najdbe nekaterih FFS v površinskih in podzemnih vodah gotovo povezane z nepravilnostmi pri pranju naprav za nanos FFS, še posebej v okoljih kjer ima slabo prakso veliko kmetij na majhnem prostoru. Potrebno je intenzivirati usposabljanje uporabnikov FFS.

5 ZAHVALA

Za financiranje izvedbe ankete v okviru TOPPS projekta se zahvalujemo GIZ fitofarmacija in organizaciji ECPA - CropLife Europe. Še posebej pa se za koordiniranje izvedbe projekta zahvalujemo Renati Fras Petrlin.

6 LITERATURA

- Andersen, P.G., Jorgensen, M. K., Nilsson, E., Wehmann, H.J. 2010. Towards efficient sprayer cleaning in the field and minimum point source pollution. *Aspects of Applied Biology. International Advances in Pesticide Application* 99,1-5.
- Debaer, C., Springael, D., Ryckeboer, J., Spanoghe, P., Balsari, P., Taylor, W. A., Jaeken, P. 2008. Volumes of residual of sprayers and their International Standards: impact on farm water treatment systems. *Aspects of Applied Biology, International Advances in Pesticide Application*, pp. 193-200.
- GIZ Fitofarmacija. 2020. Dobra kmetijska praksa varstva rastlin za varovanje voda - preprečevanje točkovnega onesaženja, 52 s. (https://fitofarmacija.si/images/docs/gradiva/Prepre%C4%8Devanje_to%C4%8Dkovnega_onesna%C5%BEenja_s_FFS-knij%C5%BEica.pdf)
- Jaeken, P., Debaer, C. 2005. Risk of Water Contamination by Plant Protection Products (PPP) During Pre- and Post- Treatment Operations. *Annual Review of Agricultural Engineering*, 4, 1: 93-114.
- Kline, A., Landers, A., Hedge, A., Lemley, A., Obendorf, K., Dokuchayeva, T. 2003. Pesticide exposure levels on surfaces within sprayer cabs. *Applied Engineering in Agriculture*. 19 (4). DOI: [10.13031/2013.14916](https://doi.org/10.13031/2013.14916)
- Roettle, M. 2008. Strategies to reduce point source losses of ppp to water focus on "behaviour, technique and infrastructure": results and lessons learned from the TOPPS - project. *Aspects of Applied Biology* 84, *International Advances in Pesticide Application*, pp. 357–368.
- Wenneker, M., Michielsen, J. M. G. P., Van de Zande, J., Stallinga, H. 2012. External loading of an orchard sprayer with agrochemicals during application. *Aspects of Applied Biology - International Advances in Pesticide Application*, 114: 151-157.

UČINKOVITOST ALTERNATIVNIH SREDSTEV ZA ZATIRANJE PLEVELNE VEGETACIJE NA ŽELEZNIŠKI INFRASTRUKTURI

Anže ROVANŠEK¹, Sergeja ADAMIČ², Robert LESKOVŠEK³

¹⁻³ Kmetijski inštitut Slovenije, Oddelek za kmetijsko ekologijo in naravne vire,
Ljubljana

IZVLEČEK

Uporaba glifosata predstavlja že več desetletij učinkovit in stroškovno ugoden postopek za zatiranje plevelne vegetacije na železniški infrastrukturi tako v Sloveniji, kakor tudi drugod po svetu. S 1. aprilom 2021 je v Sloveniji stopila v veljavo nova zakonodaja, ki prepoveduje uporabo fitofarmaceutskih sredstev za zatiranje plevela na javnih površinah ter infrastrukturi, kot so ceste in železnice. V obdobju med julijem in oktobrom leta 2021 je bila na šestih lokacijah izvedena terenska raziskava preučevanja učinkovitosti alternativnih pripravkov za zatiranje plevelne vegetacije na železniški infrastrukturi. V raziskavo so bili vključeni naslednji pripravki na podlagi organskih kislin: komercialni bioherbicid z aktivno snovjo na podlagi pelargonske kisline (680 g/L) ter mešanica mravljinčne in citronske kisline (250 g/L + 300 g/L). Oba pripravka smo preizkusili pri dveh volumnih škropilne brozge (250 L/ha in 350 L/ha) in v dveh terminih uporabe. Učinkovitost alternativnih pripravkov je bila primerjana z uporabo glifosata (1800 g a.s./ha) kot standardnega postopka pred uvedbo prepovedi uporabe FFS na javnih površinah ter gospodarski in javni infrastrukturi. Naši rezultati so pokazali, da ima uporaba alternativnih pripravkov na podlagi organskih kislin omejeno učinkovitost delovanja na večino plevelnih vrst na poskusnih lokacijah železniške infrastrukture. Učinkovitosti delovanja alternativnih pripravkov v zgodnjem terminu ocenjevanja (po 10 dneh) večinoma ni preseгла 60 % in je v mesecu dni po njihovi uporabi padla na vrednosti med 10 in 20 %. Na vseh poskusnih lokacijah so bile površine, kjer smo uporabili glifosat tudi po šestih tednih ustrezno čiste, medtem ko je bilo tudi v postopkih z zaporedno (dvojno) uporabo alternativnih sredstev že opazen ponoven razvoj plevelne vegetacije. Izjemi sta bili le lesnata vrsta navadna trdoleska (*Euonymus europaeus* L.) in trdovratna večletna njivska preslica (*Equisetum arvense* L.). Iz naših rezultatov je moč sklepati, da preučevana kontaktna sredstva na podlagi organskih kislin tudi ob večkratni uporabi ne dosežajo ravni učinkovitosti primerljive z enim odmerkom glifosata.

Ključne besede: bioherbicidi, pelargonska, mravljinčna kislina, glifosat, plevel, učinkovitost, železnice

¹ mag. inž. agr., Hacquetova ulica 17, SI-1000 Ljubljana, e-mail: anze.rovansek@kis.si

² mag. inž. hort., prav tam

³ dr., prav tam

ABSTRACT

EFFICACY OF THE ALTERNATIVE HERBICIDES FOR WEED MANAGEMENT ON THE RAILWAY INFRASTRUCTURE

The use of glyphosate has been for several decades an effective and cost-effective weed control practice on railway infrastructure. From 1st of the April 2021, new legislation came into force in Slovenia, which prohibits the use of plant protection products for weed control in public areas and infrastructure, such as roads and railways. In the period between July and October 2021, a field study was conducted at six locations in Slovenia to study the efficacy of alternative bioherbicides based on organic acids for weed control on railway infrastructure. The study included a commercial product with the active substance of pelargonic acid (680 g/L) and a product containing a mixture of formic and citric acid (250 g/L + 300 g/L). Treatments with bioherbicides also included two application timings and two spray volumes (250 L/ha and 350 L/ha). All treatments with alternative products were compared to glyphosate (1800 g a.i./ha) as a standard procedure before the introduction of the new legislation. Our results suggest that tested bioherbicides have limited efficacy on most of the weed species present at experimental sites. The efficacy of contact bioherbicides in the early evaluation period (after 10 days) did not exceed 60 % and dropped to between 10 and 20 % at the second evaluation timing, 6 weeks after treatment. At all experimental sites, treatment with glyphosate maintained its efficacy even after this period. Sequential use of alternative products did not affect the re-growth of weed vegetation in the treatments with the use of bioherbicides. The only exceptions were the woody species spindle tree (*Euonymus europaeus* L.) and difficult to control perennial species common horsetail (*Equisetum arvense* L.). Our results indicate that the studied bioherbicides did not reach a required level of efficiency comparable to a single application of glyphosate even if they are applied repeatedly in high dosages.

Key words: bioherbicides, pelargonic, formic, acid, glyphosate, weeds, efficacy, railway

1 UVOD

Ustrezno zatiranje plevelne vegetacije na železniški infrastrukturi predstavlja pomemben vzdrževalni ukrep pri zagotavljanju varnosti v železniškem prometu. Glifosat je zaradi širokega spektra uporabe in dobrega sistemčnega delovanja globalno najbolj razširjen herbicid (Baylis, 2000). Pregled stanja zatiranja plevelne vegetacije na železniški infrastrukturi je pokazal, da v večini evropskih držav uporaba glifosata, z določenimi omejitvami, še vedno predstavlja standardni, učinkovit in stroškovno ugoden postopek za zatiranje plevelne vegetacije na železniški infrastrukturi. V Sloveniji je s 1. aprilom 2021 v veljavo stopila prepoved rabe fitofarmaceutskih sredstev za zatiranje plevela na javnih površinah, vključno z golf igrišči in športnimi igrišči ter objekti gospodarske javne infrastrukture, kot so ceste in železnice (UL. RS. št 71/14 in 28/18). Glede na popolno prepoved uporabe kemičnih sredstev za varstvo rastlin je bil cilj raziskave preučiti možnosti uporabe alternativnih kemičnih sredstev kot nadomestilo za uporabo glifosata pri zatiranju plevelne vegetacije na železniški infrastrukturi. V raziskavi smo preverili, kakšna je biološko učinkovitost različnih

koncentracij in količin škropilne brozge na posamezne plevelne vrste v različnih časovnih obdobjih po uporabi.

2 MATERIALI IN METODE

V obdobju med julijem in oktobrom 2021 je bila na šestih lokacijah izvedena terenska raziskava preučevanja učinkovitosti bioherbicidov za zatiranje plevelne vegetacije na železniški infrastrukturi. Raziskavo smo izvajali na šestih poskusnih lokacijah, to je Dornberk, Ilirska Bistrica, Bled, Šmarje pri Jelšah, Dravograd in Straža pri Novem mestu, kjer smo uporabo alternativnih pripravkov preizkusili v naključnem blok sistemu s tremi ponovitvami, umeščenimi v prostor med železniškimi tiri ali območje neposredno ob njih. V raziskavo sta bila vključena pripravka z aktivno snovjo na podlagi pelargonske kisline (680 g/L) ter pripravke, ki vsebuje mešanico mravljinčne in citronske kisline (250 g/L + 300 g/L). Pelargonsko kislino kakor tudi mešanico mravljinčne in citronske kisline smo uporabili v dveh volumnih škropilne brozge (250 L/ha in 350 L/ha) in s tem v različnih koncentracijah. Pri pelargonski kislini smo tako uporabili 8 % in 7,2 % koncentracijo, medtem ko je pri mešanici mravljinčne in citronske kisline koncentracija teh dveh aktivnih snovi pri višjem volumnu škropilne brozge znašala 10 % in 12 %, pri manjšem volumnu škropilne brozge pa 7 % in 8,5 %. V poskus sta bila vključena tudi postopka z dodatno aplikacijo pelargonske ter mravljinčne in citronske kisline 10 dni po prvi aplikaciji.

254

Preglednica 1: Seznam in opis uporabljenih postopkov.

| Oznaka | Aktivna snov / koncentracija a.s. | Število aplikacij | Volumen | Odmerek | Koncentracija | OPOMBA |
|-----------------|---------------------------------------------------|-------------------|----------|---------|---------------|--------------------------------------|
| Kontrola | brez | 0 | / | / | / | netretirano |
| G | glifosat (360 g/L) | 1 | 250 L/ha | 5 L/ha | 2 % | |
| P1X | pelarg. kislina (680 g/L) | 1 | 250 L/ha | 20 L/ha | 8 % | |
| P2X | pelarg. kislina (680 g/L) | 2 | 250 L/ha | 20 L/ha | 8 % | ponovna aplikacija |
| PV | pelarg. kislina* (680 g/L) | 1 | 350 L/ha | 30 L/ha | 7,2 % | *večji volumen, manjša koncentracija |
| M1X | mravlj. in citronska kislina (250 g/L + 300 g/L) | 1 | 250 L/ha | 25 L/ha | 10 % + 12 % | |
| M2X | mravlj. in citronska kislina (250 g/L + 300 g/L) | 2 | 250 L/ha | 25 L/ha | 10 % + 12 % | ponovna aplikacija |
| MV | mravlj. in citronska kislina* (250 g/L + 300 g/L) | 1 | 350 L/ha | 30 L/ha | 7 % + 8,5 % | *večji volumen, manjša koncentracija |

Vse postopke z alternativnimi pripravki smo primerjali z uporabo glifosata (360 g/L aktivne snovi) v 2 % odmerku (5 L/ha in 250 L/ha škropilne brozge), kot standardnega postopka pred uvedbo prepovedi uporabe FFS na javnih površinah ter gospodarski in javni infrastrukturi. Preizkušena sredstva smo nanašali z eksperimentalno nahrbtno baterijsko škropilnico (Euro Pulve) delovne širine 3 m in pri delovnem tlaku 3 bare. Uporabljene so bile šobe Lechler IDK 120, poraba škropilne brozge pa je znašala 250 in 350 L/ha. Podrobnosti postopkov izvedenih škropljenj so zbrani v naslednji preglednici (preglednica 1). Poskusne postopke smo ocenili s procentualno vizualno metodo v dveh terminih, 10 in 40 dni po aplikaciji.

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

Zaradi velike geografske razpršenosti poskusnih lokacij in razlik v pedoklimatskih razmerah, je bila ugotovljena precejšnja razlika v pojavnosti posameznih plevelnih vrst med posameznimi lokacijami. V splošnem so prevladovale plevelne vrste, kot so vrste iz rodu vrbovcev, muhvičev in krvomočnic, kanadska suholetnica, njivska preslica, žlezava nedotika, pripotna ločika in navadna trdoleska. Vrste kot so pegasti mleček, ozkolistni trpotec, njivski slak, navadni dežen, ozkolistni zebrat, navadna madronščica, mala strašnica, mala zijalka in navadni rebrinec pa so se znotraj poskusnih lokacij nahajali neenakomerno in v manjšem obsegu. Na lokacijah Bled, Straža in Dravograd bodisi zaradi starejšega datuma samega nasutja območja železniških tirov, kakor tudi slabšega zatiranja vegetacije v preteklosti že prihaja do pojava rastlinskih združb manj prilagojenih na pogoje stresa in pogostih motenj. Med njimi lahko že zasledimo vrste, značilne za njive, kot so drobnocvetni rogovilček in invazivna vrsta žlezava nedotika, ki se zaradi velikih potreb po vodi in manjši meri tudi hranilih najpogosteje pojavlja ob njivskih in cestnih jarkih. Pri postopku ocenjevanja smo učinkovitost posameznih postopkov ugotavljali pri vseh plevelnih vrstah, vendar so ocene manj zastopanih plevelnih vrst precej manj zanesljive, saj je bila njihova pojavnost neenakomerna in v majhnih gostotah. Rezultati so zato prikazani izsledki biološke učinkovitosti samo za plevelne vrste, ki so bile na posamezni poskusni lokaciji ugotovljene v dovolj velikem številu.

Preglednica 2: Rezultati učinkovitosti delovanja glifosata in bioherbicidov na najbolj enakomerno zastopane plevelne vrste na železniški infrastrukturi po lokacijah (oznake obravnavan so predstavljene v preglednici 1).

| Lokacija | Latinsko ime plevela | Slovensko ime plevela | Postopek/ocena v % | G | P1X | P2X | PV | M1X | M2X | MV |
|----------|--------------------------|-----------------------|--------------------|----|-----|-----|----|-----|-----|----|
| Dornberk | <i>Equisetum arvense</i> | Njivska preslica | 1. ocena | 4 | 13 | | 7 | 8 | | 4 |
| | | | 2. ocena | 5 | 18 | 83 | 20 | 23 | 87 | 18 |
| | <i>Lactuca seriola</i> | Pripotna ločika | 1. ocena | 75 | 58 | | 20 | 20 | | 40 |
| | | | 2. ocena | 99 | 40 | 55 | 14 | 13 | 70 | 60 |
| | <i>Setaria</i> sp. | Muhvič | 1. ocena | 92 | 4 | | 7 | 3 | | 2 |
| | | | 2. ocena | 95 | 3 | 4 | 6 | 10 | 15 | 2 |

| | | | | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------|-------------------------|----------|----|----|----|----|----|----|----|
| Ilirska Bistrica | <i>Taraxacum officinale</i> | Navadni regrat | 1. ocena | 55 | 16 | | 26 | 6 | | 6 |
| | | | 2. ocena | 70 | 3 | 13 | 6 | 6 | 5 | 5 |
| Ilirska Bistrica | <i>Lactuca seriola</i> | Pripotna ločika | 1. ocena | 82 | 21 | | 34 | 15 | | 5 |
| | | | 2. ocena | 99 | 7 | 5 | 8 | 8 | 12 | 4 |
| | <i>Setaria</i> sp. | Muhvič | 1. ocena | 63 | 5 | | 13 | 7 | | 3 |
| | | | 2. ocena | 94 | 6 | 5 | 3 | 5 | 6 | 5 |
| Dravograd | <i>Impatiens glandulifera</i> | Žlezava nedotika | 1. ocena | 92 | 10 | | 19 | 12 | | 9 |
| | | | 2. ocena | 99 | 3 | 13 | 7 | 8 | 6 | 4 |
| | <i>Galinsoga parviflora</i> | Drobnocvetni rogovilček | 1. ocena | 97 | 10 | | 25 | 10 | | 8 |
| | | | 2. ocena | 96 | 4 | 6 | 7 | 15 | 18 | 13 |
| | <i>Lamium purpureum</i> | Mrtva koprivva | 1. ocena | 60 | 3 | | 11 | 6 | | 4 |
| | | | 2. ocena | 67 | 3 | 14 | 5 | 8 | 5 | 7 |
| | <i>Setaria</i> sp. | Muhvič | 1. ocena | 99 | 4 | | 8 | 3 | | 4 |
| | | | 2. ocena | 97 | 4 | 13 | 3 | 10 | 6 | 3 |
| | <i>Epilobium</i> sp. | Vrbovec | 1. ocena | 70 | 2 | | 34 | 6 | | 3 |
| | | | 2. ocena | 85 | 6 | 82 | 9 | 20 | 68 | 8 |
| Šmarje pri Jelšah | <i>Panicum</i> sp. | Proso | 1. ocena | 98 | 10 | | 11 | 8 | | 4 |
| | | | 2. ocena | 84 | 3 | 32 | 4 | 6 | 27 | 7 |
| | <i>Equisetum arvense</i> | Njivska preslica | 1. ocena | 6 | 9 | | 21 | 11 | | 3 |
| | | | 2. ocena | 13 | 9 | 49 | 6 | 13 | 63 | 9 |
| Straža | <i>Euonymus europaeus</i> | Navadna trdoleska | 1. ocena | 6 | 15 | | 23 | 3 | | 2 |
| | | | 2. ocena | 10 | 18 | 41 | 25 | 4 | 4 | 4 |
| | <i>Convolvulus arvensis</i> | Njivski slak | 1. ocena | 70 | 10 | | 20 | 7 | | 1 |
| | | | 2. ocena | 50 | 2 | 5 | 3 | 4 | 1 | 2 |
| | <i>Vicia cracca</i> | Ptičja grašica | 1. ocena | 33 | 58 | | 63 | 18 | | 8 |
| | | | 2. ocena | 73 | 20 | 23 | 23 | 8 | 11 | 6 |
| <i>Rubus fruticosus</i> | Navadna robida | 1. ocena | 40 | 22 | | 23 | 3 | | 2 | |
| | | 2. ocena | 70 | 11 | 11 | 2 | 4 | 4 | 2 | |
| Bled | <i>Galeopsis angustifolia</i> | Ozkolistni zebnat | 1. ocena | 83 | 32 | | 52 | 16 | | 10 |
| | | | 2. ocena | 72 | 11 | 20 | 15 | 9 | 9 | 34 |
| | <i>Conyza canadensis</i> | Kanadska hudoletnica | 1. ocena | 75 | 8 | | 8 | 11 | | 5 |
| | | | 2. ocena | 85 | 7 | 5 | 9 | 13 | 7 | 15 |

| | | | | | | | | | |
|-----------------------------|------------------|----------|----|----|----|----|----|----|----|
| <i>Pimpinella saxifraga</i> | Navadni bedrenec | 1. ocena | 32 | 25 | | 33 | 13 | | 12 |
| | | 2. ocena | 30 | 16 | 19 | 4 | 15 | 25 | 24 |

Na podlagi šestih izvedenih terenskih poskusov na precej raznolikih lokacijah lahko trdimo, da je bila učinkovitost glifosata ustrezno visoka, saj smo za večino plevelnih vrst ugotovili učinkovitost v razponu 90-99 %, kljub uporabi zunaj optimalnega roka, ko je bila večina plevelov že v generativni fazi razvoja. Izjeme so bile nekatere večletne plevelne vrste, kot so navadna robida (*Rubus fruticosus*), njivski slak (*Convolvulus arvensis*), navadni regrat (*Taraxacum officinale*), kjer smo ugotovili nekoliko nižje učinkovitosti (50-75 %). Čeprav je bila učinkovitost glifosata na njivsko preslico (*Equisetum arvense*) le okoli 10 %, ti rezultati niso nepričakovani, saj je znano, da je za to rastlinsko vrsto značilna nizka absorpcija in translokacija tako glifosata, kakor tudi drugih herbicidov (Marshall in sod. 1987). Podobno velja tudi za navadno trdolesko (*Euonymus europaeus*), kjer bi nekoliko boljše delovanje dosegli s poznejšo jesensko aplikacijo višjih odmerkov glifosata. Nasprotno kot pri uporabi glifosata, so bili rezultati učinkovitosti bioherbicidov pri večini plevelnih vrst v poskusih zelo nizki, saj gre pri obeh preizkušenih pripravkih organske kisline z omejenim kontaktnim delovanjem. Čeprav so rezultati ocenjevanja, opravljenega 10 dni po aplikaciji, nakazovali nekoliko višje vrednosti, je učinkovitost šest tednov po njihovi uporabi močno upadla pri večini v poskusih zastopanih plevelnih vrst (10-20 %). Izjema sta bili le lesnata vrsta navadna trdoleska (*Euonymus europaeus*) in njivska preslica (*Equisetum arvense*). Pri navadni trdoleski je bilo ugotovljeno nekoliko boljše delovanje dveh zaporednih odmerkov pelargonske kisline (41 % učinkovitost), medtem ko smo pri njivski preslici ugotovili dobro delovanje zaporednih odmerkov pelargonske kisline (70 %) in še posebej mravljinčne in citronske kisline (80 %). Glede na to, da ima njivska preslica visoko sposobnost preživetja in regeneracije rasti iz koreninskega sistema, bo te rezultate potrebno preveriti tudi v daljšem časovnem obdobju.

257

4 SKLEPI

V okviru raziskovalnega projekta zatiranja vegetacije na železniški infrastrukturi je bilo izvedenih šest poskusov na različnih lokacijah in specifičnih okoljskih razmerah. Kljub spremenljivim rezultatom kot posledica različnih pedoklimatskih razmer, starosti prog, ravni vzdrževanja in posledično sestavi in količini prisotne plevelne vegetacije lahko podamo naslednje zaključke.

Naši rezultati nakazujejo, da ima uporaba alternativnih pripravkov na osnovi organskih kislin omejeno učinkovitost delovanja na večino plevelnih vrst prisotnih na železniški infrastrukturi. V primerjavi z glifosatom so bili preizkušeni alternativni pripravki precej neučinkoviti in tudi ob večkratni uporabi ne dosegajo ravni učinkovitosti primerljive z enim odmerkom glifosata. V povprečju je bila njihova učinkovitost 3-10 krat slabša, v odvisnosti od preučevane plevelne vrste. V zgodnjem terminu ocenjevanja (po 10 dneh) učinkovitost bioherbicidov večinoma ni preseгла 60 % in je v mesecu dni padla na

vrednosti med 10 in 20 %. Izjemi sta bili le lesnata vrsta navadna trdoleska (*Euonymus europaeus* L.) in trdovratna večletna njivska preslica (*Equisetum arvense* L.). Postopki z večjim volumnom škropilne brozge bioherbicidov so bili bolj učinkoviti samo pri pelargonski kislini v obdobju prvih 10 dni. Na daljši rok, pa ni bilo opaznih bistvenih razlik. Iz rezultatov preizkušanja uporabe dvakratnih aplikacij je moč sklepati, da preučevana kontaktna sredstva na osnovi organskih kislin tudi ob večkratni uporabi ne dosegajo ravni učinkovitosti primerljive z enim odmerkom glifosata. Trend zmanjševanja uporabe sintetičnih herbicidov in velik napredek pri razvoju nekemijskih načinov zatiranja plevela nakazujejo potrebo po nadaljnjih raziskavah in iskanja ustreznih rešitev učinkovitega in okoljsko sprejemljivega sistema zatiranja vegetacije na železniški kakor tudi drugi prometni infrastrukturi. Spodbudni rezultati delovanja dvakratnih aplikacij preučevanih bioherbicidov na njivsko preslico pa nakazujejo potrebo po nadaljnjih raziskavah s katerimi bi preverili dolgoročno učinkovitost in vpliv na regeneracijsko sposobnost koreninskega sistema pri tej plevelni vrsti.

5 ZAHVALA

Zahvala sodelavcema dr. Andreju Vončini in Andriji Vasiliću mag. za pomoč pri izvedbi poskusov. Projekt je bil financiran s strani naročnika Slovenske železnice-Infrastruktura, družba za upravljanje in vzdrževanje železniške infrastrukture ter vodenja železniškega prometa d.o.o.

6 LITERATURA

- Baylis, A.D., 2000. Why glyphosate is a global herbicide: strengths, weaknesses and prospects. *Pest. Manag. Sci.* 56, 299-308.
- Marshall G., Kirkwood R.C. in Martin D.J. 1987. Studies on the mode of action of asulam, aminotriazole and glyphosate in *Equisetum arvense* L. (field horsetail). I: The uptake and translocation of [¹⁴C]asulam, [¹⁴C]aminotriazole and [¹⁴C]glyphosate. *Pesticide Science*, 18: 55-64.
- Pravilnik o pravilni uporabi fitofarmaceutskih sredstev UL. RS. št 71/14
- Pravilnik o spremembi in dopolnitvi Pravilnika o pravilni uporabi fitofarmaceutskih sredstev UL. RS. št. 28/18

UPORABA ČRTNIH KOD DNA ZA IDENTIFIKACIJO RAZLIČNIH BAKTERIJSKIH VRST IZ RODU *Pantoea*

Aleksander BENČIČ¹, Manca PIRC², Primož PAJK³, Tanja DREO⁴

^{1,2,4}Nacionalni inštitut za biologijo, Ljubljana

¹Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana, Ljubljana

³Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, Uprava Republike Slovenije za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin, Ljubljana

IZVLEČEK

Bakterija *Pantoea stewartii* subsp. *stewartii* povzroča bakterijsko uvelost koruze. Je avtohtona na ameriškem kontinentu. Beležimo tudi nekaj najdb v Evropi. Bakterijo smo v omejenem obsegu v okviru letnih programov preiskav, ki jih financira in koordinira UVHVVR, nekajkrat zaznali tudi v pridelavi koruze v Sloveniji. Pri listih koruze z madeži smo ob tem pogosto naleteli tudi na druge bakterije rodu *Pantoea*, katerih pomen še ni popolnoma razjasnjen. Za identifikacijo različnih bakterij iz rodu *Pantoea* smo preizkusili določanje DNA črtnih kod. Uporabili in primerjali smo dva para oligonukleotidnih začetnikov za pomnoževanje in določane zaporedja dela gena *recA* (Wensing in sod., 2010; Cesbron in Manceau, 2010). Uspelo nam je pridobiti zaporedja *recA*, ki so omogočila identifikacijo vrst za veliko večino izolatov bakterij iz rodu *Pantoea*. Pri tem smo ugotovili, da sta za uspešno karakterizacijo potrebna oba para oligonukleotidnih začetnikov, saj se razlikujeta v specifičnosti. V listih koruze smo identificirali bakterije *P. stewartii* subsp. *stewartii*, *P. agglomerans* in *P. ananatis*, ki je eden od pomembnejših povzročiteljev bolezni koruze v južni Ameriki. Uporaba različnih oligonukleotidnih začetnikov je zamudna in oteži interpretacijo rezultatov, zato bi bilo smiselno v prihodnje razviti test, s katerim bi lahko identificirali večji nabor bakterijskih vrst iz rodu *Pantoea*. Program preiskave se predvidoma nadaljuje tudi v naslednjih letih.

Ključne besede: črtne kode DNA, *Pantoea*, Slovenija

ABSTRACT

THE USE OF DNA BARCODING FOR THE DETECTION OF DIFFERENT BACTERIAL SPECIES OF THE GENUS *Pantoea*

The bacterium *Pantoea stewartii* subsp. *stewartii* is the causal agent of bacterial leaf blight of maize and is native to America. However, some findings have also been made

¹ Večna pot 111, SI-1000 Ljubljana; Jamova 39, SI-1000 Ljubljana; aleksander.bencic@nib.si

² Dr., Večna pot 111, SI-1000 Ljubljana

³ Dunajska 22, SI-1000 Ljubljana

⁴ Dr., Večna pot 111, SI-1000 Ljubljana

in Europe. The bacterium has been detected during the regular annual surveys of maize plants which is financed and coordinated by the UVHVVR. Other bacteria from genus *Pantoea* have also been encountered on leaves of symptomatic maize, the effects of which are not yet fully understood. We used DNA barcoding to identify bacteria of the genus *Pantoea*. Two pairs of oligonucleotide primers, which amplify sequence of the *recA* gene were used (Wensing *et al.* 2010; Cesbron and Manceau 2010). We were able to obtain sequences of the *recA* gene that allowed the identification of most isolates of the genus *Pantoea*. It was found that both pairs of oligonucleotide primers are required for successful identification, as they differ in specificity. Among the isolates from maize leaves, we identified *P. stewartii* subsp. *stewartii*, *P. agglomerans* and *P. ananatis*, which is an important pathogen of maize diseases in South America. The use of two different primer pairs is time consuming and complicates the interpretation of the results. This suggests the need for a new assay that allows simultaneous detection of a greater number of bacterial species. It is planned to continue the survey in the following years.

Key words: DNA barcoding, *Pantoea*, Slovenia

1 UVOD

260
Bakterija *Pantoea stewartii* subsp. *stewartii* (*Erwinia stewartii* [Smith 1898] Mergaert in sod., 1993, comb. nov.), v nadaljevanju se uporablja uradna EPPO šifra ERWIST, je povzročiteljica bakterijske uvelosti koruze. Poleg ERWIST poznamo tudi *P. s.* subsp. *indologenes*, v nadaljevanju se uporablja uradna EPPO šifra PNTAIN, ki pa ne povzroča bolezenskih znamenj na koruzi. Bakterije vrste *P. stewartii* so gram-negativne, paličaste oblike, ne tvorijo spor in niso gibljive. Velikost bakterij je 0,5-1,3 × 1,0-3,0 μm. So oksidaza negativne in fakultativno anaerobne (Mergaert in sod., 1993). Najpomembnejša gostiteljska rastlina ERWIST je koruza (*Zea mays*). Občutljiva je zlasti sladka koruza (*Zea mays* convar. *saccharata* var. *rugosa*). Okužijo se lahko tudi druge rastline, med katerimi so okrasne rastline in trave (*Spartina pallidifusca*, *Zea mexicana*, *Tripsacum dactyloides*, *Dracaena sanderiana*). Bakterijska vrsta *P. stewartii* je avtohtona na ameriškem kontinentu, kjer tudi povzroča ekonomsko škodo. Tam bakterijo učinkovito prenaša ameriška vrsta bolhačev, koruzni bolhač (*Chaetocnema pulicaria*, Coleoptera, Crysomelidae, Alicine) (Roper, 2011; Walterson in Stavrinos, 2015). Ta po do sedaj znanih podatkih v Evropi ni zastopan, vendar so zastopane nekatere druge vrste iz rodu *Chaetocnema* (Dreo in sod., 2017).

V Evropi beležimo le posamične najdbe ERWIST in ni znano, da bi bila bakterija ustaljena. Zato jo Evropska unija (priloga II/A Izvedbene uredbe komisije (EU) 2019/2072) in Evropska in mediteranska organizacija za varstvo rastlin (EPPO, seznam A2) uvrščata med karantenske organizme. Program preiskav za odkrivanje ERWIST poteka tudi v Sloveniji pod okriljem Uprave za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin (UVHVVR) in Javne službe za varstvo rastlin. V letih 2018 in 2021 je bila bakterija ERWIST ugotovljena tudi na vzorcih koruze v Sloveniji. Poleg ERWIST so bile tekom preiskav med izolati iz koruze potrjene tudi druge bakterije iz rodu *Pantoea*. Med temi je tudi *P. ananatis*, v nadaljevanju se uporablja uradna EPPO šifra ERWIAN. Ta je znan rastlinski patogen, ki med drugim povzroča okužbe koruze v Južni Ameriki.

Boleznska znamenja, ki jih povzročajo okužbe z različnimi bakterijami iz rodu *Pantoea*, so lahko zelo podobna. Zato obstaja potreba po molekularnih testih, ki bi omogočali razločevanje med različnimi vrstami. Primer tovrstnega testa je določanje črtnih kod DNA. V raziskavi, ki smo jo izvedli na Nacionalnem inštitutu za biologijo, smo preverili ustreznost dveh različnih protokolov in začetnih oligonukleotidov za pomnoževanje in za določanje črtnih kod DNA na podlagi odseka gena *recA*.

2 MATERIALI IN METODE

V raziskavi smo analizirali 31 sevov iz mednarodnih zbirk bakterij in 35 sevov, ki smo jih v sklopu programa preiskav izoliranih iz listov koruze z bolezenskimi znamenji in identificirali kot *Pantoea* spp. z metodo masne spektrometrije (MALDI-TOF MS). Sevi, pridobljeni iz bakterijskih zbirk, so pripadali bakterijskim vrstam in podvrstam ERWIST, PNT0IN, ERWIAN in *P. agglomerans* (v nadaljevanju se uporablja uradna EPPO šifra ERWIHE) ter so navedeni v preglednici 1.

DNA je bila izolirana z metodo Chelex (Dreo *in sod.*, 2013). Za izolacijo je bila uporabljena ena polna 1 µl cepilna zanka bakterij, ki smo jih predhodno namnožili na trdnem gojišču iz hranilnega agarja (goveji ekstrakt, pepton, agar). Pomnoževanje odseka gena *recA* smo izvedli z dvema različnima paroma začetnih oligonukleotidov. Prvi protokol so objavili Wensing *in sod.* leta 2010 (smerni oligonukleotid CATGCGCTGGGTGAAGACC, protismerni oligonukleotid TCAGCCTGCTTGAACGGCGC). Dolžina produkta je pri referenčnem genomu ERWIST DC283 699 bp. Za pomnoževanje je bil uporabljen komplet reagentov FastStart Taq DNA Polymerase (Roche, F. Hoffmann-La Roche AG, Basel, Švica). Sestava reakcijske mešanice (25 µL) je bila: 2,5 µL 10 × PCR reakcijski pufer (z 20 mM MgCl₂), 0,5 µL mešanica dNTP-jev (vsak 10 mM), 0,25 µL vsakega od začetnih oligonukleotidov (100 µM), 0,125 µL DNA polimeraza Taq (5U/µL), preostanek molekularna voda. Pomnoževanje je potekalo po programu: 4 min 95 °C, 30 ciklov (20 s 95 °C, 20 s 52 °C, 60 s 72 °C) in 7 min 72 °C (Wensing *in sod.*, 2010). Drugi protokol, ki smo ga uporabili, sta objavila Cesbron in Manceau leta 2010 (smerni oligonukleotid ATCTGGAATTCAGCCTG, protismerni oligonukleotid TCCATCATGCGCCTGGGTGAAGA). Dolžina produkta je pri referenčnem genomu ERWIST DC283 713 bp. Sestava reakcijske mešanice je bila enaka kot pri zgoraj opisanem protokolu. Pomnoževanje je potekalo po programu: 4 min 95 °C, 30 ciklov (45 s 95 °C, 45 s 54 °C, 90 s 72 °C) in 7 min 72 °C (Cesbron in Manceau, 2010).

Preglednica 1: Bakterijski sevi pridobljeni iz bakterijskih zbirk. Navedeni so vrsta in podvrsta bakterije, oznaka v zbirki, gostiteljska rastlina iz katere je bil bakterijski sev izoliran, država v kateri je bil sev odkrit in leto izolacije.

| Vrsta | Oznaka seva v zbirki | Gostiteljski organizem | Država porekla | Leto |
|--------|----------------------|------------------------------------|----------------|---------|
| ERWIST | CFBP 3168 | <i>Zea mays</i> | ZDA | 1957 |
| ERWIST | NCPPB 2295 | <i>Zea mays</i> var. <i>rugosa</i> | ZDA | 1970 |
| ERWIST | NCPPB 3253 | <i>Zea mays</i> | Italija | 1982 |
| ERWIST | CFBP 1719 | <i>Zea mays</i> | ZDA | neznano |

| | | | | |
|--------|------------|------------------------------------|------------|---------|
| ERWIST | CFBP 2502 | <i>Zea mays</i> var. <i>rugosa</i> | ZDA | 1957 |
| ERWIST | CFBP 3157 | <i>Zea mays</i> | ZDA | 1963 |
| ERWIST | CFBP 3165 | <i>Zea mays</i> | ZDA | 1932 |
| ERWIST | CFBP 3166 | <i>Zea mays</i> | ZDA | 1975 |
| ERWIST | CFBP 3167 | <i>Zea mays</i> var. <i>rugosa</i> | ZDA | 1970 |
| ERWIST | CFBP 3169 | <i>Zea mays</i> var. <i>rugosa</i> | ZDA | 1962 |
| ERWIST | CFBP 3393 | neznani | neznana | neznano |
| ERWIST | CFBP 3394 | hrošč | ZDA | 1954 |
| ERWIST | CFBP 3395 | neznani | ZDA | neznano |
| ERWIST | CFBP 3396 | <i>Chaetocnema pulicaria</i> | ZDA | 1975 |
| ERWIST | CFBP 3445 | <i>Zea mays</i> | ZDA | 1985 |
| ERWIST | CFBP 3517 | <i>Zea mays</i> var. <i>rugosa</i> | ZDA | 1970 |
| PNTAIN | CFBP 3614 | <i>Setaria italica</i> | Indija | neznano |
| PNTAIN | NCPPB 1562 | <i>Pennisetum glaucum</i> | Indija | 1961 |
| PNTAIN | NCPPB 1845 | <i>Ananas comosus</i> | Havaji | 1948 |
| PNTAIN | NCPPB 1877 | <i>Cyamopsis psoralioides</i> | neznana | 1966 |
| PNTAIN | NCPPB 2275 | <i>Pennisetum glaucum</i> | Indija | 1963 |
| PNTAIN | NCPPB 2281 | <i>Setaria italica</i> | Indija | 1960 |
| PNTAIN | NCPPB 2282 | <i>Pennisetum glaucum</i> | Indija | 1956 |
| PNTAIN | NCPPB 4624 | <i>Zea mays</i> | Avstralija | 2018 |
| PNTAIN | LMG 2630 | <i>Cyamopsis tetragonolobus</i> | neznana | 1966 |
| PNTAIN | LMG 2671 | <i>Ananas comosus</i> | Havaji | 1966 |
| ERWIHE | CFBP 2240 | <i>Homo sapiens</i> | Zimbabve | 1983 |
| ERWIHE | CFBP 3174 | <i>Zea mays</i> | Francija | 1989 |
| ERWIHE | CFBP 3845 | <i>Homo sapiens</i> | Zimbabve | 1956 |
| ERWIAN | CFBP 3612 | <i>Ananas comosus</i> | Brazilija | 1965 |
| ERWIAN | CFBP 3171 | <i>Puccinia graminis</i> | ZDA | 1954 |

Prisotnost produktov po pomnoževanju smo preverili z agarozno gelsko elektroforezo (1 % agaroz). DNA produkti pomnoževanja so bili iz gela izolirani s kompletom za izolacijo Montage DNA gel extraction kit (Merck Millipore, Burlington, ZDA). Določanje nukleotidnega zaporedja DNA je bilo izvedeno z metodo po Sangerju pri izvajalcu GATC Service (Eurofins Genomics, Ebersberg, Nemčija). Za obdelavo podatkov po sekvenciranju smo uporabili CLC Main Workbench 20 (Qiagen, Hilden, Nemčija). Začetki in konci zaporedij s slabšo kvaliteto so bili odstranjeni. Na podlagi smernega in protismernega nukleotidnega zaporedja smo določili konsenzno zaporedje. Filogenetsko drevo je bilo sestavljeno po metodi najbližjih sosedov na podlagi

Mahalaboisovih razdalj izračunanih iz *k*-merov dolžine 15 bp. Za določitev bakterijske vrste na podlagi zaporedja je bilo uporabljeno spletno orodje BLAST (Basic Local Alignment Search Tool) in pripadajoča baza nukleotidnih zaporedij. Izbrana je bila bakterijska vrsta z najvišjim odstotkom ujemanja nukleotidnega zaporedja.

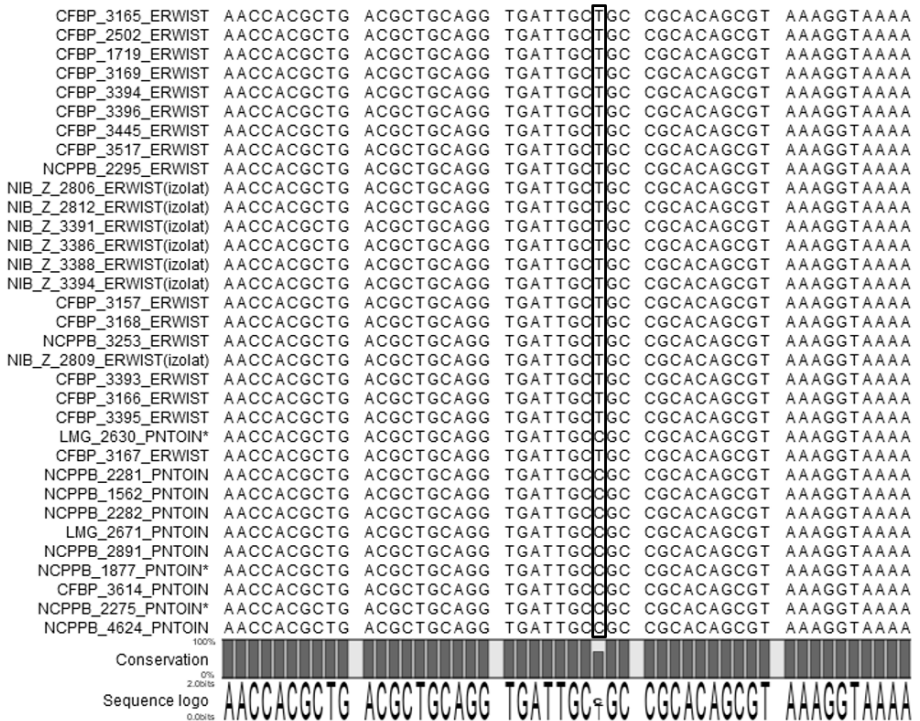
3 REZULTATI IN RAZPRAVA

3.1 Analiza pomnoževanja

S protokolom, povzetem po Wensing in sod., smo uspešno pomnožili odsek gena *recA* pri ERWIST, PNT0IN in ERWIHE. S protokolom, povzetem po Cesbron in Manceau, smo uspešno pomnožili odsek gena *recA* pri PNT0IN, ERWIHE in ERWIAN. Tako je za pomnoževanje odseka gena *recA* pri ERWIST ustrezen protokol po Wensing in sod., pri ERWIAN je ustrezen protokol Cesbron in Manceau. Oba protokola pa sta ustrezna za bakteriji PNT0IN in ERWIHE. Do pomnoževanja in vidnega PCR produkta sicer pride z obema paroma začetnih oligonukleotidov pri vseh preučenih vrstah in podvrstah, vendar s protokolom Wensing in sod. ne dobimo zanesljivo zadostne količine produkta za uspešno določitev nukleotidnega zaporedja pri sevih ERWIAN. Enako velja tudi za protokol Cesbron in Manceau ter seve ERWIST. Za referenčne seve iz zbirke smo uspeli določiti vrsto na podlagi črtnih kod DNA pri vseh 31 sevih. Za izolate, pridobljene v sklopu programa preiskav, nismo uspeli pridobiti nukleotidnega zaporedja pri dveh izolatih. V obeh primerih gre za izolate ERWIAN. V enem od primerov je prišlo do pomnoževanja, vendar ni bilo mogoče pridobiti zaporedja. V drugem primeru pa ni prišlo niti do pomnoževanja. Pomnoževanje je bilo pri ERWIAN v splošnem manj učinkovito kot pri ostalih vrstah.

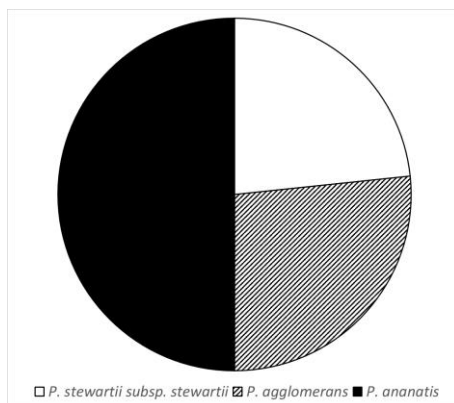
3.2 Določitev bakterijskih vrst

Da bi potrdili ustreznost metode črtnih kod DNA in njene izvedbe v našem laboratoriju, smo s to metodo želeli določiti vrsto 31 sevom iz bakterijskih zbirke (preglednica 1). Med njimi je bilo 19 sevov ERWIST, 7 sevov PNT0IN, 3 sevi ERWIHE in 2 seva ERWIAN. V vseh primerih smo s črtnimi kodami DNA določili enako bakterijsko vrsto in podvrsto kot je sevu pripisana v zbirki. V treh primerih smo z določanjem črtnih kod DNA seve, ki pripadajo podvrsti PNT0IN, sprva določili kot ERWIST. Ti so na filogenetskem drevesu (Slika 3) označeni z *. Podobnost nukleotidnega zaporedja je pri teh dveh podvrstah prek 99 %. S podrobnejšo analizo nukleotidnega zaporedja gena *recA* smo odkrili točkovno mutacijo na poziciji 1099182 (GenBank: CP017581.1). Na tem mestu je pri ERWIST timin in pri PNT0IN citozin (slika 1). Ta točkovna mutacija na podlagi do sedaj znanih zaporedij omogoča ločevanje med ERWIST in PNT0IN. Metoda je bila tako potrjena kot ustrezna za določanje bakterijskih vrst in podvrst rodu *Pantoea*. Za določitev na nivoju podvrste je potrebna analiza točkovnih mutacij.



Slika 1: Poravnava zaporedij odsekov gena *recA* med mesti 1099155 in 1099204 (GenBank: CP017581.1) pri ERWIST in PNTTOIN. Obkroženo je mesto 1099182 na katerem se nahaja točkovna mutacija.

Nadaljevali smo z določitvijo bakterijskih vrst bakterijskim sevom, ki so bili izolirani iz koruze v sklopu letnih programov preiskav. Skupno je bilo analiziranih 35 izolatov. Na osnovi *recA* črtne kode DNA smo 7 izolatov določili kot ERWIST, 8 kot ERWIHE in 16 kot ERWIAN (slika 2). Noben izolat ni bil identificiran kot PNTTOIN. Ti so bili izolirani iz 29 različnih vzorcev. Iz nobenega od vzorcev nismo izolirali dveh različnih vrst rodu *Pantoea*. ERWIST in ERWIHE sta bili identificirani v 6 vzorcih, ERWIAN pa v 15 vzorcih. V dveh primerih se rezultat ni skladal z vrsto, določeno z metodo MALDI-TOF MS. V obeh primerih je šlo za izolata predhodno pripisana vrsti ERWIHE. Eden od sevov je bil identificiran kot *Pantoea eucalypti*, drugi pa je bil umeščen v rod *Erwinia*. To bi lahko bila posledica velike heterogenosti te vrste in pomanjkljivi identifikaciji različnih sevov z masno spektrometrijo. Identifikacija vseh izolatov ERWIST in ERWIAN se je skladala s predhodno pripisano vrsto in podvrsto.



Slika 2: Tortni diagram bakterijskih vrst rodu *Pantoea* določenih v izolatih pridobljenih tekom rednih letnih preiskav na NIB-u.

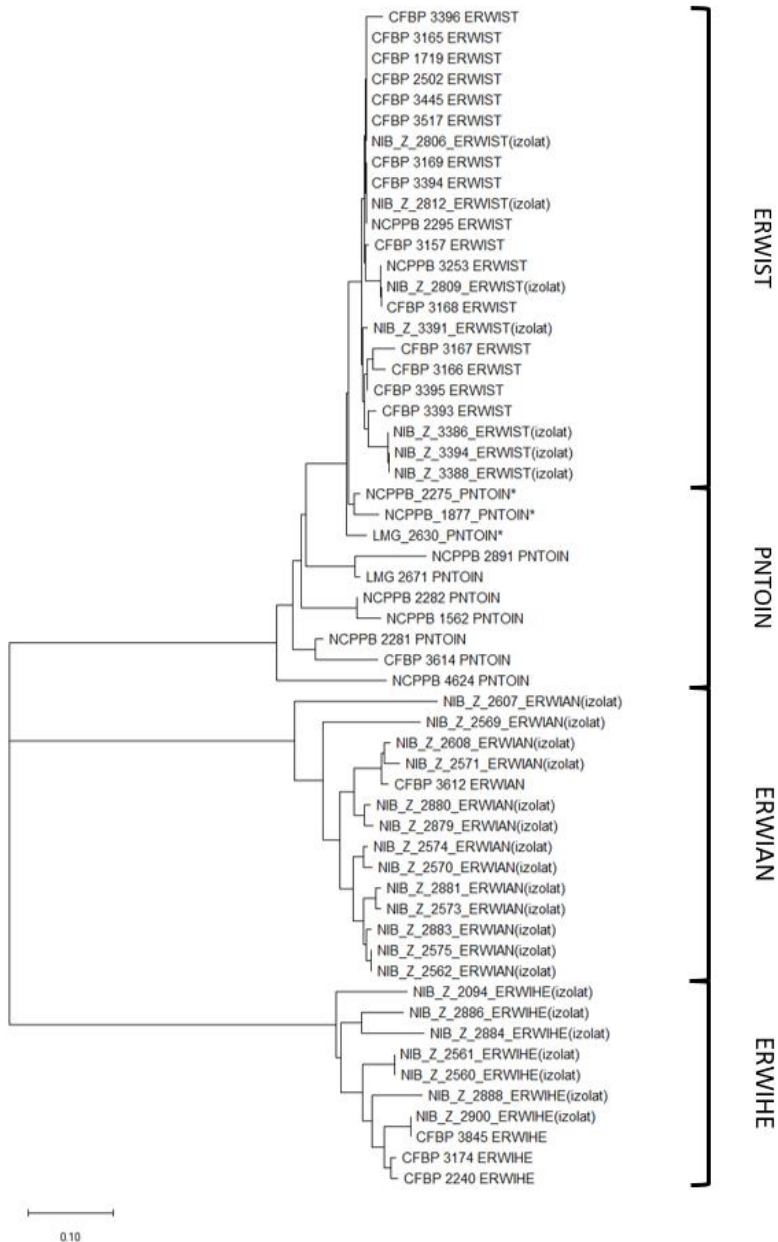
Iz rezultatov določanja vrst bakterij iz rodu *Pantoea* lahko zaključimo, da smo za veliko večino izolatov uspeli pridobiti nukleotidno zaporedje odseka na genu *recA*, ki je omogočilo določitev bakterijske vrste. Na podlagi nukleotidnih zaporedij smo pripravili tudi filogenetsko drevo. Na temu se jasno vidi razdelitev v tri ločene veje, ki vsebujejo vrste *P. stewartii*, ERWIAN in ERWIHE (slika 3).

265

4 SKLEPI

Dokazali smo, da je z uporabo metode črtnih kod DNA na podlagi odseka gena *recA* moč določiti vrsto in podvrsto bakterijam rodu *Pantoea*. Vendar je uporaba dveh različnih protokolov in parov začetnih oligonukleotidov zamudna in oteži interpretacijo rezultatov. Prav tako je potrebo za zanesljivo razlikovanje med podvrstama ERWIST in PNTOIN izvesti analizo točkovnih mutacij. Zato je tak pristop manj uporaben v diagnostiki. Protokol, ki bi omogočal zanesljivejšo pomnoževanje za določanje črtnih kod DNA pri vseh vrstah rodu *Pantoea*, bi povečal uporabnost te metode, saj bi lahko identificirali več različnih sevov iz rodu *Pantoea*, za katere tarčne in specifične metode niso na voljo. V diagnostiki je zato v uporabi predvsem PCR v realnem času (Tambong *in sod.*, 2008, Pal *in sod.*, 2019). Trenutno so v teku analize celotnih genomov za izbrane seve rodu *Pantoea*, ki so bili izolirani v letnih programih preiskav. S tem bomo pridobili boljše podatke, ki bodo omogočili popolnejšo karakterizacijo sevov in razvoj novih diagnostičnih testov. Identifikacija sevov na podlagi primerjalne genomike pa lahko olajša sledenje izbruhom okužb. Glede na to, da je od preučenihi bakterij le ERWIST na evropskem seznamu karantenskih organizmov, nam bodo nadaljnje študije prav tako pripomogle k razvoju novih specifičnih in hitrihi molekularnih diagnostičnih metod, saj jih je zelo malo (Pal *in sod.*, 2019, Gehring *in sod.*, 2014) s katerimi lahko ločimo bakteriji ERWIST in PNTOIN.

266



Slika 3: Filogenetsko drevo sestavljeno na podlagi nukleotidnih zaporedij odseka gena *recA*, pridobljenih za določanje črtnih kod DNA. Sevi so poimenovani z imenom v zbirke, ob izolatih iz programa preiskav je v oklepaju dopisano izolat. Na desnem rodu je označeno katera vrsta je bila določena sevom.

5 ZAHVALA

Zahvaljujemo se Upravi Republike Slovenije za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin, Javni službi za varstvo rastlin in vsem vzorčevalcem na terenu, ki sodelujejo v programu preiskav. Tehničnim sodelavcem na Oddelku za biotehnologijo in sistemsko biologijo Nacionalnega inštituta za biologijo. Javni agenciji Republike Slovenije za raziskovalno dejavnost za financiranje raziskovalnih programov ARRS P4-0165 in ARRS MR Aleksander Benčič.

6 LITERATURA

- Cesbron, S., Manceau, C., Primers for recA amplification for *Erwinia* strains. 2010.
- Dreo, T., Naglič, T., Peterka, M., Ravnikar, M. (2013) Karakterizacija slovenskih izolatov *Pectobacterium* in *Dickeya* spp. iz krompirja. Zbornik predavanj in referatov 11. slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin z mednarodno udeležbo. Bled, 5.-6., str. 125–131
- Dreo, T., Pajk, P., Pirc, M., Ravnikar M. (2017). Program preiskav preverjanja zastopanosti bakterije *Pantoea stewartii* v rastlinah in semenu koruze (*Zea mays* L.). Zbornik predavanj in referatov 13. slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin z mednarodno udeležbo. Rimske Toplice, 7.-8. marec 2017, str. 392–398
- Gehring, I., Wensing, A., Gernold, M., Wiedemann, W., Coplin, D.L., Geider, K. (2014). Molecular differentiation of *Pantoea stewartii* subsp. *indologenes* from subspecies *stewartii* and identification of new isolates from maize seeds. *Journal of Applied Microbiology*, 116(6), str. 1553-1562
- Mergaert, J., Verdonck, L., Kersters, K. (1993). Transfer of *Erwinia ananas* (synonym, *Erwinia uredovora*) and *Erwinia stewartii* to the genus *Pantoea* emend. as *Pantoea ananas* (Serrano 1928) comb. nov. and *Pantoea stewartii* (Smith 1898) comb. nov., respectively, and description of *Pantoea stewartii* subsp. *indologenes* subsp. nov. *International Journal of Systematic Bacteriology*, 43(1), str. 162–173
- Pal, N., Block, C. C., Gardner, Candice A.C. (2019). A real-time PCR differentiating *Pantoea stewartii* subsp. *stewartii* from *P. stewartii* subsp. *indologenes* in corn seed. *Plant Disease*, 103(7), str. 1474–1486
- Roper, M. C. (2011). *Pantoea stewartii* subsp. *stewartii*: Lessons learned from a xylem-dwelling pathogen of sweet corn. *Molecular Plant Pathology*, 12(7), str. 628–637
- Tambong, J. T., Mwange, K. N., Bergeron, M., Ding, T., Mandy, F., Reid, L. M., Zhu, X. (2008) Rapid detection and identification of the bacterium *Pantoea stewartii* in maize by TaqMan® real-time PCR assay targeting the *cpsD* gene, *Journal of Applied Microbiology*, 104(5), str. 1525–1537
- Walterson, A. M., Stavrinides, J. (2015) *Pantoea*: insights into a highly versatile and diverse genus within the Enterobacteriaceae. *FEMS Microbiology Reviews*, 39(6), str. 968–984
- Wensing, A., Zimmermann, S., Geider, K. (2010). Identification of the corn pathogen *Pantoea stewartii* by mass spectrometry of whole-cell extracts and its detection with novel PCR primers. *Applied and Environmental Microbiology*, 76(18), str. 6248–6256

UPORABA VISOKOZMOGLJIVEGA SEKVENCIRANJA ZA ISKANJE KARANTENSKIH RASTLINSKIH VIRUSOV

Anja PECMAN¹, Zala KOGEJ², Nataša MEHLE³, Ana VUČUROVIĆ⁴, Maja
RAVNIKAR⁵, Denis KUTNJAK⁶

¹⁻⁶Nacionalni inštitut za biologijo, Oddelek za biotehnologijo in sistemsko biologijo,
Ljubljana

¹⁻²Mednarodna podiplomska šola Jožefa Štefana, Ljubljana

³Univerza v Novi Gorici, Fakulteta za vinogradništvo in vinarstvo, Dvorec Lanthieri,
Vipava

IZVLEČEK

Posebno tveganje za kmetijstvo predstavljajo karantenski škodljivi organizmi, ki v EU niso zastopani ali pa so zastopani v omejenem obsegu. Če so vneseni v novo okolje, so praviloma zelo invazivni in lahko negativno vplivajo na gospodarstvo, kmetijstvo, naravo in biotsko raznovrstnost, za družbo pa imajo lahko hude socialne posledice. Med njimi so številni virusi, za katere ni niti vpeljanih niti razvitih ustreznih tarčnih diagnostičnih metod. Razvoj posameznih tarčnih metod za vse te viruse pa bi bil časovno in cenovno precej potraten. V tem primeru je najbolj smiselno uporabiti metodo, s katero lahko netarčno potrdimo katerikoli virus. Z uporabo generične metode, kot je visokozmogljivo sekvenciranje (HTS), lahko določimo nukleotidno zaporedje vsem nukleinskim kislinam v preiskovanih vzorcih in tako znotraj ene preiskave netarčno zaznamo tudi morebitne viruse. Do sedaj je sekvenciranje potekalo pri zunanjem izvajalcu na platformi Illumina, vendar, ker je časovno dolgotrajno (rezultati na voljo v približno dveh mesecih), smo uvedli HTS sekvenciranje v našem laboratoriju, z uporabo sekvenatorja MinION (Oxford Nanopore Technologies). S tem so rezultati na voljo bistveno hitreje (v do desetih delovnih dneh). V prispevku so predstavljeni i) dosednji rezultati uporabe HTS pri zaznavanju nepričakovanih rastlinskih virusov ter ii) primerjava rezultatov pri zaznavanju virusov v kumulativnih diagnostičnih vzorcih s sekvenciranjem s tehnologijo Illumina in platformo Oxford Nanopore Technologies.

Ključne besede: nanopore, rastlinski virusi, visoko zmogljivo sekvenciranje, zaznavanje

¹ mlada raziskovalka, Večna pot 111, SI-1000 Ljubljana

² mlada raziskovalka, Večna pot 111, SI-1000 Ljubljana

³ doc. dr., Večna pot 111, SI-1000 Ljubljana

⁴ dr., Večna pot 111, SI-1000 Ljubljana

⁵ prof. dr., Večna pot 111, SI-1000 Ljubljana

⁶ dr., Večna pot 111, SI-1000 Ljubljana

ABSTRACT

THE USE OF HIGH-THROUGHPUT SEQUENCING FOR DETECTION OF QUARANTINE PLANT VIRUSES

Quarantine pests, which are not present in the EU or are present to a limited extent, pose a particular risk to agriculture. When introduced into a new environment, they tend to be highly invasive and can have a negative impact on the economy, agriculture, nature and biodiversity, as well as having serious social consequences for society. Among them, there are a number of viruses for which appropriate targeted diagnostic methods have not been established or do not exist. Developing individual target methods for all these viruses would be very time consuming and costly. In this case, it makes the most sense to use a method that can detect the presence of each virus in a non-targeted manner. Using a generic method such as high-throughput sequencing (HTS), we can determine the nucleotide sequence of all nucleic acids in the test samples and thus detect potential viruses in a single test in a non-targeted manner. Previously, HTS sequencing was outsourced using the Illumina platform. However, as this is very time consuming (results available in approximately two months), we have introduced HTS sequencing in our laboratory using a MinION sequencer (Oxford Nanopore Technologies), with which results are available significantly faster (within ten working days). Here we will present i) HTS results to date for the detection of unexpected plant viruses and ii) the HTS comparison results for the detection of plant viruses in cumulative diagnostic samples using Illumina technology and Oxford Nanopore Technologies.

Key words: detection, high-throughput sequencing, nanopore, plant viruses

1 UVOD

Na območju Evropske unije predstavljajo posebno tveganje karantenski škodljivi organizmi, ki v Evropski uniji niso zastopani (EU uredba 2021/2285 ANNEX II/A) ali pa so omejeno zastopani. Z vnosom v novo okolje lahko negativno vplivajo na gospodarstvo, predvsem, če prizadenejo kmetijsko pridelavo in gozdarstvo, kot tudi na naravo in biotsko raznovrstnost, saj so v novem okolju praviloma zelo invazivni. Posledično lahko pustijo hude socialne posledice v družbi (GOV, 2022).

Karantenske škodljive viruse lahko zaznavamo in identificiramo s specifičnimi tarčnimi metodami (ELISA, PCR), vendar le-te za številne viruse niso niti vpeljane niti razvite. Razvoj vseh posameznih tarčnih metod bi bil namreč časovno in cenovno zelo potraten, zato je v tem primeru smiselno uporabiti netarčno metodo, kot je na primer visoko zmogljivo sekvenciranje (high-throughput sequencing - HTS), ki omogoča določanje vseh nukleinskih kislin v vzorcih in tako poleg zaznavanja tudi do različka virusa natančno identifikacijo (Kutnjak in sod., 2014).

Na Nacionalnem inštitutu za biologijo uporabljamo tehnologijo visokozmogljivega sekvenciranja za diagnostične vzorce z nepojasnjenimi bolezenskimi znamenji. S tem pristopom smo zaznali in identificirali že številne, s klasičnimi diagnostičnimi metodami spregledane viruse.

1.1 Virus mozaika zobnika na novem gostitelju (paradižniku)

V raziskavi Pecman in sod. (2018) je bil paradižnik, vzorčen v Ankaranu (2015), s hudimi nekrotičnimi bolezenskimi znaki testiran s serološko metodo ELISA na prisotnost nekaterih virusov, kot na primer: virus nekrotične pegavosti vodenke (*impatiens necrotic spot virus*; INSV), virus pegavosti in uvelosti paradižnika (tomato spotted wilt virus; TSWV), virus S krompirja (potato virus S; PVS) in virus M krompirja (potato virus M; PVM). Vzorec je bil pregledan tudi z elektronskim mikroskopom in z mehansko inokulacijo različnih testnih rastlin. Z ELISA, mehansko inokulacijo testnih rastlin in z elektronsko mikroskopijo je bila v vzorcu potrjen virus PVM. Vzorec smo nato sekvencirali s tehnologijo Illumina, z namenom preverjanja morebitne sočasne prisotnosti drugih virusov, saj glede na znano literaturo PVM ne povzroča nekroz na paradižniku. Z visokozmogljivim sekvenciranjem, s tehnologijo Illumina, sta bila v vzorcu paradižnika zaznana, poleg virusa PVM, še južni virus paradižnika (*southern tomato virus*; STV) in nov različek virusa mozaika zobnika (*henbane mosaic virus*; HMV). V nadaljnjih raziskavah je bil sestavljen celoten genom novega različka virusa HMV. Virus smo tudi osamili in določili gostiteljske rastline. Raziskava je potrdila prvo najdbo tega virusa v Sloveniji in prvo najdbo tega virusa na novem gostitelju - paradižniku.

270

1.2 Virus Y zelene in virus ozkolistnosti korenja na peteršilju

Leta 2014 so bile na zasebnem vrtu v osrednji Sloveniji opažene rastline peteršilja z upočasnjeno rastjo in izkrivljenimi ter mozaičnimi listi. Leta 2016 pa je bilo zaznanih 10 % takšnih rastlin na območju osrednje Slovenije, kjer gojijo peteršilj za komercialno uporabo. Rastline z bolezenskimi znamenji so bile pregledane z elektronsko mikroskopijo, kjer so bili vidni filamentozni virusni delci. V nadaljevanju smo vzorec iz leta 2016 sekvencirali s HTS ter zaznali in identificirali virus Y zelene (*apium virus Y*; ApVY) in virus ozkolistnosti korenja (*carrot thin leaf virus*; CTLV). Oba virusa smo z mehansko inokulacijo uspešno prenesli na testno rastlino *Chenopodium quinoa* ter nato tudi potrdili z metodo ELISA in RT-PCR. Oba virusa sta bila z naknadno analizo potrjena tudi v vzorcu iz leta 2014. To je prva najdba virusa Y zelene in virusa ozkolistnosti korenja v Sloveniji. S študijami iz leta 2016 je bil virus ApVY zaznan tudi na rastlinah peteršilja brez bolezenskih znakov, zato so potrebne nadaljnje raziskave, da bi ugotovili ali CTLV povzroča bolezenske znake sam ali v mešani okužbi z ApVY (Mehle in sod., 2019).

1.3 Z listnimi ušmi prenosljivi virus rumenice buče na oljni buči in buči velikanki

V letih 2017 in 2018 je bilo s HTS analiziranih 32 vzorcev bučevk (20 *Cucurbita pepo*, 3 *Cucurbita maxima*, 7 *Cucumis melo*, 1 *Cucumis sativus*, in 1 *Citrullus lanatus*) z izraženimi bolezenskimi znaki v obliki petih kumulativnih vzorcev. V štirih od petih kumulativnih vzorcev smo zaznali odčitke z listnimi ušmi prenosljivega

virusa rumenice buče (cucurbit aphid-borne yellows virus; CABYV). Z RT-PCR metodo smo preverili vseh 26 vzorcev, ki so bili vključeni v kumulativne vzorce, v katerih so bile odkrite nukleinske kisline virusa CABYV. CABYV je bil z RT-PCR potrjen v 13 vzorcih *C. pepo* in v enem vzorcu *C. maxima*. Od 13 vzorcev rastlin *C. pepo*, jih je bilo kar 12 takšnih, v katerih smo sočasno odkrili tudi virus mozaika kumare (cucumber mosaic virus; CMV), virus mozaika lubenice (watermelon mosaic virus; WMV) in/ali virus rumenega mozaika bučke (zucchini yellow mosaic virus; ZYMV). CABYV je bil potrjen na 5 različnih lokacijah v različnih delih Slovenije. CABYV je razširjen v območju Mediterana, za Slovenijo pa je to prva potrditev tega virusa. V vzorcu *C. pepo*, kjer je bila zaznana samostojna okužba s CABYV, so bili opaženi bolezenski znaki rumenenja listov, pri mešanih okužbah pa so bili bolezenski znaki bistveno močnejši. Za razjasnitev pomembnosti okužbe s CABYV so tako potrebne nadaljnje raziskave (Mehle in sod., 2020).

1.4 Virus bele lisavosti zlatice na novem gostitelju (paradižniku)

Rastline paprike in paradižnika, vzorčene v Sloveniji v letih 2017, 2019 in 2020 z izraženimi bolezenskimi znaki, so bile združene v štiri kumulativne vzorce in sekvencirane s tehnologijo HTS. V vseh kumulativnih vzorcih so bili zaznani odčitki in soleske virusa bele lisavosti zlatice (ranunculus white mottle ophiovirus; RWMV). V nadaljnji raziskavi smo načrtovali specifičen test RT-PCR, ki je potrdil virus v dveh rastlinah paprike, vzorčenih v letih 2017 in 2019 in v štirih rastlinah paradižnika, vzorčenih v letu 2020 na dveh različnih lokacijah v Sloveniji. Gre za prvo najdbo tega virusa v Sloveniji in hkrati tudi prvo potrditev tega virusa na rastlinah paradižnika in paprike v Evropi (Rivarez in sod., 2021).

2 PRIMERJAVA UPORABE PLATFORM ILLUMINA IN OXFORD NANOPORE TECHNOLOGIES ZA ZAZNAVANJE RASTLINSKIH VIRUSOV

Tehnologija visokozmogljivega sekvenciranja je v zadnjem času nepogrešljivo orodje v rastlinski virologiji. Z namenom redne uporabe in ažurnih rezultatov smo sekvenciranje pri zunanjih izvajalcih prenesli v lastni laboratorij, na napravo MinION (Oxford Nanopore Technologies). MinION je sekvenator v velikost USB-ključka, kar omogoča možnost njegove uporabe tako v manjših laboratorijih kot tudi na terenu (Branton in Dreamer, 2018). V primerjalni študiji sekvenciranja različnih virusov z različnimi načini nanopore sekvenciranja s sekvenatorjem MinION ter Illumina sekvenciranja s sekvenatorjem MiSeq je imela tehnologija sekvenciranja z nanoporami zelo primerljive rezultate s tehnologijo Illumina, ko smo vzorcem odstranili ribosomalno RNA ter uporabili cDNA-PCR kit (SQK-PCS108, Oxford Nanopore Technologies) (Pecman in sod., 2022). Kumulativne diagnostične vzorce iz leta 2021 smo sekvencirali z načinom odstranitve ribosomalne RNA in cDNA-PCR barcoding kitom (SQK-PCB109, Oxford Nanopore Technologies) na MinION napravi ter vzporedno s tehnologijo Illumina na sekvenatorju NovaSeq6000.

2.1 Izbira in priprava vzorcev

Izbrali smo vzorce rastlin z različnimi bolezenskimi znamenji. Glede na vrsto rastlin smo 39 vzorcev združili v 6 kumulativnih vzorcev (1x paprike, 1x bučevke, 4x paradižniki). Ekstrahirani celokupni RNA smo odstranili ostanke DNA z DNazno reakcijo (DNase I set, Zymo Research), nato pa še ribosomalno RNA z RiboMinus™ Plant Kit for RNA-Seq (Invitrogen) kitom. Del vsakega kumulativnega vzorca RNA smo poslali zunanjemu izvajalcu za sekvenciranje na Illumina platformi (sekvenator NovaSeq6000). Drugemu delu vsakega kumulativnega vzorca RNA pa smo dodali polyA rep (NEB# M0276) ter s polyA-RNA pripravili knjižnico s kitom cDNA-PCR Barcoding (SQK-PCB109, Oxford Nanopore Technologies) in to sekvencirali z MinION sekvenatorjem na eni pretočni celici tipa R9.4.1 (flowcell R9.4.1).

2.2 Bioinformatična primerjalna analiza zaznavanja virusov

HTS podatke obeh načinov sekvenciranja smo bioinformatično obdelali ter za namene primerjave izenačili število pridobljenih nukleotidov na enako število za obe metodi. Nato smo izvedli kartiranje proti referenčni bazi vseh virusov (RefSeq - viruses), pridobljenih iz baze nukleotidnih sekvenc NCBI (5.11.2021). Kartiranje podatkov Illumina smo izvedli s programom CLC Genomic Workbench (Pecman in sod., 2017), kartiranje podatkov MinION pa s programom minimap2 (Pecman sod., 2022). Kot rezultat smo podali povprečno globino sekvenciranja (število nukleotidov, ki se v povprečju kartira na en nukleotid v genomu virusa) ter delež pokritosti referenčnega genoma z odčitki prisotnih virusov (preglednica 1). Kot spodnjo mejno vrednost zaznave virusa smo določili > 30% pokritosti referenčnega genoma z odčitki.

3 REZULTATI S SKLEPI

Primerjalna analiza je pokazala, da so rezultati sekvenciranja z nanoporami na sekvenatorju MinION primerljivi rezultatom, ki jih dobimo s sekvenciranjem Illumina. Primerjava deleža pokritosti referenčnega genoma je za večino virusov visoko primerljiva, medtem ko je primerjava povprečne globine sekvenciranja za referenčne genome v večini primerov boljša pri uporabi tehnologije sekvenciranja z nanoporami (MinION, Oxford Nanopore Technologies) (preglednica 1). V prihodnosti bomo določili mejne vrednosti te metode za zaznavo izbranih karantenskih virusov ter tako zagotovili območje zanesljivosti metode. Visokozmogljivo sekvenciranje je navsezadnje edino orodje, ki omogoča netarčno iskanje virusov in viroidov ter hkrati tudi njihovo identifikacijo. Poleg tega pa je ustrezno za iskanje tako nepričakovanih, kot tudi novih virusov. V preteklosti (Pecman in sod., 2018; Mehle in sod., 2018, 2020; Rivarez in sod., 2021) smo z uporabo te tehnologije zaznali številne viruse, ki bi bili s tarčnimi metodami lahko spregledani.

Vpeljava sekvenciranja z nanoporami v lastnem laboratoriju s sekvenatorjem MinION (Oxford Nanopore Technologies) je pomembna, saj omogoča, da so rezultati analize na voljo bistveno hitreje. Rezultate analiz v primeru uporabe sekvenatorja MinION lahko zagotovimo v do desetih delovnih dneh (2 dni za pripravo vzorcev in knjižnice,

do 3 dni za sekvenciranje in do 5 dni za analizo podatkov), medtem ko v primeru uporabe sekvenciranja Illumina približno v dveh mesecih (1 dan za pripravo vzorcev, do 6 tednov za servis sekvenciranja, ter 2 dni za obdelavo rezultatov). Z uporabo te tehnologije in hitrimi ter zanesljivimi rezultati lahko preprečimo vnos novih nevarnih patogenov v državo in regijo ter njihovo širjenje v nasadih.

Preglednica 1: Rezultati primerjalne analize sekvenciranja. Za vsak zaznani virus v kumulativnem vzorcu je podana povprečna globina sekvenciranja in delež pokritosti referenčnega genoma z odčitki.

| Vzorec | Zaznan virus | NovaSeq6000 (Illumina) | | MinION (Oxford Nanopore Technologies) | |
|-----------------------------------|-------------------|---------------------------------|----------------------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------------------|
| | | Povprečna globina sekvenciranja | Delež pokritosti referenčnega genoma z odčitki [%] | Povprečna globina sekvenciranja | Delež pokritosti referenčnega genoma z odčitki [%] |
| Kumulativni vzorec paprik | BPEV | 1,6 | 57,9 | 8,3 | 89,5 |
| | PVY | 31,9 | 86,9 | 18,3 | 90,9 |
| | BBWV1 | 4,4 | 77,7 | 23,0 | 90,7 |
| | CMV | 129,6 | 98,7 | 446,0 | 100,0 |
| | CMV-RNA satellite | 188,5 | 95,5 | 1672,6 | 100,0 |
| | AMV1 | 11,0 | 90,5 | 92,3 | 98,6 |
| Kumulativni vzorec bučevk | CMV | 1217,2 | 99,5 | 4059,6 | 100,0 |
| | ZYMV | 78,7 | 99,8 | 162,1 | 99,0 |
| | CABYV | 3,3 | 90,0 | 0,7 | 41,9 |
| Kumulativni vzorec paradižnikov 1 | ToFBV | 7,8 | 82,0 | 67,8 | 77,1 |
| | PVY | 2,9 | 86,8 | 10,0 | 99,0 |
| | TSWV | 5,1 | 94,3 | 10,0 | 72,1 |
| | PVS | 35,9 | 99,5 | 253,2 | 100,1 |
| Kumulativni vzorec paradižnikov 2 | CMV | 203,3 | 99,0 | 290,5 | 100,0 |
| | CMV-RNA satellite | 2,6 | 87,8 | 29,6 | 100,3 |
| | TSWV | 17,9 | 98,9 | 51,4 | 96,4 |
| | STV | 1,3 | 58,1 | 2,2 | 34,4 |
| Kumulativni vzorec paradižnikov 3 | TSWV | 1,5 | 63,5 | 1,9 | 48,2 |
| | ToMV | 23,3 | 99,7 | 129,6 | 99,9 |
| Kumulativni vzorec paradižnikov 4 | CMV | 284,5 | 99,3 | 800,9 | 99,9 |

BPEV: endornavirus paprike (bell pepper endornavirus); PVY: virus Y krompirja (potato virus Y); BBWV1: broad bean wild virus 1; CMV: virus mozaika kumare (cucumber mosaic virus); AMV: virus mozaika lucerne (alfalfa mosaic virus); ZYMV: virus rumenega mozaika bučke (zucchini yellow mosaic virus); CABYV: z listnimi ušmi prenosljivi virus rumenice buče (cucurbit aphid-borne yellows virus); CrMEV: cucumis melo endornavirus; ToFBV: tomato fruit blotch virus; TSWV: virus pegavosti in uvelosti paradižnika (tomato spotted wilt virus); PVS: virus S krompirja (potato virus S); STV: južni virus paradižnika (southern tomato virus); ToMV: virus mozaika paradižnika (tomato mosaic virus).

Na Nacionalnem inštitutu za biologijo aktivno sodelujemo pri oblikovanju mednarodnih smernic na področju uporabe visokozmogljivega sekvenciranja. Smernice smo skupaj s kolegi iz tujine oblikovali v okviru EU projekta Valitest, ki je sedaj osnova za pripravo standarda v okviru evropske in mediteranske organizacije za varstvo rastlin (European and Mediterranean Plant Protection Organization; EPPO) pri kateri tudi aktivno sodelujemo.

4 ZAHVALA

Avtorji se zahvaljujemo vzorčevalcem (preglednikom in fitosanitarnim inšpektorjem) za nabrane vzorce, Jakobu Brodariču in Tjaši Jakomin za priprave vzorcev do vključno izolacije RNA, vsem soavtorjem v do sedaj objavljenih člankih o najdenih virusih ter financerjem: Ministrstvu za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano ter Javni agenciji za raziskovalno dejavnost RS (P4-0165). Primerjalne študije določanja s HTS potekajo v okviru različnih Euphresco projektov in v okviru aplikativnega ARRS projekta NanoPhyto (L7-2632). Smernice določanja s HTS pa smo oblikovali v okviru EU projekta Valitest.

5 LITERATURA

- Branton, D., Deamer, D. 2018. The Development of Nanopore Sequencing in Nanopore Sequencing, ed. Branton, D., and Deamer, D. (World Scientific, <https://doi.org/10.1142/10995>). 1–16.
- GOV, Škodljivi organizmi rastlin, <https://www.gov.si/teme/skodljivi-organizmi-rastlin/> (25.3.2022)
- Kutnjak, D., Silvestre, R., Cuellar, W., Perez, W., Müller, G., Ravnikar, M., Kreuze, J. 2014. Complete Genome Sequences of New Divergent Potato Virus X Isolates and Discrimination between Strains in a Mixed Infection Using Small RNAs Sequencing Approach. *Virus Research* 191: 45–50. <https://doi.org/10.1016/j.virusres.2014.07.012>.
- Mehle, N., Kutnjak, D., Tušek Žnidarič, M., Ravnikar, M. 2019. First report of *Apium virus y* and carrot thin leaf virus in parsley in Slovenia. *Plant Disease*, 103(3), 592.
- Mehle, N., Kutnjak, D., Jakoš, N., Seljak, G., Pecman, A., Massart, S., Ravnikar, M. 2020. First report of cucurbit aphid-borne yellows virus in *Cucurbita pepo* and *Cucurbita maxima* in Slovenia. *Plant Disease*, 104(2), 599-599.
- Pecman, A., Kutnjak, D., Gutiérrez-Aguirre, I., Adams, I., Fox, A., Boonham, N., Ravnikar, M. 2017. Next Generation Sequencing for Detection and Discovery of Plant Viruses and Viroids: Comparison of Two Approaches. *Frontiers in Microbiology* 8 (OCT). <https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.01998>.
- Pecman, A., Kutnjak, D., Mehle, N., Tušek Žnidarič, M., Gutiérrez-Aguirre, I., Pirnat, P., Adams, I., Boonham, N., Ravnikar, M. 2018. High-Throughput Sequencing Facilitates Characterization of a 'Forgotten' Plant Virus: The Case of a Henbane Mosaic Virus Infecting Tomato. *Frontiers in Microbiology* 9 (November): 1–11. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.02739>.
- Pecman, A., Adams, I., Gutiérrez-Aguirre, I., Fox, A., Boonham, N., Ravnikar, M., Kutnjak, D. 2022. Systematic comparison of nanopore and Illumina sequencing for the detection of plant viruses and viroids using total RNA sequencing approach. *Frontiers in Microbiology* (accepted).
- Rivarez, M. P. S., Kogej, Z., Jakoš, N., Pecman, A., Seljak, G., Vučurović, A., Mehle N., Ravnikar, M., Kutnjak, D. 2021. First Report of *Ranunculus white mottle ophiovirus* in Slovenia in Pepper with yellow leaf curling symptom and in Tomato. *Plant Disease*. doi: 10.1094/PDIS-08-21-1624-PDN.

PRVE NAJDBE NEKATERIH BOLEZNI GOZDNEGA DREVJA V SLOVENIJI V OBDOBJU 2018–2020

Nikica OGRIS¹, Ana BRGLEZ², Barbara PIŠKUR³

¹Gozdarski inštitut Slovenije, Oddelek za varstvo gozdov, Ljubljana

IZVLEČEK

V zadnjih letih smo zabeležili več bolezni na gozdnem drevju, ki smo jih v Sloveniji opazili in o njih poročali prvič. V letu 2018 smo prvič opazili rjavo pegavost bukovih listov, ki jo povzroča gliva *Petrakia liobae*. Naredili smo teste patogenosti in potrdili patogenost glive *P. liobae* na listih *Fagus sylvatica*, *F. orientalis* in *Quercus petraea*. V laboratoriju je gliva povzročila nekroze tudi na listih *Castanea sativa*, vendar re-izolacija glive iz listov domačega kostanja ni bila uspešna. Ugotovili smo, da ima gliva potencialno večji nabor gostiteljev, kot je bilo znano do sedaj. Nadalje, leta 2019, smo na *Acer pseudoplatanus* prvič potrdili glivo *Cryptostroma corticale*, ki povzroča sajasto odmiranje skorje javorjev. S testi patogenosti smo potrdili njeno patogenost na gorskem javorju. Ugotovili smo tudi, da gliva veliko uspešneje naseljuje tkiva tistih rastlin, ki so pod sušnim stresom. Zato lahko glivo *C. corticale* uvrščamo med šibke, fakultativne patogene, ki povzročajo več škode v vročem in suhem vremenu. Najdba glive *C. corticale* je pomembna tudi zato, ker lahko povzroča hud preobčutljivostni pnevmonitis pri ljudeh. Ogroženi so predvsem delavci, ki imajo neposreden stik z okuženimi drevesi, t.j. gozdarji, sekači in delavci na žagah. Od 1990-ih do danes se je na večji del Evrope razširil jesenov ožig, ki ga primarno povzroča gliva *Hymenoscyphus fraxineus*. V Sloveniji smo značilne simptome jesenovega ožiga in glivo *H. fraxineus* potrdili leta 2006. Leta 2018 smo izvedli ponovno vzorčenje propadajočih jesenov na petih vzorčnih ploskvah, izolacijo in identifikacijo gliv z namenom, da bi ugotovili glavne povzročitelje jesenovega ožiga. Ugotovili smo, da je le manjši delež izolatov pripadal *H. fraxineus*, prevladovale so vrste iz družine Botryosphaeriaceae, najpogostejši pa sta bili *Diplodia fraxini* in *D. subglobosa*, ki sta bili obenem prvi najdbi teh gliv na velikem jesenu v Sloveniji. Rezultati študije nakazujejo, da je stanje propadanja jesenov sedaj posledica mnogih vpletenih gliv, kar nakazuje na kompleksno bolezen.

Ključne besede: rjava pegavost bukovih listov, sajasto odmiranje skorje, jesenov ožig

¹ dr., Večna pot 2, SI-1000 Ljubljana

² dr., prav tam

³ dr., prav tam

ABSTRACT

FIRST REPORTS OF SOME FOREST TREE DISEASES IN SLOVENIA IN THE PERIOD 2018–2020

In the last few years, we recorded some forest tree diseases, that were reported in Slovenia for the first time. In 2018 leaf blotch of *Fagus sylvatica* caused by *Petrakia liobae* was first observed. Pathogenicity tests were performed, and we confirmed the pathogenicity of *P. liobae* towards *Fagus sylvatica*, *F. orientalis*, and *Quercus petraea*. The fungus also caused necroses on *Castanea sativa* leaves in vitro, but re-isolation of the fungus from the leaves of *C. sativa* was not successful. The results showed that *P. liobae* has potentially greater number of hosts as known until now. Furthermore, in 2019 we identified *Cryptostroma corticale*, causal agent of sooty bark disease of Sycamore maple. We proved with the pathogenicity test, that the fungus more successfully invades tissues of drought-stressed *Acer pseudoplatanus*. Therefore, *C. corticale* could be described as weak, opportunistic pathogen, that expresses itself under hot and dry periods. First report of *C. corticale* in Slovenia is also important, because the fungus can cause severe hypersensitivity pneumonitis in humans. Workers with intensive occupational contact with infected trees, e.g., woodsmen, foresters, and sawyers are at particular risk. Since 1990s ash dieback has been spreading to the most parts of Europe. Ash dieback is primarily caused by the fungus *Hymenoscyphus fraxineus*. In Slovenia, characteristic ash dieback symptoms and the fungus *H. fraxineus* was first observed in 2006. In 2018, a thorough study was conducted to isolate, identify, and characterize the main causal agents of ash dieback. Only a few symptomatic ash samples yielded colonies of *H. fraxineus*, whereas Botryosphaeriaceae species were isolated with a high frequency, with *Diplodia fraxini* and *D. subglobosa* as the dominant species. Both species were reported for the first time on European ash in Slovenia. The results suggest that current ash dieback is a result of coinfections by multiple pathogens suggesting a complex disease.

Key words: leaf blotch of beech, sooty bark disease of Sycamore maple, ash dieback

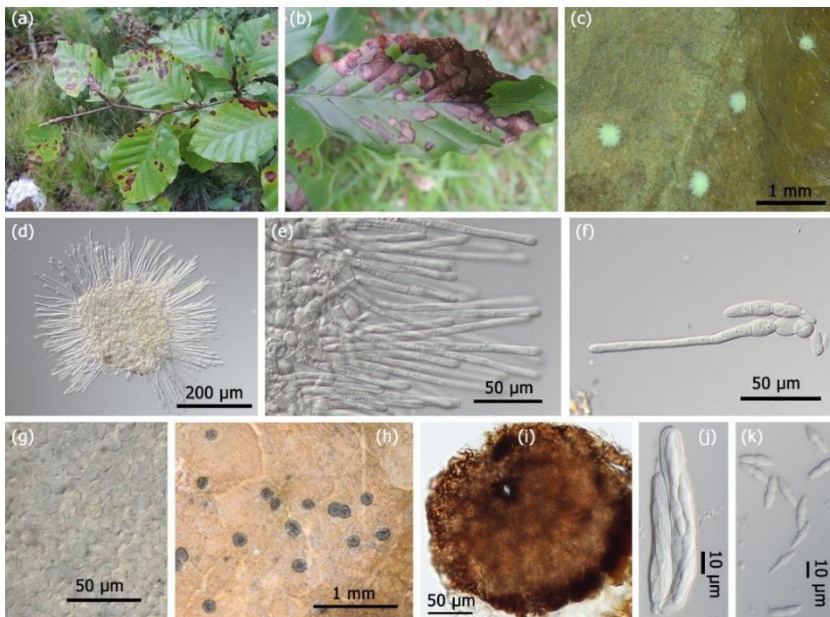
1 UVOD

V obdobju 2018–2020 smo prvič poročali o najdbah treh novih boleznih na gozdnem drevju v Sloveniji: rjavi pegavosti bukovih listov, ki jo povzroča gliva *Petrakia liobae* Beenken, Andr. Gross & Queloz (Ogris in sod., 2019), sajastem odmiranju skorje javorjev, ki jo povzroča gliva *Cryptostroma corticale* (Ellis & Everh.) P.H. Greg. & S. Waller (Ogris in sod., 2021) in jesenovem ožigu, ki ga povzroča gliva *Hymenoscyphus fraxineus* (T. Kowalski) Baral, Queloz & Hosoya, tri glive iz družine Botryosphaeriaceae (*Diplodia fraxini* (Fr.) Fr., *Diplodia subglobosa* A.J.L. Phillips, Deidda & Linald., *Diplodia seriata* De Not.) ter gliva *Diaporthe eres* Nitschke (Linaldeddu in sod., 2022).

Namen tega prispevka je predstaviti novo odkrite bolezni gozdnega drevja ter povzeti rezultate raziskav, ki so bile ob tem opravljene.

2 RJAVA PEGAVOST BUKOVIH LISTOV (*Petrakia liobae*)

Prvotno se je domnevalo, da rjavo pegavost bukovih listov v Evropi povzroča gliva *Pseudodidymella fagi* C.Z. Wei, Y. Harada & Katum., ki se pojavlja na japonski bukvi (*Fagus crenata* Blume) na Japonskem (Gross in sod., 2017). Vendar so pozneje Beenken in sod. (2020) dokazali, da evropska vrsta pripada novi vrsti *Petrakia liobae*. Gliva *P. liobae* je zaprtotrošnica, ki povzroča rjavo pegavost bukovih listov (Beenken in sod., 2020). Spolni stadij glive se razvije čez zimo ter dozori spomladi, ko askospore povzročijo primarne okužbe mladih bukovih listov. Nespolni stadij se tvori v ugodnih razmerah (visoka relativna zračna vlažnost) na nekrotičnih pegah na listih nekaj tednov po okužbi. Konidije prenašata veter in dežne kapljice ter povzročajo sekundarne okužbe poleti.



Slika 1: Simptomi in morfološke značilnosti *Petrakia liobae*: (a, b) nekrotične, rjave pege na listih; (c) nekrotična pega z nespolnimi trosišči; (d) makroskopski pogled nespolnega trosišča, konidija; (e) septirani priveski; (f) bazične celice priveskov; (g) kroglaste celice na sredini trosišča; (h) spolna trosišča na zgornji strani lista; (i) odprtina na spolnem trosišču; (j) dva aska; (k) askospore (Ogris in sod., 2019).

Prva najdba te bolezni v Evropi je bila zabeležena v Švici leta 2008 na navadni bukvi (*Fagus sylvatica* L.) (Gross in sod., 2017). V 2016 je bila najdena v Nemčiji na navadni bukvi in vzhodni bukvi (*F. orientalis* Lipsky) (Gross in sod., 2017) ter v Avstriji (Cech, 2017). V 2017 so bolezen potrdili tudi na Slovaškem (Czachura in sod., 2019). V Sloveniji smo rjavo pegavost bukovih listov zabeležili leta 2018 (Ogris in sod., 2019). Bukovi listi so imeli temno rjave, nepravilno oblikovane pege (slika 1). Pege so bile

številne na mladju in nižjih vejah odraslih dreves. Intenziteta rjave pegavosti v krošnjah odraslih dreves se je zmanjševala z razdaljo od tal.

Identiteto glive *P. liobae* smo potrdili z morfološko in molekularno (sekveniranje odseka regije ITS rDNA) metodo. Opravili smo teste patogenosti na *F. sylvatica*, *F. orientalis*, gradnu (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.) in domačem kostanju (*Castanea sativa* Mill.). Teste patogenosti smo opravili na svežih, zelenih listih v laboratoriju. Potrdili smo patogenost glive *P. liobae* na navadni bukvi, vzhodni bukvi in gradnu. Potrdili smo tudi občutljivost listov domačega kostanja, ki bi lahko predstavljal novega potencialnega gostitelja. Vendar simptomov bolezn na gradnu in kostanju v naravi nismo zasledili. Glede na rezultate raziskave obstaja verjetnost, da ima *P. liobae* širši nabor gostiteljev, kot je bilo sprva domnevano (Ogris in sod., 2019).

3 SAJASTO ODMIRANJE SKORJE (*Cryptostroma corticale*)

Sajasto odmiranje skorje povzroča gliva *Cryptostroma corticale* (Ellis & Everh.) P.H. Greg. & S. Waller (Gregory in Waller, 1951). Razširjena je v Severni Ameriki ter v večini držav zahodne in srednje Evrope.

Gostitelji *C. corticale* so javorji (*Acer* spp.). Najpogosteje okužuje gorski javor (*A. pseudoplatanus* L.), maklen (*A. campestre* L.), ostrolistni javor (*A. platanoides* L.) in negundovec (*A. negundo* L.) (Abbey, 1978). Gliva navadno okuži gostitelja skozi rano na skorji in se hitro razširi v les, pozneje pa tudi v floem (Abbey, 1978; Dickenson, 1980). Gliva *C. corticale* je prepoznana kot endofit, saprofit in šibek patogen, ki obožuje suho in vroče vreme (Dickenson, 1980; Kelnarová in sod., 2017; Koukol in sod., 2015; Oliveira Longa in sod., 2016). Zato nekatere študije napovedujejo, da bo bolezen v prihodnosti zaradi podnebnih sprememb bolj pogosta (Braun in sod., 2021; Kelnarová in sod., 2017; Koukol in sod., 2015).

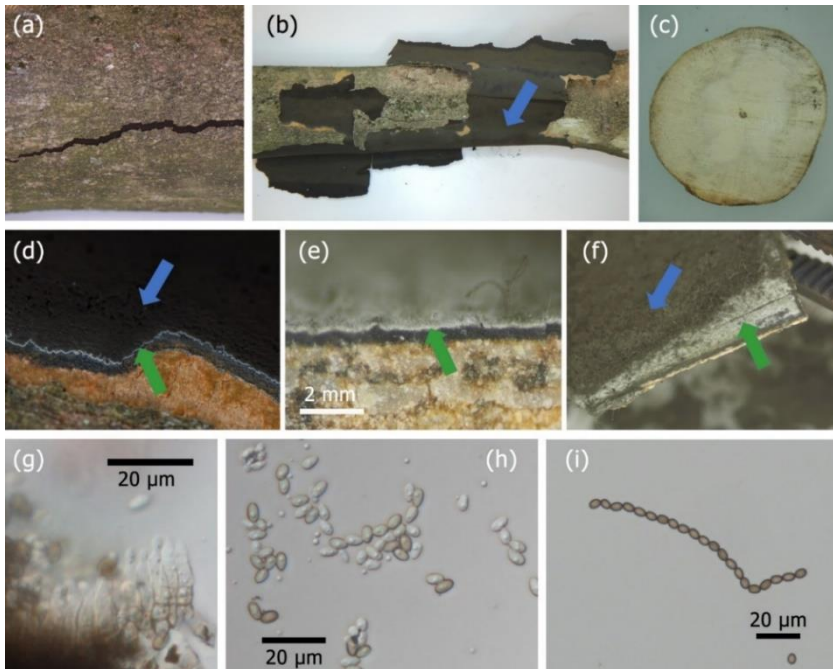
V Sloveniji smo prvo najdbo sajastega odmiranja skorje zabeležili leta 2019 (Ogris in sod., 2021) (slika 2). Identiteto povzročitelja smo potrdili z morfološko in molekularno metodo. Izmerili smo optimalno temperaturo za rast glive, t.j. 25 °C (na gojišču PDA, v temi), kar se sklada z rezultati drugih raziskav (Dickenson in Wheeler, 1981; Dickenson, 1980).

Izvedli smo test patogenosti na 30 sadikah gorskega javorja. Polovico sadik smo izpostavili normalni vlažnosti, polovico pa sušnemu stresu. Gliva je bila patogena v obeh obravnavanjih (Ogris in sod., 2021). Povprečna dolžina nekroze v skorji in obarvanja lesa je bila statistično značilno daljša pri sadikah pod sušnim stresom. Glivo *C. corticale* smo izolirali iz vseh inokuliranih sadik, s čimer smo potrdili Kochove postulate (Ogris in sod., 2021).

Izmerili smo tudi izgubo lesne mase gorskega javorja zaradi delovanja *C. corticale*. Uporabili smo mini blok test. Izguba lesne mase v času 10 tednov je bila majhna (povprečno 0,9 %) (Ogris in sod., 2021).

Glede na naše rezultate raziskave smo zaključili, da je *C. corticale* šibek in oportunističen patogen, ki ima rad vroče in suho vreme, kar se sklada tudi s sklepi drugih raziskav (Dickenson in Wheeler, 1981; Dickenson, 1980).

Najdba te bolezni pri nas je pomembna tudi zato, ker lahko *C. corticale* pri ljudeh povzroči preobčutljivostni pnevmonitis ali ekstrinzični alergijski alveolitis. Posebej nevarna je za ljudi, ki pridejo v tesni stik z okuženim drevesom, npr. gozdarji, sekači, delavci na žagah. Zato je pomembno, da osebe, ki delajo z okuženim materialom, nosijo masko.



Slika 2: Simptomi in morfološke značilnosti *Cryptostroma corticale*: (a) razpoka v skorji; (b) skorja se zlahkoto lušči, kjer je velika količina temnorjavih trosov; (c) les je obarvan in razkrojen; (d) beli rob trosišča; (e) stroma, bela plast, ki tvori konidije in temno rjavi konidiji; (f) pogled s perspektive – beli sloj s konidiofori in gosti sloj temno rjavih konidijev; (g) fialide, ki tvorijo jajčaste, brezbarvne konidije; (h) mladi, skoraj brezbarvni konidiji, ki postopoma postajajo temnejši; (i) jajčasti, zreli, temnorjavi konidiji v verigi. Modre puščice prikazujejo konidije, zelene puščice prikazujejo beli sloj s konidiofori (Ogris in sod., 2021).

4 JESENOV OŽIG – KOMPLEKSNA BOLEZEN?

Jesenov ožig, ki ga povzroča gliva *Hymenoscyphus fraxineus* (T. Kowalski) Baral, Queloz & Hosoya, smo v Sloveniji prvič zabeležili leta 2006 na velikem jesenu (*Fraxinus excelsior* L.) (Ogris in sod., 2009). V zadnjih nekaj letih se je sanitarni posek jesena zaradi te bolezni eksponentno povečal in v letu 2019 dosegel 47.827 m³ (Ogris, 2018). Poleg glive *H. fraxineus* je bil jesenov ožig povezan tudi z nekaterimi drugimi patogeni in škodljivci, kot so *Armillaria* spp., *Diplodia mutila* (Fr.: Fr.) Fr. in *Leperesinus fraxini* Panzer, 1799 (Hauptman in sod., 2016; Hauptman in sod., 2012).

Zaradi kompleksnosti simptomov in etiologije jesenovega ožiga v Sloveniji smo izvedli celovito študijo, s katero smo identificirali glavne povzročitelje bolezni (Linaldeddu in sod., 2022).

V osrednjem delu Slovenije smo vzpostavili pet vzorčnih ploskev s premerom 10 m. Na vsaki ploskvi smo naključno izbrali 10 simptomatičnih dreves velikega jesena. Iz vsake rastline smo odvzeli po eno vejo, ki je imela nekrozo v skorji ali rakasto razjedo. V laboratoriju smo potem izvedli izolacije gliv v čisto kulturo in identificirali vrste z molekularnimi tehnikami. Izolirali smo pet vrst gliv: *Diplodia fraxini* (Fr.: Fr.) Fr. (37 izolatov), *Diaporthe eres* Nitschke (36), *Diplodia subglobosa* A.J.L. Phillips, Deidda & Linaldeddu (26), *Diplodia seriata* De Not. (16) in *H. fraxineus* (10) (Linaldeddu in sod., 2022).

Naredili smo test patogenosti z izbranimi izolati vseh petih izoliranih vrst na 54 sadikah velikega jesena. Vse vrste so bile uspešno re-izolirane. Najbolj agresivna vrsta je bila *D. fraxini*, ki je povzročila značilno daljše nekroze v skorji kot ostale štiri vrste. Poleg tega med ostalimi štirimi vrstami nismo ugotovili značilno različnih dolžin nekroz (Linaldeddu in sod., 2022).

Nedavna raziskava v Italiji je pokazala, da sta *D. fraxini* in *D. subglobosa* poglavitni vrsti, ki sta vključeni v etiologijo jesenovega ožiga (Linaldeddu in sod., 2020). Rezultati raziskave v Sloveniji (Linaldeddu in sod., 2022) so potrdili, da vrste iz družine Botryosphaeriaceae predstavljajo poglavitne povzročitelje rakastih razjed in simptomov propadanja velikega jesena v Sloveniji, kjer domnevno *D. fraxini* igra primarno vlogo v procesu razvoja bolezni. Vse vrste iz družine Botryosphaeriaceae, ki smo jih izolirali v tej študiji, so bile prvič poročane na velikem jesenu v Sloveniji (Linaldeddu in sod., 2022).

Raziskava je omogočila razširiti znanje o etiologiji jesenovega ožiga v Evropi in sugerira, da je jesenov ožig sedaj kompleksna bolezen, ki jo povzroča več patogenov.

280



Slika 3: Glavni simptomi na velikem jesenu: veje in poganjki z rakastimi razjedami (A–C), nekroza skorje (D, E), prečni prežez z obarvanim lesom (F–H) (foto. N. Ogris).

5 ZAHVALA

Avtorji se vsem, ki so sodelovali pri obravnavanih raziskavah, najlepše zahvaljujemo. Raziskave so potekale na Gozdarskem inštitutu Slovenije, v okviru programske skupine Gozdna biologija, ekologija in tehnologija (P4-0107), ki jo financira Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije, in Javne gozdarske službe na Gozdarskem inštitutu Slovenije, ki jo financira Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano.

6 LITERATURA

- Abbey S.D. 1978. The morphology and physiology of *Cryptostroma corticale*. PhD Thesis. Loughborough University of Technology: 177 str. https://repository.lboro.ac.uk/articles/thesis/The_morphology_and_physiology_of_Cryptostroma_corticale/9397337
- Beenken L., Gross A., Queloz V. 2020. Phylogenetic revision of *Petrakia* and *Seifertia* (Melanommataceae, Pleosporales): new and rediscovered species from Europe and North America. *Mycological Progress*, 19, 5: 417-440. <https://doi.org/10.1007/s11557-020-01567-7>
- Braun M., Klingelhöfer D., Groneberg D.A. 2021. Sooty bark disease of maples: the risk for hypersensitivity pneumonitis by fungal spores not only for woodman. *Journal of Occupational Medicine and Toxicology*, 16, 1: 2. 10.1186/s12995-021-00292-5
- Cech T.L. 2017. *Pseudodidymella fagi*, a leaf spot-fungus of European beech new to Austria. *Forstschutz Aktuell*, 62: 22–26
- Czachura P., Owczarek-Kościelniak M., Piątek M. 2019. *Pseudodidymella fagi* in Slovakia: First detection, morphology and culture characteristics. *Forest Pathology*, 49, 1: e12479. 10.1111/efp.12479
- Dickenson S., Wheeler B.E.J. 1981. Effects of temperature, and water stress in sycamore, on growth of *Cryptostroma corticale*. *Transactions of the British Mycological Society*, 76, 2: 181-185. 10.1016/S0007-1536(81)80136-2
- Dickenson S.J. 1980. Biology of *Cryptostroma corticale* and the sooty bark disease of sycamore. Berkshire, Faculty of Science of the University of London: 167 str.
- Gregory P.H., Waller S. 1951. *Cryptostroma corticale* and sooty bark disease of sycamore (*Acer pseudoplatanus*). *Transactions of the British Mycological Society*, 34, 4: 579-597. 10.1016/S0007-1536(51)80043-3
- Gross A., Beenken L., Dubach V., Queloz V., Tanaka K., Hashimoto A., Holdenrieder O. 2017. *Pseudodidymella fagi* and *Petrakia deviata*: Two closely related tree pathogens new to central Europe. *Forest Pathology*: 15. 10.1111/efp.12351
- Hauptman T., Ogris N., de Groot M., Piškur B., Jurc D. 2016. Individual resistance of *Fraxinus angustifolia* clones to ash dieback. *Forest Pathology*: n/a-n/a. 10.1111/efp.12253
- Hauptman T., Skudnik M., Jurc D. 2012. Ash dieback in Slovenia: ash damage at ash seed collecting stands. *Wood*, 64, 5: 129-135
- Kelnarová I., Černý K., Zahradník D., Koukol O. 2017. Widespread latent infection of *Cryptostroma corticale* in asymptomatic *Acer pseudoplatanus* as a risk for urban plantations. *Forest Pathology*, 47, 4: e12344. 10.1111/efp.12344
- Koukol O., Kelnarová I., Černý K. 2015. Recent observations of sooty bark disease of sycamore maple in Prague (Czech Republic) and the phylogenetic placement of *Cryptostroma corticale*. *Forest Pathology*, 45, 1: 21-27. 10.1111/efp.12129
- Linaldeddu B.T., Bottecchia F., Bregant C., Maddau L., Montecchio L. 2020. *Diplodia fraxini* and *Diplodia subglobosa*: the main species associated with cankers and dieback of *Fraxinus excelsior* in North-Eastern Italy. *Forests*, 11, 8: 883. <https://doi.org/10.3390/f11080883>
- Linaldeddu B.T., Bregant C., Montecchio L., Brglez A., Piškur B., Ogris N. 2022. First report of *Diplodia fraxini* and *Diplodia subglobosa* causing canker and dieback of *Fraxinus excelsior* in Slovenia. *Plant Disease*, 106: 26-29. <https://doi.org/10.1094/PDIS-06-21-1204-SC>
- Ogris N. 2018. Ash dieback and Dutch elm disease: Current Situation and Prospects in Slovenia. *Baltic Forestry*, 24, 2: 181-184

- Ogris N., Brglez A., Piškur B. 2019. *Pseudodidymella fagi* in Slovenia: First Report and Expansion of Host Range. *Forests*, 10, 9: 718. <https://doi.org/10.3390/f10090718>
- Ogris N., Brglez A., Piškur B. 2021. Drought stress can induce the pathogenicity of *Cryptostroma corticale*, the causal agent of sooty bark disease of sycamore maple. *Forests*, 12, 3: 377. <https://doi.org/10.3390/f12030377>
- Ogris N., Hauptman T., Jurc D. 2009. *Chalara fraxinea* causing common ash dieback newly reported in Slovenia. *New Disease Reports*, 19
- Oliveira Longa C.M., Vai N., Maresi G. 2016. *Cryptostroma corticale* in the northern Apennines (Italy). *Phytopathologia Mediterranea*, 55, 1: 136-138. 10.14601/Phytopathol_Mediterr-17164

NAJPOGOSTEJE IZOLIRANE VRSTE GLIV V LESU ODMRLIH VEJ MLADIH GORSKIH JAVOROV IN VPLIV NEKATERIH NA *Eutypella* *parasitica*

Ana BRGLEZ¹, Barbara PIŠKUR², Nikica OGRIS³

¹⁻³ Gozdarski inštitut Slovenije, Oddelek za varstvo gozdov

IZVLEČEK

Eutypella parasitica R. W. Davidson and R. C. Lorenz je povzročiteljica javorovega raka, uničujoče bolezni javorov v Evropi in Severni Ameriki. Gliva *E. parasitica* verjetno okuži deblo gostitelja skozi odmrle veje ali rane v skorji. Zaradi morebitnega vpliva glivne združbe na okužbo in razrast *E. parasitica* smo na petih vzorčnih lokacijah v okolici Ljubljane preučili sestavo gliv v lesu odmrlih vej gorskega javora (*Acer pseudoplatanus* L.). Izvedli smo izolacije gliv v čiste kulture iz lesa v zunanjem delu odmrle veje in iz razbarvanega lesa v deblu, ki je izviral iz odmrle veje. Čiste kulture smo razvrstili v morfotipe in izbrali po eno reprezentativno kulturo na morfotip za nadaljnjo molekularno določitev. V širokem spektru gliv smo najpogosteje izolirali vrste *Eutypa maura* (Fr.) Sacc., *Eutypa* sp. Tul. and C. Tul., *Fusarium avenaceum* (Fr.) Sacc., *Neocucurbitaria acerina* Wanas., Camporesi, E.B.G. Jones and K.D. Hyde in *E. parasitica*. Preverjali smo razlike v pestrosti glivnih vrst med različnimi lokacijami in debelinami vej. Analizirali smo tudi podobnost glivnih združb med različnimi vzorčnimi lokacijami in med različnimi mesti izolacije. *Eutypella parasitica* je bila izolirana iz vzorcev z vseh petih vzorčnih lokacij, kljub temu, da so bili primeri javorovega raka opaženi le na treh lokacijah, kar kaže na morebitne asimptomatske okužbe. V nadaljevanju smo izmerili tudi vpliv najpogostejših vrst gliv v lesu odmrlih vej gorskega javora na rast glive *E. parasitica* v čisti kulturi in ugotavljali njihov morebitni antagonizem. Na podlagi izračuna antagonističnega indeksa in uspešnosti reizolacij iz interakcijske cone smo ugotavljali potencial opazovanih antagonistov, kot možne biološke kontrole javorovega raka. Med zanimivejše izzivalne izolate lahko uvrstimo glivo *Neonectria* sp. Wollenw., ki se je izkazala za enega večjih inhibitorjev rasti *E. parasitica*. Obetaven pa je tudi rezultat neuspešnih reizolacij *E. parasitica* iz interakcijske cone. Z dodatnimi poskusi bi lahko podali trdnejše zaključke o medsebojnemu delovanju in učinkovanju vrst.

Ključne besede: pestrost, združba gliv, *Eutypella parasitica*, dvojne kulture, antagonizem

¹ Večna pot 2, SI-1000 Ljubljana

² prav tam

³ prav tam

ABSTRACT

FREQUENTLY ISOLATED FUNGI IN WOOD OF DEAD BRANCHES OF YOUNG SYCAMORE MAPLE AND THE INFLUENCE OF SOME ON *Eutypella parasitica*

Eutypella parasitica R. W. Davidson and R. C. Lorenz is the causative agent of Eutypella canker of maple, a destructive disease of maples in Europe and North America. The fungus *E. parasitica* infects the trunk probably through a branch stub or bark wound. Because the fungal community may have an impact on infection and colonization by *E. parasitica*, we investigated the composition of fungi colonizing wood of dead branches of sycamore maple (*Acer pseudoplatanus* L.) in five sampling sites near Ljubljana. Isolations were made from the wood in the outer part of dead branches and from discoloured wood in the trunk that originated from a dead branch. Pure cultures were divided into morphotypes, and one representative culture per morphotype was selected for further molecular identification. The most frequently isolated species in a broad spectrum of fungi were *Eutypa maura* (Fr.) Sacc., *Eutypa* sp. Tul. and C. Tul., *Fusarium avenaceum* (Fr.) Sacc., *Neocucurbitaria acerina* Wanas., Camporesi, E.B.G. Jones and K.D. Hyde and *E. parasitica*. We analysed differences in species diversity between the sampling sites and between the branch thickness classes. Furthermore, we analysed similarity of fungal communities between the sampling sites and between the isolation sources. *Eutypella parasitica* was isolated from all five investigated sampling sites, although Eutypella cankers were observed in only three sampling sites, indicating the possibility of asymptomatic infection. Furthermore, we tested the most frequently isolated fungi from the wood of the dead branches of *A. pseudoplatanus* in dual cultures to evaluate their in vitro antagonistic activity against *E. parasitica*. Based on calculating an index of antagonism and re-isolations success from the interaction zone the potential of the observed antagonists as a possible biocontrol of Eutypella canker of maple was discussed. *Neonectria* sp. Wollenw. is one of the most interesting challenge isolate which has been shown to be a good inhibitor of *E. parasitica* growth and especially successful in the interaction zone. Further experiments could provide stronger conclusions about the interactions and effects of species.

Key words: diversity, fungal communities, *Eutypella parasitica*, dual cultures, antagonism

1 UVOD

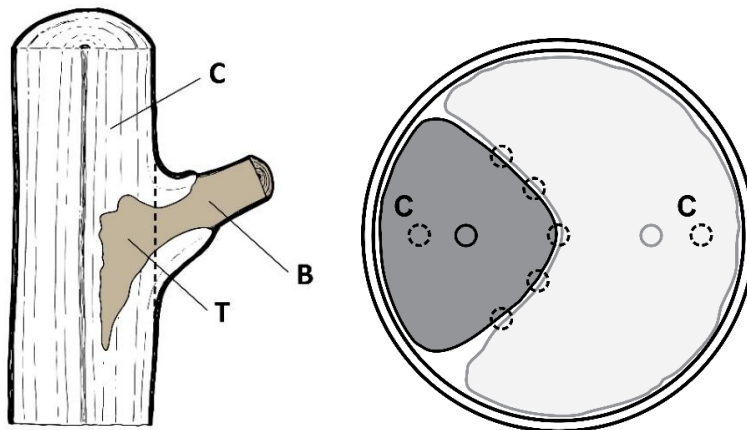
Glivo *Eutypella parasitica* R. W. Davidson & R. C. Lorenz, povzročiteljico javorovega raka, so odkrili in opisali leta 1937 v okolici Velikih jezer, na meji med Kanado in Združenimi državami Amerike (Davidson in Lorenz, 1938). Vrsta okužuje vse vrste javorov (*Acer* spp.). V Ameriki se pojavlja na sladkornem (*Acer saccharum* Marsh.) in rdečem javoru (*A. rubrum* L.), redkeje tudi na ameriškem (*A. negundo* L.), ostrolistnem (*A. platanoides* L.), srebrnem (*A. saccharinum* L.), črnem (*A. nigrum* Mich.), gorskem (*A. pseudoplatanus* L.), progastem (*A. pennsylvanicum* L.) in oregonskem javoru (*A. macrophyllum* Prush.) (Davidson in Lorenz, 1938; French, 1967; Kliejunas in Kuntz, 1972, 1974). V Sloveniji, in hkrati tudi v Evropi, je bil javorov rak prvič zabeležen leta 2005 (Jurc in sod., 2006). Pri nas sta najpogosteje okužena gorski javor (*A.*

pseudoplatanus L.) in maklen (*A. campestre* L.), bolezen pa se pojavlja tudi na ostrolistnem javorju (*A. platanoides* L.) in ostalih vrstah javorov (Ogris in sod., 2018). Gliva *E. parasitica* okuži gostitelja najverjetneje skozi odmrlo vejo ali poškodbo na deblu (French, 1967). V odmrlih vejah javorov se pojavljajo tudi številne druge vrste gliv, ki lahko vplivajo na okužbe in rast *E. parasitica*. Namen prispevka je predstaviti rezultate raziskav o najpogostejše izoliranih vrstah gliv v lesu odmrlih vej gorskega javorja in njihovem vplivu na rast glive *E. parasitica* v čisti kulturi.

2 MATERIALI IN METODE

Na petih vzorčnih lokacijah v okolici Ljubljane smo med novembrom 2017 in marcem 2018 vzorčili odmrle veje gorskega javorja. Na vsaki lokaciji smo odvzeli po 40 vzorcev, kar je skupaj nanese 200 odmrlih vej gorskega javorja. Vzorce smo prenesli v laboratorij in jih površinsko sterilizirali. Po površinski sterilizaciji smo na 2 % MEA gojišče nacepili koščke iz različnih mest odmrle veje in debla (8 koščkov iz zunanje del odmrle veje, 8 koščkov iz razbarvanega dela lesa v deblu in 4 koščke iz na videz zdravega, neobarvanega dela debla; skupno največ 20 koščkov na vzorec – slika 1). S periodičnim pregledovanjem in precepljanjem smo glive izolirali v čiste kulture. Na podlagi makromorfoloških značilnosti smo kulture razvrstili v morfotipe. Najpogostejše morfotipe (število kultur > 5) smo določili do nivoja vrste ali rodu z analizo nukleotidnih zaporedij izbranih molekularnih markerjev (del odsekov ITS rDNA, EF-1a). Na podlagi podatkov smo izračunali relativne frekvence identificiranih taksonov, indeks gostote, Shannonov diverzitetni indeks, Jaccardov indeks podobnosti ipd. V nadaljevanju smo preverjali razlike v pestrosti vrst in podobnosti glivnih združb med različnimi lokacijami vzorčenja, različnimi mesti izolacij in različnimi debelinskimi razredi vej (Brglez in sod., 2020a).

285



Slika 1: levo: mesta izolacije gliv v vzorcih: B – zunanji del odmrle veje; T – razbarvan les v deblu; C – kontrola (ilustracija: S. Zidar) (Brglez in sod., 2020a) in desno: reisolacijski test – 5 koščkov odvzetih iz interakcijske cone in 2 koščka odvzeta iz roba kolonij (ilustracija: S. Zidar) (Brglez in sod., 2020b).

Glivo *E. parasitica* smo v nadaljevanju izpostavili desetim najpogosteje izoliranim vrstam gliv v lesu odmrlih vej gorskega javora iz prvega dela raziskave. Tako izpostavljeni vrsti na istem gojišču oz. v isti petrijevki v nadaljevanju poimenujemo kot dvojne kulture. Z luknjačem smo z robnih, aktivnih delov micelija posameznih čistih kolonij izrezali koščke agarja (\varnothing 5 mm) in jih v oddaljenosti 4 cm položili na 3,9 % PDA gojišča, v petrijevke s premerom 9 cm. Pripravili smo tudi samoinhibicijske (isti izolat *E. parasitica*) in kontrolne (*E. parasitica* in sterilni agar) dvojne kulture. Vsako kombinacijo smo ponovili 3-krat. Spremljali smo rast v petrijevkah in določili tip interakcije po Badalyan in sod. (2004). Na podlagi tipa interakcije smo izračunali antagonistični indeks (AI). Po desetih dneh od stika micelijev oz. deset dni po koncu rasti na navidezni vodoravni liniji med nacepljenima koščkoma smo izvedli reizolacije (Koukol in sod., 2006). Z luknjačem (\varnothing 5 mm) smo izrezali 5 koščkov agarja iz interakcijske cone in 2 kontrolna koščka agarja (slika 1) ter jih nacepili na sveža PDA gojišča. Razvite kulture smo morfološko pregledali in z molekularnimi metodami (pomnoževanje odseka regije ITS rDNA z vrstno specifičnima primerjema EpF/R (Piškur in sod., 2007) in vizualizacija na gelu) ugotovili prisotnost oz. odsotnost *E. parasitica* v reizoliranih kulturah. Na podlagi teh podatkov smo izračunali uspešnost reizolacij (s) iz interakcijske cone (Brglez in sod., 2020b).

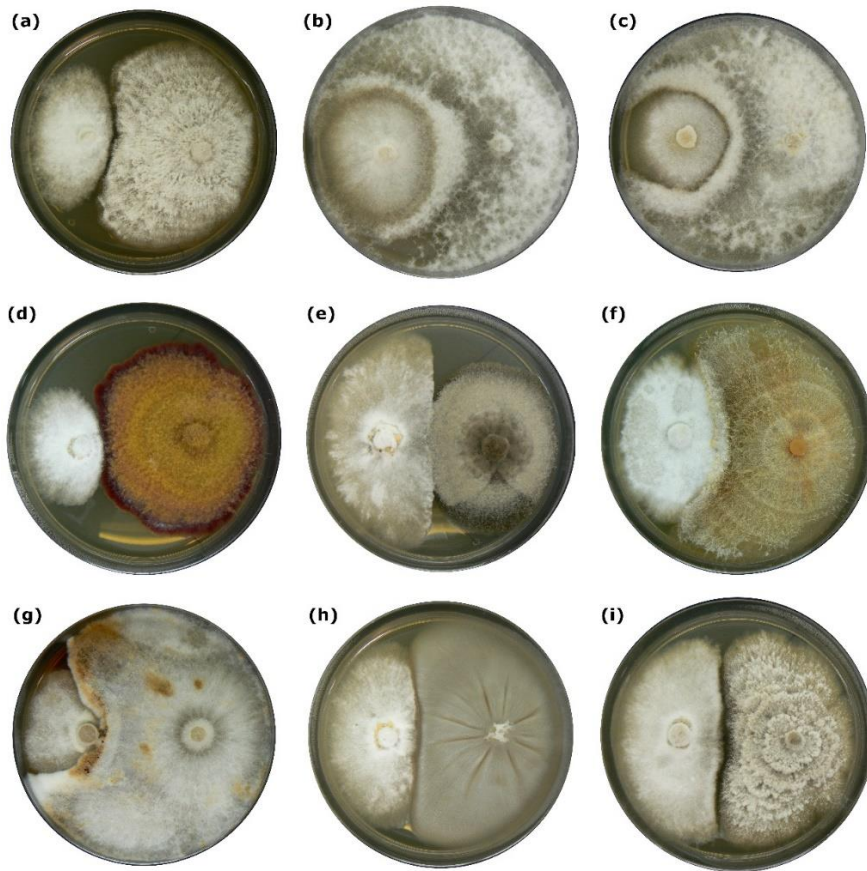
3 REZULTATI IN RAZPRAVA

Iz 2700 nacepljenih koščkov smo izolirali 1744 kultur in določili 212 morfotipov. Izmed 91 najpogostejših morfotipov (število kultur > 5) smo identificirali 58 različnih taksonov gliv. Najpogosteje izolirane vrste so bile *Eutypa maura*, *Eutypa* sp. 2, *Fusarium avenaceum*, *Neocucurbitaria acerina* in *E. parasitica*. Lokacije vzorčenj so si bile relativno blizu (maksimalna razdalja 26 km), kar kaže na visoko pestrost glivnih vrst. Razlog za visoko pestrost je najverjetneje kombinacija ugodne geografske lokacije, podnebnih značilnosti, starosti in velikosti vzorcev, metode sterilizacije in različnih mest izolacije (Danti in sod., 2002; Tedersoo in sod., 2014).

Razlike v pestrosti vrst med različnimi lokacijami vzorčenja ($p = 0,076$), med različnimi mesti izolacije ($p = 0,212$) in med različnimi debelinskimi razredi vej ($p = 0,822$) so bile neznačilne. Ravno obratno pa smo ugotovili značilne razlike v glivnih združbah med različnimi lokacijami vzorčenja ($p = 0,001$), med različnimi mesti izolacij ($p = 0,001$) in med različnimi debelinskimi razredi vej ($p = 0,003$).

Eutypella parasitica je bila izolirana tudi na lokacijah, kjer predhodna inventura javorov ni pokazala prisotnosti javorovega raka. Razloge lahko pripišemo bližini sestojev, kjer smo zaznali razvite javorove rake in možnost asimptomatskih okužb. Ugotovili smo 1,5-krat pogostejše izolacije *E. parasitica* iz obarvanega lesa v deblu, kot iz zunanjega dela odmrle veje. Predvidevamo, da je v zunanjem delu odmrle veje močnejša konkurenca, zaradi česar *E. parasitica* hitro napreduje v les debla, v zunanjem delu veje pa jo nadomestijo druge, konkurenčnejše vrste. Primerjava pestrosti glivnih vrst med odmrliimi vejami z in brez *E. parasitica* ni pokazala značilnih razlik. Zaključimo lahko, da nobena izmed najpogosteje izoliranih vrst ni strogo povezana s pojavnostjo *E. parasitica*.

Makroskopski pregled dvojnih kultur je pokazal, da je v skoraj vseh primerih prišlo do stika micelijev med *E. parasitica* in izzivalnim izolatom (slika 2). Za najbolj agresiven izolat se je izkazal *Peniophora incarnata* (Pers.) P. Karst., ki je skoraj povsem prerasel *E. parasitica*. Micelij *E. parasitica* v nobeni od kombinacij ni kazal makroskopskih sprememb, je pa bilo v primeru dvojnih kultur s *F. avenaceum*, *N. acerina*, *Petrakia irregularis* Aa in *Phomopsis pustulata* (Sacc.) Died. opaziti večje količine spor (v obliki kapljic) ob koščku agarja *E. parasitica* (slika 2: d, e, h in i).



Slika 2: Micelijske interakcije po 18-ih dneh skupne inkubacije med *E. parasitica* (levo) in izzivalnim izolatom (desno): a) *Diaporthe* sp.; b) *Eutypa* sp.; c) *Eu. maura*; d) *F. avenaceum*; e) *N. acerina*; f) *Neonectria* sp.; g) *P. incarnata*; h) *Pe. irregularis* in i) *Ph. pustulata* (Brglez in sod., 2020b).

Določili smo tri tipe interakcij v dvojnih kulturah. Najpogosteje se je rast *E. parasitica* po kontaktu z drugim micelijem ustavila ali pa je izzivalni izolat delno prerasel micelij glive *E. parasitica* po začetnem stiku micelijev in ustavitvi rasti. Redkeje pa je prišlo

do ustavitve rasti na razdalji, brez kontakta micelijja, kar bi lahko bila posledica sproščanja sekundarnih metabolitov z zaviralnim učinkom. Najvišje vrednosti antagonističnega indeksa smo zabeležili pri *Eutypa* sp., *Eu. maura*, *Neonectria* sp. in *P. incarnata*. Slednje vrste so imele višji inhibitorski učinek oz. značilno negativen vpliv na rast *E. parasitica* v dvojni kulturi. Ti rezultati se dobro ujemajo tudi s pričakovano visoko uspešnostjo reizolacij izzivalnih izolatov iz interakcijske cone. Omenjene vrste so se v tem poskusu izkazale za najbolj obetavne za uporabo v sklopu biološke kontrole *E. parasitica*.

Reizolacije *E. parasitica* iz dvojnih kultur z *Eutypa* sp., *F. avenaceum* in *Neonectria* sp. so bile neuspešne. Omenjeni izolati so najverjetneje v interakcijski coni premagali in nadomestili *E. parasitica*. Na drugi strani so bile reizolacije *Diaporthe* sp., *N. acerina* in *Pe. irregularis* manj uspešne. V teh primerih je imela *E. parasitica* večji tekmovalni uspeh.

4 SKLEPI

V lesu odmrlih vej gorskega javora smo odkrili izjemno širok spekter gliv. Zavedati se moramo, da je v vzorcih zagotovo prisotnih še več vrst, ki jih nismo uspeli identificirati (Wu in sod., 2019). Določili smo le vrste z najhitrejšo rastjo in tiste, ki so sposobne rasti pri uporabljenih pogojih izolacije in inkubacije. Med najpogostejše izoliranimi vrstami v naši raziskavi se je le *Eu. maura* pojavljala tudi v tujih študijah (Butin in Kowalski, 1986; Chlebicki, 1988; Kowalski in Kehr, 1992; Unterseher in sod., 2005; Johnova, 2009). Na sestavo, številčnost, in razporeditev gliv v lesu odmrlih vej lahko namreč vplivajo številni dejavniki (Kowalski in Kehr, 1992; Danti in sod., 2002; Gennaro in sod., 2003; Unterseher in sod., 2005; Unterseher in Tal, 2006; Kowalski in sod., 2016; Hanáčková in sod., 2017): splošno zdravstveno stanje gostitelja, stopnja razgradnje vzorcev, starost dreves in vej, debelina vej, temperatura, padavine, značilnosti tal, razpoložljivost vode, drevesna sestava, rastlinska združba, čas vzorčenja, metoda izolacije, posplošene inkubacijske razmere ipd.

Najzanimivejša ugotovitev naše raziskave je izolacija *E. parasitica* iz vseh petih lokacij vzorčenja, kljub temu, da so bili razviti javorovi raki opaženi le na treh.

S testom dvojnih kultur smo pridobili delni vpogled v kompleksnost interakcij med *E. parasitica* in najpogostejše izoliranimi vrstami gliv v lesu odmrlih vej gorskega javora. Ugotovili smo, da imajo izolati gliv *Eutypa* sp., *Eu. maura*, *Neonectria* sp. in *P. incarnata* potencial za uporabo v sklopu biološke kontrole *E. parasitica*. Vendar pa moramo biti pri interpretaciji in posploševanju naših rezultatov izjemno previdni. Gre namreč za preliminarne rezultate laboratorijskih testov, ki bi jih bilo nujno razširiti z večjim številom ponovitev posameznih kombinacij, z večjim številom uporabljenih izolatov *E. parasitica*, z dodatnimi raziskavami sekundarnih metabolitov in njihovega vpliva na antagonistično aktivnost (Yuen in sod., 1999; Prior in sod., 2017). Za točnejše zaključke o uporabi določenih vrst za biološko kontrolo *E. parasitica* bi bilo nujno raziskati interakcije tudi v naravnem okolju.

5 ZAHVALA

Raziskavo sta financirala Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije (program mladi raziskovalec za A. B.; raziskovalni program P4-0107 Gozdna biologija, ekologija in tehnologija) in Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano (Javna gozdarska služba). Avtorji se vsem vpletenim v raziskavo iskreno zahvaljujemo.

6 LITERATURA

- Badalyan S. M., Innocenti G., Garibyan N. G. 2004. Interactions between xylotrophic mushrooms and mycoparasitic fungi in dual-culture experiments. *Phytopathologia Mediterranea*, 43: 44-48
- Brglez A., Piškur B., Ogris N. 2020a. *Eutypella parasitica* and other frequently isolated fungi in wood of dead branches of young sycamore maple (*Acer pseudoplatanus*) in Slovenia. *Forests*, 11, 467
- Brglez A., Piškur B., Ogris N. 2020b. In Vitro Interactions between *Eutypella parasitica* and Some Frequently Isolated Fungi from the Wood of the Dead Branches of Young Sycamore Maple (*Acer pseudoplatanus*). *Forests*, 11, 1072: 1-12
- Butin H., Kowalski T. 1986. Die natürliche Astreinigung und ihre biologischen Voraussetzungen III. Die Pilzflora von Ahorn, Erle, Birke, Hainbuche und Esche. *Forest Pathology*, 16, 3: 129-138
- Chebicki A. 1988. Some ascomycetous fungi or their anamorphs occurring on trees in Poland. *Acta Mycologica*, 24: 77-92
- Danti R., Sieber T. N., Sanguineti G. 2002. Endophytic mycobiota in bark of European beech (*Fagus sylvatica*) in the Apennines. *Mycological Research*, 106, 11: 1343-1348
- Davidson R. W., Lorenz R. C. 1938. Species of *Eutypella* and *Schizoxylon* associated with cankers of maple. *Phytopathology*, 28: 733-745
- French W. J. 1967. *Eutypella* canker on species of *Acer* in New York state. PhD thesis. Syracuse, New York, USA, State University College of Forestry at Syracuse University: 160 str.
- Gennaro M., Gonthier P., Nicolotti G. 2003. Fungal Endophytic Communities in Healthy and Declining *Quercus robur* L. and *Q. cerris* L. Trees in Northern Italy. *Phytopathology*, 151: 529-534
- Hanáčková Z., Havrdová L., Černý L., Zahradník D., Koukol O. 2017. Fungal Endophytes in Ash Shoots - Diversity and Inhibition of *Hymenoscyphus fraxineus*. *Baltic Forestry*, 23, 1: 89-106
- Johnova M. 2009. Diversity and ecology of selected lignicolous Ascomycetes in the Bohemian Switzerland National Park (Czech Republic). *Czech Mycology*, 61, 1: 81-97
- Jurc D., Ogris N., Slippers B., Stenlid J. 2006. First report of *Eutypella* canker of *Acer pseudoplatanus* in Europe. *Plant Pathology*, 55, 4: 577
- Kliejunas J. T., Kuntz J. E. 1972. Development of stromata and the imperfect state of *Eutypella parasitica* in maple. *Canadian Journal of Botany*, 50: 1453-1456
- Kliejunas J. T., Kuntz J. E. 1974. *Eutypella* canker, characteristics and control. *The Forestry Chronicle*, 50, 3: 106-108
- Koukol O., Mrnka L., Kulhankova A., Vosatka M. 2006. Competition of *Scleroconidioma sphagnicola* with fungi decomposing spruce litter needles. *Canadian Journal of Botany*, 84: 469-476
- Kowalski T., Kehr R. D. 1992. Endophytic fungal colonization of branch bases in several forest tree species. *Sydowia*, 44, 2: 137-168
- Kowalski T., Kraj W., Bednarz B. 2016. Fungi on stems and twigs in initial and advanced stages of dieback of European ash (*Fraxinus excelsior*) in Poland. *European Journal of Forest Research*, 135: 565-579
- Ogris N., Jurc D., Hauptman T., Piškur B., Piškur M., Urban D., Grmovšek T., Šneberger B., Klaužer S., Brglez A. 2018. Podatkovna zbirka Gozdarskega inštituta Slovenije o najdiščih javorovega raka (*Eutypella parasitica*) v Sloveniji. (21. dec. 2018)
- Piškur B., Ogris N., Jurc D. 2007. Species-specific primers for *Eutypella parasitica*, the causal agent of *Eutypella* canker of maple. *Plant Disease*, 91: 1579-1584
- Prior R., Feife A., Begerow D. 2017. Antagonistic activity of the phyllosphere fungal community. *Sydowia*, 69: 183-198

- Tedersoo L., Bahram M., Põlme S., Kõljalg U., Yorou N. S., Wijesundera R., Villarreal Ruiz L., Vasco-Palacios A. M., Quang Thu P., Suija A., Smith M. E., Sharp C., Saluveer E., Saitta A., Rosas M., Riit T., Ratkowsky D., Pritsch K., Põldmaa K., Piepenbring M., Phosri C., Peterson M., Parts K., Pärtel K., Otsing E., Nouhra E., Njouonkou A. L., Nilsson R. H., Morgado L. N., Mayor J., May T. W., Majuakim L., Lodge D. J., Lee S. S., Larsson K. H., Kohout P., Hosaka K., Hiiesalu I., Henkel T. W., Harend H., Guo L., Greslebin A., Grelet G., Geml J., Gates G., Dunstan W., Dunk C., Drenkhan R., Dearnaley J., De Kesel A., Dang T., Chen X., Buegger F., Brearley F. Q., Bonito G., Anslan S., Abell S., Abarenkov K. 2014. Global diversity and geography of soil fungi. *Science*, 346, 6213: 1256688
- Unterseher M., Otto P., Morawetz W. 2005. Species richness and substrate specificity of lignicolous fungi in the canopy of a temperate, mixed deciduous forest. *Mycological Progress*, 4, 2: 117-132
- Unterseher M., Tal O. 2006. Influence of small scale conditions on the diversity of wood decay fungi in a temperate, mixed deciduous forest canopy. *Mycological Research*, 110: 169-178
- Wu B., Hussain M., Zhang W., Stadler M., Liu X., Xiang M. 2019. Current insights into fungal species diversity and perspective on naming the environmental DNA sequences of fungi. *Mycology*, 10, 3: 127-140
- Yuen T. K., Hyde K. D., Hodgkiss I. J. 1999. Interspecific Interactions among Tropical and Subtropical Freshwater Fungi. *Microbial Ecology*, 37: 257-262

OCENJEVANJE UČINKOVITOSTI PASTI ZA SPREMLJANJE VRST IZ RODU *Agrilus* V HRASTOVIH GOZDOVIH SLOVENIJE

Eva GROZNIK¹, Tine HAUPTMAN², David WILLIAMS³ Maarten DE GROOT⁴

^{1,4} Gozdarski inštitut Slovenije, Ljubljana

² Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Ljubljana

³ Forest research, Alice Holt Lodge, United Kingdom

IZVLEČEK

Rod *Agrilus* (Coleoptera, Buprestidae) je najobsežnejši rod, v katerega spadajo tudi gospodarsko pomembne vrste, kot sta *Agrilus planipennis* in *Agrilus anxius*. Zgodnje zaznavanje invazivnih in škodljivih vrst je pomembno za pravočasno ukrepanje, omejevanje širjenja ali zatiranje škodljivcev. Za hitro detekcijo in posledično pravočasno ukrepanje, so potrebne učinkovite metode spremljanja ciljnih vrst. Izkazalo se je, da je uporaba pasti najučinkovitejša metoda spremljanja vrst iz rodu *Agrilus*, potrebno pa je raziskati kateri tip pasti je najboljši. Z raziskavo smo želeli ugotoviti, katera izmed dveh tipov pasti, zelena lepljiva prizmatična ali zelena večlijakasta past, je bolj ustrezna na našem območju. V okolici Ljubljane smo v pretežno hrastov sestoj postavili pet zelenih lepljivih prizmatičnih in pet zelenih večlijakastih pasti. Pasti so bile postavljene v srednji del krošenj na sončno ali polsenčno lego. Kontrola in pobiranje vzorcev se je izvajala vsaka dva tedna, in sicer od 26. 5. do 31. 8. 2021. Ulov je bil determiniran v laboratoriju. Ulovili smo osem različnih vrst iz rodu *Agrilus*, in sicer *A. angustulus*, *A. biguttatus*, *A. convexicollis*, *A. laticornis*, *A. obscuricollis*, *A. olivicolor*, *A. sulcicollis* in *A. hastulifer*. Najštevilčnejša je bila vrsta *A. laticornis*, ki je predstavljala 43,98 % vseh ulovljenih osebkov iz rodu *Agrilus*, sledili sta ji vrsti *A. olivicolor* s 28,22 % in *A. obscuricollis* s 12,86 %. Večino ulovljenih *Agrilus* osebkov je bilo v zelenih večlijakastih pasteh, in sicer približno dva in polkrat več, kot v zelenih lepljivih prizmatičnih pasteh. Niso pa bile ugotovljene razlike glede vrstne sestave med uporabljenima tipoma pasti, vendar pa smo v zelene večlijakaste pasti ujeli sedem različnih *Agrilus* vrst, v zelene lepljive prizmatične pasti pa pet.

Ključne besede: *Agrilus*, hrast, prizmatična past, večlijakasta past, Slovenija

¹ dipl. inž. gozd., Večna pot 2, SI-1000 Ljubljana

² doc. dr., Večna pot 83, SI-1000 Ljubljana

³ dr., Farnham, Surrey GU10 4LH, United Kingdom

⁴ dr., Večna pot 2, SI-1000 Ljubljana, e-pošta: maarten.degroot@gozdis.si

ABSTRACT

EVALUATING THE EFFICIENCY OF DIFFERENT TRAP TYPES FOR CAPTURING *Agrilus* SPP. IN SLOVENIAN OAK FORESTS

The genus *Agrilus* (Coleoptera: Buprestidae) is the largest genera, and includes several economically important species, such as *Agrilus planipennis* and *Agrilus anxius*. Early detection of invasive and harmful species is necessary for initiating prompt action, containment, or eradication programmes. Therefore, effective pest surveillance and monitoring methods are needed for early detection and instigating subsequent action. For *Agrilus* species it is known that a variety of trapping approaches are efficient, however evaluation of which trap is best is much needed. The aim of this current research was to study the efficiency of two trap types in Slovenia: the green sticky prismatic trap and the green multi-funnel trap. Five green sticky prismatic traps and five green multi-funnel traps were established in a predominantly oak forest stand in Ljubljana. The traps were placed in the middle part of the canopy in a sunny or semi-shaded position. Sample collection was carried out every two weeks from 26. 5. till 31. 8. 2021. Catches were checked in the laboratory. In total eight different species of *Agrilus* were caught: *A. angustulus*, *A. biguttatus*, *A. convexicollis*, *A. laticornis*, *A. obscuricollis*, *A. olivicolor*, *A. sulcicollis* and *A. hastulifer*. The most abundant species was *A. laticornis*, which accounted for 43. 98% of all *Agrilus* specimens, followed by *A. olivicolor* with 28. 22% and *A. obscuricollis* with 12. 86%. The majority of *Agrilus* specimens caught were in green multi-funnel traps, approximately two and a half times more than *Agrilus* specimens caught in green sticky prismatic traps. We did not find any difference in number of species. However rarer species were found in the funnel trap and not on the green sticky prism trap. The multi-funnel traps had seven different species of *Agrilus*, and five in the green sticky prismatic traps.

Key words: *Agrilus*, oak, multi-funnel trap, prismatic trap, Slovenia

1 UVOD

Invazivne in avtohtone vrste iz rodu *Agrilus* (Buprestidae, Coleoptera) imajo na področju varstva gozdov v Evropi vse pomembnejšo vlogo. V sklopu programov preiskav škodljivih organizmov, se že vrsto let izvaja monitoring za ugotavljanje zastopanosti dveh tujerodnih vrst iz rodu *Agrilus*, in sicer brezovega krasnika (*Agrilus anxius* Gory, 1841) in jesenovega krasnika (*Agrilus planipennis* Fairmaire, 1888). Poleg tujerodnih vrst, lahko ob namnožitvi povzročajo škodo tudi avtohtone vrste. V Sloveniji je zastopanih kar 31 različnih vrst iz rodu *Agrilus* (Bílý 2002). Kot enega izmed vzrokov za sušenje hrastov v Evropi, Moraal in Hilszczański (2000) navajata dvopikastega krasnika (*Agrilus biguttatus* Fabricius 1777), ki lahko ob namnožitvi povzroči večjo škodo na hrastih, predvsem na že poškodovanih ali obolelih drevesih. Zeleni bukov krasnik (*Agrilus viridis* Linnaeus, 1758), katerega glavne gostiteljske rastline so javorovke, brezovke, bukovke, vrbovke in lipovke (Bílý, 2002), je bil v Italiji determiniran tudi kot škodljivec na območju sestojev leske (Corte in sod., 2008). Na Madžarskem pa je bil zeleni bukov krasnik po suši, ki je oslabil bukovce

sestoje, eden pomembnejših vzrokov za sušenje bukve (Lakatos in Molnár, 2009). Ker se okolje zaradi podnebnih sprememb spreminja, naravne katastrofe in suše pa so vse pogostejše, je pomembno poznati zastopanost in številčnost teh vrst v našem okolju. Pri spremljanju krasnikov se uporablja več različnih tipov pasti. Najpogosteje uporabljene pasti so lepljive prizmatične, manjše lepljive pasti na vejah v obliki plošč, dvonadstropne pasti, večlijakaste pasti in pasti na električni udar (Imrei in sod., 2020). V sklopu sodelovanja pri projektu Euphresco 2020-A-337 - Razvoj in ocenjevanje metodologij nadzora za hrošče *Agrilus*, smo v letu 2021 postavili pet zelenih večlijakastih pasti premazanih s fluonom in pet zelenih lepljivih prizmatičnih pasti v hrastov sestoj v okolici Ljubljane. Glavni cilj je bil ugotoviti, ali se ta dva tipa pasti, ki sta namenjena spremljanju jesenovega krasnika, lahko uspešno uporabi za spremljanje ostalih vrst *Agrilus* v hrastovih gozdovih. Ugotavljali smo skupni ulov vseh vrst hroščev iz rodu *Agrilus* ter razlike v številčnosti in vrstni sestavi ulova ciljnih vrst glede na tip pasti.

2 MATERIALI IN METODE

Za spremljanje vrst iz rodu *Agrilus* smo v Krajevni enoti Ljubljana v revirju Dobrova skupno postavili deset pasti. Na območju postavitve pasti prevladuje združba doba in navadne smreke (*Piceo abietis-Quercetum roboris* (M. Wraber 1969) Marinček 1994). V hrastov debeljak smo 26. 5. 2021 postavili pet lepljivih zelenih prizmatičnih pasti in pet zelenih večlijakastih pasti. Uporabili smo večlijakaste zelene pasti proizvajalca ChemTica International z 12 lijaki, premazanimi s fluonom in zbirno posodo za mokri ulov. Kot konzervans smo uporabili navadno sol zmešano z vodo. Prizmatične pasti so bile proizvajalca Andermatt Biocontrol. Te pasti se shranjujejo v parih. Dve lepljivi plošči sta zlepljeni skupaj. Le ti previdno odlepimo, brez da jih upogibamo. Nato upognemo ploščo vzdolž zarezanih delov in tako sestavimo prizmo. Lepljiva stran pasti je obrnjena na zunanjo stran. Vse pasti so bile brez feromonov in drugih atraktantov. Pasti so bile druga od druge oddaljene najmanj 50 metrov, nameščene v srednji del krošnje na sončno ali polsenčno lego. Preglede in praznjenja smo izvajali enkrat na dva tedna. Lepljive prizmatične pasti smo pregledali na terenu, kjer smo ciljnih ulov s pinceto odstranili in shranili v lončke z etanolom, na katere smo zapisali tip pasti, zaporedno številko pasti in datum vzorčenja. Moker ulov iz večlijakastih pasti smo zlili skupaj s konzervirno tekočino v lončke, označili tip pasti, zaporedno številko pasti in datum vzorčenja, ter ulov kasneje v laboratoriju precedili in shranili v etanol za kasnejšo determinacijo. Vse vzorce smo do začetka determinacije hranili v hladilniku. Po končanem terenskem delu smo se lotili sortiranja in determinacije ulova. Laboratorijsko delo smo izvajali na Gozdarskem inštitutu Slovenije v Laboratoriju za varstvo gozdov. Pri vzorcih iz večlijakastih pasti je bilo potrebno pred determinacijo hrošče iz rodu *Agrilus* ločiti od ostalih insektov. Rod *Agrilus* spada med enega težavnejših rodov kar zadeva determinacije, zato smo raziskali, katere vrste iz rodu *Agrilus* se pojavljajo v Sloveniji in so značilne za naše okolje. Nato smo poiskali determinacijske ključe, ki omenjajo ugotovljene vrste (Cobos, 1986., Freude in sod. 1979 itd.). Vse osebkne iz rodu *Agrilus* smo določili do nivoja vrste in jih shranili v plastične epruvete s 70 % etanolom. Ulav iz lepljivih zelenih prizmatičnih pasti, nam je predstavljal težave pri determinaciji, saj so bili osebki prekriti z lepilom. Lepilo smo pred samo determinacijo previdno odstranjevali s pinceto in etanolom. Statistične

razlike v številčnosti in vrstni sestavi ulova vrst *Agrilus* med uporabljenima tipoma pasti smo preverjali s programom R. Pri statistični obdelavi podatkov smo uporabili posplošeni linearni model s Poissonovo distribucijo.

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

V sklopu našega spremljanja smo na območju Log, revir Dobrova, ulovili 241 osebkov iz rodu *Agrilus*. Determinirali smo osem različnih vrst (preglednica 1). Najštevilčnejša vrsta je bila *A. laticornis* (Illiger, 1803) s 43,98 % od vseh ulovljenih osebkov iz rodu *Agrilus*, sledile so ji vrste *A. olivicolor* (Kiesenwetter, 1857) s 28,22 %, *A. obscuricollis* (Kiesenwetter, 1857) s 12,86 % in *A. sulcicollis* (Lacordaire, 1835) s 8,71 %. Kar 71,87 % skupnega ulova je bilo iz večlijakastih pasti. Razlike v številčnosti ulova med dvema testiranima tipoma pasti so bile značilno različne ($z=6.524$, $P < 0.001$) (slika 1). V raziskavi, izvedeni v hrastovem sestoju na Slovaškem, so bile najštevilčnejše vrste *A. angustulus*, *A. sulcicollis*, *A. laticornis* in *A. obscuricollis*, prav tako se je največ osebkov *A. laticornis* v hrastovem sestoju ulovilo v zelene prizmatične pasti brez feromonov (Galko in sod., 2015). Tudi v našem primeru je bil ulov *A. laticornis* v ta tip pasti velik.

Preglednica 1: Vrste iz rodu *Agrilus*, ulovljene v prizmatične in večlijakaste pasti.

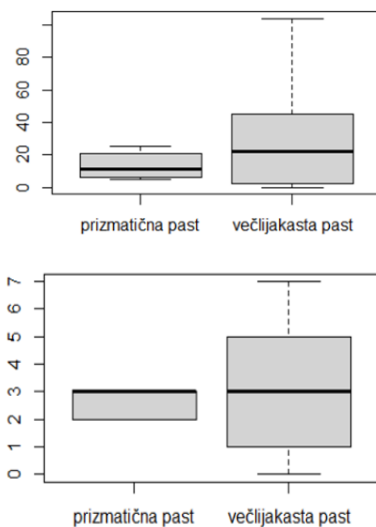
294

| Vrsta | Večlijakasta past | Prizmatična past | Skupna vsota |
|---------------------------------------------------|-------------------|------------------|--------------|
| <i>Agrilus angustulus</i> (Illiger, 1803) | 10 | 0 | 10 |
| <i>Agrilus biguttatus</i> (Fabricius, 1777) | 1 | 0 | 1 |
| <i>Agrilus convexicollis</i> (Redtenbacher, 1849) | 0 | 2 | 2 |
| <i>Agrilus hastulifer</i> (Ratzeburg, 1837) | 1 | 0 | 1 |
| <i>Agrilus laticornis</i> (Illiger, 1803) | 74 | 32 | 106 |
| <i>Agrilus obscuricollis</i> (Kiesenwetter, 1857) | 30 | 1 | 31 |
| <i>Agrilus olivicolor</i> (Kiesenwetter, 1857) | 37 | 31 | 68 |
| <i>Agrilus sulcicollis</i> (Lacordaire, 1835) | 19 | 2 | 21 |
| <i>Agrilus spp.</i> | 1 | 0 | 1 |
| Skupna vsota | 173 | 68 | 241 |

Vrste, ki so se pojavile samo v ulovu večlijakastih pasti, so bile *A. biguttatus* (1 osebek), *A. angustulus* (10) in *A. hastulifer* (1). Statističnih razlik v vrstni sestavi ulova vrst iz rodu *Agrilus* v večlijakaste in prizmatične pasti nismo ugotovili ($z=0.556$, $P < 0.578$) (slika 1).

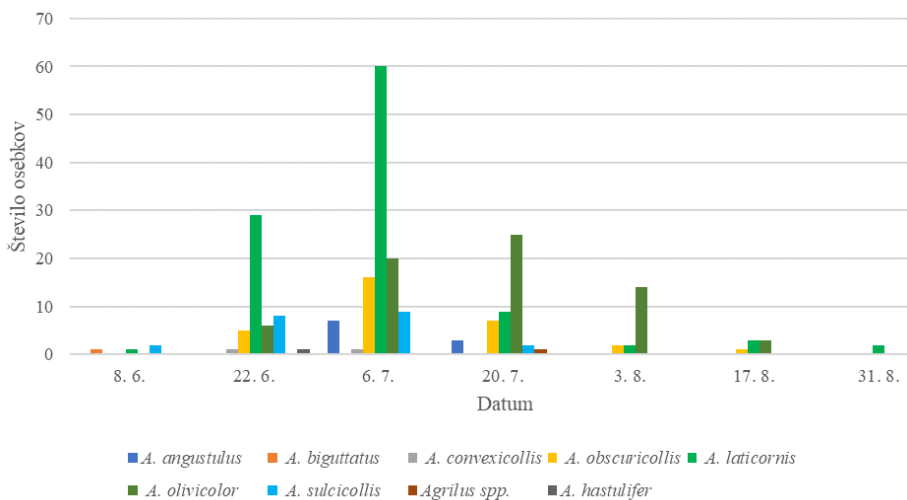
Večina zgoraj omenjenih vrst roji od maja do avgusta (Bretchel in Kostenbader, 2002). Pri našem spremljanju je bila večina vrst najbolj številčna v ulovu, odvzetem 6. 7. 2021, torej v začetku julija. Na sliki 2 lahko vidimo, da je slednje veljalo za vrste

A. laticornis, *A. obscuricollis* in *A. sulcicollis*. Ulov vrste *A. olivicolor* je bil najbolj številčen nekoliko pozneje, in sicer 20. 7.



Slika 1: Razlike med povprečnim številom osebkov ujetih v prizmatično in večlijakasto past (zgoraj) in razlike med povprečnim številom vrst ujetih v prizmatično in večlijakasto past (spodaj).

295



Slika 2: Časovna dinamika ulova različnih vrst iz rodu *Agrilus*.

Težave pri determinaciji osebkov, odlovljenih s prizmatičnimi lepljivimi pastmi, nam je predstavljalo lepilo, ki je ostalo na hroščih. V prihodnje bi bilo potrebno razmisliti o nakupu in uporabi ustreznega topila. Galko in sod. (2015) navajajo uporabo D – Limonene čistila za odstranjevanje lepila. Večlijakaste pasti so namenjene večkratni uporabi. Ker pa so izpostavljene različnim vremenskim razmeram, bi jih bilo potrebno pred naslednjo uporabo očistiti in po potrebi na novo premazati s fluonom. Francese in sod.. (2013) navajajo, da za optimalno učinkovitost pasti ni potrebno nanašati čistega fluona, zadostuje nanos fluona, ki je 50% redčen.

4 SKLEPI

Čeprav se je v večlijakaste pasti v naši raziskavi ulovilo več osebkov iz rodu *Agrilus*, je potrebno poudariti, da sta obe pasti ustrezni in uspešni za spremljanje osebkov iz rodu *Agrilus* v hrastovih sestojih. Najpogostejša odlovljena vrsta je bila *A. laticornis*. Sledile so ji vrste *A. olivicolor*, *A. obscuricollis* in *A. sulcicollis*.

Razlik v vrstni sestavi ulova med testiranima tipoma pasti nismo ugotovili. Večina ulovljenih vrst se pojavlja na hrastu, kar je bilo tudi pričakovano, saj smo raziskavo izvajali v hrastovem sestoju. Za večjo vrstno pestrost osebkov *Agrilus*, bi bilo potrebno pasti postaviti tudi v sestoje z drugo dominantno drevesno vrsto.

Nameščanje lepljivih prizmatičnih pasti v krošnje dreves je lažje od nameščanja večlijakastih pasti. Nasprotno pa je zbiranje in pobiranje vzorcev, ki je pri večlijakastih pasteh bolj enostavno, saj v tem primeru celoten ulov iz zbirne posode enostavno prelijemo v posodo za shranjevanje, pri lepljivih prizmatičnih pasteh pa moramo ciljne osebkve iz lepljivih plošč posamezno pobirati s pinceto. Pri tem moramo biti izredno previdni, da vzorcev ne poškodujemo, saj nam to lahko onemogoči nadaljnjo determinacijo. Prav tako se na lepljivo površje nalepijo neciljni organizmi in smeti. Smeti v največji meri odstranimo in s tem zagotovimo večjo lovno površino. V primeru, da past ne opravlja več svoje funkcije zaradi prekritosti z drugimi organizmi, jo zamenjamo za novo. Ko past odsluži svojemu namenu, jo zavržemo. Večlijakaste pasti so v tem pogledu boljše, saj jih lahko ob pravilni uporabi in shranjevanju uporabimo več let zaporedoma, vendar pa je potrebno ob naslednji uporabi past očistiti in po potrebi ponovno premazati s fluonom.

V prihodnje želimo raziskavo nadaljevati v istem sestoju, takrat tudi z uporabo atraktantov, ter tako pridobiti dodatne informacije glede števila in vrstne pestrosti rodu *Agrilus* v hrastovem sestoju ter učinkovitosti pasti.

5 ZAHVALA

Raziskava je potekala v okviru raziskovalnega projekta projektu Euphresco 2020-A-337 - Razvoj in ocenjevanje metodologij nadzora za hrošče *Agrilus*, katerega vodja je dr. David Williams in je financiran s strani Uprave za varstvo hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano. Delo na prispevku je potekalo v okviru programske skupine P4-0059 Gozd, gozdarstvo in obnovljivi gozdni viri.

6 LITERATURA

- Brechtel F., Kostenbader H., 2002. Die Pracht- und Hirschkäfer Baden-Württembergs: 30 Tabellen/von Fritz Brechtel und Hans Kostenbader. Unter Mitarb. Von Ulrich Bense.... – Stuttgart (Hohenheim): Ulmer, 2002.
- Bílý, S. 2002: Summary of the bionomy of the Buprestid beetles of Central Europe (Coleoptera: Buprestidae). Acta Entomologica Musei Nationalis Pragae, Suppl. 10, 104 pp incl. 16 col. pls.
- Cobos, A. 1986. Fauna Iberica de Coleopteros Buprestidae. Consejo Superior de Invertigaciones Cientificas, Madrid, pp. 1-364.
- Corte, M., Moraglio, S. T., Tavella, L. (2008). First Surveys on *Agrilus* spp. (Coleoptera: Buprestidae) Infesting Hazelnut in Northwestern Italy. Acta Horticulturae. 845. 10.17660/ActaHortic.2009.845.82.
- Francese, J., Rietz, M., Mastro, V.. 2013. Optimization of Multifunnel Traps for Emerald Ash Borer (Coleoptera: Buprestidae): Influence of Size, Trap Coating, and Color. Journal of economic entomology. 106. 2415-23. 10.1603/EC13014.
- Freude, H., Harde, K.W., Lohse, G. A.. 1979. Die Käfer Mitteleuropas. Band 6. Goecke and Evers, Krefeld.
- Galko, J., Kimoto, T., Rell, S., Jendek, E., Nikolov, C., Gubka, A., Vakula, J., Kunca, A., Zúbrik, M.. 2015. Use of the panel prism traps for the monitoring of the genus *agrilus* in slovakia. 10.13140/RG.2.1.2863.3041.
- Imrei, Z., Lohonyai, Z., Csóka, G., Muskovits, J., Szanyi S., Véték, G., Fail, J., Tóth, M. and Domingue, M. J., 2020. Improving trapping methods for buprestid beetles to enhance monitoring of native and invasive species. Forestry An International Journal of Forest Research. Forestry 2020; 93, 254–264, doi:10.1093/forestry/cpz071
- Lakatos, F., Molnár, M.. 2009. Mass mortality of beech (*Fagus sylvatica* L.) in South-West Hungary. Acta Silvatica et Lignaria Hungarica. 5. 75-82.
- Moraal, L.G. and Hilszczański, J. 2000. The oak buprestid beetle, *Agrilus biguttatus* (F.)(Col., Buprestidae), a recent factor in oak decline in Europe. Journal of Pest Science, 37:134-138. 2000, Blackwell Wissenscgafts-Verlag, Berlin

UČINKOVITOST DELOVANJA AVTONOMNEGA MODULARNEGA SISTEMA PRI IZVAJANJU PROCESA NANAŠANJA ŠKROPILNE BROZGE V VINOGRADU

Peter BERK¹, Mario LEŠNIK², Andrej PAUŠIČ³, Peter VINDIŠ⁴, Damijan KELC⁵,
Denis STAJNKO⁶, Andreja URBANEK-KRAJNC⁷, Marijan SIRK⁸, Viktor JEJČIČ⁹,
Tomaž POJE¹⁰, Simona HAUPTMAN¹¹, Roman ŠTABUC¹², Marko BREZNIK¹³,
Aleš BELŠAK¹⁴, Matej SEČNIK¹⁵

¹⁻⁸ Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede, Hoče

⁹⁻¹⁰ Kmetijski inštitut Slovenije, Oddelek za kmetijsko tehniko in energetiko,
Ljubljana

¹¹⁻¹³ KGZS, Kmetijsko gozdarski zavod Maribor, Maribor

¹⁴ Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo, Maribor

¹⁵ Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, Ljubljana

IZVLEČEK

Avtonomni modularni sistem, nameščen na konvencionalnem prototipu pršilnika, ki deluje na principu pulzno širinskega krmiljenja elektromagnetnih ventilov predstavlja naj sodobnejšo tehnologijo za izvajanje kontroliranega nanašanja škropilne brozge, brez spreminjanja operativnih parametrov pršilnika (npr. tlak pri škropljenju, velikost šobe). V skladu z načeli preciznega vinogradništva, predstavlja pulzno širinsko krmiljenje primarno tehnologijo, ki omogoča nanašanje potrebne količine škropilne brozge izključno na ciljne površine vinske trte brez spreminjanja spektra velikosti kapljic in omogoča enakomerno kakovost depozita ter zmanjšanje odnašanja kapljic škropilne brozge izven ciljnih površin (t.i. drift). V vinogradu smo skozi celotno sezono škropljenja v letu 2021 testirali avtonomni aksialni prototip pršilnika na katerega smo namestili avtonomni modularni sistem z omogočenim pulzno širinskim krmiljenjem škropilne brozge. Testirali smo dva načina delovanja prototipa pršilnika,

¹ Pivola 10, SI-2311 Hoče

² prav tam

³ prav tam

⁴ prav tam

⁵ prav tam

⁶ prav tam

⁷ prav tam

⁸ prav tam

⁹ Hacquetova ulica 17, SI-1000 Ljubljana

¹⁰ prav tam

¹¹ Vinarska ulica 14, SI-2000 Maribor

¹² prav tam

¹³ prav tam

¹⁴ Smetanova ulica 17, SI-2000 Maribor

¹⁵ Aškerčeva cesta 6, SI-1000 Ljubljana

in sicer avtonomnega (zvezno krmiljenje delovnega cikla (DC: od 0 do 100 %) ter konvencionalnega (šoba popolnoma odprta ves čas), pri enakomerni delovni hitrosti pršilnika $5,5 \text{ kmh}^{-1}$. Primerjali smo porabljeno količino FFS (fitofarmaceutskih sredstev) izraženo v odstotkih med avtonomnim in konvencionalnim načinom delovanja pršilnika skozi individualne šobe na pršilniku. Ugotovili smo, da je znašal največji prihranek škropilne brozge 69,8 %, skozi individualno šobo ob razvojnem stadiju vinske trte BBCH 55. Pridobili smo tudi podatke glede vpliva avtonomnega nanosa na pojav bolezni (stopnja napada na listju in grozdju izražena v odstotkih) in na višino in kakovost pridelka v vinogradu s klasično gojitveno obliko.

Ključne besede: algoritem, škropilna brozga, krmiljenje, vinska trta

ABSTRACT

EFFICIENCY OF OPERATION OF AN AUTONOMOUS MODULAR SYSTEM IN CARRYING OUT THE SPRAY MIXTURE PROCESS IN VINEYARD

Autonomous modular system mounted on a conventional sprayer prototype operating on the principle of pulse-width modulation control of electromagnetic valves represents state-of-the-art technology for implementation controlled application of spray mixture without changing the operating parameters of the sprayer (eg spray pressure, nozzle size). In accordance with the principles of precision viticulture the pulse-width modulation control is the primary technology which allows the application of the required amount of spray mixture exclusively to the target areas of the vine without changing the droplet size spectrum and allows for even deposit quality and reducing the drift outside the target areas. In the vineyard, we tested an autonomous axial sprayer prototype throughout the entire spraying season in 2021 on which we have installed an autonomous modular system with enabled pulse-width control. We tested two modes of operation of the sprayer prototype, namely autonomous (continuous duty cycle control (DC: 0 to 100%)) and conventional (nozzle fully open at all time), at a steady spray speed of 6 kmh^{-1} . We compared the amount of PPP expressed as a percentage between autonomous and conventional mode of operation of the sprayer through individual nozzles on the sprayer. We found that the maximum saving of the spray mixture was 69.8%, through an individual nozzle at phenological stage of the vine BBCH 55. We also obtained data on the influence of autonomous application on the occurrence of the disease (rate of attack on leaves and grapes expressed as a percentage) and on the height and quality of the crop in the vineyard with a classic cultivation form.

Key words: algorithm, spray mixture, control, vine

1 UVOD

V zadnjih dveh desetletjih lahko opazimo velik napredek v smeri razvoja avtonomnih alternativnih aplikacijskih tehnik za izvajanje optimizacije procesa nanašanja škropilne brozge v trajnih nasadih sadovnjakov (Walkate & Cross, 2013) in vinogradov

(Siegfried *et al.*, 2007; Llorens *et al.*, 2011a). Za izračun količin odmerkov škropilne brozge obstaja veliko različnih vrst tehnologij, ki delujejo na principu različnih empiričnih in digitalnih odločitvenih modelov (algoritmov) katerih delovanje temelji na podlagi meritev karakterističnih lastnosti krošenj. Učinkovita aplikacija procesa nanašanja brozge je odvisna od več dejavnikov izmed katerih izstopa karakteristična lastnost krošnje (Llorens *et al.*, 2011a; Solanelles *et al.*, 2006) ter medsebojna povezava med količino nanosa fitofarmaceutskega sredstva in dejanski depozit kapljic na listih krošenj, izražena v količini FFS-ja na listni površini (Gil *et al.*, 2014). Avtorji Gil *et al.* (2013) so ugotovili, da je stopnja tveganja pri aplikacijskem procesu nanašanja brozge na območje brez listne površine povezana s porabo količin odmerkov FFS-jev, ki vplivajo na učinkovito delovanje aplikacije procesa nanašanja brozge po celotni krošnji. Avtorji (Gil *et al.*, 2007; Vercruyse *et al.*, 1999) so ugotovili, da pravilno usmerjanje in prilagoditev odlaganja kapljic škropilne brozge na listno površino krošnje privede do znatnega povečanja učinkovitosti delovanja aplikacije procesa nanašanja brozge, ki vpliva na zmanjšanje porabe skupnih količin odmerkov FFS-jev v skladu s strateškimi cilji EU (Llorens *et al.*, 2010). Vsi našeti razlogi za zmanjšanje porabe količin odmerkov FFS-jev so privedli do razvoja novih alternativnih tehnik procesa nanašanja brozge in s katerimi lahko omogočimo avtonomno krmiljenje količin odmerkov škropilne brozge, ki delujejo na principu različnih odločitvenih modelov (algoritmov), (Llorens *et al.*, 2011a; Gil *et al.*, 2013; Berk *et al.*, 2016; Cheraï *et al.*, 2020). Cilj aplikacijske tehnike za nanašanje kapljic škropilne brozge na izbrane krošnje v trajnih nasadih, bi se moral nanašati na enakomerni nanos/depozit kapljic brozge ne glede na različne razvojne stadije krošnje vinske trte, katero je potrebno zaščititi pred različnimi vplivi bolezni in škodljivci. Zato bo potrebno v prihodnosti za trajnostno pridelavo grozdja vedno bolj upoštevati okoljevarstvene vidike v smeri zmanjšanja porabe količin odmerkov brozge in njihovega zanašanja na bližnjo okolico. To bomo lahko zagotovili samo z novimi razvitimi tehnologijami, ki omogočajo precizno nanašanje kapljic škropilne brozge, ob hkratnem upoštevanju karakterističnih lastnosti krošnje, katere bomo merili z zmogljivimi naprednimi merilnimi tehnologijami in katere bodo vplivale na krmiljenje pretoka škropilne brozge skozi šobe (Berk *et al.*, 2016). Namen raziskovalnega dela, ki ga predstavljamo avtorji se nanaša na digitalno 3D rekonstrukcijo leve in desne strani krošnje vinske trte, na različnih prostorninskih elementih. Razvita je bila nova merilno-krmilna metoda (avtonomno merjenje in krmiljenje količin odmerkov škropilne brozge) za optimizacijo procesa nanašanja škropilne brozge glede na gostoto listne površine.

2 MATERIALI IN METODE

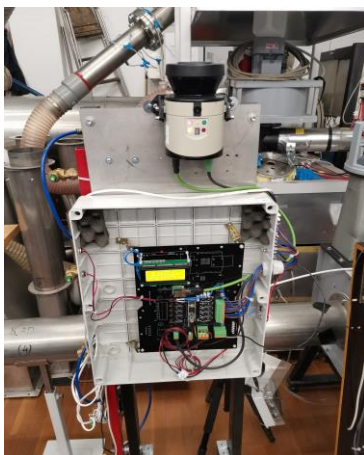
V eksperimentalne namene smo uporabili vinograd kmetijskega gospodarstva Vinko Šerbinek, Plač 9, 2201 Zgornja Kungota, Slovenija. Velikost površine vinograda za poizkus je znašala 2000 m², lokacija poskusa je bila 46°40'10.2" N, 15°35'57.7" E (*slika 1a*). V intenzivnem nasadu vinograda so nasajene cepljene sadike vinske trte na podlagi Kober 5BB, sadike vsebujejo večjo vsebost titracijskih kislin, podlaga pa se

uporablja v posameznih vinorodnih deželah Slovenije in je bila odbrana na osnovi strokovnih kriterijev. Medvrstna razdalja med sadikami znaša 230 cm in vzojitvena oblika enošparonska vzgoja (šparon z do deset očesi) s čepom (eno do dve očesi na čepu), pri čemer znaša višina stebela vinske trte 70 cm ter povprečna razdalja med trtami 85 cm. V eksperimentu v vinogradu za digitalno vrednotenje gostote zelene stene listne površine in avtonomnega načina krmiljenja odmerkov brozge smo zajeli sorto vinske trte "Sauvignon" (starost 16 let). Skozi sezono rednih škropljenj v vinogradu smo testirali dva različna načina delovanja prototipa pršilnika, kateremu smo v eksperimentalne namene omogočili delovanje v konvencionalnem in avtonomnem načinu.



301

Slika 1a: Zasnova poizkusa optimizacije procesa nanašanja škroplilne brozge v trajnem nasadu vinograda.



Slika 1b: Avtonomni modularni sistem za optimizacijo procesa nanašanja škroplilne brozge.



Slika 1c: Namestitev DGPS merilnega sistema v bližino lokacije vinograda.

302

Modularni elektronski merilno-krmilni sistem (nameščen na konvencionalnem tipu nošenega traktorskega pršilnika AGP 300 PRO, proizvajalec Agromehanika, Kranj) za digitalno vrednotenje gostote listne površine in avtomatizirano krmiljenje količin odmerkov (individualno po posameznih šobah, *slika 1b*) v vinogradu je sestavljen iz treh glavnih komponent. Prvo komponento sestavlja laserska (LIDAR) merilna tehnologija. Z LIDAR merilno tehnologijo, ki je nameščena na posebnem nosilcu na nošenem pršilniku, digitalno opredelimo količino gostote listne površine (različne razvojne stadije vinske trte) na individualnem segmentu krošnje vinske trte. V eksperimentu smo uporabili laserski senzor proizvajalca SICK, model LMS111. Laserski merilnik razdalje SICK LMS111 ponuja IP67 standard zaščite, kar pomeni, da je primeren tudi za zunanjo uporabo v vinogradu. Lidar LMS111 nudi odličen kompromis med kompaktno velikostjo in zmogljivostjo. Omogoča zajem podatkov s frekvenco 50 Hz in kotno resolucijo $0,5^\circ$. Njegov doseg je do 20 m. Prenos podatkov poteka v realnem času preko Ethernet vmesnika z nazivno hitrostjo 100 Mbit/s.

Drugo komponento, ki je vgrajena v modularni sistem predstavlja mikrokrmilnik z dodanim ethernet modulom, ki skrbi za prenos meritev iz LIDAR merilne tehnologije ter avtonomno krmiljenje količin odmerkov brozge v pulzno širinskem načinu preko elektromagnetnih ventilov (v nadaljevanju besedila: EMV), pri čemer znaša frekvenca delovnega cikla krmiljenja EMV 10 Hz. Uporabili smo mikrokrmilnik Teensy 3.6. Mikrokrmilnik Teensy 3.6 ima vgrajen 32-bitni 180 MHz procesor ARM Cortex-M4, kateri ponuja dovolj procesorske moči za obdelavo podatkov iz LIDAR merilne tehnologije ter krmiljenje količin odmerkov škropilne brozge preko EMV v realnem času.

Tretjo komponento predstavlja DGPS merilni sistem (*slika 1c*), kar nam omogoča določitev hitrosti vožnje in lokacije modularnega merilnega sistema na nekaj centimetrov natančno. Lokacijo in hitrost avtonomnega modularnega sistema smo določili pri frekvenci 10 Hz. Uporabili smo najnovejši sistem DGPS proizvajalca UBLOX, model sprejemnika F9P. Sistem omogoča dvofrekvenčni sprejem GPS signala z RTK korekcijo. Sistem je sestavljen iz dveh delov. Na terenu v bližino vinograda namestimo referenčno postajo DGPS, ki skrbi za korekcijo psevdorazdalj

GPS sprejemnika. Korekcijski podatki se preko podatkovne povezave v realnem času prenašajo do mobilne postaje (nameščena na traktorju), se de modulirajo in se nato uporabijo za korekcijo GPS podatkov.

V vinogradu skozi sezono rednih škropljenj smo v realnem času digitalno vrednotili velikost gostote listne površine preko digitalnega števila točk v oblaku, in sicer za levo in desno polovico krošnje (slika). Na principu avtonomnega zajemanja meritev preko laserske LIDAR merilne tehnologije in avtonomnega modularnega sistema smo na ta način omogočili digitalno vrednotenje gostote listne površine vinske trte. Informacijo o ocenjeni vrednosti gostote listne površine smo uporabili v odločitvenem modelu (mehki logični algoritem), ki je kasneje pri optimizaciji procesa nannašanja škropilne brozge omogočal krmiljenje količin odmerkov brozge v območju od 0 % do 100 %. Za analizo količin odmerkov škropilne bozge skozi sezono rednih škropljenj smo v trajnem nasadu vinograda izbrali 8 individualnih vrst, in sicer smo v 4 individualnih vrstah izvajali konvecionalni način delovanja pršilnika in preostalih 4 individualnih vrstah avtonomni način delovanja pršilnika. V našem primeru eksperimentov v vinogradu smo izvajali konvecionalni način pridelave grozdja kjer je v *preglednici 1* podan škropilni program, ki smo ga uporabili pri zatiranju boleznih (peronospora in oidij vinske trte) v vinogradu. Skozi celotno sezono 2021 smo izvajali redna škropljenja preko avtonomnega prototipa pršilnika na lokaciji vinograda (Vinko Šerbinek, Plač 9, 2201 Zgornja Kungota). Izvajanje optimizacije procesa konvecionalnega in avtonomnega načina delovanja prototipa pršilnika smo na terenu v vinogradu izvajali: Univerza v Mariboru (Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede, Fakulteta za strojništvo), Univerza v Ljubljani (Fakulteta za strojništvo), KGZS (Kmetijsko gozdarski zavod Maribor), Kmetijski inštitut Slovenije (Oddelek za kmetijsko tehniko in energetiko), kmetijsko gospodarstvo Vinko Šerbinek. Na principu avtonomnega modularnega sistema, ki je zajemal digitalno merjenja gostote listne površine, avtonomni modul za krmiljenje količin odmerkov škropilne brozge in DGPS merilnega sistema, smo na terenu izvajali optimizacijo porabe količin odmerkov škropilne brozge v konvecionalnem in avtonomnem načinu delovanja. Primerjali smo porabljeno količino škropilne brozge izraženo v odstotkih med avtonomnim in konvecionalnim načinom delovanja pršilnika skozi individualne šobe na pršilniku. Skozi sezono rednih škropljenj smo pridobili podatke glede vpliva avtonomnega nanosa brozge na pojav boleznih (stopnjo napada na listju in grozdju izražena v odstotkih) in na višino in kakovost pridelka v vinogradu s klasično gojitveno obliko.

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

V sezoni (leto 2021) škropljenj smo izvajali konvecionalni način pridelave grozdja kjer je v *preglednici 1* podan škropilni program, ki smo ga uporabili pri zatiranju boleznih (peronospora in oidij vinske trte) v vinogradu. V sezoni 2021 smo za lokacijo vinograda (kmetijsko gospodarstvo Vinko Šerbinek) vsega skupaj izvedli 10 škropljenj v vinogradu. Med dosežene ključne rezultate štejemo testiranje avtonomnega modularnega sistema, ki smo ga namestili na nošeni aksialni konvecionalni tip pršilnika (AGP 300 PRO) in testiranje izvedli v realnih pogojih v vinogradu. Avtonomni modularni sistem je deloval preko napredne laserske LIDAR merilne tehnologije in krmilnega sistema, ki preko algoritma (odločitvenega modela) omogoča zvezno krmiljenje količin odmerkov škropilne brozge, glede na gostoto

listne površine po posameznih segmentih (prostorninskih elementih) krošnje vinske trte. Preko DGPS navigacijskega merilnega sistema smo omogočili merjenje hitrosti nošenega avtonomnega prototipa pršilnika, ki je vplivala na porabo količin odmerkov in kvaliteto nanašanja kapljic škroplilne brozge.

Preglednica 1: Škropilni program, katerega smo uporabili pri zatiranju bolezní v vinogradu skozi sezono rednih škropljenj, leto 2021.

| Lokacija vinograda | Izvajalci škropljenja | Škropilni program | Datum škropljenja |
|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| Kmetjsko gospodarstvo Vinko Šerbinek | UM (FKBV, FS), UL (FS), KGZS-KGZMB, KIS, kmetijsko gospodarstvo Vinko Šerbinek | Količine FFS na 100 l vode: 1kg manfedt, 2kg kumulus DF, 2 l SY STAMAG SL | 21.5.2021 |
| Kmetjsko gospodarstvo Vinko Šerbinek | UM (FKBV, FS), UL (FS), KGZS-KGZMB, KIS, kmetijsko gospodarstvo Vinko Šerbinek | Količine FFS na 100 l vode: 1 kg Qumulus DF, Ampexia 125 g, Karatan gold 1 dl, Mikrohelat zink 0,25 kg | 01.06.2021 |
| Kmetjsko gospodarstvo Vinko Šerbinek | UM (FKBV, FS), UL (FS), KGZS-KGZMB, KIS, kmetijsko gospodarstvo Vinko Šerbinek | Količine FFS na 50 l vode: Reeboot 0,15 kg, Spiroxd 0,2 l, Qumulus DF 0,75 kg | 08.06.2021 |
| Kmetjsko gospodarstvo Vinko Šerbinek | UM (FKBV, FS), UL (FS), KGZS-KGZMB, KIS, kmetijsko gospodarstvo Vinko Šerbinek | Količine FFS na 50 l vode: Sfinga Extra 0,375 kg, Karatan Gold 350 EC 0,15 l, Qumulus DF 0,75 kg | 16.06.2021 |
| Kmetjsko gospodarstvo Vinko Šerbinek | UM (FKBV, FS), UL (FS), KGZS-KGZMB, KIS, kmetijsko gospodarstvo Vinko Šerbinek | Količine FFS na 100 l vode: Sfinga Extra 0,375 kg, Karatan Gold 350 EC 0,15 l, Qumulus DF 0,75 kg | 24.06.2021 |
| Kmetjsko gospodarstvo Vinko Šerbinek | UM (FKBV, FS), UL (FS), KGZS-KGZMB, KIS, kmetijsko gospodarstvo Vinko Šerbinek | Količine FFS na 100 l vode: Reeboot 80 g, Collis 80 ml, Qumulus DF 400 g, Mimic 120 ml | 06.07.2021 |
| Kmetjsko gospodarstvo Vinko Šerbinek | UM (FKBV, FS), UL (FS), KGZS-KGZMB, KIS, kmetijsko gospodarstvo Vinko Šerbinek | Količine FFS na 100 l vode: Reeboot 80 g, Collis 80 ml, Qumulus DF 400 g, Mimic 120 ml | 15.07.2021 |
| Kmetjsko gospodarstvo Vinko Šerbinek | UM (FKBV, FS), UL (FS), KGZS-KGZMB, KIS, kmetijsko gospodarstvo Vinko Šerbinek | Količine FFS na 100 l vode: Ampexia 100 g, Qumulus DF 400 g, Kosabi 300 sc 60 ml, Couparylau z35wp 200 g | 23.07.2021 |
| Kmetjsko gospodarstvo Vinko Šerbinek | UM (FKBV, FS), UL (FS), KGZS-KGZMB, KIS, kmetijsko gospodarstvo Vinko Šerbinek | Količine FFS na 100 l vode: Ampexia 100 g, Qumulus DF 400 g, Kosabi 300 sc 60 ml, Couparylau z35wp 200 g | 06.08.2021 |
| Kmetjsko gospodarstvo Vinko Šerbinek | UM (FKBV, FS), UL (FS), KGZS-KGZMB, KIS, kmetijsko gospodarstvo Vinko Šerbinek | Količine FFS na 100 l vode: Ampexia 120 g, Qumulus DF 500 g, Kosabi 300 sc 60 ml, Couparylau z35wp 250 g | 24.08.2021 |

Po posameznih poizkusih v vinogradih smo izvedli dva različna načina procesa nanašanja škropilne brozge, pri čemer je količina vode ob predvidenem škropilnem programu za izvedbo poizkusov v vinogradu znašala 100 in 50 litrov. V poizkusu smo preko elektronskega merilnika merili sprotno porabo količin odmerkov brozge za levo in desno polovico krošnje vinske trte, in sicer za vsako posamezno vrsto v poizkusu, kjer smo merili tudi čas delovanja avtomatiziranega ter konvencionalnega delovanja pršilnika za vsako posamezno vrsto. V *preglednici 2* so prikazani rezultati porabe količin odmerkov na individualnih segmentih krošnje ob avtomatiziranem in konvencionalnem načinu delovanja prototipa pršilnika. Pri konvencionalnem načinu delovanja je bila šoba pršilnika neprekinjeno odprta skozi celotno optimizacijo procesa nanašanja škropilne brozge. Za optimizacijo procesa nanašanja brozge smo uporabili različno število šob, ki smo jih umerili glede na višino zelene stene vinske trte in pod kotom zagotovili enakomerno razporeditev curka s kapljicami škropilne brozge, ki so se enakomerno porazdelile po zeleni steni listne površine vinske trte. Naredili smo temeljito analizo učinkovitosti delovanja obeh načinov (konvencionalni in avtomatizirani) in prav tako analizo uspešnosti zatiranja bolezní, za oba načina delovanja. V *preglednici 2* je prikazana primerjalna analiza med konvencionalnim in avtonomnim načinom delovanja prototipa pršilnika. V *preglednici 3* je prikazana analiza uspešnosti zatiranja bolezní (peronospora, oidij vinske trte in siva plesen na grozdju), za oba načina delovanja prototipa pršilnika.

305

Preglednica 2: Primerjalna analiza med konvencionalnim in avtonomnim načinom delovanja prototipa pršilnika, leto 2021.

| Št. tretj. | Datum | Čas pršenja [s] | | Prihranek škropiva [%] | | | | | Prihranek škropiva [%] | | | | | Skupni prihranek l/ha |
|------------|-----------|-----------------|---------|------------------------|--------|--------|--------|--------------|------------------------|--------|--------|---------|--------|--------------------------|
| | | Čas PWM | Čas KON | Šoba PWM | | | | | Šoba KON | | | | | |
| | | | | Šoba 1 (zg.) | Šoba 2 | Šoba 3 | Šoba 4 | Šoba 5 (sp.) | Šoba 1 | Šoba 2 | Šoba 3 | Šoba 4 | Šoba 5 | |
| 1 | 21.5.2021 | 434,92 | 432,58 | x | x | x | x | 54,7 | x | x | x | x | 0 | 55,3 |
| 2 | 1.6.2021 | 443,72 | 458,5 | x | x | x | 69,8 | 43,5 | x | x | x | 0 | 0 | 113,83 |
| 3 | 8.6.2021 | 482,52 | 489,58 | x | x | 2,9 | 39,3 | x | x | x | 0 | 0 | x | 42,43 |
| 4 | 16.6.2021 | 575,02 | 499,34 | x | x | 50,0 | 13,3 | 14,4 | x | x | 0 | 0 | 0 | 78,04 |
| 5 | 24.6.2021 | 499,96 | 487,58 | x | 21,7 | 10,9 | 6,7 | 32,6 | x | 0 | 0 | 0 | 0 | 72,19 |
| 6 | 6.7.2021 | 479,44 | 487,32 | 8,2 | 8,2 | 6,3 | 5,0 | 28,6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 56,61 |
| 7 | 15.7.2021 | 469,7 | 476,18 | 5,4 | 5,4 | 4,6 | 4,0 | 30,6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 50,28 |
| 8 | 23.7.2021 | 436,38 | 449,16 | 5,6 | 5,6 | 5,1 | 4,1 | 27,9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 48,41 |
| 9 | 6.8.2021 | 487,78 | 491,62 | 6,0 | 6,0 | 6,6 | 5,2 | 32,6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 56,61 |
| 10 | 24.8.2021 | 449,32 | 461,74 | 8,1 | 8,1 | 7,9 | 5,8 | 22,3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 52,54 |
| | | | | | | | | | | | | skupaj: | 626,24 | |

V *preglednici 3* so podani rezultati ocene bolezní, poskus pršilnik (konvencionalni in avtomatiziran način delovanja) stopnja napada na listju in grozdju izražena v odstotkih (Sauvignon). Za vsako meritev posebej smo v vinogradu opravili 600 ocen. Med konvencionalnim in avtonomnim načinom delovanja prototipa pršilnika smo glede na podano analizo ugotovili, da ni bilo bistvenih razlik pri zatiranju bolezní.

Preglednica 3: Ocene bolezni, količine ter kvalitete pridelka, poskus pršilnik (konvencionalni in avtomatiziran način delovanja), leto 2021.

| Datum: 24.06.2021 | Peronospora grozd + cvet | Peronospora listje | Oidij grozd | Oidij listje | |
|------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------|
| Avtonomni način delovanja | 0,17 % A | 0,22 % A | 0,0 % A | 0,0 % A | |
| Konvencionalni način delovanja | 0,14 % A | 0,21 % A | 0,0 % A | 0,0 % A | |
| Datum: 26.07.2021 | Peronospora grozd + cvet | Peronospora listje | Oidij grozd | Oidij listje | |
| Avtonomni način delovanja | 0,23 % A | 0,52 % A | 0,28 % A | 0,06 % A | |
| Konvencionalni način delovanja | 0,21 % A | 0,41 % A | 0,14 % A | 0,04 % A | |
| Datum: 22.09.2021 | Peronospora grozd | Peronospora listje | Oidij grozd | Oidij listje | Siva plesen na grozdju |
| Avtonomni način delovanja | 0,26 % A | 3,25 % A | 1,45 % A | 8,24 % A | 8,24 % A |
| Konvencionalni način delovanja | 0,33 % A | 3,60 % A | 2,01 % A | 2,87 % A | 3,63 % A |
| Datum: 22.09.2021 | Količina pridelka kg/ha | Sladkorna stopnja O° | Skupne titracijske kisljine (g/l) | | |
| Avtonomni način delovanja | 10434 A | 96,25 A | 6,54 B | | |
| Konvencionalni način delovanja | 11991 A | 99,5 A | 7,27 A | | |

306

V sezoni (leto 2021) škropljenj smo uporabili različno število šob na levi in desni polovici škroplilne garniture avtomatiziranega prototipa pršilnika. Na začetku rastne sezone (razvojni stadij (BBCH 15) vinske trte, Lorenz *et al.*, 1994) smo uporabili dve šobi, in sicer po eno šobo na levi in desni strani avtomatiziranega pršilnika in pri tem ugotovili prihranek škroplilne brozge 55,3 l/ha glede na konvencionalni način škropljenja. Na koncu rastne sezone (razvojni stadij (BBCH 89) vinske trte, Lorenz *et al.*, 1994) smo uporabili deset šob, in sicer po pet šob na levi in desni strani avtomatiziranega pršilnika in pri tem ugotovili prihranek škroplilne brozge 52,54 l/ha glede na konvencionalni način škropljenja. Največji prihranek škroplilne brozge smo ugotovili pri rastni sezoni (razvojni stadij (BBCH 55) vinske trte, Lorenz *et al.*, 1994), pri čemer smo uporabili štiri šobe, in sicer po dve šobi na levi in desni strani avtomatiziranega pršilnika in pri tem ugotovili prihranek škroplilne brozge 113,83 l/ha glede na konvencionalni način škropljenja. Skupni prihranek škroplilne brozge skozi celotno rastno sezono vinske v letu 2021 je znašal 626,24 l/ha, pri čemer smo v eksperimentalnih poizkusih uporabili nošeni traktorski pršilnik AGP 300 PRO (tip šobe: Albus ATR 80°, pretok: 1,07 l/min, delovni tlak: 10 bar). V sezoni 2021 smo v vinogradu na izbranih vrstah poizkusa vrednotili oceno bolezni, količin ter kvalitete

pridelka (prototip pršilnika je deloval v konvencionalnem in avtomatiziranem načinu). Oceno bolezní smo vrednotili v mesecu juniju, juliju in septembru ter ugotovili, da ni bistvenih razlik med avtonomnim in konvencionalnim načinom delovanja. Do manjše razlike v oceni bolezní (siva plesen na grozdju) je prišlo v mesecu septembru kar gre pripisati dejstvu, da je bilo v mesecu septembru več padavin, kar je imelo za posledico izpiranja kapljic škropilne brozge iz listov ter grozdja vinske trte. Namreč, pri avtonomnem načinu delovanja se je generiralo manjše število kapljic škropilne brozge kot pri konvencionalnem načinu delovanja optimizacije procesa nanašanja škropilne brozge, kar je imelo za posledico manjše zaščite grozdja in listja vinske trte. Pri analizi količin in kvaliteti pridelka grozdja nismo opazili bistvenih razlik med konvencionalnim in avtonomnim načinom optimizacije procesa nanašanja škropilne brozge (preglednica 3).

4 SKLEPI

Alternativne tehnike za optimizacijo procesa nanašanja škropilne brozge delujejo na principu elektronskih merilnih sistemov za zaznavanje karakterističnih lastnosti krošenj vinskih trt in predstavljajo enega izmed najpomembnejših procesov pri izpolnjevanju naravovarstvenih, ekonomskih in varnostnih zahtev zdrave pridelave grozdja.

307

Ugotovili smo, da avtonomni modularni sistem bistveno vpliva (predvsem v zgodnejšem razvojnem stadiju vinske trte) na samo aplikacijo procesa krmiljenja količin odmerkov in neposredno vpliva na pulzno širinsko krmiljenje EMV, s čimer je omogočimo selektivnejše odmerjanje škropilne brozge na individualnih segmentih krošnje vinske trte.

Raziskovalna dela v preteklosti na področju alternativnih tehnik nanašanja škropilne brozge so pokazala, da z zaznavanjem karakterističnih lastnosti krošnje na osnovi različnih elektronskih merilnih sistemov in uporabo odločitvenih modelov za krmiljenje količin odmerkov brozge vedno ne moremo zagotoviti preciznega ciljnega nanašanja brozge na celotno strukturo gostote listne površine krošnje, in sicer zaradi šob, ki so fiksno nameščene na individualnih višinah škropilne garniture pršilnika. Zato bi bilo treba v bližnji prihodnosti večjo pozornost usmeriti v učinkovito alternativno tehniko nanašanja brozge, s katero bomo omogočili dinamično premikanje šob in odlaganje kapljic brozge na konstantni oddaljenosti od krošnje vinske trte.

5 ZAHVALA

Prispevek je bil pripravljen v okviru projekta **EIP "TPGUNT"** (Uvedba novih mehanskih in avtonomnih avtomatiziranih tehnologij za trajnostno pridelavo grozdja v vinogradih, št. odločbe: 33117-3002/2018/10), ki ga sofinancira Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano "Agencija Republike Slovenije za kmetijske trge in razvoj podeželja", v zvezi z Uredbo o izvajanju ukrepa sodelovanje iz Programa razvoja podeželja Republike Slovenije za obdobje 2014-2020 ter Javnim razpisom za podukrep 16.2 Podpora za pilotne projekte ter za razvoj novih proizvodov, praks, procesov in tehnologij.

6 LITERATURA

- Berk, P., Hocevar, M., Stajniko, D., & Belsak, A. 2016. Development of alternative plant protection product application techniques in orchards, based on measurement sensing systems: A review. *Computers and Electronics in Agriculture*, 124, 273-288 str.
- Cheraiïe, A., Naud, O., Carra, M., Codis, S., Lebeau, F., Taylor, J. 2020. An algorithm to automate the filtering and classifying of 2D LiDAR data for site-specific estimations of canopy height and width in vineyards. *Biosystems Engineering*, 200, 450-465 str.
- Gil, E., Escola, A., Rosell, J. R., Planas, S., Val, L. 2007. Variable rate application of plant protection products in vineyard using ultrasonic sensors. *Crop Protection*, 26(8), 1287-1297 str.
- Gil, E., Llorens, J., Llop, J., Fabregas, X., Escola, A., & Rosell-Polo, J. R. 2013. Variable rate sprayer. Part 2 e vineyard prototype: Design, implementation, and validation. *Computers and Electronics in Agriculture*, 95, 136-150 str.
- Gil, E., Arno, J., Llorens, J., Sanz, R., Llop, J., Rosell-Polo, J., Gallart, M., & Escola, A. 2014. Advanced technologies for the improvement of spray application techniques in Spanish viticulture: An overview. *Sensors*, 14(1), 691-708 str.
- Llorens, J., Gil, E., Llop, J., & Escola, A. (2010). Variable rate dosing in precision viticulture: Use of electronic devices to improve application efficiency. *Crop Protection*, 29(3), 239-248 str.
- Llorens, J., Gil, E., Llop, J., Escola, A. 2011a. Ultrasonic and LiDAR sensors for electronic canopy characterization in vineyards: Advances to improve pesticide application methods. *Sensors*, 11(2), 2177-2194 str.
- Lorenz, D.H., Eichhorn, K.W., Bleiholder, H., Klose, R., Meier, U., Weber, E. 1995. Growth Stages of the Grapevine: Phenological growth stages of the grapevine (*Vitis vinifera* L. ssp. *vinifera*)—Codes and descriptions according to the extended BBCH scale. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 1 (2), 100-103 str.
- Siegfried, W., Viret, O., Huber, B., Wohlhauser, R. 2007. Dosage of plant protection products adapted to leaf area index in viticulture. *Crop Protection*, 26(2), 73-82 str.
- Solanelles, F., Escola, A., Planas, S., Rosell, J. R., Camp, F., Gracia, F. 2006. An electronic control system for pesticide application proportional to the canopy width of tree crops. *Biosystems Engineering*, 95(4), 473-481 str.
- Vercruyssen, F., Steurbaut, W., Drieghe, S., Dejonckheere, W. 1999. Off target ground deposits from spraying a semi-dwarf orchard. *Crop Protection*, 18, 565-570 str.
- Walklate, P. J., Cross, J. V. 2013. Regulated dose adjustment of commercial orchard spraying products. *Crop Protection*, 54 str.

NOVI NAČINI OBVLADOVANJA ESCE ALI KAPI VINSKE TRTE

Leonida LEŠNIK¹, Jože MIKLAVC², Boštjan MATKO³, Miro MEŠL⁴, Urška ŠKRABAR⁵, Evgen PULKO⁶, Marjeta MIKLAVC⁷, Roman ŠTABUC⁸, Marko BREZNIK⁹, Tanja VAUPOTIČ¹⁰

¹⁻¹⁰ Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije, Kmetijsko gozdarski zavod Maribor

IZVLEČEK

Kap vinske trte ali esca postaja v vinogradih severovzhodne Slovenije velik problem. Odstotek okuženih trt v nekaterih vinogradih z občutljivimi sortami ('Sauvignon', 'Laški rizling', 'Šipon') presega 5 %. Priporočeni ukrepi za preprečevanje širjenja esce so: razkuževanje orodja pri rezi, ločeno obrezovanje obolelih trsov, ki smo jih predhodno označili, premazovanje večjih odprtih ran po rezi, pomlajevanje obolelih trsov (izrezovanje obolelega dela trsa), odstranjevanje obolelih trsov in ostankov obolelih trsov iz vinograda ter njihovo uničenje. Učinkovitega ukrepa za zatiranje ter uspešno preprečevanje pojava in širjenja te bolezni v starejših vinogradih pa še ne poznamo. Z namenom preučevanja novih metod za preprečevanje pojava in širjenja esce izvajamo večletni poskus v vinogradu STS Ivanjkovci na sorti 'Sauvignon', ki se je začel jeseni leta 2019 in se bo nadaljeval vsaj še v letu 2022. V poskusu se izvajata različna načina dendrokirurgije; izrezovanje celotnega trhlega dela stebela ali navpični rez v glavi trsa. Oba načina dendrokirurgije sta bila ali brez premaza ali s kombinacijo premaza antagonističnih gliv, ki zmanjšujejo in preprečujejo vdor, rast in razvoj lesnih gniloživk v živem lesu. Ker se bolezen pojavlja v kronični in akutni obliki, je pomembno večletno spremljanje in opazovanje poskusa. Septembra 2019 smo v vinogradu izmed 321 trsov z različnimi barvami označili in nato tretirali 54 trsov okuženih z esco. V naslednjem letu smo poskus prvič ocenili in ugotovili, da si je od 54 trsov skupno opomoglo 24 trsov, znake esce je imelo še 26 trsov in štirje trsi so popolnoma propadli. Prav tako smo pregledali neoznačene trse in odkrili 25 na novo okuženih. V letu 2021 smo ponovno ocenili 49 trsov in pregledali neoznačene trse. Od 49 trsov si je skupno opomoglo 22 trsov, znake esce je imelo še 24 trsov in trije trsi so popolnoma propadli. Odkrili smo tudi 73 na novo okuženih trsov.

309

¹ mag. inž. hort., Oddelek za varstvo rastlin, Vinarska ulica 14, SI-2000 Maribor

² mag. znanosti, prav tam

³ mag. znanosti, prav tam

⁴ univ. dipl. inž. kmet., prav tam

⁵ mag. inž. agr., prav tam

⁶ mag. inž. agr., prav tam

⁷ univ. dipl. inž. kmet., Javna kmetijska svetovalna služba, Vinarska ulica 14, SI-2000 Maribor

⁸ univ. dipl. inž. kmet., prav tam

⁹ mag. kmet., prav tam

¹⁰ mag. znanosti, Selekcijsko trsničarsko središče Ivanjkovci, Vinarska ulica 14, SI-2000 Maribor

Ključne besede: antagonistične glive, dendrokirurgija, esca, kap vinske trte, vinska trta
(*Vitis vinifera*)

ABSTRACT

NEW METHODS TO CONTROL ESCA ALSO CALLED GRAPEVINE MEASLES

Grapevine measles or esca is becoming a major problem in the vineyards of northeastern Slovenia. The percentage of vines infected in certain vineyards with susceptible varieties ("Sauvignon", "Italian riesling", "Furmint") exceeds 5 %. Recommended measures to prevent the spread of esca are: disinfection of tools, separate pruning of diseased cane that have previously been labelled, coating of large open wounds after pruning, rejuvenation of diseased cane (cutting out the diseased part of the cane), removal of diseased cane and remnants of diseased cane from the vineyard and their destruction. However, we do not yet know an effective measure to suppress and successfully prevent the occurrence and spread of this disease in older vineyards. In order to study new methods to prevent the occurrence and spread of esca, we are conducting a multi-year experiment in the vineyard STS Ivanjkovci on the variety "Sauvignon", which started in autumn 2019 and will continue at least in 2022. The experiment is carried out with various methods of cutting out infected parts of the cane - cutting out the entire necrotic part of the stem or vertical incision in the head of the cane. Both vine surgeries were without coating or combine with a coating of antagonistic fungi that reduce and prevent the intrusion, growth and development of wood rot in live wood. As the disease occurs in chronic and acute form, it is important to monitor and observe the experiment for several years. In September 2019, 54 esca-infected canes were marked with different colours and treated in the vineyard of 321 canes. Over the next year, we assessed the experiment for the first time and found out that of the 54 canes, 24 were recovered in total, 26 canes were infected and four canes completely collapsed. We also examined unmarked canes and discovered 25 newly infected. In 2021, we re-evaluated 49 canes and examined unmarked canes. Of the 49 cane, 22 were recovered in total, 24 canes were infected and three canes completely collapsed. We also discovered 73 newly infected canes.

Key words: antagonistic fungi, esca, grapevine measles, grapevine (*Vitis vinifera*), vine surgery

1 UVOD

Že stari Grki in stari Rimljani so omenjali esci podobne simptome na trti, natančnejši opis esce pa najdemo v srednjeveških zapisih iz 12. stoletja iz Španije in Italije. Beseda esca izvira iz latinščine, je samostalnik in pomeni suhe rastline, ki se uporabljajo za podkurjenje. Intenzivno raziskovanje kapi vinske trte se je začelo v 90-ih letih prejšnjega stoletja, ko se je v Evropskih vinogradih bolezen začela pojavljati v vedno večjem obsegu. Najpogosteje se pojavi v starosti vinograda od pet do deset let (Ivić, 2021). Povzročiteljice esce so glive prevodnega sistema debla, ki zamašijo prevodni sistem vinske trte. Gre za medsebojno delovanje več vrst lesnih gniloživk: *Phaeomoniella* spp., *Phellinus* spp., *Stereum* spp., *Fomitiporia* spp., *Phaeoacremonium*

spp. (Becker, 2010, Grozić et al 2019, Ivič, 2021, Pacetti et al., 2021, Vršič in Lešnik 2010). Podobne simptome in podoben potek bolezni imajo tudi druge bolezni lesa vinske trte, na primer Petrijeva bolezen, eutipoza, propadanje zaradi gliv iz rodu *Botryosphaeria*, črna noga vinske trte in črna pegavost vinske trte (Grozić et al., 2019, Ivič, 2021). Kap vinske trte se pogosteje pojavlja, ko je trta v stresu, tako v vodnem kot temperaturnem. Sama nagnjenost k razvoju esce je odvisna tudi od sorte vinske trte; bolezen je pogostejša pri bolj bujnih sortah, kot so 'Sauvignon', 'Cabernet sauvignon', 'Šipon' (Grozić et al, 2019). Med sortami, ki so bolj nagnjene k pojavu esce, je tudi sorta 'Laški rizling'. Simptomi se pojavijo v sredini poletja in so opazni tako na listju, kot grozdju in v lesu (Becker, 2010). Na belih sortah se med glavnimi listnimi žilami pojavijo bledorumene krpaste pege, medtem ko so te pege pri rdečih sortah rdeče. Po nekaj dneh se sredina peg začne sušiti in na koncu ostane zelen pas samo še okrog glavnih listnih žil. Listni rob se naglo posuši in nekrotizira (Vršič in Lešnik, 2010, Grozić et al, 2019, Mondello et al, 2018). Grozdje se na začetku razvija normalno, pozneje grozdne jagode ne dozorevajo normalno in ostanejo otrdele, kot da bi meso oplutenelo. Veliko jagod počni in se nato izsuši. Na pokožici se pojavijo drobne črne pege, po čemer je esca v angleščini tudi dobila ime ("black measles") (Vršič in Lešnik, 2010). V notranjosti lesa nastanejo propadla razmehčana območja v centralnem delu prereza, ki se nato širijo navzven. Gnijoče območje je navadno svetlejšje barve, razmehčano tkivo pa prehaja v lesnati del prek temnejše nekrotizirane črte, ki je ločnica med mrtvino in še aktivnim lesom (Vršič in Lešnik, 2010). Poznamo dve obliki kapi vinske trte, in sicer kronično in akutno obliko (Becker, 2010, Grozić et al, 2019, Vršič in Lešnik, 2010). Kronična oblika je pogostejša, pri tej obliki trte hirajo več let, občasno si tudi opomorejo. Znamenja na listih se najprej pojavijo na spodnjih listih in se selijo proti vrhnjim listom na mladiki. Včasih trsi popolnoma ogolijo, vendar ponovno ozelenijo, če pade dovolj dežja (Vršič in Lešnik, 2010). Pri akutni obliki pride do popolnega propada trsa po enem ali dveh letih od okužbe (Vršič in Lešnik, 2010). Začetna znamenja na listih so enaka, vendar se razvijajo veliko hitreje (v tednu dni ima večina listov že značilne znake). V suhem vremenu se trta popolnoma posuši (Vršič in Lešnik, 2010). Vdorno mesto za okužbe so rane od rezi, ampelotehničnih del, toče, ... (Vršič in Lešnik, 2010). Paziti moramo, da je ran čim manj in so le te čim manjše (Ivič, 2010). Zelo pomembno je tudi razkuževanje orodja in označevanje obolelih trsov poleti ter nato ločeno obrezovanje teh trsov, v skrajnem primeru tudi odstranitev okuženih trsov iz vinograda (Ivič, 2010). Okužbe lahko preprečimo tudi z zaščito ran s cepilno smolo ali z registriranimi pripravki (Grozić et al, 2019). Možna je tudi pomladitev trsa (pogoj: zdrav les nad cepilnim mestom) ali, kot pišejo v literaturi iz tujine, obnova trsa z novo cepljenko (pogoj: zdrava podlaga) (BNecker, 2010, Grozić et al, 2019, Mondello et al, 2018). Eden izmed novejših pristopov obvladovanja esce je dendrokirurgija (izrezovanje okuženega tkiva) (Grozić et al, 2019, Ivič, 2010, Mondello et al, 2018, Pacetti et al, 2021). Izrezovanje se opravlja z malimi motornimi žagami, v suhem in mirnem dnevu. Pristop je zahteven in potrebno je kar veliko spretnosti. Bistvo dendrokirurgije je, da se čimprej povrne produktivnost simptomatskih rastlin, saj se s tem izrezom ohrani aktivni koreninski sistem (Pacetti et al, 2021). Najprej je potrebno identificirati odmrla del debela in ga nato odstraniti. Z odstranitvijo se les izpostavi tako

svetlobi in zraku, kar vpliva na mikrofloro lesa (Pacetti et al, 2021). Ko odstranimo okužen, razpadajoč del, s tem tudi zmanjšamo v lesu prisotno količino encimov, ki razgrajujejo les (Pacetti et al., 2021). Eden izmed novejših pristopov je tudi uporaba gliv iz rodu *Trichoderma* (Ivić, 2021, Grozić et al., 2019, Mondello et al, 2018). Te glive so antagonistične glive, ki zmanjšujejo in preprečujejo vdor, rast in razvoj lesnih gniloživk v živem lesu. S tem upočasnijo ali celo preprečijo razvoj bolezni. Glive iz rodu *Trichoderma* stimulirajo rast rastlin, rastline so močnejše in imajo bolj razvejane korenine. Prav tako tudi povečujejo odpornost rastlin na bolezni in škodljivce. Proizvajajo spojine, ki zavirajo rast in razvoj patogenih gliv. S patogenimi glivami tekmujejo za prostor in hranila in tako delujejo antagonistično. Prav tako pa so glivam iz rodu *Trichoderma* dokazali tudi mikoparazitivno delovanje (Di Marco in Osti, 2004). V Sloveniji imamo trenutno registriran pripravek Vintec, katerega aktivna snov je gliva *Trichoderma atrovirida*.

2 MATERIALI IN METODE

V poskusu smo preverjali učinkovitost različnih načinov dendrokirurgije (izrezovanje celotnega trhglega dela stebela in navpični rez v glavi trsa) in antagonističnih gliv iz rodu *Trichoderma*. Potekal je v vinogradu STS Ivanjkovci v Litmerku (gerk: 4157605, nadmorska višina 306, 4 m) na sorti 'Sauvignon'. Septembra 2019 smo izmed 321 trsov z različnimi barvami označili in nato tretirali vse trse s simptomi esce (54 trsov kar je 17 %). Imeli smo pet variant, in sicer: kontrola (11 trsov), popoln izrez s premazom antagonističnih gliv (12 trsov), popoln izrez (11 trsov), rez skozi glavo trsa s premazom antagonističnih gliv (8 trsov) in rez skozi glavo trsa (12 trsov). Prvo ocenitev smo opravili poleti 2020, naslednjo pa 2021. Ocenjevanje se je nadaljevalo še vsaj v letu 2022.

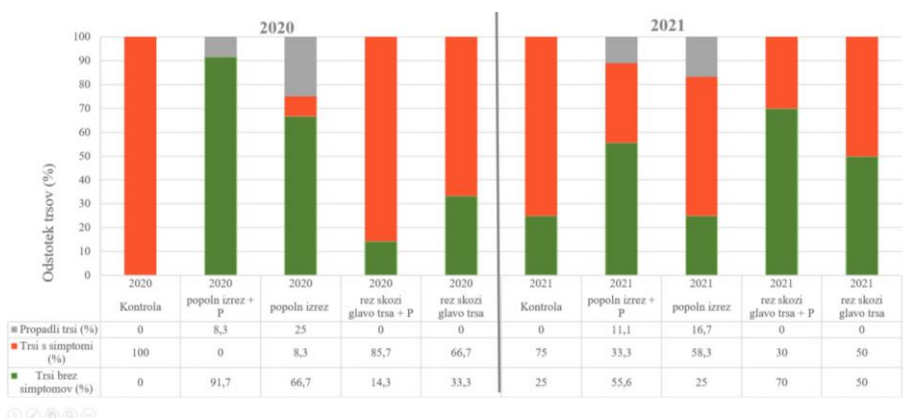
312



Slika 1: Različne oblike dendrokirurgije – popoln izrez (sliki levo), rez skozi glavo trsa (sliki desno). (foto: J. Miklavc).

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

V letu 2020 smo poskus prvič ocenili in ugotovili, da je bilo brez simptomov od 54 trsov skupno 24 trsov, simptome je imelo še 26 trsov in 4 trsi so popolnoma propadli. Prav tako smo pregledali neoznačene trse in odkrili 25 novih trsov s simptomi. V letu 2021 smo ponovno ocenili 49 trsov in pregledali neoznačene trse. Od 49 trsov je bilo brez simptomov skupno 22 trsov, simptome je imelo še 24 trsov in trije trsi so popolnoma propadli. Odkrili smo tudi 48 novih trsov s simptomi.



Slika 2: Grafični prikaz trsov z in brez simptomov ter propadlih trsov v letih 2020 in 2021.

Na sliki 2 najprej opazimo, da je prišlo do propada trsov le pri popolnem izrezu, tako v letu 2020 kot v letu 2021. To nam priča o tem, da moramo biti pri popolnem izrezu res natančni in previdni, da ne poškodujemo zdravega tkiva. Ker prihaja do razlik v odstotkih trsov brez simptomov in s simptomi med leti v kontroli, menimo, da se bolezen v vinogradu večinoma pojavlja v kronični obliki. Odstotek trsov brez simptomov pri popolnem izrezu je večji v varianti, kjer je bil uporabljen tudi premaz antagonističnih gliv (tako v letu 2020 (91,7 %) kot v letu 2021 (55,6 %)). Odstotek trsov brez simptomov pri rezi skozi glavo je v letu 2020 večji v varianti, kjer nismo uporabili antagonističnih gliv (33,3 %), medtem ko je v letu 2021 odstotek trsov brez simptomov večji pri rezi skozi glavo s premazom (70 %). Medtem, ko je odstotek trsov brez simptomov v letu 2021 skoraj za polovico manjši tako pri popolnem izrezu s premazom kot brez, je situacija pri rezi skozi glavo obratna. Tako pri rezi skozi glavo s premazom kot brez premaza je v letu 2021 odstotek trsov brez simptomov skoraj za polovico večji.

4 SKLEPI

Zaradi kronične oblike kapi vinske trte med leti prihaja do razlik v odstotkih trsov s simptomi in odstotkih trsov brez simptomov. Na pojav simptomov ima zelo velik vpliv podnebje; v največjem obsegu se bolezen izrazi v letih, ko sta pomlad in zgodnje poletje mokra nato pa nastopi suša. Trsi so bujni, vlage v tleh je premalo, prevodni sistem je zaradi gliv poškodovan in tako je dotok vode v nadzemni del premajhen in trta se začne sušiti.

Poskus je pokazal, da je zelo pomembna previdnost pri izrezovanju okuženih delov. Predvsem pri popolnem izrezu moramo biti zelo previdni, da ne poškodujemo zdravega tkiva in s tem ne povzročimo popolnega propada trsov.

Opazili smo tudi razliko med popolnim izrezom in rezom skozi glavo. Pri popolnem izrezu je bil odstotek trsov brez simptomov v prvem letu zelo visok, vendar je že v naslednjem letu ta odstotek precej padel. Pri rezu skozi glavo je bil odstotek trsov brez simptomov zelo nizek in je v naslednjem letu narasel za več kot polovico.

Tako pri popolnem izrezu kot pri rezu skozi glavo je bil odstotek trsov s simptomi nižji pri tistih variantah kjer smo uporabili premaz antagonističnih gliv iz rodu *Trichoderma*. Ker gre za večletni poskus, bomo učinkovitost ukrepov z zaključki lahko predstavili po vsaj treh letih ocenjevanja poskusa.

314

5 ZAHVALA

Zahvaljujemo se Upravi za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin za financiranje poskusa v okviru programa strokovnih nalog IVR.

6 LITERATURA

- Becker, A. 2010. Gute Rendite im Wingert. Das deutsche Weinmagazin, 14 – 17
- Di Marco, S., Osti, F. 2004. Esperiments on the control of esca by *Trichoderma*. Phytopathologia Mediterranea, 43, 108 – 115
- Führ, I., Becker, A. ESCA, der Rebenkiller nr.1 – was kann der Winzer tun? Tagungsband zur 58. Wintertagung, 38 – 43
- Grozić, K., Bubola, M., Poljuha, D. 2019. Simptomi i mjere suzbijanja bolesti drva vinove loze. Journal of Central European Agriculture, 20, 3, 876 – 890
- Ivić, D. 2021. Eska vinove loze i novi pristupi u zaštiti od eske. Glasilo biljne zaštite, vol. 21, 3: 355-359
- Mondello, V., Laignon, P., Armengol, J., Kortekamp, A., Vaczy, K., Prezman, F., Serrano, E., Rego, C., Mugnai, L., Fontaine, F. 2018. Management of grapevine trunk diseases: knowledge transfer, current strategies and innovative strategies adopted in Europe. Phytopathologia Mediterranea 57, 3, 369 – 383
- Pacetti, A., Moretti, S., Pinto, C., Compant, S., Farine, S., Bertsch, C., Mugnai, L. 2021. Trunk surgery as a tool to reduce foliar symptoms in diseases of the esca complex and its influence on vine wood microbiota. Journal of Fungi, 7, 521: <https://doi.org/10.3390/jof7070521>
- Schiefer, H. C., 2013. Der sanfte Rebschnitt. Praxis weinbau: <https://agriculture.public.lu/dam-assets/publications/ivv/rebschutz/pilzliche-krankheiten/Sanfter-Rebschnitt.pdf>
- Vrščič, S., Lešnik, M. 2010. Vinogradništvo. ČZD Kmečki glas, d.o.o., Ljubljana: 301 – 303

MOŽNOSTI OBVLADOVANJA BOLEZNI LESA VINSKE TRTE Z UPORABO VODIKOVEGA PEROKSIDA

Ivan ŽEŽLINA¹, Julija DARIŽ², Branko CARLEVARIS³, Matej VRČON⁴, Aleš
KREČIČ⁵, Andreja ŠKVARČ⁶

¹⁻⁶ KGZS - Kmetijsko gozdarski zavod Nova Gorica, Nova Gorica

IZVLEČEK

Bolezni lesa vinske trte so močno razširjene v vseh vinorodnih deželah po svetu. V starejših vinogradih se pojavljajo in predstavljajo resen problem trije glavni tipi glivičnih obolenj lesa: kap vinske trte (ESCA), Eutipzoza (Eutypa dieback) in propadanje zaradi gliv iz rodu *Botryosphaeria* (*Botryosphaeria dieback*). V mladih vinogradih in trsnicah pa se pojavljata zlasti Petrijeva bolezen (Petri disease) in črna noga (Black foot disease). Zmanjšan pridelek in odmiranje okuženih trt se odražata v veliki gospodarski škodi, za preprečevanje katere še ne poznamo celostne in povsem učinkovite rešitve. V letih od 2018 do 2021 smo v vinogradu v Vipavski dolini, kjer smo v prejšnjih letih zaznali pojav bolezni lesa vinske trte, za namene njihovega obvladovanja analizirali učinkovitost inovativne metode vbrizgavanja vodikovega peroksida (H₂O₂). V zdrave dele debla obolelih trt smo izvrtali luknjo in vanjo vbrizgali raztopino vodikovega peroksida, z namenom, da pride prek prevodnega sistema v stik s patogenimi glivami v delih okuženega lesa. Poskus je bil zastavljen na sortah barbera, refošk, rebula, zelen, pinela in malvazija. Vsako leto smo ocenili in evidentirali zdravstveno stanje trt v vinogradu in spremljali njihov odziv po opravljenem treniranju z vodikovim peroksidom. Delež obolelih trt je bil med sortami različen. V prispevku so predstavljeni rezultati poskusa in druge možne strategije omejevanja bolezni lesa vinske trte.

Ključne besede: bolezninessa, kap vinske trte, vinska trta, vbrizgavanje vodikovega peroksida, omejevanje bolezni lesa

ABSTRACT

CONTROL POSSIBILITIES OF GRAPEVINE TRUNK DISEASES WITH THE USE OF HYDROGEN PEROXIDE

¹ dr., Pri hrastu 18, SI-5000 Nova Gorica, e-pošta: ivan.zezlina@go.kgzis

² mag. inž. hort., prav tam

³ univ. dipl. inž. agr., prav tam

⁴ dipl. inž. agr. in hort., prav tam

⁵ univ. dipl. inž. agr., prav tam

⁶ univ. dipl. inž. agr., prav tam

Grapevine trunk diseases, which are widespread in the main grapevine growing regions of the world and pose a serious problem in adult vineyards, include three main types: esca decline, Eutypa dieback and Botryosphaeria dieback. Petri disease and Black foot disease are mostly detected in young vineyards and nurseries. No completely effective solution is currently available to reduce severe economic damage these fungal pathogens cause due to reduced yields and shortened life span of the vines. Hydrogen peroxide (H₂O₂) trunk injections, an innovative technique to limit grapevine trunk diseases symptoms expression, was tested in the years 2008 to 2021 in affected vineyard of the Vipava Valley. The injection with hydrogen peroxide was applied into a drill hole in the trunk of infected grapevines with the aim to put it in contact with the phytopathogenic fungi, through the grapevine conductive system. The following varieties were included in the experiment: Barbera, Refošk, Rebula, Zelen, Pinela and Malvasia. During the period of the trial, we have estimated and registered the number of vines showing typical trunk diseases symptoms and we evaluated the efficacy of applied hydrogen peroxide. The rate of the disease varied according to the variety of the vines. The paper presents the results of the experiment and a range of other grapevine trunk diseases control strategies.

Key words: grapevine trunk diseases, esca decline, grapevine, hydrogen peroxide injection, grapevine trunk diseases control strategies

1 UVOD

316

Pod skupnim imenom bolezní lesa vinske trte (grapevine trunk diseases) združujemo različne tipe obolenj, katerih povzročiteljice so številne vrste patogenih gliv, ki se kolonizirajo v lesu trte (Mondello in sod., 2018a). Med njimi je zagotovo najbolj znana kap vinske trte (ESCA), ki največkrat prizadene vinograde po desetem letu od sajenja (Žežlina in sod., 2003). V starejših vinogradih se občasno pojavljata še: eutipoza (Eutypa dieback) in propadanje trt zaradi gliv iz rodu Botryosphaeria (Botryosphaeria dieback), v mladih vinogradih in trsnicah pa sta prisotni zlasti Petrijeva bolezen (Petri disease) in črna noga (Black foot disease) (Gramaje in sod., 2018). Ugodni okoljski pogoji in široka razširjenost patogenih gliv na eni strani ter usmerjenost k intenzivnemu vinogradništvu ob pomankanju metod za preprečevanje pojava bolezní lesa na drugi strani, sinergistično delujejo v smeri globalnega naraščanja okužb v zadnjih tridesetih letih (Mondello in sod., 2018b).

Kljub mnogim raziskavam in obširnem znanju na področju simptomatike, etiologije in epidemiologije ostaja obvladovanje bolezní lesa za vinogradnike velik izziv. Ker so bolezní lesa posledica delovanja več vrst gliv, to vpliva na dodatno kompleksnost njihovega zatiranja v primerjavi z drugimi obolenji vinske trte. Poleg tega lahko zelo pogosta asimptomatična obdobja, ko okužene trte ne kažejo bolezenskih znakov, vodijo do podcenjevanja dejanske incidence okužb v vinogradu v posameznem letu. Ko se simptomi pokažejo, pa je za ukrepanje mnogokrat že prepozno, kar daje vinogradniku le malo možnosti za uspeh (Gramaje in sod., 2018; Mondello in sod., 2018b). K temu veliko pripomore tudi dejstvo, da za obvladovanje bolezní lesa vinske trte ni na voljo nobenega povsem učinkovitega fitofarmacevtskega sredstva s kurativnim delovanjem, s katerim bi omilili veliko gospodarsko škodo, ki nastane zaradi izgub pridelka in

odmiranja okuženih trt. Med svetovnimi vinogradniki in strokovnjaki na področju varstva vinske trte so zato v fazi preizkušanja različni pristopi in metode za zmanjševanje okužb in preprečevanje pojavljanja teh bolezni. Poleg že poznanih klasičnih tehnoloških ukrepov, kot so rez, izbira gojitvene oblike, zaščita ran, pomlajevanje trt, odstranjevanje obolelih delov, izbira sorte, podlage in še nekateri drugi, s katerimi lahko vsaj delno vsaj delno omejujemo pojavnost in razširjenost bolezni lesa, je iskanje rešitev usmerjeno tudi v bolj inovativne metode (Gramaje in sod., 2018; Mondello in sod., 2018b).

V Franciji, Španiji in Portugalski je v teku preizkušnja metoda vbrizgavanja vodikovega peroksida (H_2O_2) v debela obolelih trt, z namenom da bi trte ozdravele oziroma, da bi se simptomi bolezni zmanjšali. Rezultati do danes še niso bili ovrednoteni in tudi učinkovitost vodikovega peroksida, sicer znanega antimikrobnega sredstva, zoper glive povzročiteljice bolezni lesa ni potrjena (Prezman, 2017). Podoben poskus smo zastavili tudi v Sloveniji, v vinogradu Selekcijско trsničarskega središča Vrhpolje v Vipavski dolini. Prve rezultate objavljamo v tem prispevku in dodajamo še rezultate večletnega spremljanja pojavnosti bolezni lesa ter preizkušanja različnih pripravkov za škropljenje takoj po rezi, ki naj bi zmanjševali možnost za okužbe z glivami povzročiteljicami teh bolezni.

2 MATERIALI IN METODE

317

Tako kot drugod po svetu, je tudi v Sloveniji pojavnost bolezni lesa vinske trte v porastu. Zato smo se odločili, da v vinogradu Selekcijско trsničarskega središča Vrhpolje, v bližini vasi Slap v Vipavski dolini, pozornost namenimo različnim pristopom obvladovanja le teh. Vinograd je bil v letih 2009 in 2010 posajen s trsnimi cepljenkami slovenskih klonov primorskih sort rebula SI-30, rebula SI-31, rebula SI-32, rebula SI-33 in rebula SI-34, malvazija SI-37, zelen SI-26, pinela SI-28, refošk SI-35 in barbera SI-36. Na površini 7500 m² je skupaj posajenih okoli 2.660 trt. Že od samega začetka natančno v sklopu vzdrževalne selekcije spremljamo zdravstveno stanje vseh trt v vinogradu. Poleg tega smo v letu 2012 na delu trt zasnovali poskus preizkušanja različnih sredstev za preventivna tretiranja po opravljeni zimski rezi vinske trte, z namenom, da bi v čim večji meri preprečili pojav in razvoj bolezni lesa. Od leta 2018, ko je bil vinograd star dobrih 8 let in smo zaznali prve simptome kapi vinske trte, v selekcijско knjigo redno označujemo vse obolele in propadle trte. Evidenco vodimo tako po sortah oziroma klonih, kot tudi po posameznih letih in dejansko za vsako trto v vinogradu. Od leta 2019 pa za omejevanje kapi v vinogradu, na obolelih trtah preizkušamo tudi metodo vbrizgavanja vodikovega peroksida (H_2O_2) in beležimo ali si trte po tretiranju s tem sredstvom opomorejo.

V letu 2021 smo zbrali in obdelali vse pridobljene podatke. Prešteli smo število zdravih, obolelih in propadlih in trt ter glede na poznavanje števila vseh trt izračunali deleže. Rezultate smo primerjali med leti in glede na sorto. Ovrednotili smo učinkovitost preizkušanih preventivnih pripravkov za zmanjševanje okužb z glivami, ki povzročajo bolezni lesa ter učinkovitost metode vbrizgavanja vodikovega peroksida pri obvladovanju teh bolezni.

2.1 Preizkušanje pripravkov za zmanjševanje okužb z glivami, ki povzročajo bolezní lesa

Na petih klonih sorte rebula in na klonu refoška smo želeli preveriti v kolikšni meri tretiranje trsov po rezi z različnimi sredstvi (preglednica 1) vpliva na pojavljanje bolezní lesa.

Preglednica 1: Podatki o preizkušanih sredstvih.

| Ime pripravka: | Odmerek / koncentracija: | Čas tretiranja |
|----------------------|--------------------------|----------------------------------------------------------|
| Cuprablau | 0,8 % | Po zimski rezi. |
| LabiCuper | 0,6 % | |
| Remedier | 0,25 % | |
| Trafos K + Cuprablau | 0,5 % | |
| | 0,8 % | |
| BioAction ES | 2,5 l/ha | Po rezi, v fenofazi 3 listov, po cvetenju in po trgatvi. |
| Kontrola | Netretirano. | - |

Preglednica 2: Podatki o opravljenih tretiranjih po letih.

| Leto | Datum | Opomba: |
|------|------------------------------|---------------------------------------------------------|
| 2012 | 8.3. | tretirano vse hkrati |
| 2013 | 5.2. / 28.2. | rebula SI-34, SI-33, SI-32 / rebula SI-30, refošk SI-35 |
| 2014 | 25.2. | tretirano vse hkrati |
| 2015 | 19.2. / 5.5., 24.6. in 8.10. | tretirano vse hkrati / BioAction ES |
| 2016 | 22.2. / 6.5., 6.7. in 8.10. | tretirano vse hkrati/ BioAction ES |
| 2018 | 19.3. | tretirano vse hkrati |

V poskus smo vključili dva bakrova pripravka, kontaktno delujoči bakrov fungicid - pripravek Cuprablau in sistemsko listno gnojilo na bazi bakra - pripravek LabiCuper. Pripravek Cuprablau smo uporabili tudi v kombinaciji s pripravkom Trafos K, ki je po navedbah proizvajalca specialno listno gnojilo, na bazi kalijevega fosfita in krepi naravno odpornost rastlin ter pospešuje sintezo fitoaleksinov, ki povečujejo odpornost rastlin na napade patogenov (Trafos K, 2021). Preizkušali smo še pripravka Remedier in BioAction ES. Remedier je sredstvo na bazi gliv *Trichoderma asperellum* in *Trichoderma gamsi*. Znano je namreč, da glive iz rodu *Trichoderma* prek različnih mehanizmov antagonistično delujejo na glivne patogene, bodisi tako, da z njimi tekmujejo za hranila in prostor, ali direktno kot mikroparaziti (Benitez in sod., 2005). BioAction ES pa je listno gnojilo, ki vsebuje mešanico naravnih ekstraktov nageljnovih žbic, limoninenga soka, česnovnega olja in poprove mete v kombinaciji z bakrom in mikrokristali MicroSap®. Uporablja se za krepitev imunskega sistema rastlin, saj spodbuja njihovo naravno odpornost na različne bolezni (BioAction ES, 2018). Aplikacija sredstev je bila izvedena vsako leto, takoj po zimski rezi oziroma v terminih, ki so navedeni v preglednici 2.

2.2 Vbrizgavanje vodikovega peroksida

Prve aplikacije vodikovega peroksida smo izvedli v letu 2019 v trte, ki so kazale znake boleznih lesa. Z vrtnim strojem z lesnim svedrom debeline 8-10 mm smo v zdrav del debla vinske trte, natančneje v glavo oziroma na vrhu debla zvrtili luknjo dolžine 6 do 8 cm in z brizgalko v izvrtano luknjo počasi vbrizgali 3-4 ml 10 % raztopine H₂O₂. V naslednjih letih smo vbrizgavanje H₂O₂ po potrebi ponovili, oziroma ga izvedli na novo obolelih trtah.

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

3.1 Pojavnost in razširjenost kapi vinske trte

V vinogradu Selekcijsko trsničarskega središča Vrhpolje smo leta 2018 zaznali pojav boleznih lesa vinske trte. Glede na simptome obolelih trt sklepamo, da težave povzročajo kapi vinske trte (ESCA). Rezultati natančnega spremljanja zdravstvenega stanja trt v vinogradu kažejo, da se je delež trt z izraženimi simptomi kapi od leta 2018 do 2021 zelo spreminjal in gibal v rangu med 3,1 % in 7,7 % (preglednica 3). V prvem letu spremljanja se je delež obolelih trt gibal okoli 3 %. V letu 2019 se v primerjavi z letom 2018 v povprečju povečal na 5,2 % in v tem letu je bilo opravljeno prvo tretiranje trt z vodikovim peroksidom. V letu 2020 je sledilo izboljšanje, saj se je delež obolelih trt ponovno približal začetnim 3 %. V tem letu smo vbrizgavanje H₂O₂ izvedli še na novo obolelih trtah. Kljub temu pa se je v letu 2021 delež obolelih trt vnovič povečal na 7,5 %.

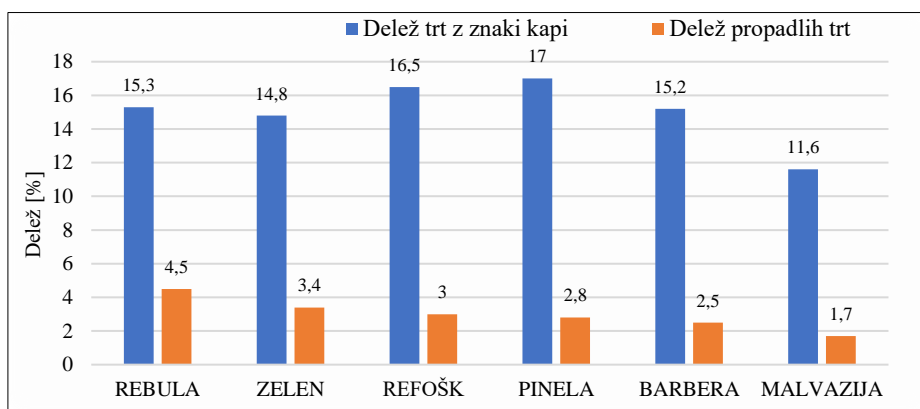
Preglednica 3: Delež trt z znaki kapi in število tretiranj s H₂O₂ v posameznem letu spremljanja.

| Leto | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 |
|--------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| Delež trt [%] z izraženimi simptomi kapi | 3,1 % | 5,2 % | 3,6 % | 7,7 % |
| Število tretiranih trt s H ₂ O ₂ | 12 | 167 | 95 | 188 |

Obolele trte niso vsako leto kazale znakov kapi, pravzaprav so se ti le v manjšem deležu pojavili vsako leto na istih trtah. Na posameznih trtah so se simptomi kapi pojavili le enkrat v 4-letnem obdobju, spet pri drugih pa so bili le ti izraženi vsako leto. Zato je poleg podatka o deležu trt z znaki kapi v posameznem letu zelo zanimiv tudi podatek o skupnem deležu obolelih trt v štiriletnem obdobju spremljanja. Znano je, da se pojavnost boleznih lesa vinske trte v evropskih vinogradih v zadnjih desetletjih stopnjuje, po navedbah literature v povprečju prizadenejo med 15 in 20 % trt (Mondello in sod., 2018a). To potrjujejo tudi naši podatki. V štirih letih spremljanja so se simptomi kapi namreč vsaj enkrat pojavili pri 15 % vseh trt v vinogradu.

Nekatere sorte so na boleznih lesa bolj občutljive, druge manj. Za kap vinske trte so bolj dovzetne bujne sorte, kot so cabernet sauvignon, refošk, barbera, sauvignon, rebula (Žezlina in sod., 2003). Do sedaj še ni bilo ugotovljeno, da bi bila katera sorta povsem odporna na okužbe z glivami, ki povzročajo boleznih lesa. Tudi princip delovanja obrambnega mehanizma na boleznih lesa bolj tolerantnih sort še ni v celoti pojasnjen. Glede na dejstvo, da za preprečevanje teh boleznih povsem učinkovitih ukrepov

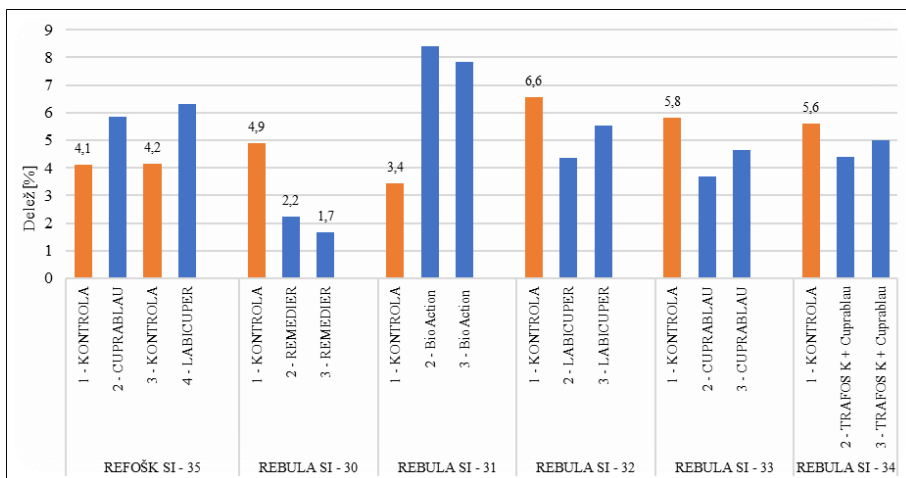
nimamo, lahko tudi z izbiro sorte do neke mere omejimo njihovo pojavnost (Chacón-Vozmediano in sod., 2021). Na sliki 1 je prikazana primerjava deležev trt z izraženimi simptomi kapi in deležev propadlih trt zaradi kapi glede na sorto za štiri letno obdobje. Vidi se, da z najnižjim deležem obolelih trt (11,6 %) izstopa malvazija in tudi najnižji delež zaradi kapi propadlih trt smo zabeležili na sorti malvazija (1,7 %). Najvišji delež trt z bolezenskimi znamenji smo opazili na sorti pinela (17 %) in na refošku (16,5 %), največ propadlih trt pa pri sorti rebula (4,5 %). Oba podatka sta za vinogradnike zelo pomembna, saj se izguba pridelka in odmiranje okuženih trt, ki jih je potrebno nadomestiti z novimi, odražata v veliki gospodarski škodi. Iz Nemčije poročajo, da zaradi boleznih lesa vsako leto propade približno 1 % trt (Mondello in sod., 2018).



Slika 1: Delež trt z izraženimi simptomi kapi in propadlih trt zaradi kapi na sorto – kumulativno za 4 leta [%].

3.2 Vpliv preventivnih tretiranj z različnimi sredstvi po zimski rezi na pojav in razširjenost boleznih lesa

Od leta 2012 smo na petih klonih sorte rebula in na klonu refoška preizkušali različne pripravke, ki naj bi zmanjševali možnost za okužbe z glivami, ki povzročajo boleznih lesa. S pripravki smo poškrpili trte takoj po zaključeni zimski rezi. V štiriletnem obdobju, od leta 2018 do 2021, smo nato natančno pregledovali in beležili stanje trt v vinogradu. Učinkovitost pripravkov smo ovrednotili na podlagi primerjave deležev obolelih trt med tretiranimi vrstami in netretiranimi kontrolnimi obravnavanji (slika 2).



Slika 2: Delež trt z izraženimi simptomi kapi pri različnih predhodnih tretiranjih – povprečje 4 let [%].

Kot zelo učinkovit se je izkazal pripravek Remedier, saj je bil delež kapi najmanjši pri klonu Rebula SI-30, v drugi in tretji vrsti, kjer je bilo v predhodnih letih opravljeno tretiranje s tem sredstvom. Pri sorti rebula so se glede na delež obolelih trt v kontroli, pokazala za vsaj nekoliko učinkovita sredstva tudi Labcuper, Cuprablau in kombinacija Trafos K + Cuprablau. Pri sorti refošk pa se sredstvi Cuprablau in Labcuper nista izkazali kot učinkoviti.

3.2 Učinek vbrizgavanja vodikovega peroksida

V letu 2018 smo začeli s prvimi poskusi zdravljenja obolelih trt z vbrizgavanjem vodikovega peroksida. H_2O_2 smo aplicirali v zdrav del debla vinske trte z namenom, da pride preko prevodnega sistema v stik s patogenimi glivami v delih okuženega lesa. Do leta 2021 smo vodikov peroksid vbrizgali v večji del trt z izraženimi simptomi kapi (354 trt). Kljub tretiranju s H_2O_2 je 20,9 % obolelih trt propadlo. Ostalih 79,1 % trt pa si je vsaj začasno opomoglo in so se v vinogradu obdržale. Za oceno dejanske učinkovitosti te inovativne metode je potrebno še nekoliko počakati. Z opazovanji in poskusi bomo nadaljevali v naslednjih letih, ko bo tudi bolj jasno koliko trt si je dejansko opomoglo.

4 SKLEPI

V vinogradu Selekcijsko trsničarskega središča Vrhpolje, ki je bil v letih 2009 in 2010 posajen s slovenskimi kloni primorskih sort, smo pozornost namenili spremljanju in obvladovanju boleznih lesa vinske trte. Od leta 2018 v vinogradu beležimo pojav simptomov kapi vinske trte. V obdobju štiriletnega spremljanja, od leta 2018 do 2021,

so se simptomi kapi vsaj enkrat pojavili na skupaj 15 % vseh trt v vinogradu. Delež trt z izraženimi simptomi kapi se je iz leta v leto zelo spreminjal in gibal med 3,1 % in 7,7 %. Največ znakov bolezni opazamo na sortah pinela in refošk, kot najbolj tolerantna sorta pa se je pokazala malvazija. Po sedemletnem obdobju preizkušanja različnih pripravkov, ki naj bi zmanjševali možnost za okužbe z glivami, ki povzročajo boleznih lesa, se je kot zelo učinkovit pokazal le pripravek Remedier. V večji del trt z izraženimi simptomi kapi smo poskusno, z namenom ozdravitve, vbrizgavali 10 % raztopino vodikovega peroksida. Dobrih 20 % trt je kljub temu propadlo, pri ostalih pa so se simptomi bolezni zmanjšali, oziroma v vinogradu še vedno živijo in dajejo zadovoljiv pridelek.

5 LITERATURA

- Benítez, T., Rincón, A.M., Limón, M.C., Codón, A.C. 2004. Biocontrol mechanisms of *Trichoderma* strains. *International Microbiology*, 7, 4: 249-260.
- BioAction ES. 2018. Navodila za uporabo pripravka. Dobrovo, Izimed: 2 str.
- Chacón-Vozmediano, J.L., Gramaje, D., León, M., Armengol J., Moral, J., Izquierdo-Cañas P.M., Gascueña J.M. 2021. Cultivar Susceptibility to Natural Infections Caused by Fungal Grapevine Trunk Pathogens in La Mancha Designation of Origin (Spain). *Plants*, 10, 6: 1171.
- Gramaje, D., Urbez-Torres, R., Sosnowski, R. 2018. Managing Grapevine Trunk Diseases With Respect to Etiology and Epidemiology: Current Strategies and Future Prospects. *Plant Disease*, 102, 1:12-39.
- Mondello, V., Songy, A., Battiston, E., Pinto C., Coppin, C., Trotel-Aziz, P., Clément, C., Mugnai, L., Fontaine F. 2018a. Grapevine Trunk Diseases: A Review of Fifteen Years of Trials for Their Control with Chemicals and Biocontrol Agents. *Plant disease*, 102, 7: 1189-1217.
- Mondello, V., Larignon, P., Armengol, J., Kortekamp, A., Vaczy, K., Prezman, F., Serrano, E., Rego, C., Mugnai, L., Fontai, F. 2018b. Management of grapevine trunk diseases: knowledge transfer, current strategies and innovative strategies adopted in Eu. *Phytopathologia Mediterranea*, 57, 3: 369-383.
- Prezman, F. 2017. Technical datasheet Peroxyde hydrogen injection: Atypical practice observed in field to limit GTDs, result from Winetwork interviews.
- Trafos K. 2021. Jurana d.o.o. <https://www.jurana.com/trafos-k-100-ml.html> (25. mar. 2022)
- Žežlina, I., Škvarč, A., Seljak, G., 2003. Kap vinske trte – fitopatološki problem, ki ostaja. Maček, J. (ur.). Zbornik predavanj in referatov 6. slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin, Zreče, 4.-6. marec 2003. 2003. Ljubljana, DVRS, 2003: 132-139.

322

IZKUŠNJE Z ZATIRANJEM KRIŽASTEGA GROZNEGA SUKAČA (*Lobesia botrana*) IN PASASTEGA GROZDNEGA SUKAČA (*Eupoecilia ambiguella*) Z METODO ZBEGANJA V LETU 2021

Jože MIKLAVC¹, Boštjan MATKO², Miro MEŠL³, Marjeta MIKLAVC⁴, Leonida LEŠNIK⁵, Evgen PULKO⁶, Urška ŠKRABAR⁷, Tanja VAUPOTIČ⁸, Ivan ŽEŽLINA⁹, Sara HOBLAJ¹⁰

¹⁻⁸ Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije, Kmetijsko gozdarski zavod Maribor, Maribor

⁹⁻¹⁰ Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije, Kmetijsko gozdarski zavod Nova Gorica, Nova Gorica

Križasti grozdni sukač, *Lobesia botrana* (Denis & Schiffermüller, 1775), in pasasti grozdni sukač, *Eupoecilia ambiguella* (Hübner, 1796), sta permanentna škodljivca vinske trte (*Vitis vinifera* L.). Še posebno križasti grozdni sukač lahko v deževnih poletjih v severovzhodni Sloveniji povzroči, zaradi širjenja okužbe s sivo grozno plesnijo (*Botrytis cinerea* Pers.), veliko gospodarsko škodo. Prav zato se drugi rod grozdnih sukačev zatira preventivno, kar lahko poveča število škropljenj z insekticidi na vinski trti iz enega na tri. Kot alternativa kemičnemu zatiranju je mogoče uporabiti metodo zbeganja, ki je v Sloveniji znana že dlje. Prva preizkušanja z različnimi vrstami dispenzorjev so bila v Sloveniji opravljena v letih 1991 in 1992, ter 1996 in 1997. Vendar se omenjeni biotehnični način zatiranja obeh vrst grozdnih sukačev ni razširil, saj vse do leta 2017 v Sloveniji ni bilo za ta namen registriranega pripravka. Ker so se klimatske razmere v zadnjih 20 letih spremenile, smo v letu 2021 ponovno ovrednotili učinkovitost metode zbeganja obeh vrst grozdnih sukačev z dispenzorji ISONET L Plus na dveh lokacijah v Sloveniji, in sicer v Ivanjkovcih (severovzhodna Slovenija) in Pradah (zahodna Slovenija). Na obeh lokacijah je bilo v poskusnih vinogradih nameščenih po 500 dispenzorjev na hektar. Populacijo grozdnih sukačev smo spremljali s feromonskimi vabami. Po postavitvi dispenzorjev na lokaciji Ivanjkovci na feromonske vabe nismo več ujeli metuljčkov križastega ali pasastega sukača, kar dokazuje učinkovito delovanje dispenzorjev ISONET L Plus. Na lokaciji Prade pa smo v poskusnem vinogradu v celotnem obdobju spremljanja od maja do oktobra ujeli skupno 10 križastih grozdnih sukačev. Na isti lokaciji smo v izolacijskem pasu, zunaj

¹ mag. znanosti, Oddelek za varstvo rastlin, Vinarska ulica 14, SI-2000 Maribor

² mag. znanosti, prav tam

³ univ. dipl. inž. kmet., Javna služba kmetijskega svetovanja, Vinarska ulica 14, SI-2000 Maribor

⁴ univ. dipl. inž. kmet., Oddelek za varstvo rastlin, Vinarska ulica 14, SI-2000 Maribor

⁵ mag. inž. hort., prav tam

⁶ mag. inž. agr., prav tam

⁷ mag. inž. agr., prav tam

⁸ mag. znanosti, Seleksijsko trsničarsko središče Ivanjkovci, Ivanjkovci 5, SI-2259 Ivanjkovci

⁹ dr., Oddelek za varstvo rastlin, Pri hrastu 18, SI-5000 Nova Gorica

¹⁰ mag. inž. hort., prav tam

delovanja metode zbejanja na feromonskih vabah, ki so bile postavljene v oddaljenosti 50 m, 100 m, 150 m in 200 m od poskusnega vinograda, ujeli skupno 750 križastih grozdnih sukačev in 4 pasaste grozodne sukače.

Ključne besede: križasti grozdni sukač, *Lobesia botrana*, pasasti grozdni sukač, *Eupoecilia ambiguella*, metoda zbejanja

ABSTRACT

CONTROL OF THE EUROPEAN GRAPEVINE MOTH (*Lobesia botrana*) AND EUROPEAN GRAPE BERRY MOTH (*Eupoecilia ambiguella*) BY THE MATING DISRUPTION TECHNIQUE IN 2021

Both the European grapevine moth, *Lobesia botrana* (Denis & Schiffermüller, 1775), and the European grape berry moth, *Eupoecilia ambiguella* (Hübner, 1796), are two permanent pests of the grapevine (*Vitis vinifera* L.). The European grapevine moth is in particular damaging if summers are rainy. The economic damage is especially significant in north-eastern Slovenia, due to the risk of transmission of *Botrytis cinerea* (Pers.). For this reason, it is advised to spray preventively the second generation of grape moths, which can increase the number of insecticide sprays on the grapevine from one to three. As an alternative to chemical control, it is possible to use the method of confusion or mating disruption technique, which has been known in Slovenia for a long time. The first tests with different types of pheromone dispensers were performed in Slovenia in 1991, 1992, 1996 and 1997. However, the mentioned biochemical method of control of both types of grape moth has not been in usage, as there were none registered dispensers in Slovenia for mating disruption. In 2021, due to the climatic changes in the last 20 years, we decided to re-evaluated the effectiveness of mating disruption technique for both grape moths with ISONET L PLUS dispensers at two locations in Slovenia, in Ivanjkovci (north-eastern Slovenia) and in Prade (western Slovenia). We installed 500 dispensers per hectare in the experimental vineyards at both locations. The population of grape moths was monitored with the pheromone baits. After the installation of the pheromone dispensers at the Ivanjkovci, we have not caught any moths on the pheromone baits in this vineyard, which proves the effectiveness of ISONET L PLUS dispensers. In the experimental vineyard in Prade, during the entire monitoring period from May to October, we caught a total of 10 European grapevine moths. Near the latter experimental vineyard, where we didn't use the mating disruption technique, we caught a total of 750 European grapevine moths and 4 European grape berry moths. The pheromone baits in this vineyard were placed at a distance of 50 m, 100 m, 150 m and 200 m from the experimental vineyard.

Key words: *Eupoecilia ambiguella*, European grapevine moth, European grape berry moth, *Lobesia botrana*, the mating disruption technique

1 UVOD

Križasti grozdni sukač in pasasti grozdni sukač sta pri nas dolgo znana škodljivca, ki poškodujeta kabrnke in grozdiče. Izvirata iz Evrazije, pripadata pa družini zavijačev

(Tortricidae). Škodo povzročajo gosenice, ki objedajo nadzemske dele trte. Gosenice prvega rodu se prehranjujejo s kabrnki in cvetovi, gosenice drugega rodu pa z dozorevajočimi grozdnimi jagodami. Tako se škoda drugega rodu kaže predvsem kot povišana stopnja okuženosti jagod s sivo grozдно plesnijo (*Botrytis cinerea* Pers.) (Razinger, Modic 2018).

Odvisno od vremenskih razmer, letno razvijeta dve ali tri rodove. Prezimita v stadiju bube pod skorjo trsov ali na podpornih stebrih. Navadno začne prvi rod izletati v zadnjem tednu aprila ali prvem maja in traja do prve polovice junija. Prvi rod odlaga jajčeca na cvetne peclje, kapice in plodnice, drugi pa na peclje jagod ali na njihovo površje. Po tednu dni od odloženih jajčec se razvijejo gosenice, te s pajčevinastim zapredkom povežejo več cvetov in jih nato v notranjosti objedajo. Posamezna gosenica povprečno obžre od 5 do 6 cvetov. Po 3 do 4 tednih se gosenice zabubijo, večina jih razvoj zaključí do konca junija. V zadnji dekadí junija pa začnejo izletati metuljčki drugega rodi; ti letajo vse do polovice avgusta. Gosenice drugega rodu se zapredejo med jagode in delajo izvrtine in izjede. Ko gosenice drugega rodu zaključijo razvoj, se zabubijo v razpokah skorje trsov. V septembru se nato pojavi še tretji rod križastih grozdnih sukačev. Tem najbolj ustrezajo razmere s 40 do 70 % relativno zračno vlago in temperaturo med 15 in 25°C. Pasastemu grozdnemusukaču ustrezajo razmere z nekaj višjo relativno zračno vlago, med 70 in 90 %, in nekoliko višjo temperaturo. Zaradi tega je pogostost pojava obeh vrst v različnih krajih Slovenije različna (Mavrič in sod., 2016).

325

Poznamo dve obliki ugotavljanja praga škodljivosti prvega rodu pasastega grozdnega sukača. Prva je, da ga zatiramo, ko se na posamezno feromonsko vabo od postavitve ulovi več ko 70 metuljčkov. Zatiranje križastega grozdnega sukača pa se izvrši, če se na posamezno vabo ulovi več kot 150 metuljčkov. Druga oblika ugotavljanja praga škodljivosti je preštevanje gosenic ali zapredkov na 100 naključno izbranih kabrnkov ali grozdov. Za zatiranje se odločimo, če najdemo od 30 do 50 zapredkov. Za zatiranje drugega rodu se odločimo, če ugotovimo več kot 3 do 5 gosenic ali zapredkov na 100 naključno izbranih grozdov. Spremljanje ulova metuljčkov je torej zelo pomembno za določitev uporabe insekticidov oziroma postavitve dispenzorjev (Razinger, Modic 2018).

Metoda zbejanja je bila prvič uporabljena 1970 za omejevanje samcev pasastega grozdnega sukača in je najbolj razširjena tehnika zatiranja, ki se uporablja v evropskih vinorodnih območjih. Pomembna ugotovitev je tudi, da zapozneno parjenje samic znatno zmanjša njihovo plodnost. Učinkovitost strategije zatiranja prek dispenzorjev je odvisna tudi od mobilnosti metuljčkov (Ioriatti in sod., 2011). Gre za uporabo feromona, ki se sprošča v okolje in pri tem zbeja samce pri iskanju samic v času parjenja. Neoplojene samice tako odlagajo neoplojena jajčeca, iz katerih se ne razvijejo gosenice (Moschos, 2004). Dispenzorji Isonet L Plus vsebujejo sintetični hlapljiv feromon, ki deluje na način konfuzije ali zbejanja. Uporablja se na trti za pridelavo vinskega in namiznega grozdja. Namesti se 500 dispenzorjev na hektar. Nameščeni morajo biti med 1,4 in 1,6 m visoko, tako da niso izpostavljeni sončni svetlobi. Ne smemo ga obesiti na žico ali ga preveč zategniti, da kapilara ne počí. Aktivnost dispenzorjev je odvisna od vremenskih razmer. V običajnih vremenskih razmerah je

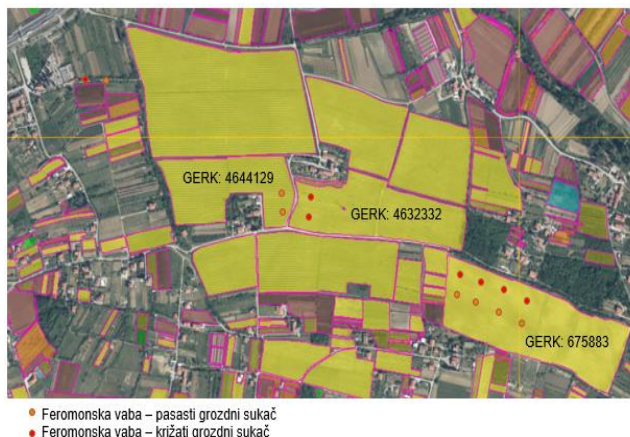
njihova aktivnost 150 dni. V primeru povečane populacije se priporoča pripravo strategij, ki vključujejo kombinirano rabo dispenzorjev in insekticidov. Slednji ne vplivajo na delovanje dispenzorjev (Karsia ..., 2022).

2 MATERIALI IN METODE

Poskus zatiranja grozdnih sukačev smo izvedli na dveh lokacijah. V Litmerku (slika 1) je poskus potekal v vinogradu GERK: 4157605. Ulove križastega in pasastega grozdnega sukača smo spremljali s feromonskimi vabami od 8. 4. 2021 do 23. 9. 2021. Dispenzorje smo postavili 10. 5. 2021. Pred trgatvijo smo 1. 9. 2021 ocenili še napad grozdov. Ocenili smo 200 grozdov sort 'Šipon', 'Sauvignon', 'Traminec', 'Ranina', 'Beli pinot', 'Chardonnay', 'Renski rizling', 'Laški rizling' in 'Žametna črnina'.



Slika 1: Lokacija poskusa v Litmerku.

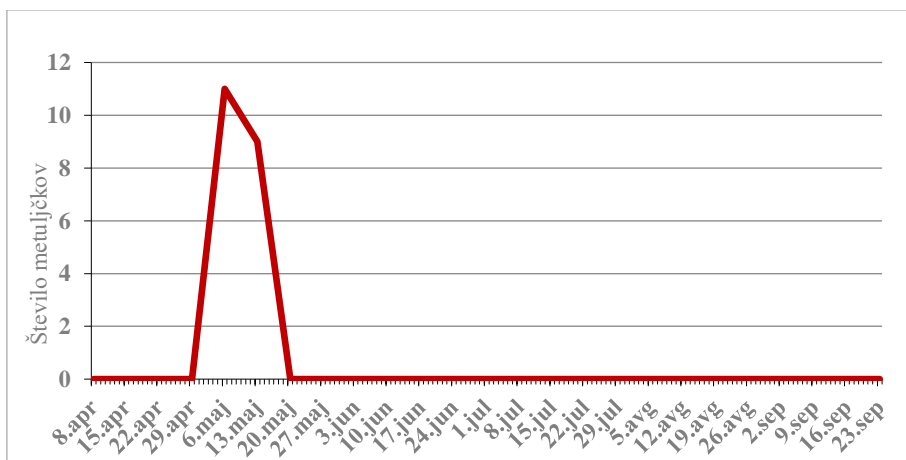


Slika 2: Postavitev poskusa v Pradah.

V Pradah (slika 2) smo dispenzorje postavili 3. 5. 2021 v vinograda GERK 4644129 sorta 'Refošk' in GERK 4632332 sorta 'Rumeni muškata', ker smo s feromonskimi vabami spremljali tedenski ulov metuljkov. V vinogradu GERK 675883 sorta 'Refošk', ker metoda konfuzije ni potekala, smo spremljali ulove metuljkov s feromonskimi vabami, med 21. 5. 2021 in 5. 10. 2021, glede na oddaljenost 50, 100, 150 in 200m od vinogradov s poskusom, v katerem smo postavili dispenzorje.

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

V Litmerku spremljamo ulove križastega grozdnega sukača in pasastega grozdnega sukača na feromonske vabe že dlje. Križasti grozdni sukač ima navadno 3 rodove letno, pasasti grozdni sukač se na tem območju ne lovi. Najštevilčnejši je prvi rod križastega sukača, takrat smo na feromonske vabe ujeli med 150 in 200 metuljkov. Ulovi drugega rodu so nekoliko manj številčni, nekje med 80 in 100 metuljkov, ulovi tretjega rodu pa nekje le do 20 metuljkov. V lanskem letu (slika 3) smo štiri dni pred postavitvijo ujeli 11 metuljkov, tri dni po postavitvi dispenzorjev v vinograd pa še 9.

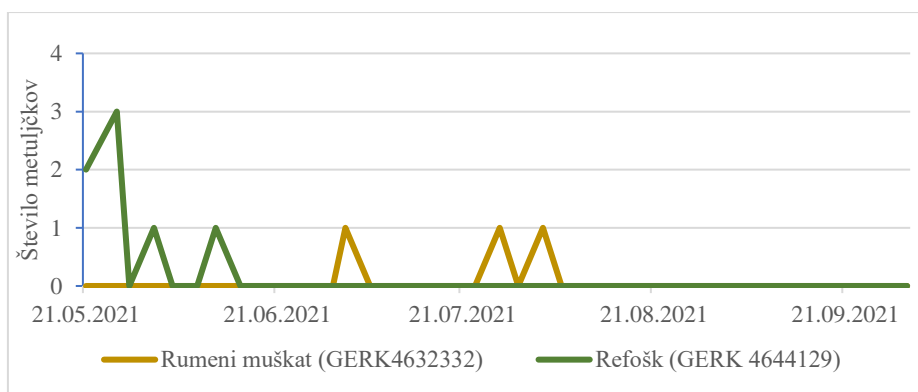


Slika 3: Ulov metuljkov križastega grozdnega sukača (*Lobesia botrana*) na feromonsko vabo v Litmerku v letu 2021.

Ocenjevanje je pokazalo višji odstotek napadenih grozdov sort, ki so bolj bujne in imajo zbite grozde. Najvišji napad je bil pri sorti 'Šipon' 8 % in 'Sauvignon' 7,5 %. Odstotek napadenih grozdov pri sortah 'Traminec' 4,5 %, 'Ranina' in 'Beli Pinot' 4% in 'Chardonnay' 2,5 % pripisujemo priletu oplojenih samic iz sosednjih vinogradov. Najnižji napad je bil pri sorti 'Renski rizling' in 'Laški rizling' 2% in 'Žametna črnina' 1 %.

V Pradah smo po postavitvi dispenzorjev ujeli na obeh feromonskih vabah (slika 4) skupno 10 križasti grozdnih sukačev (na sorti 'Refošk' 7, 'Rumeni muškata' pa 3) in nobenega pasastega grozdnega sukača. Na feromonske, ki so bile različno oddaljene od

vinograda z dispenzorji, se je skupno ulovilo 750 križastih in 4 pasasti grozdni sukači. Glede na oddaljenost od vinograda z dispenzorji se je število ulovljenih sukačev povečevalo. Med ulovi na feromonske vabe za pasastega grozdnega sukača ni bilo statistično značilnih razlik, so pa bile med ulovi na feromonske vabe za križastega grozdnega sukača. Statistično značilne razlike so bile med feromonsko vabo na območju metode konfuzije pri sorti 'Refošk' in feromonsko vabo izven metode konfuzije pri 100m, tudi med vabo pri sorti 'Refošk' in vabo na 200 m se je pokazala statistično značilna razlika. Enako je bilo dokazana statistično značilna razlika med vabo pri sorti 'Rumeni muškat' in vabama na 100 m in 200 m. Med vabami v oddaljenem vinogradu ni statistično značilnih razlik pri povprečnem ulovu, ravno tako ni statistično značilnih razlik med vabami na območju metode konfuzije.



Slika 4: Ulov metuljkčkov križastega grozdnega sukača (*Lobesia botrana*) na feromonski vabi v vinogradih z metodo konfuzije na lokaciji Prade v letu 2021.

4 SKLEPI

Z metodo zbeganja smo v vinogradih ugotovili manjšo populacijo grozdnih sukačev, v primerjavi s prejšnjimi leti in kontrolno postavljenimi feromonskimi vabami. Z oddaljenostjo od metode zbeganja se število ulovljenih metuljkčkov povečuje. Kljub postavitvi metode zbeganja je bil napad najvišji pri sortah 'Šipon' in 'Sauvignon'. Po postavitvi metode zbeganja se metuljčki niso več ujeli, prišlo je do prileta oplojenih samic iz drugih vinogradov, kar v praksi pomeni, da bi metodo v praksi izvajali hkrati na več zemljiščih. Metoda konfuzije je glede na pridobljene rezultate učinkovita za zmanjšanje populacije grozdnih sukačev ter za zmanjšanje števila škropljenj z insekticidi v rastni dobi.

5 ZAHVALA

Zahvaljujemo se podjetju Vinakoper, da so nam v vinogradih omogočili izvajanje poskusa. V Litmerku so bili dispenzorji financirani s strani projekta IPM Works.

6 LITERATURA

- Ioriatti, C., Anfora, G., Tasin, M., De Cristofaro, A., Witzgall, P., Lucchi, A. 2011. Chemical Ecology and Management of *Lobesia botrana* (Lepidoptera: Tortricidae). *Journal of Economic Entomology*: Vol. 104, no. 4: 1125 – 1137. DOI: 10.1603/EC10443.
- Karisa. Isonet L plus. <https://www.karsia.si/isonet-l-plus> (16. 3. 2022)
- Mavrič Štrukelj, M., Brdnik, M., Škerbot, I., Miklavc, M., Novak, E., Štabuc, R., Bizjak, V. 2016. Tehnološka navodila za ekološko pridelavo grozdja. Ljubljana, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano.
- Moschos, T., Souliotis, C., Broumas, T., Kapothanassi, V. 2004. Control of the European Grapevine Moth *Lobesia botrana* in Greece by the Mating Disruption Technique: A Three-Year Survey. *Phytoparasitica* 32 (1): 83-96. DOI: 10.1007/BF02980864
- Razinger, J., Modic, Š. 2018. Pasasti grozdni sukač (*Eupoecilia ambiguella* Hbn.) in križasti grozdni sukač (*Lobesia botrana* Den. et. Schiff). Kmetijski inštitut Slovenije.
- Vrabl, S. 1999. Posebna entomologija, škodljivci in koristne vrste na sadnem drevju in vinski trti. Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo, Maribor: 106 – 113.

IZKUŠNJE Z ZATIRANJEM AMERIŠKEGA ŠKRŽATKA (*Scaphoideus titanus* Ball 1932, Hemiptera, Cicadellidae) V LETIH 2021 IN 2022

Magda RAK CIZEJ¹, Franček POLIČNIK², Alenka FERLEŽ RUS³, Jože MIKLAVC⁴, Boštjan MATKO⁵, Miro MEŠL⁶, Marjeta MIKLAVC⁷, Leonida LEŠNIK⁸, Evgen PULKO⁹, Urška ŠKRABAR¹⁰, Rok VEBER¹¹

¹⁻³ Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije, Žalec

⁴⁻¹¹ KGZS Kmetijsko gozdarski zavod Maribor, Maribor

IZVLEČEK

Učinkovito zatiranje ameriškega škržatka (*Scaphoideus titanus* Ball) je eden od najpomembnejših tehnoloških ukrepov preprečevanja širjenja fitoplazme Grapevine Flavescence dorée (FD), ki je karantenska bolezen. Fitoplazma FD se je v letih 2020 in 2021 močno razširila v Ljutomersko-Ormoških Goricah ter v nekaterih vinogradih v Lendavskih Goricah. Od leta 2019 je v Evropi prepovedana uporaba insekticidov na podlagi neonikotinoidov, kot je bila aktivna osnov tiametoksam, ki je imela dovoljenje za zatiranje ameriškega škržatka na vinski trti. Na razpolago tudi ni insekticidov na podlagi aktivne snovi klorpirifos-metil. Omenjeno aktivno snov so vinogradniki najpogosteje uporabljali za zatiranje križastega grozdnega sukača in pasastega grozdnega sukača in je imela stransko delovanje tudi na ameriškega škržatka. V letih 2021 in 2022 smo na dveh različnih lokacijah v vinorodnem okolju Štajerske Slovenije izvedli poskuse zatiranja ameriškega škržatka. Preverjali smo učinkovitost registriranih insekticidnih snovi za zatiranje ameriškega škržatka (piretrin, acetamiprid, flupiradifuron, spirotetramat, ciantraniliprol, olje pomarančevca), ter nekaterih drugih sredstev (CutiSan, Wetcit). Samo z eno aplikacijo, tudi z uporabo sistemskih insekticidov, ne zmanjšamo populacijo ameriškega škržatka pod prag gospodarske škode.

Ključne besede: ameriški škržatek, Grapevine Flavescens doree, *Scaphoideus titanus*, učinkovitost

¹ dr., Cesta Žalskega tabora 2, SI-3310 Žalec; email: magda.rak-cizej@ihps.si

² mag. inž. hort., prav tam

³ univ. dipl. inž. agr; prav tam

⁴ mag., Vinarska ulica 14, SI-2000 Maribor; email: joze.miklavc@kmetijski-zavod.si

⁵ mag., prav tam

⁶ univ. dipl. inž. kmet., prav tam

⁷ univ. dipl. inž. kmet., prav tam

⁸ mag. inž. hort., prav tam

⁹ mag. inž. agr., prav tam

¹⁰ mag. inž. agr., prav tam

¹¹ dipl. inž. agr., prav tam

ABSTRACT

EXPERIENCES WITH THE CONTROL OF AMERICAN GRAPEVINE LEAFHOPPER (*Scaphoideus titanus* Ball 1932, Hemiptera, Cicadellidae) IN 2021 AND 2022

Effective control of the American grapevine leafhopper, *Scaphoideus titanus* Ball, is one of the most important technological measures to prevent the spreading of phytoplasma Grapevine Flavescence dorée (FD), which is a quarantine disease. In 2020 and 2021, FD phytoplasma was spread strongly in Ljutomersko-Ormoške Gorice and in some vineyards in Lendavske Gorice. In Europe, prohibited use of insecticides with neonicotinoids compound since 2019. Active substance thiamethoxam was used to control the American grapevine leafhopper in grape vine. Insecticides with chlorpyrifos-methyl, which growers used to control vine moth and European grapevine moths with side effects on the American grapevine leafhopper, were prohibited to use. In the years 2021 and 2022, we carried out experiments to control the American grapevine leafhopper at two different locations in the wine-growing region of Štajerska Slovenia. We checked the effectiveness of registered active substance for controlling the American grapevine leafhopper (pyrethrin, acetamiprid, flupyradifurone, spirotetramat, cyantraniliprole, orange tree oil), as well as some another product (CutiSan, Wetcit). Only one application, even with the use of systemic insecticides, does not provide population the American grapevine leafhopper under economic damage threshold.

Key words: American grapevine leafhopper, *Grapevine Flavescens doree*, *Scaphoideus titanus*, efficiency

331

1 UVOD

Ameriški škržatek (*Scaphoideus titanus* Ball, 1932) je najpomembnejši prenašalec zlate trsne rumenice na žlahtni vinski trti (Marzachi *et al.*, 2001), ki jo povzroča fitoplazma Grapevine Flavescens doree (FD) (*Candidatus Phytoplasma vitis*) (Žežlina *et al.*, 2013). Spada v družino malih škržatkov (Cicadellidae). Njegova domovina je Severna Amerika, od koder naj bi bil s sadilnim materialom zanesen v Evropo (Laznik in Trdan, 2015). Ameriški škržatek je univoltilna vrsta, saj razvije le en rod na leto. Prezimi v stadiju jajčeca na dveletnem lesu vinske trte (Bertin *et al.*, 2007). V maju se začnejo izlegati ličinke ameriškega škržatka, katere se štirikrat levijo (Rak Cizej *et al.*, 2015). V Evropi ameriški škržatek v večini primerov preživi na žlahtni vinski trti, našli so ga tudi že na divji vinski trti (*Vitis* spp.) (Riolo *et al.*, 2014). Poleg vinske trte lahko ameriški škržatek del razvojnega kroga opravi tudi na drugih gostiteljskih rastlinah, kot so plazeča detelja (*Trifolium repens* L.), plazeča zlatica (*Ranunculus repens* L.) in navadni srobot (*Clematis vitalba* L.) (Laznik in Trdan, 2015).

V Sloveniji prvo najdbo ameriškega škržatka beležimo v letu 1983, ko je bil najden v zahodnem delu Slovenije. Od takrat naprej se je škodljivec razširil po vsej državi (Rak Cizej *et al.*, 2015). Do leta 2019 smo populacijo ameriškega škržatka uspešno zadrževali pod pragom gospodarske škode z aktivno snovjo tiametoksam, ki je bila po tem letu prepovedana. Zaradi tega se vinogradniki, tako v ekološki kot tudi v integrirani pridelavi, srečujejo z velikimi težavami, saj so pripravki, ki so na voljo, slabše

učinkoviti. Populacija ameriškega škržatka se vsako leto povečuje, posledično je tudi veliko tveganje za nadaljnji prenos in razširitev fitoplazme *Flavescens doreé*. V ta namen smo tudi pripravili kombinacije škropilnih programov, s katerimi bomo poskušali povečati učinkovitost obstoječih pripravkov in zmanjšati populacijo ameriškega škržatka.

2 MATERIALI IN METODE

V letih 2021 in 2022 smo v vinogradih izvedli poskuse zatiranja ameriškega škržatka na vinski trti z uporabo različnih insekticidov in pripravkov, ki temeljijo na metodah z nizkim tveganjem. Poskuse smo izvedli v vinorodnem okolju Štajerska Slovenija, natančneje v Šmarsko-Virštanjskem in Mariborskem podokolišu.

2.1 Poskus zatiranja ameriškega škržatka v Šmarsko-Virštanjskem vinorodnem podokolišu v letu 2021

V letu 2021 smo izvedli bločno zasnovan poskus v vinogradu na lokaciji Bobovo pri Ponikvi (D96/TM; E:541125, N:122732) na sorti »Laški Rizling«. Velikost poskusne parcele je bila 30 m² (dolžina 12,5 m, medvrstna razdalja 2,4 m). Poskus je bil izveden v 6 obravnavanjih s 3 ponovitvami. Število škropljenj in termini uporabljenih pripravkov ter njihovi odmerki so navedeni v preglednici 1. Za nanos pripravkov smo uporabili nahrbtno – motorno škropilnico proizvajalca Stihl SR 430, pri čemer smo uporabili 700 l vode/ha, ob uporabi 5 barov pritiska. Prvo škropljenje smo izvedli, ko je vinska trta popolnoma odcvetela (BBCH 73), takrat je ameriški škržatek prevladoval v razvojnem stopnji ličinke L2, našli smo pa že tudi prve ličinke L3 razvojne stopnje.

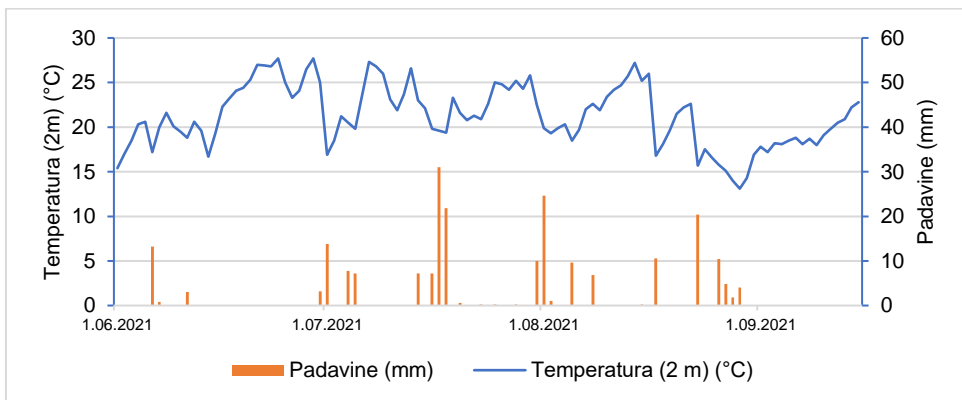
Preglednica 1: Program preizkušanja sredstev za zatiranje/zmanjševanje populacije ameriškega škržatka (*Scaphoideus titanus*) na lokaciji Bobovo pri Ponikvi v letu 2021.

| Številka obravnavanja | Pripravek | Aktivna snov | Odmerek/ha | Termini škropljenja/fenologija vinske trte |
|-----------------------|---------------|-------------------|------------|--------------------------------------------|
| 1 | Kontrola | - | - | - |
| 2 | Flora verde | piretrin | 1,6 l | 2. 7. 2021/BBCH 73 |
| | Flora verde | piretrin | 1,6 l | 19. 7. 2021/BBCH 79 |
| | Flora verde | piretrin | 1,6 l | 30. 7. 2021/BBCH 79 |
| 3 | CutiSan | kaolinska glina | 30 kg | 2. 7. 2021/BBCH 73 |
| | CutiSan | kaolinska glina | 30 kg | 9. 7. 2021/BBCH 77 |
| | CutiSan | kaolinska glina | 30 kg | 19. 7. 2021/BBCH 79 |
| | CutiSan | kaolinska glina | 30 kg | 30. 7. 2021/BBCH 79 |
| 4 | Wetcit | olje pomarančevca | 3,6 l | 2. 7. 2021/BBCH 73 |
| | Wetcit | olje pomarančevca | 3,6 l | 9. 7. 2021/BBCH 77 |
| | Wetcit | olje pomarančevca | 3,6 l | 19. 7. 2021/BBCH 79 |
| 5 | Sivanto prime | flupiradifuron | 0,5 l | 2. 7. 2021/BBCH 73 |

| Številka obravnavanja | Pripravek | Aktivna snov | Odmerek/ha | Termini škropljenja/fenologija vinske trte |
|-----------------------|----------------------------|-----------------|---------------|--------------------------------------------|
| | Exirel + Codacide (močilo) | ciantraniliprol | 0,9 l + 2,0 l | 30. 7. 2021/BBCH 79 |
| 6 | Sivanto prime | flupiradifuron | 0,5 l | 2. 7. 2021/BBCH 73 |
| | CutiSan | kaolinska glina | 30 kg | 30. 7. 2021/BBCH 79 |
| | CutiSan | kaolinska glina | 30 kg | Ni bilo škropljenja |

2.1.1 Vremenski podatki za Šmarsko Virštanjski vinorodni podokoliš v letu 2021

V času izvajanja poskusa (1. 6. 2021 – 15. 9. 2021) je bila povprečna temperatura zraka 21 °C, skupno je padlo 221,6 mm padavin.



Slika 1: Vremenski podatki v letu 2021 (Agrometeorološka postaja Gabernik). (Vir: Agrometeorološki portal, 2022).

2.2 Poskus zatiranja ameriškega škržatka v Šmarsko-Virštanjskem vinorodnem podokolišu v letu 2022

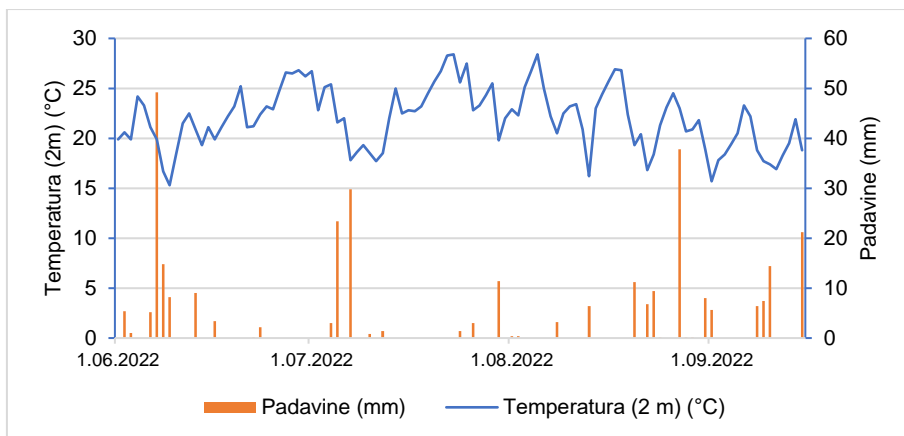
Tudi v letu 2022 smo izvedli bločno zasnovan poskus v vinogradu na lokaciji Sladka Gora (D96/TM; E:541702, N:125431) na sorti »Laški Rizling«. Velikost poskusne parcele je bila 50 m² (dolžina 20 m, medvrstna razdalja 2,5 m). Poskus je bil izveden v 7 obravnavanjih s 3 ponovitvami. Število škropljenj in termini uporabljenih pripravkov ter njihovi odmerki so navedeni v preglednici 2. Za nanos pripravkov smo uporabili nahrbtno – motorno škropilnico proizvajalca Stihl SR 430, pri čemer smo uporabili 600 l vode/ha, ob uporabi 5 barov pritiska. Prvo škropljenje smo izvedli, ko je vinska trta popolnoma odcvetela (BBCH 73), ameriški škržatek je bil v fazi razvoja L2 in L3.

Preglednica 2: Program preizkušanja sredstev za zatiranje/zmanjševanje populacije ameriškega škrtatka (*Scaphoideus titanus*) na lokaciji Sladka Gora v letu 2022.

| Številka obravnavanja | Pripravek | Aktivna snov | Odmerek/ha | Termini škropljenja/fenologija vinske trte |
|-----------------------|----------------------------|-------------------|---------------|--------------------------------------------|
| 1 | Kontrola | - | - | - |
| 2 | Flora verde | piretrin | 1,6 l | 21. 6. 2022/BBCH 73 |
| | Flora verde | piretrin | 1,6 l | 28. 6. 2022/BBCH 75 |
| | Flora verde | piretrin | 1,6 l | 8. 7. 2022/BBCH 77 |
| 3 | Flora verde | piretrin | 1,6 l | 21. 6. 2022/BBCH 73 |
| | Orocide plus | olje pomarančevca | 6,4 l | 28. 6. 2022/BBCH 75 |
| | Orocide plus | olje pomarančevca | 6,4 l | 8. 7. 2022/BBCH 77 |
| 4 | Mospilan 20 SG | acetamiprid | 0,375 kg | 21. 6. 2022/BBCH 73 |
| | CutiSan | kaolinska glina | 30 kg | 14. 7. 2022/BBCH 79 |
| | CutiSan | kaolinska glina | 30 kg | Ni bilo škropljenja |
| 5 | Sivanto prime | flupiradifuron | 0,5 l | 21. 6. 2022/BBCH 73 |
| | Exirel + Codacide (močilo) | ciantraniliprol | 0,9 l + 2,0 l | 14. 7. 2022/BBCH 79 |
| 6 | Movento SC 100 | spirotetramat | 0,7 l | 21. 6. 2022/BBCH 73 |
| | Mospilan 20 SG | acetamiprid | 0,375 kg | 14. 7. 2022/BBCH 79 |
| 7 | Mospilan 20 SG | acetamiprid | 0,375 kg | 21. 6. 2022/BBCH 73 |
| | Movento SC 100 | spirotetramat | 0,7 l | 14. 7. 2022/BBCH 79 |

2.2.1 Vremenski podatki za Šmarsko Virštanjski vinorodni podokoliš v letu 2022

V času izvajanja poskusa (1. 6. 2022 – 15. 9. 2022) je bila povprečna temperatura zraka 22 °C, skupno je padlo 312 mm padavin.



Slika 2: Vremenski podatki v letu 2022 (Agrometeorološka postaja Gabernik). (Vir: Agrometeorološki portal, 2022).

2.3 Poskus zatiranja ameriškega škržatka v Mariborskem vinorodnem podokolišu letu 2021

335

V letu 2021 smo izvedli bločno zasnovan poskus v vinogradu na lokaciji Maribor (D96/TM; E:549446 N:159112) na sorti »Sauvignon«. Velikost poskusne parcele je bila 30 m² (dolžina 9,4 m, medvrstna razdalja 3,2 m). Poskus je bil izveden v 9 obravnavanjih s 3 ponovitvami. Število škropljenj in termini pripravkov ter njihovi odmerki so navedeni v preglednici 3. Škropljenja smo opravili s traktorskim nošenim pršilnikom Zupan s šobami Albuz ATR rumene barve, pri pritisku 6 barov in 620 l vode/ha. Prvo škropljenje smo izvedli ob koncu cvetenja vinske trte (BBCH 69), takrat je ameriški škržatek prevladoval v fazi ličinke L3.

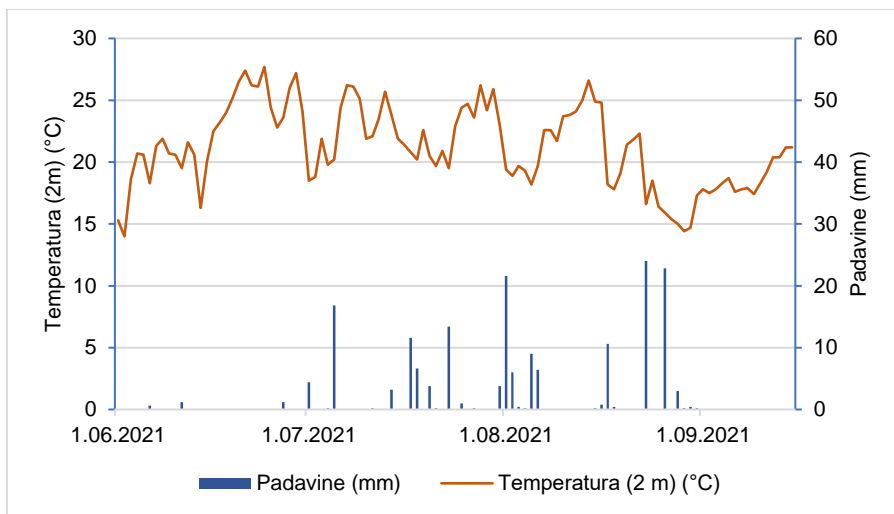
Preglednica 3: Program preizkušanja sredstev za zatiranje/zmanjševanje populacije ameriškega škržatka (*Scaphoideus titanus*) na lokaciji Maribor v letu 2021.

| Številka obravnavanja | Pripravek | Aktivna snovi | Odmerek/ha | Termin škropljenja / fenologija vinske trte |
|-----------------------|-------------------------|-----------------|------------|---------------------------------------------|
| 1 | Kontrola - neškropljeno | - | - | - |
| 2 | Flora verde | piretrin | 1,6 l | 30. 6. 2021/BBCH 69 |
| | Flora verde | piretrin | 1,6 l | 14. 7. 2021/BBCH 75 |
| | Flora verde | piretrin | 1,6 l | 21. 7. 2021/BBCH 79 |
| 3 | CutiSan | kaolinska glina | 30 kg | 30. 6. 2021/BBCH 69 |
| | CutiSan | kaolinska glina | 30 kg | 7. 7. 2021/BBCH 71 |
| | CutiSan | kaolinska glina | 30 kg | 14. 7. 2021/BBCH 75 |
| | CutiSan | kaolinska glina | 30 kg | 21. 7. 2021/BBCH 79 |

| Številka obravnavanja | Pripravek | Aktivna snovi | Odmerek/ha | Termin škropljenja / fenologija vinske trte |
|-----------------------|----------------------------|-------------------|---------------|---------------------------------------------|
| 4 | Wetcit | olje pomarančevca | 3,6 l | 30. 6. 2021/BBCH 69 |
| | Wetcit | olje pomarančevca | 3,6 l | 7. 7. 2021/BBCH 71 |
| | Wetcit | olje pomarančevca | 3,6 l | 14. 7. 2021/BBCH 75 |
| 5 | Sivanto prime | flupiradifuron | 0,5 l | 30. 6. 2021/BBCH 69 |
| | Exirel + Codacide (močilo) | ciantraniliprol | 0,9 l + 2,0 l | 21. 7. 2021/BBCH 79 |
| 6 | Sivanto prime | flupiradifuron | 0,5 l | 30. 6. 2021/BBCH 69 |
| | CutiSan | kaolinska glina | 30 kg | 21. 7. 2021/BBCH 79 |
| | CutiSan | kaolinska glina | 30 kg | 29. 7. 2021/BBCH 79-81 |
| 7 | Mospilan 20 SG | acetamiprid | 0,375 kg | 30. 6. 2021/BBCH 69 |
| 8 | Sivanto prime | flupiradifuron | 0,5 l | 30. 6. 2021/BBCH 69 |
| 9 | Exirel + Codacide (močilo) | ciantraniliprol | 0,9 l + 2,0 l | 30. 6. 2021/BBCH 69 |
| | Exirel + Codacide (močilo) | ciantraniliprol | 0,9 l + 2,0 l | 14. 7. 2021/BBCH 75 |

2.3.1 Vremenski podatki za Mariborski vinorodni podokoliš v letu 2021

V času izvajanja poskusa (1. 6. 2021 – 15. 9. 2021) je bila povprečna temperatura zraka 21 °C, skupno je padlo 174,6 mm padavin.



Slika 3: Vremenski podatki za leto 2021 (Agrometeorološka postaja Maribor BTŠ) (Vir: Agrometeorološki portal, 2022).

337

2.4 Poskus zatiranja ameriškega škržatka v Mariborskem vinorodnem podokolišu letu 2022

V letu 2022 smo bločno zasnovan poskus izvedli prav tako v vinogradu v Mariboru (D96/TM; E:549518, N:159129) na sorti »Sauvignon«. Velikost poskusne parcele je bila 130 m² (dolžina 50 m, medvrstna razdalja 2,6 m). Poskus je bil izveden v 6 obravnavanjih s po 3 ponovitvami. Število škropljenj in termini pripravkov ter njihovi odmerki so navedeni v preglednici 4. Škropljenja smo opravili s traktorskim nošenim pršilnikom Zupan s šobami Albus ATR rumene barve, pri pritisku 6 barov in 620 l vode/ha. Prvo škropljenje smo izvedli, ko je vinska trta odcvetela oz. v začetku nastavljanja plodičev (BBCH 71-73).

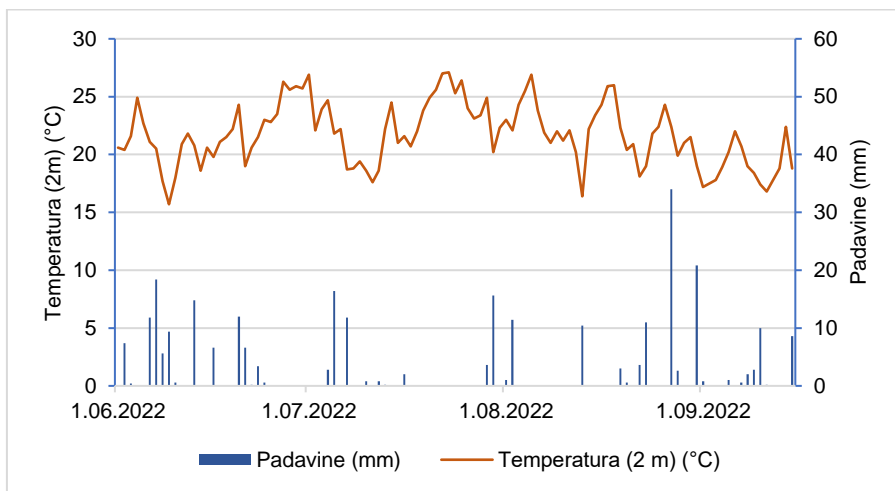
Preglednica 4: Program preizkušanja sredstev za zatiranje/zmanjševanje populacije ameriškega škržatka (*Scaphoideus titanus*) na lokaciji Maribor v letu 2022.

| Številka obravnavanja | Pripravek | Aktivna snovi | Odmerek/ha | Termin škropljenja / fenologija vinske trte |
|-----------------------|-------------------------|-------------------|------------|---------------------------------------------|
| 1 | Kontrola - neškropljeno | - | - | - |
| 2 | Flora verde | piretrin | 1,6 l | 27. 6. 2022/BBCH 71-73 |
| | Flora verde | piretrin | 1,6 l | 4. 7. 2022/BBCH 75 |
| | Flora verde | piretrin | 1,6 l | 11. 7. 2022/BBCH 77 |
| 3 | Flora verde | piretrin | 1,6 l | 27. 6. 2022/BBCH 71-73 |
| | Oroside plus | olje pomarančevca | 6,4 l | 4. 7. 2022/BBCH 75 |

| Številka obravnavanja | Pripravek | Aktivna snovi | Odmerek/ha | Termin škropljenja / fenologija vinske trte |
|-----------------------|----------------|-------------------|------------|---------------------------------------------|
| | Orocide plus | olje pomarančevca | 6,4 l | 11. 7. 2022/BBCH 77 |
| 4 | Mospilan 20 SG | acetamiprid | 0,375 kg | 27. 6. 2022/BBCH 71-73 |
| | CutiSan | kaolinska glina | 30 kg | 18. 7. 2022/BBCH 79 |
| | CutiSan | kaolinska glina | 30 kg | 25. 7. 2022/BBCH 79-81 |
| 5 | Sivanto prime | flupiradifuron | 0,5 l | 27. 6. 2022/BBCH 71-73 |
| 6 | Mospilan 20 SG | acetamiprid | 0,375 kg | 27. 6. 2022/BBCH 71-73 |

2.4.1 Vremenski podatki za Mariborski vinorodni podokoliš v letu 2022

V času izvajanja poskusa (1. 6. 2022 – 15. 9. 2022) je bila povprečna temperatura zraka 21,7 °C, skupno je padlo 276,2 mm padavin.



Slika 4: Vremenski podatki za leto 2022 (Agrometeorološka postaja Maribor BTŠ) (Vir: Agrometeorološki portal, 2022).

2.5 Ocenjevanje preimaginalnih stadijev ameriškega škržatka

Poskus smo ocenjevali pred začetkom izvajanja poskusa in pred vsakim škropljenjem. Na vsaki poskusni parceli smo pregledali 100 listov na ponovitev, skupno 300 listov na posamezno obravnavanje. Ocenjevanje je potekalo zgodaj zjutraj, ko ličinke ameriškega škržatka še niso tako aktivne, mobilne. Na vsakem listu smo prešteli število ličink in določili razvojne stadije ličink ameriškega škržatka (L1-L5), v rezultatih pa prikazujemo skupno število vseh najdenih ličink na obravnavanje.

2.6 Ocenjevanje odraslih osebkov ameriškega škrdatka

Za ugotavljanje učinkovitosti uporabljenih pripravkov smo na posameznih obravnavanjih spremljali številčnost odraslih osebkov ameriškega škrdatka z rumenimi lepljivimi ploščami (RLP) blagovne znamke Bio Plantella, Unichem. V vsako obravnavanje smo konec junija izobesili po 2 RLP. RLP smo pregledovali tedensko od začetka julija do začetka septembra.

2.7 Statistika

Pridobljene podatke smo urejevali v programu Microsoft Excel®, za statistično analizo podatkov smo uporabili programom Statgraphics Centurion XVI 16.1.11. Uporabljena je bila analiza ANOVA in Duncanov test mnogoterih primerjav.

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

3.1 Poskus v letu 2021 na Šmarsko-Virštanjskem vinorodnem podokolišu

V letu 2021 smo spremljali število preimaginalnih stadijev in odraslih osebkov ameriškega škrdatka.

3.1.1 Število preimaginalnih stadijev ameriškega škrdatka, Bobovo pri Ponikvi 2021

Iz preglednice 5 je razvidno, da je bilo na lokaciji Bobovo pri Ponikvi v letu 2021 število preimaginalnih stadijev ameriškega škrdatka zelo majhno. Največ ličink ameriškega škrdatka smo našli 9. julija 2021, ko jih je bilo na neškropljenih parcelah in obravnavanju z uporabljenim pripravkom CutiSan 14 ličink na 300 listov. Skozi celotno obdobje ocenjevanja smo najmanj ličink ameriškega škrdatka našli na obravnavanjih št. 3, 4 in 5 (preglednica 5).

Preglednica 5: Število preimaginalnih stadijev ameriškega škrdatka/300 listov v letu 2021 na lokaciji Bobovo pri Ponikvi.

| Številka obravnavanja | Obravnavanje/pripravek | Število preimaginalnih stadijev ličink ameriškega škrdatka/300 listov | | | |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|------------|-------------|-------------|
| | | 2. 7. 2021 | 9. 7. 2021 | 16. 7. 2021 | 23. 7. 2021 |
| 1 | Kontrola - neškropljeno | 4 | 14 | 7 | 7 |
| 2 | CutiSan (30 kg/ha-4x) | 10 | 14 | 3 | 7 |
| 3 | Flora verde (1,6 l/ha-3x) | - | 2 | 0 | 3 |
| 4 | Sivanto prime (0,5 l/ha)+CutiSan (30 kg/ha) | - | 0 | 1 | 2 |
| 5 | Sivanto prime (0,5 l/ha)+Exirel (0,9 l/ha)+Codacide (2 l/ha) | - | 1 | 1 | 1 |
| 6 | Wetcit (3,6 l/ha-3x) | 4 | 10 | 4 | 3 |

3.1.2 Odrasli osebki ameriškega škrdatka, Bobovo pri Ponikvi 2021

Število odraslih osebkov ameriškega škrdatka na RLP je bilo v letu 2021 nizko, tudi na kontrolnih parcelah. Prag gospodarske škode (4 odrasli osebki/RLP/teden) je bil tekom celotnega spremljanja poskusa presežen zgolj na kontrolnih parcelah (6. 8. 2021) in na parcelah, kjer smo uporabili insekticid Flora verde (3-krat) (preglednica 6).

Preglednica 6: Povprečno število odraslih osebkov ameriškega škrdatka na rumeno lepljivo ploščo na teden v letu 2021 na lokaciji Bobovo pri Ponikvi.

| Številka obravnavanja | Obravnavanje | Povprečno število odraslih osebkov ameriškega škrdatka/RLP/teden | | | |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|------------|-------------|------------|
| | | 30. 7. 2021 | 6. 8. 2021 | 20. 8. 2021 | 3. 9. 2021 |
| 1 | Kontrola - neškropjeno | 1,00 a | *4,33 a | 3,00 a | 2,33 a |
| 2 | CutiSan (30 kg/ha-4x) | 1,00 a | 2,67 a | 3,00 a | 2,00 a |
| 3 | Flora verde (1,6 l/ha-3x) | *4,33 a | *5,00 a | 3,17 a | 0,67 a |
| 4 | Sivanto prime (0,5 l/ha)+CutiSan (30 kg/ha) | 1,67 a | 2,67 a | 2,17 a | 2,04 a |
| 5 | Sivanto prime (0,5 l/ha)+Exirel (0,9 l/ha)+Codacide (2 l/ha) | 0,67 a | 1,33 a | 1,00 a | 1,50 a |
| 6 | Wetcit (3,6 l/ha-3x) | 2,33 a | 1,67 a | 1,83 a | 1,83a |

Povprečja označena z enako črko znotraj enega termina ocenjevanje se ne razlikujejo značilno glede na rezultate Duncan-ov test mnogoterih primerjav ($\alpha < 0,05$).

*presežen gospodarski prag 4 odraslih osebkov ameriškega škrdatka/RLP/teden

3.2 Poskus v letu 2022 na Šmarsko-Virštanskem vinorodnem podokolišu

3.2.1 Število preimaginalnih stadijev ameriškega škrdatka, Sladka Gora 2022

Iz preglednice 7 je razvidno, da je bilo največ ličink ameriškega škrdatka najdenih na kontrolnih parcelah. Ves čas spremljanja preimaginalnih stadijev ameriškega škrdatka je bila najmanjša populacija ugotovljena na obravnavanih št. 6, kjer smo pri prvi aplikaciji uporabili Movento SC 100. Na podlagi rezultatov je razvidno, da je 3 tedne po uporabi insekticida Mospilan 20 SG in Sivanto prime, populacija ličink narastla (preglednica 7).

Preglednica 7: Število preimaginalnih stadijev ameriškega škrdatka/300 listov v letu 2022 na lokaciji Sladka Gora.

| Številka obravnavanja | Obravnavanje | Število preimaginalnih osebkov ameriškega škrdatka/300 listov | | |
|-----------------------|------------------------|---------------------------------------------------------------|------------|-------------|
| | | 27. 6. 2022 | 6. 7. 2022 | 13. 7. 2022 |
| 1 | Kontrola - neškropjeno | 47 | 22 | 23 |

| Številka obravnavanja | Obravnavanje | Število preimaginalnih osebkov ameriškega škrtatka/300 listov | | |
|-----------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|------------|-------------|
| | | 27. 6. 2022 | 6. 7. 2022 | 13. 7. 2022 |
| 2 | Flora verde-1x, Orocide plus-2x | 5 | 6 | 14 |
| 3 | Flora verde-3x | 3 | 1 | 4 |
| 4 | Mospilan 20 SC-1x, Movento SC 100-1x | 4 | 4 | 6 |
| 5 | Mospilan 20 SG-1x, CutiSan-1x | 4 | 2 | 10 |
| 6 | Movento SC 100-1x, Mospilan 20 SG-1x | 9 | 2 | 0 |
| 7 | Sivanto prime-1x, Exirel+Codacide (močilo FMC)-1x | 1 | 1 | 3 |

3.2.2 Odrasli osebki ameriškega škrtatka, Sladka Gora 2022

Pri štetju odraslih osebkov ameriškega škrtatka na RLP smo le-teh največje našli na kontroli. Do konca julija 2022 na nobenem obravnavanju nismo preseli praga gospodarske škode (4 odrasli osebki ameriškega škrtatka/RLP/teden). Kljub temu pa so bile v statistično značilne razlike v povprečnem številu odraslih ameriških škrtatkov, kjer smo na obr. št. 2 uporabili Flora verde (1-krat) in Orocide plus (2-krat), na obr. št. 3, kjer smo 3-krat uporabili insekticid Flora verde in na obr. št. 5, ker je bil uporabljen Mospilan 20 SG in CutiSan (obr. št. 5) (preglednica 8). V avgustu 2022 je populacija ameriškega škrtatka strmo narastla na vseh obravnavanjih (prag gospodarske škode presežen v povprečju za faktor 6 do 7-krat).

Preglednica 8: Povprečno število odraslih osebkov ameriškega škrtatka na rumeno lepljivo ploščo na teden v letu 2022 na lokaciji Sladka Gora.

| Številka obravnavanja | Obravnavanje | Povprečno število odraslih osebkov ameriškega škrtatka/RLP/teden | | | |
|-----------------------|---------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|
| | | 21. 7. 2022 | 28. 7. 2022 | 10. 8. 2022 | 24. 8. 2022 |
| 1 | Kontrola - neškropljeno | 1,67 a | 3,33 a | *36,17 a | *8,83 ab |
| 2 | Flora verde-1x, Orocide plus-2x | 1,17 a | 0,83 b | *33,56 ab | *8,83 ab |
| 3 | Flora verde-3x | 0,50 a | 1,33 b | *28,85 ab | *7,75 ab |
| 4 | Mospilan 20 SC-1x, Movento SC 100-1x | 0,83 a | 2,50 ab | *23,96 ab | *4,83 b |
| 5 | Mospilan 20 SG-1x, CutiSan-1x | 0,17 a | 1,17 b | *32,22 ab | *10,25 a |
| 6 | Movento SC 100-1x, Mospilan 20 SG-1x | 0,5 0a | 2,17 ab | *21,90 b | *8,75 ab |
| 7 | Sivanto prime-1x, Exirel+Codacide (močilo FMC)-1x | 0,83 a | 1,67 ab | *29,08 ab | *11,75 a |

Povprečja označena z enako črko znotraj enega termina ocenjevanje se ne razlikujejo značilno glede na rezultate Duncan-ov test mnogoterih primerjav ($\alpha < 0,05$)

* presežen gospodarski prag 4 odraslih osebkov ameriškega škrtatka/RLP/teden

3.3 Poskus v letu 2021 v Mariborskem vinorodnem podokolišu

V letu 2021 smo opravili ocenjevanje preimaginalnih stadijev na listih in odraslih osebkih ameriškega škržatka na rumenih lepljivih ploščah.

3.3.1 Število osebkih ameriškega škržatka v preimaginalnem stadiju

Ocenjevanje preimaginalnih stadijev smo v vinogradu v Mariboru izvedli dvakrat, pred prvim škropljenjem. Prvič 30. 6. 2021. Pregledali smo po 300 listov na treh različnih mestih poskusa in našli 20, 22 in 23 ličink. Drugi pregled smo izvedli po enakem postopku kot prvega, 7. 7. 2021, in našli 39, 40, 48 ličink. Po pregledu smo opravili prvo škropljenje.

3.3.2 Število odraslih osebkih ameriškega škržatka

Iz preglednice 9 je razvidno, da smo pragove 4 odraslih osebki/RLP/teden preseгли v obdobju ocenjevanja 6-krat, od tega dvakrat v kontrolnem obravnavanju, enkrat kjer smo uporabili pripravek Wetcit, enkrat kjer smo uporabili Sivanto prime + Exirel + Codacide, enkrat pri uporabi Sivanto prime + CutiSan in enkrat kjer smo uporabili pripravek Sivanto prime.

342

3.4 Poskus v letu 2022 v Mariborskem vinorodnem podokolišu

V letu 2022 preimaginalnih stadijev ameriškega škržatka v vinogradu nismo našli. Prisotnost odraslih osebkih smo spremljali z rumenimi lepljivimi ploščami.

3.3.2 Število odraslih osebkih ameriškega škržatka

V preglednici 10 so predstavljeni podatki ulova odraslih osebkih ameriškega škržatka. Prag 4 odrasli osebki/RLP/teden je bil presežen v avgustu v treh terminih ocenjevanja, ne glede na uporabljen pripravek. Najvišje preseženo število smo imeli v kontroli, kjer smo imeli povprečno 27 odraslih osebkih/RLP/teden. Od 1. 8. 2022 je povprečno število osebkih/RLP/teden do 17. 8. 2022 pri vseh obravnavanjih upadlo, vendar je bilo še vedno nad pragom. Obravnavanja so se med seboj statistično razlikovala, kar pa je prikazano v preglednici 10, razen ob prvem datumu pregleda RLP (25.7.).

Preglednica 9: Povprečno število odraslih osebkov ameriškega škrdatka na rumeno lepljivo ploščo na teden v letu 2021 na lokaciji Maribor.

| Številka obravnavanja | Obravnavanje / pripravek | Povprečno število odraslih osebkov ameriškega škrdatka/RLP/teden | | | |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-------------|------------|-------------|
| | | 21. 7. 2021 | 28. 7. 2021 | 4. 8. 2021 | 11. 8. 2021 |
| 1 | Kontrola - neškropljeno | 1,67 b | *6,33 a | *6,33 b | *4,00 a |
| 2 | Flora verde (1,6 l/ha - 3x) | 1,00 ab | 2,33 a | 3,33 ab | 1,00 a |
| 3 | CutiSan (30kg/ha - 4x) | 0,00 a | 2,00 a | 1,33 ab | 0,67 a |
| 4 | Wetцит (3,6 l/ha - 3x) | 0,00 a | *5,00 a | 2,00 ab | 1,00 a |
| 5 | Sivanto prime (0,5 l/ha) + Exirel (0,9 l/ha) + Codacide (močilo) (2,0 l/ha) | 0,33 ab | *4,33 a | 1,33 ab | 2,33 a |
| 6 | Sivanto prime (0,5 l/ha) + CutiSan (30 kg/ha - 2x) | 0,33 ab | *4,67 a | 0,67 a | 1,00 a |
| 7 | Mospilan 20 SG (0,375kg/ha) | 0,67 ab | 2,67 a | 1,67 ab | 3,00 a |
| 8 | Sivanto prime (0,5 l/ha) | 1,33 ab | *4,00 a | *6,33 b | 2,67 a |
| 9 | Exirel (0,9 l/ha) + Codacide (močilo) (2,0 l/ha) - 2x | 0,00 a | 2,33 a | 1,67 ab | 1,67 a |

Povprečja označena z enako črko znotraj enega termina ocenjevanje se ne razlikujejo značilno glede na rezultate Duncan-ov test mnogoterih primerjav ($\alpha < 0,05$)

* presežen gospodarski prag 4 odraslih osebkov ameriškega škrdatka/RLP/teden

Preglednica 10: Povprečno število odraslih osebkov ameriškega škrdatka na rumeno lepljivo ploščo na teden v letu 2022 na lokaciji Maribor.

| Številka obravnavanja | Obravnavanje / pripravek | Povprečno število odraslih osebkov ameriškega škrdatka/RLP/teden | | | |
|-----------------------|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|------------|------------|-------------|
| | | 25. 7. 2022 | 1. 8. 2022 | 8. 8. 2022 | 17. 8. 2022 |
| 1 | Kontrola - neškropljeno | 3,00 a | *27,00 c | *18,00 a | *11,66 a |
| 2 | Flora verde (1,6 l/ha) - 3x | 0,33 a | *19,00 bc | *14,33 ab | *6,00 b |
| 3 | Flora verde (1,6 l/ha) + Orocide plus (6,4 l/ha - 2x) | 2,00 a | *13,66 ab | *13,66 ab | *5,33 b |
| 4 | Mospilan 20 SG (0,375 kg/ha) + CutiSan (30 kg/ha - 2x) | 2,33 a | *4,33 a | *6,66 ab | *4,66 b |
| 5 | Sivanto prime (0,5 l/ha) | 1,00 a | *16,00 abc | *8,66 ab | *6,33 b |

| | | | | | |
|---|------------------------------|--------|----------|---------|---------|
| 6 | Mospilan 20 SG (0,375 kg/ha) | 1,00 a | *8,00 ab | *5,33 b | *4,66 b |
|---|------------------------------|--------|----------|---------|---------|

Povprečja označena z enako črko znotraj enega termina ocenjevanje se ne razlikujejo značilno glede na rezultate Duncan-ov test mnogoterih primerjav ($\alpha < 0,05$)

* presežen gospodarski prag 4 odraslih osebkov ameriškega škrtatka/RLP/teden

4 SKLEPI

V letu 2021 in 2022 smo za zmanjševanje/zatiranje ameriškega škrtatka v 4 vinogradih preskušali različne insekticidne pripravke in pripravke, ki temeljijo na metodah z nizkim tveganjem. Leto 2021 je bilo specifično, z mnogo padavinami, hkrati pa je bila populacija ameriškega škrtatka nizka zato ni bilo statistično značilnih razlik med obravnavanji. Vsi uporabljeni pripravki v letu 2021 so na lokaciji Bobovo pri Ponikvi zadovoljivo učinkovali in posledično nismo presegli praga gospodarske škode (4 odrasli osebki ameriškega škrtatka/RLP/teden) razen na kontrolnih parcelah in izjema na parcelah, kjer smo uporabili pripravek Flora verde. Na lokaciji Maribor so se v letu 2021 obravnavanja statistično značilno razlikovala 21. julija in 4. avgusta. Prag gospodarske škode smo presegli v kontroli, v obravnavanju kjer je bil uporabljen samo Wetcit, v obravnavanju Sivanto prime + Exirel + Codacide in obravnavanju Sivanto prime + CutiSan ter pri obravnavanju kjer smo uporabili samo Sivanto prime.

V splošnem so v letu 2022 insekticidni pripravki s sistemskim načinom delovanja Mospilan 20 SG (a.s. acetamidrid), Movento SC 100 (a.s. spirotetramat) in Sivanto prime (a.s. flupiradifuron) imeli dobro učinkovitost približno 3 tedne po njihovi uporabi, prag gospodarske škode 4 odrasli škrtatki/RLP/teden ni bil presežen. Kombinacija Movento SC 100 in Mospilan 20 SG je imela boljše delovanje na preimaginalne stadije ameriškega škrtatka kot če smo uporabili insekticide v zaporedju Mospilan 20 SG Movento SC 100, kar pripisujemo izrednim vremenskim razmeram (šuša, vročinki valovi), rastline so bile v stresu in v takšnih primerih a.s. spirotetramat slabše deluje. Manjšo število ameriških škrtatkov na RLP smo ugotovili, kjer je bil 3-krat uporabljen kontaktni insekticid Flora verde (a.s. piretrin). Pri tem je potrebno poudariti, da imajo kontaktni insekticidi lahko negativen stranski učinek na koristne organizme. Zato bo potrebno nadomestiti kontaktne insekticide z alternativnimi pripravki, ki imajo manjši vpliv na koristne organizme. V poskusu smo dobili vzpodbudne rezultate v obravnavanju, kjer smo uporabili insekticid Flora verde (1-krat) in 2-krat insekticid na podlagi olja pomarančevca (Orocid plus), ki nima znanih stranskih učinkov na koristne organizme. Na podlagi pridobljenih rezultatov na poskusih, predvsem v letu 2022, ko ni bilo veliko dežja in posledično izpiranja, je pripravek CutiSan imel dobro učinkovitost. Na podlagi tega bo potrebno v bodoče omenjen pripravek ustrezno umestiti v že obstoječe škropilne programe zatiranja ameriškega škrtatka.

5 ZAHVALA

Za izvedbo poskusov se zahvaljujemo MKGP, Upravi RS za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin, ki je financirala nalogo iz programa Javne službe zdravstvenega varstva rastlin - Integrirano varstvo rastlin.

6 LITERATURA

- Bertin, S., Guglielmino, C. R., Karam, N., Gomulski, L. M., Malacrida, A. R., Gasperi, G. (2007). Diffusion of the Nearctic leafhopper *Scaphoideus titanus* Ball in Europe: A consequence of human trading activity. *Genetica*, 131(3), 275–285.
<https://doi.org/10.1007/s10709-006-9137-y>
- Laznik, Ž., Trdan, S. (2015). Možnosti okoljsko sprejemljivega zatiranja ameriškega škržatka (*Scaphoideus titanus* Ball, 1932). *Acta Agriculturae Slovenica*, 105(2), 329–335.
<https://doi.org/10.14720/aas.2015.105.2.16>
- Marzachi, C., Palermo, S., Boarino, A., Veratti, F., D'Aquilio, M., Loria, A., Boccoardo, G. (2001). Optimisation of a one-step PCR assay for the diagnosis of Flavescence dorée-related phytoplasmas in field-grown grapevines and vector populations. *Vitis*, 40(4), 213–217.
- Rak Cizej, M., Ferlež Rus, A., Škerbot, I. (2015). Populacija ameriškega škržatka (*Scaphoideus titanus* ball) na območju Celjske regije. *Hmeljarski bilten*, 22, 40–48.
- Riolo, P., Minuz, R. L., Landi, L., Nardi, S., Ricci, E., Righi, M., Isidoro, N. (2014). Population dynamics and dispersal of *Scaphoideus titanus* from recently recorded infested areas in central-eastern Italy. *Bulletin of Insectology*, 67(1), 99–107.
- Žežlina, I., Škvarč, A., Bohinc, T., Trdan, S. (2013). Testing the efficacy of single applications of five insecticides against *Scaphoideus titanus* on common grapevines. *International Journal of Pest Management*, 59(1), 1–9. <https://doi.org/10.1080/09670874.2012.735378>

ALI LAHKO VRSTNO PESTRI POSEVKI POZITIVNO VPLIVAJO NA KORISTNE ORGANIZME V VINOGRADIH?

Špela MODIČ¹, Primož ŽIGON², Eva PRAPROTNIK³, Andrej VONČINA⁴, Andrej
KAPLA⁵, Patrik KEHRLI⁶, Jaka RAZINGER⁷

^{1,2,3,4,7} Kmetijski inštitut Slovenije, Ljubljana

⁵ Nacionalni inštitut za biologijo, Ljubljana

⁶ Agroscope, Nyon

IZVLEČEK

Raznolikost rastlinstva lahko ohranja in daje prednost koristnim organizmom ter s tem pripomore k naravnemu uravnavanju populacije škodljivcev. S tem namenom smo preučevali vpliv vrstno pestrega posevka na koristne in škodljive členonožce. Poskus je potekal v letih 2019 in 2020 na območju zgornje Vipavske doline, v vinogradu z ekološko (Podraga) in integrirano pridelavo grozdja (Manče). V obeh vinogradih smo primerjali tradicionalni (zatravljeno v Podragi oz. gola tla v Mančah) in alternativni (prekrivni posevek) način upravljanja s tlemi v medvrstnem prostoru. Skozi rastno dobo smo spremljali vrstno pokrovnost in pestrost posevka ter vzorčili koristne in škodljive členonožce s talnimi pastmi, rumenimi lepljivimi ploščami, rumenimi vodnimi pastmi in feromonskimi vabami. Izpostavljali smo tudi jajčeca križastega grozdnega sukača (*Lobesia botrana*) v letu 2019 in marmorirane smrdljivke (*Halyomorpha halys*) v letu 2020, da bi ocenili posredni vpliv posevka na parazitiranje in plenjenje jajčec. V dveh letih smo skupno pregledali vzorce iz 432 talnih pasti, 48 rumenih vodnih pasti in 216 rumenih lepljivih plošč. Rezultati analize ulovljenih talnih členonožcev v vipavskih vinogradih so pokazali pogosto zastopanost hroščev *Brachinus crepitans*, *Carabus coriaceus*, *Carabus germarii*, *Harpalus dimidiatus*, *Harpalus rufipes*, *Harpalus distinguendus*, *Pterostichus melas*, *Anchomenus dorsalis*, *Calathus fuscipes*, *Ophonus azureus*, *Amara* sp., *Stelidota geminata*, *Urophorus* sp., *Glischrochilus quadrisignatus*, *Carpophilus* sp., *Dermestes* sp., kratkokrilcev (Staphilinidae) in pajkovcev (Arachnida). V obravnavanju, kjer smo sejali posevek, smo v letu 2019 ugotovili značilno večje ulove koristnih členonožcev v vodnih pasteh, medtem ko je bilo plenjenje jajčec škodljivcev neznačilno večje. V obravnavanju, kjer smo sejali prekrivni posevek, se je na rumene lepljive plošče ulovilo neznačilno večje število osebkov ameriškega škržatka (*Scaphoideus titanus*) in zelenega škržatka (*Empoasca vitis*) kot tudi koristnih členonožcev (Chrysopidae, Coccinellidae, Ichneumonidae, Panorpidae,

346

¹dr., univ. dipl. inž. agr., Hacquetova 17, SI-1000 Ljubljana, e-pošta: spela.modic@kis.si

²mag. inž. agr., prav tam

³mag. var. nar., prav tam

⁴dr., univ. dipl. inž. agr., prav tam

⁵Večna pot 111, SI-1000 Ljubljana

⁶dr., univ. dipl. biol., Route de Duillier 50, 1260 Nyon

⁷dr., univ. dipl. biol., prav tam

Syrphidae). Sklepamo, da prekrivni posevki povečajo biotsko raznovrstnost in številčnost členonožcev, vendar ni nujno, da to vpliva na večjo učinkovitost naravnega zatiranja škodljivcev.

Ključne besede: prekrivni posevki, obdelava tal, varovalno biotično varstvo, vinograd

ABSTRACT

CAN COVER CROPS PROMOTE BENEFICIALS IN VINEYARDS?

Plant diversity can promote and conserve beneficials and thus positively contribute to the natural control of pests. The aim of our study was to evaluate the influence of a species-rich cover crop on beneficial and pest arthropods. A two-year field trial (2019-2020) was therefore conducted in the upper Vipava valley, in an organic (Podraga) as well as an Integrated Pest Managed vineyard (Manče). Both vineyards were divided into a traditional (grass in Podraga or bare soil in Manče) and an innovative (cover crop) production system. Throughout the growing season, we monitored the development of cover crops and sampled for the presence of arthropods using pitfall traps, yellow sticky traps, yellow water traps and pheromone traps. Sentinel eggs of *Lobesia botrana* (2019) and *H. halys* (2020) were exposed to naturally present entomofauna in order to assess how cover crop affects parasitism and predation. In the two-year experiment we checked a total of 432 pitfall traps, 48 yellow water traps and 216 yellow sticky traps. The ground arthropod assemblage in Vipava vineyards was dominated by *Brachinus crepitans*, *Carabus coriaceus*, *Carabus germarii*, *Harpalus dimidiatus*, *Harpalus rufipes*, *Harpalus distinguendus*, *Pterostichus melas*, *Anchomenus dorsalis*, *Calathus fuscipes*, *Ophonus azureus*, *Amara* sp., *Stelidota geminata*, *Urophorus* sp., *Glischrochilus quadrisignatus*, *Carpophilus* sp., *Dermestes* sp., rove beetles (Staphilinidae) and spiders (Arachnida). In both treatments, we found significantly higher catches of beneficial arthropods within yellow water traps in 2019, while egg predation was insignificantly higher. Yellow sticky traps indicated insignificantly higher captures of two pest leafhoppers *Scaphoideus titanus* and *Empoasca vitis* as well as beneficial arthropods (Crysopidae, Coccinellidae, Ichneumonidae, Panorpidae, Syrphidae) in the innovative treatment. Cover crops therefore seem to favor arthropod biodiversity and abundance but without necessarily increasing efficacy of natural pest suppression.

Key words: cover crops, ground cover, conservation biological control, vineyards

1 UVOD

Obvladovanje škodljivcev in boleznih vinske trte je pomembno in hkrati eno zahtevnejših tehnoloških opravil v ekološkem vinogradništvu, kjer je uporaba kemičnih sredstev za varstvo rastlin omejena. Biotska pestrost ima v kmetijstvu velik pomen, saj vpliva na uravnavanje zastopanosti škodljivih in koristnih vrst organizmov ter s tem na zdravje rastlin in okolje (Gurr in sod., 2003). Zastopanost, številčnost in raznolikost koristnih členonožcev znotraj agroekosistema so v veliki meri odvisne od rastlinske združbe na danem območju. Eden od načinov povečanja raznovrstnosti rastlin v trajnih nasadih je setev enoletnih ali večletnih prekrivnih rastlin. Raziskave kažejo, da setev

posevkov v sadovnjake in vinograde le-te preoblikuje v agroekosisteme, ki povečajo ekološko raznovrstnost in stabilnost (Altieri, 1999). Setev prekrivnih posevkov je eden od okoljsko sprejemljivih načinov zmanjševanja gospodarskega pomena škodljivih organizmov na gojenih rastlinah. Prekrivni posevki imajo tudi številne druge koristne vplive na okolje, kot je zmanjšanje erozije tal zaradi vetra in vode, povečanje mikrobiološke aktivnosti tal, povečanje vsebnosti humusa v tleh, izboljšanje rodovitnosti in strukture tal, zaviranje rasti plevela, idr. (Olmstead, 2006). Vrsta pestrost rastlin lahko v vlogi prekrivnega posevka zagotavlja različne koristi za agroekosistem, zato je pri tem izredno pomembna izbira ustreznih rastlinskih vrst, katerim je potrebno prilagoditi tudi način oskrbe po setvi. Rastline, ki zagotavljajo bogate vire nektarja, poleg oprasovalcev privabljajo tudi druge koristne členonožce, kot so plenilci in parazitoidi in s tem posledično vplivajo tudi na zatiranje škodljivcev (Hoffmann in sod., 2017; Winkler in sod., 2006; Ranca in sod., 2022). Cvetni prah in nektar sta pomembna v prehrani večine plenilskih pršic, tenčičaric, parazitoidov, hrčic, muh goseničark in muh trepetavk (Thomson in Hoffmann, 2009). V literaturi navajajo, da sta ajda (*Fagopyrum esculentum*) in facelija (*Phacelia congesta*) najpogostejši cvetoči rastlini, posejani v medvrstni prostor vinograda z namenom, da zagotovita hrano in življenjski prostor (habitat) koristnim žuželkam (Sommaggio in sod., 2018). Druge raziskave kažejo, da ajda in sončnice (*Helianthus annuus*) zmanjšujejo številčnost škrcžatkov (Cicadidae) in resarjev (Thysanoptera) v vinogradih (Nicholls in sod., 2000). Tudi plenilske stenice iz rodu *Orius*, ki so pomembni makrobiotični agensi v biotičnem zatiranju škodljivcev, najdemo pretežno na ajdi in divjem korenju (Altieri in sod., 2010). Rastline iz družin kobulnic (Apiaceae), nebinovk (Asteraceae), klinčnic (Caryophyllaceae) in metuljnic (Fabaceae) predstavljajo pomemben vir cvetnega prahu, zato se na njih večkrat prehranjujejo oprasovalci (Pétremand in sod., 2017). Muhe trepetavke (Diptera: Syrphidae) privlači zlasti koriander (*Coriandrum sativum*), obmorska grobeljnica (*Lobularia maritima*), facelija (*Phacelia* sp.), ajda (*Fagopyrum esculentum*), bela gorjušica (*Sinapis alba*) in komarček (*Foeniculum vulgare*) (Hickman in Wratten 1996; Colley in Luna, 2000; Burgio in sod., 2016). Setev prekrivnega posevka v medvrstni prostor vinograda lahko poveča aktivnost koristnih organizmov ter s tem posredno vpliva na naravno obvladovanje rastlinskih škodljivcev (varovalno biotično varstvo). Ker so v vrstno pestrih posevkih zastopane rastline, ki rastejo in cvetijo v različnih časovnih obdobjih, lahko koristnim organizmom omogočajo tudi stalen vir hrane (pelod in nektar), življenjski prostor ter prisotnost alternativnega plena, ki omogoča njihovo preživetje. Glavni cilj raziskave je bil s setvijo vrstno pestrega posevka v medvrstnem prostoru vinograda vzpodbuditi naselitev domorodnih koristnih organizmov ter s tem omogočiti naravno uravnavanje populacije škodljivcev.

2 MATERIAL IN METODE DELA

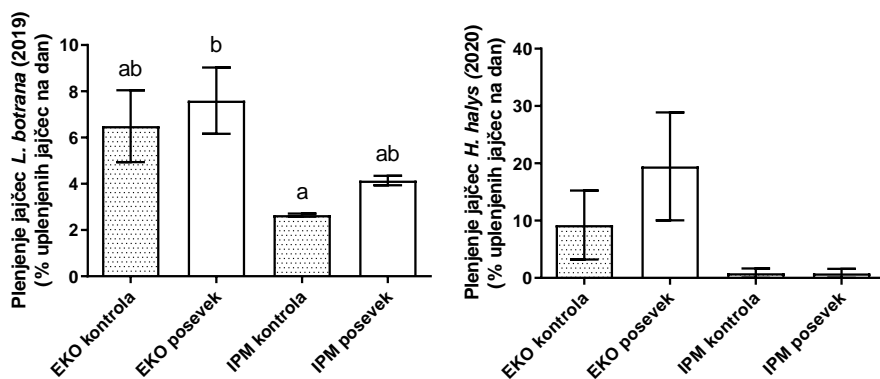
Na podlagi pregleda strokovne in znanstvene literature smo preučili vrste rastlin, ki so za koristne organizme (Chrysopidae, Coccinellidae, Ichneumonidae, Panorpidae, Syrphidae) vir hrane (pelod in nektar), življenjski prostor ter nudijo alternativni plen.

Nadalje smo pregledali ponudbe vrstno pestrih posevkov za setev v vinograde, ki so dostopni na tržišču. Izbrali smo semensko mešanico Artenreiche Spezial-Dauerbegrünung (Biohelp, Avstrija), ki vsebuje semena rastlin iz osmih družin, kot so metuljnice (Fabaceae), košarnice (Asteraceae), dresnovke (Polygonaceae), kobulnice (Apiaceae), križnice (Brassicaceae), trave (Poaceae), srhkolistnice (Boraginaceae) in slezenovke (Malvaceae) v različnih deležih. Poskus je potekal na območju Zgornje Vipavske doline v vinogradu z ekološko pridelavo grozdja (EKO-lokacija Podraga) in z integrirano pridelavo grozdja (IPM-lokacija Manče). Prvo leto smo posevek sejali oktobra 2018, nato pa ponovno februarja 2020. Gostota setve je bila 20 kg na 0,4 ha. Zračna razdalja med EKO in IPM vinogradoma je bila približno 500 m. V obeh vinogradih smo v medvrstnem prostoru primerjali vpliv tradicionalnega (zatravljena tla v Podragi oz. gola/preorana tla v Mančah) in alternativnega (prekrivni posevek) načina upravljanja s tlemi na vrstno zastopanost in številčnost izbranih koristnih in škodljivih členonožcev. Skozi rastno dobo smo spremljali tudi pokrovnost in vrstno pestrost posevka. Žuželke smo vzorčili z rumenimi lepljivimi ploščami, rumenimi vodnimi in talnimi pastmi. V začetku aprila (2019, 2020) smo v obeh vinogradih (EKO, IPM) začeli s spremljanjem koristnih in škodljivih členonožcev. Osredotočili smo se na žuželke (razred Insecta) in pajkovce (razred Arachnida); med njimi na pršice (Acari) in pajke (Araneae). Koristne talne členonožce, kot so krešiči (Carabidae), kratkokrilci (Staphylinidae) in pajkovci (Arachnida), smo ugotavljali s talnimi pastmi. Te smo nastavljali vsak prvi teden v mesecu od aprila naprej, v času od fenološke faze razvoja socvetij vinske trte (BBCH 53-57), do trgatve (BBCH 89). Zastopanost koristnih krilatih (Syrphidae, Neuroptera, Apidae, Coccinellidae, Ichneumonidae, Braconidae, ipd.) in škodljivih žuželk (*Empoasca vitis*, *Scaphoideus titanus*) smo spremljali dvakrat mesečno v letu 2019 oziroma enkrat mesečno v letu 2020 z rumenimi lepljivimi ploščami (Trécé). Te smo nastavljali prav tako od aprila do trgatve. V času fenološke faze razvoja socvetij vinske trte BBCH (53-57) smo za ulov koristnih krilatih žuželk za 14 dni nastavili tudi rumene vodne pasti. Po vsakem pregledu smo zbrane vzorce ulovljenih členonožcev ustrezno označili in jih do analize shranili v 70 % etanol ali v 9 % alkoholni kis. V EKO in IPM vinogradu smo v letu 2019 ocenjevali vpliv posejane vrstno pestre mešanice posevka na parazitiranost in plenjenje jajčec križastega grozdnega sukača (*Lobesia botrana*) ter v letu 2020 na marmorirano smrdljivko (*Halyomorpha halys*). V ta namen smo znano število jajčec škodljivca za 2 do 3 dni izpostavljali naravni favni členonožcev. Analize so bile opravljene s programskim orodjem GraphPad Prism 5.00 (GraphPad Software, Inc., La Jolla, CA, ZDA).

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

V dveh letih (2019 in 2020) smo skupno pobrali 432 talnih pasti; 216 rumenih lepljivih plošč in 48 rumenih vodnih pasti.

Rezultati opazovanj plenjenja jajčec križastega grozdnega sukača na vinski trti v letu 2019 prikazujejo značilno večje plenjenje jajčec v obravnavanju, kjer smo v EKO vinogradu sejali posevek, v primerjavi z golimi tlemi v IPM vinogradu z integrirano pridelavo (slika 1, levo). Rezultati opazovanj plenjenja jajčec marmorirane smrdljivke na vinski trti pa v letu 2020 prikazujejo neznačilno večje plenjenje jajčec v obravnavanju, kjer smo v ekološkem vinogradu sejali prekrivni posevek, v primerjavi z ostalimi obravnavanji (slika 1, desno).

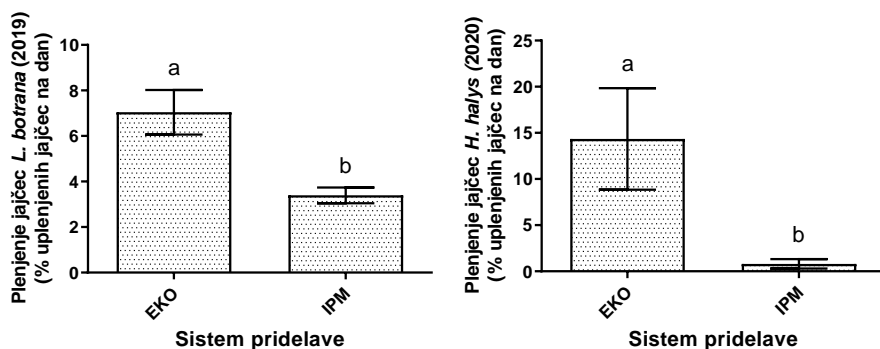


Slika 1: Plenjenje jajčec *L. botrana* (levo) in *H. halys* (desno) (% ± standardna napaka) po posameznih obravnavanjih v letih 2019 in 2020. Stolpci označeni z različnimi malimi črkami se statistično razlikujejo.

Glede na spodbudne rezultate plenjenja jajčec škodljivcev v vinogradih menimo, da posevek privablja in omogoča zatočišče koristnim organizmom, kar se odraža tudi v povečanem številu plenjenja jajčec v obravnavanjih s posevkom.

350

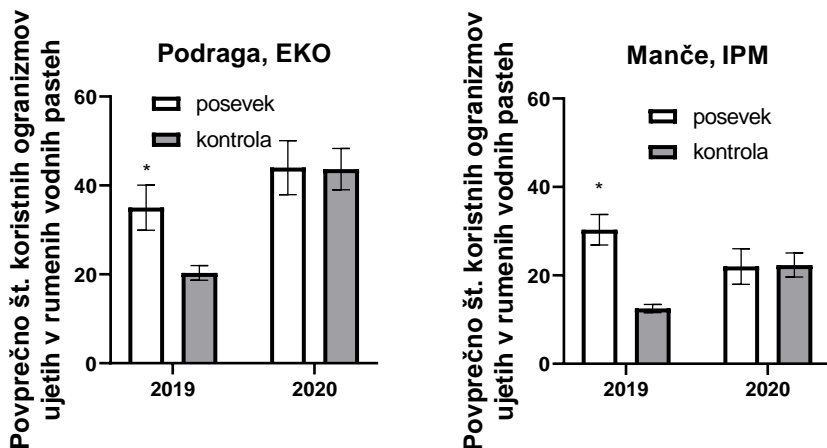
Rezultati opazovanj glede na način pridelave grozdja v letu 2019 (slika 2, levo) prikazujejo značilno večje plenjenje jajčec križastega grozdastega sukača v EKO vinogradu, v primerjavi z IPM vinogradom. Prav tako rezultati v letu 2020 prikazujejo značilno večje plenjenje jajčec marmorirane smrdljivke v EKO vinogradu, v primerjavi z IPM vinogradom (slika 2, desno).



Slika 2: Plenjenje jajčec *L. botrana* (levo) in *H. halys* (desno) (% ± standardna napaka) glede na sistem pridelave v letih 2019 in 2020. Stolpci označeni z različnimi malimi tiskanimi črkami se statistično razlikujejo.

V letu 2019 smo v obeh vinogradih, kjer smo sejali prekrivni posevek (EKO-Podraga in IPM-Manče), v rumenih vodnih pasteh zabeležili značilno večje ulove koristnih členonožcev v primerjavi s kontrolo. V letu 2020 pa se povprečno število koristnih

organizmov ujetih v rumenih vodnih pasteh med obravnavanji ne razlikuje, ne glede na način pridelave (EKO, IPM) (slika 3).

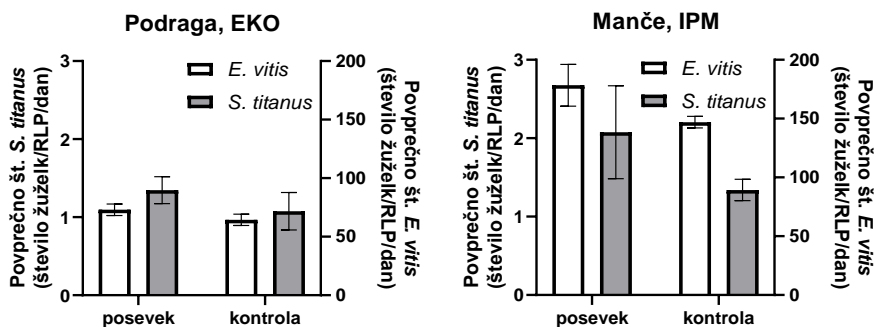


Slika 3: Povprečno število koristnih organizmov ujetih v rumenih vodnih pasteh v vinogradu EKO–Podraga (levo) in IVR–Manče (desno). Rezultati prikazujejo povprečje ± standardno napako.

351

Neznačilna razlika v povprečnem številu koristnih organizmov med obravnavanji v letu 2020 morda nakazuje na t.i. časovni 'spill-over' učinek prekrivnega posevka. Z drugimi besedami, morda smo s setvijo prekrivnega posevka na nivoju celega vinograda pozitivno vplivali na sestavo in številčnost koristnih organizmov, ki so se v drugem letu poskusa razmnožili in migrirali po celotnem vinogradu.

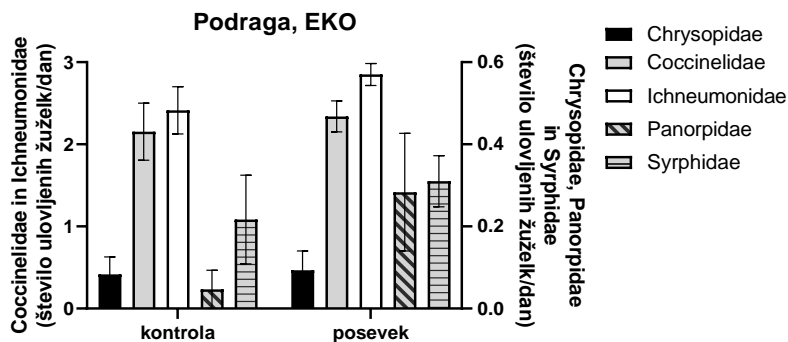
Rezultati povprečnega ulova ameriškega in zelenega škrtatka na rumene lepljive plošče v letih 2019 in 2020 prikazujejo neznačilno večje ulove škodljivih členonožcev v obravnavanju, kjer smo sejali prekrivni posevek (slika 4).



Slika 4: Povprečno število ulovljenih škodljivih škrtatkov na rumene lepljive plošče v vinogradu EKO–Podraga (levo) in IPM–Manče (desno). Rezultati prikazujejo povprečno število ulovljenih žuželk na rumeno lepljivo ploščo (RLP) na dan ± standardno napako.

Glede na nekoliko povečano številčnost ulova škodljivih žuželk na rumene lepljive plošče v obravnavanjih s posevkom, je ena od možnih razlag, da posevek poleg koristnih vrst privablja tudi nekatere škodljive žuželke, kot so škržatki.

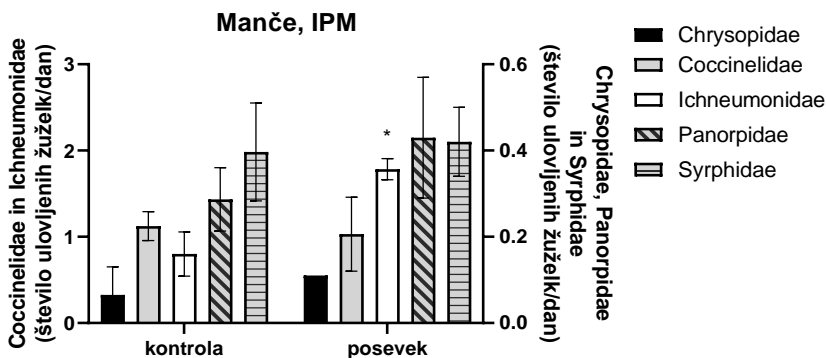
Povprečno število koristnih organizmov ulovljenih v rumene vodne pasti v vinogradu EKO-Podraga se ne razlikuje značilno med kontrolo in posevkom, čeprav smo zabeležili neznačilno večje ulove koristnih členonožcev, kot so najezdniki, škorpjonke in muhe trepetavke na površini s posevkom (slika 5).



352

Slika 5: Povprečno število ulovljenih koristnih členonožcev v rumene vodne pasti v vinogradu EKO–Podraga. Rezultati prikazujejo povprečno število ulovljenih žuželk v rumeno vodno past na dan ± standardno napako.

Povprečno število najezdnikov ulovljenih v rumene vodne pasti je bilo značilno višje v vinogradu IPM-Manče, kjer smo sejali prekrivni posevek v primerjavi s kontrolo. Opazili pa smo tudi neznačilen trend porasta tenčičaric in škorpjionskih muh na posevku, vendar bi za zanesljivejše sklepe morali opraviti več vzorčenj (slika 6).



Slika 6: Povprečno število ulovljenih koristnih členonožcev v rumene vodne pasti v vinogradu IVR–Manče. Rezultati prikazujejo povprečno število ulovljenih žuželk v rumeno vodno past na dan ± standardno napako.

V dveh letih smo s talnimi pastmi ujeli, preparirali in določili več kot 29 vrst hroščev, ki se lahko pojavljajo v vinogradih Zgornje Vipavske doline. Večina ulovljenih vrst hroščev je plenilcev. Jagodni semenar (*H. rufipes*), ki je bil pogosto zastopan in se prehranjuje s semeni, v vinogradih ne povzroča škode.

Preglednica 1: Seznam vrst hroščev ulovljenih v talne pasti v vinogradu EKO-Podraga in IPM-Manče na območju Zgornje Vipavske doline v letih 2019 in 2020.

| Družina | Rod / vrsta |
|---------------|--------------------------------------|
| Carabidae | <i>Abax carinatus</i> |
| Carabidae | <i>Abax parallelipedus</i> |
| Carabidae | <i>Amara Bonelli</i> |
| Carabidae | <i>Anchomenus dorsalis</i> |
| Carabidae | <i>Brachinus crepitans</i> |
| Carabidae | <i>Brachinus explodens</i> |
| Carabidae | <i>Calathus fuscipes</i> |
| Carabidae | <i>Carabus catenulatus</i> |
| Carabidae | <i>Carabus coriaceus</i> |
| Carabidae | <i>Carabus germari</i> |
| Carabidae | <i>Chlaenius nigricornis</i> |
| Carabidae | <i>Diachromus germanus</i> |
| Carabidae | <i>Parophonus mendax</i> |
| Carabidae | <i>Pterostichus melanarius</i> |
| Carabidae | <i>Pterostichus melas</i> |
| Carabidae | <i>Harpalus dimidiatus</i> |
| Carabidae | <i>Ophonus azureus</i> |
| Carabidae | <i>Zuphium olens</i> |
| Dermestidae | <i>Dermestes Linnaeus</i> |
| Lucanidae | <i>Dorcus parallelipedus</i> |
| Nitidulidae | <i>Eपुरaea Erichson</i> |
| Nitidulidae | <i>Glischrochilus quadrisignatus</i> |
| Carabidae | <i>Harpalus distinguendus</i> |
| Carabidae | <i>Harpalus rufipes</i> |
| Nitidulidae | <i>Stelidota geminata</i> |
| Nitidulidae | <i>Urophorus Murray</i> |
| Staphylinidae | <i>Paederus Fabricius</i> |
| Staphylinidae | <i>Ocypus olens</i> |
| Pyrochroidae | <i>Pyrochroa Geoffroy</i> |

Glede na spodbudne rezultate plenjenja jajčec škodljivcev v vinogradih s posevkom, ne glede na sistem pridelave grozdja, ter glede na večje ulove koristnih organizmov v rumene vodne pasti menimo, da posevek v medvrstnem prostoru vinograda privablja in omogoča življenjski prostor koristnim členonožcem. S setvijo prekrivnega posevka v IPM vinogradu se je celo povečalo število najezdnikov. Eden od razlogov je lahko tudi

vpliv travnika, ki je mejil na IPM-vinograd, saj so koristni organizmi hitreje in lažje prehajali na cvetoče rastline v posevku.

4 SKLEPI

Na podlagi naših rezultatov sklepamo, da vrstno pestri posevki v monokulturah, kot je vinograd, povečajo biotsko raznovrstnost in številčnost členonožcev v vinogradu, vendar ni nujno, da posevki neposredno vplivajo na naravno zatiranje nekaterih škodljivcev, kot se je izkazalo v naši raziskavi na primeru škržatkov.

5 ZAHVALA

Raziskava je bila opravljena v okviru Programa strokovnih nalog OVR KIS, ki ga financira MKGP, UVHVVR in v okviru projekta CORE Organic Cofund, BIOVINE ter programske skupine - Kmetijstvo naslednje generacije (ARRS P4-0431).

6 LITERATURA

- Altieri, M. A., 1999. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agriculture Ecosystems Environment*, 74, 1-3: 19-31.
- Altieri, M. A., Nicholls, C.I., Wilson, H., Miles, A. 2010. *Habitat Management in Vineyards: a growers manual for enhancing natural enemies of pests*. Laboratory of Agroecology/University of California, Berkeley, 1-21.
- Burgio, G., Marchesini, E., Reggiani, N., Montepaone, G., Schiatti, P., Sommaggio, D. 2016. Habitat management of organic vineyard in Northern Italy: The role of cover plants management on arthropod functional biodiversity. *Bull. Entomol. Res.* 106: 759-768.
- Colley, M. R., Luna, J. M. 2000. Relative Attractiveness of Potential Beneficial Insectary Plants to Aphidophagous Hoverflies (Diptera: Syrphidae). *Environ. Entomol.*, 29, 5: 1054-1059.
- Gurr, G. M., Wratten, S. D., Luna, J. M. 2003. Multi-function agricultural biodiversity: pest management and other benefits. *Basic and Applied Ecology*, 4, 2: 107-116.
- Hickman, J. M., Wratten, S. D. 1996. Use of *Phacelia tanacetifolia* Strips To Enhance Biological Control of Aphids by Overfly Larvae in Cereal Fields. *Journal of Economic Entomology*, 89, 4: 832-840.
- Hoffmann, C., Köckerling, J., Biancu, S., Gramm, T., Michl, G., Entling, M. H. 2017. Can flowering greencover crops promote biological control in German vineyards? *Insects*, 8: 1-16.
- Nicholls, C. I., Parrella, M. P., Altieri, M. A. 2000. Reducing the abundance of leafhoppers and thrips in a northern California organic vineyard through maintenance of full season floral diversity with summer cover crops. *Agric. For. Entomol.*, 2: 107-113.
- Olmstead, M. 2006. Cover crops as a floor management strategy for Pacific Northwest vineyards. *Washington State University Extension* 9: 1-11.
- Pétremand, G., Speight, M. C. D., Fleury, D., Castella, E., Delabays, N. 2017. Hoverfly diversity supported by vineyards and the importance of ground cover management. *Bull. Insectology*, 70: 147-155.
- Ranca, A., Fragniere, A. L., Ene, S. A., Modic, Š., Rossi, V., Caffi, T., Razinger, J., Rodrigo Santamalia, E., Wipf, D., Kehrl, P. 2022. Potential of cover crops to control arthropod pests in organic viticulture. *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Horticulture*, 79, 1: 41-46.
- Sommaggio, D., Peretti, E., Burgio, G. 2018. The effect of cover plants management on soil invertebrate fauna in vineyard in Northern Italy. *BioControl*, 63: 795-806.
- Thomson, L. J., Hoffmann, A. A. 2009. Vegetation increases the abundance of natural enemies in vineyards. *Biol. Control*, 49: 259-269.
- Winkler, K., Wäckers, F., Bukovinszkyne-Kiss, G., Van Lenteren, J. 2006. Sugar resources are vital for *Diadegma semiclausum* fecundity under field conditions. *Basic Appl. Ecol.*, 7: 133-140.

ZATIRANJE PLODOVE VINSKE MUŠICE (*Drosophila suzukii* Matsumura) NA VINSKI TRTI Z APLIKACIJO LOJEVCA

Andrej PAUŠIČ¹, Mario LEŠNIK²

^{1,2} Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede, Hoče

IZVLEČEK

V enoletnem poljskem poskusu smo preverili možnost zatiranja plodove vinske mušice na grozdju vinske trte sorte Zweigelt, z aplikacijo lojevca. Pripravek Invelop (85% talk; magnezijev silikat hidroksid, $Mg_3Si_4O_{10}[OH]_2$) smo nanegli v cono grozdja dvakrat (14. 8., 15 kg/ha in 29. 8., 25 kg/ha). Analizirali smo stopnjo napada ličink na jagodah, količino pridelka in pojav bolezni (*Botrytis cynerea* in *Acetobacterium* sp.). Učinkovitost (% Abbott) dveh aplikacij za zmanjšanje napada je bila 60 %. Izguba pridelka, povzročena od mušice, sive plesni (*B. cynerea*) in očetnega cika (*Acetobacterium* sp.) je pri netretirani kontroli znašala 22 % in pri tretiranem obravnavanju 13,5 %. Glede na razliko v višini izgube je uporaba pripravka Invelop pri občutljivi sorti trte ekonomsko smiselna.

355

Ključne besede: vinska trta, vinska plodova mušica, zatiranje, lojavec

ABSTRACT

CONTROLLING OF SPOTTED WING DROSOPHILA (*Drosophila suzukii* Matsumura) ON GRAPEVINE WITH THE APPLICATON OF TALC

In a one-year field experiment, we analyzed the possibility of controlling the spotted wing drosophila on grapes of the Zweigelt variety with the application of talc clay mineral. Preparation Invelop (85% talc; magnesium silicate hydroxide, $Mg_3Si_4O_{10}[OH]_2$) was applied to the grape cluster zone twice (14. 8., 15 kg/ha and 29. 8., 25 kg/ha). The larval attack rate on berries was analyzed, grape yield, and disease incidence (*Botrytis cynerea* and *Acetobacterium* sp.) The efficiency (% Abbot) of the two applications to reduce the attack rate from larvae was 60%. In the untreated control, yield loss amounted to 22%, and in the treated grape plots, 13.5%. Given the difference in the amount of yield loss, the use of preparation Invelop in a susceptible vine variety certainly is economically feasible.

Key words: grapevine, spotted wing drosophila, suppression, talc clay

¹ viš. pred., dr., Pivola 10, SI-2311 Hoče, e-pošta: andrej.pausic@um.si

² prof. dr., prav tam

1 UVOD

Plodova vinska mušica (*Drosophila suzukii* Matsumura) je polifagna, tujerodna vrsta iz družine Drosophilidae, ki je v zadnjem desetletju postala pomemben škodljivec mnogih gojenih rastlinskih vrst v Sloveniji. Na večini rastlinskih vrst mušice ne moremo zatreti dovolj uspešno zgolj s posamičnimi nanosi insekticidov, ker ima skozi rastno dobo veliko rodov in ker je zelo migratorna med gojenimi rastlinami in številnimi drugimi gostitelji v naravi (Mazzetto s sod., 2020). Velika škoda se pojavi tudi na grozdju, kjer se primarni škodi od prehranjevanja ličink pridruži še škoda od pojava glivičnih (npr. *Botrytis* sp.) in bakterijskih gnilob (npr. *Acetobacter* sp.) (Rombaut s sod., 2017; Hall s sod., 2018). Plodova vinska mušica velja za lokalno pomembnega škodljivca trte, še posebno pri sortah s temno obarvanimi jagodami (Ioriatti s sod., 2015). Poleg uporabe standardnih insekticidov imajo vinogradniki v preskušanju številne alternativne pripravke. Kot ena od možnosti za zmanjšanje napada na grozdju se kaže uporaba različnih mineralov glin, ki delujejo odvrtačno in odvrnejo mušice od odlaganja jajčec (Linder s sod., 2020). Gline je možno uporabiti tudi za zatiranje nekaterih drugih škodljivcev trte (Tacoli s sod., 2017) in tako lahko ob eni aplikaciji glin zatiramo več škodljivcev hkrati. V praktičnem poskusu smo želeli preveriti stopnjo učinkovitosti pripravka na podlagi mineralov glin za zmanjšanje napada od plodove vinske mušice na grozdju.

356

2 MATERIAL IN METODE DE LA

2.1 Lokacija in zasnova poskusa

Poskus je bil izveden v vinogradu vinogradniške kmetije Bračko, na lokaciji Hlapje (46°38'32.86"N, 15°44'22.79"E). Namen poskusa je bil ugotoviti, ali škropljenje grozdja z repelentom Invelop (85 % magnezijev silikat hidroksid, $Mg_3Si_4O_{10}[OH]_2$) zmanjša napad grozdja od plodove vinske mušice (*Drosophila suzukii*). Poskus je bil izveden v 15 let starem nasadu trte sorte Zweigelt, požlahtnjene na podlagi Kober 5BB. Razdalja sajenja je bila 1,0 x 2,2 m. Za izračun pridelka smo upoštevali 3950 trt na hektar, čeprav jih je bilo nekaj več. Sistem vzdrževanja je standardni integrirani sistem z mulčenjem v medvrstnem prostoru in z uporabo herbicidov pod trtami v vrsti. Gojitvena oblika je bila enokraki Guyot (reznik / šparon z 8-12 očesi). Nasad je bil v neposredni bližini gozda, kar je večji del rastne dobe vplivalo na nekoliko višjo relativno zračno vlago kot je v okoliških vinogradih. V nasadu niso uporabljali insekticidov in ne fungicidov za zatiranje sive plesni.

Imeli smo dve obravnavaji; trte brez nanosa pripravka Invelop in trte, kjer smo pripravek nanесли dvakrat v obdobju pred obiranjem (prva uporaba 14. 8., v odmerku 15 kg/ha v cono grozdja (BBCH 84-85) in druga uporaba 29. 8., v odmerku 25 kg/ha v cono grozdja (BBCH 85-86)).

Poskus je bil zasnovan v naključnih skupinah s parcelicami (30 m x 2,2 m = ≈ 65 m²) v 4 ponovitvah. Za analizo značilnosti razlik med obravnavanjema je bila izvedena standardna analiza variance in testiranje povprečij z uporabo Tukey HSD testa pri $P < 0,05$.

Pripravek Invelop je bil na trto nanesen z zelo natančnim škropljenjem z nahrbtno tlačno škropilnico, pri porabi vode 500 l/ha (na cono grozdja). Preračunano na celotno steno smo porabili približno 1100 l brozge na hektar. Nanos je bil izveden samo v cono grozdja v pasu širokem 0,50 m. Škropilo se je dvostransko. Grozdje je bilo popolnoma omočeno, brozga je delno zatekla tudi v notranjost grozdov. Zbitost grozdov je bila srednja do precejšnja. Na meteorološki postaji smo preverili količino padavin po aplikaciji pripravka. V obdobju med prvo in drugo aplikacijo je padlo 12,2 mm dežja in v obdobju od druge aplikacije do trgatve 133,2 mm dežja. Obloga lojevca se je obdržala vse do trgatve, dež je do trgatve ni mogel popolnoma izprati.

2.2 Izvedba ocenjevanja stopnje napada od ličink plodove vinske mušice in pojava gnilob grozdja

Stopnjo napada od plodove vinske mušice smo analizirali tako, da smo izvedli natančne preglede 150 naključno izbranih grozdov na vsaki parcelici. Grozd smo pregledali iz vseh strani in iskali jagode s spremembami, ki se pojavijo ob napadu plodove vinske mušice. Te spremembe so: luknja v kožici, izcejanje soka, padec turgorja, sprememba tona modre barve v roza barvo in podobno. Na začetku smo za trening določeno število jagod tudi odprli in poiskali ličinke. Vsak naključno izbran grozd smo natančno pregledali z vseh strani. Za vsak analizirani grozd smo pridobili podatek o številu napadenih jagod glede na našete zunanje znake. Pri večjem številu grozdov smo analizirali število jagod v grozdu in ugotovili, da imajo grozdi povprečno 90 jagod. Potem smo delež (%) napadnih jagod izračunali tako, da smo število napadenih jagod na grozd podelili s celotnim številom jagod v analiziranih 150 grozdih. Zgled: v 150 grozdih smo našli 170 napadenih jagod. Stopnja napada (%) znaša $((170 / (150 * 90)) * 100) = 1,25 \%$. S takšnim nedestruktivnim poenostavljenim pristopom smo omogočili, da ocenjevanje ni vplivalo na razvoj škodljivca in bolezni.

Stopnja okužbe jagod z glivami in bakterijami (*Botrytis*, *Acetobacter*) je bila ocenjena po standardni vizualni metodi z opazovanjem napadene površine grozdja (EPPO metodologija). Ocetnega cika in sive plesni nismo ločevali med seboj. Na vsaki parcelici smo analizirali 150 naključno izbranih grozdov. Izračun učinkovitosti (UČ) škropljenja s pripravkom Invelop (stopnje zmanjšanja okužb zaradi dodajanja repelenta), je bil izveden po standardni Abbottovi formuli, ki upošteva razmerje med stopnjo okužbe pri škropljenih in neškropljenih parcelicah. $UČ \text{ (Abbott \%)} = 100 \times ((\text{stopnja okužbe kontrola} - \text{stopnja okužbe škropljeno}) / \text{stopnja okužbe kontrola})$.

Ocenjevanje se je izvajalo neposredno v vinogradu. Grozdja s trt nismo odstranjevali. V času trgatve smo grozdje potrgali in pri vsaki trti stehali zdravo grozdje, okuženo grozdje in uvelo grozdje.

3 REZULTATI IN DISKUSIJA

Rastna doba 2019 se je začela s hladnim in bolj deževnim majem. Poletje je bilo srednje toplo in ugodno za razvoj trte. Avgust in september sta bila srednje ugodna za razvoj gnilob grozdja, tako sive plesni, kot ocetnega cika (kvasovke in bakterije). Pokanja jagod zaradi izmenjave daljših sušnih in deževnih obdobij ni bilo. Plodovo vinsko mušico smo lovili na standardne vabe rdeče barve s tekočino za privabljanje mušic. Do 10. avgusta ulova praktično ni bilo, šele v sredini avgusta so se začeli prvi večji ulovi. Do sredine avgusta tudi ni bilo vidnih poškodb na grozdju. Temperature v avgustu in v

septembru so bile ugodne za razvoj plodove vinske mušice. Zadnje tri tedne pred trgatvijo razmere za razvoj gnilob niso bile posebno ugodne, ker smo že imeli znižane temperature in padavin ni bilo toliko, da bi imeli hiter razvoj gnilob. To je vplivalo, da je bila škoda od gnilob manjša, kot bi bila sicer ob bolj obilnih padavinah.

3.1 Analiza stopnje napada in pojava grozdne gnilobe

Tako pri prvem, kot pri drugem obdobju ocenjevanja stopnje napada smo ugotovili, da ima pripravek Invelop statistično značilno repelentno delovanje. Učinkovitost (% Abbott) za zmanjšanje deleža od ličink napadenih jagod se je gibala med 55 in 60 %. Stopnja napada je sicer bila nizka, a kljub temu ocenjujemo, da bi učinkovitost bila vsaj 50 % tudi pri nekaj večjem napadu. Seveda bi pri večjem napadu bila smiselna še kakšna dodatna aplikacija pripravka.

Preglednica 1: Stopnja napada jagod (% napadenih jagod od ličink) in stopnja okužbe od sive plesni (*Botrytis* sp.) in povzročiteljev kisle gnilobe - cika (*Acetobacter* sp.).

| | Prva ocena 29. 8. 2019 (%) | Učinkovitost Abbot (%) | Druga ocena 3. 10. 2019 (%) | Učinkovitost Abbot (%) | Ocena stopnje napada <i>Botrytis</i> + <i>Acetobacter</i> (% napadenih jagod) 3.10.2019 |
|------------|----------------------------------|---------------------------|-----------------------------------|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kontrola | 1,01 a | | 3,54 a | | 4,64 a |
| Invelop 2x | 0,41 b | 59,0 % | 1,46 b | 58,7 % | 1,47 b (68 % Abbot) |

* Povprečja označena z enako črko znotraj enega obdobja ocenjevanja se ne razlikujejo med seboj statistično značilno glede na rezultate Tukey-evega testa ($P < 0,05$).

Podoben rezultat, kot pri ocenjevanju neposrednega napada plodove vinske mušice, smo dobili tudi pri ocenjevanju okužbe od sive plesni in pri kisli gnilobi. Aplikacija pripravka Invelop je značilno znižala stopnjo gnitja grozdja. Učinkovitost je znašala 68 %. Raziskovalci v Švici so ob uporabi 24 kg kaolina na hektar v cono grozdja pri porabi vode približno 1200 l/ha dosegli še nekaj višjo učinkovitost v pogledu zmanjšanja odlaganja jajčec, tudi prek 85 % (Linder s sod., 2020). Po njihovi oceni uporaba 2 % škropilne brozge 2 do 3 x v rastni dobi v času največjega odlaganja jajčec omogoča doseganje zelo visoke učinkovitosti, skoraj primerljive tisti pri uporabi klasičnih FFS. Švicarski raziskovalci so analizirali tudi vnos aluminija v vinograd in v grozdje. Pri treh uporabah 2 % škropilne brozge ne povzročimo nesprijemljivega vnosa aluminija v vinograd in tudi v vino ne. Vino vsebuje Al v koncentracijah daleč pod MRL vrednostjo. Pripravek Invelop vsebuje zelo majhne količine aluminija (glej formulo za lojevec – talk $Mg_3Si_4O_{10}[OH]_2$). Iz formule za klasični kaolin se vidi, da vsebuje aluminij ($Al_2Si_2O_5[OH]_4$). V pogledu majhne vsebnosti Al ima lojevec prednost pred običajnim kaolinom. Drugače pa sta po učinku na plodovo vinsko mušico glini med seboj primerljivi.

3.2 Analiza količine in kakovosti pridelka

Preglednica 2 prikazuje podatke o količini in kakovosti pridelka. Aplikacija pripravka Invelop je značilno znižala pojav gnilobe in povečala delež zdravega grozdja. Tako smo pri kontroli zaradi sive plesni in cika izgubili 22,89 % pridelka (= 6463 kg/ha) in na tretiranih parcelah 13,54 % pridelka (= 3646 kg/ha). Razlika med višino prihodka pri tretiranih in netretiranih parcelah je znašala 1788 €/ha in je bila statistično značilna. Če bi upoštevali, da je cena grozdja 0,5 €/kg, potem je aplikacija pripravka Invelop omogočila povečanje prihodka za 1788 €/ha. Pri tolikšnem povečanju prihodka gospodarnost uporabe pripravka ni vprašljiva. Če bi imeli večjo stopnjo napada in tudi, če bi bil pridelek nekaj manjši, bi bila uporaba pripravka ekonomsko gotovo smiselna.

Preglednica 2: Podatki o pridelku in kakovosti pridelka. Za ekonomski izračun smo upoštevali ceno grozdja 0,5 €/kg.

| ANALIZIRANI PARAMETRI: Trgatev 8. 10. 2019 | Kontrola | Prapravek Invelop 2 x aplikacija letno |
|---------------------------------------------------------------------------|---------------|-------------------------------------------|
| Masa grozdja na trto skupaj v kg | 6,956 a | 6,908 a |
| Skupni pridelek v kg na ha | 27128 a | 26944 a |
| Masa zdravega grozdja na trto v kg | 3,029 b | 3,946 a |
| Masa zdravega pridelka kg na hektar | 11816 b | 15393 a |
| Masa uvelega grozdja na trto v kg | 2,269 a | 2,027 a |
| Masa uvelega pridelka kg na hektar | 8849 a | 7904 a |
| Masa okuženega grozdja na trto v kg | 1,657 a | 0,935 b |
| Masa okuženega grozdja kg na hektar | 6463 a | 3646 b |
| Delež zdravo grozdje (%) | 44,32 % b | 57,63 % a |
| Delež uvelo grozdje (%) | 32,79 % a | 28,83 % a |
| Delež okuženo grozdje (%) | 22,89 % a | 13,54 % b |
| Vrednost zdravega grozdja €/ha | 5907 b | 7696 a |
| Izguba uvelo grozdje €/ha | 4424 a | 3952 a |
| Izguba okuženo grozdje €/ha | 3231 a | 1823 b |
| Razlika v vrednosti pridelka: 7696 €/ha - 5907 €/ha = 1788 €/ha | | |

* Povprečja označena z enako črko znotraj posameznega parametra se ne razlikujejo med seboj statistično značilno glede na rezultate Tukey-evega testa ($P < 0,05$).

Preglednica 3: Podatki o doseženi sladkorni stopnji in o vsebnosti skupnih titracijskih kislin.

| Trgatev 8. 10. 2019 | Kontrola | Invelop 2 X |
|-------------------------------|----------|-------------|
| Sladkorna stopnja °Oe | 80,1 a | 80,5 a |
| Vsebnost skupnih kislin (g/l) | 6,50 a | 6,20 a |

* Povprečja označena z enako črko pri posameznem parametru se ne razlikujejo med seboj statistično značilno glede na rezultate Tukey-evega testa ($P < 0,05$).

Podatki glede vsebnosti sladkorja (skupnih suhih topnih snovi) in skupnih titracijskih kislin kažejo, da aplikacija pripravka Invelop ni imela vpliva na osnovne parametre mošta. To je bilo pričakovano, saj pripravek nima vpliva na fotosintetsko aktivnost listja, če je apliciran zgolj v cono grozdja. Teoretično bi pripravek morda lahko vplival na vsebnost kisline v moštu, a to pri običajnem stisku in pripravi mošta brez maceracije po naši oceni ni za pričakovati. Glede na rezultate raziskave, izvedene v Švici, ni za pričakovati, da bi standardni odmerki kaolinitnih glin vplivali na senzorične lastnosti

vina (Linder s sod., 2020). Po podatkih Conibertija s sod. (2013) pa ima lahko aplikacija velike količine gline manjši merljiv vpliv na senzorične lastnosti vina.

4 SKLEPI

V rastni dobi 2019 smo na sorti Zweigelt ugotovili zmeren napad plodove vinske mušice. Aplikacija pripravka Invelop dvakrat v avgustu, ko se začne obdobje glavnega napada škodljivca, ima merljivi repelentni učinek. Stopnja napada se lahko zmanjša za približno 50 %, kar se značilno odrazi v količini pridelka oziroma v obsegu izgub zaradi sive plesni in očetnega cika, bolezni, ki sta neposredno povezani z napadom plodove vinske mušice. Ocenjujemo, da se aplikacija pripravka ekonomsko izplača, tudi če bi imeli bistveno manjše pridelke na hektar, kot smo jih dosegli v našem poskusu. V našem primeru smo pri pridelku zdravega grozdja malo nad 15 ton na hektar z aplikacijo pripravka ustvarili povečanje prihodka za več kot 1700 evrov na ha (če upoštevamo ceno grozdja 0,5 €/kg). Tolikšno povečanje prihodka lahko pokrije še kakšno dodatno aplikacijo gline, če bi bil napad škodljivca še močnejši. Izpostaviti je potrebno tudi dejstvo, da lojavec praktično vsebuje zelo malo aluminija in ima zelo nizko vsebnost prašnega silicijevega oksida. Zaradi tega je pripravek Invelop ustrezen za sodobno varstvo, kjer se omejuje vnos težkih kovin in skrbimo tudi za zmanjšanje dihalne izpostavljenosti delavcev, ki v vinogradih izvajajo zelena dela. To je lahko pomembna prednost proti nekaterim, po namenu uporabe sorodnim pripravkom (npr. kaolinitne glive z večjo vsebnostjo aluminija).

360

5 ZAHVALA

Vinogradništvu Bračko se zahvaljujemo, da so nam dali na razpolago vinograd za izvedbo raziskave. Podjetju Metrob d.o.o. se zahvaljujemo za sofinanciranje raziskave.

6 LITERATURA

- Coniberti, A., Ferrari, V., Dellacassa, E., Boido, E., Carrau, F., Gepp, V., Disegna, E. 2013. Kaolin over sun-exposed fruit affects berry temperature, must composition and wine sensory attributes of Sauvignon Blanc. *European Journal of Agronomy*, 50: 75-81.
- Hall, M. E., Loeb, G. M., Cadle-Davidson, L., Evans, K. J., Wilcox, W. F. 2018. Grape Sour Rot: A Four-Way Interaction Involving the Host, Yeast, Acetic Acid Bacteria, and Insects. *Phytopathology*, 108, 12: 1429-1442.
- Ioriatti, C., Walton, V., Dalton, D., Anfora, G., Grassi, A., Maistri, S., Mazzoni, V. 2015. *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) and its potential impact to wine grapes during harvest in two cool climate wine grape production regions. *Journal of Economic Entomology*, 108, 1148-1155.
- Linder, C., Rösti, J., Lorenzini, F., Deneul, P., Badertscher, R., Kehrli, P. 2020. Efficacy of kaolin treatments against *Drosophila suzukii* and their impact on the composition and taste of processed wines. *Vitis*, 59: 49-52.
- Mazzetto, F., Lessio, F., Giacosa, S., Rolle, L., Alma, A. 2020. Relationships between *Drosophila suzukii* and grapevine in North-western Italy: seasonal presence and cultivar susceptibility. *Bulletin of Insectology*, 73, 1: 29-38.
- Rombaut, A., Guilhot, R., Xuéreb, A., Benoit, L., Chapuis, M. P., Gibert, P., Fellous, S. 2017. Invasive *Drosophila suzukii* facilitates *Drosophila melanogaster* infestation and sour rot outbreaks in the vineyards. *Royal Society Open Science*. DOI: 10.1098/rsos.17011.
- Tacoli, F., Pavan, F., Carnagus, E., Tilatti, E., Pozzebon, A., Zandigiacomo, P. 2017. Efficacy and mode of action of kaolin in the control of *Empoasca vitis* and *Zygina rhamni* (Hemiptera: Cicadellidae) in vineyards. *Journal of Economic Entomology*, 110: 1164-1178.

PRIMERJAVA UČINKOVITOSTI KEMIČNIH IN ALTERNATIVNIH METOD ZATIRANJA PLEVELOV V VINOGRADU

Andrej PAUŠIČ¹, Mario LEŠNIK², Marjan SIRK³, Andreja URBANEK-KRAJNC⁴,
Danijela KOS⁵, Peter BERK⁶

¹⁻⁶ Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede, Hoče

IZVLEČEK

V vinogradu na lokaciji Polički vrh v okolici Jarenine je bila v okviru projektov EIP in CRP izvedena dveletna demonstracija kemičnih in mehanskih metod zatiranja plevelov v 0,5 m širokem pasu pod trtami. Analizirali smo učinkovitost zatiranja in vpliv uspešnosti zatiranja plevelov na pridelek vinske trte. Kemično zatiranje smo izvedli z uporabo herbicida glifosat (GL) (standard), pelargonske kisline (PK), oetne kisline (OK) in eteričnega olja agrumov (EO). Mehansko zatiranje smo izvedli z uporabo priključnih orodij znamke Braun; rotirajoče motike (RM), spodrezovalnika (SP) in pletvenika (PL). Ocenjevali smo tudi obravnavanje, kjer smo plevela trikrat letno zatirali z ognjem (OG). V obeh letih so bila obravnavanja glede na višino pridelka grozdja dokaj enakovredna, razlike med njimi pa so bile v obsegu med 300 do 1000 kg/ha večinoma statistično neznačilne. V rastni dobi 2020 so bili stroški izvedbe alternativnih metod pri PK 7,50x, pri OK 3,33x, pri EO 4,67x, pri OG 5,50x, pri RM 2,08x, pri SP 2,33x in pri PL 1,92x višji kot stroški zatiranja z uporabo herbicida glifosat. V rastni dobi 2021 so bili stroški izvedbe alternativnih metod pri PK 6,93x, pri OK 4,51x, pri EO 4,01x, pri OG 3,14x, pri RM 1,53x, pri SP 1,72x in pri PL 1,81x višji kot stroški zatiranja z uporabo herbicida glifosat. Z uporabo alternativnih metod ni možno doseči finančne učinkovitosti, kot jo lahko dosežemo pri uporabi herbicida glifosat dvakrat letno.

Ključne besede: vinograd, zatiranje plevelov, herbicidi, orodja, pridelek, stroški

ABSTRACT

COMPARISON OF THE EFFECTIVENESS OF CHEMICAL AND ALTERNATIVE METHODS OF WEED CONTROL IN THE VINEYARD

As part of the EIP and CRP project, a two-year demonstration of chemical and mechanical weed control methods in a 0.5 m wide strip under vines was carried out in a

¹ viš. pred. dr., Pivola 10, SI-2311 Hoče, e-pošta: andrej.pausic@um.si

² prof. dr., prav tam

³ mag. kmet., prav tam

⁴ izr. prof., prav tam

⁵ študent

⁶ doc .dr., prav tam

vineyard at the Polički vrh location, in the vicinity of Jarenina. We analyzed the effectiveness of control and the impact of weed control on the yield of vines. Chemical control was performed using the herbicides glyphosate (GL)(standard), pelargonic acid (PK), acetic acid (OK), and citrus essential oil (EO). Mechanical weeding was performed using Braun attachment tools; rotating hoe (RM), undercutter (SP), and flail weeder (PL). We also included a treatment, where weeds were controlled three times a year with fire (OG). In both seasons, the treatments were fairly equal in terms of grape yield; the differences between them ranged from 300 to 1000 kg/ha, mostly statistically insignificant. In the 2020 season, the costs of implementing alternative methods were for PK 7.50x, for OK 3.33x, for EO 4.67x, for OG 5.50x, for RM 2.08x, for SP 2.33x and for PL 1.92x higher than the cost of control using the herbicide glyphosate. In the 2021 season, the costs of performing alternative methods for PK 6.93x, for OK 4.51x, for EO 4.01x, for OG 3.14x, for RM 1.53x, for SP 1.72x and for PL 1.81x higher than the cost of control using the herbicide glyphosate. By implementation of alternative methods, it is not possible to achieve financial efficiency comparable to one, accomplished with the use of the herbicide glyphosate twice a year.

Key words: vineyard, weed control, herbicides, tools, yield, costs

1 UVOD

362

Zatiranje plevelov je eno od osnovnih opravil pri gojenju vinske trte. V zadnjih letih intenzivno iščemo alternativne načine obvladovanja plevelov iz številnih vzrokov, kot so: prepovedi rabe nekaterih herbicidov, negativni učinki herbicidov na okolje, zmanjševanje rodovitnosti tal, povečevanja erozijskih procesov, prilagoditve marketinških konceptov pri trženju vina, potrebe po zmanjšanju porabljene energije in drugih. Znani alternativni pristopi so: uporaba biotičnih herbicidov, mehansko zatiranje, fizikalno zatiranje (ogenj in para) in različni sistemi zastirk (Steinkellner, 2019). V Sloveniji primanjkuje podatkov o stroških izvedbe alternativnih metod zatiranja plevelov v vinogradih, o učinkovitosti, porabi energije in o učinkih na tla (Paušič in sod., 2021). Za pridobitev nekaterih podatkov smo izvedli praktični demonstracijski poskus v vinogradu, kjer smo primerjali mehanično zatiranje, uporabo ognja, uporabo nekaterih alternativnih herbicidov in standardno uporabo herbicida glifosat dvakrat letno.

2 MATERIAL IN METODE DELA

2.1 Lokacija in značilnosti poskusnega vinograda ter poskusna zasnova

Poskus smo v letih 2020 in 2021 izvedli v vinogradu v lasti podjetja Dveri-Pax d.o.o. na lokaciji Polički vrh pri Jarenini. Vinograd sorte Sauvignon je bil v letu 2021 star 21 let. Gojitvena oblika je bila enojni guyot. Trte so bile sajene na razdalji 2,3 x 0,8 m. Vinograd je bil vzdrževan po konceptu integrirane pridelave. Pod trtami so dvakrat letno uporabljali herbicide (glifosat z dodatki), medvrstni prostor so vsaj trikrat letno mulčili. Poskus je bil zasnovan kot poskus z majhnimi parcelicami, delno naključno porazdeljenimi v pasovih, po vrstah vinske trte v 4. ponovitvah. Parcelice so bile velike med 5 do 30 m², odvisno od tega, ali je bilo zatiranje izvedeno strojno ali pa ročno.

2.2 Podatki o izvedbi zatiralnih ukrepov

Plevele smo zatirali v 0,5 m širokem pasu pod trtami. V 2020 smo imeli naslednja poskusna obravnavanja: V1); uporaba herbicida glifosat dvakrat letno (5.5. in 28.7.); V2) uporaba pelargonske kisline trikrat letno (5.5., 29.5. in 28.7.); V3) uporaba očetne kisline trikrat letno (5.5., 29.5. in 28.7.); V4) uporaba olja agrumov trikrat letno (5.5., 29.5. in 28.7.); V5) zatiranje z ognjem ročno trikrat letno (5.5., 29.5. in 28.7.); V8) uporaba rotirajoče motike Braun rollhacke strojno 3x letno (24.4., 30.6. in 26.8.); V9) uporaba spodrezovalnika Braun Löffelschar-Unterstockräumer strojno 3x letno (24.4., 30.6. in 26.8.); V10) uporaba pletvenika Braun Rebstammputzer strojno 3x letno (24.4., 30.6. in 26.8.). Ogled orodij je možen na spletni strani <https://braun-maschinenbau.info/unsere-produkte/>. Imeli smo tudi dve vrsti kontrolnih obravnavanj, parcele brez zatiranja plevelov (V6) in parcele, kjer smo plevele vse leto zatirali ročno, da ni bilo plevelov (V7). Razlika v izvedbi med letoma 2020 in 2021 je bila pri obravnavanjih V8, V9 in V10, kjer nismo izvedli treh prehodov s stroji, temveč le dva. Pri V8, V9 in V10 je bil prehod 24.6. in 18.8. Pri drugem prehodu smo pri teh obravnavanjih izvedli ročno košnjo s kosilnico na nitko. Tako je bila v 2021 intenziteta zatiranja plevelov manjša kot v sezoni 2020. Pri obravnavanjih V2, V3, V4 in V5 smo imeli tri aplikacije (26.5., 8.7. in 18.8.). Glifosat smo aplicirali 26. 5. in 18.8.

2.3 Ovrednotenje stroškov zatiranja

363

Pri pripravkih in plinu smo upoštevali maloprodajne cene, ki smo jih dobili na nekaterih zadrugah za veliko embalažo. Cene strojnih ur smo izračunali po preprostem konceptu, ki ga ima svetovalna služba in upošteva nabavno ceno v letu 2020, amortizacijsko dobo 10 let, hkratio izvajanje dela v dveh vrstah pri delovnih hitrostih, ki jih predpisujejo proizvajalci opreme, raba traktorja 4x4 55 kW je vsaj 600 ur letno in raba priključka vsaj 150 ur letno. Upoštevali smo približno 15 % dodatnih variabilnih vzdrževalnih stroškov in stroškov porabe goriva.

Strošek strojnika je bil 9 €/h. Pri uporabi ročne kosilnice na nit in ročnega ožiganja plevelov, smo v kalkulaciji upoštevali, kot da je bilo delo izvedeno strojno. Pri herbicidih smo v letu 2020 upoštevali enake cene kot v letu 2021. Trenutnega občutnega zviševanja cen v izračune stroškov nismo vnesli. Če bi v kalkulacijo vnesli cene iz marca 2022, bi bil komentar rezultatov precej drugačen. Odločili smo se, da komentar pripravimo glede na cene iz let, ko je bil poskus izveden. Metodološke podrobnosti niso predstavljene je pa uporabljena metodologija skladna s pravilnikom o seznamu kmetijske in gozdarske mehanizacije ter katalogu stroškov kmetijske in gozdarske mehanizacije (Uradni list RS, št. [7/16](#), [31/19](#) in [157/21](#)). Glej tudi Dolenšek (2008). Stroški so predstavljeni v preglednicah 1 in 2.

2.4 Analiza količine in kakovosti pridelka in učinkovitosti zatiralnih metod

Neposredni podatki o učinkovitosti zatiranja posameznih plevelnih vrst niso predstavljeni. Poskus je analiziran tudi v okviru diplomskih del, v katerih bodo predstavljeni tudi bolj natančni podatki o učinkovitosti zatiranja posameznih plevelnih vrst. Po vsakem zatiranju smo navadno v 5 tednih izvedli vizualno oceno stopnje učinkovitosti izraženo v %. Izvedli smo klasično vizualno bonitiranje zelene gmote plevelov in stopnje poškodovanosti njihovih organov. V tem prispevku smo podali oceno za rang učinkovitosti za zatiranje plevelov, ki so v rastlinski združbi zavzeli največjo

gmoto. Jeseni smo z določenega števila trt pobrali grozdje in ga stehali. V laboratoriju KGZS Maribor so naredili analizo topne suhe snovi (TSS) in skupnih titracijskih kislin (STK). Izvedli smo tudi izračun tržne vrednosti grozdja in višine izgube pridelka zaradi tekmovanja s pleveli. Zatiranje bolezni in škodljivcev je bilo zelo temeljito tako, da ti praktično niso vplivali na višino pridelka.

Preglednica 1: Stroški pripravkov.

| Pripravek: TP – tretirane površine | Odmerek na ha TP | Odmerek na ha (20 % površine) | Strošek za 1l, 1kg | Strošek za en nanos na ha |
|----------------------------------------------|---------------------|-------------------------------------|-----------------------|---------------------------------|
| Sezona 2020 in 2021 | | | | |
| Tajfun 360 (36 % glifosat – izopropil amino) | 6 l/ha | 1,2 l/ha | 4,9 €/l | 5,88 €/ha |
| Beloukha (68 % pelargonska kislina) | 30 l/ha | 6 l/ha | 19,0 €/l | 114 €/ha |
| Ocetna kislina Agronet (80 % očetna kislina) | 100 l/ha | 20 l/ha | 3,8 €/l | 76 €/ha |
| Oranol (95 % olje agrumov) | 30 l/ha | 6 l/ha | 11,0 €/l | 66,0 €/ha |
| Plin butan / propan 10 kg jeklenka | 60 kg/ha | 12 kg/ha | 1,95 €/kg | 23,4 €/ha |

Preglednica 2: Podatki o ceni izvedbe delovne ure različnih postopkov (živo in strojno delo skupaj).

| Strojno opravilo: DV – dvoredna izvedba EN – enoredna izvedba | Strošek €/h | | Poraba časa v h/ha | | Strošek za en prehod na ha | |
|---------------------------------------------------------------------|-------------|-------|-----------------------|------|-------------------------------|-------|
| | 2020 | 2021 | 2020 | 2021 | 2020 | 2021 |
| Izvedba aplikacije herbicidov samostojno DV | 33,50 | | 0,80 | | 26,80 | |
| Izvedba aplikacije herbicidov ob mulčenju DV | | 18,8 | | 0,80 | | 15,04 |
| Izvedba ožiganja z ožigalnikom samostojno DV | 52,50 | | 1,70 | | 89,20 | |
| Izvedba ožiganja z dvostranskim ožigalnikom na mulčerju DV | | 25,00 | | 1,60 | | 40,00 |
| Uporaba pletvenika na mulčerju DV | 24,10 | 30,0 | 1,50 | 1,50 | 36,15 | 45,00 |
| Uporaba nitkarja DV | 31,6 | 59,10 | 1,10 | 1,10 | 34,82 | 65,01 |
| Uporaba rotirajoče motike DV | 28,2 | 30,50 | 1,20 | 1,30 | 33,84 | 39,65 |
| Uporaba spodrezovalnika EN | 26,36 | 26,36 | 1,50 | 1,50 | 39,53 | 39,53 |

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

3.1 Ocena učinkovitosti zatiralnih metod

Preglednica 3 kaže, da ima večina alternativnih metod neprimerno slabšo učinkovitost od herbicida glifosat. Tudi dolžina delovanja je bistveno krajša. Učinkovitost kemičnih in mehanskih metod zelo težko primerjamo med seboj, ker so poškodbe pri rastlinah zelo različne. Pri spodrezovalniku je zelo pomembna globina delovanja. Pri njem odloča, kateri podzemni organi bodo prizadeti, ali samo del korenin ali tudi razrastišni del in ali bo rastlina s plitvimi koreninami samo privzdignjena. Če je samo privzdignjena, je zelo pomembno, da je zemljišče zelo sušno, sicer plevel preživi.

Preglednica 3: Orientacijska ocena učinkovitosti metode zatiranja (v %) 5 tednov po izvedbi zatiranja za posamezne vrste plevelov po zatiranju v stadiju 4 do 8 listov. Pri podanih vrednostih so bila pri ocenjevanju ugotovljena odstopanja v obsegu $\pm 20\%$.

| Plevel | GL | PE | OC | OL | OG | RM | SP | PL |
|-------------------------------|-----|----|----|----|-----|----|----|----|
| <i>Agrostis alba</i> | 99 | 70 | 50 | 30 | 70 | 60 | 60 | 40 |
| <i>Lolium perenne</i> | 94 | 45 | 40 | 20 | 67 | 60 | 55 | 30 |
| <i>Elymus repens</i> | 93 | 35 | 20 | 15 | 50 | 50 | 60 | 25 |
| <i>Festuca ovina</i> | 94 | 40 | 14 | 35 | 60 | 40 | 60 | 12 |
| <i>Poa annua</i> | 75 | 40 | 30 | 40 | 80 | 30 | 10 | 10 |
| <i>Setaria glauca</i> | 99 | 88 | 58 | 40 | 90 | 70 | 30 | 40 |
| <i>Digitaria sanguinalis</i> | 97 | 86 | 50 | 20 | 78 | 50 | 30 | 23 |
| <i>Echinochloa crus-galii</i> | 99 | 90 | 45 | 35 | 95 | 78 | 60 | 36 |
| <i>Achillea millefolium</i> | 89 | 45 | 25 | 10 | 40 | 40 | 70 | 25 |
| <i>Aegopodium podagraria</i> | 45 | 23 | 20 | 14 | 27 | 30 | 55 | 12 |
| <i>Cardamine hirsuta</i> | 100 | 90 | 40 | 30 | 100 | 68 | 10 | 20 |
| <i>Cerastium arvense</i> | 100 | 90 | 78 | 58 | 98 | 80 | 70 | 50 |
| <i>Convolvulus arvensis</i> | 67 | 56 | 46 | 30 | 60 | 40 | 50 | 40 |
| <i>Conyza canadensis</i> | 60 | 50 | 40 | 40 | 80 | 70 | 60 | 45 |
| <i>Glechoma hederacea</i> | 65 | 58 | 60 | 30 | 78 | 57 | 10 | 20 |
| <i>Daucus carota</i> | 98 | 60 | 50 | 36 | 60 | 45 | 50 | 40 |
| <i>Equisetum arvense</i> | 45 | 40 | 13 | 14 | 40 | 10 | 20 | 34 |
| <i>Galium verum</i> | 90 | 69 | 25 | 30 | 80 | 80 | 30 | 40 |
| <i>Geranium dissectum</i> | 99 | 89 | 50 | 60 | 90 | 78 | 40 | 40 |
| <i>Leontodon hypspidus</i> | 100 | 80 | 40 | 50 | 97 | 70 | 20 | 48 |
| <i>Linaria vulgaris</i> | 89 | 70 | 40 | 40 | 60 | 50 | 60 | 40 |
| <i>Lysimachia nommularia</i> | 60 | 60 | 50 | 30 | 80 | 40 | 10 | 30 |
| <i>Malva neglecta</i> | 97 | 90 | 45 | 40 | 90 | 90 | 60 | 70 |
| <i>Medicago lupulina</i> | 100 | 90 | 60 | 70 | 90 | 80 | 60 | 50 |
| <i>Mentha arvensis</i> | 70 | 56 | 10 | 20 | 43 | 34 | 40 | 30 |
| <i>Polygonum aviculare</i> | 79 | 60 | 30 | 30 | 50 | 50 | 20 | 30 |
| <i>Potentilla reptans</i> | 80 | 69 | 26 | 40 | 70 | 70 | 30 | 40 |
| <i>Ranunculus repens</i> | 97 | 79 | 40 | 36 | 70 | 80 | 40 | 50 |
| <i>Stellaria media</i> | 98 | 88 | 70 | 60 | 97 | 70 | 20 | 77 |
| <i>Stenactis annua</i> | 78 | 70 | 45 | 40 | 60 | 60 | 40 | 50 |
| <i>Veronica persica</i> | 90 | 69 | 40 | 45 | 60 | 78 | 40 | 40 |
| <i>Vicia cracca</i> | 93 | 69 | 23 | 30 | 50 | 56 | 30 | 40 |
| <i>Urtica dioica</i> | 70 | 34 | 10 | 10 | 30 | 15 | 30 | 20 |
| <i>Taraxacum officinale</i> | 99 | 58 | 30 | 18 | 60 | 20 | 15 | 15 |
| <i>Trifolium repens</i> | 88 | 70 | 30 | 30 | 50 | 35 | 15 | 16 |

GL – glifosat, PE – pelagonska kislina, OC – očetna kislina, OL – olje agrumov, RM – rotirajoča motika, SP – spodrezovalnik, PL – pletvenik.

Trave dokaj dobro prenašajo spodrezovanje korenin, nekatere večletne zeli pa spodrezovanje zelo prizadene. Če je vreme suho, rotirajoča motika močno prizadene tako enoletne kot večletne plevele. Večletne plevele izruje iz tal in v suhem je velika možnost, da izruvane rastline propadejo. V mokrih razmerah rotirajoča motika ni uporabna, ker se orodje zablati in ne deluje. Pri vseh alternativnih herbicidih pleveli dokaj hitro regenerirajo. Še posebno hitro regenerirajo trajni pleveli, ki imajo sposobnost vegetativnega razmnoževanja iz podzemnih organov. Iz tega razloga je potrebno zatiranje večkrat ponoviti in začeti zgodaj, dokler so pleveli še majhni.

Uporabljali smo pletvenik s trakastimi elementi. Dokler je takšen priključek nov in so rastline sveže in mlade, zelo dobro odstrani gmoto plevelov. V suhem, ko se pleveli postarajo ter postanejo žilavi in če so trakovi nekoliko obrabljeni, pa plevelne gmote ne odstrani dovolj. Plevelnik nitkar ima bistveno večjo stopnjo učinkovitosti od pletvenika. Prednost pletvenika je, da v enem hodu izvedemo mulčenje, pletev in srednje kakovostno zatiranje plevela. Če imamo 4 hode letno, to zadostuje, da dovolj zadržimo razvoj plevelne populacije.

3.4 Podatki o pridelku

V letu 2020 so bile razmere za oblikovanje pridelka dobre. Pri obravnavanju brez plevelov, smo dosegli približno 11 t/ha pridelka. V zapleveljeni kontroli smo zaradi plevelov izgubili 36% pridelka. To je bila posledica velike zapleveljenosti s trajnimi pleveli. Manjša izguba je nastala tudi pri uporabi herbicida glifosat. To je na račun nizke učinkovitosti pripravka proti nekaterim trajnim plevelom (npr. preslica, regačica in slak). Rezultati za leto 2020 kažejo presenetljiv rezultat, da med pridelkom obravnavan z alternativnimi metodami zatiranja in tam, kjer smo uporabili glifosat, ni bilo statistično značilnih razlik. Glavni vzrok verjetno tiči v tem, da se v poskusnem vinogradu pojavljajo pleveli, ki so že precej tolerantni na glifosat. Precej dober rezultat smo dosegli pri uporabi pelargonske kisline in slabšega pri uporabi očetne kisline in olja agrumov. Očetno kislino in olje bi morali uporabiti večkrat. Lahko rečemo, da je glede na višino pridelka uporaba treh mehanskih postopkov dala praktično enakovreden rezultat kot dvakratna uporaba herbicida glifosat. To je bil nepričakovan rezultat. Vizualno je bilo pod trtami pri obravnavanjih z mehansko obdelavo in pri uporabi ognja precej zelenja, ki pa je očitno bilo dovolj prizadeto tudi od suše, da ni bilo visoko konkurenčno. Kaže, da način zatiranja plevelov ni imel značilnega vpliva na TSS in STK, saj so bili razlike med obravnavanji pri teh dveh parametrih minimalne.

Rastna doba 2021 se je od rastne dobe 2020 razlikovala po tem, da je bilo nekaj več padavin in so se pleveli lažje regenerirali od poškodb. Dodatna razlika je bila višina pridelka, ki je bila pri vseh obravnavanjih precej nižja. Izguba pri zapleveljeni kontroli je bila nekaj manjša kot prejšnje leto (29,3 %). Razlike med obravnavanji so bile v rangu ene do dveh ton na hektar, a statistično značilnih razlik praktično ni bilo. Morda je to posledica neizenačenosti trt po mikrolokacijah vinograda. V primerjavi z uporabo herbicida glifosat so dobre rezultate dali mehanski ukrepi, uporaba pelargonske kisline in tudi uporaba ognja. Očitno smo ogenj uporabili ob optimalnem času. Po uporabi ognja so prevladovala nizke trave, ki so preprečile razvoj širokolistnih plevelov in plevelna gmota ni bila velika. Najslabše rezultate smo dosegli pri uporabi olja agrumov in pri pletveniku. Pri olju odmerki očitno niso bili dovolj visoki. Pletvenik pa je bil manj učinkovit, ker so imeli plevel dovolj vlage za regeneracijo in na splošno je znano, da pletvenik konstruiran za pletev mladik z debel trte ne poškoduje plevelov tako temeljito, kot plevelnik na nitko, katerega delovanje smo v 2021 simulirani z ročno uporabo kosilnice na nitko. Natančna uporaba kosilnice na nitko je nekaj bolj učinkovita kot prehod z nitkarjem.

Preglednica 4: Višina pridelka po obravnavanjih.

| Obravnavanje: | Leto 2020, trgatav 30. 9. | | | Leto 2021, trgatav 22. 9. | | |
|-------------------------|---------------------------|--------------|--------------|---------------------------|--------------|--------------|
| | Pridelek Kg/ha | TSS (°Oe) | STK (g/l) | Pridelek Kg/ha | TSS (°Oe) | STK (g/l) |
| V1 Glifosat 2 x letno | 10603,3 ab | 93,5 a | 8,92 a | 7572,4 ab | 97,5 bc | 7,51 ab |
| V2 Pelargonska k. | 9583,06 ab | 93,0 a | 9,49 a | 7542,6 ab | 99,3 bc | 7,20 ab |
| V3 Ocetna k. | 8874,19 ab | 88,25 a | 9,08 a | 7224,6 ab | 98,3 bc | 7,37 ab |
| V4 Olje agrumov | 8844,38 ab | 89,0 a | 9,96 a | 6581,9 ab | 100,3 abc | 7,19 ab |
| V5 Uporaba ognja | 10431,1 ab | 93,75 a | 8,19 a | 7489,6 ab | 100 abc | 7,13 bc |
| V6 Zapleveljeno | 7548,52 b | 97,0 a | 8,29 a | 5694,2 b | 96,3 c | 6,89 bc |
| V7 Brez plevelov | 11805,1 a | 93,25 a | 9,31 a | 8052,7 a | 103,5 a | 6,38 c |
| V8 Rotirajoča motika | 10606,6 ab | 88,25 a | 7,46 a | 7357,1 ab | 98,5 bc | 7,92 a |
| V9 Spodrezovalnik | 10281,3 ab | 94,0 a | 8,04 a | 7300,1 ab | 98,8 bc | 7,34 ab |
| V10 Pletvenik | 10168,7 ab | 90,75 a | 7,33 a | 6976,1 ab | 101 ab | 6,90 bc |

TSS – topna suha snov, STK – skupne titracijske kisline. Povprečja označena z enako črko znotraj enakega parametra pridelka se ne razlikujejo značilno med seboj po rezultatih Tukey-vega HSD testa ($P < 0,05$).

Preglednica 5 kaže razmerje med izgubami pridelka v primerjavi z V7 obravnavanjem, kjer je trta uspevala brez konkurence plevelov. Vidimo, da je bila izguba pridelka v letu 2021 nekaj manjša kot v letu 2020. Očitno je tudi, da je v obeh letih vrednost izgubljenega pridelka značilno preseгла stroške zatiranja plevelov. To pomeni, da je bila katerakoli oblika zatiranja ekonomsko smiselna, so pa seveda razlike v ekonomski učinkovitosti. Kljub zmanjšani učinkovitosti herbicida glifosat, je izvedba zatiranja z njegovo uporabo najbolj ekonomsko učinkovita. Vse druge metode so bistveno dražje in ekonomsko manj učinkovite. Mehanske metode so nekaj manj učinkovite in praktično najmanj dvakrat dražje od uporabe herbicida glifosat. Uporaba pelargonske kisline je zelo draga in praktično nezanimiva za vinogradnike. Uporaba organskih kislin v ekološki pridelavi formalno ni sprejeta, uporaba ognja pa je sprejemljiva za vse pridelovalne sisteme. V letu 2021 so bile izgube od plevelov nekaj manjše kot v letu 2020. Ker smo imeli težave s strojno tehniko in ker je pomemben del poletja zemljišče bilo premokro za uporabo testiranih priključkov, smo izvedli le dve mehanski zatiranjji in še tukaj smo koncept modificirali. Pri prvem prehodu smo uporabili rotirajočo motiko, spodrezovalnik in pletvenik, namesto drugega in tretjega prehoda s temi orodji pa smo izvedli samo eno ročno zatiranje s kosilnico na nitko, zelo temeljito. Kljub temu, da smo v rastni dobi 2021 izvedli le dva prehoda z mehanskimi orodji, smo dosegli podoben rezultat, kot v letu 2020. To kaže na nekatere sistemske rezerve. Zaradi samo dveh prehodov so se stroški izvedbe mehanskega zatiranja bolj približali stroškom dveh uporab herbicida glifosat. Nominalna vrednost izgub pridelka je bila v letu 2021 manjša, ker smo imeli nižji pridelek. Primerjanje stroškov s stanjem v drugih državah je težko, ker so velike razlike v cenovnih razmerjih, a večinoma velja, da je izvedba mehanskega zatiranja vsaj dvakrat dražja kot uporaba herbicida glifosat (dvakrat letno), zatiranje z alternativnimi herbicidi pa je vsaj štirikrat dražje od uporabe herbicida glifosat ali drugih klasičnih herbicidov (Tourte s sod., 2008; Shrestha s sod., 2013; Kehlenbeck s sod., 2015; Irrslinger in Wetzl, 2017).

Preglednica 5: Podatki o višini izgube pridelka, vrednosti izgubljenega pridelka pri ceni grozdja 0,6 €/kg in o stroških zatiranja plevelov.

| Obravnavanje: | Leto 2020 | | | Leto 2021 | | |
|-----------------------------|------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| | Izguba pridelka v % proti V7 | Vrednost izgub pridelka (€/ha) | Strošek zatiranja plevelov (€/ha) | Izguba pridelka v % proti V7 | Vrednost izgub pridelka (€/ha) | Strošek zatiranja plevelov (€/ha) |
| V1 Glifosat 2 x letno | 10,2 b | 648 c | ≈ 60 | 5,96 | 288 d | ≈ 61 |
| V2 Pelargonska k. 3 x letno | 18,8 ab | 1082 b | ≈ 450 | 6,33 | 306 cd | ≈ 387 |
| V3 Ocetna k. 3 x letno | 24,8 ab | 1322 ab | ≈ 200 | 10,28 | 496 c | ≈ 273 |
| V4 Olje agrumov 3 x letno | 25,1 ab | 1331 ab | ≈ 280 | 18,26 | 882 b | ≈ 243 |
| V5 Uporaba ognja 3 x letno | 11,6 b | 728 bc | ≈ 330 | 6,99 | 337 cd | ≈ 190 |
| V6 Vse leto zapleveljeno | 36,1 a | 1633 a | / | 29,29 | 1415 a | / |
| V7 Golo brez plevelov | / | / | / | / | / | / |
| V8 Rotirajoča motika 3x/2x | 10,2 b | 646 c | ≈ 125 | 8,64 | 417 c | ≈ 105 |
| V9 Spodrezovalnik 3x/2x | 12,9 b | 796 bc | ≈ 140 | 9,35 | 451 c | ≈ 104 |
| V10 Pletvenik 3x/2x | 13,9 b | 846 bc | ≈ 115 | 13,37 | 645 bc | ≈ 110 |

TSS – topna suha snov, STK – skupne titracijske kisline. Povprečja označena z enako črko znotraj enakega parametra pridelka se ne razlikujejo značilno med seboj po rezultatih Tukey-evega HSD testa ($P < 0,05$).

4 SKLEPI

368

Zaradi nestanovitnih ekonomskih razmer je presoja ekonomske učinkovitosti alternativnih metod zatiranja plevelov pod trtami zapletena. Vsekakor je poskus pokazal, da alternativne metode po doseženi učinkovitosti zatiranja niso konkurenčne uporabi herbicida glifosat tudi pri izvedbi trikrat letno. Videli smo, da so pri kontrolnem obravnavanju zaradi zapleveljenosti nastale precejšnje izgube pridelkov. To pomeni, da morajo biti pleveli dobro zatrti in da je obsežen razvoj zelenja pod trtami lahko tvegan, če je sestoj sestavljen iz trajnih konkurenčnih plevelov. Težko določimo, kje je sprejemljiv nivo zapleveljenosti, ki ima pozitivne učinke v smisli ekosistemskih storitev (biotična pestrost, ohranja rodovitnosti tal, zmanjšanje erozijskih procesov in drugo). Brez visoke subvencijske podpore bo le malo vinogradnikov prešlo na alternativne načine zatiranja plevelov. Za kratkoročno obdobje bi bil dobrodošel nov herbicid z ugodnimi toksikološkimi lastnostmi, po učinkovitosti vsaj delno primerljiv s snovjo glifosat, ki bi ga kombinirali z uporabo mehanskih metod. Najbolje bi bilo, če bi vinogradnik imel na voljo vsaj dva priključka za mehansko zatiranje (npr. nitkar in rotirajočo motiko, ali pa nitkar in spodrezovalnik). Herbicide bi uporabil občasno in na način, da tla pod trtami nikoli nebi bila povsem gola. S tem bi obvladovali erozijo, imeli bi veliko mikrobnost tal in nek oprijemljiv nivo izvajanja ekosistemskih storitev, brez da bi trta utrpela znižanje kakovosti in količine pridelka.

5 ZAHVALA

Podjetju Dveri-Pax se zahvaljujemo, da nam je za izvedbo raziskave dalo na razpolago njihov vinograd. Podjetju Interexport se zahvaljujemo, da nam je dalo na razpolago stroje za zatiranje plevelov znamke Braun. Zahvaljujemo se financierjem projekta projekta EIP "TPGUNT", Uvedba

novih mehanskih in avtonomnih avtomatiziranih tehnologij za trajnostno pridelavo grozdja v vinogradih, za dodeljena finančna sredstva.

6 LITERATURA

- Irrslinger, R., Wetzel, D. 2017. Kosten der herbizidfreien Unterstockpflege. <https://obstwein-technik.eu/Core?aktiveNavigationsID=879&fachbetaegeID=279>. Accessed 12/02/2019.
- Steinkellner, S. 2019. Nationale machbarkeitsstudie zum glyphosatausstieg, Endbericht zum forschungsprojekt nummer 101347. Universität für Bodenkultur Wien, 1–257. (<https://www.bmlrt.gv.at/land/land-bbf/Forschung/machbarkeitsstudie.html>)
- Dolenšek, M. 2008. Katalog stroškov kmetijske in gozdarske mehanizacije. Kmetijska založba, 8 str.
- Paušič, A., Turk, N., Lešnik, M. 2021. Zatiranje plevelov v vinogradu z alternativnimi metodami v primerjavi s herbicidom glifosat. *Acta agriculturae Slovenica*, 117, 3: 1-9.
- Kehlenbeck, H., Saltzmann, J., Schwarz, J., Zwerger, P., Nordmeyer, H., Roßberg, D., Karpinski, I., Strassemeyer, J., Golla, B., Freier, B. 2015. Folgenabschätzung für die Landwirtschaft zum teilweisen oder vollständigen Verzicht auf die Anwendung von glyphosathaltigen Herbiziden in Deutschland. Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Julius-Kühn-Archiv, 451, 1–150.
- Manzone, M., Demeneghi, M., Marucco, P., Grella, M., Balsari, P. 2020. Technical solutions for under-row weed control in vineyards: Efficacy, costs and environmental aspects analysis. *Journal of Agricultural Engineering*, 51,1: 36-42.
- Shrestha, A., Kurtural, S.K., Fidelibus, M.W., Dervishian, G., Konduru, S. 2013. Efficacy and Cost of Cultivators, Steam, or an Organic Herbicide for Weed Control in Organic Vineyards in the San Joaquin Valley of California. *HortTechnology*, 23, 1: 99-108.
- Tourte, L., Smith, R., Bettiga, L., Bensen, T., Smith, J., Salm, D. 2008. Post-emergence herbicides are cost-effective for vineyard floor management on the Central Coast. *California Agriculture*, 62, 1: 19-23.

PREIZKUŠANJE UČINKOVITOSTI INSEKTICIDOV ZA ZATIRANJE PLODOVE VINSKE MUŠICE (*Drosophila suzukii* [Matsumura]) V ČEŠNJAH

Mojca ROT¹, Marko DEVETAK², Branko CARLEVARIS³, Jan ŽEŽLINA⁴, Vasja
JURETIČ⁵, Ivan ŽEŽLINA⁶

¹⁻⁶KGZS, Kmetijsko gozdarski zavod Nova Gorica, Nova Gorica

IZVLEČEK

Drosophila suzukii (Matsumura, 1931) - plodova vinska mušica (PVM) je postala gospodarsko najpomembnejši škodljivec sadnih vrst z mehкими plodovi. Češnje uvrščamo med najbolj občutljive in napadu PVM najbolj izpostavljene sadne vrste, saj v času zorenja češenj PVM nima veliko alternativnih gostiteljev. Strategija integriranega varstva PVM združuje različne preventivne metode varstva rastlin in agrotehnične ukrepe, s ciljem zmanjševanja številčnosti populacije škodljivca in s tem tveganja za nastanek škode. Uporaba insekticidov zoper PVM, ki je del te strategije, je v pridelavi češenj nujen ukrep, saj številčnosti PVM v obdobju zorenja češenj zaenkrat z drugimi metodami ne uspejo zmanjšati pod prag gospodarske škodljivosti. Leta 2019 in 2020 smo v nasadu češenj v Sadjarskem centru Bilje preizkušali učinkovitost insekticidov na sorti Regina, ki je zaradi poznega zorenja zelo izpostavljena napadu PVM. V poskusu smo preučevali škropilne programe z različnimi kombinacijami insekticidnih pripravkov iz skupine organskih fosforjevih estrov (fosmet), spinosinov (spinosad, spirotetramat), piretroidov (lambda-cihalotrin, deltametrin) in antranilnih diamidov (ciantraniliprol). Vsak program je vključeval tri zaporedne aplikacije insekticidov. Termine škropljenja smo določali na podlagi fenološkega razvoja češenj in dolžine delovanja uporabljenih aktivnih snovi, pri čemer smo skušali zagotavljati stalno pokritost plodov z insekticidi, od začetka zorenja (BBCH 81) do obiranja. Učinkovitost posameznega škropilnega programa je bila ocenjena na podlagi ugotavljanja povprečne črvičnosti plodov oz. na podlagi povprečnega števila ličink *D. suzuki* na 100 plodov. Rezultati preizkušanj so pokazali, da pravočasna uporaba insekticidov pomembno zmanjšuje populacijo PVM v nasadih češenj ter preprečuje nastanek škode na pridelku češenj. Preizkušeni insekticidni programi so v letih 2019 in 2020 pokazali dokaj visoko stopnjo učinkovitosti zoper PVM. Povprečna črvičnost plodov je bila v vseh obravnavanih programih nizka in se je statistično značilno razlikovala od neškropljene kontrole.

370

¹ univ. dipl. inž. agr., Pri hrastu 18, SI-5000 Nova Gorica, e-mail: mojca.rot@go.kgzs.si

² dr., prav tam

³ univ. dipl. inž. agr., prav tam

⁴ mag. inž. hort., prav tam

⁵ univ. dipl. inž. agr., prav tam

⁶ dr., prav tam

Ključne besede: plodova vinska mušica, *Drosophila suzukii*, češnja, integrirano varstvo, insekticidi.

ABSTRACT

FIELD TESTING OF INSECTICIDE EFFICACY AGAINST SPOTTED WING DROSOPHILA (*Drosophila suzukii* [Matsumura, 1931]) ON SWEET CHERRY

Drosophila suzukii (Matsumura, 1931) - *Spotted wing drosophila* (SWD) has become the most serious economic pest of soft-skinned fruits. Sweet cherry is one of the most susceptible and most vulnerable crops by SWD, because it ripens when only few alternative host fruits are available. Integrated *strategies for management* of Spotted Wing Drosophila consist of preventive pest management techniques and different cultural control methods which aims to reduce the pest population and to minimize fruit infestation. Chemical *control of SWD* as a part of this strategy, remains an important management tool, especially during the cherry ripening period when other methods are not providing adequate control. In 2019 and 2020 the field trials were conducted in Bilje Fruit Growing Centre to evaluate the efficacy of various insecticides against SWD in sweet cherry cv. 'Regina', which is a late ripening variety and susceptible to SWD attacks. Different combinations of active substances from the chemical group of organophosphates (phosmet), spinosyns (spinosad, spinoteram), pyrethroids (lambda-cyhalothrin, deltamethrin) and anthranilic diamides (cyantraniliprole) have been tested in four spray programs. Each program consists of three consecutive insecticide applications. The timing of insecticide application was following the speed of sweet cherry phenological progress and the insecticide longevity, starting at the beginning of fruit colouring (BBCH 81) and ending just before the harvest. To evaluate the effectiveness of spraying programs, 100 fruits per treatment were randomly collected in the canopy and examined for infestation with *D. suzukii* larval stages. The results of the field experiments conducted in years 2019 and 2020 have shown that appropriate time of insecticide application can reduce SWD population and prevent crop loss in sweet cherries. Spraying programs with different combinations of insecticides was effective in controlling the SWD adults. The mean percentages of damaged fruits in all insecticide programs were significantly lower regarding untreated control.

Key words: spotted wing drosophila, *Drosophila suzukii*, sweet cherry, integrated pest management, insecticides.

1 UVOD

Plodova vinska mušica - *Drosophila suzukii* (Matsumura 1931) (PVM) je ena najbolj invazivnih in škodljivih tujerodnih žuželk, ki so bile v zadnjem času vnesene v Evropo. V Slovenji je bila prvič ugotovljena leta 2010 na več lokacijah na Primorskem in v Posavju (Seljak, 2011). Danes je zastopana na celotnem ozemlju Slovenije, kjer ima status gospodarsko pomembnega škodljivca (Rot s sod. 2016). Njena posebnost je, da napada zdrave, nepoškodovane, zoreče in zrele plodove. S sabljasto leglico, po robu obdano z izrastki v obliki zobcev, zareže v povrhnjico zorečih plodov in vanje odloži jajčeca. Ličinke se prehranjujejo in razvijajo znotraj plodov ter povzročajo črvihost.

Škoda nastaja v času zorenja sadja, ko je ukrepanje s kemičnimi sredstvi zaradi karenčnih dob oteženo, uporaba drugih metod pa povečini neuspešna.

V letih, ko so vremenske razmere ugodne za razvoj PVM, prihaja do prereznožitve in nastanka velike gospodarske škode v pridelavi občutljivih sadnih vrst. Ta izjemno polifagna vrsta napada številne sadne in okrasne rastline z mehкими plodovi ter samonikle rastlinske vrste. V Evropi je bilo do sedaj ugotovljenih več kot 80 različnih gostiteljskih rastlin (Kenis et al. 2016). Med gojenimi rastlinami so njeni najbolj priljubljeni gostitelji koščičaste sadne vrste in jagodičevje (Rota-Stabelli et al. 2020). Posamezne sadne vrste in sorte so različno dovzetne za napad PVM. Poleg barve in debeline kože ter trdote plodov, na dovzetnost za napad PVM vpliva tudi delež topnih sladkorjev in kislin v plodovih (Little et al. 2020). Zaradi ugodnih fizikalno - kemičnih lastnosti plodov, ki zelo ustrezajo razvoju ličink *D. suzukii* (Belamy et al. 2013), je češnja v Evropi in drugod po svetu prepoznana kot ena najbolj občutljivih sadnih vrst. Nevarnost za poškodbe traja od začetka barvanja plodov (fenofaza BBCH 81) vse do obiranja. Plodova vinska mušica lahko odloži 10 -15 % jajčec v še nezrele plodove češenj. Z zorenjem in naraščanjem vsebnosti sladkorjev v plodovih se odstotek odloženih jajčec povečuje. Največ jajčec je odloženih v plodove v fazi tik pred obiranjem (Lee et al. 2011). Pozno zoreče sorte so bolj izpostavljene napadu PVM, kar se odraža v večjem deležu črvivih plodov (Papanastasiou et al. 2020). Češnje rodijo v času, ko drugi alternativni gostiteljski plodovi še niso na voljo, kar dodatno poveča pritisk PVM na zoreče plodove ter tveganje za nastanek gospodarske škode. Prvo škodo na češnjah so zabeležili na Japonskem že leta 1916 (Kanzawa, 1935). V kasnejših letih se je pritisk PVM tam stopnjeval do te mere, da je ogrozil celotno pridelavo češenj. Novejši podatki za Japonsko kažejo na variabilno škodo v pridelavi češenj, ki znaša 26 -100 %, odvisno od vremenskih pogojev v posameznem letu (Sasaki & Sato, 1995). Izven izvornega okolja so o škodi zaradi napada PVM na češnjah najprej poročali v ZDA. V zveznih državah ob pacifiški obali (Kalifornija, Oregon in Washington) je leta 2008, takoj po prvem pojavu povzročila 84% izgube pridelka (Walsh et al. 2011). Podobno škodo so zabeležili tudi v Italiji v nasadih češenj v gričevnatih območjih Trentina in Emigrije Romanje, kjer je v prvih dveh letih po odkritju poškodovala do 90 % pridelka poznorečih sort ter povzročila škodo v višini 3-5 MIO EUR letno (De Ros et al. 2015; Ioriatti et al. 2015).

Edini način za zmanjšanje škode v pridelavi sadja je omejevanje populacije PVM z različnimi ukrepi varstva rastlin, ki vključujejo tehnološke, biološke in kemične metode varstva rastlin (Rot s sod. 2021). Sodobno integrirano varstvo PVM temelji na uporabi in kombiniranju različnih nekemičnih metod (protiinsektne mreže, masovni ulov, biotično varstvo, higienski ukrepi), ki zagotavljajo dolgoročno in naravi prijazno obvladovanje škodljivca (Santoiemma et al. 2020). Čeprav uporaba kemičnih sredstev nudi zgolj kratkoročne rešitve zoper PVM, je v pridelavi občutljivih sadnih vrst in ob tveganju velikih izgub pridelka, še vedno nujna. Pred pojavom PVM so se insekticidi v pridelavi češenj povečini uporabljali največ dvakrat letno (Žežlina, 2009). Prvo škropljenje je bilo namenjeno zatiranju črne češnjeve uši (*Myzus cerasi*) pred cvetenjem, drugo pa zatiranju češnjeve muhe (*Rhagoletis cerasi*) pri srednje poznih in poznih sortah. V zadnjem desetletju je njihova uporaba pogost in nujen ukrep, saj

populacije PVM v obdobju zorenja češenj zaenkrat na drug način ne uspemo zmanjšati pod prag škodljivosti. V že tako skromnem naboru insekticidov, ki so na voljo za obvladovanje škodljivcev na češnji, pridejo v poštev za uporabo zoper PVM samo tisti, ki imajo poleg dobre učinkovitosti, tudi ugoden toksikološki profil in hkrati kratko karenčno dobo.

V doslej objavljenih raziskavah so učinkovito delovanje zoper odrasle PVM izkazali insekticidi iz skupin spinosinov, piretroidov, organofosfatov in diamidov (Grassi et al. 2012, Shaver et al. 2018, Shaver, 2020). Pri uporabi insekticidov iz naštetih skupin izkoriščamo njihovo kontaktno in rezidualno delovanje na odrasle mušice (Beers et al. 2011). Aktivne snovi lambda-cihalotrin in deltametrin iz skupine piretroidov ter spinosad (spinosini) so v laboratorijskih poskusih, v časovnem obdobju 24 do 72 ur po tretiranju izkazale visoko stopnjo učinkovitosti zoper odrasle PVM (Shawer et al. 2015). Dobro delovanje spinosada, lambda-cihalotrina, acetamiprida, piretrina, deltametrina in ciantraniliprola je bilo ugotovljeno tako v laboratorijskem tretiranju plodov, kot tudi v poljskih poskusih zoper PVM v nasadih češenj (Shaw et al. 2019). Naštete substance so zmanjšale napad PVM na plodovih češenj do 7 dni po škropljenju. 14 dni po škropljenju pa je bilo zadovoljivo delovanje zoper PVM ugotovljeno pri spinosadu, lambda-cihalotrinu in ciantraniliprolu.

Namen naše raziskave je bilo ugotavljanje učinkovitosti insekticidov zoper PVM v nasadih češenj v lokalnih vremenskih razmerah, v dveh zaporednih pridelovalnih sezonah. Preizkušali smo različne programe škropljenj, s ciljem ugotavljanja optimalnih kombinacij aktivnih snovi, ki bi uspele zmanjšati populacijo PVM v nasadih v času zorenja češenj ter preprečiti večje izgube pridelka.

373

2 MATERIALI IN METODE

Preizkušanje insekticidov zoper PVM smo izvajali v letih 2019 in 2020 v poskusnem nasadu češenj v Sadjarskem centru Bilje. Skupna velikost nasada je bila 2,0 ha, velikost poskusne parcele je znašala 1000 m², kar v naravi predstavlja 5 vrst češenj cv. Regina sajenih na razdalji 4,0 x 2,5 m. Poskus je bil zasnovan bločno, s štirimi obravnavami v treh ponovitvah. Velikost posameznega bloka je bila 300 m². Z namenom zmanjšanja morebitnega vpliva zanašanja FFS, so bile vrste, v katerih so bila naključno razporejena posamezna obravnavanja, od preostalega nasada ločene z izolacijskima vrstama. V posameznem obravnavanju so bili uporabljeni različni insekticidi, v vsakem obravnavanju smo izvedli 3 zaporedna škropljenja. Pri določanju terminov škropljenja smo sledili fenološkemu razvoju češenj ter dolžini rezidualnega delovanja uporabljenih aktivnih substanc, pri čemer smo skušali zagotavljati stalno pokritost plodov z insekticidi, od začetka zorenja do obiranja, ob upoštevanju predpisanih karenčnih dob. Prvo škropljenje je bilo izvedeno v fenološki fazi BBCH 81, v začetku barvanja plodov. V času izvajanja poskusa smo spremljali vremenske razmere ter populacijo plodove vinske mušice v nasadu. V ta namen smo v izolacijske vrste postavili 4 pasti s prehransko vabo, ki je vsebovala mešanico jabolčnega kisa in rdečega vina v razmerju 3:1. Poskus je bil ocenjen v času užitne zrelosti češenj, pri tem smo v vsakem obravnavanju s sredinskega drevesa naključno obrali 100 plodov, 1/3 s spodnjega dela krošnje, 1/3 s srednjega dela krošnje ter 1/3 z vrha krošnje. V letu 2019 smo učinkovitost posameznega programa ocenili in primerjali na podlagi ugotovljenega deleža črvihih plodov. Vzorec 100-ih plodov

v vsakem obravnavanju in ponovitvi smo natančno pregledali pod stereo mikroskopom ter prešteli plodove, ki so vsebovali ličinke *D. suzukii*. Leta 2020 smo učinkovitost insekticidov ocenjevali na podlagi ugotavljanja števila ličink *D. suzuki* na 100 plodov. Po obiranju smo plodove najprej 48 ur inkubirali v gojitveni komori pri 25 °C in 60 % vlagi, nato smo jih potopili v 10 % raztopino NaCl ter prešteli število ličink, ki so splavale na površje. Stopnja napadenosti plodov je izražena v povprečnem številu ličink na 100 plodov. Učinkovitost pripravkov smo izračunali po Abbotu. Podatki so bili analizirani in statistično obdelani v programu Statgraphics Centurion XVI (2009).

Preglednica 1: Podatki o pripravkih, aktivnih snoveh, odmerkih in terminih škropljenja v letu 2019.

| Št. obr. | Kemični pripravek: | Aktivna snov: | Formulacija | g, l a.s./ha | Datum škropljenja: |
|----------|------------------------|-------------------|-------------|--------------|--------------------|
| 0 | Kontrola, neškropljeno | - | - | - | - |
| 1 | Imidan 50 WG | fosmet | WG | 1,5 kg/ha | 30.05.2019 |
| | Laser plus | spinosad | SC | 0,15 L/ha | 06.06.2019 |
| | Laser plus | spinosad | SC | 0,15 L/ha | 13.06.2019. |
| 2 | Imidan 50 WG | fosmet | SG | 1,5 kg/ha | 30.05.2019 |
| | Delegate250 WG | spinoteram | WG | 0,3 kg/ha | 06.06.2019 |
| | Laser plus | spinosad | WG | 0,15 L/ha | 13.06.2019 |
| 3 | Exirel | ciantraniliprol | SE | 0,75 L/ha | 30.05.2019 |
| | Exirel | ciantraniliprol | SE | 0,75 L/ha | 06.09.2019. |
| | Laser plus | spinosad | SC | 0,15 L/ha | 13.06.2019 |
| 4 | Exirel | ciantraniliprol | SE | 0,75 L/ha | 30.05.2019 |
| | Karate Zeon 5 CS | lambda-cihalotrin | CS | 0,018 % | 06.06.2019 |
| | Laser plus | spinosad | SC | 0,15 L/ha | 13.06.2019 |

Preglednica 2: Podatki o pripravkih, aktivnih snoveh, odmerkih in terminih škropljenja v letu 2020.

| Št. obr. | Kemični pripravek: | Aktivna snov: | Formulacija | g, l a.s./ha | Datum škropljenja: |
|----------|------------------------|-----------------|-------------|--------------|--------------------|
| 0 | Kontrola, neškropljeno | - | - | - | - |
| 1 | Imidan 50 WG | fosmet | WG | 1,5 kg/ha | 27.05.2020 |
| | Laser plus | spinosad | SC | 0,15 L/ha | 03.06.2020 |
| | Laser plus | spinosad | SC | 0,15 L/ha | 10.06.2020 |
| 2 | Imidan 50 WG | fosmet | SG | 1,5 kg/ha | 27.05.2020 |
| | Delegate 250 WG | spinoateram | WG | 0,3 kg/ha | 03.06.2020 |
| | Delegate 250 WG | spinoateram | WG | 0,3 kg/ha | 10.06.2020 |
| 3 | Exirel | ciantraniliprol | SE | 0,75 L/ha | 27.05.2020 |
| | Decis 2,5 EC | deltametrin | EC | 0,5 L/ha | 03.06.2020 |
| | Decis 2,5 EC | deltametrin | EC | 0,5 L/ha | 10.06.2020 |
| 4 | Exirel | ciantraniliprol | SE | 0,75 L/ha | 27.05.2020 |
| | Exirel | ciantraniliprol | SE | 0,75 L/ha | 03.06.2020 |
| | Laser plus | spinosad | SC | 0,15 L/ha | 10.06.2020 |

375

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

Vremenske razmere so bile na lokaciji Bilje v letih 2019 in 2020 predvsem z vidika padavin zelo različne. V letu 2019 je v času izvajanja poskusa padlo vsega 3,8 mm padavin, povprečna dnevna temperatura je presegala 23 °C. Več dni zapored so najvišje dnevne temperature presegale 30 °C, kar je poleg majhne količine padavin dodatno negativno vplivalo na razvoj populacije PVM. V času izvajanja poskusa so bili povprečni tedenski ulovi *D. suzukii* 4 mušice na prehransko past. Nasprotno smo leta 2020 v času izvajanja poskusa izmerili 194 mm padavin, kar je precej več od dolgoletnega povprečja za lokacijo Bilje v tem obdobju. Povprečna temperatura zraka je znašala 22,4 °C. V posameznih dekadah maja in junija so bile povprečne temperature zraka od 0,3 do 1,7 °C nižje od dolgoletnega povprečja. Najvišje dnevne temperature v času izvajanja poskusa niso presegale 30°C. Velikost populacije PVM v poskusnem nasadu je bila primerljiva z letom 2019 in je znašala 4 do 5 mušic na prehransko past na teden.

Preglednica 3: Delež črvivih plodov, povprečna stopnja črvivosti in učinkovitost posameznih obravnavanj v odstotkih (%); Bilje 2019.

| Obravnavanje | Ponovitev (% črvivih plodov) | | | Povprečna črvivost (%) | Učinkovitost (%) |
|-----------------|------------------------------|-----|-----|------------------------|------------------|
| | 1 | 2 | 3 | | |
| KONTROLA | 9,0 | 5,0 | 3,0 | 5,7 | - |
| 1 | 1,0 | 2,0 | 1,0 | 1,3 | 76,5 |
| 2 | 0,0 | 1,0 | 1,0 | 0,7 | 88,2 |
| 3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 4 | 3,0 | 2,0 | 2,0 | 2,3 | 58,8 |

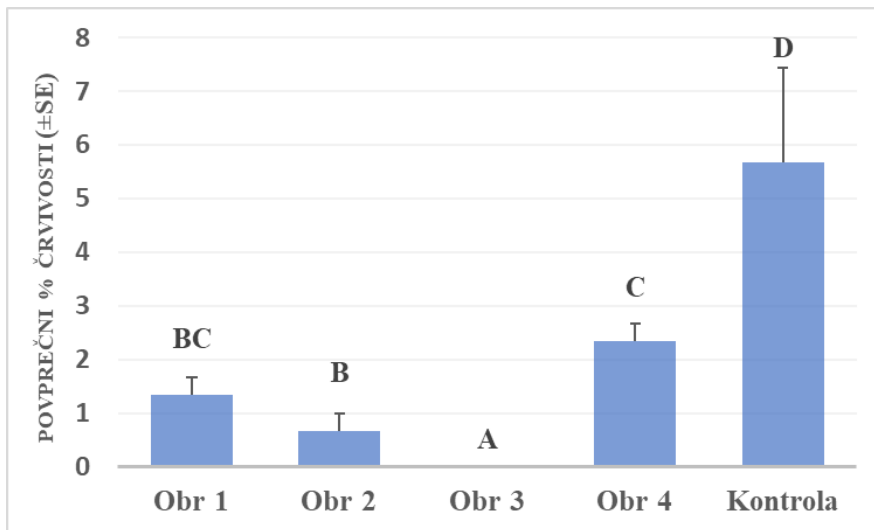
Preglednica 4: Število ličink *D. suzukii* / 100 plodov, povprečno število ličink /100 plodov in učinkovitost posameznih obravnavanj v odstotkih (%); Bilje 2020.

| Obravnavanje | Ponovitev (št.ličink / 100 plodov) | | | Povp. št. ličink / 100 plodov | Učinkovitost (%) |
|-----------------|------------------------------------|-----|----|-------------------------------|------------------|
| | 1 | 2 | 3 | | |
| KONTROLA | 169 | 167 | 28 | 121,3 | - |
| 1 | 34 | 9 | 21 | 21,3 | 82,4 |
| 2 | 2 | 6 | 20 | 9,3 | 92,3 |
| 3 | 0 | 20 | 0 | 6,7 | 94,5 |
| 4 | 6 | 1 | 3 | 3,3 | 97,3 |

Povprečna črvivost plodov v kontrolnem obravnavanju je leta 2019 znašala 5,7% in je statistično značilno odstopala od obravnavanj v katerih so bili uporabljeni insekticidi. Najvišjo stopnjo učinkovitosti smo leta 2019 ugotovili pri obravnavanju, ki je vključevalo dvakratno zaporedno rabo aktivne snovi ciantraniliprol in enkratno škropljenje s spinosadom. Pri tem obravnavanju črvivost plodov ni bila ugotovljena. Nizko stopnjo črvivosti smo zabeležili tudi pri obravnavanjih 1 in 2. Povprečna stopnja črvivosti plodov je znašala 1,3 oz. 0,7 %, pri čemer je bila učinkovitost kombinacije fosmeta in spinosada 76,5%, učinkovitost fosmeta, spinoterama in spinosada pa 88,2%. Najslabšo učinkovitost (58,8 %) smo zabeležili pri obravnavanju, ki je vključevalo uporabo ciantraniliprola, lambda-cihalotrina in spinosada, vendar kljub vsemu ugotovljena stopnja črvivosti češenj (2,3%) ni predstavlja večje gospodarske škode.

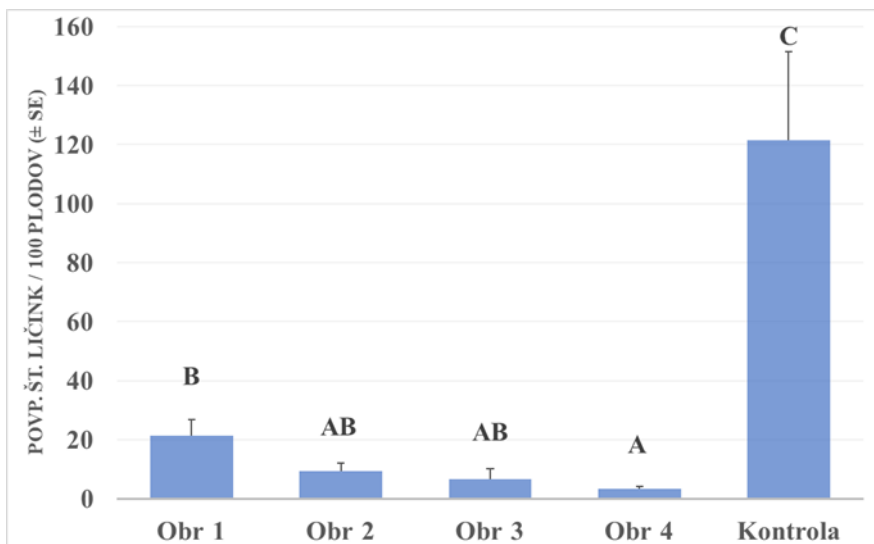
Leta 2020 so bile vremenske razmere za razvoj populacije PVM na lokaciji Bilje bolj ugodne v primerjavi z letom 2019, čeprav ulovi na prehranskih vabah tega niso izkazovali. Potrdilo se je že večkrat omenjeno dejstvo, da zoreči plodovi češenj bolj privabljajo PVM, kot kakršnakoli druga privabila. Pritisk škodljivke je bil močan zlasti v zadnji fazi zorenja poznih sort češenj, kamor sodi tudi sorta Regina, na kateri smo izvajali preizkušanja učinkovitosti različnih insekticidov. V kontrolnem obravnavanju, kjer nismo uporabljali insekticidov, je povprečno število ličink *D. suzukii* na 100 plodov

znašalo 121 in se je statistično značilno razlikovalo od ostalih obravnavanj, kjer smo uporabljali insekticide.



377

Slika 1: Povprečna stopnja črvihosti plodov glede na obravnavanje (črke predstavljajo razlike med posameznimi obravnavanji); Bilje 2019.



Slika 2: Povprečno število ličink na 100 plodov v posameznem obravnavanju (črke predstavljajo razlike med posameznimi obravnavanji); Bilje 2020.

Tudi v letu 2020 smo najboljšo učinkovitost ugotovili pri obravnavanju, ki je vključevalo dvakratno škropljenje s ciantraniliprolom in enkratno škropljenje s spinosadom (obravnavanje 4). Povprečno število ličink *D. suzukii* na 100 plodov je znašalo le 3,3, učinkovitost programa pa je bila 97,3 %. Ob močnemu pritisku *D. suzukii* so dobro zaščito nudile tudi kombinacije fosmeta in spinoterama ter ciantaniliprola in deltametrina v obravnavanjih 2 in 3, pri katerih smo v 100 plodovih ugotovili 9,3 oz. 6,7 ličinke. Učinkovitost obravnavanj je bila temu primerno visoka; 92,3 % pri obravnavanju 2 in 94,5% pri obravnavanju 3. Nekoliko slabšo učinkovitost smo zabeležili pri obravnavanju 1, pri katerem smo v 100 plodovih odkrili v povprečju 21,3 ličink *D. suzukii*. Zaporedna raba aktivnih snovi fosmet in spinosad je dosegla 88,4% učinkovitost.

4 SKLEPI

Pravočasna uporaba insekticidov pomembno zmanjšuje populacijo PVM ter vpliva na zmanjšanje škode na pridelku češenj. Češnje so izpostavljene napadu PVM od faze barvanja plodov vse do obiranja, kar traja v povprečnih vremenskih razmerah dva do tri tedne. V tem času se pritisk PVM stopnjuje ter doseže višek v zadnjih dneh pred obiranjem. Dolga izpostavljenost češenj napadu PVM zahteva učinkovito strategijo varstva, ki mora vključevati tako preventivne kot kurativne ukrepe. Uspešno zatiranje z insekticidi temelji na dva do trikratni zaporedni rabi različnih aktivnih snovi, pri čemer zagotavljamo stalno površinsko zaščito plodov, od začetka barvanja plodov do faze zrelosti. Pri izboru in umeščanju insekticidov v program škropljenja, je potrebno upoštevati dolžino njihovega delovanja ter karenčno dobo. Insekticide z daljšim delovanjem in daljšo karenčno dobo praviloma uporabimo za začetna škropljenja, zaključna škropljenja opravimo z insekticidi, ki imajo krajšo karenčno dobo. Pri določanju termina zadnjega škropljenja moramo dobro oceniti hitrost zorenja plodov in dosledno upoštevati karenčno dobo pripravka, ki ga bomo uporabili. Z izvedbo različnih tehnoloških in higienskih ukrepov, ki prispevajo k dobremu splošnemu zdravstvenemu stanju nasada ter hkrati vplivajo na enakomernejše dozorevanje plodov, lahko pomembno zmanjšamo stopnjo napadenosti plodov s PVM.

5 ZAHVALA

Raziskava je nastala v okviru projekta "Obvladovanje plodove vinske mušice (*Drosophila suzukii*) z metodami z nizkim tveganjem" (CRP V4- 1802); Vir financiranja ARRS, MKGP

6 LITERATURA

- Beers, E., Steenwyk, R., Shearer, P. Coates, W., & Grant, J. 2011. Developing *Drosophila suzukii* management programs for sweet cherry in the Western US. Pest management science. 67. 1386-95. 10.1002/ps.2279.
- Bellamy, D., Sisterson, M., Walse, S.. 2013. Quantifying Host Potentials: Indexing Postharvest Fresh Fruits for Spotted Wing *Drosophila*, *Drosophila suzukii*. PloS one. 8. e61227. 10.1371/journal.pone.0061227.
- De Ros, G. S, Conci, S. T., Pantezzi, T., Savini, G. 2015. The economic impact of invasive pest *Drosophila suzukii* on berry production in the Province of Trento, Italy. J Berry Res 5(2):89–96

- Grassi A., Palmieri L., Giongo L. 2012. *Drosophila* (Sophophora) *suzukii* (Matsumura), new pest of soft fruits in Trentino (North-Italy) and in Europe. IOBC/wprs Bulletin, 70: 121-128.
- Ioratti, C., Boselli, M., Caruso, S., Galassi, T., Grassi, A., Tonina, L., Vaccari, G., Mori, N. 2015. Approccio Integrato per la difesa dalla *Drosophila suzukii*. Frutticoltura. 4. 6-10.
- Kanzawa, T. 1935. Research into the Fruit-fly *Drosophila suzukii* Matsumura (Preliminary Report) Yamanashi Prefecture Agricultural Experiment Station Report
- Kenis, M., Tonina, L., Eschen, R. et al. 2016. Non-crop plants used as hosts by *Drosophila suzukii* in Europe. J Pest Sci 89, 735–748 (2016). <https://doi.org/10.1007/s10340-016-0755-6>
- Lee J.C., Bruck D.J., Curry H., Edwards D., Haviland D.R., Van Steenwyk R.A., Yorgey B.M., (2011) - The susceptibility of small fruits and cherries to the spotted-wing drosophila, *Drosophila suzukii*. Pest Management Science 67: 1358-1367.
- Little, C., Dixon, P., Chapman, T., Hillier, N. 2020. Role of fruit characters and colour on host selection of boreal fruits and berries by *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae). The Canadian Entomologist. 152. 1-17. 10.4039/tce.2020.1.
- Papanastasiou SA, Rodovitis VG, Bataka EP, Verykoui E, Papadopoulos NT. Population Dynamics of *Drosophila suzukii* in Coastal and Mainland Sweet Cherry Orchards of Greece. Insects. 2020 Sep 10;11(9):621. doi: 10.3390/insects11090621. PMID: 32927914; PMCID: PMC7564280.
- Rot, M., Žežlina, I. Seljak, G. 2016. Population dynamics of spotted wing drosophila (*Drosophila suzukii*) in Slovenia in the period of 2011-2016. Jelaska, S. (ur.) (2016) Zbornik sažetaka 2. Hrvatskog simpozija o invazivnim vrstama. Zagreb, Hrvatsko ekološko društvo.
- Rot, M., Žežlina, I., Devetak, M., Rak Cizej, M., Poličnik, F., Koron, D., Cvelbar Weber, N., Modic, Š., Žigon, P., Novljan, M., Razinger, J., De Groot, M., Kavčič, Andreja. 2021. Strokovna priporočila za obvladovanje plodove vinske mušice: *Drosophila suzukii* (Matsumura). [s. l.: s. n., 2021]. 1 spletni vir (1 datoteka PDF (36 str.)), ilustr. <https://www.ivr.si/wp-content/uploads/2020/07/Priporocila-za-zatiranje-PVM-KONCNA.pdf>. [COBISS.SI-ID 86096387]
- Rota-Stabelli, O., Blaxter, M., & Anfora, G. 2013. *Drosophila suzukii*. Current biology : CB. 23. R8-9. 10.1016/j.cub.2012.11.021.
- Santoiemma, G., Tonina, L., Marini, L., Duso, C., Mori, N. 2020. Integrated management of *Drosophila suzukii* in sweet cherry orchards. Entomologia Generalis. 40. 297-305. 10.1127/entomologia/2020/0947.
- Sasaki, M., Sato, R.. 1995. Bionomics of the cherry drosophila, *Drosophila suzukii* Matsumura (Diptera: Drosophilidae) in Fukushima Prefecture [Japan], 3: life cycle Annu. Rep. Soc. Plant Prot. North Jpn. Jpn., 46 (1995), pp. 164-166.
- Seljak, G. 2011: Plodova vinska mušica - *Drosophila suzukii* (Matsumura), nov škodljivec jagodičastega sadja v Sloveniji. Sad, 22(3), 3-5.
- Shaw B, Hemer S, Cannon MFL, Rogai F, Fountain MT. Insecticide Control of *Drosophila suzukii* in Commercial Sweet Cherry Crops under Cladding. Insects. 2019 Jul 4;10(7):196. doi: 10.3390/insects10070196. PMID: 31277432; PMCID: PMC6681294.
- Shawer R., Tonina L., Tirello P., Duso C., Mori N. Laboratory and field trials to identify effective chemical control strategies for integrated management of *Drosophila suzukii* in European cherry orchards. Crop Prot. 2018;103:73–80. doi: 10.1016/j.cropro.2017.09.010.
- Shawer, R., Tonina, L., Gariberti, E., Mori, N. 2015. Efficacy of insecticides against *Drosophila suzukii* on cherries; 2015. XVIII. International Plant Protection Congress; Berlin, 24-28 August 2015 – Proceedings.
- Shawer, Rady. 2020. Chemical Control of *Drosophila suzukii*. In F. R. M. Garcia (Ed.), *Drosophila suzukii* Management (pp. 133–142). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-62692-1_10
- Walsh, D., Bolda, M., Goodhue, R., Dreves, A., Lee, J., Bruck, D., Walton, V., O'Neal, S., Zalom, F. 2011. *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae): Invasive Pest of Ripening Soft Fruit Expanding its Geographic Range and Damage Potential. Journal of Integrated Pest Management. 2. G1-G7. 10.1603/IPM10010.
- Žežlina, I. 2009. Škropilni program za češnje in višnje v letu 2009 : integrirano varstvo. Sad : revija za sadjarstvo, vinogradništvo in vinarstvo. 2009, let.20, št.2, str. 9, 2009, let.20, št.5, str. 5. ISSN 0353-5711. [COBISS.SI-ID 1260283]

SEZONSKA DINAMIKA IN GOSTITELJI MARMORIRANE SMRDLJIVKE (*Halyomorpha halys* [Stål], Hemiptera, Pentatomidae) v Ljubljani

Tanja BOHINC¹, Tomaž SINKOVIČ², Gudrun STRAUSS³, Stanislav TRDAN⁴

^{1,2,4}Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Ljubljana

³Institute for Sustainable Plant Production, Division for Food Security, AGES –
Austrian Agency for Health and Food Safety, Vienna

IZVLEČEK

V letu 2021 smo v sklopu projekta Euphresco »Improved knowledge about epidemiology and distribution of priority invasive and (re)emerging arthropod pests in fruit crops and grapevines (e.g. *Aromia bungii*, *Popillia japonica*, *Halyomorpha halys*) (2020-A-340)« začeli s spremljanjem zastopanosti marmorirane smrdljivke (*Halyomorpha halys*) v urbanem okolju, in sicer na dveh lokacijah v Ljubljani. Na obeh lokacijah (Laboratorijsko polje Biotehniške fakultete – Rožna dolina in Rakovnik) smo postavili tri feromonske vabe (tip pasti: Pherobank ft [Funnel trap - green lid/green funnel/transparent bucket]) z agregacijskimi feromoni (Trécé Pherocon BMSB dual lure). Na obeh lokacijah smo prvi pojav stenic spomladi zabeležili v prvi polovici aprila, številčnost ulova je bila najvišja v prvi polovici septembra. Ugotavljamo, da na območju osrednje Slovenije preučevana vrsta razvije en rod na leto. Kot gostitelje marmorirane smrdljivke smo potrdili sadne vrste (jablane, jagodičevje), vrtnine (paprika, fižol), poljščine (soja, koruza,..) in tudi tujerodne invazivne rastline, kot je kanadska zlata rozga.

Ključne besede: marmorirana smrdljivka, sezonska dinamika, urbano okolje, gostiteljske rastline, osrednja Slovenija

ABSTRACT

SEASONAL DYNAMICS AND HOST PLANTS OF BROWN MARMORATED STINK BUG (*Halyomorpha halys* [Stål], Hemiptera, Pentatomidae) IN LJUBLJANA

In 2021, as part of the Euphresco project "Improved knowledge about epidemiology and distribution of priority invasive and (re) emerging arthropod pests in fruit crops and grapevines (eg *Aromia bungii*, *Popillia japonica*, *Halyomorpha halys*) (2020-A-340)" we have started with monitoring of brown marmorated stink bug (*Halyomorpha halys*) in the urban environment, at two locations in Ljubljana. At both locations (Laboratory Field of the Biotechnical Faculty - Rožna dolina and Rakovnik), we have set up three pheromone

¹ dr., znan. sod., Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana, e-mail: tanja.bohinc@bf.uni-lj.si

² mag., viš. pred., upokojenec

³ mag., Spargelfeldstraße 191, A-1220 Vienna, Austria

⁴ prof. dr., Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana

traps (type: Pherobank ft [Funnel trap - green lid/green funnel/transparent bucket]) with aggregation pheromones (Trécé Pherocon BMSB dual lure). At both locations, first occurrence of brown marmorated stink bugs was recorded in the first half of April, while the highest abundance was recorded in the first half of September. Based on our study, we can confirm that studied insect pest develops one generation per year in Central Slovenia. As host plants of brown marmorated stink bug we can confirm fruit species (apple trees, small fruits), vegetables (pepper, bean), field crops (soya, corn,...) and also invasive alien plant species like Canada goldenrod.

Key words: brown marmorated stink bug, seasonal dynamics, urban environment, host plant, Central Slovenia

1 UVOD

Marmorirana smrdljivka (*Halyomorpha halys* [Stål], Hemiptera, Pentatomidae) velja za pomembnega škodljivca, ki svoj razvojni krog lahko zaključi na vsaj 150 gostiteljskih rastlinah. Velja za polifagno vrsto in predstavlja velik izziv v gojenju sadnih vrst (hruške, jabolane,...), vrtnin (plodovke, fižol,...) in poljščin (soja, koruza,...) (Haye et al., 2015; Laznik in Trdan, 2021). Pomen škodljivca postaja vedno večji tudi v urbanem okolju, saj jo zaradi polifagnosti najdemo tudi na različnih rastlinskih vrstah v urbanem okolju, na vrtovih, balkonih. Prav tako ji zgradbe (hiše) nudijo zatočišče, kjer lahko prezimi (Hess et al., 2022). Marmorirana smrdljivka je v Sloveniji zastopana od leta 2017, od takrat pa se je razširila po celotni državi (Rot et al., 2019). Zaradi skoposti podatkov o sezonski dinamiki marmorirane smrdljivke v urbanih okoljih v Sloveniji, smo se odločili, da bomo delovanje agregacijskih feromonov preučili v urbanem območju, in sicer na dveh lokacijah v Ljubljani.

2 MATERIAL IN METODE

2.1 Opis lokacij in zasnova poskusa

Zastopnost marmorirane smrdljivke smo spremljali od začetka marca 2021 do začetka novembra 2021 na dveh lokacijah v Ljubljani. Prvo lokacijo predstavlja Laboratorijsko polje Biotehniške fakultete (46,050383; 14,47089), za drugo lokacijo poskusa pa smo si izbrali Rakovnik (46,037795; 14,527310). Na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete smo feromonske vabe postavili na tri lokacije, ki se med seboj razlikujejo po rastlinskih vrstah. Vabe so bile tako postavljene na vrtnarsko delu (gojenje zelenjave/vrtnin), sadjarsko-poljedelskem delu (pridelava jabolka, jagodičevja, lešnikov, koruze ...) in gozdličku (0,005 ha z različnimi vrstami dreves). Na Rakovniku smo vabe postavili na rob vrta, na katerem je potekala pridelava paradižnika, krompirja, itd.

Na vsaki od lokacij smo postavili tri feromonske pasti (tip: Pherobank ft (Funnel trap-green lid/green funnel/transparent bucket; dobavitelj: Pherobank, Nizozemska) skupaj z agregacijskim feronom (feromon: Trécé Pherocon BMSB dual lure; proizvajalec: Trécé, ZDA; dobavitelj: Metrob d.o.o., Začret). Feromone smo menjali v 12-tedenskih intervalih, medtem ko smo zastopnost marmorirane smrdljivke (odrasle stenice, mlade in stare ličinke) spremljali v tedenskih intervalih. Mlade (manjše od 0,5 cm) in stare

(večje od 0,5 cm) ličinke smo spremljali na Laboratorijskem polju, medtem ko na Rakovniku ličink nismo ločevali po velikosti.

2.2 Spremljanje vremenskih dejavnikov

Na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete smo postavili IoT sistem za spremljanje okoljskih dejavnikov (proizvajalec: Laboratorij za elektronske naprave, Oddelek za gozdno ekologijo, Gozdarski inštitut Slovenije). V okviru sistema smo spremljali temperaturo zraka na višini 50 cm in 2 m. Podatke za dnevno vsoto padavin smo pridobili iz arhiva Agencije Republike Slovenije za okolje (MeteoSI, 2022)

2.3 Popis rastlinskih vrst v bližini feromonskih vab in popis gostiteljskih rastlin

30. junija 2021 smo v bližini feromonskih vab (cca 300 m² okoli vsake feromonske vabe) popisali rastlinske vrste. Prav tako smo od julija do septembra 2021 popisovali gostiteljske rastline marmorirane smrdljivke.

2.4 Statistična analiza podatkov

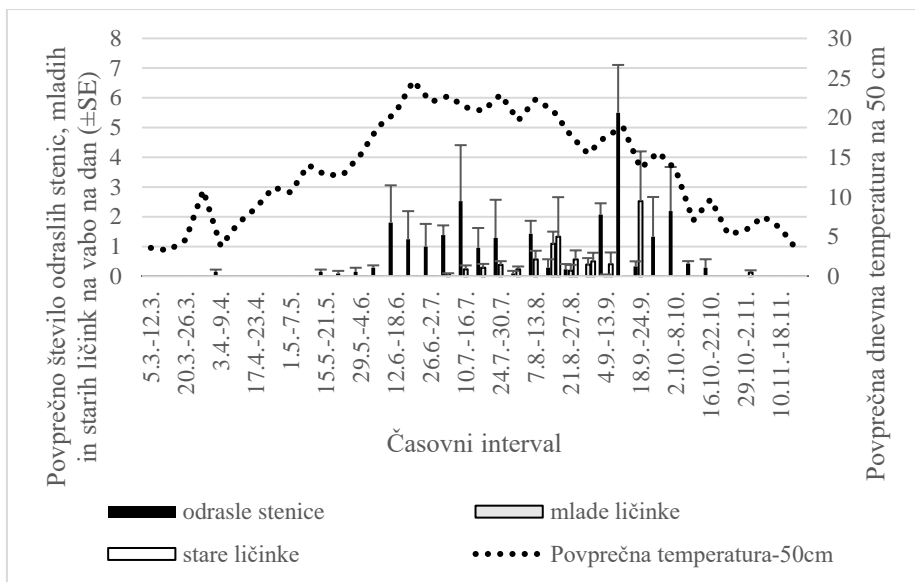
Rezultate poskusa smo statistično analizirali s programom Statgraphics Centurion XVI (Statgraphics Centurion, 2009). Rezultate o povprečnih dnevniških ulovih posameznih razvojnih stadijev marmorirane smrdljivke smo ovrednotili z eno smerno analizo variance (ANOVA).

382

3 REZULTATI

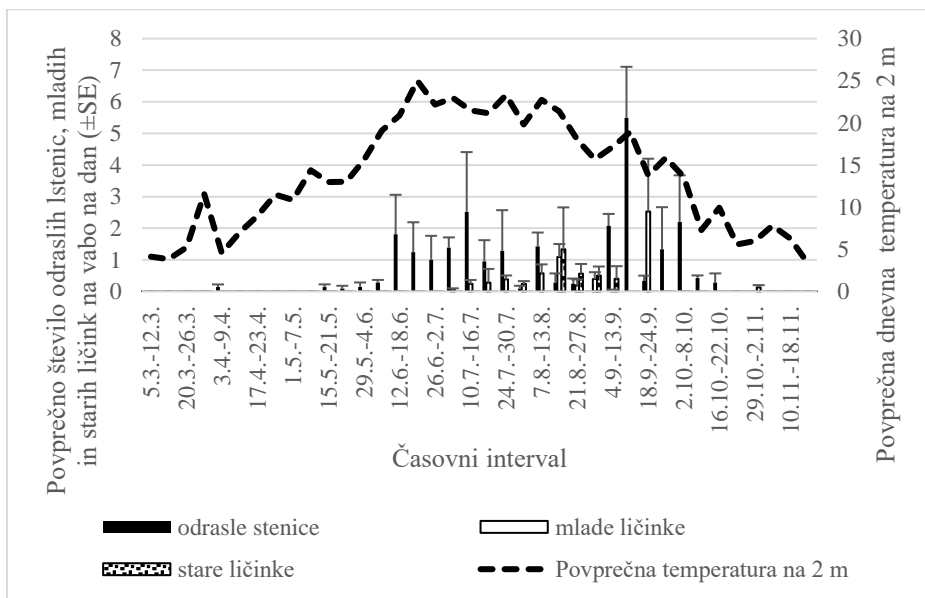
3.1 Zastopanost marmorirane smrdljivke na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete

Na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete smo s spremljanjem zastopanosti marmorirane smrdljivke začeli v 5.3.2021, ko smo na različnih delih Laboratorijskega polja postavili tri feromonske vabe. Prve odrasle stenice smo ulovili v začetku aprila (3.4.-9.4.), ko smo ulovili manj kot 1 stenico/vabo/dan. Številčneje so se odrasle stenice začele pojavljati v časovnem intervalu 12.6.-18.6., ko smo zabeležili 1,81±1,25 odrasle stenice na vabo na dan. V omenjenem časovnem intervalu je povprečna dnevna temperatura na 50 cm znašala 20,6 °C (slika 1), na 2 m pa 20,88°C (slika 2). V omenjenem časovnem intervalu smo v povprečju dnevno zabeležili 1,18 mm padavin (slika 3). Mlade ličinke smo prvič zabeležili v začetku julija (3.7.-9.7.), ko smo ujeli 0,05±0,05 mlade ličinke na vabo na dan. Njihova številčnost je bila najvišja v časovnem intervalu od 18.9. do 24.9., ko smo ugotovili 2,53±1,67 stare ličinke na vabo na dan. V omenjenem časovnem intervalu se je povprečna dnevna temperatura na 50 cm (slika 1) in 2 m (slika 2) gibala malo pod 14°C, povprečna dnevna vsota padavin pa je znašala 34,7 mm. Stare ličinke smo prvič zabeležili v časovnem intervalu (14.8.-20.8.), ko smo na feromonsko vabo na dan ugotovili 1,33±1,33 stare ličinke. V začetku novembra pa smo stare ličinke v feromonskih vabah ugotovili zadnjič. Zabeležili smo 0,13±0,07 ličinke na vabo na dan.



Slika 1: Povprečno število odraslih stenic, mladih in starih ličink na feromonsko vabo na dan v povezavi s povprečno dnevno temperaturo na 50 cm.

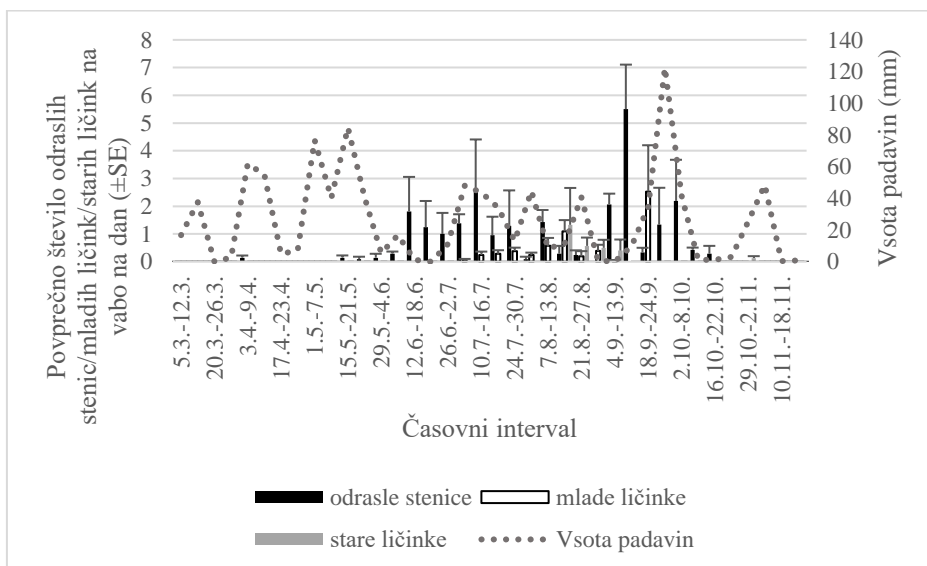
383



Slika 2: Povprečno število odraslih stenic, mladih in starih ličink na feromonsko vabo na dan v povezavi s povprečno dnevno temperaturo na 2 m.

Povprečno dnevno število ulovljenih odraslih stenic na vabo je bilo najvišje v časovnem intervalu od 14.9. do 17.9., ko smo v povprečju zabeležili več kot 5 odraslih stenic ($5,5 \pm 1,61$ odraslih stenic na vabo na dan). V omenjenem časovnem intervalu je povprečna dnevna temperatura zraka na obeh višinah (slika 1 in slika 2) znašala slabih 19°C , vsota padavin pa je znašala 9,9 mm. V naslednjem časovnem intervalu (18.9.-24.9.) ulova odraslih ličink praktično ni bilo ($0,33 \pm 0,17$ vabo/dan), smo pa zabeležili številčnejši ulov mladih ličink ($2,53 \pm 1,67$).

Vsota padavin je bila najvišja v časovnem intervalu od 25.9. do 1.10, ko smo zabeležili 122,4 mm padavin. V omenjenem časovnem intervalu nismo več ugotovili mladih in starih ličink, so pa se še vedno pojavljale odrasle stenice ($1,33 \pm 1,33$ vabo/dan).



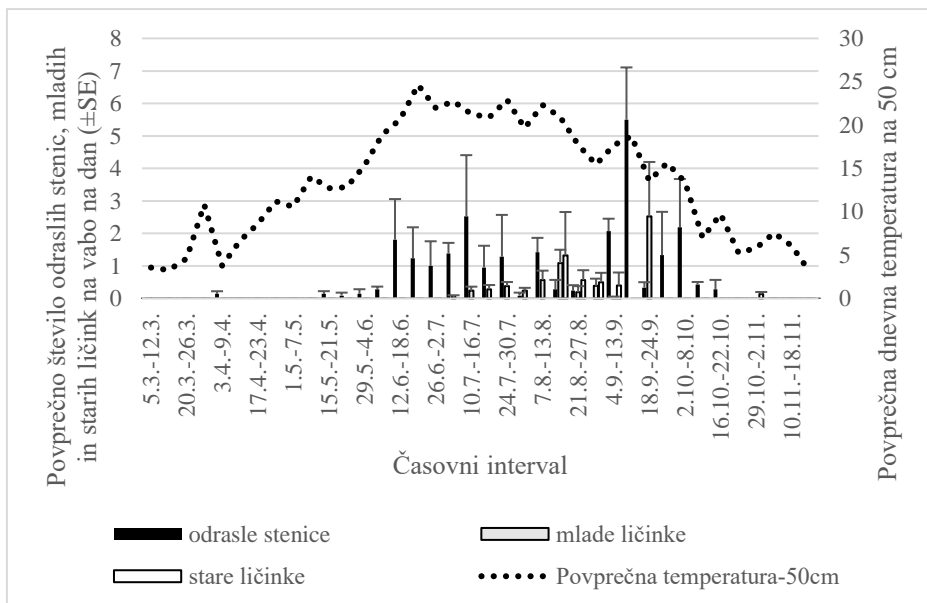
Slika 3: Povprečno število odraslih stenic, mladih in starih ličink na feromonsko vabo na dan v povezavi z vsoto padavin.

Glede na del Laboratorijskega polja, smo največje število stenic (ne glede na razvojni stadij) ujeli v feromonsko vabo na vrtnarskem delu Laboratorijskega polja, in sicer 444 osebkov. Na sadjarsko-poljedelskem delu 117 in v feromonski vabi na obrobju gozda 119 osebkov.

3.2 Zastopanost marmorirane smrdljivke na Rakovniku

Na Rakovniku smo prvi ulov odraslih stenic zabeležili v časovnem intervalu od 1.4. do 8.4., ko smo ugotovili $0,17 \pm 0,17$ stenic na vabo na dan. V omenjenem časovnem intervalu je povprečna dnevna temperatura na 50 cm znašala $5,9^{\circ}\text{C}$, na 2 m pa $6,7^{\circ}\text{C}$. Prav tako smo izmerili v omenjenem obdobju 61,8 mm padavin. Številčnejše so se

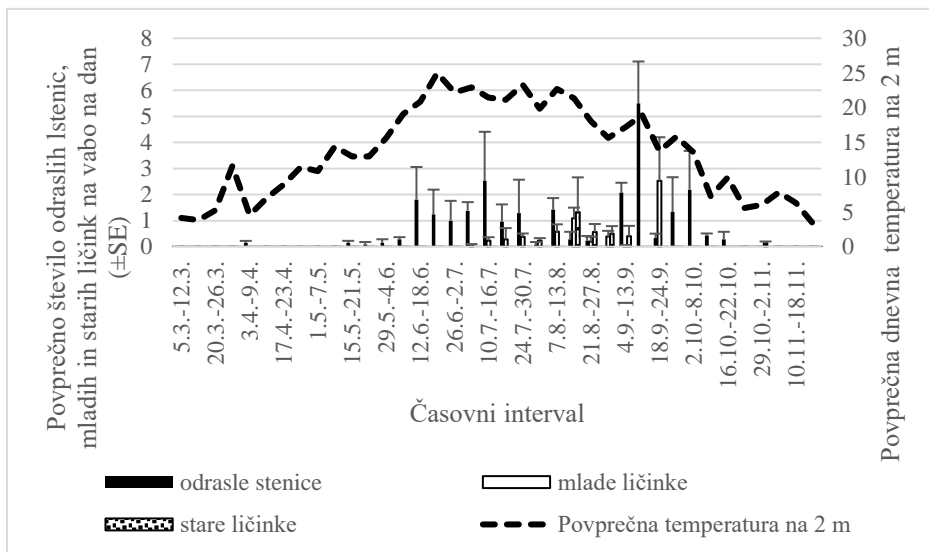
odrasle stenice začele pojavljati v začetku maja (7.5.-13.5.), ko smo ugotovili $0,33 \pm 0,33$ stenice na vabo na dan. V časovnem intervalu od 5.6. do 9.6 smo na 2 m zabeležili $19,1^\circ\text{C}$, obenem pa smo v feromonskih vabah ujeli $0,93 \pm 0,29$ odrasle stenice na vabo na dan. Prve ličinke smo v vabah ugotovili v časovnem intervalu od 24.6 do 30.6., in sicer smo ujeli $0,05 \pm 0,02$ ličinke na vabo na dan. Najvišja povprečna dnevna temperatura na 50 cm in 2 m je bila ugotovljena od 17.6. do 23.6., ko smo na obeh višinah izmerili več kot 24°C (sliki 4 in 5), v vabah pa smo v povprečju na dan ugotovili $0,67 \pm 0,39$ odrasle stenice na dan.



Slika 4: Povprečno število odraslih stenec in ličink na feromonsko vabo na dan v povezavi s povprečno dnevno temperaturo na 50 cm.

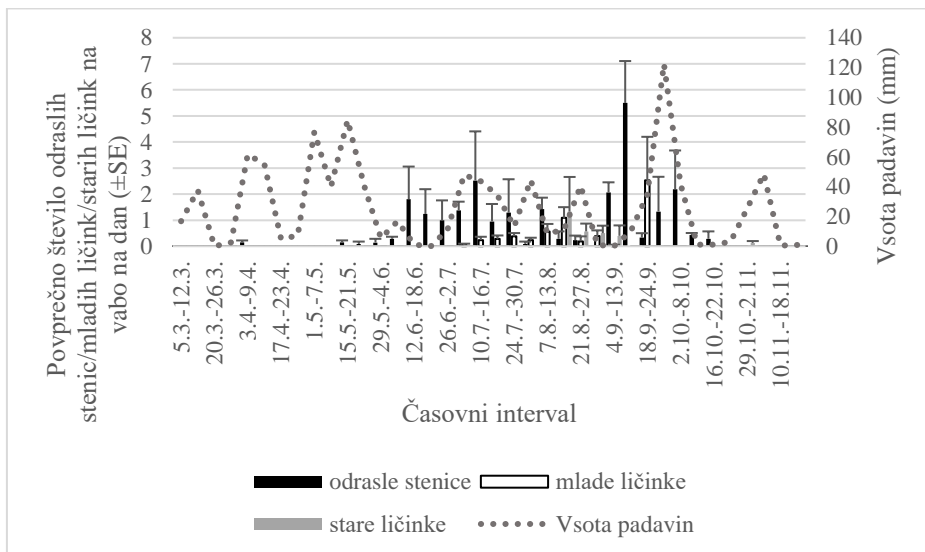
Številčnost odraslih stenec je začela naraščati v časovnem intervalu od 10.9. do 15.9., ko smo ugotovili $1,44 \pm 0,64$ odrasle stenice na vabo na dan. V omenjenem časovnem intervalu ni bilo padavin, smo pa na obeh višinah merjenja zabeležili povprečno temperaturo, ki je bila višja od 18°C (sliki 4 in 5).

Vsota padavin je bila najvišja v časovnem intervalu od 30.9. do 7.10., ko smo izmerili 160,8 mm padavin, v feromonske vabe pa se je v omenjenem časovnem intervalu ujelo $1,59 \pm 0,74$ odrasle stenice na vabo na dan (slika 6).



386

Slika 5: Povprečno število odraslih stenic in ličink na feromonsko vabo na dan v povezavi s povprečno dnevno temperaturo na 2 m.



Slika 6: Povprečno število odraslih stenic in ličink na feromonsko vabo na dan v povezavi s vsoto padavin (mm).

3.3 Popis rastlinskih vrst v okolici feromonskih vab in popis gostiteljskih rastlin marmorirane smrdljivke

Na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete smo feromonske vabe postavili na tri različne dele, ki se razlikujejo med seboj po prevladujočih rastlinskih vrstah. Na vrtnarskem delu smo tako našli vrtnine, kot so *Allium porrum*, *Lactuca sativa*, *Brassica oleraceae*, *Capsicum annuum*, *Allium cepa*, kot tudi plevelne vrste *Amaranthus retroflexus*, *Capsella bursa-pastoris*, *Galinsoga ciliata*, *Taraxacum officinale*, *Symphytum officinale*, *Potentilla reptans*, *Convolvus arvensis*, *Galinsoga parviflora*, *Rorippa sylvestris* in okrasno drevje, kot sta *Acer pseudoplatanus* in *Thuja occidentalis*. Na sadjarsko-poljedelskem delu Laboratorijskega dela najdemo sadne vrste, kot so *Corylus avellana*, *Castanea sativa*, *Malus domestica*, *Rubus fruticosus*, poljščine kot so *Zea mays*, plevelne vrste, kot so *Equisetum arvense*, *Capsella bursa-pastoris*, *Galinsoga ciliata*, *Achillea millefolium*, *Taraxacum officinale*, *Chenopodium album*, *Cirsium arvense*, *Papaver rhoeas*, *Symphytum officinale*, *Echinocloa crus-galli*, *Potentilla reptans*, *Sonchus asper*, *Erigeron annuus*, *Convolvus arvensis*, *Galium mollugo* in okrasno drevje/grmovnice, kot sta *Fallopia japonica* in *Acer pseudoplatanus*.

Na tretjem delu Laboratorijskega polja, kjer smo vabo postavili na obrobje gozda, pa najdemo rastlinske vrste kot so *Tilia tomentosa*, *Cornus sanguinea*, *Fraxinus excelsior*, *Acer pseudoplatanus*, *Carpinus betulus*, *Rubus caesius*, *Corylus avellana*, *Sambucus nigra*, kot tudi grmovnice/okrasno drevje *Ligustrum vulgare*, *Fallopia japonica* in plevelne vrste, kot so *Agropyron repens*, *Polygonum aviculare*, *Rorippa sylvestris* in *Hyoericum perforatum*.

Na Rakovniku, kjer razdalja med feromonskimi vabami ni tako izrazita pa predstavljamo rastlinske vrste glede na njihovo uporabnost. Na omenjeni lokaciji smo našli sadne vrste, kot so *Cydonia oblonga*, *Corylus avellana*, *Ficus carica*, *Castanea sativa*, *Rubus fruticosus*, *Malus domestica*, vrtnine, kot so *Cichorium intybus*, *Daucus carota*, *Phaseolus vulgaris*, poljščine, kot so *Helianthus annuus*, *Cucurbita pepo*, plevelne vrste kot so *Urtica dioica*, *Rumex obtusifolius*, *Achillea millefolium*, *Potentilla reptans*, *Galium mollugo*, *Lamium purpureum*, *Veronica persica*, *Plantago lanceolata*, *Taraxacum officinale*, *Galinsoga ciliata*, *Erigeron annuus*. Najdemo pa tudi vrste trav, kot so *Lolium perenne*, *Poa pratensis*, *Holcus lanatus* in *Trisetum flavescens*.

V sklopu raziskave smo na obeh lokacijah popisovali tudi vrste rastlin, na katerih se je pojavljala preučevana škodljiva vrsta. V tej zvezi smo na rastlinah popisovali različne razvojne stadije škodljivca. V preglednici 1 predstavljamo rastlinske vrste, na katerih smo potrdili zastopanost marmorirane smrdljivke.

Člankov o zastopanosti marmorirane smrdljivke v urbanih območjih v Sloveniji pred začetkom naše raziskave nismo zasledili. Prve odrasle stenice so se v feromonske vabe na obeh območjih ujele v začetku aprila. Da se marmorirana smrdljivka pojavlja v rastni dobi od aprila do oktobra in da je številčnosti populacije najvišja proti koncu rastne dobe, v njihovi raziskavi navajajo že Fischnaller et al. (2022). Številčnost odraslih

stenic se je začela povečevati v začetku junija, v začetku julija pa smo zabeležili pojav mladih ličink in obenem pojav prvega rodu tega škodljivca.

Preglednica 1: Zastopanost marmorirane smrdljivke po posameznih stadijih glede na rastlinsko vrsto.

| Lokacija | Datum | Rastlinska vrsta | Razvojni stadij marmorirane smrdljivke |
|-------------------------|-----------------|--------------------------------|-------------------------------------------|
| Laboratorijsko polje BF | 20.7.2021 | soja | jajčno leglo |
| | 5.8.2011 | soja | jajčno leglo |
| | | sončnice | odrasle stenice |
| | 6.8.2021 | paprika | odrasle stenice |
| | 11.8.2021 | industrijska konoplja | jajčno leglo |
| | | navadna leska | odrasle stenice |
| | 19.8.2021 | soja | mlade ličinke |
| | | robide | odrasle stenice |
| | 25.8.2021 | soja | odrasle stenice |
| | | koruza | odrasle stenice |
| | 27.8.201 | paprika | mlade in stare ličinke |
| | 13.9.2021 | navadna leska | stare ličinke |
| | 14.9.2021 | paprika | mlade in stare ličinke |
| | 17.9.2021 | koruza | stare ličinke, odrasle stenice |
| | | sončnice | stare ličinke, odrasle stenice |
| | | industrijska konoplja | stare ličinke, odrasle stenice |
| | | kloščevcevec | stare ličinke, odrasle stenice |
| | | soja | stare ličinke, odrasle stenice |
| | | maline | odrasle stenice |
| | 21.9.2022 | kanadska zlata rozga | odrasle stenice |
| koruza | | stare ličinke, odrasle stenice | |
| sončnice | | stare ličinke, odrasle stenice | |
| industrijska konoplja | | stare ličinke, odrasle stenice | |
| kloščevcevec | | stare ličinke, odrasle stenice | |
| soja | | stare ličinke, odrasle stenice | |
| robide | | odrasle stenice | |
| Kanadska zlata rozga | | odrasle stenice | |
| paprika | | stare ličinke, odrasle stenice | |
| navadna leska | | odrasle stenice | |
| ajda | | stare ličinke, odrasle stenice | |
| jajčevcevec | odrasle stenice | | |
| Rakovnik | 26.8.2021 | jablana | mlade ličinke, odrasle stenice |
| | | robide | mlade ličinke, odrasle stenice |
| | | paprika | mlade ličinke, odrasle stenice |
| | 10.9.2021 | fižol | mlade in odrasle ličinke, odrasle stenice |

Število rodov marmorirane smrdljivke se razlikuje med območji. Tako škodljivce v Švici razvije en rod na leto, v Italiji pa so zabeležili, da ima škodljiva vrsta dva rodova na leto (Reznik et al., 2022). Številčnost odraslih stenic je bila na obeh lokacijah naše raziskave najvišja v prvi polovici septembra. Škodljivost marmorirane smrdljivke v rastlinski pridelavi je opisana v kar nekaj člankih (Rot et al., 2019, Laznik in Trdan, 2021), v urbanem okolju pa prav tako postaja vse bolj pomembna (Wallner et al., 2014).

Širjenje populacije na nova območja je tako pogojeno z različnimi dejavniki okolja (bližina avtocest, železnice).

Pojav marmorirane smrdljivke so v Sloveniji sicer prvič ugotovili na zahodu Slovenije v letu 2017 (Laznik in Trdan, 2021), od leta 2018 pa se pojavlja tudi na širšem območju Ljubljane (Rot et al., 2019). Naša raziskava je temeljila na preučevanju sezonske dinamike marmorirane smrdljivke v urbanem okolju in je prva raziskava načrtnega spremljanja številčnosti populacije te vrste v Ljubljani. Da marmorirana smrdljivka lahko povzroča poškodbe in posledično škodo na zelenjavi, je bilo ugotovljeno na Madžarskem (Vétek in Korányi, 2017). Kljub temu, da je bila v naši raziskavi populacija marmorirane smrdljivke najbolj številčna na vrtnarskem delu Laboratorijskega polja, večje škode nismo ugotovili. Venugopal et al. (2015) navajajo, da je soja ena od rastlinskih vrst, ki preučevani stenici zelo ustrezajo in tudi mi smo na omenjeni poljščini ugotovili zastopanost mladih in starih ličink, odraslih stenic in tudi jajčnih legel. Da se marmorirana smrdljivka lahko hrani in razvija v rastlinah iz družine Cannabaceae, poročajo že Britt et al. (2019), v naši raziskavi pa smo odrasle stenice ter mlade in stare ličinke zabeležili na listih industrijske konoplje.

4 SKLEPI

Na podlagi rezultatov naše raziskave lahko sklenemo, da marmorirana smrdljivka v osrednji Sloveniji razvije en rod na leto. Na obeh lokacijah v Ljubljani so se odrasle stenice prvič pojavile v prvi polovici aprila, številčnost pa sta populaciji dosegli proti koncu rastne dobe. Pomemben dejavnik ulova škodljivca so tudi vremenski dejavniki. Največji ulov odraslih stenic je bil namreč zabeležen v časovnem intervalu, v katerem skoraj ni bilo padavin. V naši raziskavi smo potrdili tudi trditve predhodnih raziskav, ki kot ustrezne gostitelje marmorirane smrdljivke navajajo različne poljščine (soja,...), vrtnine (paprika,...), sadne vrste (jablana, jagodičevje,..) in tujerodne invazivne rastline, kot je na primer kanadska zlata rozga (*Solidago canadensis*).

5 ZAHVALA

Raziskava je nastala v okviru projekta Euphresco »Improved knowledge about epidemiology and distribution of priority invasive and (re)emerging arthropod pests in fruit crops and grape vines (e.g. *Aromia bungii*, *Popillia japonica*, *Halyomorpha halys*) (EPIDISARTH) (2020-A-340)«, ki je financiran v okviru programa strokovnih nalog s področja zdravstvenega varstva rastlin.

6 LITERATURA

- Britt, K.E., Pagani, M.K., Kuhar, T.P. 2019. First report of marmorated stink bug (Hemiptera: Pentatomidae) associated with *Cannabis sativa* (Rosales: Cannabaceae) in the United States. Journal of Integrated Pest Management. 10(1): <https://doi-org.nukweb.nuk.uni-lj.si/10.1093/ijpm/pmz014>
- Fischmaller, S., Rottebsteiner, A., Graf, M., Ladurner, M., Schmidt, S., Unterthurner, M., Zelger, A., Wolf, M. 2022. Starting an invasion: A five-year monitoring program of *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) in South Tyrol (Northern Italy). Laimburg Journal, 1-12.
- Haye, T., Garipey, T., Hoelmer, K., Rossi, J.P., Steito, J.C., Tassus, X., Desneux, N. 2015. Range expansion of the invasive brown marmorated stinkbug *Halyomorpha halys*: an increasing threat to field, fruit and vegetable crops worldwide. Journal of Pest Science, 88: 665-673

- Hess, B., Zimmermann, O., Baufeld, P., Reissig, A., Lutsch, B., Schrader, G. 2022. Current distribution and spatial spread patterns of *Halyomorpha halys* in Germany. EPPO Bulletin. 52: 164-174.
- Laznik, Ž., Trdan, S. 2021. Načini zatiranja marmorirane smrdljivke (*Halyomorpha halys* [Stål, 1855], Hemiptera, Pentatomidae). Acta Agriculturae Slovenica. 117/1, 1-11.
- Rot, M., Devetak, M., Žigon, P., Ferlež Rus, A., Matko, B., Peterlin, A. 2019. Marmorirana smrdljivka (*Halyomorpha halys* [Stål, 1855], [Hemiptera, Pentatomidae]), pojav in razširjenost nove invazivne, tujerodne stenice v Sloveniji. V: Zbornik predavanj in referatov 14. Slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin z mednarodno udeležbo, Maribor, 5.-6. marec., Trdan, S. (ur.), Društvo za varstvo rastlin Slovenije, 134-141.
- Reznik, S.Y., Karpun, N., Zakharchenko, V.Y., Shoshina, Y.I., Dolgovskaya, M.Y., Saulich, A.K., Musolin, D.L. 2022. To every thing there is a season: Phenology and photoperiodic control of seasonal development in the Caucasian population of the brown marmorated stink bug *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Heteroptera: Pentatomidae). Insects. 13(7), 580; <https://doi.org/10.3390/insects13070580>
- Vétek, G., Korányi, D. 2017. Severe damage to vegetables by the invasive brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae), in Hungary. Periodicum Biologorum. 119,2: 131-135.
- Venugopal, P.D., Dively, G.P., Lamp, W.O. 2015. Spatiotemporal dynamics of invasive *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) in and between adjacent corn and soybean field. Journal of Economic Entomology. 108: 2231-2241
- Wallner, A.N., Hamilton, G.C., Nielsen, A.L., Hahn, N., Green, E.J., Rodriguez-Saona, C.R. 2014. Landscape factors facilitating the invasive dynamics and distribution of the brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae), after arrival in the United States. Plos One. 9(5): doi: [10.1371/journal.pone.0095691](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0095691)

ODZIV MARMORIRANE SMRDLJIVKE (*Halyomorpha halys* [Stål]), Hemiptera, Pentatomidae) NA IZBRANE KEMIČNE SNOVI

Žiga LAZNIK¹, Stanislav TRDAN²

^{1,2} Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Ljubljana

IZVLEČEK

Marmorirana smrdljivka je predstavnik družine ščitastih stenic. Gre za invazivno, tujerodno in polifagno vrsto, ki izvira iz Vzhodne Azije. Sredi 90-ih je bila vnesena v ZDA ter leta 2004 v Evropo. V Sloveniji smo stenico prvič našli leta 2017 v Šempetru pri Gorici. V slabih dveh letih se je razširila po celotni Sloveniji ter začela povzročati škodo v kmetijski pridelavi. V laboratorijskem poskusu smo preučevali vpliv izbranih kemičnih snovi (citronelal, heksanal, β -kariofilen, α -kariofilen (homulen), linalol, terpinolen, nonanal, dimetil sulfid, etanol, nerolidol, nonanal, ocimen) na gibanje marmorirane smrdljivke. Rezultati so pokazali, da snovi nerolidol, ocimen in terpinolen na gibanje marmorirane smrdljivke delujejo odvrčalno. Omenjene snovi imajo potencial v varstvu rastlin. V praksi bi se omenjene snovi lahko namestilo v bližino gojenih rastlin. Ker snovi delujejo kot repelenti bi s tem lahko vplivali na manjši delež poškodb na gojenih rastlinah. V prihodnje bo potrebno izvesti poskuse da lahko potrdimo naše hipoteze.

Gljučne besede: marmorirana smrdljivka, *Halyomorpha halys*, repelenti, nerolidol, ocimen, terpinolen

ABSTRACT

RESPONSE OF THE BROWN MARMORATED STINK BUG (*Halyomorpha halys* [Stål], Hemiptera, Pentatomidae) TO SELECTED CHEMICALS

The brown marmorated stink bug is a representative of the family Pentatomidae. It is an invasive, alien and polyphagous species native to East Asia. It was introduced to the United States in the mid-1990s and to Europe in 2004. In Slovenia, this stink bug was first found in 2017 in Šempeter pri Gorici. In less than two years, it spread throughout Slovenia and began to cause damage in agricultural production. In a laboratory experiment, we studied the influence of selected chemicals (citronellal, hexanal, β -caryophyllene, α -caryophyllene, linalool, terpinolene, nonanal, dimethyl sulfide, ethanol, nerolidol, nonanal, ocimene) on the movement of the marmorated stink bug. The results showed that the substances nerolidol, ocimene and terpinolene have a repellent effect on the movement of the marmorated stink bug. These substances have potential in plant protection. In practice, these substances could be placed near cultivated plants.

¹ doc. dr., Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana, e-pošta: ziga.laznik@bf.uni-lj.si

² prof. dr., prav tam

Because the substances act as repellents, this could affect a lower proportion of damage to cultivated plants. In the future, experiments will need to be conducted so that we can confirm our hypotheses.

Key words: marmorated stink bug, *Halyomorpha halys*, repellent, nerolidol, ocimene, terpinolene

1 UVOD

Marmorirana smrdljivka (*Halyomorpha halys*) je predstavnik družine Pentatomidae. Gre za invazivno, tujerodno in polifagno vrsto, ki izvira iz Vzhodne Azije (Panizzi in sod., 2000; Lee in sod., 2013a). Vrsta je bila sredi 90-ih vnesena v ZDA (Hoebeke in Carter, 2003; Morrison in sod., 2017) ter leta 2004 v Evropo (Leskey in sod., 2012a; Rice in sod., 2014). Danes se pojavlja v večini evropskih držav. V novih okoljih se hitro prilagaja in uspešno razmnožuje, pri čemer razvije najmanj en popoln rod letno (Leskey in sod., 2012a). Z naraščanjem populacij postaja moteč dejavnik v urbanem okolju ter v zadnjem času eden najbolj nevarnih škodljivcev v kmetijski pridelavi (Inkley, 2012). V Sloveniji smo jo prvič odkrili leta 2017, in sicer v Šempetru pri Gorici. V slabih dveh letih se je razširila na območju celotne Slovenije ter začela povzročati škodo v kmetijski pridelavi (Rot in sod., 2018).

Vrsta je polifag. Prehranjuje se s prek 300 različnimi rastlinskimi vrstami iz številnih družin, med katerimi prevladujejo metuljnice in rožnice (Morrison in sod., 2017). Med sadnimi vrstami so njeni najpomembnejši gostitelji hruška, jabolana, breskev, leska, kaki in aktinidija (Leskey in sod., 2012a). Škodo povzroča tudi na viski trti, na plodovkah in stročnicah (paradižnik, paprika, jajčevce, kumare in fižol). V pridelavi poljščin so najbolj ogroženi posevki soje ter koruze. Prehranjuje se tudi na številnih okrasnih rastlinah in grmovnicah ter prosto rastočih drevesnih vrstah kot so: veliki jesen (*Fraxinus excelsior*), visoki pajesen (*Ailanthus altissima*), pavlovnija (*Paulownia tomentosa*), jerebika (*Sorbus aucuparia*), lovorikovec (*Prunus laurocerasus*), osleč (*Hibiscus spp.*), vrtnica (*Rosa*), navadna bodika (*Ilex aquifolium*) in številnih druge (Nielsen in Hamilton, 2009; Leskey in sod., 2012a; Morrison in sod., 2017).

Na področju omejevanja številčnosti marmorirane smrdljivke in preprečevanje škode v kmetijski pridelavi v tem trenutku nimamo na razpolago prav veliko ukrepov, kot tudi ne učinkovitih rešitev. Opravka imamo z izjemno »robustnim« škodljivcem, ki se ga ne da enostavno obvladovati s fitofarmaceutskimi sredstvi. V nasadih se škodljivce pojavlja od cvetenja do zorenja plodov gostiteljskih rastlin. Obdobje, v katerem povzroča škodo je izjemno dolgo. Kemično obvladovanje marmorirane smrdljivke vezano na pragove škodljivosti, zahteva veliko število škropljenj, kar negativno vpliva na agroekosistem, obremenjuje okolje in je v popolnem nasprotju z vzpostavljenim sistemom integriranega varstva. Dolgoročno gre pričakovati, da se bodo domorodni koristi organizmi sčasoma prilagodili na novega tujerodnega škodljivca ter ga začeli omejevati na dopustno raven. Izkušnje iz tujine kažejo, da je obvladovanje marmorirane smrdljivke izjemno zahteven proces, ki mora združevati številne ukrepe varstva rastlin (Morrison in sod., 2017). Temeljiti morajo na zanesljivih metodah spremljanja

populacije ŠO, predvidevanju nastanka škode ter pravočasni napovedi in izvedbi ukrepov.

V raziskavi smo preučevali vpliv izbranih kemičnih snovi (citronelal, heksanal, β -kariofilen, homulen, linalol, terpinolen, dekanal, oktanal, nonanal, dimetil sulfid) na gibanje marmorirane smrdljivke. Zanimalo nas ali izbrane kemične snovi, za katere je znano, da jih izločajo rastline, vplivajo na gibanje omenjenega škodljivca. Cilj raziskave je najti snov, ki marmorirano smrdljivko privablja (atraktant). Omenjena snov bi lahko v prihodnje služila v kombinaciji z lepljivimi ploščami kot način zatiranja škodljivca na okolju prijazen način. Drugi cilj naloge je najti snov, ki na gibanje marmorirane smrdljivke deluje odvrčalno (repellent). V praksi bi se tako snov lahko namestilo v bližino gojenih rastlin. Snov bi odvrčala marmorirano smrdljivko in s tem bi prav tako vplivali na manjši delež poškodb na gojenih rastlinah.

2 MATERIALI IN METODE DELA

Poskus je potekal v Laboratoriju za fitomedicino, na Biotehniški fakulteti v Ljubljani. Za namen poskusa smo izdelali olfaktometer. Gre za pripravo, ki je sestavljena iz osrednje posode (center), povezovalnih cevi in stranskih posod. V centralni del smo dali en osebek marmorirane smrdljivke. V eno izmed stranskih posod smo dali izbrano kemično snov. V drugo stransko posodo smo dali vato, ki je namočena v vodo (kontrola). V časovnem intervalu 5, 15, 30, 45 in 60 min smo spremljali gibanje marmorirane smrdljivke. Če se je škodljivec nahajal v centru smo dogodek označili z 0. Če se je škodljivec nahajal v izbrani kemični snovi (stranska posoda) smo dogodek označili z 1. Če se je škodljivec nahajal v stranski posodi (kontrola) smo dogodek označili z -1. Vsako obravnavanje (testiranje gibanja marmorirane smrdljivke k izbrani snovi) smo ponovili 20x. Izračunali smo t.i. kemotaksični indeks po metodiki Laznik in Trdan (2018). Prvi del naloge je bil namenjen temu, da smo iz nabora desetih kemičnih snovi pridobili od 3 do 5 snovi, ki so pokazale privabilno/odvrčalno delovanje. Podatke smo analizirali z enosmerno analizo variance (ANOVA). Uporabili smo statistični program Statgraphics Plus for Windows 4.0, pri čemer so bile različne snovi primerjane s Tukeyevim preizkusom mnogoterih primerjav ($P=0,05$). Za vsako snov smo izračunali tudi t.i. kemotaksični indeks (z njim smo določili ali snov deluje na marmorirano smrdljivko kot atraktant, repellent oz. nima vpliva). Vrednosti KI so lahko od -1 do $+1$, pri čemer je pri vrednosti $+1$ snov popolni atraktant in pri -1 popolni repellent. Slovenski raziskovalci (Laznik in Trdan, 2013; Jagodič in sod., 2017) so določili intervale: med $-1,0$ do $-0,2$ - snov je repellent; med $-0,2$ in $-0,1$ - snov je šibek repellent; med $-0,1$ do $0,1$ - snov nima vpliva; med $0,1$ do $0,2$ - snov je šibek atraktant; med $0,2$ in $1,0$ - je snov atraktant.

3 REZULTATI

3.1 Generalna analiza

Rezultati statistične analize so pokazali, da so na gibanje marmorirane smrdljivke v poskusu vplivali različni dejavniki: preučevana snov, čas trajanja izpostavljenosti snovi in njune medsebojne interakcije.

Neodvisno od trajanja poskusa so snovi nerolidol (vrednost KI = $-0,35 \pm 0,04$), ocimen (vrednost KI = $-0,32 \pm 0,04$) in terpinolen (vrednost KI = $-0,28 \pm 0,04$) delovali kot močni repelenti (so odvrčali gibanje marmorirane smrdljivke). Druge preučevane snovi v poskus na gibanje marmorirane smrdljivke niso imele vpliva oz. so na gibanje delovala bodisi kot šibki repelenti. Feromonska kapsula je delovala kot atraktant (vrednost KI = $0,25 \pm 0,04$).

3.2 Analiza glede na čas trajanja poskusa

Po 5 minutah se je snov nerolidol izkazala kot močan repelent (vrednost KI = $-0,20 \pm 0,09$), medtem ko ostale preučevane snovi niso imele vpliva na gibanje marmorirane smrdljivke. Feromon se je izkazal kot atraktant (vrednost KI = $0,20 \pm 0,09$).

Po 15 minutah so se snovi nerolidol (vrednost KI = $-0,40 \pm 0,11$), terpinolen (vrednost KI = $-0,25 \pm 0,09$), ocimen (vrednost KI = $-0,20 \pm 0,09$), heksanal (vrednost KI = $-0,20 \pm 0,11$) in homulen (vrednost KI = $-0,20 \pm 0,09$) izkazale kot repelenti. Feromon se je izkazal kot atraktant (vrednost KI = $0,25 \pm 0,09$), medtem ko ostale preučevane snovi v poskusu (β -kariofilen, citronelal, dimetil sulfid, etanol, linalol, nonanal in voda) niso imele vpliva na gibanje marmorirane smrdljivke v poskusu.

Po 30 minutah so se snovi nerolidol (vrednost KI = $-0,50 \pm 0,11$), terpinolen (vrednost KI = $-0,35 \pm 0,10$), ocimen (vrednost KI = $-0,40 \pm 0,11$), heksanal (vrednost KI = $-0,20 \pm 0,13$), etanol (vrednost KI = $-0,25 \pm 0,10$) in homulen (vrednost KI = $-0,25 \pm 0,09$) izkazale kot repelenti. Feromon se je izkazal kot atraktant (vrednost KI = $0,25 \pm 0,12$), medtem ko ostale preučevane snovi v poskusu (β -kariofilen, citronelal, dimetil sulfid, linalol, nonanal in voda) niso imele vpliva na gibanje marmorirane smrdljivke v poskusu.

Po 45 minutah so se snovi nerolidol (vrednost KI = $-0,50 \pm 0,11$), terpinolen (vrednost KI = $-0,50 \pm 0,11$), ocimen (vrednost KI = $-0,60 \pm 0,11$), etanol (vrednost KI = $-0,30 \pm 0,11$), citronelal (vrednost KI = $-0,20 \pm 0,14$) in homulen (vrednost KI = $-0,25 \pm 0,10$) izkazale kot repelenti. Feromon se je izkazal kot atraktant (vrednost KI = $0,40 \pm 0,12$), medtem ko ostale preučevane snovi v poskusu (β -kariofilen, dimetil sulfid, heksanal, linalol, nonanal in voda) niso imele vpliva na gibanje marmorirane smrdljivke v poskusu.

Po 60 minutah so se snovi nerolidol (vrednost KI = $-0,55 \pm 0,11$), terpinolen (vrednost KI = $-0,50 \pm 0,10$), ocimen (vrednost KI = $-0,65 \pm 0,11$), heksanal (vrednost KI = $-0,25 \pm 0,16$), etanol (vrednost KI = $-0,40 \pm 0,11$), citronelal (vrednost KI = $-0,30 \pm 0,14$) in homulen (vrednost KI = $-0,35 \pm 0,15$) izkazale kot repelenti. Feromon se je izkazal kot atraktant (vrednost KI = $0,40 \pm 0,12$), medtem ko ostale preučevane snovi v poskusu (β -kariofilen, dimetil sulfid, linalol, nonanal in voda) niso imele vpliva na gibanje marmorirane smrdljivke v poskusu.

4 DISKUSIJA

Za spremljanje populacijske dinamike različnih vrst domorodnih stenic se v praksi navadno uporabljajo različne detekcijske metode, kot so uporaba metuljnice, otresanje

rastlin, feromonske vabe in UV oz. črne svetilke (svetilke, ki oddajajo vijolično in modro kratkovalovno sevanje) (Krupke in sod., 2001; Leskey in Hogmire, 2005; Kamminga in sod., 2009; Borges in sod., 2011). Za spremljanje populacijske dinamike marmorirane smrdljivke so se v praksi sprva uporabljale piramidalne pasti z uporabo agregacijskega feromona (metil [2E, 4E, 6Z]-dekatrienoata) stenice *Plautia stali* Scott (Nielsen in sod., 2011; Leskey in sod., 2012b; Joseph in sod., 2013). Raziskovalci so ugotovili, da omenjeni feromon deluje na marmorirano smrdljivko kot kairomon (Aldrich in sod., 2007; Khimian in sod., 2008). Nadaljnje raziskave so pokazale, da feromon (metil [2E, 4E, 6Z]-dekatrienoata) ne vpliva na gibanje marmorirane smrdljivke spomladi in zgodaj poleti in je zato uporaben le pri pozno poletnem in jesenskem lovljenju stenic (Leskey in sod., 2012b). Khimian in sod. (2014) so ugotovili, da dvokomponentno privabilo, ki ga sestavlja agregacijski feromon (murgantiol) ter sinergistično sredstvo metil-dekatrienoat (MDT) vplivata tako na ličinke kot tudi na odrasle osebkne marmorirane smrdljivke skozi celotno rastno dobo. Njihovo raziskavo so potrdili tudi rezultati nekaterih sorodnih raziskav, ki so jih opravili drugi znanstveniki (Weber in sod., 2014; Leskey in sod., 2015; Morrison in sod., 2017; Rice in sod., 2018). Njihove raziskave so se predvsem ukvarjale z ugotavljanjem razmerij različnih vrst agregacijskih feromonov in njihovim učinkom na lovljenje populacij marmorirane smrdljivke. Poznavanje agregacijskih feromonov marmorirane smrdljivke predstavlja osnovo za strategijo »privabi in ubij / *angl. attract and kill*«, kjer s pomočjo feromonov privabimo na izbrano rastlinsko vrsto škodljivca in ga nato z uporabo drugih tehnik (kemično, biotično varstvo, mehansko z uporabo insekticidnih sesalcev) zatremo (Morrison in sod., 2016). Iz ZDA poročajo tudi o spremljanju populacijske dinamike z uporabo svetlobnih vab (bela, črna in modra dolgovalovna svetloba), vendar so potrdili uspešnost uporabe zgolj pri lovljenju odraslih osebkov (Nielsen in sod., 2013).

Rezultati so pokazali, da snovi nerolidol, ocimen in terpinolen na gibanje marmorirane smrdljivke delujejo odvrtačno. Omenjene snovi imajo potencial v varstvu rastlin. V praksi bi se omenjene snovi lahko namestilo v bližino gojenih rastlin. Ker snovi delujejo kot repelenti bi s tem lahko vplivali na manjši delež poškodb na gojenih rastlinah. V prihodnje bo potrebno izvesti poskuse na prostem, da lahko potrdimo naše hipoteze.

5 ZAHVALA

Prispevek je nastal v sklopu projekta CRP V4-2002, ki je financiran s strani Javne agencije za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije (ARRS) in Ministrstva za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano Republike Slovenije (MKGP). V projektu poleg vodilnega partnerja (UL – Biotehniška fakulteta) sodelujejo tudi KGZS – KGZ Nova Gorica in Maribor, UM – Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede, Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije, Kmetijski inštitut Slovenije in UL – Fakulteta za strojništvo.

6 LITERATURA

Aldrich, J.R., Khimian, A., Camp, M.J. (2007). Methyl 2,4,6-decatrienoates attract stink bugs and tachinid parasitoids. *Journal of Chemical Ecology*, 33: 801–815. doi.org/10.1007/s10886-007-9270-9

- Borges, M., Moraes, M.C.B., Peixoto, M.F., Pires, C.S.S., Sujii, E.R., Laumann, R.A. (2011). Monitoring the Neotropical brown stink bug *Euschistus heros* (F.) (Hemiptera: Pentatomidae) with pheromone-baited traps in soybean fields. *Journal of Applied Entomology*, 135:68–80. doi.org/10.1111/j.1439-0418.2010.01507.x
- Panizzi, A.R., McPherson, J.E., James, D.G., Javahery, M., McPherson, R.M. (2000). Stink bugs (Pentatomidae). V: Schaefer C.W., Panizzi, A.R. (ur.) *Heteroptera of economic importance*. Boca Raton, CRC, 421–474.
- Hoebeke, E.R., Carter, E.M. (2003). *Halyomorpha halys* (Stål) (Heteroptera: Pentatomidae): a polyphagous plant pest from Asia newly detected in North America. *Proceedings of Entomological Society Washington*, 105: 225-237.
- Inkley, D.B. (2012). Characteristics of home invasion by the brown marmorated stink bug (Hemiptera: Pentatomidae). *Journal of Entomological Science*, 47: 125-130. doi.org/10.18474/0749-8004-47.2.125
- Jagodič, A., Ipavec, N., Trdan, S., Laznik, Ž., 2017. Attraction behaviours: are synthetic volatiles, typically emitted by insect-damaged *Brassica nigra* roots, navigation signals for entomopathogenic nematodes (*Steinernema* and *Heterorhabditis*)? *BioControl* 62, 515-524.
- Joseph, S.V., Bergh, J.C., Wright, S.E., Leskey, T.C. (2013). Factors affecting captures of brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae), in baited pyramid traps. *Journal of Entomological Science*, 48: 43–51. doi.org/10.18474/0749-8004-48.1.43
- Kamminga, K.L., Herbert, D.A., Kuhar, T.P., Brewster, C.C. (2009). Predicting black light trap catch and flight activity of *Acrosternum hilare* (Hemiptera: Pentatomidae) adults. *Environmental Entomology*, 38: 1716–1723. doi.org/10.1603/022.038.0625
- Khrimian, A., Shearer, P.W., Zhang, A., Hamilton, G.C., Aldrich, J.R. (2008). Field trapping of the invasive brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys*, with geometric isomers of methyl 2,4,6-decatrienoate. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 56: 197–203. doi.org/10.1021/jf072087e
- Khrimian, A., Zhang, A., Weber, D.C., Ho, H.Y., Aldrich, J.R., Vermillion, K.E., Siegler, M.A., Shirali, S., Guzman, F., Leskey, T.C. (2014). Discovery of the aggregation pheromone of the brown marmorated stink bug (*Halyomorpha halys*) through the creation of stereoisomeric libraries of 1-bisabolen-3-ols. *Journal of Natural Products*, 77: 1708–1717. doi.org/10.1021/np5003753
- Krupke, C.H., Brunner, J.F., Doerr, M.D., Kahn, A.D. (2001). Field attraction of the stink bug *Euschistus conspersus* (Hemiptera: Pentatomidae) to synthetic pheromone-baited host plants. *Journal of Economic Entomology*, 94: 1500–1505. doi: 10.1603/0022-0493-94.6.1500
- Laznik Ž, Trdan S (2013) An investigation on the chemotactic responses of different entomopathogenic nematode strains to mechanically damaged maize root volatile compounds. *Exp Parasitol* 134:349-355.
- Lee, D.H., Short, B.D., Joseph, S.V., Bergh, J.C., Leskey, T.C. (2013a). Review of the Biology, Ecology, and Management of *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) in China, Japan, and the Republic of Korea. *Environmental Entomology*, 42: 627–641. doi: 10.1603/EN13006
- Leskey, T.C., Hamilton, G.C., Nielsen, A.L., Polk, D.F., Rodriguez-Saona, C., Bergh, J.C., Herbert, D.A., Kuhar, T.P., Pfeiffer, D., Dively, G.P., Hooks, C.R.R., Raupp, M.J., Shrewsbury, P.M., Krawczyk, G., Shearer, P.W., Whalen, J., Koplinka-Loehr, C., Myers, E., Inkley, D., Hoelmer, K.A., Lee, D.-H., Wright, S.E. (2012a). Pest status of the brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys* in the USA. *Outlook Pest Management*, 23: 218–226. doi: 10.1564/23oct07
- Leskey, T.C., Lee, D.-H., Short, B.D., Wright, S.E. (2012b). Impact of insecticides on the invasive *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae): analysis of insecticide lethality. *Journal of Economic Entomology*, 105: 1726–1735. doi.org/10.1603/EC12096
- Leskey, T.C., Hogmire, H.W. (2005). Monitoring stink bugs (Hemiptera : Pentatomidae) in mid-Atlantic apple and peach orchards. *Journal of Economic Entomology*, 98:143–153. doi.org/10.1093/jee/98.1.143
- Leskey, T.C., Khrimian, A., Weber, D.C., Aldrich, J.A., Short, B.D., Lee, D.-H., Morrison, W.R. (2015). Behavioral responses of the invasive *Halyomorpha halys* (Stål) to traps baited with stereoisomeric mixtures of 10,11-epoxy-1-bisabolen-3-ol. *Journal of Chemical Ecology*, 41: 418-429. doi: 10.1007/s10886-015-0566-x

- Morrison, W.R., Lee, D.H., Short, B.D., Khirnian, A., Leskey, T.C. (2016). Establishing the behavioral basis for an attract-and-kill strategy to manage the invasive *Halyomorpha halys* (Stål) (Hemiptera: Pentatomidae) in apple orchards. *Journal of Pest Science*, 89: 81–96. doi.org/10.1007/s10340-015-0679-6
- Morrison, W.R., Milonas, P., Kapantaidaki, D.E., Cesari, M., Di Bella, E., Guidetti, R., Haye, T., Maistrello, L., Moraglio, S.T., Piemontese, L., Pozzebon, A., Ruocco, G., Short, B.D., Tavella, L., Véték, G., Leskey, T.C. (2017). Attraction of *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) haplotypes in North America and Europe to baited traps. *Scientific Reports*, 7: 16941. doi:10.1038/s41598-017-17233-0
- Nielsen, A.L., Hamilton, G.C. (2009). Seasonal occurrence and impact of *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) in tree fruit. *Journal of Economic Entomology*, 102: 1133–1140. doi: 10.1603/029.102.0335
- Nielsen, A.L., Hamilton, G.C., Shearer, P.W. (2011). Seasonal phenology and monitoring of the non-native *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) in Soybean. *Environmental Entomology*, 40: 231–238. doi.org/10.1603/EN10187
- Nielsen, A.L., Holmstrom, K., Hamilton, G.C., Cambridge, J., Ingerson-Mahar, J. (2013). Use of black light traps to monitor the abundance, spread, and flight behavior of *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae). *Journal of Economic Entomology*, 106: 1495–1502. doi: 10.1603/ec12472
- Rice, K.B., Bergh, C.J., Bergmann, E.J., Biddinger, D.J., Dieckhoff, C., Dively, G.P., Fraser, H., Garipey, T.D., Hamilton, G.C., Haye, T., Herbert, D.A., Hoelmer, K.A., Hooks, C.R.R., Jones, A., Krawczyk, G., Kuhar, T.P., Martinson, H.M., Mitchell, W.S., Nielsen, A.L., Pfeiffer, D.G., Raupp, M.J., Rodriguez-Saona, C.R., Shearer, P.W., Shrewsbury, P.M., Venugopal, P.D., Whalen, J., Wiman, N.G., Leskey, T.C., Tooker, J.F. (2014). Biology, ecology and management of brown marmorated stink bug (*Halyomorpha halys*). *Journal of Integrated Pest Management*, 5: A1–A13 doi.org/10.1603/IPM14002
- Rice, K.B., Bedoukian, R.H., Hamilton, G.C., Jentsch, P., Khirnian, A., MacLean, P., Morrison, W.R., Short, B.D., Shrewsbury, P., Weber, D.C., Wiman, N., Leskey, T.C. (2018). Enhanced response of *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) to its aggregation pheromone with ethyl decatrienoate. *Journal of Economic Entomology*, 111: 495–499. doi: 10.1093/jee/tox316.
- Rot, M., Devetak, M., Carlevaris, B., Žežlina, J., Žežlina, I. (2018). First record of brown marmorated stink bug (*Halyomorpha halys* [Stål, 1855]) (Hemiptera: Pentatomidae) in Slovenia. *Acta Entomologica Slovenica*, 26: 5–12.
- Weber, D.C., Leskey, T.C., Cabrera Walsh, G., Khirnian, A. (2014). Synergy of aggregation pheromone with methyl (E, E, Z)-2,4,6-decatrienoate in attraction of *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae). *Journal of Economic Entomology*, 107: 1061–1068. doi: 10.1603/ec13502.

FIRST RECORDS OF NEW INSECT PESTS IN CROATIA BETWEEN TWO SLOVENIAN CONFERENCES ON PLANT PROTECTION (2019-2022)

Mladen ŠIMALA¹, Maja PINTAR², Tatjana MASTEN MILEK³

^{1,2} Croatian Agency for Agriculture and Food – Centre for Plant Protection
Zagreb, Republic of Croatia

³ Public institution for the management of protected areas and other protected parts of
nature in the Zagreb County Zeleni prsten, Samobor, Republic of Croatia

ABSTRACT

Three new insect pests were found for the first time in Croatia since the last Slovenian Conference on Plant Protection held in Maribor in 2019. Two of them are invasive, having Eastern Palearctic and Oriental origin, and one is a Palearctic species widely spread in Europe. Rose flea beetle (*Luperomorpha xanthodera* [Fairmaire, 1888]) is an alien species originating from China. In Europe, it was detected for the first time out of its natural habitat in Britain in 2003. Subsequently, the pest has spread rapidly across Europe. Adults are polyphagous, mainly anthophagous, causing damage on plants belonging to 23 genera from 19 botanical families. In Croatia, *L. xanthodera* was found for the first time in August 2019 on flowers of lemon seedlings in nursery in Rovinj. Later during the same year the species was found in additional 14 continental and coastal localities, on nine ornamental plant species from six different families. The ficus whitefly (*Singhiella simplex* [Singh, 1931]) is one of the most important pests of various ornamental *Ficus* species worldwide. It is an alien species originating from India. In Europe, the pest was first recorded in Cyprus in 2014. *S. simplex* was intercepted in Croatia in 2019 on potted plants of *Ficus benjamina* L. and *Ficus microcarpa* L.f., originating from the Netherlands. Privet thrips (*Dendrothrips ornatus* [Jablonowski, 1894]) is a polyphagous pest, living and breeding on leaves of privet, syringa, ash, alder, hazel and lime. It was found in Croatia in privet hedge (*Ligustrum vulgare* L.) in Čazma, in June 2020. Specimens of all newly recorded species were identified in the Laboratory for zoology to the species level on the basis of morphological characters, using classical identification methods according to relevant morphological keys.

Key words: Croatia, *Dendrothrips ornatus*, first records, *Luperomorpha xanthodera*, *Singhiella simplex*

¹ dr. sc., Gorice 68b, HR-10000 Zagreb, Croatia, e-mail: mladen.simala@hapih.hr

² dipl. ing., ibid

³ dr. sc., 151. samoborske brigade HV 1, HR-10430 Samobor

1 INTRODUCTION

Rose flea beetle (*Luperomorpha xanthodera* [Fairmaire, 1888]) belongs to subfamily of flea beetles (Alticinae). This beetle, originating from Far East, appeared in Europe at the beginning of this century and has since extend its range continuously. It was apparently imported to Europe from China with exotic plants. Since its first record in great Britain in 2003 (Johnson & Booth, 2004), the species was recorded in Italy, France, The Netherlands, Germany, Switzerland, Austria, Hungary, Poland, European Russia, Belgium, Spain and Montenegro (Kozłowski & Legutowska, 2014; Radonjić & Hrnčić, 2017; Bienkowski & Orlova-Bienkowskaja, 2018). *L. xanthodera* is a polyphagous species. Adults are predominantly anthophagous and feed on flowers of plants belonging to 23 genera from 19 botanical families, preferring flowers with the most intense scent or richest in pollen. Feeding damage affects only petals, not fruit-setting, and causes destruction of flowers that can be extensive. Larvae are rhizophagous and feed on secondary roots of host plants, without serious impact on normal development of the root system. In climatic conditions of Tuscany, species overwinters in the soil in all postembryonal development stages and completes two generations per year (Del Bene & Conti, 2009).

Ficus whitefly (*Singhiella simplex* [Singh, 1931]) (Hemiptera: Aleyrodidae) was described from India, and was also found in China, Myanmar and Taiwan (Ko & al., 2015). In Europe, this species was first recorded in Cyprus in 2014, resulting in its addition to the EPPO Alert list in the same year (EPPO, 2014). Subsequently, it was found in Turkey in 2016 (Yükselbaba & al., 2017), in France in 2017 (EPPO, 2017) and in Italy in 2019 (Laudani & al., 2019) and was intercepted in Slovenia (Seljak, 2018) and the UK (DEFRA, 2019). *S. simplex* is oligophagous on various species of *Ficus* (Moraceae), and exhibits a preference for weeping fig (*F. benjamina*). It has also been recorded on *Rhododendron indica* (L.) Sweet. (Ericaceae), but this remains to be confirmed (EPPO, 2014). This pest can seriously damage host plants by sucking of nutrients from the leaves, subsequently causing wilting, yellowing, leaf drop or even plant's death. Indirect damage is a consequence of excretion of honeydew, in particular by immature stages, on which the black sooty moulds subsequently develop, reducing the photosynthetic activity of affected leaves and decreasing aesthetic value of ornamental plants. In favourable climatic conditions *S. simplex* breeds through most of the year, producing several overlapping generations. In the Mediterranean countries, it causes serious damage on *Ficus* trees grown for ornamental purposes in urban public greeneries, planted along roads, in parks and gardens.

Privet thrips (*Dendrothrips ornatus* [Jablonowski, 1894]) (Thysanoptera: Thripidae) is a Palearctic species widespread in Europe. It is a leaf-feeding thrips species, common on various Oleaceae plants that causes silvering and distortion to the leaves, in particular of privet (*Ligustrum* spp.) and *Syringa* spp. (Mirab-balou & al., 2011; Wang & al., 2019). It was also recorded on shrubs and trees from families Betulaceae and Malvaceae (Zur Strassen, 2003). *D. ornatus* develops two or more generations each year, occurring on host plants from April to November (Alford, 2012).

2 MATERIALS AND METHODS

400

During visual inspections of various ornamental plants in the open field and in greenhouses of nurseries and garden centres, carried out as a part of a regular national survey on plant pests in Croatia, specimens of two newly recorded alien species (*L. xanthodera* and *S. simplex*) were collected in 2019. Thrips specimens were isolated from an official sample of twigs collected from a privet hedge in 2020 and delivered for the purpose of analysis by a private owner, from a locality in Čazma in Bjelovar-Bilogora County. All samples of insects were processed according to the standard entomological procedures for morphological diagnostics. Adult stages of the flea beetle detected on ornamental plants were collected with mouth aspirator and deposited into a vial with 70 % ethanol for subsequent laboratory analysis. The leaf samples with preimaginal whitefly stages were placed and stored dry in envelopes until preparation in the laboratory (Martin, 1987). The specimens of adult thrips were sampled by shaking of infested privet twigs above white paper surface and collected with a fine brush into a vial with AGA solution (ethyl alcohol + glycerol + acetic acid) (Mound & Kibby, 1988). Collected adult beetles were morphologically identified according to Warchalowski (2003) key for flea beetles and by comparison of microscopic characteristics of their reproductive apparatus with photos and literary description (Del Bene & Conti, 2009; Kozłowski & Legutowska, 2014; Bieńkowski & Orlova-Bienkowskaja, 2018 a). EPPO diagnostic protocol PM 7/109 (2) for *Epitrix* spp. was used for dissection of male genitalia and female spermatheca. Puparia and pupal cases of collected whiteflies were slide-mounted according to modified Watson & Chandler (1999) method for preparation. Whitefly species was identified using diagnostic keys provided by Jensen (2001) and Suh & al. (2008), as well as by comparison of microscopic slides with literary description and photos (Gonzalez-Julian & al., 2013; Ramos & al., 2015). Regarding final decision about identification of whitefly species, colleague G. Seljak was consulted (Šimala, pers. comm). Adult thrips females isolated from a privet' sample were slide-mounted according to modified Mound & Kibby (1988) method for preparation and identified according to Mound & Kibby (1998) and Zur Strassen (2003) morphological keys. For an accurate identification of all collected samples of insects, stereomicroscope Olympus SZX7 and optical microscope Olympus BX 51 were used. Photographs of recorded species were taken under a microscope equipped with a Digital Camera DP 25. Dry and slide-mounted specimens were deposited in the collection of Laboratory for zoology at Centre for Plant Protection – CAAF in Zagreb.

3 RESULTS AND DISCUSSION

Rose flea beetle (*L. xanthodera*) was found for the first time in 2019 in garden centres and nurseries in the open and in greenhouses, in a total of 15 localities in continental and coastal Croatia (Šimala & al., 2020). Ten ornamental plant species from seven botanical families were recorded as host plants of this pest (Table 1).

High populations of *L. xanthodera* adult stages were detected on the flowers and leaves of lemon seedlings in greenhouses and on the flowers of oleander, rose and hibiscus seedlings in the open. Consequently, significant damage to petals was determined on these plant species, which, apart from the aesthetic value of the plants, did not have any negative impact on the quality of seedlings. The pest was not found on already

established ornamental plants planted in the field. *L. xanthodera* larvae were not found at the roots, as the underground parts of the plants were not subject to visual inspection.

Table 1: Findings of species *L. xanthodera* in Croatia in 2019.

| County | Locality (geographic position) | Date of finding | Plant species | Plant family |
|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------|
| Istra | Rovinj (N 45° 4' 7.92" E 13° 39' 17.32") | 21.8. | <i>Citrus limon</i> (L.) Osbeck | Rutaceae |
| | | | <i>Nerium oleander</i> L. | Apocynaceae |
| | | | <i>Lagerstroemia indica</i> L. | Lythraceae |
| | Žbandaj (N 45° 12' 35.51" E 13° 41' 32.43") | 19.9. | <i>Nerium oleander</i> L. | Apocynaceae |
| | | | <i>Rosa</i> spp. | Rosaceae |
| | | | <i>Solanum jasminoides</i> Paxton | Solanaceae |
| | Poreč (N 45° 13' 37.35" E 13° 36' 13.46") | 19.9. | <i>Rosa</i> spp. | Rosaceae |
| <i>Hibiscus rosa sinensis</i> L. | | | Malvaceae | |
| Umag (N 45° 25' 33.65" E 13° 33' 1.12") | 20.9. | <i>Rosa</i> spp. | Rosaceae | |
| | | <i>Nerium oleander</i> L. | Apocynaceae | |
| | | <i>Citrus limon</i> (L.) Osbeck | Rutaceae | |
| The City of Zagreb | Zagreb (N 45° 46' 45.73" E 15° 57' 19.37") | 31.10. | <i>Nerium oleander</i> L. | Apocynaceae |
| | | | <i>Rosa</i> spp. | Rosaceae |
| Zagreb | Lučko (N 45° 45' 26.24" E 15° 52' 10.25") | 31.10. | <i>Nerium oleander</i> L. <i>Hibiscus syriacus</i> L. | Apocynaceae Malvaceae |
| Primorje-Gorski Kotar | Malinska (N 45° 8' 51.09" E 14° 32' 49.67") | 21.8. | <i>Lagerstroemia indica</i> L. | Lythraceae |
| | | | <i>Nerium oleander</i> L. | Apocynaceae |
| | | | <i>Hibiscus syriacus</i> L. | Malvaceae |
| Zadar | Murvica (N 44° 8' 28.06" E 15° 18' 48.4") | 11.9. | <i>Rosa</i> spp. | Rosaceae |
| | | | Bibinje (N 44° 4' 36.12" E 15° 17' 12.86") | 11.9. |
| | <i>Solanum jasminoides</i> Paxton | Solanaceae | | |
| Šibenik-Knin | Šibenska Dubrava (N 43° 44' 7.74" E 15° 56' 49.14") | 11.9. | <i>Citrus limon</i> (L.) Osbeck | Rutaceae |
| | | | <i>Rosa</i> spp. | Rosaceae |
| | | | <i>Hibiscus rosa sinensis</i> L. | Malvaceae |
| Split-Dalmatia | Split (N 43° 30' 50.32" E 16° 30' 0.51") | 13.9. | <i>Rosa</i> spp. | Rosaceae |
| | | | <i>Nerium oleander</i> L. | Apocynaceae |
| | Kaštel Sućurac (N 43° 32' 43.24" E 16° 27' 21.71") | 13.9. | <i>Nerium oleander</i> L. | Apocynaceae |
| Dubrovnik-Neretva | Metković (N 43° 4' 5.2" E 17° 38' 30.6") | 24.9. | <i>Citrus limon</i> (L.) Osbeck | Rutaceae |
| | | | <i>Nerium oleander</i> L. | Apocynaceae |
| | | | <i>Rosa</i> spp. | Rosaceae |
| | | | <i>Solanum jasminoides</i> Paxton | Solanaceae |
| Varaždin | Varaždin (N 46° 18' 39.31" E 16° 19' 36.21") | 30.9. | <i>Potentilla fruticosa</i> L. | Rosaceae |
| | | | <i>Rosa</i> spp. | Rosaceae |
| Međimurje | Štefanec (N 46° 21' 45.52" E 16° 29' 38.43") | 30.9. | <i>Clematis</i> spp. | Ranunculaceae |

Ficus whitefly (*S. simplex*) was intercepted in Croatia in 2019 on potted *Ficus* spp. plants originating from the Netherlands (Šimala & al., 2020 a). It was detected in greenhouses in garden centres in two Croatian coastal counties (Table 2). The whitefly population on infested plants was low, which is why no characteristic symptoms of infestation were observed. In Croatia, planting of *Ficus* plants in the form of alleys or hedges is not a common horticultural practice in coastal areas, as in some Mediterranean countries. Therefore, the phytosanitary importance of this new invasive whitefly species is reduced and damage can be expected only to *Ficus* plants in greenhouses at points of sale and in households.

Table 2: Findings of species *S. simplex* in Croatia in 2019.

| County | Locality (geographic position) | Date of finding | Plant species | Plant family |
|--------|-------------------------------------------------|-----------------|------------------------------|--------------|
| Istra | Poreč (N 45° 13' 37.35" E 13° 36' 13.46") | 2.5. | <i>Ficus microcarpa</i> L.f. | Moraceae |
| | Umag (N 45° 25' 33.65" E 13° 33' 1.12") | 2.5. | <i>Ficus microcarpa</i> L.f. | Moraceae |
| Zadar | Turanj (N 43° 58' 18.5" E 15° 25' 1.5") | 30.5. | <i>Ficus benjamina</i> L. | Moraceae |

402

Privet thrips (*D. ornatus*) was recorded in Croatia for the first time in June 2020 in a privet hedge (*L. vulgare*) on locality in Čazma (N 45°44'57.8" E 16°35'49.2") in Bjelovar-Bilogora County. The leaves in the submitted sample of privet twigs were severely infested with numerous larvae and adult stages of thrips and consequently covered with silvery spots. Adult thrips specimens isolated from the sample were slide-mounted and morphologically identified as species *D. ornatus*. Faunistic research conducted in Croatia has so far resulted in only two species of thrips from the genus *Dendrothrips* Uzel, 1895, i.e. *Dendrothrips degeeri* Uzel, 1895 (Raspudić & al., 2003; Raspudić & al., 2009) and *Dendrothrips phyllireae* (Bagnall, 1927) (Šimala & al., 2017). Also, in the relevant literature, species *D. ornatus* is not mentioned as a pest of privet in our country.

4 CONCLUSIONS

As a new member of Croatian entomofauna, rose flea beetle (*L. xanthodera*) presents a serious threat to many flowering ornamental species grown in public green spaces, parks and private gardens. In the case of a large population development, *L. xanthodera* could represent a danger for trade and decrease ornamental value of seedlings, especially citrus, oleander, rose and hibiscus. Since ficus whitefly (*S. simplex*) attacks different ornamental plant species of the genus *Ficus*, but not edible fig (*Ficus carica* L.), this species has no phytosanitary significance for the Croatian agriculture. Privet thrips (*D. ornatus*) is a newly recorded member of the thrips fauna in Croatia. The

finding in Čazma gives new knowledge about its harmfulness on privet, which will help the owners of this often cultivated plant species in detecting the symptoms of infestation and understanding the symptomatology, as well as with implementation of control measures.

5 REFERENCES

- Alford, D. V. 2012. Pests of Ornamental Trees, Shrubs and Flowers. A Colour Handbook. Manson Publishing Ltd, London, UK, 480 pp.
- Bienkowski, A. O., Orlova-Bienkowskaja, M. J. 2018. Alien leaf beetles (Coleoptera, Chrysomelidae) of European Russia and some general tendencies of leaf beetle invasions. PLoS ONE 13, 9: 1-23.
- Bienkowski, A. O., Orlova-Bienkowskaja, M. J. 2018 a. Quick spread of the invasive rose flea beetle *Luperomorpha xanthodera* (Fairmaire, 1888) in Europe and its first record from Russia (Coleoptera, Chrysomelidae, Galerucinae, Alticinae). Spixiana 41, 1; 99-104.
- DEFRA 2019. Plant Pest Factsheet. Fig whitefly *Singhiella simplex*. <https://planthealthportal.defra.gov.uk/assets/factsheets/Singhiella-simplex-Defra-fact-sheet-v4.pdf>
- Del Bene, G., Conti, B. 2009. Notes on the biology and ethology of *Luperomorpha xanthodera*, a flea beetle recently introduced into Europe. Bulletin of Insectology 62, 1: 61-68.
- EPPO 2014. First report of *Singhiella simplex* in Cyprus: addition to the EPPO Alert List. EPPO Reporting Service 11. <https://gd.eppo.int/reporting/article-3306>
- EPPO 2017. New data on quarantine pests and pests of the EPPO Alert List. EPPO Reporting Service 07. <https://gd.eppo.int/reporting/article-6097>
- Gonzalez-Julian, P., Carapia-Ruiz, V. E., Munoz-Viveros, A. L., Castaneda-Garcia, C. N. 2013. Registro de la mosca blanca del Ficus *Singhiella simplex* (Singh, 1931) (Hemiptera: Aleyrodidae), en Mexico. Entomologia Mexicana 12, 2: 1488-1493.
- Jensen, A. S. 2001. A cladistics analysis of *Dialeurodes*, *Massilleurodes* and *Singhiella*, with notes and keys to the Nearctic species and descriptions of four new *Massilleurodes* species (Hemiptera: Aleyrodidae). Systematic Entomology 26: 279-310.
- Johnson, C., Booth, R. G. 2004. *Luperomorpha xanthodera* (Fairmaire): a new British flea beetle (Chrysomelidae) on Garden Centre Roses. The Coleopterist 13, 4: 81-86.
- Ko, C. C., Shih, Y., T., Schmidt, S., Polaszek, A. 2015. A new species of *Encarsia* (Hymenoptera, Aphelinidae) developing on ficus whitefly *Singhiella simplex* (Hemiptera, Aleyrodidae) in China and Taiwan. Journal of Hymenoptera Research 46: 85-90.
- Kozłowski, M. W., Legutowska, H. 2014. The invasive flea beetle *Luperomorpha xanthodera* (Coleoptera: Chrysomelidae: Alticinae), potentially noxious to ornamental plants – first record in Poland. Journal of Plant Protection Research 54, 1: 106-107.
- Laudani, F., Giunti, G., Zimbalatti, Campolo, O., Palmeri, V. 2019. *Singhiella simplex* (Singh) (Hemiptera: Aleyrodidae), a new aleyrodid species for Italy causing damage on *Ficus*. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin 0, 0: 1-3.
- Martin J. H. 1987. An identification guide to common whitefly pest species of the world (Homoptera, Aleyrodidae). Tropical Pest Management 33, 4: 298-322.
- Mirab-balou, M., Tong, X., Feng, J., Chen, X. 2011. Thrips (Insecta: Thysanoptera) of China. Check List 7, 6: 720-744.
- Mound, L. A., Kibby, G. 1998. Thysanoptera. An Identification Guide. 2nd edition. Wallingford, UK, CAB International, 70 pp.
- OEPP/EPPO 2017. Diagnostics *Epitrix cucumeris*, *Epitrix papa*, *Epitrix subcrinita*, *Epitrix tuberosa*. PM 7/109 (2). Bulletin OEPP/EPPO Bulletin 47: 10-17.
- Radonjić, S., Hrnčić, S. 2017. A Review of New Alien Arthropod Pests and their Impact on Agriculture Crops in Montenegro. Acta zool. Bulg., 9: 203-210.
- Raspudić, E., Ivezić, M., Jenser, G. 2003. Check list on Thysanoptera in Croatia. Entomol. Croat. 7,1-2: 35-41.

- Raspudić, E., Ivezić, M., Brmež, M., Trdan, S. 2009. Distribution of Thysanoptera species and their host plants in Croatia. *Acta agriculturae Slovenica* 93: 275-283.
- Ramos, F., Montilla, R., Escalona, E., Sandoval, E. 2015. La mosca blanca *Singhiella simplex* (Singh, 1931) (Hemiptera: Aleyrodidae) en Venezuela. *Entomotropica*, 30, 25: 236-238.
- Seljak, G. 2018. Kaj vemo o favni ščitkarjev (moljevč) Slovenije (Hemiptera, Sternorrhyncha, Aleyrodidae)? Peti slovenski entomološki simpozij z mednarodno udeležbo, Maribor, 2018, Knjiga povzetkov: 26.
- Suh, S. J., Evans, G. A., Oh, S. M. 2008. A checklist of intercepted whiteflies (Hemiptera: Aleyrodidae) at the Republic of Korea ports of entry. *Journal of Asia-Pacific Entomology* 11: 37-43.
- Šimala, M., Pintar, M., Masten Milek, T., Markotić, V., Bjelja, Ž. 2017. Rezultati programa posebnog nadzora karantenskih vrsta tripsa iz roda *Scirtothrips* Shull, 1909 na agrumima u Hrvatskoj. *Glasilo biljne zaštite* 17, 6: 523-538.
- Šimala, M., Pintar, M., Masten Milek, T., Novak, A., Ivić, D., Džoić, D. 2020. Ružin buhač [*Luperomorpha xanthodera* (Fairmaire, 1888)] – novi invazivni štetnik ukrasnog bilja u Hrvatskoj. *Glasilo biljne zaštite* 20, 4: 484-491.
- Šimala, M., Pintar, M., Masten Milek, T. 2020 a. Intercepcija fikusovog štitastog moljca [*Singhiella simplex* (Singh, 1931)] u Hrvatskoj. *Glasilo biljne zaštite* 20, 5: 540-547.
- Wang., Z., Mound, L. A., Tong, X. 2019. Character state variation within *Dendrothrips* (Thysanoptera: Thripidae) with a revision of the species from China. *Zootaxa* 4590, 2: 231-248.
- Warchalowski, A. 2003. Chrysomelidae. The leaf-beetles of Europe and the Mediterranean area. *Natura optima dux Foundation, Warsaw, PL: 600 pp.*
- Watson, G. W., Chandler, L. R. 1999. Identification of Mealybugs important in the Caribbean Region with notes on preparation of whitefly pupae for identification. *Commonwealth Science Council and CAB International: 40 pp.*
- Yükselbaba U., Topakcı N., Göçmen H. 2017. A new record of Turkey Aleyrodidae fauna, ficus whitefly *Singhiella simplex*(Singh) (Hemiptera: Aleyrodidae). *Phytoparasitica* 45, 5: 715-717.
- Zur Strassen, R. 2003. Die terebranten Thysanopteren Europas und des Mittelmeer-Gebietes. *Goecke & Evers, Keltern, Deutschland: 277 pp.*

SELECTION OF SCREENING TESTS FOR DETECTION OF QUARANTINE BACTERIA OF THE GENUS *Xanthomonas* IN *Citrus* spp.

Neža TURNŠEK¹, Aude CHABIRAND², Manca PIRC³, Tanja DREO⁴

^{1,3,4}Nacionalni inštitut za biologijo, Oddelek za biotehnologijo in sistemsko biologijo

²French Agency for Food, Environmental and Occupational Health and Safety
(ANSES), Plant Health Laboratory, Unit for Tropical Pests and Diseases, Francija

ABSTRACT

Early diagnosis is key to reducing the risk of introduction and spread of plant pests and diseases. Through internal validations and interlaboratory comparisons, we obtain data on the performance of tests. As part of the VALITEST research project (Horizon 2020 GA 773139), the National Institute of Biology participated in an interlaboratory comparison study of laboratory tests for the detection of bacteria of genus *Xanthomonas* causing important diseases in citrus production. In a series of blank samples prepared by the study organizer, ANSES Plant Health Laboratory, Unit for Tropical Pests and Diseases, we tested various tests based on LAMP, PCR and real-time PCR methods. Based on the TPS and internal results, we chose an optimal combination of tests to determine bacteria of the genus *Xanthomonas* on citrus fruits that provide fit-for-purpose sensitivity and specificity of screening testing.

Key words: laboratory testing, diagnostics sensitivity, diagnostics specificity, interlaboratory comparisons of tests, *Xanthomonas citri* pv. *citri*, *Xanthomonas citri* pv. *aurantifolii*

IZVLEČEK

IZBOR PRESEJALNIH TESTOV ZA DOLOČANJE KARANTENSKIH BAKTERIJ IZ RODU *Xanthomonas* NA AGRUMIH

Zgodnja diagnostika je ključna za zmanjšanje tveganja vnosa in širjenja rastlinskih škodljivih organizmov. Z validacijami in medlaboratorijskimi primerjavami pridobivamo podatke o zanesljivosti testov, ki se uporabljajo. Nacionalni inštitut za biologijo je v okviru raziskovalnega projekta VALITEST (Horizon 2020 GA 773139) sodeloval v medlaboratorijski primerjalni študiji laboratorijskih testov za določanje karantenskih bakterij *Xanthomonas*, ki povzročajo pomembne bolezni agrumov. V seriji slepih vzorcev, ki jih je pripravil organizator študije, Laboratorij za zdravje rastlin ANSES, Enota za tropske škodljivce in bolezni, smo testirali različne teste na podlagi metod LAMP, PCR in PCR v realnem času. Na podlagi rezultatov študije in rezultatov laboratorija smo

¹ BSc., Večna pot 111, SI-1000 Ljubljana, Slovenija

² PhD, 7 chemin de l'IRAT, 97410 Saint-Pierre, Reunion island, France

³ PhD, Večna pot 111, SI-1000 Ljubljana, Slovenija

⁴ PhD, ibid.

izbrali optimalno kombinacijo testov za določanje bakterij iz rodu *Xanthomonas* na agrumih, ki zagotavljajo ustrezno občutljivost in specifičnost presejalnega testiranja.

Ključne besede: laboratorijsko testiranje, diagnostična občutljivost, diagnostična specifičnost medlaboratorijska primerjava testov, *Xanthomonas citri* pv. *citri*, *Xanthomonas citri* pv. *aurantifolii*

1 INTRODUCTION

Quarantine bacteria of the genus *Xanthomonas* (*Xanthomonas citri* pv. *citri* (Xcc) and *Xanthomonas citri* pv. *aurantifolii* (Xca)) are the causal agents of citrus bacterial canker (CBC) that presents a major risk for the citrus industry in the EU. The Xcc pathogen causes necrotic lesions on leaves, stems and fruits in plants of the family Rutaceae, with *Citrus spp.* the hosts of major economic importance. Severe infections can cause defoliation, badly blemished fruits, premature fruit drop, twig dieback and general tree decline. According to disease severity and host range of bacteria *Xanthomonas citri* pv. *citri*, we distinguish pathotypes of which pathotype A have the greatest economic impact on citrus industry. These strains are distributed worldwide and induce canker symptoms on a broad range of citrus hosts. Strain A* and Aw have restricted host range. *Xanthomonas citri* pv. *aurantifolii* (strains B and C) causes a minor canker of diminishing importance on a narrow host range.

Citrus bacterial cankers do not occur in Europe and it is important to prevent the introduction of the causative agents. EPPO standards describe some of the tests which can be used for the detection and identification of *Xanthomonas* in *Citrus* (EPPO 7/44). Since its last revision several novel tests were designed to address known issues of the existing tests.

The *Xanthomonas* pathogens of Citrus are introduced to new areas through the movement of infected citrus fruits and seedlings. Upon accidental entry, the success of eradication would depend upon the early detection of a newly established population. While citrus are not of economic importance in Slovenia and are only occasionally grown in limited quantities mainly as ornamentals, Port Koper is an entry point of relevance for citrus fruits. Visual inspections are performed to detect and exclude citrus fruits with lesions with the aim to prevent entry of the disease. Laboratory tests can be used to support visual inspections through detecting bacteria in symptomatic plant material or identification of bacteria in pure cultures. Laboratory tests are also necessary for detecting bacteria in latent infections. The aim of the use of laboratory tests is to provide unequivocal result corresponding to the presence or absence of the pathogens of interest.

2 MATERIALS AND METHODS

The test performance study (TPS) was organized by Anses in 2020/2021. Two sets of 24 blind samples and 2 controls were distributed to each participant for analysis with the provided protocols for real-time PCR, PCR and LAMP. The organizer ensured that the samples (already extracted DNA) used for evaluation of the methods and tests were

sufficiently homogeneous and stable. In addition to the strains *A*, *A** and *Aw* of *X. c. pv. citri* (Xcc), some samples contained strains *C* and *B* of *X. c. pv. aurantifolii* (Xca) and a non-target strain of *X. c. pv. bilvae* (Xcb). Samples were prepared in such a way, that they covered a broad concentration range of the target bacteria Xcc (from 2.3 c/mL to 6.3 c/mL of plant extracts) in a background of orange (*Citrus x sinensis*) and lime (*Citrus x aurantifolia*) (Test performance study on *Xanthomonas* on *Citrus*, Final report, Valitest (Horizon 2020 GA 773139)).

The overall diagnostic parameters determined in the TPS were compared to the results obtained by NIB using (where relevant) its own kits, reagents, consumables and instruments. Diagnostic sensitivity (DSE) and diagnostic specificity (DSP) were determined for each test by comparing the obtained results with the true status of the blind samples as reported by the organizer. DSP, a parameter describing the ability of the method not to detect the non-targets was calculated using the following formula: $100 \times \text{true negative} / (\text{false positive} + \text{true negative})$. Similarly, diagnostic sensitivity was calculated, a parameter describing the proportion of contaminated samples detected with a test. The advantages and disadvantages of tests were taken into account in selection of tests most suitable for screening. Results of the use of tests in a proficiency test are also summarized.

3 RESULTS AND DISCUSSION

407

The test performance study (TPS) focused on molecular tests including PCR, real-time PCR (qPCR) and LAMP. At NIB, we performed six different conventional PCRs (Hartung *et al.*, 1993; Miyoshi *et al.*, 1998; Cubero & Graham, 2002; Mavrodieva *et al.*, 2004; Park *et al.*, 2006; Robène *et al.*, 2020), three different real-time PCRs (Mavrodieva *et al.*, 2004; Cubero & Graham, 2005; Robène *et al.*, 2020), and one LAMP (Rigano *et al.*, 2010). Each test was applied to a set of blind samples provided by the TPS organizer. The samples included in the TPS contained plant material spiked with target bacteria or non-target bacteria. For each sample, the results of tests were reported as positive or negative. Finally, the results for tests and blind samples were compared to the expected results and the overall results of the TPS.

Of the tests performed three conventional PCR tests (Hartung *et al.*, 1993; Miyoshi *et al.*, 1998; Park *et al.*, 2006) showed subpar performance with regards to their diagnostic sensitivity (data not shown) and are excluded from further analysis here.

The variability in specificity of the available tests is known and has been confirmed in the TPS (Fig. 1). All the tests with satisfactory diagnostic sensitivity (conventional PCRs (Cubero & Graham, 2002; Mavrodieva *et al.*, 2004), real-time PCRs (Mavrodieva *et al.*, 2004; Cubero & Graham, 2005; Robène *et al.*, 2020), and LAMP (Rigano *et al.*, 2010)) were able to detect different pathotypes of *Xanthomonas campestris* pv. *citri* (Xcc) when present in high enough concentrations (*A*, *A** and *Aw*; Fig. 1). The pathotypes are described and are associated with different geographic distribution and host range. Of the pathotypes the pathotype *A* is of major importance. It can infect many different rutaceous plants and is present in Asia, Africa, South America and Oceania. Two groups of Xcc strains related to the pathotype *A* are described but have more restricted host range with pathotype *A** mainly infecting

Mexican lime in Asia and Africa, and pathotype Aw infecting Mexican lime and Alemow, present in Florida.

| | Cubero | Mavrodieva | Robène | Rigano |
|---------------|-------------|-------------|-------------|--------|
| | PCR qPCR | PCR qPCR | PCR qPCR | LAMP |
| Xcc A | ++ | ++ | ++ | + |
| Xcc A* | ++ | ++ | ++ | + |
| Xcc Aw | ++ | ++ | ++ | + |
| Xca C | + + | ++ | - + | - |
| Xca B | + - | ++ | - - | - |
| Xcb | ++ | ++ | - - | + |

Figure 1: Tests have different specificity with respect to strains of *Xanthomonas* on citrus (target strains A, A* and Aw of *X. c. pv. citri* (Xcc), non-target strains C and B of *X. c. pv. aurantifolii* (Xca), non-target strain *X. c. pv. bilvae* (Xcb)). Results considered true (true positive or true negative) in this analysis are shown in blue.

Of the tests with the initial satisfactory performance PCR and real-time PCR (Robène *et al.*, 2020) and LAMP (Rigano *et al.*, 2010) showed higher specificity for the main quarantine pathogen Xcc and exclusivity with regards to *X. citri* subsp. *aurantifolii* (Xca) and *X. c. pv. bilvae*. (Xcb) (Fig. 1). Although Xca can cause citrus bacterial canker (CBC) and is regulated within the EU (Annex II part A of the Commission Implementing Regulation (EU) 2019/2072), the latter has not been observed for decades in citrus production or at EU entry points.

As with other diseases, exclusion of false positive results from the diagnosis is crucial to avoid unnecessary economic losses. In the TPS, this was tested by analyzing non-target isolate of *X. c. pv. bilvae*. While *bilvae* is also pathogenic to rutaceous species but has a distinct symptomatology (is not known to cause cankers) and does not have a quarantine status (Bui Thi Ngoc *et al.*, 2010). In general, if the tests were able to detect

both quarantine species of *Xanthomonas*, they were also prone to false positive results with the non-target bacteria and/or sometimes challenging interpretation with negative samples containing plant material only.

The differences in analytical specificity of tests lead to higher variability of diagnostic specificity in the overall results of TPS, ranging from approximately 25 to 100 % (Fig. 2). PCR and real-time PCR based on Robène *et al.*, 2020, showed the highest DSE and DSP (88 % and 100 % for PCR and 100 % and 75 % for real-time PCR, respectively; Fig. 2).

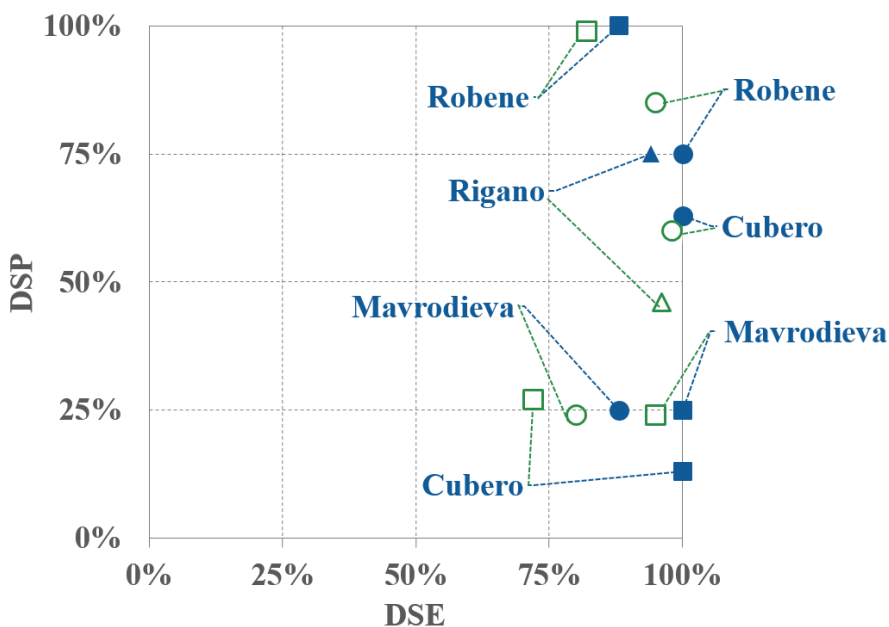


Figure 2: Diagnostic sensitivity (DSE) and diagnostic specificity (DSP) as obtained by NIB (full blue markers) in comparison with the overall DSE and DSP determined in the Valitest TPS (empty green markers); squares = PCR, circles = real-time PCR, triangles = LAMP.

In general, NIB obtained better results in the TPS than those averaged across participating laboratories (Fig. 2). The exception was the diagnostic specificity in Cubero PCR and Robene real-time PCR; these tests could benefit from further optimization adapted to specific laboratory conditions which would prevent false positive signals with plant material and other bacteria, respectively.

Based on the results none of the methods and/or tests used has optimal performance on its own. While tests based on Mavrodieva are promising for both detecting and differentiating target and non-target *Xanthomonas* spp. in Citrus, further optimization is needed to allow for unequivocal interpretation of results obtained from negative plant

material and low concentrations of the target in plant background. With respect to specific and sensitive detection of Xcc only, a combination of real-time PCR (Robène *et al.*, 2020) confirmed with PCR (Robène *et al.*, 2020) provide the most accurate approach. Because of its higher sensitivity real-time PCR may be more suitable for detection of the target bacteria in plant material whereas both PCR and real-time PCR are suitable for identification of bacteria in pure culture.

When the aim is to also detect Xca, PCR (Mavrodiëva *et al.*, 2004) could be used, taking into account that its positive results need to be differentiated from the potential false positive reactions with non-target bacteria.

The tests described here were further used in the proficiency test organized by CREA, within the activity of the European Union Reference Laboratory for pests of plants on bacteria. The results confirmed that further optimization of tests were needed for 100 % proficiency and that the challenge is mainly differentiation between true positive results at low concentration from the spurious amplification originating from plant material and/or its microflora.

4 CONCLUSIONS

Compared to previously described tests the novel tests PCR Robene and real-time PCR Robene showed improved diagnostic specificity and diagnostic sensitivity for detecting the main quarantine pathogen of Citrus, *X. c. pv. citri* (Xcc). The combination of the two tests is thus most suitable for testing a range of samples namely asymptomatic samples, fruit cankers and/or bacterial isolates from fruit cankers. Nevertheless, interpretation of the combined results of the two tests may be challenging for lower concentrations of the target bacteria in plant material as expected e.g. in ornamental Citrus spp. For fruit cankers in which the expected concentration of the pathogen is relatively high also LAMP (Rigano *et al.*, 2010) as an on-site amenable test seems promising.

There is no single test allowing for reliable detection of both quarantine pathogens, Xcc and Xca. Such analysis needs to be combined with further tests to exclude false positive results with non-target bacteria.

Overall, further work may be needed to ensure high diagnostic specificity of the tests on a wider range of naturally occurring isolates of Xcc. However, the benefits of test performance studies to gain experience with testing for pathogens which may not be the main focus of a laboratory can not be overstated.

5 ACKNOWLEDGEMENTS

This study was financially supported by the Valitest (EU Horizon 2020 GA 773139), by the Slovenian Research Agency (research core funding No. P4-0165) and the Slovenian Ministry of Agriculture, Forestry and Food.

6 REFERENCES

Bui Thi Ngoc, L., Vernière, C., Jouen, E., Ah-You, N., Lefevre, P., Chiroleu, F., Gagnevin, L., Pruvost, O., 2010. Amplified fragment length polymorphism and multilocus sequence analysis-

- based genotypic relatedness among pathogenic variants of *Xanthomonas citri* pv. *citri* and *Xanthomonas campestris* pv. *bilvae*. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology* 60, 515–525.
- Cubero, J., Graham, J.H., 2002. Genetic Relationship among worldwide strains of *Xanthomonas* causing canker in citrus species and design of new primers for their identification by PCR. *Appl Environ Microbiol* 68, 1257–1264.
- Cubero, J., Graham, J.H., 2005. Quantitative real-time polymerase chain reaction for bacterial enumeration and allelic discrimination to differentiate *Xanthomonas* strains on citrus. *Phytopathology* 95, 1333–1340.
- European and Mediterranean Plant Protection Organization, EPPO Standards, Diagnostic PM 7/44.
- Mavrodieva, V., Levy, L., Gabriel, D.W., 2004. Improved sampling methods for real-time polymerase chain reaction diagnosis of citrus canker from field samples. *Phytopathology* 94, 61–68.
- Rigano, L.A., Marano, M.R., Castagnaro, A.P., Do Amaral, A.M., Vojnov, A.A., 2010. Rapid and sensitive detection of citrus bacterial canker by loop-mediated isothermal amplification combined with simple visual evaluation methods. *BMC Microbiol* 10, 176.
- Robène, I., Maillot-Lebon, V., Chabirand, A., Moreau, A., Becker, N., Moumène, A., Rieux, A., Campos, P., Gagnevin, L., Gaudeul, M., Baider, C., Chiroleu, F., Pruvost, O., 2020. Development and comparative validation of genomic-driven PCR-based assays to detect *Xanthomonas citri* pv. *citri* in citrus plants. *BMC Microbiol* 20, 296.
- Test performance study on *Xanthomonas* on *Citrus*, Final report, Valitest (Horizon 2020 GA 773139).

AMBROZIJSKI PODLUBNIK (*Xylosandrus germanus* [Blanford, 1894]) NA VINSKI TRTI (*Vitis vinifera* L.)

Domen BAJEC¹, Karmen RODIČ², Andreja KAVČIČ³, Franci BAMBIČ⁴,
Andreja PETERLIN⁵

^{1, 2, 4, 5} KGZS – Zavod Novo mesto, Služba za varstvo rastlin, Novo mesto

³ Gozdarski inštitut Slovenije, Oddelek za varstvo gozdov, Ljubljana

IZVLEČEK

Ambrozijski podlubnik je polifagna invazivna tujerodna vrsta, ki je bila zabeležena na prek 200 vrstah lesnatih rastlin. V Sloveniji je bil prvič ugotovljen v letu 2000. Za kmetijsko pridelavo je bil do sedaj nevaren zaradi nagnjenosti do sadnih vrst. V letu 2019 smo v Službi za varstvo rastlin na KGZS – Zavodu Novo mesto prvič zabeležili tudi lokaliziran napad na vinski trti. Vzorec iz vinograda na Trški gori pri Novem mestu je bil potrjen na Gozdarskem inštitutu Slovenije. Druga lokacija napada je bila v večjem obsegu v letu 2020 zabeležena na vinorodnih legah pri Šentrupertu. Na trtah so znamenja napada slabo opazna, saj lubje zelo zastira črvino. Poškodovano tkivo se v večini primerov hitro prerašča in trs uspešno prenese gostoto podlubnikov, ki bi sicer rastlino pokončala. Odmirati začne šele, ko ga hkrati naseli več deset osebkov podlubnikov. Skrbi nas prihodnja dinamika širjenja in naraščanje škode na vinski trti.

Ključne besede: ambrozijski podlubnik, vinska trta, invazivne vrste, *Xylosandrus germanus*

ABSTRACT

BLACK TIMBER BARK BEETLE (*Xylosandrus germanus* [Blandford, 1894]) ON GRAPEVINE (*Vitis vinifera* L.)

Black timber bark beetle is a polyphagous, invasive species that has been recorded on over 200 woody plants. In Slovenia it was first identified in 2000. Until now it has been dangerous for agricultural production due to its tendency towards fruit tree species. In 2019, the Plant Protection Service at KGZS - Novo mesto Institute for the first time recorded also localized attack on grapevine. The sample from the vineyard on Trška gora near Novo mesto was confirmed at The Slovenian Forestry Institute. The second location of the attack was recorded on a larger scale in 2020 at the wine-

¹ mag. agr. znan., univ dipl. inž. agr., Šmihelska c. 14, SI-8000 Novo mesto, e-pošta: domen.bajec@kgzs-zavodnm.si

² mag. agr. znan., univ dipl. inž. agr.; prav tam

³ dr., Večna pot 2, SI-1000 Ljubljana

⁴ Šmihelska c. 14, SI-8000 Novo mesto

⁵ dipl. inž. agr. in hor., prav tam

growing sites near Šentrupert. On vines, the signs of attack are poorly visible, as the bark greatly conceals the holes. In most cases, the damaged tissue grows quickly and the cane successfully tolerates the density of beetles that would otherwise kill the tree species. It begins to die only when it is inhabited by dozens of beetles at the same time. We are concerned in the future dynamics of spreading and increasing damage to the grapevine.

Key words: ambrosia beetle, grapevine, invasive alien species, *Xylosandrus germanus*

1 UVOD

Ambrozijski podlubnik izvira iz območja vzhodne Azije. Kot izrazito polifagna vrsta napada prek dvesto drevesnih vrst in grmovnic. Pogosto je bil zabeležen tudi na sadnih vrstah: kostanju, jablani, orehu in leski. V Sloveniji je bil prvič potrjen leta 2000 na Primorskem, po letu 2008 je bil opažen še v drugih predelih. V Evropi je bil na vinski trti opisan leta 2007 v Nemčiji in leta 2019 v Italiji.

2 MATERIALI IN METODE

2.1 Prva najdba in prepoznavanje škodljivega organizma

Na propadanje napadenih trt nas je v začetku marca 2019 opozoril lastnik vinograda. Ogled in odvzem vzorca za uradno analizo smo opravili 08.03.2019. Lokacija najdbe je na Trški gori pri Novem mestu.

Da gre v vinogradu za napad hroščev iz poddružine Scolytinae, je bilo razvidno ob ogledu lokacije. Na trsih je bilo opaziti suho lubje, ki je bilo deloma že odstranjeno. Pod lubjem so bile vidne izvrtine. Za natančno določitev povzročitelja smo odvzeli vzorec in ga poslali v analizo v Laboratorij za varstvo gozdov na Gozdarskem inštitutu Slovenije.

2.2 Druga najdba

Drugo najdbo smo zabeležili 07.08.2020 v bistveno večjem obsegu v vinogradu na Zadragi pri Šentrupertu.

3 REZULTATI

Lokacija prvega napada, odkritega na Trški gori pri Novem mestu v 2019, je bila lokalizirana na koordinatah: Y D96(m): 514741; X D96(m): 77992. Napadenih je bilo od 15 do 20 trt, nekaj jih je lastnih posekal in uničil že leto prej. Poškodovani trsi so imeli večjo gostoto izvrtin (tudi prek 50 na rastlino). Na okoliških parcelah znamenj napada nismo našli.

Drugi napad je bil zabeležen leta 2020 v vinogradu na Zadragi pri Šentrupertu. Tu so bile poškodbe vidne v večjem obsegu na lokaciji s koordinatami: Y D96(m):

505748; X D96(m): 94474. Napadenih je bilo nekaj sto trt. Lastniki so precejšnje število propadlih trsov posekali leto prej.

3.1 Znamenja napada na vinski trti

Izvrtnine, ki jih povzroči ambrozijski podlubnik, merijo v premeru 1 mm. Napadene trte so v vinogradu pred nastopom zaključne faze propadanja težko prepoznane. Suho lubje, ki se lušči in odstopa od debla, zakriva pogled na izvrtnine v lesu. Črvina na izvrtninah ni bila opazna. Smo pa na trsih z veliko gostoto izvrtnin opazili obilnejše izločanje rastlinskega izcedka. Napadena trta navzven ne kaže opaznejših znamenj propadanja. Listje in poganjki so bujni. Propad nastopi hitro.

4 RAZPRAVA IN SKLEPI

Prizadeti trsi se na napade ambrozijskega podlubnika odzivajo s preraščanjem rogov. Za razliko od drevesnih gostiteljskih rastlin, se vinska trta kot ovijalka opazno aktivneje brani s tvorbo kalusa, ki prerašča fizične poškodbe ob izvrtavanju rogov. Zarastline smo opazili pri večini vitalnih trt.

414



Slika 1: Izvrtnine ambrozijskega podlubnika merijo v premeru 1 mm. Na vinski trti so težko opazne, saj jih zakriva suho lubje.



415

Slika 2: Na starem lesu se vidi tvorba rogov v lesu. Pričakovali bi, da bodo na napad bolj dovzetne šibkejše in oslabele rastline (npr. okužene z glivičnimi boleznimi lesa vinske trte), a to ni pravilo. V primeru obeh najdb je bil delež zdravih, vitalnih rastlin primerljiv z deležem zaradi bolezni oslabele rastlin. Hkrati smo beležili, da hitreje odmirajo predhodno poškodovani, oz. trhli trsi.



Slika 3: Pri večini napadenih trt se obilno izloča gost rastlinski izloček.

5 LITERATURA

- Contarini, M., Vannini, A., Giarruzzo, F., Faccoli, M., Morales-Rodríguez, C., Rossini, L., Speranza, S. 2020. First record of *Xylosandrus germanus* (Blandford) (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) in the Mediterranean scrubland in Southern Italy, and its co-presence with the co-generic species *X. compactus* (Eichhoff) and *X. crassiusculus* (Motschulsky). Bulletin OEPP/EPPO Bulletin 50(2)
- Hauptman, T., Pavlin, R., Jurc, M. 2018. Ambrozijski podlubnik (*Xylosandrus germanus*). Gozdarski vestnik, 76, 5/6: 3-4
- Spletna objava Acta Silvae et Ligni: Pajek, L., Hauptman, T., Jurc, M. 2020. Spremljanje tujerodnih ambrozijskih podlubnikov: tudi doma izdelane pasti so lahko učinkovite. Acta Silvae et Ligni [na spletu]. 122: 43–52. <https://repozitorij.uni-lj.si/Dokument.php?id=136855&lang=slv> (15.12.2021)
- Spletna objava MDPI: Ruzzier, E.; Prazaru, S.C.; Faccoli, M.; Duso, C. 2021. *Xylosandrus germanus* (Blandford, 1894) on Grapevines in Italy with a Compilation of World Scolytine Weevils Developing on Vitaceae. Insects 2021, 12, 869. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8537647/pdf/insects-12-00869.pdf> (15.12.2021)
- Spletna podatkovna baza CABI: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/57237> (15.12.2021)
- Spletna podatkovna baza EPPO: <https://gd.eppo.int/taxon/XYLBGGE> (15.12.2021)
- Spletni portal Varstvo gozdov Slovenije: <https://www.zdravgozd.si/prirocnik/zapis.aspx?idso=526>

ZATIRANJE AMERIŠKEGA ŠKRŽATKA (*Scaphoideus titanus* Ball, Hemiptera, Cicadellidae) NA VINSKI TRTI (*Vitis vinifera* L.) Z NAHRBTNIMI NAPRAVAMI ZA NANOS FITOFARMACEVTSKIH SREDSTEV

Filip VUČAJNK¹, Stanislav TRDAN², Matej VIDRIH³

¹⁻³Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Ljubljana

V vinogradu v Mirni Peči je bil v letu 2020 postavljen poskus, v katerega so bile vključene tri nahrbtnne naprave za škropljenje manjših vinogradov. Prva naprava je bila ročna škropilnica Solo 425, druga je bila baterijska škropilnica Solo Accu in tretja motorni pršilnik Solo 444. Zaradi močnega pojava ameriškega škržatka (*Scaphoideus titanus*) na tem območju v zadnjih letih, je bila primerjana kakovost nanosa dveh kontaktnih insekticidov proti temu škodljivcu z omenjenimi napravami. V poskusu je bilo ugotovljeno, da je bil odstotek pokritosti pri vseh treh napravah za škropljenje podoben in je znašal več kot 35 %. Pri motornem nahrbtnem pršilniku je bilo ugotovljeno večje število odtisov kapljic na cm². Na zunanjem delu vinske vrte, tako zgoraj kot tudi spodaj, je bil večji odstotek pokritosti z insekticidom kot zgoraj in spodaj v notranjem delu vinske trte. Tudi število odtisov kapljic na cm² je bilo na zunanjem delu vinske trte večje kot v notranjosti. Po prvem škropljenju z insekticidom Exirel se število ličink ni bistveno zmanjšalo, medtem ko se je po drugem škropljenju z insekticidom Decis 2,5 EC zmanjšalo na minimum. Rezultati poskusa so pokazali, da se lahko tudi s kakovostnimi ročnimi in baterijskimi škropilnicami doseže primerljiv nanos in delovanje insekticidov za zatiranje ameriškega škržatka kot z motornimi nahrbtnimi pršilniki, ki so trenutno največ v uporabi pri škropljenju manjših vinogradov.

Gljučne besede: nahrbtnne škropilnice, nahrbtni pršilniki, *Scaphoideus titanus*, nanos, insekticid

ABSTRACT

CONTROL OF AMERICAN GRAPEVINE LEAFHOPPER (*Scaphoideus titanus* Ball, Hemiptera, Cicadellidae) ON GRAPEVINE (*Vitis vinifera* L.) WITH KNAPSACK SPRAYERS TO DISPENSE PLANT PROTECTION PRODUCTS

In the vineyard near Mirna Peč a trial was performed in 2020, containing three backpack sprayers for spraying small vineyards. The first was hand knapsack sprayer Solo 425, the second was battery knapsack sprayer Solo Accu and the last motorized knapsack mistblower Solo 444. Due to the large abundance of American grapevine leafhopper (*Scaphoideus titanus*) in this area in the last few years, the quality of spray deposit after

¹ doc. dr., Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana, e-pošta: filip.vucajnk@bf.uni-lj.si

² prof. dr., prav tam

³ doc. dr., prav tam

spraying with three backpack spraying devices and two contact insecticides to control this pest was compared. In a trial it was established that the spray coverage of all three knapsack spraying devices was similar and amounted over 35 %. When using motorized mistblower the larger number of spray impacts per cm² was determined. On the outer part of the grapevine, both on the top and at the bottom, the higher insecticide coverage was established compared to inner part of the grapevine, both at the top and at the bottom. Also the number of spray impacts per cm² was larger on the outer part of the vine compared to inner part. After first insecticide spraying using Exirel the number of nymphal instars did not decrease greatly, while after second insecticide spraying with Decis 2,5 EC their number decreased to a minimum. Results gained in a trial showed that comparable spray deposit and insecticide effect on leafhopper can be achieved also with hand knapsack sprayers and battery knapsack sprayers compared to motorized mistblowers, which are generally more frequently used for spraying small vineyards.

Key words: knapsack sprayers, knapsack mistblowers, *Scaphoideus titanus*, spray deposit, insecticide

1 UVOD

V Vinorodni deželi Posavje in njenem okolišu Dolenjska je veliko vinogradov manjših od 0,10 ha. Na teh vinogradih se opravlja varstvo vinograda večinoma z nahrbtnimi napravami za nanos fitofarmaceutskih sredstev (FFS). Za škropljenje vinogradov se poleg nahrbtnih škropilnic na ročni pogon (Pravilnik..., 1999; Matthews, 2000), v zadnjem obdobju pojavljalo tudi nahrbtne škropilnice na baterijski pogon (Fee in sod., 1999). Ročna nahrbtna škropilnica je sestavljena iz rezervoarja z črpalko, pogonske ročice in cevi s škropilno palico. Črpalka je lahko batna ali batno membranska. Maksimalni delovni tlak škropljenja je pri batni črpalki 6 bar, medtem ko pri membranski črpali 4 bar. Baterijske škropilnice so po zunanosti zelo podobne ročni nahrbtni škropilnici, le da nimajo pogonske ročice za ročni pogon. Pod rezervoarjem je nameščena črpalka, ki ima električni pogon preko baterije. Običajno je baterija Li-ionska ali Ni-Cd. Napetost baterije je 12 V. Zelo pogosto se uporabljajo tudi motorni nahrbtni pršilniki (Bateman in Alves, 2000). Opremljeni so z dvo- ali štiriktaktnim motorjem. Motor poganja puhalo, ki sesa zrak in ga potiska skozi široko škropilno cev. Del zračnega toka gre po posebni cevi in notranjost rezervoarja. Tako deluje normalni zračni tlak 1,013 bar na škropilno tekočino v rezervoarju in omogoča, da gre tekočina, do posebnega ventila in končne šobe. Posebni ventil ima več stopenj, tako da lahko spreminjamo volumski pretok skozi šobo. Kapljice odnese zračni tok do ciljne površine.

Za vse vinogradnike je obvezno vsakoletno zatiranje ameriškega škržatka (*Scaphoideus titanus*), ki je prenašalec karantenske bolezni zlate trsne rumenice, zaradi katere lahko trte odmrejo v nekaj letih. K nam je prišel iz Italije, sicer pa izvira iz Kanade. V dolžino meri 4,9 do 5,8 mm. Ima vitko telo rumenkaste barve z več rjavimi progami na hrbtni strani (Vrabl, 1999; Zatiranje ..., 2011; Chuche in Thiéry, 2014). V zadnjem letu se je pojavil omenjeni škodljivec na območju Mirne Peči na Dolenjskem v večjem obsegu. Poleg tega uporaba nekaterih insekticidov za zatiranje tega škodljivca ni več dovoljena.

Predvsem pri uporabi kontaktnih insekticidov za zatiranje ameriškega škržatka je zahtevana visoka pokritost listov z insekticidno brozgo. Namen poskusa je bil ugotoviti vpliv škropljenja z ročno nahrbtno škropilnico, baterijsko nahrbtno škropilnico in motornim nahrbtnim pršilnikom na kakovost nanosa 2 kontaktnih insekticidov za zatiranje ameriškega škržatka in na njihov učinek delovanja na omenjenega škodljivca.

2 MATERIALI IN METODE

2.1 Naprave za škropljenje poskusa

Poskus smo postavili v vinogradu v Golobinjeku pri Mirni Peči, kjer je bilo odkrito žarišče bolezni v zadnjem obdobju. Površina vinograda znaša 0,08 ha. Poljski poskus je bil narejen v obliki slučajnih blokov s tremi ponovitvami na beli sorti 'Kerner'. Prva škropilnica je bila ročna nahrbtna škropilnica Solo 425 z imenskim volumnom rezervoarja 15 l. Ima batno črpalko in škropilno palico iz ogljikovih vlaken, dolžine 120 cm. Opremljena je bila z manometrom. Za škropljenje smo uporabili kompaktno injektorsko šobo Lechler IDK 90 02 C. Tlak škropljenja je pri tej škropilnici znašal med 3 in 4 bar zaradi nihanja pogonske ročice gor in dol. Poleg ročne nahrbtnne škropilnice smo uporabili še baterijsko nahrbtno škropilnico z imenskim volumnom rezervoarja. Opremljena je bila električnim pogonom črpalke in s stikalom za dve stopnji tlaka škropljenja. Škropili smo z drugo stopnjo pri tlaku 4,3 bar. Ravno tako smo imeli nameščeno teleskopsko škropilno palico z dolžino od 60 do 120 cm. Uporabili smo enako šobo kot pri ročni nahrbtni škropilnici. Tretja naprava v poskusu je bil motorni nahrbtni pršilnik, ki ima pogon na dvotaktni motor. Motor poganja puhalo, ki ustvarja zračni tok. Večino zračnega toka gre skozi širšo cev, na koncu katere je razpršilno ustje. Del zračnega toka gre v rezervoar, kjer s tlakom 1 bar pritiska na nivo tekočine. Tako gre škropilna brozga iz rezervoarja pod vplivom sile teže do glavnega ventila in na koncu do regulacijske ventila s šobo. Škropilna tekočina pride v stik z zračnim tokom, ki jo razdeli na majhne kapljice in nato do ciljne površine.

2.2 Uporabljeni insekticidi in meritve

Na levo in desno stran vrste smo pritrtili na vodo občutljive lističe. Merilna mesta so bila postavljena spodaj in zgoraj na zunanjem delu trte, kot tudi v notranjosti, bliže središnji osi. Za prvo škropljenje proti ameriškemu škržatku 7. 7. 2020 smo uporabili insekticid Exirel (a.s. ciantraniliprol), ki deluje dotikalno in želodčno. Uporablja se po koncu cvetenja vinske trte za zmanjševanje populacij škržatkov iz družine Cicadellidae (ameriškega škržatka [*Scaphoideus titanus*], bombaževčevega zelenega škržatka [*Jacobiasca lybica*] in zelenega škržatka [*Empoasca vitis*] v odmerku 60 - 75 mL/hL oz. največ 0,9 L/ha. Tretira se v času odlaganja jajčec oziroma ob začetku pojava larv. S sredstvom se lahko v eni rastni dobi tretira največ dvakrat, v razmaku 14 dni, v razvojni fazi od začetka razvoja plodičev do mehčanja jagod (BBCH 71-85) (Exirel, 2020). Drugo škropljenje smo izvedli 27. 7. 2020 z dotikalnim insekticidom Decis 2,5 EC (a.s. deltametrin). Uporablja se na vinski trti za pridelavo vinskega in namiznega grozdja za zatiranje križastega grozdnega sukača (*Lobesia botrana*), pasastega grozdnega sukača (*Eupoecilia ambiguella*) in ameriškega škržatka (*Scaphoideus titanus*) v odmerku 0,5 L/ha (5 ml na 100 m²) ob porabi 1000 L vode na ha. Proizvodne vinograde se tretira po

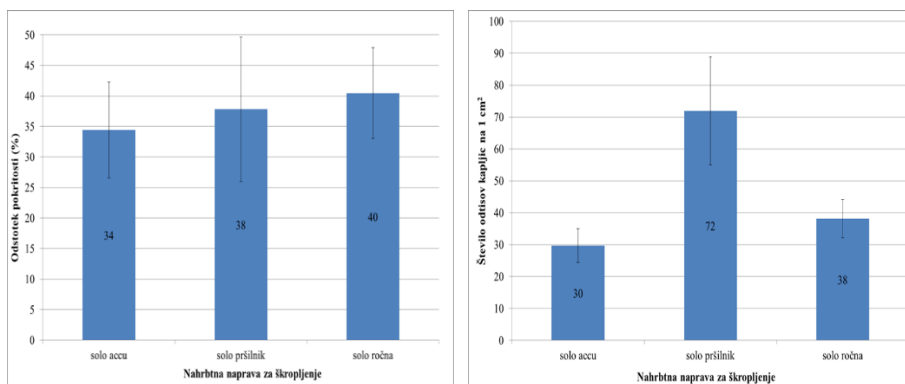
cvetenju trte do fenološke faze, ko jagode dosežejo velikost graha (BBCH 71 do 75). Na istem zemljišču je dovoljeno samo eno tretiranje v eni rastni dobi (Decis, 2020).

Takoj po škropljenju smo na vodo občutljive lističe pobrali in pritrtili na polistirenske plošče z bucikami. Analizo odtisov kapljic na lističih smo opravili na sistemu za avtomatsko analizo slik Wise Node v podjetju Wise Technologies Ltd., Slovenia. Sistem je sestavljen iz industrijske kamere z zelo natančnim senzorjem za slike (2 milijona pixlov na sliko) in visoko kakovostnih leč. Program omogoča meritve odstotka pokritosti kapljic na vodo občutljivih lističih in števila odtisov kapljic na cm^2 . Na vsakem merilnem lističu smo izvedli tri naključne meritve. Podatki meritev se shranijo v Microsoft Excel. En dan pred in en teden po škropljenju smo prešteli število ličink ameriškega škržata na list po standardni EPPO metodiki. Na ta način smo ugotovili vpliv škropilne naprave in insekticida na zmanjšanje populacije ameriškega škržatka. Poleg tega smo ugotavljali število ličink ameriškega škržatka na treh višinah vinske trte, in sicer na višini 0,5 - 0,8 m, 1,0 - 1,2 m in 1,8 - 2,0 m. Rezultate meritev smo obdelali in izračunali povprečja ter standardne napake meritev.

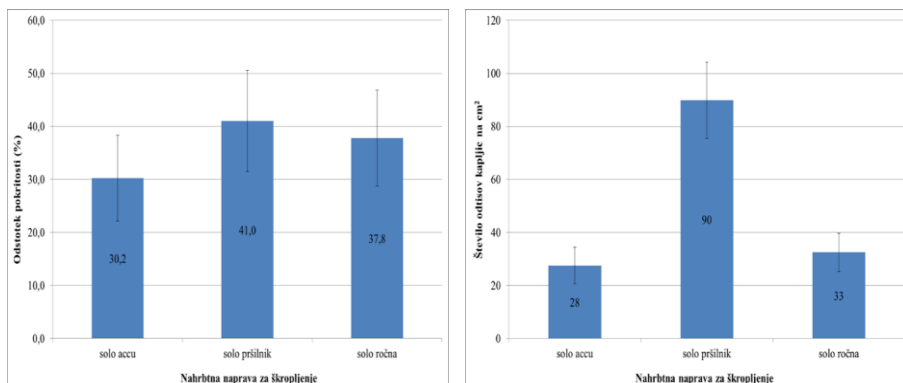
3 REZULTATI Z RAZPRAVO

Na sliki 1 (levo) je prikazan odstotek pokritosti na merilnih mestih na vinski trti z različnimi nahrbtnnimi napravami za škropljenje ob 1. škropljenju. Odstotek pokritosti z insekticidno brozgo na vodo občutljivih lističih je znašal od 34 do 40 %. Pri škropljenju vinograda z motornim nahrbtnnim pršilnikom smo dosegli večje število odtisov kapljic kot pri ostalih dveh nahrbtnnih napravah za škropljenje. Na vodo občutljivih lističih je bilo 70 odtisov kapljic na cm^2 , ko smo škropili z motornim nahrbtnnim pršilnikom, medtem ko je bilo pri ročni in baterijski škropilnici 30 oz. 38 odtisov kapljic na cm^2 (slika 1; desno).

420



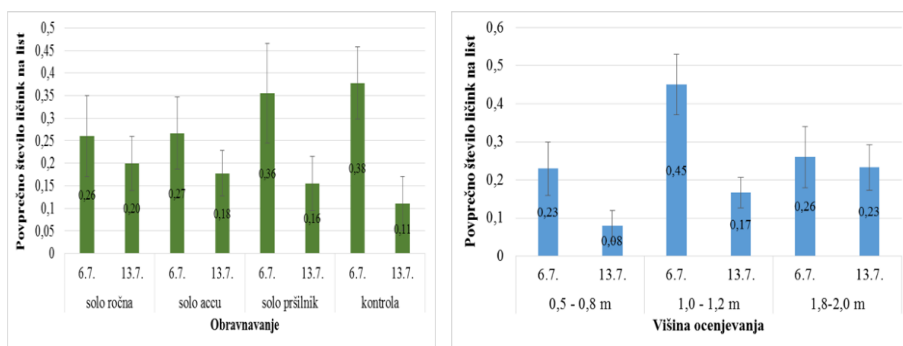
Slika 1: Odstotek pokritosti merilnih lističev (levo) in število odtisov kapljic na 1 cm^2 površine (desno) pri vinski trti sorte 'Kerner' pri različnih nahrbtnnih napravah za škropljenje vinograda po 1. škropljenju.



Slika 2: Odstotek pokritosti merilnih lističev (levo) in število odtisov kapljic na 1 cm² površine (desno) pri vinski trti sorte 'Kerner' pri različnih nahrbtnih napravah za škropljenje vinograde po 2. Škropljenju.

Na sliki 2 (levo) je prikazan povprečen odstotek pokritosti na vodo občutljivih lističih po 2. škropljenju z kontaktnim insekticidom pri treh uporabljenih nahrbtnih napravah za škropljenje. Odstotek pokritosti je znašal od 30,2 % pri baterijski škropilnici do 41,0 % pri motornem nahrbtnem pršilniku. V povprečju je bilo po 2. škropljenju z motornim nahrbtnim pršilnikom največ odtisov kapljic na 1 cm² (90). Pri baterijski in ročni nahrbtni škropilnici je bilo precej manjše število odtisov kapljic na 1 cm², in sicer 28 oz. 33

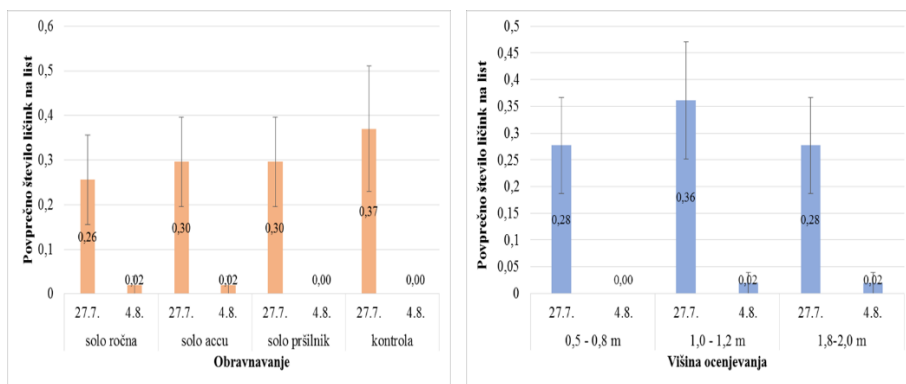
Pred 1. škropljenjem s kontaktnim insekticidom Exirel 6. 7. 2020 je bilo pri vseh obravnavanih od 0,26 do 0,38 ličink na list. Po škropljenju 13. 7. 2020 se je število ličink na list zmanjšalo od 0,11 do 0,20 (slika 3; levo).



Slika 3: Število ličink na list (levo) in število ličink na list vinske trte glede na višino ocenjevanja (desno) pri vinski trti sorte 'Kerner' po obravnavanih v poskusu pred in po 1. Škropljenju.

Število ličink smo vrednotili tudi na treh nivojih vinske trte, merjeno od tal. Opazno je, da je bilo pred prvim škropljenjem 6. 7. 2020 največ ličink na list na višini 1,0 do 1,2 m od tal (0,45). Na ostalih dveh nivojih je bilo pred škropljenjem le od 0,23 do 0,26

ličink na list. Po škropljenju je bilo najmanj ličink na list prešteti na spodnji višini (0,08), na ostalih dveh višinah pa je znašalo 0,17 do 0,23 (slika 3; desno).



Slika 4: Število ličink na list (levo) in število ličink na list vinske trte glede na višino ocenjevanja (desno) pri vinski trti sorte 'Kerner' po obravnavanjih v poskusu pred in po 2. Škropljenju.

422

Pred 2. škropljenjem se je število ličink na list gibalo od 0,26 do 0,37. Po 2. Škropljenju se je povsod zmanjšalo na minimum (slika 4; levo). Pred 2. škropljenjem s kontaktnim insekticidom Decis 2,5 EC je bilo od 0,28 do 0,36 ličink na list (slika 3; desno). Nekoliko več je bilo ličink na srednji višini ocenjevanja od 1,0 do 1,2 m. Po 2. škropljenju se je na vseh višinah ocenjevanja število ličink znižalo na minimum.

4 SKLEPI

V poskusu škropljenja vinske trte s kontaktnim insekticidom za zatiranje ameriškega škržatka ni bilo razlik v odstotku pokritosti med motornim nahrbtnim pršilnikom, ročno in baterijsko nahrbtno škropilnico. Pri uporabi motornega nahrbtnega pršilnika je bilo opazno večje število odtisov kapljic škropilne brozge na večini merilnih mest. V notranjosti vinske trte bližje središnji osi, tako v zgornjem kot tudi v spodnjem delu, je bila slabša pokritost s škropilno brozgo kot na zunanem, bolj izpostavljenem delu vinske trte. Med ročno in baterijsko nahrbtno škropilnico ni bilo razlik v kakovosti insekticidnega nanosa na vinski trti. Tako po prvem kot tudi drugem škropljenju z insekticidom proti ameriškemu škržatku ni bilo razlik v številu ličink na list med uporabljenimi nahrbtnimi napravami za škropljenje.

Pred škropljenjem je bilo večje število ličink na list na srednji višini vinske trte (1,0-1,2 m), merjeno od tal, kot na spodnji (0,5-0,8 m) in zgornji višini (1,8-2 m). Po uporabi kontaktnega insekticida Decis 2,5 EC (a.s. deltametrin) je bila dosežena višja učinkovitost delovanja kot po uporabi kontaktnega insekticida Exirel (a.s. ciantraniliprol). Tudi z uporabo ročne in baterijske nahrbtno škropilnice lahko dosežemo primerljivo kakovost nanosa in dober učinek kontaktnega insekticida za

zatiranje ameriškega škržatka kot pri uporabi motornega nahrbtnega pršilnika, ki je standard pri škropljenju manjših vinogradov.

5 LITERATURA

- Bateman R. P., Alves R. T. 2000. Delivery systems for mycoinsecticides using oil based formulations. *Aspects of Applied Biology*, 57: 163-170
- Chuche J., Thiéry D. 2014. Biology and ecology of the Flavescence dorée vector *Scaphoideus titanus*: a review. *Agronomy for Sustainable Development*, 34: 381-403
- Decis 2,5 EC. 2020. FITO-INFO. Informacijski sistem za varstvo rastlin. Biotehniška fakulteta, UVHVVR: 3 str.
http://spletni2.furs.gov.si/FFS/REGSR/Dokumenti/Doc_3_DECIS25EC.pdf (3. sept. 2020)
- Exirel. 2020. FITO-INFO. Informacijski sistem za varstvo rastlin. Biotehniška fakulteta, UVHVVR: 4 str.
http://spletni2.furs.gov.si/FFS/REGSR/Dokumenti/Doc_1_EXIREL.pdf (30. avg. 2020)
- Fee C. G., Siang C. S., Ramalingam B. 1999. Evaluation of 3 types of knapsack equipment for spraying cypermethrin to control *Adoretus compressus* and *Oryctes rhinoceros* in immature palms. V: *Proceedings of the 5th International conference on plant protection in the tropics*. Plant Protection Society, Kuala Lumpur, Malaysia: 368-375
- Matthews G. A. 2000. *Pesticide application methods*. 3rd Edition. London, Blackwell Science: 432 str.
- Pravilnik o pridobitvi certifikata o skladnosti za naprave za nanašanje fitofarmaceutskih sredstev. 1999. Ur. l. RS, št. 56/99
- Vrabl S. 1999. *Posebna entomologija. Škodljivci in koristne vrste na sadnem drevju in vinski trti*. Maribor. Fakulteta za kmetijstvo: 172 str.
- Zatiranje ameriškega škržatka, prenašalca zlate trsne rumenice. 2011. Ljubljana, Ministrstvo za kmetijstvo in okolje, Fitosanitarna uprava RS: 2 str.

VIROLOGICAL EXAMINATION OF A HUNGARIAN VINEYARD

András TAKÁCS¹, Fruzsina GALAMBOS² - Erzsébet, NÁDASY³ - György,
PÁSZTOR⁴

¹⁻⁴Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Georgikon Campus,
Hungary

ABSTRACT

424

Winegrowing and winemaking have been known to humankind for thousands of years. Many abiotic, biological and anthropogenic factors have had remarkable effects on the development of viticulture. Numerous viruses may cause significant diseases to the grapes. Plant viruses belong to pathogens that draw attention to their presence in everyday cultivation only when the infected plants show apparent symptoms of a disease. According to our current knowledge, the control of viruses is challenging since infected plants cannot be cured. Furthermore, there are difficulties in the diagnostics of viruses that lead to the need to focus on the use of pathogen-free plant propagating material and the prevention of the infection. The degree of disease can be determined most reliably by molecular biological methods. The research aimed to assess the infection of Grapevine leafroll-associated viruses (GIRaV) and Grapevine fleck virus (GFkV) in grapevine from the Northern Transdanubia region of Hungary, using an enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) test. In 25 of the 60 samples, GIRaV and GFkV were detected. GIRaV 1, GLRaV 2 variants and GFkV were the most common viruses with serologically positive results, confirming previous studies showing GLRaV1-2 and GFkV as the dominant pathogens among grape viruses in Hungary and the Northern Transdanubia.

Keywords: Grapevine, Grapevine virus, ELISA, Northern Transdanubia, Hungary

1 INTRODUCTION

The cultivation of grapes and the making of wine have been known to humanity for thousands of years. From antiquity to the present day, it has evolved along with civilisation, social customs and traditions (Tamás and Tamás, 2013). However, human interventions, environmental changes, and the emergence of pathogens have impacted the development of grape production and, thus, wine production (Kozma 1993, Horváth-Gáborjányi 2000, Hluchy et al. 2007, Cseh et al. 2008, Pocsai 2017).

¹ 8360 Keszthely, Deák F. u. 16, Hungary

² prav tam

³ prav tam

⁴ prav tam

In addition to selective breeding in the cultivation of grapes, plant protection also faces new challenges. Due to changing climatic factors and trade, pathogens that are not yet known may also appear in domestic vineyards. In addition, many viruses can cause significant symptoms and damage (Hull, 2002).

The control of viruses is challenging since the infected plants cannot be cured. The difficulties of diagnostics and the lack of therapeutic solutions emphasise the use of pathogen-free propagating material and the prevention of the development of infection in the control of viruses (Turcsán et al., 2020 Szabó, 2019 Balássy, 2016). Furthermore, the degree of contamination of plants can be determined most securely by molecular biological methods (Szabó 2019, Szegedi et al. 2012).

The research aimed to assess the infection of grape plantations in the Sopron wine region by grape viruses causing leafroll and latent spot symptoms (Grapevine fleck virus, GFkV) using the Enzyme-linked Immunosorbent Assay (ELISA). In addition, the study also extended to the evaluation of the relative dominance of leafroll disease variants (Grapevine leafroll-associated virus 1 (GLRaV 1), Grapevine leafroll-associated virus 2 (GLRaV 2), Grapevine leafroll-associated virus 3 (GLRaV 3), Grapevine leafroll-associated virus 6 (GLRaV 6), Grapevine leafroll-associated virus 7 (GLRaV 7)).

2 MATERIALS AND METHODS

425

When choosing the sample collection dates, it was necessary to consider that the concentration of viruses in the plant is not constant. Instead, the virus concentration is influenced by the phenological stage of the vine and external environmental factors. Therefore, two-time intervals are suitable for determining grape viruses within a vegetation period. For detecting viruses belonging to the genus *Nepovirus*, *Maculavirus*, and *Alfavirus*, the optimal time for collecting the samples starts from the grape flowering and lasts until the onset of summer heat.

The other sample collection period ranges from the fruit formation till the end of summer or the beginning of autumn. Viruses of the genus *Closterovirus*, *Ampelovirus*, and *Vitivirus* can be detected effortlessly (Apró et al., 2012). Samples of grape leaves were collected in August. The leaves were derived from the vineyard region of Kőszeg, located in the Sopron wine region, Hungary. Grape leaf samples from the lower two-thirds of the foliage, which showed symptoms typical of viral diseases, were collected during both collection periods.

Enzyme-linked Immunosorbent Assay (ELISA), an enzyme-linked antibody test, was first used by Avrameas (1969) to detect plant viruses (Clark-Adams, 1977). ELISA test investigates colour reactions where the reagents are tied to a plastic surface, and the response is tracked using an enzyme-linked antibody. In the plant virological practice, several types of procedures for the test are used. The so-called double antibody sandwich (DAS ELISA) method is generally used for diagnostic purposes. The samples have been considered negative when the extinction values did not exceed three times the extension value measured in the negative control plants.

3 RESULTS

From the 60 samples, 25 ones showed the symptoms of viral infection. The most common viral agent was the GLRaV 1 in 41,6 % of 25 samples. These studies confirm the previous results (Apró et al., 2012) that GLRaV 1 infection is one of the most common in Hungarian vineyards. The presence of GLRaV2 was successfully detected in 12 samples (Table 1).

Table 1: The viral infections in the collected samples.

| Minta | GLRaV1 | GLRaV2 | GLRaV3 | GLRaV6 | GLRaV7 | GFKV | Minta | GLRaV1 | GLRaV2 | GLRaV3 | GLRaV6 | GLRaV7 | GFKV |
|---------|--------|--------|--------|--------|--------|------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|------|
| Kontrol | - | - | - | - | - | - | | | | | | | |
| 1 | - | - | - | - | - | - | 31 | - | - | - | - | - | - |
| 2 | - | - | - | - | - | - | 32 | - | - | - | - | - | - |
| 3 | - | - | - | - | - | - | 33 | - | - | - | - | - | - |
| 4 | - | - | - | - | - | - | 34 | - | - | - | - | - | - |
| 5 | - | - | - | - | - | - | 35 | - | - | - | - | - | - |
| 6 | - | - | - | - | - | - | 36 | + | - | - | - | - | - |
| 7 | - | - | - | - | - | - | 37 | - | - | - | - | - | - |
| 8 | - | - | - | - | - | - | 38 | - | - | - | - | - | - |
| 9 | - | - | - | - | - | - | 39 | + | - | - | - | - | - |
| 10 | - | - | - | - | - | - | 40 | - | - | - | - | - | - |
| 11 | - | - | - | - | - | - | 41 | + | - | - | - | - | - |
| 12 | + | - | - | - | - | - | 42 | + | + | - | - | - | + |
| 13 | - | - | - | - | - | - | 43 | + | - | - | - | - | + |
| 14 | + | - | - | - | - | - | 44 | + | - | - | - | - | - |
| 15 | - | - | - | - | - | - | 45 | + | + | - | - | + | + |
| 16 | - | - | - | - | - | - | 46 | + | + | + | + | + | + |
| 17 | + | - | - | - | - | - | 47 | + | + | - | + | - | + |
| 18 | - | - | - | - | - | - | 48 | + | + | - | - | - | + |
| 19 | - | - | - | - | - | - | 49 | + | + | - | - | + | + |
| 20 | - | - | - | - | - | - | 50 | + | + | - | - | + | + |
| 21 | + | + | - | - | - | - | 51 | + | + | - | - | + | + |
| 22 | + | - | - | - | - | - | 52 | - | - | - | - | - | - |
| 23 | - | - | - | - | - | - | 53 | + | - | - | - | - | - |
| 24 | - | - | - | - | - | - | 54 | + | + | - | - | - | + |
| 25 | - | - | - | - | - | - | 55 | + | + | - | - | - | + |
| 26 | - | - | - | - | - | - | 56 | - | - | - | - | - | - |
| 27 | - | - | - | - | - | - | 57 | + | - | - | - | - | - |
| 28 | - | - | - | - | - | - | 58 | + | - | - | - | - | - |
| 29 | - | - | - | - | - | - | 59 | + | - | - | - | - | - |
| 30 | - | - | - | - | - | - | 60 | + | + | - | - | - | - |

In addition to the agents mentioned so far, in 11 cases, the virus responsible for the latent spot of grapes (GFKV) could also be detected (Table 1). Based on previous studies, GFKV has proven to be one of the most common viruses (Martelli, 1993; Kovacs et al., 2001; Komar et al., 2007; Cretazzo et al., 2010).

Five leaf samples proved to be infected with the GLRaV 7, and two were infected with the GLRaV 6. In addition, there were a small number of cases of the GLRaV 3, which caused leafroll symptoms, too (Table 1).

According to the current Hungarian regulation (FVM No 87/2006) on placing propagating vine materials on the market, regular screening is mandatory for this significant grape pathogen virus and, in the case of infection, virus eradication (Lázár, 2016).

From the 25 samples, 13 ones showed the symptoms of simultaneous infections (Figure 1). The most common viruses that caused complex infections were the GLRaV 1 and the GLRaV 2, belonging to the leafroll symptom group. In 11 cases, the GFkV and the GLRaV 1 and/or GLRaV 2 could also be detected. In four samples, in addition to the pathogens mentioned above, the presence of the GLRaV 7 was also detected. Serological tests detected the GLRaV 2 two times. There was only one sample in which the GLRaV 1 and the GLRaV 2 showed complex infection with the GFkV, and every tested virus could be detected on another occasion.

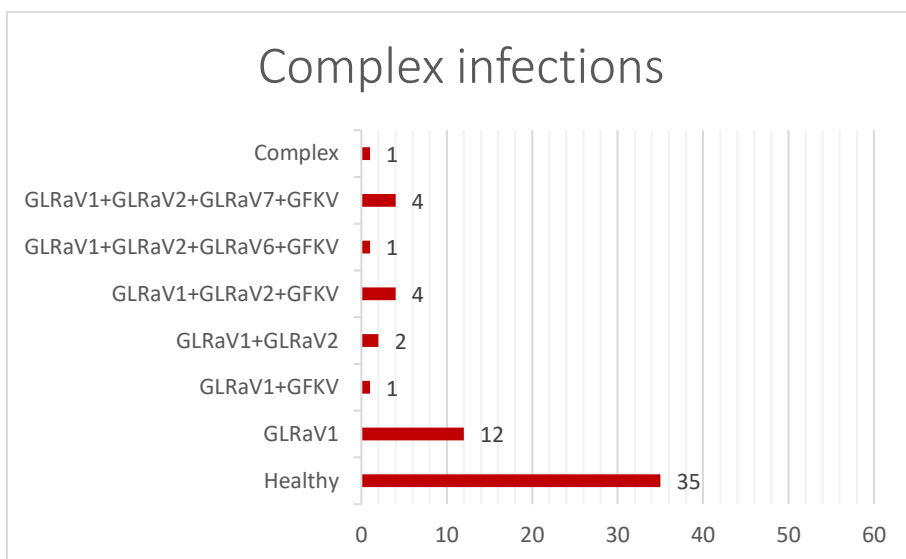


Figure 1: The complex infections.

4 DISCUSSION

Control of viruses in vineyards is a complex task. On the one hand, these pathogens are spread by contaminated propagating material and grafting at the time of planting, and later mechanically and by vectors (nematode and shield lice species). On the other hand, since we cannot chemically affect the diseases of the virus that have developed, we must strive for prevention to protect against them.

High-quality, pathogen-free propagating material plays a key role. Healthy, virus-free propagating material is essential to achieve a good quality and quantity of vine for the long term.

For the production of grape grafts, both the subject and the noble variety must be pathogen-free. Therefore, it is of paramount importance to regulate the production and sale of propagating material and monitor the health of imported propagating material. Based on the symptoms, the exact identification of viruses is uncertain. The high number of symptoms found in the study and the virus-free plant individuals also raise the possibility of other diseases with similar symptoms. Because different variants of the same species have different disease characteristics, there is additional protection against them – it is essential to have a racial diagnosis.

In many cases, only diagnostic procedures performed in the laboratory can give an inevitable result of the ongoing infection. Therefore, in the future, it is necessary to develop and optimise methods that are more sensitive, faster and cheaper than the procedures used in practice. Furthermore, proper virus detection also allows monitoring of antivirus processes, with the help of which discharge protocols can be continuously optimised. Thus, we can contribute to the production of virus-free propagating material to preserve the health of vineyards.

5 ACKNOWLEDGEMENTS

This work/research was supported by the Hungarian Government and the European Union, with the co-funding of the European Regional Development Fund in the Széchenyi 2020 Programme GINOP-2.3.2-15-2016-00054 project.

6 REFERENCES

- Apró M., Cseh E., Járvás M., Csáky J., Takács A. P. 2012. Magyarországon előforduló szőlővírusok 2012 évi vizsgálata. 2013. Növényvédelmi Tudományos Napok. Budapest. p: 53
- Balássy J. 2016. A vírusok terjedése in: (Balássy Júlia, Czotter Nikolett, Molnár János, Kirilla Zoltán, Tusznyó E. Gábor, Preininger Éva és Várallyay Éva) A vírusfertőzöttség vizsgálata csonthéjas gyümölcsfákon metagenomikai módszerek segítségével. Eötvös Loránd Tudományegyetem Természettudományi Kar Biológiai Intézet. Budapest. p.6
- Clark, M. F., Adams, A. N. 1977. Characteristics of the microplate method of Enzyme-linked immunosorbent assay for the detection of plant viruses. *J. Gen. Virol.* 34: 475-483.
- Cretazzo E., Padilla C., Carambula C., Hita I., Salmeron E. and Cifre J., 2010a. Comparison of the effects of different virus infections on the performance of three Majorcan grapevine cultivars in field conditions. *Ann. Appl. Biol.*, 156, 1-12
- Cseh E., Lázár J., Takács A., Kazinczi G., Gáborjányi R. 2008. General properties of grapevine viruses occurring in Hungary. *Növényvédelem* 44, 535-542
- Hluchy, M., Aekermann, P., Zaeharda, M., Bagar, M., Jetmarová, E., Vanek G., Szőke L., Plisek, B. 2007. A gyümölcsfák és a szőlő betegségei és kártevői A gyümölcsfák és a szőlő védelme az ökológiai és integrált növénytermesztésben. Brno-Slatina. Biocont Laboratory Ltd. p 250-254.
- Horváth J., Gáborjányi R. 2000. Növényvírusok és virológiai vizsgálati módszerek. Mezőgazda Kiadó. Budapest p.68-81
- Hull, R. 2002. *Matthews' Plant Virology*. Academic Press, Fourth edn. San Diego, California, USA
- Komar V., Vigne E., Demangeat G. and Fuchs M., 2007. Beneficial effect of selective virus elimination on the performance of *Vitis vinifera* cv. Chardonnay. *Am. J. Enol. Vitic.*, 58, 202-210.
- Kovacs L.G., Hanami H., Fortenberry M. and Kaps M.L., 2001. Latent infection by leafroll agent GLRaV-3 is linked to lower fruit quality in French–American hybrid grapevines Vidal blanc and St. Vincent. *Am. J. Enol. Vitic.*, 52, 254-259.
- Kozma P. 1993. A szőlő és termesztése II. kötet. Budapest. Akadémia Kiadó.

- Lázár J. 2016. A szaporítótelepek évenkénti növényegészségügyi vizsgálata. *Agrofórum* 66., 20-25.
- Martelli G.P., 1993. *Graft-Transmissible Diseases of Grapevines: Handbook for Detection and Diagnosis*. FAO Publication Division, Rome, Italy
- Pocsai E. 2017. A szőlő fontosabb vírusos és fitoplazmás betegségei. *Agrárágazat*, 18, p.46
- Szabó P. 2019. *Innováció a szőlőszaporításban*. Budapest. Doktoranduszok Országos Szövetsége.
- Szegedi E., Ember I., Bisztray Gy., Dula B., Hajdu E., Kölber M., Lázár J., Nagy B., Szücsné V. G. 2012. A complex system for the production of pathogen-free grapevine propagating material. *Növényvédelem* 48, 469-480
- Tamás J., Tamás E. 2013. *Tőkétől a pohárig*. Pécs. Alexandra Könyvesház Kft.
- Turcsán M., Oláh K., Oláh R. 2020. Vírusmentes szőlő szaporítóanyag előállítása szövettenyésztési módszerek alkalmazásával. *Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ, Szőlészeti és Borászati Kutatóintézet. Kecskeméti Kutató Állomás. Kertgazdaság* 52, 2:49-61

PROBLEMATIKA ZATIRANJA KRVAVE UŠI (*Eriosoma lanigerum* [Hausmann, 1802]) V NASADU JABLANE NA OBMOČJU JV SLOVENIJE

Ivica IMPERL¹, Domen BAJEC², Karmen RODIČ³, Andreja PETERLIN⁴, Franci BAMBIČ⁵

¹⁻⁵ KGZS - Zavod Novo mesto, Služba za varstvo rastlin, Novo mesto

IZVLEČEK

Krvava uš (*Eriosoma lanigerum*) je za obvladovanje v jablanovih nasadih izrazito zahteven škodljivec. Pri njegovem zatiranju se srečujemo s problemi učinkovitosti pripravkov in negativnimi vplivi na okolje. Z namenom priprave ustrezne in učinkovite strategije varstva smo leta 2021 zasnovali poskus v nasadu jablan v okolici Brežic. Poskus je zajemal standardni, integrirani in ekološki pristop varstva. Preverjali smo, kako različni škropilni programi vplivajo na populacijo krvave uši in njihove naravne sovražnike. Pridobljeni rezultati nakazujejo možnost uspešnega zatiranja populacije krvave uši z integriranim in ekološkim pristopom varstva, predvsem v nasadih z manjšo stopnjo napadenosti.

430

Ključne besede: *Eriosoma lanigerum*, krvava uš, parazitoidna osica, škropilni program, učinkovitost insekticidov

ABSTRACT

ISSUES OF WOOLLY APHID (*Eriosoma lanigerum* [Hausmann, 1802]) CONTROL IN APPLE ORCHARDS OF SOUTH-EAST SLOVENIA

Woolly aphid (*Eriosoma lanigerum*) in apple orchards is very difficult pest to control. We have problems with the effectiveness of insecticides and negative effects to the environment, especially on beneficial organisms. In 2021 we designed an experiment in apple orchard vicinity Brežice in order to prepare an appropriate and effective protection strategy. The field experiment includes a standard, integrated and ecological plant protection approach. We want to test how different spraying programs effect on the aphid population and their natural enemies. The obtained results show the successful control of woolly aphid populations with an integrated and ecological plant protection approach, especially in orchards with lower infestation levels.

Key words: *Eriosoma lanigerum*, insecticides effectiveness, parasitoid wasp, spraying programs, wooly aphid

¹ mag. kmet., dipl. inž. kmet. (un), Šmihelska c. 14, SI-8000 Novo mesto

² mag. agr. znan., univ. dipl. inž. agr., prav tam

³ mag. agr. znan., univ. dipl. inž. agr.; prav tam

⁴ dipl. inž. agr. in hor.; prav tam

⁵ prav tam

1 UVOD

Iskanja ustreznih pristopov za uspešno zatiranje krvave uši in preučevanja vpliva na naravne sovražnike smo se lotili v okviru strokovne naloge za integrirano varstvo rastlin v sodelovanju z ustanovami: KIS, KGZS – Zavod MB, IHPS in KGZS – Zavod NG. Krvava uš je namreč vse bolj resen in gospodarsko pomemben škodljivec v jablanovih nasadih, ki je zelo težko obvladovati. K temu pripomorejo tudi podnebne spremembe, saj se z dvigom temperatur oziroma milejšimi zimami izboljšujejo razmere za njeno prezimitev (Beers in sod., 2007). Poleg osnovnih poškod, ki jih povzroča s sesanjem na različnih delih drevesa in s tem povzroči nastanek ran, šišk in rakastih tvorbo, je velika škoda opazna tudi ob pobiranju plodov, saj so ti zaradi onesnaženosti z medeno roso okuženi še z glivami sajavosti, takšen pridelek pa je netržen. Krvava uš ima na zadku posebne žleze, ki izločajo voščene niti, te pa jo ščitijo pred zunanjimi vplivi. Zaradi tega zahteva poseben pristop za uspešno zatiranje. Na drugi strani pa spoznanja o pomenu naravnih sovražnikov in ohranjanju biodiverzitete nalagajo odgovornost, da s škropljivimi programi ne posegamo v okolje in ne rušimo naravnega ravnovesja. O negativnem vplivu insekticidov na pojav parazitoidov poročajo različni avtorji (Bradley in sod., 1997, Nicholas in sod., 2005). V poskusih, zastavljenih za standardno, integrirano in ekološko pridelavo jabolk, smo v letu 2021 preverjali učinkovitost posameznih načinov varstva nasada ter vpliv na naravne sovražnike. Posebno pozornost smo namenili spremljanju parazitoidnih osic, ki s svojim delovanjem dodatno omejujejo populacijo krvave uši.

2 MATERIALI IN METODE

2.1 Zasnova poskusa

Poskus na območju JV Slovenije je potekal v Arnovem selu v okolici Brežic, v nasadu sorte Gala. Šlo je za standardni bločni poskus z naključno porazdeljenimi parcelicami. V treh ponovitvah smo obravnavali pristope varstva po standardnem, integriranem in ekološkem načinu pridelave, ter kontrolo, kjer se škropljenje ni izvajalo. Programi varstva so bili zasnovani upoštevajoč vrsto pridelave in zanjo dovoljenimi sredstvi proti listnim ušem in krvavi uši (preglednica 1). Poskusna parcela je zavzemala 25 dreves v posamezni vrsti. Med posameznimi obravnavanji je bila netretirana vrsta, ki je služila kot zaščitna bariera. Medvrstna razdalja v nasadu je bila 3 m, razdalja med posameznimi drevesi pa 75 cm.

Preglednica 1: Škropilni programi in termini tretiranja v časovnem zaporedju.

| Termini tretiranja | 1. BBCH 53 10.03.21 | 2. BBCH 54 11.03.21 | 3. BBCH 56 01.04.21 | 4. BBCH 65 15.04.21 | 5. BBCH 67 30.04.21 | 6. BBCH 71 10.05.21 | 7. BBCH 71+ 21.05.21 | 8. BBCH 74 18.06.21 in 10.07.21 | 9. BBCH 74 26.06.21 |
|--------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------------------------|------------------------|
| Škropilni program | | | | | | | | | |
| Standard | Ovitex | | Tepeki | | | Pirimir 50 WG | Movento SC 100 | | |
| Integrani | Ovitex | | Tepeki | Neemazal – T/S | Neemazal – T/S | Pirimir 50 WG | | Cocana | |
| Ekološki | Ovitex | Wetcit + Invelop | | Neemazal – T/S | Neemazal – T/S | | | Cocana | Wetcit+ Cutisan |
| Kontrola | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

2.2 Potek pregledov in ocenjevanj

432

Podrobni pregledi nasada in ocenjevanje učinkovitosti so potekali v maju, juniju in septembru. Takrat smo prešteli in ovrednotili število kolonij krvave uši in drugih škodljivih vrst. Začetek migracij krvave uši s koreninskega vratu v zgornje dele dreves smo spremljali s pomočjo lepilnih trakov, ki smo jih na spodnji predel debel namestili v sredini aprila. Preglede trakov in štetje ulovljenih osebkov krvave uši smo opravili v tedenskih razmikih. Ravno tako smo s pomočjo rumenih lepljivih plošč v tedenskih razmikih spremljali pojav krvavkinega najezdника.

2.3 Analiza podatkov

Vsi pridobljeni podatki so bili najprej urejeni v programu Microsoft Office Excel 2019. Statistične analize so bile narejene s programskim paketom Statgraphics Centurion Version 19.02.01. Vpliv škropilnega programa (obravnava) smo analizirali z analizo variance (ANOVA) in razlike med obravnavami preverili s Tukey testom ($\alpha = 0,05$).

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

3.1 Začetek migracij

Pri spremljanju začetka migracij krvave uši z lepilnimi trakovi smo prve osebkke opazili že v sredini aprila. Število prilepljenih uši se je vsak teden povečevalo. Najbolj aktivna selitev je trajala od konca maja do konca junija. Nato je število prilepljenih uši začelo upadati.

3.2 Pojav krvavkega najezdника

Statistična analiza podatkov o ulovih parazitoidne osice je pokazala, da je bilo letih statistično značilno največ ulovljenih v obravnavanju, kjer je bil program varstva rastlin zasnovan v skladu z ekološkimi načeli. Med ostalimi obravnavanji in kontrolo statistično značilnih razlik ni bilo (preglednica 2).

Preglednica 2: Vpliv obravnavanja (škropilnega programa) na število parazitoidnih osic v nasadu jablan.

| Obravnavanje | Povprečno število parazitoidnih osic |
|--------------|--------------------------------------|
| STANDARD | 8,7 a |
| INTEGRIRANO | 9,4 a |
| EKOLOŠKO | 24,0 b |
| KONTROLA | 12,0 a |

a – b povprečne vrednosti označene z različnimi črkami se med seboj statistično značilno razlikujejo (Tukey $\alpha = 0,05$)

433

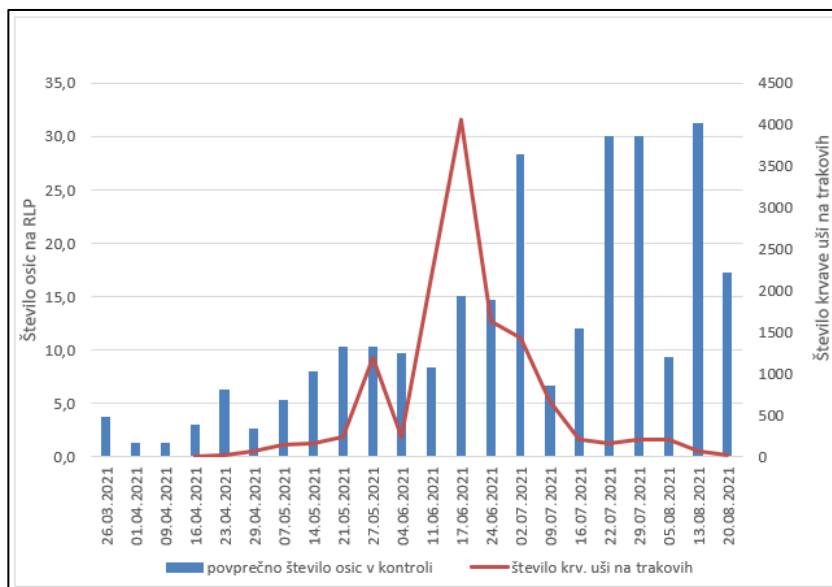
Pojav krvavkega najezdника je, glede na navedbe strokovne literature, povezan z vremenskimi razmerami in nekoliko kasni za razvojem krvave uši. Tudi v našem poskusu se je to potrdilo (slika 1).

3.3 Vpliv škropilnih programov na populacijo krvave uši

Prvi natančni pregled poskusnega dela nasada smo opravili 10.05.2021. Pregledali smo koreninski vrat, deblo in krošnjo in prešteli število kolonij krvave uši. Statistična analiza teh poganjkov je pokazala, da je bilo največ krvavih uši na drevesih v kontroli, najmanj pa v ekološkem in integriranem obravnavanju (slika 2).

Drugi pregled smo opravili 06.07.2021. Analiza je pokazala, da je bilo statistično značilno največ krvavih uši v kontroli, med obravnavanji pa ni bilo statistično značilnih razlik (slika 3).

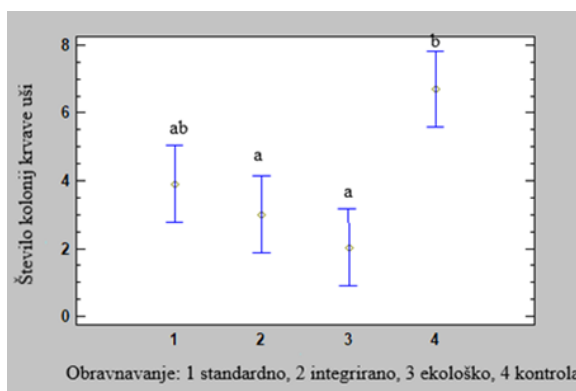
Analiza zadnjega pregleda (23.09.2021), po obiranju jabolk, kaže, da med obravnavanji ni bilo statistično značilnih razlik. Hkrati smo zaznali popuščanje ekološkega škropilnega programa. Najmanj kolonij krvave uši je bilo v obravnavanju s standardnim programom varstva, statistično značilno pa je izstopala kontrola, kjer je bilo število kolonij krvavih uši največje (slika 4).



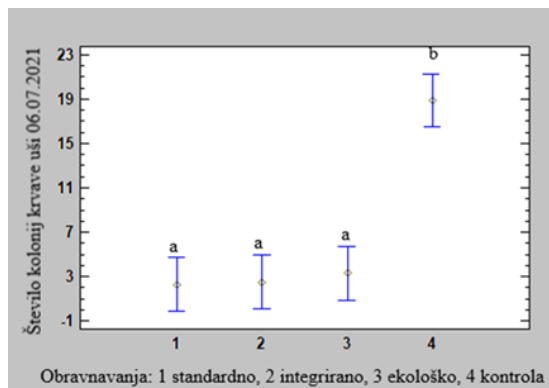
434

Slika 1: Prikaz migracij krvave uši in ulovljenih parazitoidnih osic.

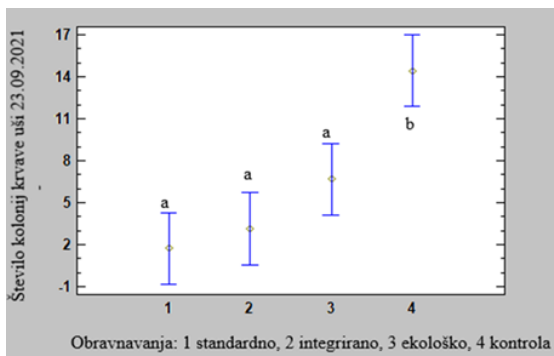
Za razliko od prejšnjih popisov, so bile pri zadnjem popisu tudi razlike pri napadenosti poganjkov glede na njihovo starost. V napadenosti lanskoletnega les, a razen v kontroli, med obravnavanji ni bilo razlik. Značilne razlike pa so se pojavile pri toletnem lesu, saj so bili ti poganjki najbolj napadeni v kontroli, nato sledita ekološko in integrirano obravnavanje, najmanj toletnih poganjkov pa je bilo napadenih v standardnem obravnavanju (slika 5).



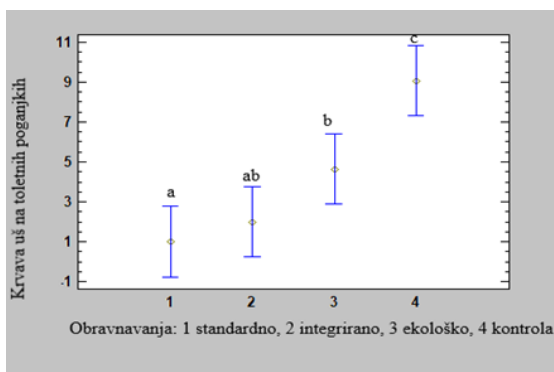
Slika 2: Stanje populacije krvave uši v posameznih obravnavanjih pri prvem pregledu.



Slika 3: Stanje populacij krvave uši glede na obravnavanje pri drugem pregledu.



Slika 4: Stanje populacij krvave uši glede na obravnavanje pri zadnjem pregledu.



Slika 5: Krvava uš na toletnih pogajnikih glede na obravnavanje pri zadnjem pregledu.

4 SKLEPI

Ekološki in integrirani način zatiranja krvave uši sta se izkazala za najbolj učinkovita. Skleplamo, da je k temu pripomogla dobra oskrba nasada, optimalna prehrana dreves, ustrežna vzgoja krošnje, učinkovito in časovno optimalno umeščen nanos fitofarmaceutvskih sredstev ter program varstva s sredstvi, ki omogočajo ohranitev populacij naravno prisotnih koristnih organizmov.

5 ZAHVALA

Zahvaljujemo se Upravi RS za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin, ki je financirala raziskavo v okviru strokovne naloge Integrirano varstvo rastlin in lastniku nasada, g. Molanu, za sodelovanje pri izvajanju poskusa.

6 LITERATURA

- Beers E. H., Cockfield S. D., Fazio G. 2007. Biology and management of woolly apple aphid, *Eriosoma lanigerum* (Hausmann) in Washington state. International workshop on arthropod pest problems in pome fruit production, IOBC/WPRS Bulletin, 30, 4: 37 – 42.
- Bradley S.J., Murrell V.C., Shaw P.W., Walker J.T.S. 1997. Effect of orchard pesticides on *Aphelinus mali*, the woolly apple aphid parasitoid. 50th New Zealand Plant Protection Conference 1997: 218-222.
- European and Mediterranean Plant Protection Organization, 2007. Efficacy evaluation of insecticides. *Eriosoma lanigerum* on apple. OEPP/EPPO Bulletin, 37: 92 – 94
- European and Mediterranean Plant Protection Organization, 2007. Efficacy evaluation of insecticides. Aphids on top fruit. OEPP/EPPO Bulletin, 37: 486 – 490
- Nicholas A. H., Spooner – Hart R. N., Vickers R.A. 2005. *Eriosoma lanigerum* in an Australian apple orchard IPM program. BioControl, 50: 271 -291.

UPORABA ŠOBE Z VARIABILNIM PRETOKOM PRI ZATIRANJU RDEČEGA ŽITNEGA STRGAČA (*Oulema melanopus* [L.]

Filip VUČAJNK¹, Stanislav TRDAN², Matej VIDRIH³

¹⁻³ Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Ljubljana

IZVLEČEK

V poljskem poskusu smo uporabili injektorske šobe z variabilnim pretokom Turbo Drop VR 1,5 HighSpeed. Posebnost te šobe je dodatni ventil na šobi, ki omogoča širše razmerje volumnskega pretoka (1:3) v območju od 2 do 8 bar. Poljski poskus smo izvedli v letu 2020 na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete na treh sortah ozimne pšenice Falago, Gorolka in Illico. Tlak pri škropljenju z omenjenimi šobami so bili 2, 4 in 6 bar. Za zatiranje rdečega žitnega strgača (*Oulema melanopus*) smo uporabili kontaktni insekticid na podlagi aktivne snovi lambda-cihalotrin. Pri škropljenju smo ugotavljali kakovost nanosa z na vodo občutljivimi lističi in pozneje še poškodbe listne površine na zgornjih dveh listih ozimne pšenice. Poskusne parcele smo poželi s parcelnim kombajnom Wintersteiger in na koncu izračunali pridelek po obravnavanjih. V prispevku so prikazani rezultati kakovosti nanosa insekticida, odstotek poškodb listne površine zaradi ličink rdečega žitnega strgača in pridelek pri 3 tlakih škropljenja s šobo Turbo Drop VR 1,5 HighSpeed.

Ključne besede: šobe, variabilni pretok, ozimna pšenica, kontaktni insekticid, rdeči žitni strgač.

ABSTRACT

THE USE OF VARIABLE RATE NOZZLE FOR THE CHEMICAL CONTROL OF CEREAL LEAF BEETLE (*Oulema melanopus* [L.]

In the field trial injector nozzles with variable flow rate Turbo Drop VR 1,5 HighSpeed were used. A special feature of this nozzle is the additional valve on the nozzle, which allows a wider flow ratio (1: 3) in the range of 2 to 8 bar. In 2020 field trial was executed on the Laboratory field of Biotechnical faculty with three winter wheat varieties Falago, Gorolka and Illico. Spraying pressures with the above mentioned nozzles were 2, 4 and 6 bar. For the chemical control of cereal leaf beetle (*Oulema melanopus*) contact insecticide based on active ingredient lambda-cyhalothrin was used. At spraying we analyzed the deposit quality using water sensitive papers and later on the leaf damage on upper two leaves of winter wheat. The field plots were harvested by the plot harvester Wintersteiger and at the end grain yield was calculated according to treatments. In the

¹ doc. dr., Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana

² prof. dr., Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana

³ doc. dr., Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana

paper results of deposit quality, percentage of damaged leaf area due to larvae of cereal leaf beetle and yield at three spraying pressures using Turbo Drop VR 1,5 High Speed nozzle will be presented.

Key words: nozzles, variable flow rate, winter wheat, contact insecticide, cereal leaf beetle

1 UVOD

Za dobre rezultate pri škropljenju je pomembna mejna količina aktivne snovi, ki mora delovati na ciljno površino. Za dobro pokritost s fitofarmaceutskim sredstvom (FFS) je pomembnih več dejavnikov. Ti so učinkovitost prenosa FFS, učinkovitost ulova FFS na ciljno površino in zadrževanje FFS (retenzija) na ciljni površini. Najprej mora škropilna tekočina doseči ciljno površino, ki so lahko bodisi tla bodisi spodnja listna površina globoko v posevku. To je odvisno od velikosti kapljic, razdalje šobe do ciljne površine in vremenskih pogojev. Nato morajo kapljice ostati na ciljni površini in ne smejo zdrseti ali se odkotaliti navzdol. Za pokritost plodov, stebel in povoščenih navpičnih listov so potrebne manjše kapljice. Nato mora depozit ostati dovolj dolgo navlažen, da ga lahko absorbira tkivo ali pa ostane na površini ostanek FFS dovolj dolgo, da kljubuje vremenskim dejavnikom (padavine, sonce, itd.) in pride v stik s škodljivim organizmom. Način delovanja FFS je odvisen od tega, kje se mora sredstvo nanesti, da bi dosegli želeni cilj. Pri kontaktnih insekticidih morajo kapljice škropilne tekočine zadeti škodljivca ali pa mora priti škodljivec v stik z depozitom, ko se premika po poškrapljeni površini (Deveau, 2022; Wolf 2022).

Namen poskusa je bil ugotoviti pokritost listov, učinkovitost delovanja in pridelek zrnja pri škropljenju s šobo z variabilnim pretokom TD VR 1,5 Agrotop in kontaktnim insekticidom (a.s. delta metrin) za zatiranje rdečega žitnega strgača v ozimni pšenici.

2 MATERIALI IN METODE

Za škropljenje proti rdečemu žitnemu strgaču smo uporabili kontaktni insekticid na podlagi aktivne snovi lambda-cihalotrin. Škropili smo s protizanašalnimi šobami z variabilnim pretokom Agrotop TD VR 1,5 in traktorsko nošeno škropilnico AGS 600 EN. Uporabili smo tri tlake škropljenja, in sicer 2 bar, 4 bar in 6 bar. Kontrolne parcele nismo škropili. Pri tlaku 2 bar je bila poraba vode 117 l/ha, pri tlaku 4 bar 207 l/ha in pri tlaku 6 bar 271 l/ha. Hitrost pri škropljenju je znašala 7,0 km/h. Poskusna parcela je bila dolga 120 m in široka 15 m. V poskusu so bile tri sorte ozimne pšenice Falado, Gorolka in Illico. Posamezna sorta je zajemala širino 5 m.

Standardne šobe pokrivajo le ozek obseg volumskega pretoka. Pri štirikratnem povečanju tlaka se podvoji volumski pretok. Šoba TurboDrop® VR Mk II rešuje to težavo z razširjenim območjem pretoka približno 1:3 med tlaki škropljenja 2 in 8 barov. Odvisno od velikosti nadomešča do 3 standardne šobe hkrati in tako omogoča večji razpon porabe vode (Agrotop, 2022).

Škropljenje poskusa s kontaktnim insekticidom Karate Zeon 5 SC (a.s. lambda-cihalotrin) smo izvedli 22.5. 2020 v fenofazi BBCH 59 (konec klasenja). Na posamezni poskusni parceli (30 x 5 m) smo naključno izbrali 3 rastline. Na posamezno rastlino smo

na list zastavičar (1. list) in nižje ležeči list (2. list) pritrdili na vodo občutljiv listič (WSP) z žično sponko. Analizo na vodo občutljivih listkov (WSP) smo opravili s programom Wise Node (LabView) in ustrezno kamero za zajem odtisov kapljic. Na vsakem listku smo naključno opravili tri meritve. Program je izračunal odstotek pokritosti s škroplilno tekočino na WSP listku na površini 1 cm². Podatki vseh treh meritev in povprečna vrednost se shranijo v Excelovo datoteko.

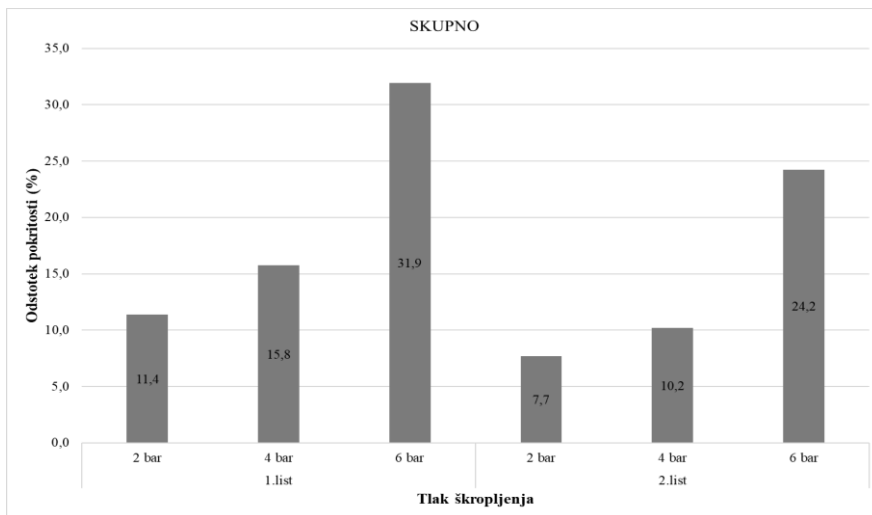
02.06.2020 smo ocenjevali poškodbe listne površine zaradi ličink žitnega strgača po metodi ocenjevanja učinkovitosti delovanja insekticidov (EPPO, 2005). Velikost ocenjevalne parcele je bila 20 m². Na parceli smo naključno izbrali 10 rastlin in zapisali odstotek poškodovane listne površine. Na posamezni poskusni parceli smo izvedli tri ponovitve z 10 rastlinami. Podatke smo zapisali v Excelovo datoteko in izračunali povprečne vrednosti po posameznih sortah.

12.7.2020 smo poskusne parcele poželi s parcelnim žetvenikom Wintersteiger. Maso zrnja na posamezni parceli smo stehali s tehtnico Kern. Vlažnost zrnja smo izmerili z merilnikom vlažnosti Pfeuffer HE 50. Na podlagi tega smo izračunali pridelek zrnja pri 14 % vlažnosti. Iz podatkov meritev smo izračunali povprečja. Grafično smo podatke predstavili s stolpnimi grafikoni.

3 REZULTATI Z RAZPRAVO

Ker med sortami ozimne pšenice ni bilo razlik v pokritosti, smo izračunali povprečno pokritost za 1. list (zastavičar) in 2. list (nižje ležeči list) (Slika 1). S povečanjem tlaka škropljenja od 2 na 6 bar s šobo TD VR 1,5 se je pričakovano povečal odstotek pokritosti.

439

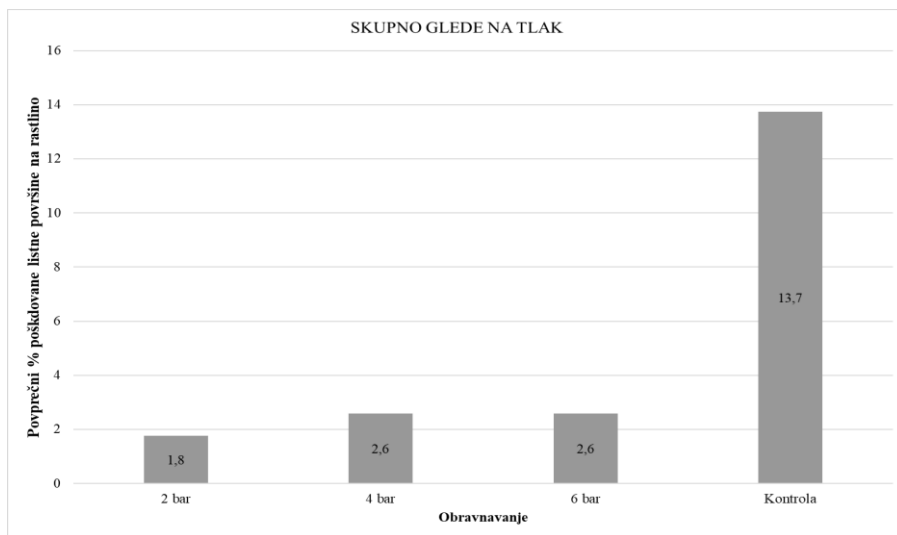


Slika 1: Povprečno odstotek pokritosti na 1. in 2. listu ozimne pšenice pri 3 tlakih škropljenja s šobo TD VR 1,5.

Namreč tlak je v direktni povezavi z volumskim pretokom šobe in porabo vode na hektar, ki je bila pri 2 bar 117 l/ha, pri 6 bar pa 271 l/ha. Tudi literatura navaja, da se s povečanjem porabe vode na hektar poveča pokritost s FFS (Wolf, 2022; Deveau, 2022). Opazna je bila nekoliko nižja pokritost s kontaktnim insekticidom na 2. listu, ki leži pod listom zastavičarjem. Predvidevamo, da je list zastavičar predstavljal oviro za kapljice na poti do 2. lista, zato je manj kapljic prišlo do 2. lista in posledično je bila nekoliko nižja pokritost. Deveau (2022) navaja, da je dobra učinkovitost delovanja dosežena pri 10 do 15 % pokritosti na vodo občutljivih listov. V našem primeru tega nismo dosegli samo pri tlaku škropljenja 2 bar na 2. listu, kar je pomenilo 117 l/ha s šobo TD VR 1,5.

Nato smo izračunali povprečen odstotek poškodb 1. in 2. lista zaradi žitnega strgača pri posameznem tlaku škropljenja s kontaktnim insekticidom ne glede na sorto (slika 2). Ugotovili smo, da tlak škropljenja ne vpliva na odstotek poškodb listne površine. Vrednosti so znašale od 1,8 % do 2,6 % pri tlakih od 2 do 6 bar, kar ni bilo v skladu s pričakovanjem. Pričakovani najvišji odstotek poškodovane listne površine zaradi listnega strgača je bil na kontrolni parceli (13,7 %), na kateri nismo uporabili kontaktnega insekticida. Pričakovali smo, da bo predvsem pri tlaku 2 bar višji odstotek poškodb listne površine predvsem zaradi nekoliko slabše pokritosti listov s kontaktnim insekticidom, vendar temu ni bilo tako.

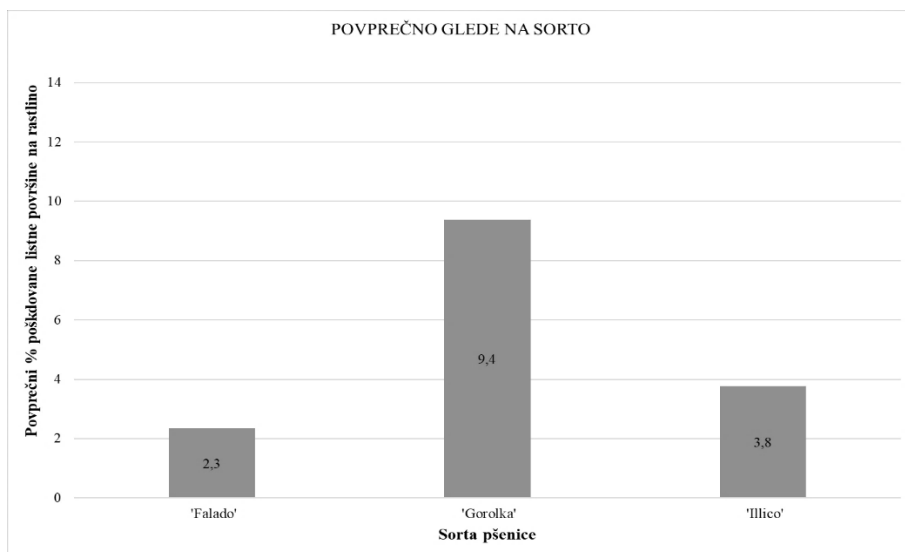
440



Slika 2: Povprečne poškodbe listne površine glede na tlak škropljenja s šobo TD VR 1,5.

Nato smo izračunali povprečni odstotek poškodb listne površine glede na sorto (Slika 3). Opazno je, da je pri sorti Gorolka najvišji odstotek poškodovane listne površine (9,4 %), medtem ko je pri sortah Falado in Illico precej nižji (2,3 oz. 3,8 %). Mogoče je to povezano z dlakavostjo listne površine. Bolj je površina dlakava, manj je užitna za

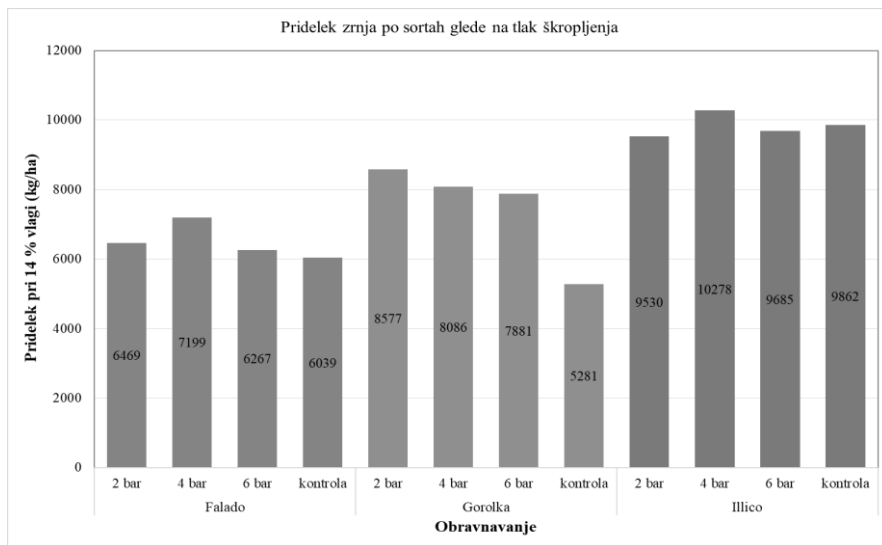
rdečega žitnega strgača. Steiger in sod. (2020) navajajo, da so nekatere sorte bolj tolerantne na žitnega strgača kot druge. Nekateri avtorji navajajo, da sorte ozimne pšenice z resami na klasih bolje prenašajo poškodbe listne površine zaradi rdečega žitnega strgača v smislu, da ne pride do znižanja pridelka v primerjavi s sortami golicami. V našem primeru se je to znižanje pridelka pokazalo pri sorti Gorolka, ki je golica, medtem ko do tega ni prišlo pri sorti Illico.



Slika 3: Poškodbe listne površine glede na sorto ozimne pšenice.

Pridelek zrnja se pri različnih tlakih škropljenja pri posamezni sorti ni bistveno razlikoval (slika 4). Pri sorti Falado in Gorolka je bil pridelek na kontrolni parceli nižji kot na parcelah, škropljenih z različnimi tlaki. Kljub temu razlika v pridelku pri sorti Falado med kontrolo in škropljenimi parcelami ni bila zelo visoka. Čisto drugače je bilo pri sorti Gorolka, kjer je bila razlika v pridelku med kontrolno parcelo in ostalimi od 2600 kg/ha do 3300 kg/ha. To predstavlja 33 do 38 % znižanje pridelka, kar je zelo visoko. Hodgson (2007) navaja, da lahko znižanje pridelka znaša 30 do 50 %, če ne izvedemo škropljenja. Posledica 10 % zmanjšanja listne površine je 10 % nižji pridelek, medtem ko 25% uničene listne površine pomeni 35 % nižji pridelek (Vrabl, 1992). Ti rezultati pri sorti Gorolka so vsekakor povezani z najvišjim odstotkom poškodb listne površine zaradi rdečega žitnega strgača. Ta je na kontrolni parceli znašal 29 %, medtem ko je na s kontaktnim insekticidom škropljenih parcelah znašal le od 1,1% pri tlaku škropljenja 2 bar do 4,8 % pri tlaku škropljenja 6 bar. To pozneje prikazujejo rezultati pridelka pri sorti Gorolka. Pri sorti Illico je bil pridelek na kontrolni parceli celo višji kot na parcelah, škropljenih s kontaktnim insekticidom pri tlaku 2 in 6 bar. To kaže, da pri tej sorti morda ne bi bilo potrebno uporabiti kontaktnega insekticida za zatiranje

rdečega žitnega strgača. Ta sorta je dosegla najvišje pridelke, kar je bilo pričakovano. Zelo visoke pridelke je dosegla sorta Gorolka, ki dosega zelo visoko kakovost zrnja (A razred). Slabše od pričakovanega se je v pridelku izkazala sorta Falado.



Slika 4: Priderek zrnja pri 3 tlakah škropljenja s šobo TD VR 1,5 pri različnih sortah ozimne pšenice.

4 SKLEPI

Na podlagi rezultatov poskusa ugotavljamo, da se je odstotek pokritosti 1. lista (zastavičar) in 2. lista (nižežeči list) s kontaktnim insekticidom (a.s. lambda-cihalotrin) in z uporabo šobe z variabilnim pretokom TD VR 1,5 povečeval s povečanjem tlaka škropljenja iz 2 bar na 6 bar, ne glede na sorto ozimne pšenice. Med tlaki škropljenja (2, 4 in 6 bar) s šobo TD VR 1,5 ni bilo razlik v odstotku poškodb listne površine zaradi rdečega listnega strgača. Na kontrolni parceli je bil višji odstotek poškodb kot na parcelah, škropljenih z različnimi tlaki ne glede na sorto. Pri sorti Gorolka je bil najvišji odstotek poškodovane listne površine zaradi rdečega žitnega strgača, kar je pomenilo 33 do 38 % znižanje pridelka glede na parcele, škropljene z različnimi tlaki. Z uporabo šobe z variabilnim pretokom TD VR 1,5 in s kontaktnim insekticidom (a.s. lambda – cihalotrin) lahko tudi z nizkim tlakom škropljenja 2 bar in nizko porabo vode (117 l/ha) učinkovito zatiramo rdečega žitnega strgača pri različnih sortah ozimne pšenice.

5 LITERATURA

Agrotop. TurboDrop® VR Mk. II.
<https://www.agrotop.com/produkte/duesen/turbodrop/turbodropR-vr-hispeed/> (27. jul. 2022)

Deveau, J. 2022. Coverage is King?

<https://sprayers101.com/coverage-king/> (28. jul. 2022)

EPPO, 2005. Efficacy evaluation of insecticides. *Oulema* spp. on cereals. Bulletin 35, 221 – 223.

Hodgson, E. W. 2007. Cereal leaf beetle. Utah State University Extension and Utah Plant Pest Diagnostic Laboratory.

<https://climate.usu.edu/includes/pestFactSheets/cereal-leaf-beetles.pdf> (28. jul. 2022)

Steinger, T., Klötzli, F., Ramseier, H. 2020. Experimental Assessment of the Economic Injury Level of the Cereal Leaf Beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) in Winter Wheat. *Journal of Economic Entomology*, 112 (4): 1823-1830.

Vrabl, S. 1992. Škodljivci poljščin. Ljubljana, ČZP Kmečki glas: 143 str.

Wolf, T. 2022. The Droplet Size Debate.

<https://sprayers101.com/the-droplet-size-debate/> (28. jul. 2022)

NOVE NAJDBE JAJČNEGA PARAZITOIDA *Trichogramma brassicae* Bezdenko (Hymenoptera, Trichogrammatidae) V SLOVENIJI

Stanislav TRDAN¹, Jože MIKLAVC², Urška ŠKRABAR³, Magda RAK-CIZEJ⁴,
Franček POLIČNIK⁵, Žiga LAZNIK⁶, Erika OREŠEK⁷, Paul RUGMAN-JONES⁸,
Ivana MAJIĆ⁹, Emilija RASPUDIĆ¹⁰, Ankica SARAJLIĆ¹¹, Tanja BOHINC¹²

^{1,6,12} Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Ljubljana

^{2,3} KGZS – Kmetijsko gozdarski zavod Maribor, Maribor

^{4,5} Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije, Žalec

⁷ Uprava za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin, Ljubljana

⁸ University of California, Department of Entomology, Riverside, California, USA

^{9,10} Sveučilište u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

IZVLEČEK

V avgustu in septembru 2021 smo na njivah s koruzo na različnih območjih Slovenije vzorčili jajčna legla koruzne vešče (*Ostrinia nubilalis* [Hübner]) z namenom preučitve zastopanosti jajčnih parazitoidov iz rodu *Trichogramma*. Pri nabiranju vzorcev so sodelovale tri inštitucije, in sicer Biotehniška fakulteta v Ljubljani, Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije iz Žalca ter KGZS - Kmetijsko gozdarski zavod Maribor. Pregledali smo 46 njiv s koruzo, na 31 lokacijah (njivah) oz. 67 % pregledanih lokacij pa smo našli jajčna legla koruzne vešče. Na območju osrednje Slovenije smo nabrali 14 vzorcev, na območju JV Slovenije 15 vzorcev, Štajerske in Koroške 10 vzorcev in na območju SV Slovenije 7 vzorcev. Po 14-21 dneh od datuma nabiranja oz. njihovega hranjenja v Laboratoriju za fitomedicino na Biotehniški fakulteti, smo vzorce pregledali z namenom ugotovitve parazitiranosti jajčnih legel. V petih vzorcih (jajčnih leglih), na 11 % pregledanih lokacij oz. na 16 % lokacij, na katerih smo našli jajčna legla, smo potrdili parazitiranost. Parazitoide iz rodu *Trichogramma* smo shranili v 95 % etanol in jih poslali v molekulsko identifikacijo v Kalifornijo (ZDA, University of California, Department of Entomology, Riverside). Dr. Paul Rugman-Jones je vseh pet vzorcev, enega iz JV Slovenije, dva s Štajerske in Koroške in dva iz SV Slovenije določil kot vrsto *Trichogramma brassicae* Bezdenko, ki spada med najbolj

444

¹ prof. dr., Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana, e-mail: stanislav.trdan@bf.uni-lj.si

² mag., Vinarska ulica 14, SI-2000 Maribor

³ mag. inž. agr., prav tam

⁴ dr., Cesta Žalskega tabora 2, SI-3310 Žalec

⁵ mag. inž. hort., prav tam

⁶ doc. dr., Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana

⁷ mag., Dunajska 22, SI-1000 Ljubljana

⁸ Assoc. Project Scientist, Riverside CA 92521, USA

⁹ prof. dr. sc., Vladimira Preloga 1, HR-31000 Osijek, Hrvaška

¹⁰ prof. dr. sc., prav tam

¹¹ doc. dr. sc., prav tam

¹² dr., znan., sod., Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana

prepoznavne naravne sovražnike koruzne vešče (*Ostrinia nubilalis* [Hübner]) na JV Evrope. V prispevku so navedene lokacije najdb tega pomembnega jajčnega parazitoida, katerega potrditev zastopanosti v Sloveniji ima veliko uporabno vrednost za biotično varstvo rastlin. Na podlagi pričujočega zapisa o prvi najdbi vrste *Trichogramma brassicae* v Sloveniji, bo namreč na Upravo RS za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin posredovana vloga za uvrstitev tega parazitoida na Seznam domorodnih vrst organizmov za biotično varstvo rastlin, po pridobljeni odločbi Uprave pa bo mogoča njegova praktična uporaba pri zatiranju koruzne vešče in drugih škodljivih metuljev v Sloveniji.

Ključne besede: biotično varstvo rastlin, jajčni parazitoidi, *Trichogramma brassicae*, Slovenia

ABSTRACT

New records of egg parasitoid *Trichogramma brassicae* Bezdenko (Hymenoptera, Trichogrammatidae) in Slovenia

In August and September 2021, we have sampled egg clusters of European corn borer (*Ostrinia nubilalis* [Hübner]) in corn fields in different parts of Slovenia in order to study the presence of egg parasitoids from the genus *Trichogramma*. Three institutions participated in the collection of samples, namely the Biotechnical Faculty in Ljubljana, the Institute of Hop Growing and Brewing of Slovenia from Žalec and KGZS – Institute of Agriculture and Forestry Maribor. We have inspected 46 fields with corn, while at 31 locations (fields) or at 67 % of the inspected locations were found egg clusters of corn borer. We have collected 14 samples in the area of central Slovenia, 15 samples in the area of SE Slovenia, 10 samples in Štajerska and Koroška area and 7 samples in the area of NE Slovenia. After 14-21 days from the date of collection (their storage in the Laboratory of Phytomedicine at the Biotechnical Faculty), we have examined the samples in order to determine the parasitism of egg clusters. In five samples (egg clusters), at 11 % of inspected locations or at 16 % of the locations where eggs were found, their parasitism was confirmed. Parasitoids of the genus *Trichogramma* were stored in 95% ethanol and sent for molecular identification to California (USA, University of California, Department of Entomology, Riverside). Dr. Paul Rugman-Jones identified all five samples, one from SE Slovenia, two from Štajerska and Koroška and two from NE Slovenia, as *Trichogramma brassicae* Bezdenko, one of the most recognizable natural enemies of *Ostrinia nubilalis* [Hübner] in SE Europe. In the paper we present the locations of findings of this significant egg parasitoid, which confirmation in Slovenia is of a great importance for biological control. Based on the present paper of the first record of *Trichogramma brassicae* in Slovenia, an application will be forwarded to the Administration for Food Safety, Veterinary Sector and Plant Protection for the inclusion of this parasitoid on the List of native species of organisms for biological, and after the decision of the Administration the practical use of this egg parasitoid for controlling European corn borer and other harmful butterflies in Slovenia will be allowed.

Key words: biological control, egg parasitoids, *Trichogramma brassicae*, Slovenia

1 UVOD

Biotično varstvo rastlin je v svetu in pri nas vse bolj prepoznaven način zatiranja škodljivih organizmov. In če na drugih kontinentih z biotičnimi agensi že več desetletij načrtno zmanjšujejo gospodarski pomen plevelov (Pemberton, 2000; Cullen et al., 2022), ki so najpomembnejša skupina škodljivih organizmov, je v Evropi večina aktivnosti na področju biotičnega varstva vezana na zatiranje škodljivih žuželk in pršic (van Lenteren et al., 1997).

Evropska in sredozemska organizacija za varstvo rastlin (EPPO) je oblikovala t.i. pozitivni seznam biotičnih agensov, na katerega po posebnem postopku uvršča naravne sovražnike, ki jih strokovnjaki prepoznajo kot ustrezne za uporabo na celotnem območju EPPO (EPPO, 2021). Navedeni seznam je le priporočilo in države članice EPPO lahko 141 vrst naravnih sovražnikov, ki so trenutno uvrščeni na pozitivni seznam, uporabljajo za zatiranje rastlinskih škodljivcev ali pa ne. Uporabo naravnih sovražnikov v kmetijski pridelavi držav članic EPPO namreč v veliki meri kroji nacionalna zakonodaja na področju varstva rastlin in prav v tej zvezi je Slovenija leta 2006 implementirala Pravilnik o biotičnem varstvu rastlin (Uradni list RS, št. 45/06), v katerem je med drugim zapisano, da se v naši državi lahko uporabljajo domorodni naravni sovražniki, ki so navedeni v pozitivnem seznamu EPPO.

Seznam domorodnih vrst organizmov za biotično varstvo rastlin, ki je sestavni del Pravilnika o biotičnem varstvu rastlin, trenutno šteje 35 vrst naravnih sovražnikov, in sicer 23 plenilcev, 8 parazitoidov in 4 entomopatogene ogorčice. Večanje seznama je rezultat intenzivnega strokovnega in raziskovalnega zaposlenih na Katedri za fitomedicino, kmetijsko tehniko, poljedelstvo, pašništvo in travništvo Odd. za agronomijo Biotehniške fakultete v zadnjih 30 letih (Trdan et al., 2020) in tudi raziskava, predstavljena v pričujočem prispevku, je imela namen v Sloveniji preučiti zastopanost naravnih sovražnikov s posebnim načinom delovanja. Gre namreč za jajčne parazitoide, torej organizme, ki svoja jajčeca odlagajo v jajčeca škodljivca, s čimer preprečijo nadaljnji razvoj slednjega. V primeru, da bi v Sloveniji uspeli potrditi zastopanost jajčnega parazitoida in bi bila ta vrsta tudi iz EPPO pozitivnega seznama, bi imeli podlago za uvrstitev prvega jajčnega parazitoida na Seznam domorodnih vrst organizmov za biotično varstvo rastlin.

2 MATERIALI IN METODE

V letu 2021 smo na različnih območjih Slovenije na njivah s koruzo vzorčili jajčna legla koruzne vešče (*Ostrinia nubilalis*). Vzorčenje jajčnih legel smo s standardno metodo (Bereš, 2012) izvajali od 5. avgusta do 2. septembra. V ta namen smo na štirih od petih območjih Slovenije (gre za območja delovanja javne službe zdravstvenega varstva rastlin) pregledali 46 njiv s koruzo. Pregledovali smo spodnjo stran listov koruze do višine prvega storža. V primeru najdbe jajčnega legla, smo s škarkami odrezali del lista z jajčnim leglom in ga položili v plastično perforirano posodico. Posodico smo nato shranili v hladilno torbo in jo prepeljali v laboratorij, kjer smo jo na mestu, ki ni bilo izpostavljeno neposredni sončni svetlobi, pustili 14-21 dni. Nato smo v posodici preverili morebitni izlet jajčnih parazitoidov.

Parazitoide, najdene v posodicah, smo shranili v mikrocentrifugirke z 95 % etanolom in jih poslali v molekularno identifikacijo v Kalifornijo (ZDA, University of California, Department of Entomology, Riverside). Identifikacijo odraslih parazitoidov je z metodo, ki je opisana v Ivezic et al. (2021), opravil Dr. Paul Rugman-Jones.

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

V raziskavi smo na zastopanost jajčnih legel koruzne vešče pregledali 46 njiv (lokacij) s koruzo na 4 območjih Slovenije. Na območju osrednje Slovenije smo pregledali 14 lokacij, na območju JV Slovenije 15 lokacij, na območju Štajerske in Koroške 10 lokacij in na območju SV Slovenije 7 lokacij (preglednica 1).

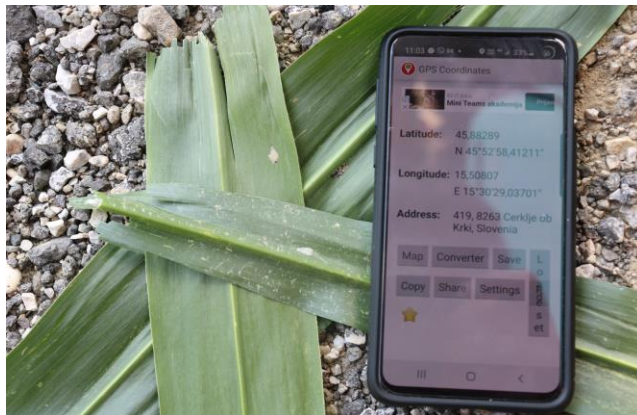
Na 31 lokacijah (njivah) oz. na 67 % pregledanih lokacij smo našli jajčna legla koruzne vešče. V petih vzorcih (jajčnih leglih), na 11 % pregledanih lokacij oz. na 16 % lokacij, na katerih smo našli jajčna legla, smo potrdili parazitiranost. Parazitiranost jajčnih legel koruzne vešče smo potrdili v vzorcu iz JV Slovenije (Cerklje ob Krki), v dveh vzorcih s Štajerske in Koroške (Zgornje Roje, Polje pri Bistrici) in v dveh vzorcih iz SV Slovenije (Moškanjci, Ptuj). V vseh primerih je parazitoid pripadal vrsti *Trichogramma brassicae* Bezdenko, ki spada med najbolj prepoznavne naravne sovražnike koruzne vešče (*Ostrinia nubilalis* [Hübner]) na JV Evrope (Ivezic et al., 2018) (preglednica 1).

Preglednica 1: Vse lokacije vzorčenja jajčnih legel koruzne vešče v letu 2021. V mastnem tisku je označenih 5 lokacij, kjer smo potrdili vrsto *Trichogramma brassicae*.

447

| Datum | Lokacija | Območje Slovenije | Jajčna legla koruzne vešče | Vzorec <i>Trichogramma</i> |
|-------|------------------------------------------|----------------------|----------------------------|----------------------------|
| 7.8. | Portoval | JV | DA | NE |
| 9.8. | Želimlje | Osrednja | NE | NE |
| 9.8. | Kremenica, Ig | Osrednja | NE | NE |
| 9.8. | Kremenica, Ig | Osrednja | NE | NE |
| 10.8. | Trebnje | JV | NE | NE |
| 10.8. | Trebnje | JV | DA | NE |
| 10.8. | Med Trebnjim in Mirno Pečjo | JV | NE | NE |
| 10.8. | Mirna Peč | JV | NE | NE |
| 10.8. | Novo mesto | JV | NE | NE |
| 10.8. | Šentjernej | JV | DA | NE |
| 10.8. | Kostanjevica na Krki (Sajevce 3) | JV | DA | NE |
| 10.8. | Cerklje ob Krki (Črešnjice pri Cerkljah) | JV | DA | NE |
| 12.8. | Spodnje Grušovje (Tepanje) | Štajerska in Koroška | NE | NE |
| 12.8. | Laporje | Štajerska in Koroška | DA | NE |
| 12.8. | Cirkovce | Štajerska in Koroška | DA | NE |

| | | | | |
|--------------|----------------------------------------------|-----------------------------|---------------------|-----------|
| 12.8. | Šikole | Štajerska in Koroška | NE | NE |
| 12.8. | Ptuj (Spuhlja) | Štajerska in Koroška | NE | NE |
| 12.8. | Markovci | Štajerska in Koroška | DA | NE |
| 12.8. | Ptuj (Dornava) | Štajerska in Koroška | NE | NE |
| 12.8. | Dornava | Štajerska in Koroška | DA | NE |
| 18.8. | Zgornje Roje (46.2526, 15.1401) | Štajerska in Koroška | DA | DA |
| 25.8. | Polje pri Bistrici (46.0659, 15.6556) | Štajerska in Koroška | DA | DA |
| 5.8. | Moškanjci (46.415310, 15.999634) | SV | DA | DA |
| 5.8. | Ptuj (46.401381 15.879535) | SV | DA | DA |
| 9.8. | Lipovci | SV | DA | NE |
| 11.8. | Dolenje Ponikve | JV | DA | NE |
| 11.8. | Malo Mraševo | JV | DA | NE |
| 11.8. | Šmalčja vas | JV | DA | NE |
| 11.8. | Cerklje ob Krki (45.88279, 15.50805) | JV | DA (slika 1) | DA |
| 11.8. | Leskovec pri Krškem | JV | DA | NE |
| 11.8. | Gorenje Stopice | JV | DA | NE |
| 24.8. | Lenart | SV | DA | NE |
| 24.8. | Krog | SV | DA | NE |
| 24.8. | Bakovci | SV | DA | NE |
| 24.8. | Murska Sobota | SV | DA | NE |
| 24.8. | Dokleževje | Osrednja Slovenija | DA | NE |
| 2.9. | Velike Pece | Osrednja Slovenija | DA | NE |
| 2.9. | Brest | Osrednja Slovenija | DA | NE |
| 2.9. | Tomišelj | Osrednja Slovenija | DA | NE |
| 2.9. | Matena | Osrednja Slovenija | DA | NE |
| 2.9. | Velike Pece | Osrednja Slovenija | DA | NE |
| 2.9. | Male Pece | Osrednja Slovenija | DA | NE |
| 14.8. | Mišače | Osrednja Slovenija | NE | NE |
| 14.8. | Brezje | Osrednja Slovenija | NE | NE |
| 14.8. | Naklo | Osrednja Slovenija | NE | NE |
| 19.8. | Mošnje - Podvin | Osrednja Slovenija | NE | NE |



Slika 1: Jajčna legla koruzne večče z njive s koruzo v bližini Cerkelj ob Krki, 11.8.2021 (foto: Stanislav Trdan)

4 SKLEP

Vrsta *Trichogramma brassicae*, katerega najdbo v Sloveniji predstavljamo v tem prispevku, je prvi jajčni parazitoid, ki ga bo mogoče pri nas v programih biotičnega varstva v prihodnje uporabljati za zatiranje koruzne večče in drugih škodljivih metuljev.

5 ZAHVALA

Rezultati raziskave, predstavljeni v tem prispevku, so bili pridobljeni v okviru programa strokovnih nalog s področja zdravstvenega varstva rastlin, ki ga financira UVHVVR.

6 LITERATURA

- Bereš, P. K. 2012. Distribution of *Ostrinia nubilalis* Hbn. egg clusters on maize plants in South-Eastern Poland in 2004–2008. *Journal of Plant Protection Research*, 52: 106-113.
- Cullen, J. M., Sheppard, A. W., Raghu, S. 2022. Effectiveness of classical weed biological control agents released in Australia. *Biological Control*, 166, art. no. 104835.
- EPPO. 2021. PM 6/3 (5) Biological control agents safely used in the EPPO region. EPPO Standard - Safe use of biological control. *EPPO Bulletin*. 1: 452-454.
- Ivezić, A., Rugman-Jones, P., Malausa, T., Ris, N., Ignjatović-Čupina, A. 2021. Molecular identification of *Trichogramma* species parasitizing *Ostrinia nubilalis* in corn and pepper in south-east border of Europe. *International Journal of Pest Management*, 67, 4: 346-357.
- Ivezić, A., Rugman-Jones, P., Stouthamer, R., Ignjatović-Čupin, A. 2018. Molecular identification of *Trichogramma* egg parasitoids of *Ostrinia nubilalis* in northeastern Serbia. *Archives of Biological Sciences*, 70, 3: 425-432.
- Pemberton, R. W. 2000. Predictable risk to native plants in weed biological control. *Oecologia*, 125, 4: 489-494.
- Trdan, S., Laznik, Ž., Bohinc, T. 2020. Thirty years of research and professional work in the field of biological control (predators, parasitoids, entomopathogenic and parasitic nematodes) in Slovenia: A review. *Applied sciences*. 10, 21, art. 7468: 1-12.
- Van Lenteren, J.C., Roskam, M. M., Timmer, R. 1997. Commercial mass production and pricing of organisms for biological control of pests in Europe. *Biological Control*, 10, 2: 143-149.

**LABORATORIJSKO PREUČEVANJE INSEKTICIDNEGA DELOVANJA
PRAHOV INVAZIVNIH TUJERODNIH RASTLINSKIH VRST V
SAMOSTOJNI UPORABI IN KOMBINACIJAH Z LESNIM PEPELOM IN
DIATOMEJSKO ZEMLJO NA RIŽEVEGA ŽUŽKA (*Sitophilus oryzae*,
Coleoptera, Curculionidae)**

Andrija VASILIC¹, Tanja BOHINC², Stanislav TRDAN³

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Ljubljana

IZVLEČEK

V laboratorijskih razmerah smo preučevali insekticidno delovanje prahov, pridobljenih iz štirih invazivnih tujerodnih rastlinskih vrst (navadne amorfe [*Amorpha fruticosa*], velikega pajesena [*Ailanthus altissima*], kanadske zlate rozge [*Solidago canadensis*] in octovca [*Rhus typhina*]) v samostojni uporabi in v kombinacijah z lesnim pepelom in diatomejsko zemljo, za zatiranje riževega žužka (*Sitophilus oryzae*). Pri kombinirani uporabi inertnih prašiv z rastlinskimi prahovi smo le-te mešali v nižji koncentraciji. Poskus je potekal pri dveh temperaturnih vrednostih (20°C in 25°C) in pri dveh vrednostih relativne zračne vlage (55 in 75 %). Smrtnost hroščev smo ocenjevali 7., 14. in 21. dan po nastavitvi poskusa. Najvišjo smrtnost hroščev smo dosegli v obravnavanjih, kjer smo rastlinske prahove mešali z diatomejsko zemljo oziroma lesnim pepelom. Ko smo zmletim listom navadne amorfe (1,25 u%) dodali še lesni pepel (1,25 u%), smo pri 55 % Rh dosegli 65 % smrtnost hroščev, pri 75 % Rh vrednosti je bila smrtnost hroščev le 7 %. Smrtnost hroščev je bila signifikatno najvišja pri nižji vrednosti Rh (31%), v primerjavi z višjo vrednostjo relativne zračne vlage, kjer je smrtnost hroščev znašala le 7 %. V naši raziskavi sta se kot pomembna dejavnika smrtnosti hroščev pokazala temperatura in relativna zračna vlaga. Pri 25°C in 55 % Rh smo v obravnavanjih, kjer smo navadni amorfi in kanadski rozgi dodajali lesni pepel ugotovili 100 % smrtnost. 100 % smrtnost smo ugotovili v obravnavanju lesni pepel, kar je veljajo tudi za lesni pepel v samostojni aplikaciji. Z našo raziskavo ugotavljamo, da uporaba rastlinskih prahov tujerodnih invazivnih rastlinskih vrst sama po sebi ni dovolj učinkovita, zato smo prahovom zmletih listov tujerodnih invazivnih vrst dodajali lesni pepel in diatomejska zemljo, od katerih lesni pepel kaže boljše sinergistično delovanje.

Ključne besede: lesni pepel, diatomejska zemlja, tujerodne invazivne rastlinske vrste, rižev žužek

¹ mag. inž. agr., nekdanji študent MSc študija agronomije na OA BF

² dr., znan. sod., Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana

³ prof. dr., prav tam

ABSTRACT

INVESTIGATION ON INSECTICIDAL EFFICACY OF INVASIVE ALIEN PLANTS POWDERS IN INDIVIDUAL USE AND COMBINATIONS WITH WOOD ASH AND DIATOMACEOUS EARTH AGAINST RICE WEEVIL (*Sitophilus oryzae*, Coleoptera, Curculionidae) UNDER LABORATORY CONDITIONS

In laboratory conditions, we have studied the insecticidal efficacy of plant powders, obtained from four invasive alien plant species (false indigo [*Amorpha fruticosa*], tree of heaven [*Ailanthus altissima*], Canada goldenrod [*Solidago canadensis*] and staghorn sumac [*Rhus typhina*]) in single and combined application with wood ash and diatomaceous earth, for suppression of rice weevil (*Sitophilus oryzae*). In the case of combined use of inert dusts with plant dusts, they were mixed in a lower concentration. The experiment took place at two temperature values (20°C and 25°C) and at two values of relative air humidity (55 and 75%). Mortality of weevils was assessed on days 7th, 14th and 21st after setting up the experiment. The highest mortality of weevils was achieved in treatments where plant powders were mixed with diatomaceous earth or wood ash. When wood ash (1.25 u%) was added to the ground leaves of false indigo (1.25 u%), at 55% Rh we achieved 65% mortality of weevils, at 75% Rh value the mortality of weevils was only 7%. weevil mortality was significantly highest at lower Rh value (31%), compared to higher relative humidity, where beetle mortality was only 7%. In our research, temperature and relative humidity were found to be important factors in weevil mortality. At 25°C and 55% Rh value, we found 100% mortality in treatments where wood ash was added to false indigo, Canada goldenrod. 100 % mortality was also detected, when wood ash was applied as single formulation at 25°C and 55 % Rh value. Through our research, we have detected that the use of plant powders of invasive plant species is not effective enough by itself, so we added wood ash and diatomaceous earth to the powders of ground leaves of invasive alien species, of which wood ash shows a better synergistic efficacy.

Key words: wood ash, diatomaceous earth, invasive alien plant species, rice weevil

1 UVOD

Med alternativnimi metodami zatiranja skladiščnih škodljivcev je v zadnjih 20 letih najbolj raziskana uporaba inertnih prašiv, kamor med drugim spadata tudi diatomejska zemlja in lesni pepel. Uporaba diatomejske zemlje ima veliko pozitivnih lastnosti, pa tudi nekaj negativnih (Korunić et al., 2020). Da bi zmanjšali negativne vplive diatomejske zemlje, kot sta zmanjšanje gostote žita in vpliv na pretočnost žita (Korunić and Fields, 2020), so se marsikateri raziskave usmerile v preučevanje sinergističnega delovanja rastlinskih insekticidov in diatomejske zemlje (Korunić et al., 2020). O preučevanju delovanja lesnega pepela za zatiranje skladiščnih škodljivcev lahko preberemo v Jean et al. (2015) in Bohinc et al. (2018).

Cilj naloge je bil preučiti učinkovitost prahov štirih invazivnih tujerodnih rastlinskih vrst, samostojno in v kombinaciji z lesnim pepelom in diatomejsko zemljo, za zatiranje riževega žužka (*Sitophilus oryzae*) pri dveh različnih temperaturah in dveh različnih vrednostih zračne vlage.

2 MATERIAL IN METODE

2.1 Zasnova poskusa

Poskus je potekal v Laboratoriju za entomologijo fitomedicinskega dela Katedre za fitomedicino, kmetijsko tehniko, poljedelstvo, pašništvo in travništvo Oddelka za agronomijo Biotehniške fakultete. V poskusu smo uporabili 2-4 tedne stare odrasle osebkke riževega žužka (*Sitophilus oryzae*), katere smo namnoževali v laboratorijskih razmerah v temi pri sobni temperaturi ($22\pm 2^{\circ}\text{C}$).

Uporabili smo lesni pepel navadne smreke (*Picea abies* [L.] Karsten), pridobljen v domačem kurišču, in diatomejsko zemljo, pripravek SilicoSec® (dobavitelj: Metrob d.o.o., Začret, Ljubečna). Omenjeni inertni prašivi smo v različnih koncentracijah dodajali prahovom invazivnih tujerodnih rastlinskih vrst, in sicer: navadne amorfe (*Amorphia fruticosa*), velikega pajesena (*Ailanthus altissima*), kanadske zlate rozge (*Solidago canadensis*) in octovca (*Rhus typhina*). Listi tujerodnih rastlin so bili nabrani na območju Ljubljane. Rastlinski material smo posušili na prostem v senci in ga nato suhega zmleli po treh tednih.

Erlenmajerice volumna 1000 ml smo napolnili z 270 g zrnja ozimne pšenice. Pšenico smo skupaj s prašivi mešali v mešanilniku (Orbital Rotar tip 3040, dobavitelj: Sanolabor) za 15 do 30 min. Pomembno je bilo, da se zrnje pšenice in pripravke dobro premešata. Količino zrnja iz 1000 ml erlenmajeric smo nato enakomerno razporedili v 100 ml erlenmajerice, v devetih ponovitvah. Erlenmajerice so bile zaprte z polipropilenom, ki je hroščem omogočal dihanje, vendar jim je preprečil izhod. Smrtnost smo ocenjevali 7., 14. in 21. dan po nastavitvi poskusa. Negativno kontrolo je predstavljalo čisto žito.

Insekticidno delovanje izbranih prašnatih pripravkov, zmešanih z zrnjem pšenice v erlenmajericah smo preučevali pri dveh različnih temperaturah (20 in 25°C) in pri dveh vrednostih relativne zračne vlage (Rh) (55 in 75 %).

2.2 Statistična analiza podatkov

Korigirano smrtnost hroščev riževega žužka smo izračunali po Abbott-ovi formuli. Rezultate poskusa smo statistično ovrednotili s programom Statgraphics Centurion XVI (Statgraphics Centurion XVI, 2009). Razlike med obravnavanji smo ovrednotili z analizo variance (ANOVA) in Tukey-evim preizkusom mnogoterih primerjav ($P < 0,05$).

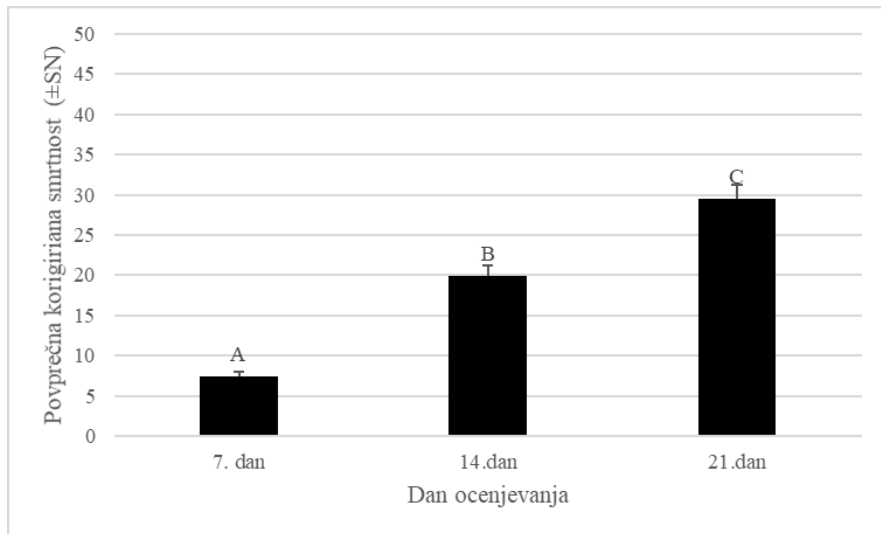
3 REZULTATI IN RAZPRAVA

3.1 Povprečna korigirana smrtnost hroščev

Ugotovili smo, da je na smrtnost hroščev signifikantno vplival dan izpostavljenosti prašivom ($F=729.49$, $Df=2$, $P < 0,005$), relativna zračna vlaga ($F=2640.87$, $Df=1$, $P < 0,005$), temperatura ($F=382.64$, $Df=1$, $P < 0,005$) in vrsta obravnavanja ($F=320.33$, $Df=13$, $P < 0,005$). Prav tako smo ugotovili, da so na povprečno korigirano smrtnost hroščev signifikantno vplivale interakcije med dnevom izpostavljenosti in relativno zračno vlago ($F=283.36$, $Df=2$, $P < 0,005$), dnevom izpostavljenosti in temperaturo ($F=4.01$, $Df=2$, $P=0.0183$), dnevom izpostavljenosti in obravnavanjem ($F=38.62$, $Df=26$, $P < 0,005$), relativno zračno vlago in temperaturo ($F=237.75$, $Df=13$, $P < 0,005$),

temperaturo in obravnavanjem ($F=20.77$, $Df=13$, $P<0,005$), dnevom izpostavljenosti, relativno zračno vlago in temperaturo ($F=14.93$, $Df=2$, $P<0,005$), dnevom izpostavljenosti, relativno zračno vlago in obravnavanjem ($F=30.26$, $Df=26$, $P<0.005$), relativno zračno vlago, temperaturo in obravnavanjem ($F=12.74$, $Df=13$, $P<0.005$).

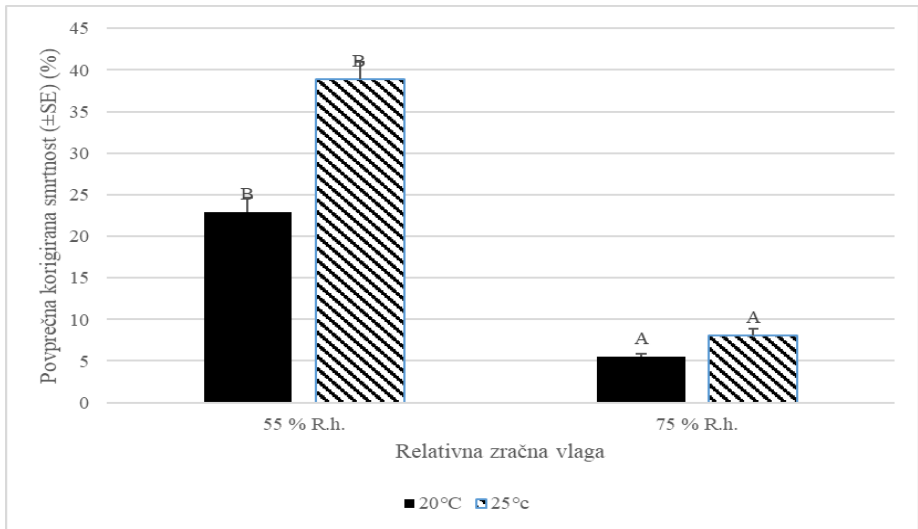
Glede na časovni interval izpostavljenosti, smo najnižjo smrtnost ugotovili po 7. dnevu izpostavljenosti (manj kot 8 %), medtem, ko je smrtnost po 21. dnevu znašala skoraj 30 %. Podrobnosti so predstavljene v sliki 1.



Slika 1: Povprečna korigirana smrtnost hrpščev riževega žužka glede na časovni interval izpostavljenosti (črke prikazujejo razlike med dnevi izpostavljenosti).

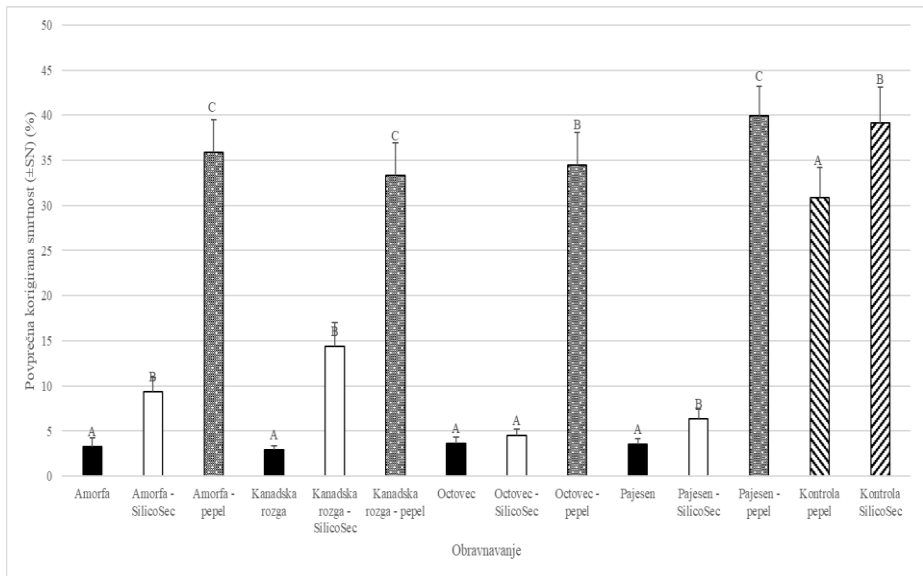
Pri obeh temperaturnih vrednostih smo signifikantno višjo smrtnost zabeležili pri 55 % relativni zračni vlagi, in sicer pri 20°C je povprečna smrtnost znašala dobrih 22 %, medtem ko je pri 25°C znašala povprečna korigirana smrtnost skoraj 40 %. Več podrobnosti je predstavljenih v sliki 2.

Ko smo navadno amorfo (grafično amorfa) uporabili v samostojni uporabi, smo dosegli 3 % smrtnost, medtem ko smo omenjenemu prašivju dodajali lesni pepel, je smrtnost znašala 35 %. Prav tako je smrtnost hroščev pri kombinaciji lesnega pepela in zmletih listov kanadske rozge znašala 33 %. Ko smo kombinirali zmlete liste velikega pajesena in lesnega pepela smo dosegli skoraj 40 % smrtnost. Samostojna uporaba lesnega pepela je povzročila 30 % smrtnost. Ko smo pripravek SilicoSec aplicirali v samostojni uporabi, smo dosegli 40 % smrtnost ($39,18 \pm 3,9\%$), medtem ko smrtnost v kombinacijah, kjer smo pripravek dodajali prašivom iz tujerodnih invazivnih rastlinskih vrst, ni presegla 15 % (slika 3).



Slika 2: Povprečna korigirana smrtnost glede na temperaturo v odvisnosti od relativne zračne vlage (črke prikazujejo razlike znotraj temperature med vrednostmi relativne zračne vlage).

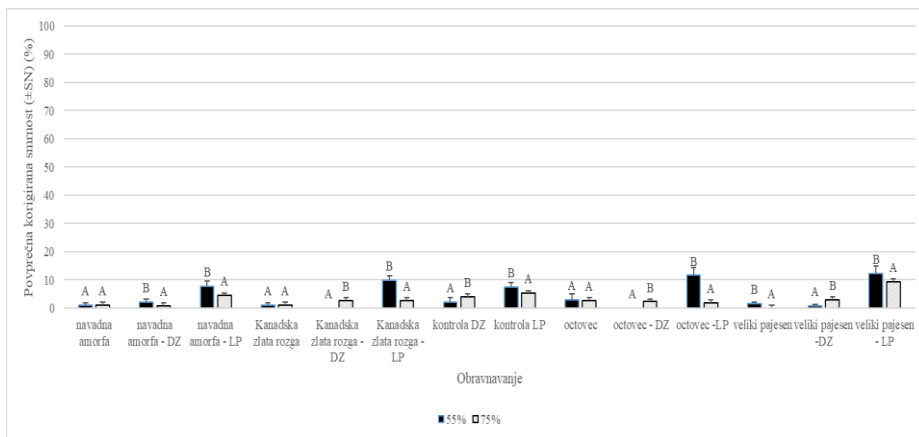
454



Slika 3: Povprečna korigirana smrtnost glede na obravnavanje (črke prikazujejo razlike znotraj posamezne kombinacije, tj. prašiva tujerodnih invazivnih rastlinskih vrst z dvema različnima inertnima prašivoma).

3.2 Povprečna korigirana smrtnost hroščev po 7. dneh

Povprečna smrtnost hroščev je pri 20°C in 55 % relativni zračni vlagi pri kombinaciji octovca in lesnega pepela znašala 11%, medtem kot je pri 75 % pri omenjenem obravnavanju smrtnost znašala slaba 2 %. Podrobnejši podatki so predstavljeni v sliki 4.



455

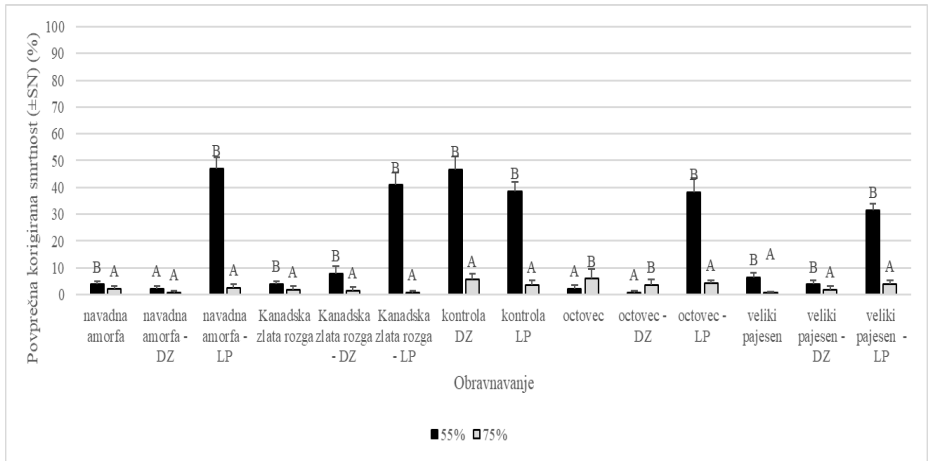
Slika 4: Povprečna korigirana smrtnost hroščev pri 20°C po 7. dnevu izpostavljenosti (črke prikazujejo razlike znotraj obravnavanja med posameznimi vrednostmi relativne zračne vlage; legenda: DZ-diatomejska zemlja, LP-lesni pepel).

Pri 25°C in 55 % relativni zračni vlagi so povprečne smrtnosti pri kombinacijah lesnega pepela in navadne amorfe oziroma octovca in lesnega pepela znašale 47 % oziroma 38 %, medtem ko smo pri samostojni uporabi navadne amorfe in octovca dosegli skoraj 4 % smrtnost oziroma dobra 2%. več podrobnosti je predstavljenih v sliki 5.

3.3 Povprečna korigirana smrtnost hroščev po 14. dneh

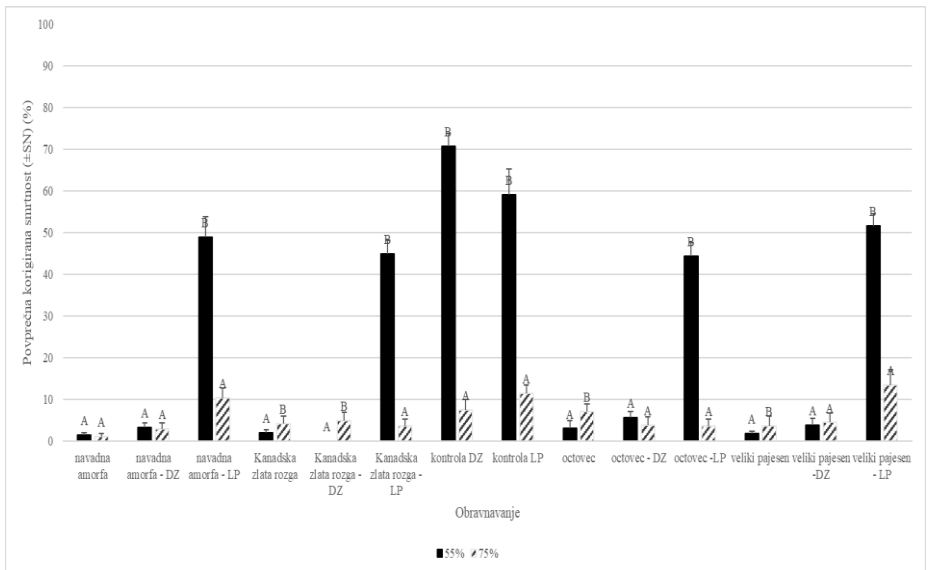
Pri samostojni uporabi pripravka SilicoSec® smo pri 20°C in 55 % Rh dosegli že 70 % smrtnost, samostojna uporaba lesnega pepela pa je povzročila 59 % smrtnost. Podrobnejši rezultati so predstavljeni v sliki 6.

Pri 25°C in 55 % relativni zračni vlagi smo pri kombinaciji zmlatih listov navadne amorfe in lesnega pepela zabeležili več kot 90 % smrtnost, medtem ko je pri kombinaciji lesnega pepela in velikega pajesena smrtnost znašala 70 %. samostojna uporaba lesnega pepela je pri omenjeni kombinaciji temperature in zračne vlage povzročila manj kot 90 % smrtnost. Podrobnejši podatki so predstavljeni v sliki 7.

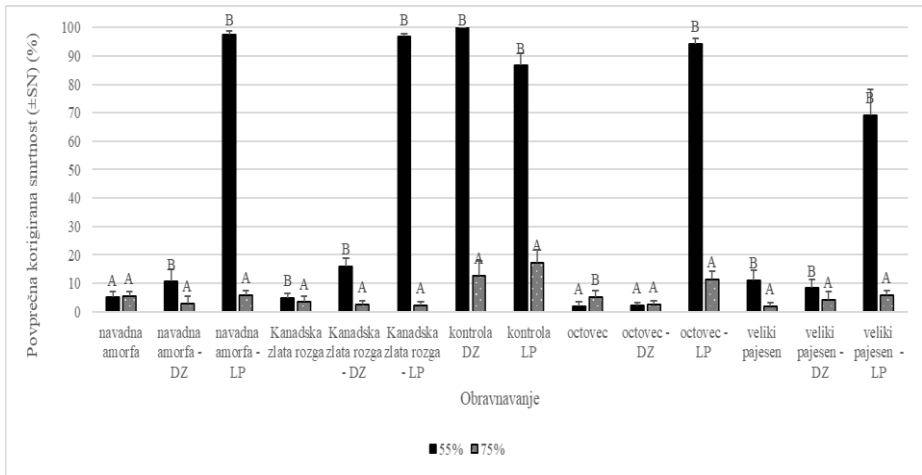


Slika 5: Povprečna korigirana smrtnost hroščev pri 25°C po 7. dnevu izpostavljenosti (črke prikazujejo razlike znotraj obravnavanja med posameznimi vrednostmi relativne zračne vlage; legenda: DZ-diatomejska zemlja, LP-lesni pepel).

456

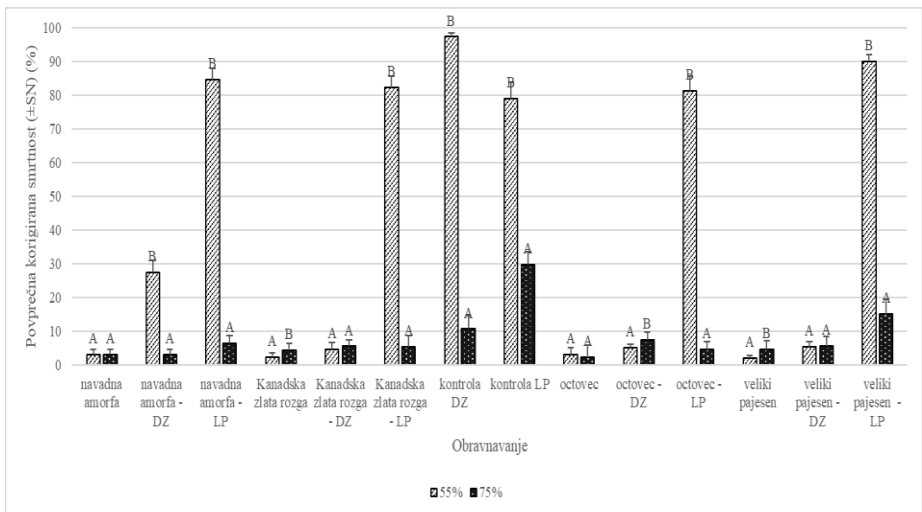


Slika 6: Povprečna korigirana smrtnost hroščev pri 20°C po 14. dnevu izpostavljenosti (črke prikazujejo razlike znotraj obravnavanja med posameznimi vrednostmi relativne zračne vlage; legenda: DZ-diatomejska zemlja, LP-lesni pepel).



Slika 7: Povprečna korigirana smrtnost hroščev pri 25°C po 14. dnevu izpostavljenosti (črke prikazujejo razlike znotraj obravnavanja med posameznimi vrednostmi relativne zračne vlage; legenda: DZ-diatomejska zemlja, LP-lesni pepel).

457

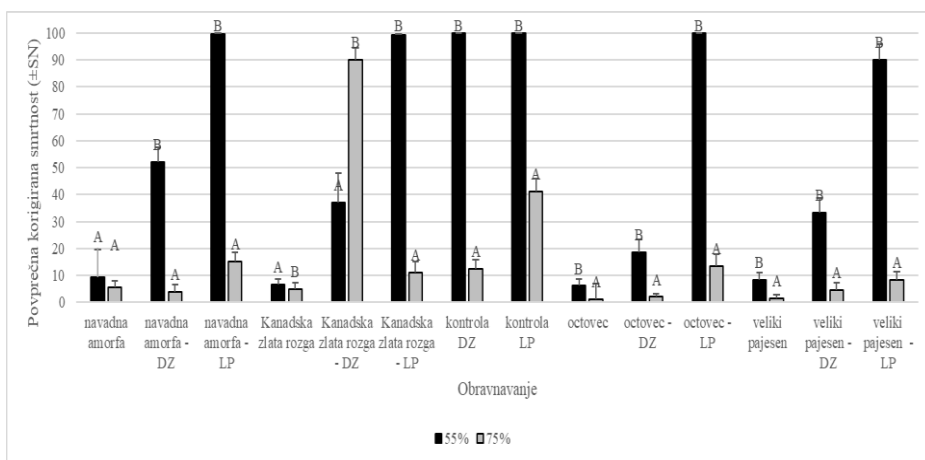


Slika 8: Povprečna korigirana smrtnost hroščev pri 20°C po 21. dnevu izpostavljenosti (črke prikazujejo razlike znotraj obravnavanja med posameznimi vrednostmi relativne zračne vlage; legenda: DZ-diatomejska zemlja, LP-lesni pepel).

3.4 Povprečna korigirana smrtnost hroščev po 21. dneh

Pri 20°C in 55 % smo pri kombinaciji zmletih listov velikega pajesena in lesnega pepela ugotovili 90 % smrtnost, medtem ko je bila smrtnost pri isti kombinaciji prašiv in 75 % relativni zračni vlagi 15 %. Samostojna uporaba lesnega pepela je pri 20°C in 55 % povzročila 78 % smrtnost, medtem ko je bila smrtnost pri višji vrednosti relativne zračne vlage 29 %. Podrobnejši podatki so predstavljeni v sliki 8.

Samostojna uporaba lesnega pepela in pripravka SilicoSec je pri 25°C in 55 % povzročila 100 % smrtnost. Prav tako smo 100 % smrtnost pri nižji vrednosti relativne zračne vlage ugotovili v obravnavanjih, kjer smo uporabili kombinacijo navadne amorfe in lesnega pepela, kanadske zlate rozge in lesnega pepela ter octovca in lesnega pepela. Podrobnosti so predstavljene v sliki 9.



Slika 9: Povprečna korigirana smrtnost hroščev pri 25°C po 21. dnevu izpostavljenosti (črke prikazujejo razlike znotraj obravnavanja med posameznimi vrednostmi relativne zračne vlage; legenda: DZ-diatomejska zemlja, LP-lesni pepel).

V raziskavi ugotavljamo, da sta na smrtnost hroščev izrazito vplivali relativna zračna vlaga in temperatura. Omenjeno velja za obravnavanja, kjer smo uporabili zmlete liste tujerodnih invazivnih rastlin kot tudi za obravnavanja, kjer smo preučevali sinergistično delovanje zmletih listov z dvema vrstama inertnih prašiv v zmanjšanem odmerku. Da višanje temperature in nižanje relativne zračne vlage vpliva na boljše delovanje (višjo smrtnost hroščev) pri uporabi inertnih prašivih (lesni pepel, diatomejska zemlja, zeoliti,...) so v preteklosti že potrdili Athanassiou *et al.* (2014), Bohinc *et al.* (2018) in Eroglu *et al.* (2019). Dosedanje raziskave, kjer so preučevali delovanje zmletega rastlinskega materiala v samostojni uporabi, prav tako poročajo o nizki smrtnosti hroščev (Lampiri *et al.*, 2020), kakor smo ugotovili v prvem delu naše raziskave. Zaradi že znanih negativnih vplivov inertnih prašiv na skladiščeno zrnje, je zmanjševanje količine inertnih prašiv ključnega pomena.

Sinergistično delovanje inertnih prašiv z rastlinskimi insekticidi so potrdili že v nekaterih raziskavah, predvsem pa se omenjeno delovanje navezuje na uporabo eteričnih olj (Korunić et al., 2020) in tudi zmletih rastlinskih prašiv. Kombinacija eteričnih olj in diatomejske zemlje naj bi na skladiščne škodljivce povzročala dodatni stres, saj eterična olja vplivajo na več gibanja škodljivcev, in posledično lažjega delovanje diatomejske zemlje. Adarkwah in sod. (2017) v svoji raziskavi potrjujejo, da so z dodajanjem diatomejske zemlje k prašivom iz rastlinskih vrst *Piper guineense* in *Senna siamea* izboljšali delovanje prašiv, in dosegli višjo smrtnost kot pri samostojni uporabi. Ob nižji zračni vlagi in višji temperaturi, smo v naši raziskavi dosegli primerljivo smrtnost (več kot 90 %) med obravnavanji, kjer smo zmletim prašivom dodajali nižjo koncentracijo lesnega pepela z obravnavanjem, kjer smo uporabili pepel v višji koncentraciji. Primerljivo insekticidno delovanje med samostojno uporabo lesnega pepela in kombinacijami pepela in štirih prašiv iz IAPs smo dosegli tudi pri nižji temperaturi in nižji zračni vlagi, vendar smrtnost po 21. dnevu izpostavljenosti ni presegla 95 %. Pri višji relativni zračni vlagi smo šele po 21. dneh dosegli smrtnost pri posameznih obravnavanjih, ki je bila višja od 40 % (kontrolno obravnavanje pepel) in 90 % (kombinacija pepela in kanadske rozge). Dodajanje diatomejske zemlje zmletim listom IAPs je izboljšalo insekticidno delovanje prašiv, vendar ne tako izrazito, kot pri dodajanju pepela.

Kombinirano uporabo rastlinskih insekticidov (zmletih rastlinskih delov) s pepelom v svoji raziskavi priporočajo že Ntonifor et al. (2011), in naj bi bila predvsem uporabna za kmetije v manj razvitih delih sveta, kjer bi si s takšnim načinom uporabe bistveno znižali stroške zatiranja škodljivcev. V dosedanjih raziskavah uporabe lesnega pepela pri zatiranju skladiščnih škodljivcev ne ugotavljajo negativnih vplivov na skladiščeno žito (Jean et al., 2015), prav tako na smrtnost hroščev ni vplivala koncentracija lesnega pepela (Bohinc et al., 2018). Na drugi strani je vse več raziskav, ki dokazujejo, da je smiselno zniževanje količine uporabljene diatomejske zemlje (Korunić, 2016; Korunić et al., 2020) zaradi dokazanih negativnih vplivov, kot so zniževanje kvalitete zrnja, ... Zato smo v naši študiji napram predhodnim podatkom še nižali odmerke izbranih inertnih prašiv, tj. diatomejske zemlje in lesnega pepela smreke. Pri samostojni uporabi diatomejske zemlje smo ugotovili visoko smrtnost, kar ugotavljajo že Athanassiou et al. (2005). Kombinacije diatomejske zemlje in zmletih listov tujerodnih invazivnih rastlin niso pokazale visoke smrtnosti. Da je pomemben tudi čas izpostavljenosti inertnim prašivom smo ugotovili v naši raziskavi, kot tudi že v preteklih raziskavah (Athanassiou et al., 2005; Bohinc et al., 2018, Perišić et al., 2018).

4 SKLEPI

Na podlagi rezultatov naše raziskave, v kateri smo preučevali insekticidno delovanje prahov tujerodnih invazivnih rastlinskih vrst na odrasle osebkke riževega žužka v samostojni uporabi in v kombinacijah z diatomejsko zemljo in lesnim pepelom ugotavljamo, da samostojna uporaba tujerodnih invazivnih rastlin sama po sebi ni dovolj učinkovita. S kombinirano uporabo inertnih in rastlinskih prašiv smo delovanje slednjih izboljšali.

5 ZAHVALA

Raziskava je bila izvedena v okviru projekta L4-3178 »Razvoj in optimizacija nekemičnih načinov zatiranja rastlinskih škodljivcev z namenom njihove implementacije v sisteme trajnostnega kmetijstva«, katerega sofinancerja sta Javna agencija Republike Slovenije za raziskovalno dejavnost in Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano Republike Slovenije.

6 LITERATURA

- Abbott, W.S. 1925. A method for computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*. 18: 265-267.
- Adarkwah, C., Obeng-Ofori, D., Prozell, S., Asante, V., Hörman, V., Ulrich, C., Scholler, M. 2017. Toxicity and protectant potential of *Piper guineense* (Piperaceae) and *Senna siamea* (Fabaceae) mixed with diatomaceous earth for the management of three major stored product beetle pests. *International Journal of Pest Management*. 64:2, 128-139.
- Athanassiou, C.G., Vayias, B.J., Dimizas, C.B., Kavallieratos, N.G., Papagregoriou, A.S., Buchelos, C.T. 2005. Insecticidal efficacy of diatomaceous earth against *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae) and *Tribolium confusum* du Val (Coleoptera: tenebrionidae) on stored wheat: influence of dose rate, temperature and exposure interval. *Journal of Stored Product Research*. 41: 47-55.
- Athanassiou, C.G., Kavallieratos, N.G., Lazzari, F. A. 2014. Insecticidal effect of Keepdry® for the control of *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) and *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrychidae) on wheat under laboratory conditions. *Journal of Stored Product Research*. 59: 133-139.
- Bohinc, T., Horvat, A., Andrić, G., Pražić Golić, M., Kljajić, P., Trdan, S. 2018. Comparison of three different wood ashes and diatomaceous earth in controlling the maize weevil under laboratory conditions. *Journal of Stored Product Research*. 79: 1-8.
- Eroglu, N., Sakka, M.K., Emekci, M., Athanassiou, C.G. 2019. Effect of zeolite formulations on the mortality and progeny production of *Sitophilus oryzae* and *Oryzaephilus surinamensis* at different temperature and relative humidity levels. *Journal of Stored Product Researc*. 81: 40-45.
- Jean, W.G., Nchiwan, N.E., Dieudonne, N., Christopher, S., Adler, C. 2015. Efficacy of diatomaceous earth and wood ash for the control of *Sitophilus zeamais* in stored maize. *Journal of Entomology and Zoology Studies*. 3(5): 390-397.
- Korunić, Z. 2016. Overview of undesirable effects of using diatomaceous earths for direct mixing with grains. *Pesticide (Phytomedicine) Belgrade*. 33:219-229.
- Korunić, Z., Fields, P. 2020. Evaluation of three new insecticide formulations based on inert dusts and botanicals against four stored-grain beetles. *Journal of Stored Product Research*. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2020.101633>.
- Lampiri, E., Agrafioti, P., Levizou, E., Athanassiou, C.G. 2020. insecticidal effect of *Dittrichia viscosa* lyophilized epicuticular material against four major stored-product beetle species on wheat. *Crop Protection*. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2020.105095>
- Ntonifor, N.N., Forbanka, D.N., Mbuh, J.V. 2011. Potency of *Chenopodium ambrosioides* powders and its combinations with wood ash on *Sitophilus zeamais* in stored maize. *Journal of Entomology*. 8(4): 375-383.
- Perišić, C., Vuković, S., Perišić, V., Pešić, S., Vukajlović, F., Andrić, G., Kljajić, P. 2018. Insecticidal activity of three diatomaceous earths on lesser grain borer, *Rhyzopertha dominica* F., and their effects on wheat, barley, rye, oats and triticale grain properties. *Journal of Stored Product Research*. 75: 38-46.

UPORABA STROJA ZA OŽIGANJE PLEVELOV V ČEBULI

Filip VUČAJNK¹, Matej VIDRIH², Rajko BERNIK³

¹⁻³ Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Ljubljana

IZVLEČEK

V letu 2020 smo izvedli poskus na čebuli, v katerem smo uporabili stroj za medvrstno ožiganje plevelov. Zanimal nas je vpliv hitrosti ožiganja na pridelek čebule in na porabo plina. Hitrosti ožiganja so bile 0,5 km/h, 1 km/h in 2 km/h ter kontrola brez ožiganja. Poskusna zasnova so bili slučajni bloki s tremi ponovitvami. Ožiganje smo izvedli v treh terminih, in sicer 7. maja, 2. junija in 29. junija. Poleg tega smo izvedli še poskus na 100 m dolgi stezi, pri katerem smo merili porabo plina pri ožiganju. Na koncu poskusa smo izmerili pridelek in ovrednotili učinek ožiganja. Ugotovili smo, da se je s povečanjem hitrosti ožiganja iz 0,5 km/h na 2 km/h, poraba plina znižala iz 239 kg/ha na 71 kg/ha. Med hitrostmi ožiganja ni bilo razlik v pridelku čebule, medtem ko je bil najnižji pridelek dosežen na kontrolni parceli. V prihodnje bo potrebno še bolj optimizirati število ožiganj in hitrost ožiganja glede na pričakovani pridelek.

461

Ključne besede: poljedelstvo, pleveli, zatiranje, ožiganje, poraba energije.

ABSTRACT

THE USE OF WEED BURNING MACHINE IN ONIONS

In 2020, field trial was performed in onions, where the inter row weed burning machine was applied. We were interested in the influence of burning speed on the onion yield and gas consumption. The burning speeds were 0.5 km/h, 1 km/h, 2 km/h and the control without burning. The trial design were random blocks with three repetitions. Burning was done in three terms, namely on 7th May, 2nd June and 29th June 2020. Beside that the trial was done on 100 m long path in which gas consumption was measured. At the end of the trial yield was measured and the burning effect was evaluated. We found out that by increasing burning speed from 0.5 km/h to 2 km/h, gas consumption decreased from 239 kg/ha to 71 kg/ha. There were no differences in onion yield between burning speeds, while the lowest yield was on the control plot. In the future, it will be necessary to further optimize the number of burns and burning speed according to the expected yield.

Key words: crop production, weed, flame weeding, energy consumption.

¹ doc. dr., Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana

² doc. dr., Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana

³ prof. dr., Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana

1 UVOD

Metoda ožiganja plevela ne požge plevela, ampak je plevel za kratek čas izpostavljen visoki temperaturi. Posledica visoke temperature je razgradnje beljakovin v rastlini in pokanje membranskih celic, kar pa privede do onemogočene fotosinteze ter posledično odmrtnja plevela (Hoffmann, 1989). Visoka temperatura na rastlino vpliva na dva načina: če rastlino segrejemo na 70 °C, se beljakovine denaturirajo in celice posledično propadejo; če pa rastlino segrejemo na 110 °C, pa temperatura povzroči povečanje volumna tekočine v celicah, zaradi česar celice popokajo, rastlina pa se posuši. Oba načina onemogočata fotosintezo, kar pa privede do izsušitve rastline v 2 do 3 dneh. Učinkovitost ožiganja plevela preverimo s stiskom listov plevela in če se na listu pozna obris prsta, ko stisnemo plevel, lahko trdimo, da so celice popokale (Bernik in sod., 2009). Največja prednost ožiganja plevela je, da ne poškodujemo tal in talnih organizmov v tleh (Korres in sod., 2018). Če ožiganje ponavljamo v določenih časovnih terminih, lahko vplivamo tudi na večletne plevele in jih uničimo, saj jih posevek lahko preraste ter tako zatre že oslabljeni plevel (Briese, 1996).

Pri ožiganju plevela je na splošno najbolj uporabljen neposredni način prenosa toplote, kjer odprt plamen neposredno dovaja toploto na plevel s pomočjo konvekcije. Pri posrednem načinu prenosa toplote se le ta prenaša s sevanjem (Hoffmann, 1989).

Poskus smo zastavili z namenom ugotoviti pridelek čebule pri različnih hitrostih ožiganja (0,5 km/h, 1 km/h, 2 km/h), porabo plina in zapleveljenost. Uporabili smo stroj za medvrstno ožiganje, slovenskega proizvajalca Mobilis d.o.o.

2 MATERIALI IN METODE

Poskuse smo izvedli na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani v letu 2020. V poskus so bila vključena štiri obravnavanja: 1) hitrost ožiganja 0,5 km/h; 2) hitrost ožiganja 1,0 km/h; 3) hitrost ožiganja 2,0 km/h in 4) kontrola brez ožiganja.

Poskusna zasnova so bili naključni bloki s 4 ponovitvami. Dolžina poskusne parcele je bila 45 m in širina 8 m. Posamezna parcela je bila dolga 5 m in široka 1,5 m. Na koncu vsake parcele so bili prehodi dolžine 5 m zaradi lažjega obračanja traktorja. V začetku maja 2020 smo ročno posadili čebulo sorte Sturon v dve vrsti z medvrstno razdaljo 75 cm. Razdalja v vrsti med čebulčki je znašala 10 cm. Pred saditvijo smo poskusno parcelo ožigali s strojem za ožiganje, ki je namenjen ožiganju po celotni delovni širini. Kasneje smo ožigali z drugim strojem za medvrstno ožiganje, in sicer v treh časovnih terminih: 07. 05. 2020, 02. 06. 2020 in 29. 06. 2020.

Pri poskusu smo uporabljali stroj za ožiganje Ecobrena, podjetja Mobilis. Eden od strojev je nošen delovni stroj, ki ima širino ožiganja 1,5 metra in je namenjen ožiganju po celotni delovni širini stroja. Uporabili smo ga pred saditvijo čebule. Drugi stroj pa je namenjen za medvrstno ožiganje z delovno širino posamezne ožigalne enote 0,75 metra. Sestavni deli stroja so osnovno ogrodje, tritočkovni priklop, jeklenke napolnjene s propanom, zaščitna pločevina, gorilne šobe, upravljalnik za vklop plamena z napajalnim kablom (12 V) ter ventil za regulacijo pretoka plamena. Pred pričetkom ožiganja odpremo ventile na jeklenkah in glavni ventil. Pri gorilnih šobah uravnavamo pretok plina, da plamen med delom ne bo ugasnil. S pomočjo drugega gorilnika vžgemo plin, ko želimo začeti z

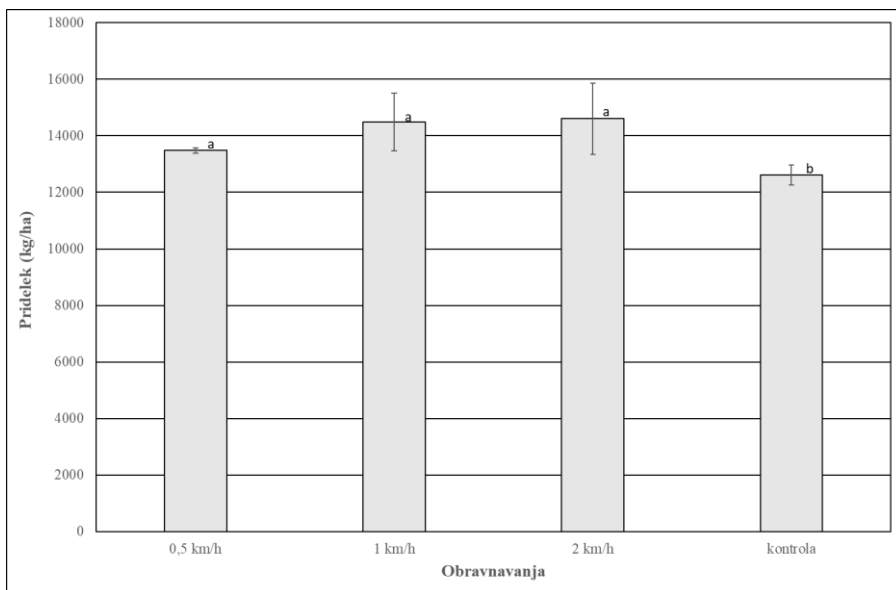
ožiganjem, nastavimo stroj na delovno višino ter na stikalu preklopimo plamen. Porabo plina smo merili na 100 m dolgi stezi. Pri tem smo merili tudi čas in izračunali dejansko hitrost vožnje. Pred začetkom in po koncu ožiganja smo stehali jeklenke s propanom in na podlagi razlike v masi izračunali porabo plina. Na podlagi mase porabljenega plina in poskusne površine smo izračunali porabo plina na hektar.

Na dan 07.05. 2020 smo po ožiganju popisali plevelne vrste in viden učinek ožiganja nanje. Čebulo smo ročno pobrali v sredini julija 2020. Podatke o pridelku smo statistično ovrednotili z Duncanovim testom mnogoterih primerjav ($\alpha=0,05$). Na grafikonu smo z ročaji predstavili standardno napako meritve. Pri meritvi porabe plina nismo imeli ponovitev in smo podatke predstavili s preglednico. Popis plevelov je podan v pisni obliki samo za datum 07.05.2020, za ostale datume pa ne, ker bi bilo preobsežno.

3 REZULTATI Z RAZPRAVO

Pridelek čebule se med različnimi hitrostmi ožiganja ni statistično razlikoval (slika 1). Pričakovali smo, da bo pri najnižji hitrosti ožiganja 0,5 km/h najvišji pridelek, saj je bil tudi plevel pri tej hitrosti najbolj ožgan. Najnižji pridelek čebule je bil na kontrolni parceli, kjer ni bilo ožiganja. To je bilo v skladu z našo hipotezo. Pridelek čebule je sicer variiral od 12600 do 14600 kg/ha oz. 1,26 do 1,46 kg/m². Lahko rečemo, da je bil pridelek nižji od podatkov, ki so v literaturi, kjer se pridelek giblje od 1 do 4 kg/m² (Osvald in Kogoj-Osvald, 1994). To je bilo pričakovano, saj je bila pridelava čebule bolj ekstenzivna.

463



Slika 1: Priderek čebule na parcelah z različnimi hitrostmi ožiganja in na kontrolni parceli.

Zelo pomembna je tudi poraba plina pri ožiganju (preglednica 1). Rezultati kažejo, da s povečanjem hitrosti ožiganja poraba plina pada. Pri hitrosti ožiganja 2,0 km/h se je porabilo 71 kg/ha plina. Pri hitrosti 1 km/h smo porabili skoraj 2x več plina na hektar. Pri najnižji hitrosti ožiganja 0,5 km/h pa več kot 3x več kot pri hitrosti 2 km/h, kar pomeni tudi 3x višji strošek za plin. Če primerjamo rezultate porabe plina in pridelka med sabo, lahko rečemo, da je najbolj smotrna hitrost ožiganja 2,0 km/h, pri kateri je poraba plina najnižja. Dejanska hitrost ožiganja se je nekoliko razlikovala od nastavljenih hitrosti na traktometru, vendar so bila odstopanja manj kot 0,1 km/h.

Preglednica 1: Poraba plina pri različnih hitrostih ožiganja in dejanska hitrost ožiganja.

| Hitrost ožiganja (km/h) | Poraba plina (kg/ha) | Dejanska hitrost (km/h) |
|-------------------------|----------------------|-------------------------|
| 0,5 | 239 | 0,57 |
| 1,0 | 133 | 0,98 |
| 2,0 | 71 | 1,96 |

Plevele smo popisali 07. 05. 2020 po ožiganju. Rezultati so sledeči:

1 BLOK:

- **A:** 2 km/h – ni vidnega učinka ožiganja
 - Gozdna potočarka (*Rorippa sylvestris*)
 - Navadni plešec (*Capsella bursa-pastoris*)
 - Njivska preslica (*Equisetum arvense*)
 - Njivska škrbinka (*Sonchus arvensis*)
 - Navadna kostreba (*Echinochloa crus-galli*)
- **B:** kontrola – ni bilo ožiganja
 - Navadni plešec (*Capsella bursa-pastoris*)
 - Njivska redkev (*Raphanus raphanistrum*)
 - Njivska škrbinka (*Sonchus arvensis*)
- **C:** 1 km/h – vidni učinki ožiganja
 - Prava kamilica (*Matricaria chamomilla*)
 - Navadni plešec (*Capsella bursa-pastoris*),
 - Njivska redkev (*Raphanus raphanistrum*),
 - Navadna kostreba (*Echinochloa crus-galli*)
- **D:** 0,5 km/h – ožgan ves plevel
 - Navadna kostreba (*Echinochloa crus-galli*)
 - Prava kamilica (*Matricaria chamomilla*)
 - Navadni plešec (*Capsella bursa-pastoris*),
 - Navadni regrat (*Taraxacum officinale*)

2 BLOK:

- **A:** 0,5 km/h – ožgan ves plevel
 - Njivska preslica (*Equisetum arvense*),
 - Navadni regrat (*Taraxacum officinale*),
 - Navadni plešec (*Capsella bursa-pastoris*),
 - Gozdna potočarka (*Rorippa sylvestris*),

- Njivska redkev (*Raphanus raphanistrum*),
- Njivski slak (*Convolvulus arvensis*)
- Zeleni muhvič (*Setaria viridis*)
- **B:** 2 km/h – malo vidnega učinka
- Prava kamilica (*Matricaria chamomilla*),
- Gozdna potočarka (*Rorippa sylvestris*),
- Njivska škrbinka (*Sonchuh arvensis*)
- **C:** kontrola – ni bilo ožiganja
- Prava kamilica (*Matricaria chamomilla*)
- Mrtva kopriva (*Lamium maculatum*),
- Njivska škrbinka (*Sonchuh arvensis*),
- Gozdna potočarka (*Rorippa sylvestris*),
- Navadna loboda (*Atriplex patula*)
- **D:** 1 km/h – ožgano vse z izjemo malih plevelov
- Prava kamilica (*Matricaria chamomilla*)
- Njivska škrbinka (*Sonchuh arvensis*),
- Perzijski jetičnik (*Veronica persica*),
- Gozdna potočarka (*Rorippa sylvestris*)

3 BLOK:

465

- **A:** 1 km/h – učinki ožiganja so vidni
- Širokolistni trpotec (*Plantago major*),
- Mrtva kopriva (*Lamium maculatum*),
- Njivska škrbinka (*Sonchuh arvensis*)
- **B** 0,5 km/h – ožgan ves plevel
- Navadna kostreba (*Echinochloa crus-galli*),
- Zeleni muhvič (*Setaria viridis*),
- Širokolistni pleveli
- **C:** 2 km/h – ni vidnega učinka ožiganja
- Njivska redkev (*Raphanus raphanistrum*),
- Njivska škrbinka (*Sonchuh arvensis*),
- Ptičja dresen (*Polygonum aviculare*),
- Mrtva kopriva (*Lamium maculatum*),
- Zeleni muhvič (*Setaria viridis*),
- Prava kamilica (*Matricaria chamomilla*)
- **D:** kontrola – ni bilo ožiganja
- Njivska škrbinka (*Sonchuh arvensis*),
- Navadna loboda (*Atriplex patula*),
- Mrtva kopriva (*Lamium maculatum*),
- Navadna kostreba (*Echinochloa crus-galli*)

Rezultati popisa plevelov po ožiganju po blokkih kažejo, da je bil pri hitrosti ožiganja 0,5 km/h ožgan ves plevel. S povečanjem hitrosti ožiganja na 1 km/h so bili učinki ožiganja na plevelih še vidni, medtem ko pri hitrosti 2,0 km/h ni bilo vidnih učinkov

ožiganja. Če to povežemo z rezultati pridelka vidimo, da tudi pri hitrosti 2 km/h, kjer ni bilo vidnih učinkov ožiganja, ni bilo manjšega pridelka čebule, kot pri hitrostih 0,5 in 1 km/h, kjer so bili vidni učinki ožiganja. Med plevelnimi vrstami so se pojavljali travni pleveli, predvsem zeleni muhvič (*Setaria viridis*) in navadna kostreba (*Echinochloa crus-galli*). Med ostalimi pleveli se je pogosto pojavil navadni plešec (*Capsella bursa-pastoris*), mrtva kopriva (*Lamium maculatum*), njivska škrbinka (*Sonchus arvensis*), gozdna potočarka (*Rorippa sylvestris*), prava kamilica (*Matricaria chamomilla*) in v manjšem obsegu še ostali.

4 SKLEPI

Na podlagi rezultatov poskusa ugotavljamo, da med različnimi hitrostmi ožiganja s strojem za medvrstno ožiganje ni bilo razlik v pridelku čebule, medtem ko je bil najnižji pridelek dosežen na parceli brez ožiganja (kontrola). Poraba plina se je zmanjševala s povečanjem hitrosti ožiganja od 0,5 do 2,0 km/h. Pri hitrosti ožiganja 0,5 km/h so bili pleveli vidno ožgani po ožiganju, medtem ko pri hitrosti ožiganja 2,0 km/h ni bilo vidnih učinkov ožiganja na plevelih. Gledano v celoti je bila hitrost ožiganja 2,0 km/h najbolj smotrna glede višine pridelava, porabe plina in površinske storilnosti.

5 LITERATURA

- Bernik R., Vučajnk F., Zver A. 2009. Zatiranje plevela z ožiganjem. V: Zbornik predavanj in referatov 9. Slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin z mednarodno udeležbo, Nova Gorica, 4. – 5. marec 2009. Maček J. (ur.). Ljubljana, Društvo za varstvo rastlin Slovenije: 309-315
- Briese D. T. 1996. Biological control of weeds and fire management in protected natural areas: Are they compatible strategies? *Biological Conservation*, 77, 2-3: 135-141
- Hoffmann M. 1989. Abflamntechnik. (KTBL-Schrift 331). Münster – Hiltrup, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft: 104 str.
- Korres N. E., Burgos N. R., Duke S. O. 2018. Weed control: sustainability, hazards and risks in cropping systems worldwide. Boca Raton, CRC Press: 633 str.
- Osvald J., Kogoj-Osvald M. 1994. Pridelovanje zelenjave na vrtu, Kmečki glas: 241 str.

PRIMERJAVA UČINKOVITOSTI IZVAJANJA SLEPE SETVE Z UPORABO GLIFOSATA IN MEHANSKIH POSTOPKOV ZATIRANJA PLEVELOV

Anže ROVANŠEK¹, Robert LESKOVŠEK²

Kmetijski inštitut Slovenije, Oddelek za kmetijsko ekologijo in naravne vire,
Ljubljana

IZVLEČEK

Optimalno izvedena predsetvena priprava tal omogoča ustrezne pogoje za setev in hkrati učinkovito zmanjša konkurenčno sposobnost plevla v začetnih razvojnih fazah gojene rastline. Glede na rezultate anket o porabi herbicidov v Sloveniji, ki smo jo izvedli na Kmetijskem inštitutu Slovenije v letu 2020, približno tretjina uporabnikov glifosata v poljedelstvu in vrtnarstvu le-tega uporablja tudi za uravnavanje plevla pred setvijo. Z namenom primerjave učinkovitosti uporabe glifosata in klasičnega mehanskega zatiranja plevelov s česalom v sistemu slepe setve, je bil na zemljiščih Infrastrukturnega centra Jabolje konec maja 2020 zasnovan bločni poljski poskus v treh ponovitvah. Pri tem sta bila uporabljena dva odmerka glifosata (1,08 kg a.s./ha in 0,54 kg a.s./ha), ki smo ju primerjali z mehanskim postopkom - dvakratno uporabo česala. Pri kontrolnem postopku plevelna vegetacija po osnovni predsetveni pripravi tal z vrtavkasto brano ni bila zatirana. Pri prvem vizualnem ocenjevanju, tri tedne po izvedbi ukrepov zatiranja plevelov, je bila najnižja pokrovnost (0,9 %) ugotovljena pri višjem odmerku glifosata, pri čemer so večino v plevelni populaciji (75 rastlin/m²) predstavljali novo vznikli plevli. Pri mehanskem postopku smo sicer ugotovili manjšo gostoto plevelne populacije (35 rastlin/m²), vendar je bil zaradi bistveno višjih razvojnih faz plevla, le-ta precej manj učinkovit (pokrovnost 8 %). Tudi 7 tednov po uporabi različnih postopkov zatiranja plevla pred setvijo so bili rezultati podobni. Pokrovnost in suha biomasa plevla sta bili pri mehanskem postopku slepe setve statistično značilno večji v primerjavi z uporabo obeh odmerkov glifosata (*P<0,001). Pri višjem odmerku glifosata sta bila pokrovnost in suha biomasa plevla 30 % in 55 g/m², medtem ko se je dvakratna uporaba česala odrazila v bistveno višji pokritosti tal s plevli (62 %) in štirikrat višji suhi biomasi plevla (241 g/m²). Tla na kontrolni parceli so bila popolnoma prekrita s plevelno biomaso (99 %), izmerjeno pa je bilo 716 g/m² suhe plevelne biomase. Naši rezultati nakazujejo, da so pri izvedbi slepe setve že nizki odmerki glifosata bistveno bolj učinkoviti v primerjavi z mehanskim postopkom česanja in lahko na ta način uspešno zatremo večino plevelov, ki povzročajo izgube v začetnih fazah razvoja posevka.

Ključne besede: glifosat, pred setvijo, mehansko zatiranje plevelov, slepa setev

¹ mag. inž. agr., Hacquetova ulica 17, SI-1000 Ljubljana, e-mail: anze.rovanse@kis.si

² dr., prav tam

ABSTRACT

EFFICACY OF FALSE SEEDBED PREPARATION WITH GLYPHOSATE IN COMPARISON TO MECHANICAL WEED CONTROL

Optimal seedbed preparation provides appropriate seedbed conditions and effective reduction of weed competition in the early development stages of the crop. According to the results of the survey, approximately one third of the arable and vegetable farmers use glyphosate before the crop sowing. In order to compare the efficacy of pre-sowing glyphosate use and the conventional mechanical weed control with a spring tine harrow within the false seedbed technique, a field experiment was conducted at the experimental field of Jablje Infrastructure Center, at the end of May 2020. Two doses of glyphosate (1.08 kg a.i./ha; and 0.54 kg a.i./ha) were used and were compared with a mechanical treatment – two operations with a spring tine harrow. In the weedy treatment, vegetation was left uncontrolled after the primary spring pre-sowing seedbed preparation with a rotary harrow. In the first visual assessment, three weeks after the mechanical and chemical false seedbed treatments were applied, the lowest weed cover (0.9 %) was found when a higher dose of glyphosate was used. The majority of the weed population was comprised out of newly emerged weeds (75 plants/m²). In the mechanical false seedbed treatment much lower weed density (35 plants/m²) was observed. However, due to substantially higher developmental stages of weeds, the mechanical treatment was much less effective (weed cover 8 %). The similar trend was also observed in the second 7 weeks after different seedbed preparation. Weed cover and dry weed biomass were significantly higher in the mechanical seedbed treatment compared to both higher and lower dose of glyphosate ($P < 0.001$). At higher glyphosate dose, weed cover and dry biomass were 30 % and 55 g/m², while two weed harrowing resulted in a significantly higher weed cover (62 %) and four times higher dry weed biomass (241 g/m²). The ground in the weedy treatment was completely overgrown with weeds (99 %) and 716 g/m² of dry weed biomass was determined. Our results suggest that low glyphosate doses can be an effective tool in false seedbed technique with sufficient weed control level in the initial stages of crop development.

Keywords: glyphosate, pre-sowing, mechanical weed control, false seedbed

1 UVOD

Zapleveljenost povzroča velike izgube pridelkov v kmetijski proizvodnji, še posebno v začetnih fazah vzpostavitve in razvoja posevka (Stephens, 1982; Knezević in sod., 2002). Pri tem povzročajo največ težav enoletni pleveli, ki kalijo iz talne semenske banke in predstavljajo primarni vir zapleveljenosti posevkov (Cavers in Benoit 1989). Za dolgoročno zmanjšanje pritiska plevelne populacije je zato bolj pomembno izčrpavanje zalog plevelnih semen v tleh, kakor pa zgolj kratkoročen cilj učinkovitega uravnavanja plevela in omejevanje vpliva na pridelek v dani pridelovalni sezoni (Jones and Medd, 2000). Na Kmetijskem inštitutu Slovenije smo v letu 2020 izvedli anketo o porabi glifosata v slovenskem kmetijstvu, v okviru katere smo ugotovili, da približno tretjino primerov uporabe glifosata na njivah, predstavlja njegova uporaba pred setvijo. Optimalno izvedena predsetvena priprava tal omogoča ustrezne pogoje za setev in

hkrati učinkovito zmanjša konkurenčno sposobnost plevela v začetnih razvojnih fazah gojene rastline. Metoda slepe setve je dober način zmanjševanja oz. izčrpanja talne semenske banke in zmanjševanja začetnega pritiska plevelov v posevku (Cloutier in LeBlanc, 2002; Rasmussen, 2003). Za uspešno izvedbo slepe setve je pomembno, da se predsetvena obdelava in priprava tal opravi več dni ali celo tednov pred setvijo (Johnson and Mullinix, 1995). Glede na izkušnje iz preteklih let je v osrednji Sloveniji za uspešno izvedbo slepe setve predsetveno pripravo potrebno izvesti 14 dni pred setvijo. Z obdelavo se spodbudi vznik plevelov (Caldwell in Mohler, 2001), ki se jih pred setvijo zatre s plitvo obdelavo (Merfield, 2013), herbicidi (Heatherly in sod., 1993; Oliver in sod., 1993) ali drugimi metodami s čim manj mešanja in premešanja tal. Namen raziskave je bil primerjati učinkovitost mehanskega in kemičnega postopka izvedbe slepe setve z uporabo glifosata.

2 MATERIALI IN METODE

V obdobju med majem in julijem 2020 smo z namenom primerjave učinkovitosti uporabe glifosata in klasičnega mehanskega zatiranja plevelov s česalom v sistemu slepe setve, na Infrastrukturnem centru kmetijskega inštituta Slovenije zasnovali poljski poskus. Postopki so vključevali različne kemične načine uravnavanja plevelne vegetacije v sistemu slepe setve z uporabo dveh odmerkov herbicida z aktivno snovjo glifosat (360 g/L; Boom efekt, Albaugh TKI d.o.o), ki smo ju primerjali z uporabo mehanskih orodij. V začetku rastne sezone smo tla globoko podrahljali in obdelali z vrtavkasto brano. Dva tedna po osnovni predsetveni pripravi, smo izvedli ukrepe za zatiranje plevela. V preizkušanje smo vključili 4 obravnavanja (Preglednica 1). Kot kontrola (K) nam je služilo obravnavanje v katerem plevelov nismo zatirali. V dve obravnavaji smo vključili polovični odmerek herbicida (ODM 50; 1,08 kg a.s./ha⁻¹) in priporočen odmerek herbicida (ODM 100; 0,54 kg a.s./ha⁻¹). V četrto obravnavanje (M) smo vključili predsetveno pripravo z metodo slepe setve. Pet dni po obdelavi z vrtavkasto brano smo to obravnavanje dodatno obdelali s predsetvenikom. Vznikle plevela smo nato 14 dni kasneje zatrli z enkratno uporabo česala. V istem terminu smo izvedli tudi škropljenje s herbicidom (26. 5. 2020).

Preglednica 1: Seznam in opis uporabljenih postopkov slepe setve pri uravnavanju plevela pred setvijo.

| | Kontrola | Polovični odmerek herbicida | Polni odmerek herbicida | Mehansko |
|----------------------|----------|-----------------------------|-------------------------|------------|
| Oznaka | K | ODM 50 | ODM 100 | MEH |
| Herbicid | NE | DA | DA | BREZ |
| Odmerek (kg a.s./ha) | / | 0,54 | 1,08 | / |
| Mehansko zatiranje | / | / | / | 2X česanje |

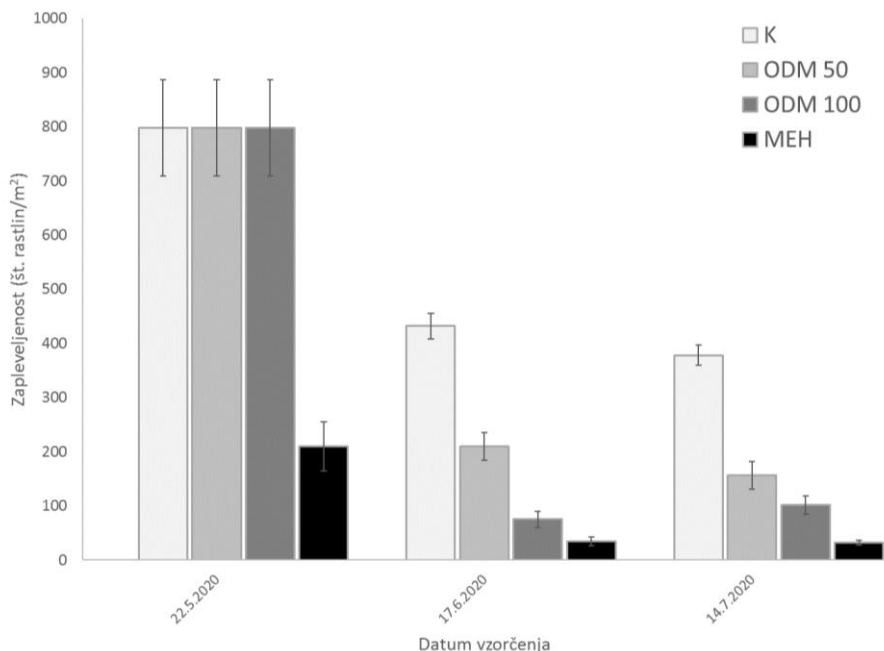
Začetno stanje zapleveljenosti smo ovrednotili pred uporabo glifosata, pri čemer je bil v postopku MEH pred tem že izveden mehanski ukrep-uporaba predsetvenika (slika1). Kasnejša vizualna ocenjevanja učinkovitosti posameznih postopkov smo izvedli 3 in 7 tednov po uporabi mehanskih orodij in glifosata. Ocenjevali smo številčnost in pokrovnost plevelnih rastlin na površini 0,25 m². Pri zaključnem vrednotenju dne 14.7. 2020 pa smo iz enako velikih naključnih vzorčnih mest odvzeli tudi plevelno biomaso. Vzorce plevelne biomase smo 48h sušili na 60°C in stehali suho plevelno biomaso. Vse pridobljene podatke v poskusu smo preračunali na enoto 1 m².

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

Naši rezultati sovpadajo z objavami, ki poročajo o bistveno višji učinkovitosti slepe setve z uporabo nizkih odmerkov glifosata v primerjavi z mehanskim postopkom česanja (Caldwell in Mohler 2001; Riemens in sod. 2007).

Prvo vzorčenje 4 tedne po izvedenih postopkih je pokazalo najmanjšo številčnost plevela (35 rastlin/m²) pri mehanskem postopku (MEH), vendar je bil zaradi bistveno višjih razvojnih faz plevela, ta postopek precej manj učinkovit in je pokrovnost plevelov znašala 8 %. Najnižja pokrovnost (0,9 %) v tem terminu vzorčenja je bila ugotovljena pri višjem odmerku glifosata, pri čemer so večino v plevelni populaciji (75 rastlin/m²) predstavljali novo vznikli pleveli (slika 1).

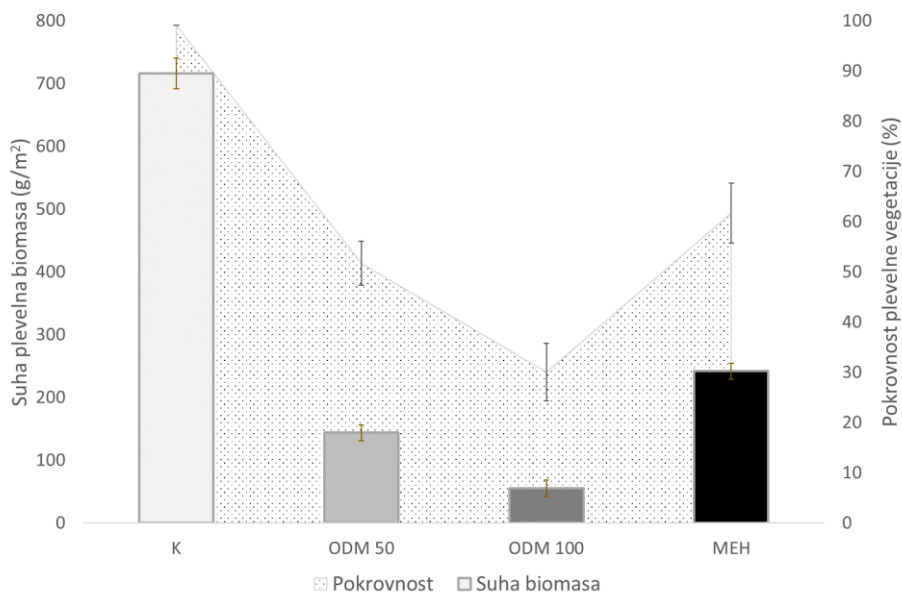
470



Slika 1: Stanje zapleveljenosti pri uporabi mehanskih in kemičnih postopkih slepe setve v različnih terminih vzorčenja.

Tudi 7 tednov po uporabi postopkov uravnavanja plevelov so bili rezultati številčnosti plevelne vegetacije podobni. Pokrovnost in suha biomasa plevela sta bili pri mehanskem postopku slepe setve statistično značilno večji v primerjavi z uporabo obeh odmerkov glifosata (* $P < 0,001$). Pokrovnost in suha plevelna biomasa sta pri višjem odmerku glifosata znašala 30 % in 55 g/m², medtem ko se je dvakratna uporaba česala odrazila v bistveno višji pokritosti tal s pleveli (62 %) in štirikrat višji suhi biomasi plevela (241 g/m²). Za primerjavo so bila tla na kontrolni parceli popolnoma prekrita s pleveli (99 %), izmerjeno pa je bilo 716 g/m² suhe plevelne biomase (Slika 2). Rezultati zadnjega vzorčenja nakazujejo, da je bila konkurenčna sposobnost plevela pri uporabi višjega odmerka glifosata omejena skoraj za obdobje 2 mesecev. Te vrednosti bi bile še višje v kolikor bi bil v poskus vključen tudi potencialni zatiralni učinek posevka, saj zaradi vzorčenja zemljišča nismo posejali. Naši rezultati so pokazali, da lahko uporaba glifosata v primerih velike zapleveljenosti pred setvijo predstavlja alternativo klasični uporabi herbicidov pred vznikom, ki jo je možno kombinirati s kasnejšo uporabo herbicidov po vzniku ali z uporabo mehanskih ukrepov zatiranja plevela.

471



Slika 2: Suha plevelna biomasa in pokrovnost plevelne vegetacije 7 tednov po uporabi različnih postopkov slepe setve 14.7. 2022.

4 SKLEPI

Naši rezultati so pokazali, da smo z uporabo mehanskih postopkov slepe setve sicer močno zmanjšali številčnost plevelov, vendar njihove konkurenčne sposobnosti v

začetni fazi razvoja posevka nismo v celoti omejili. Ugotovili smo, da je že uporaba nizkega odmerka glifosata bistveno bolj učinkovita od mehanskih postopkov slepe setve in lahko na ta način uspešno zatremo večino plevelov, ki povzročajo izgube v začetnih fazah razvoja posevka.

5 ZAHVALA

Zahvala Centru za prenos tehnologij IC Jابلje za kvalitetno izvedbo tehnoloških ukrepov in sodelavki Sergeji Adamič za pomoč pri ocenjevanju poskusa.

6 LITERATURA

- Caldwell B., Mohler C.L. 2001. Stale seedbed practices for vegetable production. *Hortscience*, 36: 703–705
- Cavers P.B., Benoit D.L. 1989. Seed banks in arable land. V: *Ecology of soil seed banks*. San Diego, CA: Academic Press. Leck M.A., Parker V.T., Simpson R.L. (ur.): 309-328
- Cloutier D.C., LeBlanc M.L. (2002) Effect of the combination of the stale seedbed technique with cultivations on weed control in maize. V: *Proceedings 2002 Fifth EWRS Workshop on Weed Control* (ur. Cloutier D.C.), Pisa, Italija, 17. Institut de malherbiologie, Quebec, Kanada.
- Heatherly L.G., Wesley R.A., Elmore CD, Spurlock S.R. 1993. Net returns from stale seedbed plantings of soybean (*Glycine max*) on clay soil. *Weed Technology*, 7: 972–980
- Jones R. E., Medd R. W. 2000. Economic thresholds and the case for longer term approaches to population management of weeds. *Weed Technology*, 14: 337–350
- Johnson W. C., Mullinix B. G. 1995 *Weed Management in Peanut Using Stale Seedbed Techniques*. *Weed Science*, 43(2): 293–297
- Knezevic S.Z., Evans S.P., Blankenship E.E., Van Acker R.C., Lindquist J.L. Critical period for weed control: the concept and data analysis. *Weed Sci.* 2002; 50(6): 773-786
- Merfield, C. N. 2013. *False and Stale Seedbeds: The Most Effective Non-chemical Weed Management Tools for Cropping and Pasture Establishment*. The BHU Future Farming Centre: Lincoln, New Zealand, 2013: 23
- Oliver LR, Klingaman T. E., McClelland M & Bozsa RC. 1993. Herbicide systems in stale seedbed soybean (*Glycine max*) production. *Weed Technology* 7: 816–823
- Rasmussen J. 2003. Punch planting, flame weeding and stale seedbed for weed control in row crops. *Weed Research* 43: 393–403
- Riemens M., Van Der Weide R., Bleeker P., Lotz L. 2007. Effect of stale seedbed preparations and subsequent weed control in lettuce (cv. Iceboll) on weed densities. *Weed Research*, 47(2): 149–156
- Stephens, R.J. 1982. *Effects of Weed Infestation on Crop Yield and Quality*. V: *Theory and Practice of Weed Control*. Palgrave, London. 1-14

PREPOZNAVANOST PAMETNIH TEHNOLOGIJ V INTEGRIRANEM VARSTVU VRTNIN V SLOVENIJI

Tanja BOHINC¹, Sabien POLLET², Jonathan DE MEY³, Elias BÖCKMANN⁴, Juan Pablo RODRIGUEZ CALLE⁵, Michail KAMINIARIS⁶, Zisis TSIROPOULOS⁷, Mohamed BAKLAWA⁸, Stanislav TRDAN⁹

^{1,9}Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Ljubljana

^{2,3}Inagro vzw, Rumbke-Beitem, Belgium

^{4,5}Julius Kühn-Institut, Braunschweig, Germany

^{6,7}AGENSO – Agricultural and Environmental Solutions, Athens, Greece

⁸Federal Office of Consumer Protection and Food Safety (BVL), Braunschweig, Germany

IZVLEČEK

Raziskovalci s fitomedicinskega dela Katedre za fitomedicino, kmetijsko tehniko, poljedelstvo, pašništvo in travništvo Oddelka za agronomijo Biotehniške fakultete v Ljubljani že tretje leto sodelujemo v mednarodnem projektu SmartProtect, ki ga financira program Evropske unije Horizon 2020 (GA 862563). Cilj projekta je ustvariti tematsko mrežo, ki se bo osredotočala na medregionalno izmenjavo znanja o pametnih rešitvah integriranega varstva rastlin (SMART IPM) za kmete in svetovalce. Cilj projekta je tudi spodbuditi pretok znanja v regionalnih AKIS-ih (sistemih inovacij in prenosa znanja v kmetijstvu) po vsej EU in jih povezati o inovativnem potencialu naprednih metodologij za integrirano zatiranje škodljivcev (IPM) v pridelavi zelenjave, z integracijo tehnologij natančnega kmetovanja in analitike podatkov. Projektni konzorcij sestavlja 15 partnerjev iz 12 držav v Evropi, ki podpirajo pristop z več akterji, ki spodbuja izmenjavo znanja. V sklopu projekta smo v vseh 12 državah izvedli ankete, kjer smo strokovnjake (svetovalce za varstvo rastlin, svetovalce za zelenjadarstvo, raziskovalce, ...) in tržne pridelovalce zelenjave povprašali o njihovem dosedanjem znanju o uporabi pametnih tehnologij v varstvu rastlin. V Sloveniji smo v anketo vključili 31 strokovnjakov in 12 pridelovalcev tržne zelenjave, ki so odgovorili na vprašanja o tehnikah nanosa fitofarmaceutskih sredstev, monitoringu škodljivih organizmov, metodah detekcije in diagnostike in podpornih sistemih, ki olajšajo uporabo vseh tehnik. V prispevku predstavljamo rezultate anket.

¹ dr., znan. sod., Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana, e-mail: tanja.bohinc@bf.uni-lj.si

² Ieperseweg 87, 8800 Rumbke-Beitem, Belgium

³ prav tam

⁴ Messeweg 11/12, 38104 Braunschweig, Germany

⁵ prav tam

⁶ Markou Mpotsari 47, 117 42 Athens, Greece

⁷ prav tam

⁸ Braunschweig, Germany

⁹ prof. dr., Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana

Ključne besede: integrirano varstvo rastlin, IVR metode, SmartProtect

ABSTRACT

AWARENESS OF SMART TECHNOLOGIES IN VEGETABLE IPM MANAGEMENT IN SLOVENIA

Researchers from the plant protection team of Chair for Phytomedicine, Agricultural Engineering, Crop Production, Pasture and Grassland management from Department of Agronomy of the Biotechnical Faculty in Ljubljana take part in the international project SmartProtect, funded by the European Union Horizon 2020 (GA 862563). The aim of the project is to create a thematic network that will focus on the interregional exchange of knowledge on smart integrated plant protection solutions (SMART IPM) for farmers and advisors. The project also aims to stimulate the flow of knowledge in regional AKISs (Agricultural Knowledge and Innovation Systems in Transition) across the EU and link them to the innovative potential of advanced integrated pest management (IPM) methodologies in vegetable production, integrating precision farming and innovative technologies. The project consortium consists of 15 partners from 12 countries in Europe, supporting a multi-actor approach that promotes knowledge sharing. As part of the project, surveys have been conducted in all 12 countries, where experts (plant protection consultants, vegetable consultants, extension agents and researchers, etc.) and market vegetable growers were asked about their current knowledge of the use of smart technologies in plant protection. In Slovenia, the survey included 31 experts and 12 market vegetable growers who answered questions about plant protection product application techniques, pest and crop monitoring, detection and diagnostic methods as well as decision support systems that facilitate the use of all techniques and their incorporation in modern production systems. In the paper we present the results of surveys.

Key words: integrated plant protection, IPM, SmartProtect

1 UVOD

Tako kot na drugih področjih našega življenja, tudi v kmetijstvu pametne tehnologije pridobivajo na pomenu (Javaid et al., 2022). Na kmetijstvo so tako vplivale različne tehnološke revolucije, ki so delo na kmetiji kmetu olajšale. Z uporabo modernih tehnologij je celotno delo bolj natančno in učinkovito (Javaid et al., 2022). V nekaterih delih sveta je med glavnimi načini zatiranja škodljivih organizmov še vedno zastopana uporaba sintetičnih fitofarmaceutskih sredstev. Na drugi strani pa so države Evropske unije vse bolj usmerjene v uporabo integriranega varstva rastlin.

Integrirano zatiranje škodljivcev (IPM) je celovit pristop k upravljanju zdravja rastlin, ki temelji na preprečevanju, spremljanju in nadzoru škodljivcev. Shematično načelo piramide IPM temelji na strategiji načrtovanja za obvladovanje enega ali več škodljivih organizmov. Med osnovna načela integriranega varstva rastlin uvrščamo preventivne metode (kolobarjenje, uporaba odpornih sort,...). V naslednji sklop metod uvrščamo prognostične metode. Proti vrhu piramide so metode zatiranja škodljivih organizmov (biotično varstvo, mehansko zatiranje,...). Kot zadnja možnost, pa je čisto na vrh

piramide uvrščena uporaba sintetičnih fitofarmaceutskih sredstev. IPM je strategija, ki spodbuja zmanjšanje uporabe fitofarmaceutskih sredstev z uporabo različnih metod nekemičnega zatiranja škodljivih organizmov za zadrževanje ali obvladovanje škodljivcev pod pragom njihove škode in ekonomskim pragom (SmartProtect 2020). IPM strategija je eno od glavnih orodij zniževanja uporabe sintetičnih fitofarmaceutskih sredstev (Barzman et al., 2015).

SmartProtect je ciljno tematsko omrežje, ki proizvajalcem omogoča dostop do inovativnih rešitev, metodologij in tehnologij za integrirano zatiranje škodljivcev (IPM). IPM je opredeljen kot široko zasnovan pristop, ki vključuje vse obstoječe prakse za učinkovito zatiranje škodljivcev. V obdobju, ko IPM velja za enega glavnih stebrov sodobnega kmetijstva, se pričakuje, da bodo imele inovativne tehnologije ključno vlogo pri razvoju kmetijstva v prihodnosti, za katerega bo značilna trajnost. Glavni cilj projekta SmartProtect je spodbuditi pretok znanja in sistemski pristop v regionalnih sistemih znanja in inovacij v kmetijstvu (AKIS) in povezati vse to v AKIS na ravni EU, da bi povečali inovativni potencial naprednih tehnologij.

V sklopu projekta smo v vseh 12 državah, od koder prihajajo partnerji projekta SmartProtect, izvedli ankete, kjer smo strokovnjake (svetovalce za varstvo rastlin, svetovalce za zelenjadarstvo, raziskovalce, ...) in tržne pridelovalce zelenjave povprašali o njihovem dosedanjem znanju o uporabi pametnih tehnologij v varstvu rastlin.

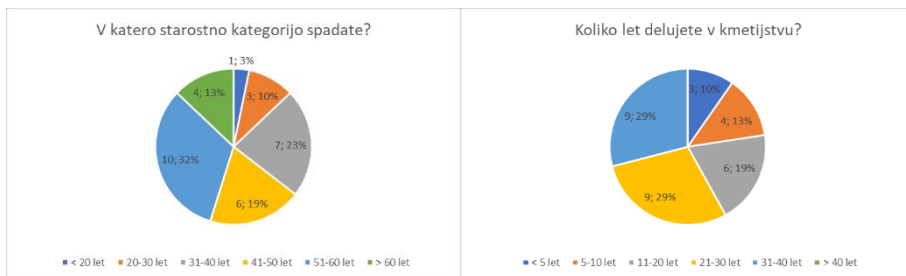
475

2 MATERIALI IN METODE

Partnerji projekta SmartProtect smo marca 2021 pripravili nabor 38 vprašanj, ki smo jih v obliki ankete po e-pošti poslali večjemu številu kmetijskih strokovnjakov (večina je bila specialistov iz področja varstva rastlin) in tržnih pridelovalcev zelenjave v Sloveniji. Odgovore na vprašanja nam je poslalo 31 kmetijskih strokovnjakov in 12 tržnih pridelovalcev. Za predstavitev v tem prispevku smo izbrali odgovore na 20 zanimivejših vprašanj kmetijskih strokovnjakov in 23 vprašanj tržnih pridelovalcev. Zaradi boljše preglednosti so anketna vprašanja navedena tik nad grafi, v katerih so prikazani odgovori na vprašanja.

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

3.1 Kmetijski strokovnjaki (n=31)



Slika 1

Slika 2

Največ kmetijskih strokovnjakov (32 %) je bilo starih od 51 do 60 let (slika 1) in deluje (takšnih je bilo 29 %) na področju kmetijstva od 21 do 30 let (slika 2). Strokovnjaki menijo, da se v Sloveniji največ (55 %) vrtnin pridelava na njivah (slika 3) in da se v največ obsegu (25 %) pridelujejo razhudnikovke (slika 4).



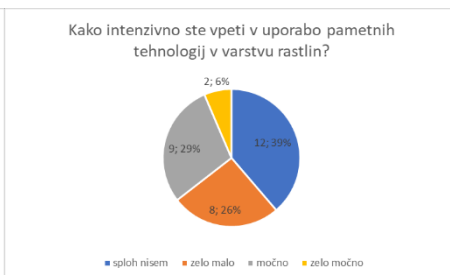
Slika 3



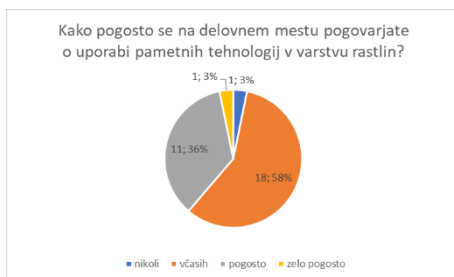
Slika 4



Slika 5



Slika 6



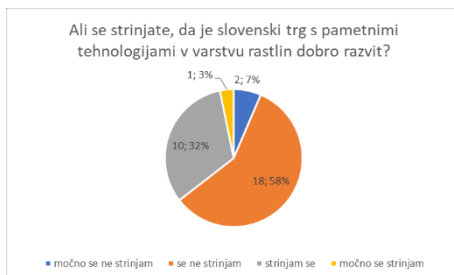
Slika 7



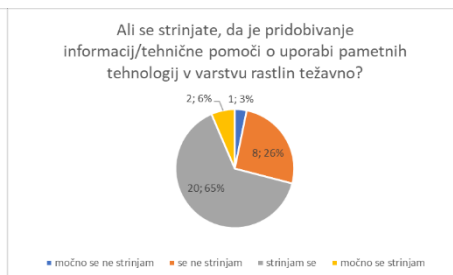
Slika 8

Strokovnjaki menijo, da so pri nas najpomembnejši načini zatiranja škodljivih organizmov preventivni ukrepi, rutinska uporaba fitofarmaceutvskih sredstev in spremljanje škodljivih organizmov (slika 5), večina (39 %) pa pri svojem delu ne uporablja pametnih tehnologij v varstvu rastlin (slika 6), čeprav se jih kar 58 % na delovnem mestu včasih pogovarja o uporabi pametnih tehnologij v varstvu rastlin (slika

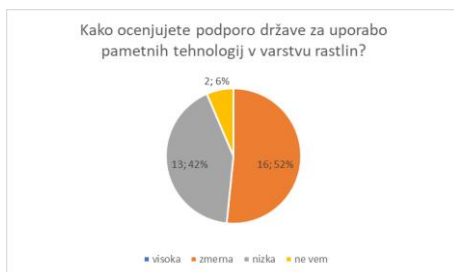
7). Pametne tehnologije v varstvu rastlin so po mnenju večine (87 %) kmetijskih strokovnjakov pomembne, le 13 % jih ima za zelo pomembne (slika 8).



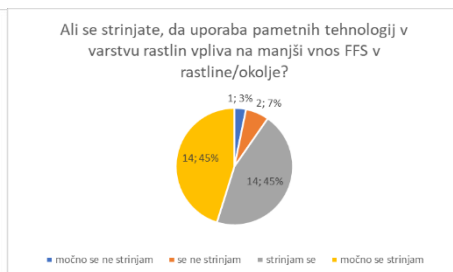
Slika 9



Slika 10

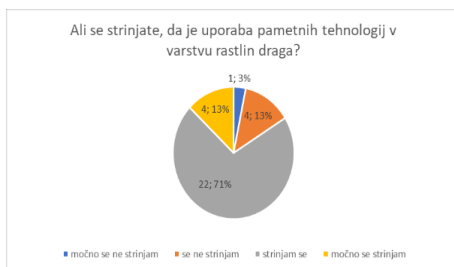


Slika 11



Slika 12

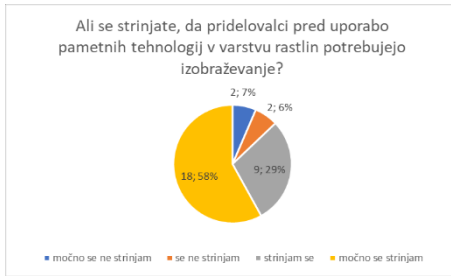
Kar 58 % strokovnjakov se ne strinja, da je slovenski trg s pametnimi tehnologijami v varstvu rastlin dobro razvit (slika 9), 65 % pa se jih strinja, da je pridobivanje informacij o uporabi pametnih tehnologij v varstvu rastlin težavno (slika 10). Slaba polovica (42 %) jih meni, da je podpora države za uporabo pametnih tehnologij v varstvu rastlin nizka (slika 11), kar 90 % pa je prepričanih, da uporaba pametnih tehnologij v varstvu rastlin vpliva na manjši vnos FFS v rastline/okolje (slika 12). Kar 71 % strokovnjakov se strinja, da je uporaba pametnih tehnologij v varstvu rastlin draga (slika 13), 52 % pa je prepričanih, da je pripravljenost kmetov za uporabo pametnih tehnologij v varstvu rastlin zmerna (slika 14).



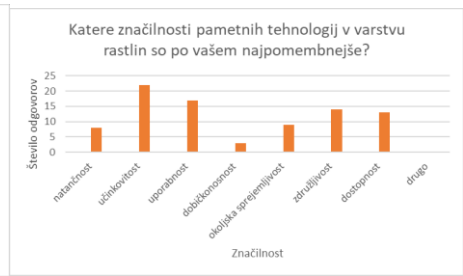
Slika 13



Slika 14



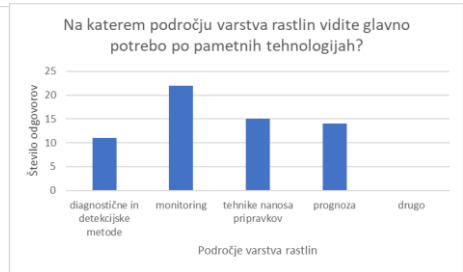
Slika 15



Slika 16



Slika 17



Slika 18

478

Večina (58 %) kmetijskih strokovnjakov meni, da pridelovalci pred uporabo pametnih tehnologij v varstvu rastlin potrebujejo izobraževanje (slika 15), kot najpomembnejše značilnosti pametnih tehnologij v kmetijstvu pa izpostavljajo učinkovitost in uporabnost (slika 16). Kot glavne ovire pri praktični uporabi pametnih tehnologij v varstvu rastlin strokovnjaki izpostavljajo slabo dostopnost in nekoliko presenetljivo učinkovitost in uporabnost (slika 17), ki sta po njihovem mnenju najpomembnejši značilnosti pametnih tehnologij. Glavno potrebo po pametnih tehnologijah strokovnjaki vidijo na področju monitoringa škodljivih organizmov (slika 18) na njivah (slika 19), in sicer pri pridelavi razhudnikov in kapusnic (slika 20).



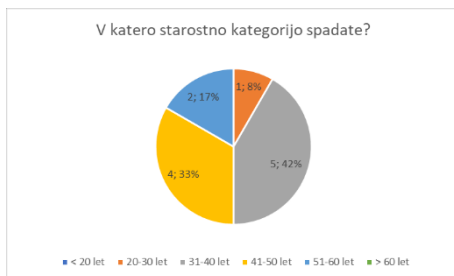
Slika 19



Slika 20

3.2 Tržni pridelovalci zelenjave (n=12)

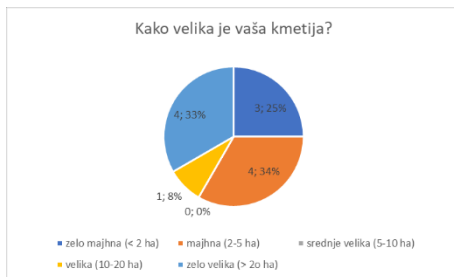
Največ anketiranih tržnih pridelovalcev zelenjave je bilo iz starostnih kategorij od 31 do 40 let (42 %) in od 41 do 50 let (33 %) (slika 21). Največ med njimi (34 %) deluje v kmetijstvu od 5 do 10 let (slika 22) in ima majhno kmetijo (2-5 ha) (slika 23). Polovica anketiranih pridelovalcev prideluje vrtnine v rastlinjakih (slika 24), najpogosteje za pridelujejo razhudnikovke (slika 25).



Slika 21



Slika 22



Slika 23



Slika 24

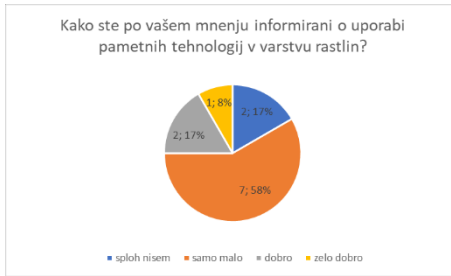


Slika 25

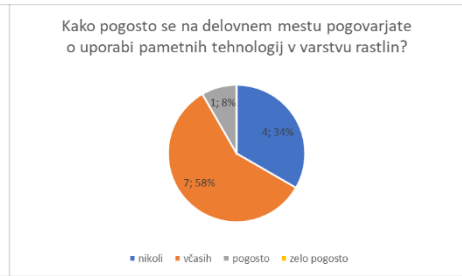


Slika 26

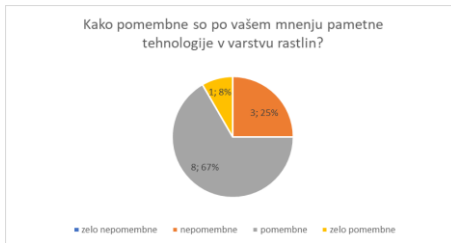
Največ pridelovalcev zatira škodljive organizme biotično oz. ekološko, velik pomen pripisujejo tudi preventivnim ukrepom (slika 26). 58 % tržnih pridelovalcev zelenjave so malo informirani o uporabi pametnih tehnologij v varstvu rastlin (slika 27) in se samo včasih pogovarja o njihovi uporabi (slika 28).



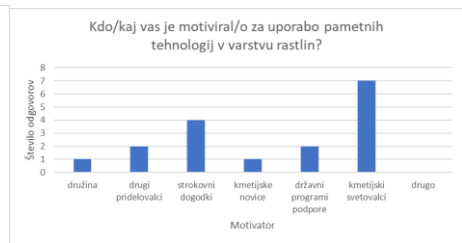
Slika 27



Slika 28



Slika 28

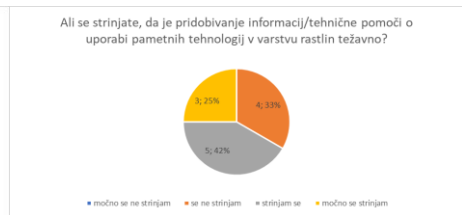


Slika 29

480

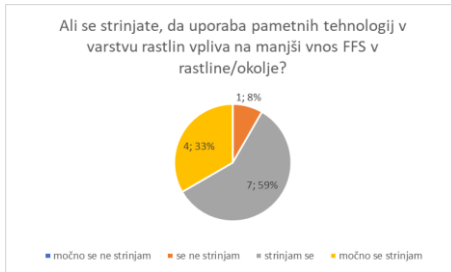


Slika 30

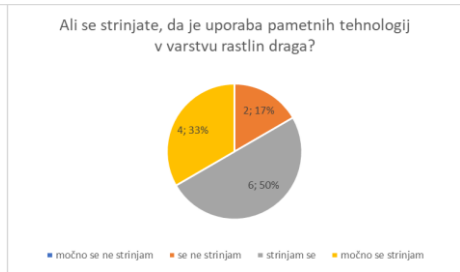


Slika 31

Po mnenju večine (67 %) pridelovalcev so sicer pametne tehnologije v varstvu rastlin pomembne (slika 28), kot glavne motivatorje za njihovo uporabo pa so omenili kmetijske svetovalce (slika 29). Tržni pridelovalci se v največji meri (33 %) ne strinjajo, da je slovenski trg s pametnimi tehnologijami v varstvu rastlin dobro razvit (slika 30), v 42 % pa se strinjajo, da je pridobivanje informacij o njihovi uporabi težavno (slika 31). Največ anketirancev (59 %) se strinja, da uporaba pametnih tehnologij v varstvu rastlin vpliva na manjši vnos FFS v rastline/okolje (slika 32), a jih kar polovica meni, da je njihova uporaba draga (slika 33). Kot najpomembnejšo učinkovitost pametnih tehnologij pridelovalci izpostavljajo učinkovitost (slika 34), a obenem sporočajo, da jih je le 25 % že uporabljalo v rastlinski pridelavi (slika 35).



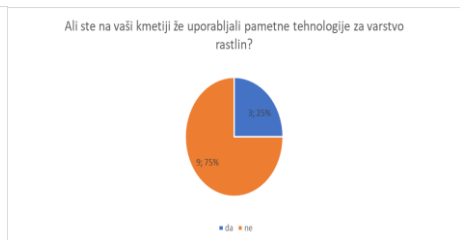
Slika 32



Slika 33

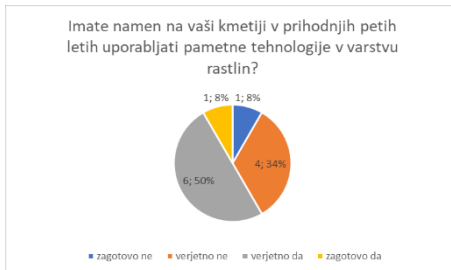


Slika 34

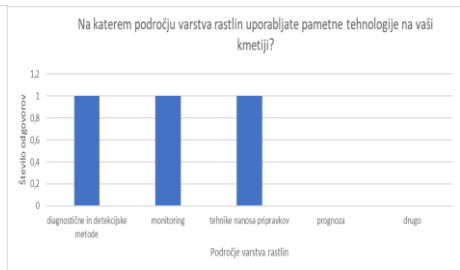


Slika 35

481

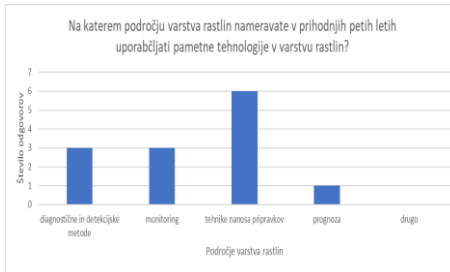


Slika 36

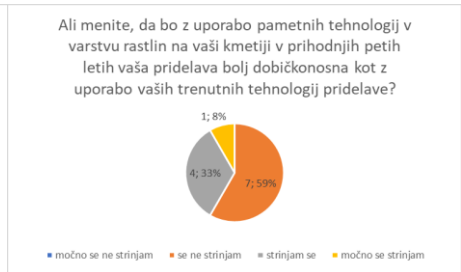


Slika 37

Polovica tržnih pridelovalcev namerava na njihovih kmetijah v prihodnjih petih letih uporabljati pametne tehnologije v varstvu rastlin (slika 36), kot področja uporabe pa izpostavljajo tehnike nanosa pripravkov (slika 38). Med tistimi, ki pametne tehnologije v varstvu rastlin že uporabljajo, pa izpostavljajo uporabo na področjih diagnostičnih in detekcijskih metod, monitoringa škodljivih organizmov in tehnik nanosa pripravkov (slika 37). Kar 59 % anketiranih se ne strinja, da bo z uporabo pametnih tehnologij v varstvu rastlin njihova pridelava v prihodnjih petih letih bolj donosna (slika 39), v skoraj enakem % pa menijo, da bodo z njihovo uporabo naleteli na težave zaradi predpisov (slika 40). Polovica tržnih pridelovalcev meni, da si v prihodnjih petih letih lahko privoščijo stroške uporabe pametnih tehnologij v varstvu rastlin (slika 41) in da se bodo na njihovi kmetiji lahko usposabljali za njihovo uporabo (slika 42).



Slika 38



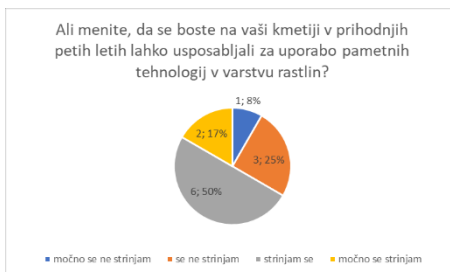
Slika 39



Slika 40



Slika 41



Slika 42

482

4 SKLEPI

Pametne tehnologije v integriranem varstvu vrtnin v Sloveniji še niso dovolj prepoznavne, tako pridelovalci kot strokovnjaki pa se zavedajo njihovega velikega pomena v varstvu rastlin v prihodnje. Povečanje prepoznavnosti pametnih tehnologij spada med glavne cilje projekta, saj bomo le na ta način omogočili njihovo širšo uporabo v vsakdanjem življenju in delu na kmetiji.

5 ZAHVALA

Raziskava je bila izvedena v okviru projekta SmartProtect, ki ga financira program Evropske unije Horizon 2020 (GA 862563).

6 LITERATURA

- Barzman, M., Bärberi, P., Birch, A.N.E., Boonekamp, P., Dachbrodt-Saaydeh, S., Graf, B., Hommel, B., Jensen, J.E., Kiss, J., Kudsk, P., Lamichhane, J.R., Messean, A., Moonen, A.-C., Ratnadass, A., Ricci, P., Sarah, J.-L., Sattin, M. 2015. Eight principles of integrated pest management. *Agron. Sustain. Dev.* 35, 1199–1215. <https://doi.org/10.1007/s13593-015-0327-9>
- Javaid, M., Haleem, A., Singh, R.P., Suman, R. 2022. Enhancing smart farming through the applications of Agriculture 4.0 technologies. *International Journal of Intelligent Networks*. 3: 150-164.
- SmartProtect. 2020. Press Release 1. Dostopno na <https://www.smartprotect-h2020.eu/press-releases/> (03.01. 2023)

POMEN ZANESLJIVEGA ODKRIVANJA VIRUSA RJAVE GRBANČAVOSTI PLODOV PARADIŽNIKA V SEMENIH PARADIŽNIKA IN PAPRIKE

Tjaša JAKOMIN¹, Jakob BRODARIČ², Ana VUČUROVIČ³, Nejc JAKOŠ⁴, Zala
KOGJEJ⁵, Nataša MEHLE⁶

¹⁻⁶Nacionalni inštitut za biologijo, Oddelek za biotehnologijo in sistemsko biologijo,
Ljubljana

⁴Niba Labs, Ljubljana

⁵Mednarodna podiplomska šola Jožefa štefana, Ljubljana

⁶Univerza v Novi Gorici, Fakulteta za vinogradništvo in vinarstvo, Dvorec Lanthieri,
Vipava

IZVLEČEK

Virus rjave grbančavosti plodov paradižnika (ang. tomato brown rugose fruit virus; ToBRFV) je nov rastlinski virus, ki povzroča bolezen na paradižniku in papriki. Na okuženih rastlinah se navadno pojavi kloroza, mozaik in pegavost listov. Plodovi lahko neenakomerno zorijo, so deformirani, drobnejši, na njih se pogosto pojavijo rjave ali rumene pege ter grbančavost. Na cvetovih, pecljih in stebelu se lahko pojavijo nekroze. Znamenja okužb so odvisna od sorte paradižnika/paprike ali rastnih razmer. Virus lahko v nasad vnesemo z okuženimi sadikami ali s semeni, znotraj nasada pa se lahko zelo hitro razširi z orodjem ali na drug mehanski način. Ker lahko že eno okuženo seme ali ena okužena sadika povzroči veliko škode v nasadu, so na ravni EU predpisane posebne zahteve za uvoz in trženje semen in sadik paradižnika ter paprike, diagnostične metode za preverjanje morebitne okuženosti semen pa morajo biti visoko občutljive in zanesljive. Z namenom zagotavljanja zanesljive diagnostike, smo sodelovali v testu preizkušanja ustreznosti metod za detekcijo ToBRFV v semenih, ter v testu preverjanja usposobljenosti laboratorijev. Poleti 2020 in spomladi 2021 smo virus ToBRFV odkrili v štirih vzorcih semen paradižnika in petih vzorcih semen paprike, ki so prispele iz Kitajske v Luko Koper kot vstopno točko v EU. Na podlagi rezultatov laboratorijskih analiz sta Uprava RS za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin ter fitosanitarna inšpekcija nemudoma odredili uničenje okuženih semen in s tem je bila preprečena škoda, ki bi lahko nastala v EU, če virusa v semenih ne bi odkrili.

Ključne besede: semena paprike, semena paradižnika, ToBRFV, virus, zanesljiva diagnostika

¹ str. sod., Večna pot 111, SI- 1000 Ljubljana, e-pošta: tjasa.jakomin@nib.si

² str. sod., prav tam

³ dr., prav tam

⁴ str. sod., prav tam, Litostrojska 52, SI-1000 Ljubljana

⁵ mlada raziskovalka, prav tam, Jamova cesta 39, SI-1000 Ljubljana

⁶ doc. dr., prav tam, Glavni trg 8, SI-5271 Vipava

ABSTRACT

THE IMPORTANCE OF RELIABLE DETECTION OF TOMATO BROWN RUGOSE FRUIT VIRUS IN TOMATO AND PEPPER SEEDS

Tomato brown rugose fruit virus (ToBRFV) is a new plant virus that infects tomato and pepper plants. Infected plants exhibit chlorosis, mosaic patterns, and mottling on the leaves. Fruits may be deformed and smaller, show uneven ripening, and have yellow or brown spots or rugose patches. Necrosis may be observed on flowers, petioles, and stems. Symptoms of infection may vary with cultivar and growing conditions. The virus may be introduced into the greenhouse with infected seedlings or seeds and spread in the greenhouse by infested equipment or other mechanical means. As a single infected seed or seedling can cause great damage in the greenhouse, special rules apply in the EU for the import and marketing of seeds and seedlings of tomato and pepper plants. We need diagnostic methods with high sensitivity and reliability for the detection of possibly infected seeds. In order to ensure reliable diagnostic methods, we participated in a test performance study and in a proficiency test. In summer 2020 and spring 2021, we detected ToBRFV in four tomato seed and five pepper seed samples that arrived from China in Luka Koper, the point of entry to the EU. Based on the laboratory tests, the Administration of the republic of Slovenia for food safety, veterinary sector and plant protection and phytosanitary inspection ordered the destruction of the infected seeds. In this way, we prevented damage that could occur in the EU if the virus were not detected.

Key words: pepper seeds, reliable diagnostic, ToBRFV, tomato seeds, virus

485

1 UVOD

Virus rjave grbančavosti plodov paradižnika (ang. tomato brown rugose fruit virus; ToBRFV) je nov škodljiv rastlinski virus iz rodu *Tobamovirus*. Najpomembnejši gostiteljski rastlini virusa sta paprika in paradižnik. Skrb vzbujajoč je ta virus predvsem zato, ker okužba z njim lahko prizadene tudi sorte paradižnika in paprike z genom za odpornost na tobamoviruse.

ToBRFV povzroča neenakomerno zorenje plodov, deformirane in drobnejše plodove, na katerih se lahko pojavijo rumene ali rjave pege in grbančavost, po kateri je virus dobil ime. Na okuženih rastlinah se lahko pojavi kloroza, mozaik in pegavost listov, na cvetovih, pecljih in steblih pa nekroze. Znamenja okužb se razlikujejo glede na sorto rastline ter rastne razmere (UVHVVR, 2022). Okuženi plodovi niso nevarni za človeka, če jih zaužije, vendar so zaradi bolezenskih znakov plodovi manj primerni za prodajo, kar lahko predstavlja za pridelovalce veliko škodo. Izguba pridelka zaradi okužbe s tem virusom je lahko tudi do 100 %. ToBRFV lahko okuži tudi različne plevelne vrste (npr. pasje zelišče, pozidna metlika), ki pogosto ne kažejo nobenih znakov okužbe in posledično predstavljajo nevarnost, kot rezervoar virusa - vir za nove okužbe.

ToBRFV virus so prvič odkrili leta 2014 v Izraelu, pri pridelavi paradižnika, pozneje pa je bil virus potrjen tudi v Jordaniji (Luria in sod., 2017; Salem in sod., 2016), na Kitajskem, v ZDA, Mehiki, Turčiji in Veliki Britaniji (EPPO, 2022). V Evropski uniji je bil prvič potrjen v Nemčiji konec leta 2018 (Menzel in sod. 2019), od takrat dalje pa

so o izbruhih ali prestrežbah tega virusa poročale tudi številne druge države članice EU (EPPO, 2022). Na nove lokacije se lahko virus vnese z okuženim semenom ali sadikami. Že eno samo okuženo seme, iz katerega zraste okužena rastlina, pa je dovolj, da se virus razširi po celem nasadu. Virus se namreč zlahka prenaša mehansko s sokom okuženih rastlin; na primer z okuženim orodjem, obleko, embalažo, ali z oprashaľalci, kot so čmrliji in čebele. Različne študije poročajo, da je virus ToBRFV sposoben dolgotrajnega preživetja na različnih površinah, v ostankih okuženih rastlin, tudi na kompostu in v različnih okoljskih razmerah, zaradi česar ga je z uporabo  e razvitih dezinfekcijskih tehnik izredno težko odstraniti iz pridelovalne verige oziroma sistema. Zaradi tega je pomembno, da preprečimo njegov vnos v nasad, kar pa lahko zagotovimo z uporabo zdravega sadilnega materiala.

Zaradi nevarnosti vnosa in širjenja ToBRFV so na ravni EU predpisane posebne zahteve za uvoz in trženje semena in sadik paradižnika ter paprike. Seme mora pred uvozom v EU oziroma pred trženjem znotraj EU izhajati iz območij, kjer je virus odsoten ali pa je seme testirano. Sadike morajo biti vzgojene iz semena, ki izpolnjuje prej navedene pogoje in morajo biti pred trženjem pregledane. Vse države članice EU morajo na svojem ozemlju izvajati program preiskave za ugotavljanje morebitne navzočnosti virusa (Izvedbena Uredba Komisije (EU) 2021/1809).

Za ugotavljanje morebitne prisotnosti virusa v sadilnem materialu na Nacionalnem inštitutu za biologijo uporabljamo visoko občutljive diagnostične teste, katerih zanesljivost smo preverili z udeležbo v različnih medlaboratorijskih primerjalnih poskusih; aktivno pa sodelujemo tudi pri oblikovanju mednarodnega diagnostičnega standarda za ugotavljanje prisotnosti tega virusa (EPPO, 2021a). V prispevku je predstavljen postopek, s katerim preverjamo morebitno prisotnost ToBRFV v vzorcih semen in rezultati analize vzorcev semen iz obdobja zadnjih dveh let.

2 MATERIALI IN METODE

2.1 Izolacija RNA

Vzorec je praviloma sestavljen iz 3000 semen. Pred analizo vzorec razdelimo na tri podvzorce s po 1000 semen in jih analiziramo ločeno. Semena homogeniziramo v vrečkah z mrežico (Bioreba) najprej brez pufr, nato pa še s pufrom (GH+ pufer; EPPO, 2021a). 1 ml ekstrakta prenesemo v epico in mu dodamo 30 l 5M ditiotreitola (DTT). Sledi inkubacija na stresalniku 15 min na 65  C, nato centrifugiramo 10 min pri 16.000g na 4  C. Celokupno RNA izoliramo iz 750  l ekstrakta s kitom RNeasy Plant Mini Kit (Qiagen) po navodilih proizvajalca z izjemo, da vse stopnje centrifugiranja izvajamo na 4  C. Izolirano RNA do analize hranimo na -20  C.

2.2 RT-PCR v realnem času

Uspešnost ekstrakcij RNA preverjamo z RT-PCR v realnem času s setom začetnih oligonukleotidov in sonde, ki pomnožujejo rastlinski gen za citokrom oksidazo (COX) ali NAD5. Z enokora nim RT-PCR v realnem času izvajamo tudi presejalno analizo na ToBRFV. V skladu z EPPO standardom (EPPO, 2021a) vsak vzorec analiziramo s tremi za ToBRFV specifičnimi seti začetnih oligonukleotidov in sonde: s setom CaTa28 in

CSP1325 po ISHI-Veg (ISHI-Veg, 2020) protokolu ter s setom po protokolu Menzel in Winter (Menzel in Winter, 2021).

Pozitivne rezultate lahko dodatno potrjujemo tudi z visokozmogljivim sekvenciranjem in s sekvenciranjem produktov klasične PCR reakcije.

2.3 Zagotavljanje kakovosti diagnostičnih storitev

Diagnostične metode za preverjanje morebitne okuženosti semen morajo biti visoko občutljive in zanesljive. Z namenom zagotavljanja zanesljive diagnostike smo celoten postopek ugotavljanja prisotnosti ToBRFV v vzorcih semen paradižnika in paprike validirali v skladu z EPPO standardom P7/98 (EPPO, 2021b). V letu 2021 smo sodelovali v testu preizkušanja ustreznosti metod za detekcijo ToBRFV v semenih, ki je bil organiziran v okvirju Euphresco projekta 2019-A-327 in na podlagi teh rezultatov aktivno sodelujemo pri oblikovanju mednarodnega (EPPO) diagnostičnega standarda. Visoko usposobljenost za določanje ToBRFV pa smo dokazali tudi v testu preverjanja usposobljenosti laboratorijev za določanje ToBRFV v vzorcih semen paradižnika, ki ga je organiziral GEVES (Francija), saj so bili naši rezultati 100 % pravilni.

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

V letu 2020 smo v analizo prejeli 17 vzorcev semena paradižnika in 7 vzorcev semena paprike, v letu 2021 pa 38 vzorcev semena paradižnika in 25 vzorcev semena paprike (preglednica 1). Od skupno, v letih 2020 in 2021, analiziranih 87 vzorcev semena, jih je bilo kar 47 (54 %) vzorčenih iz pošiljk, prispelih iz Kitajske v Luko Koper kot vstopno točko v EU.

Leta 2020 smo prisotnost virusa ToBRFV odkrili v enem vzorcu semena paradižnika, leta 2021 pa kar v treh vzorcih semena paradižnika in v petih vzorcih semena paprike. Vsi vzorci, v katerih smo potrdili prisotnost ToBRFV, so vzorci semena iz uvoza, iz pošiljk, prispelih iz Kitajske v Luko Koper kot vstopno točko v EU. Od skupno 47 vzorčenih pošiljk semena, prispelih iz Kitajske v Luko Koper, smo prisotnost ToBRFV tako potrdili v več kot 19 %.

Preglednica 1: Rezultati testiranja semen paprike in paradižnika na ToBRFV v letih 2020 in 2021.

| Leto testiranja | 2020 | | 2021 | |
|----------------------------------|------------|---------|------------|---------|
| | Paradižnik | Paprika | Paradižnik | Paprika |
| Število testiranih vzorcev semen | 17 | 7 | 38 | 25 |
| Število pozitivnih vzorcev semen | 1 | 0 | 3 | 5 |
| Delež pozitivnih vzorcev semen | 5,9% | 0% | 7,9% | 20% |

Na podlagi rezultatov laboratorijskih analiz sta Uprava RS za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin ter fitosanitarna inšpekcija nemudoma odredili uničenje s ToBRFV okuženega semena in s tem je bila preprečena škoda, ki bi nastala v EU, če virusa ne bi odkrili. S hitro in natančno diagnostiko je bila preprečena večja gospodarska škoda.

4 SKLEPI

Virus rjave grbančavosti plodov paradižnika v nekaterih državah, tudi v nekaterih državah EU, povzroča resne težave, saj so zabeležili že številne izbruhe v različnih nasadih, njegovo izkoreninjanje pa je zelo zahtevno. Od leta 2018 iz različnih držav EU poročajo tudi o številnih prestrežbah virusa na uvoznih pošiljkah semena in sadik paradižnika in paprike. Porast vzorcev, ki so pozitivni na ToBRFV in prihajajo iz uvoza, opažamo tudi v našem laboratoriju.

Vsi, ki smo odgovorni za varstvo rastlin, moramo storiti vse, da zagotovimo, da bodo slovenski pridelovalci in tudi pridelovalci iz drugih držav EU kupovali zdravo seme in sadike. Hkrati je nujno, da se v nasadih izvajajo tudi preventivni ukrepi, kot na primer razkuževanje orodja in opreme ter obutve pred vstopom v rastlinjak, uporaba delovnih oblačil in rokavic za enkratno uporabo, odstranjevanje plevelov iz okolice, itd. Za uspešno preprečevanje širjenja bolezni je zelo pomembno tudi zgodnje odkritje bolezni, zato je ob najmanjšem sumu na okužbo potrebno odvzeti vzorec za analizo na prisotnost tega virusa.

5 ZAHVALA

Zahvaljujemo se Upravi Republike Slovenije za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin, ter vsem vzorčevalcem in fitosanitarni inšpekciji.

6 LITERATURA

- EPPO (2021a) PM 7/146 (1) Tomato brown rugose fruit virus. EPPO Bulletin, 51, 178-197
- EPPO (2021b) PM 7/98(5) Specific requirements for laboratories preparing accreditation for a plant pest diagnostic activity. EPPO Bulletin, 51, 468-498
- EPPO (2022) EPPO Global database, Tomato brown fruit rugose virus (ToBRFV), Reporting service articles. <https://gd.eppo.int/taxon/TOBRFV/reporting> (22.03.2022)
- ISHI-Veg. 2020. Detection of infectious Tomato brown rugose fruit virus (ToBRFV) in Tomato and Pepper seed. Version 1.4. International Seed Federation (ISF), 11 str.
- IZVEDBENA UREDBA KOMISIJE (EU) 2021/1809 z dne 13. oktobra 2021 o spremembi Izvedbene uredbe (EU) 2020/1191 o ukrepih za preprečevanje vnosa virusa rjave grbančavosti plodov paradižnika (virusa ToBRFV) v Unijo in njegovega širjenja znotraj Unije, https://eur-lex.europa.eu/eli/reg_impl/2021/1809/oj?locale=sl (22.03.2022)
- Luria, N.; Smith, E.; Reingold, V.; Bekelman, I.; Lapidot, M.; Levin, I.; Elad, N.; Tam, Y.; Sela, N.; Abu-Ras, A.; et al. 2017. A new Israeli *Tobamovirus* isolate infects tomato plants harboring Tm-22 resistance genes. PLoS ONE, 12
- Menzel, W. in Winter, S. 2021. Identification of novel and known tobamoviruses in tomato and other solanaceous crops using a new pair of generic primers and development of a specific RT-qPCR for ToBRFV. Acta Hortic., 1316, 143–148
- Menzel W.; Knierim D.; Winter S.; Hamacher J.; Heupel M. 2019. First report of Tomato brown rugose fruit virus infecting tomato in Germany. New Disease reports, 36, 1
- Salem, N.; Mansour, A.; Ciuffo, M.; Falk, B.W.; Turina, M. 2016. A new tobamovirus infecting tomato crops in Jordan. Arch. Virol. 161, 503–506
- Uprava Republike Slovenije za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin (UVHVVR). 2022. <https://www.gov.si/teme/virus-rjave-grbancavosti-plodov-paradiznika/> (22.03.2022)

POMEN IZVAJANJA MONITORINGA NA PRISOTNOST BEGOMOVIRUSOV IN RAZVOJ LABORATORIJSKE DIAGNOSTIKE

Jakob BROADARIČ¹, Zala KOGEJ², Ana VUČUROVIĆ³, Anja PECMAN⁴, Tjaša
JAKOMIN⁵, Denis KUTNJAK⁶, Nataša MEHLE⁷

¹⁻⁷Nacionalni inštitut za biologijo, Oddelek za biotehnologijo in sistemsko biologijo,
Ljubljana

^{2,4}Mednarodna podiplomska šola Jožefa Štefana, Ljubljana

⁷Univerza v Novi Gorici, Fakulteta za vinogradništvo in vinarstvo, Dvorec Lanthieri,
Vipava

IZVLEČEK

Rod begomovirusov (družina Geminiviridae) zajema veliko skupino virusov, v kateri je opisanih več kot 400 vrst, ki lahko okužijo številne vrste rastlin. Med njimi jih več kot 200 lahko okuži bučevke in/ali paradižnik. Vsi begomovirusi, razen nekaj izjem, so uvrščeni na seznam karantenskih virusov. Najpogostejša znamenja okužb na rastlinah so zvijanje listov, porumenelost žil in rumeni mozaik na listih. Okužbe v zgodnji rastni dobi lahko povzročijo zastoj v rasti, razvoj manjšega števila cvetov, prekinjen razvoj plodov ter vsesplošno slabo stanje rastlin, kar lahko na gojenih rastlinah povzroči veliko gospodarsko škodo. Okužbe se pojavljajo sporadično, predvsem v tropskih in subtropskih regijah, zaradi spremenjenih klimatskih razmer pa obstaja tveganje za njihovo širitev tudi na druga območja. Begomoviruse lahko v nasad vnesemo z okuženimi sadikami, znotraj nasada pa jih učinkovito raznaša tobakova ščitkar (*Bemisia tabaci*), ki je pri nas zastopan. Laboratorijske metode odkrivanja begomovirusov vključujejo različne PCR teste, sekvenciranje PCR produktov po Sangerju in visokozmogljivo sekvenciranje (HTS). PCR testi za odkrivanje begomovirusov so bili izbrani in preverjeni v medlaboratorijski primerjavi v okviru Euphresco projekta, dodatna preverjanja teh metod in metod primernih za identifikacijo odkritih begomovirusov pa smo izvedli v okviru aktivnosti, ki jih izvajamo kot EU referenčni laboratorij. Intenzivno smo vključeni tudi v pripravo EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization) diagnostičnega protokola za določanje begomovirusov. V letu 2021 smo v okviru programa preiskav škodljivih organizmov rastlin testirali 28 vzorcev bučevk in 28 vzorcev paradižnika iz različnih delov

489

¹ str. sod., Večna pot 111, SI-1000 Ljubljana, e-pošta: jakob.broadaric@nib.si

² mlada raziskovalka, Večna pot 111, SI-1000 Ljubljana; Jamova cesta 39 SI-1000 Ljubljana

³ dr., Večna pot 111, SI-1000 Ljubljana

⁴ mlada raziskovalka, Večna pot 111, SI-1000 Ljubljana, Jamova cesta 39 SI-1000 Ljubljana

⁵ str. sod., prav tam

⁶ dr., prav tam

⁷ doc. dr., Glavni trg 8, SI-5271 Vipava

Slovenije na prisotnost begomovirusov iz priloge II/A Uredbe 2021/2285/EU. V nobenem vzorcu nismo potrdili okužbe s temi begomovirusi.

Ključne besede: begomovirusi, diagnostika, molekularne metode, monitoring

ABSTRACT

THE IMPORTANCE OF MONITORING BEGOMOVIRUSES AND THE DEVELOPMENT OF THEIR DIAGNOSTICS

The genus *Begomovirus* (family Geminiviridae) comprises a large group of viruses with over 400 described species that can infect numerous plant species. Of these, more than 200 species can infect cucurbits and/or tomato plants. All begomoviruses, with some exceptions, are quarantine pests. Symptoms of begomovirus infections in plants usually include leaf curl, yellowing of leaf veins or yellow mosaic. Early infections result in reduced growth, reduced flowering, abortion of fruit development, and generally poor plant condition, which can cause major economic damage. Outbreaks occur sporadically, mainly in tropical and subtropical regions. Due to climate change, there is a risk of their spread to other parts of the World. Begomoviruses can be introduced into the plantation with infected seedlings. Within the plantation, they are successfully transmitted by the whitefly *Bemisia tabaci*, which also occurs in our region. Laboratory methods for the detection of begomoviruses include various PCR tests, Sanger sequencing of amplicons from PCR tests, and high-throughput sequencing (HTS). The PCR tests recommended for the detection of begomoviruses were selected and evaluated in a test performance study as part of the Euphresco project. A further review of these methods and other tests suitable for the identification of begomoviruses, has been carried out as part of our EU reference laboratory activities. We are actively involved in the preparation of the EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization) diagnostic protocol for the detection and identification of begomoviruses. In 2021, as part of the national survey, we tested 28 samples of cucurbits and 28 samples of tomato plants from different regions of Slovenia to determine whether they were infected with any of the begomoviruses, listed in Annex II/A Regulation 2021/2285/EU. Infection was not confirmed in any of the samples.

Key words: begomoviruses, diagnostics, molecular methods, monitoring

1 UVOD

Rod begomovirusov (družina Geminiviridae) zajema veliko skupino rastlinskih virusov, v kateri je opisanih več kot 400 vrst, od tega jih več kot 200 lahko okuži rastline paradižnika in/ ali bučevke. Begomovirusi lahko okužijo tudi druge gospodarsko pomembne rastlinske vrtse, kot so stročnice, tobak, bombaž itd.

Vsi begomovirusi, z izjemo virusa mozaika oslezovca (abutilon mosaic virus; AbMV), virusa gubavosti listov papaj (papaya leaf crumple virus; PaLCrV), virusa kodravosti listov sladkega krompirja (sweet potato leaf curl virus; SPLCV), Newdelhijskega virusa kodravosti listov paradižnika (tomato leaf curl New Delhi virus; ToLCNDV), virusa rumenjenja in kodravosti listov paradižnika (tomato yellow leaf curl virus; TYLCV),

sardinijskega virusa rumenenja in kodravosti listov paradižnika (tomato yellow leaf curl Sardinia virus; TYLCSV), malaškega virusa rumenenja in kodravosti listov paradižnika (tomato yellow leaf curl Malaga virus; TYLCMaV) in axarquijskega virusa rumenenja in kodravosti listov paradižnika (tomato yellow leaf curl Axarquia virus; TYLCAxV), so uvrščeni v prilogo II/A Uredbe 2021/2285/EU. Za begomoviruse, ki so uvrščeni v prilogo II/A Uredbe 2021/2285/EU, ni znano da bi se pojavljali na ozemlju EU, sporadično se pojavljajo le v tropskih in subtropskih regijah. Spremenjene klimatske razmere povečujejo tveganje za širitev begomovirusov tudi na druga območja.

V Sloveniji do sedaj begomovirusov še nismo zaznali, so pa okužbe z nekaterimi begomovirusi zaznali v naši neposredni bližini, v Italiji. Begomovirus TYLCSV so na primer v Italiji, v nasadih paradižnika, odkrili že pred več kot 20 leti (Accotto in sod., 2000); odkrili pa so ga tudi na rastlinah paprike (Comes in sod., 2009). Kmalu po odkritju okužb s TYLCSV, so poročali tudi o okuženih nasadih paradižnika s TYLCV (Accotto in sod., 2003), ki je uvrščen na seznam nadzorovanih nekarantenskih škodljivih organizmov v zvezi z razmnoževalnim in sadilnim materialom paradižnika, razen semen. Poleg že omenjenih begomovirusov, so v Italiji na bučevkah in jajčevcih dokazali okužbe s ToLCNDV (Luigi in sod., 2016; Parrella in sod., 2018; Parrella in sod., 2020). ToLCNDV je uvrščen v prilogo II/B Uredbe 2021/2285/EU; program preiskav za ugotavljanje morebitne prisotnosti tega virusa pa se v Sloveniji izvaja že od leta 2016.

Begomoviruse lahko v nasad vnesemo z okuženimi sadikami. Podatkov o možnosti vnosa begomovirusov s semenom ni. Glavno pot prenosa begomovirusov na krajše razdalje pa predstavlja tobakov ščitkar (*Bemisia tabaci*), ki je zastopan tudi pri nas in je prenašalec različnih rastlinskih virusov (Brown in sod., 2017). Za begomoviruse, z izjemo ToLCNDV, ni znano da bi se prenašali mehansko s sokom okuženih rastlin.

Bolezenska znamenja na rastlinah so odvisna od sorte, rastnih razmer, starosti rastlin v času okužbe itd. Najpogostejša znamenja okužbe s temi virusi so zvijanje listov, porumenelost žil ali rumeni mozaik na listih. V primeru okužbe v zgodnji rastni dobi, lahko opazimo zastoj v rasti, razvoj manjšega števila cvetov, prekinitvev razvoja plodov in vsesplošno slabo stanje rastlin. Posledica okužbe v tej razvojni fazi lahko rezultira v izgubi celotnega pridelka (EFSA, 2013).

Pri omejevanju širjenja begomovirusov so potrebni preventivni ukrepi, kot na primer uporaba preverjeno zdravega sadilnega materiala, odstranjevanje prosto rastočih in plevelnih rastlin iz okolice nasadov, ki lahko predstavljajo rezervoar virusov in omejevanje prenašalca tobakovega ščitkarja. Prav tako je ključno zgodnje odkrivanje okužb, ki temelji na hitrih, zanesljivih ter cenovno dostopnih laboratorijskih testih. Zaradi velikosti in kompleksnosti te skupine virusov, poseben izziv za laboratorije predstavlja razvoj in optimizacija diagnostike.

2 DIAGNOSTIKA BEGOMOVIRUSOV

2.1 Razvoj diagnostike begomovirusov

Zaradi velikega števila vrst begomovirusov, vpeljava posameznih tarčnih diagnostičnih testov ni racionalna, zato smo v okviru Euphresco projekta BegomoVal (2016-A-212; vodja projekta: ANSES, Francija) iskali najustreznejše generične teste, s katerimi bi lahko zaznali vse begomoviruse. Ker je visokozmogljivo sekvenciranje za mnoge laboratorije iz EU še vedno nedostopno, smo se v okviru tega projekta osredotočili na iskanje generičnih testov na osnovi verižne reakcije s polimerazo (PCR). Izbrane teste smo preverili v medlaboratorijski primerjavi – v testu preizkušanja ustreznosti metod. Dodatna preverjanja teh metod in metod, ustreznih za identifikacijo odkritih begomovirusov, smo izvedli v okviru aktivnosti, ki jih izvajamo kot EU referenčni laboratorij. Na podlagi rezultatov obeh študij, smo pripravili osnutek EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization) diagnostičnega protokola za določanje begomovirusov, ki bo predvidoma objavljen že v letu 2022.

2.2. Postopek diagnostike begomovirusov na Nacionalnem inštitutu za biologijo

Iz vzorčenega rastlinskega materiala ekstrahiramo celokupno DNA po postopku Mehle in sod. (2013). Tarčne odseke ekstrahirane DNA nato pomnožimo s PCR, pri čemer uporabimo vsaj dva seta začetnih oligonukleotidov: sete začetnih oligonukleotidov, ki so jih načrtovali Li in sod. (2004) in Wyatt in Brown (1996) in/ali Saison in Gentit (2015). Morebitno prisotnost produktov reakcije PCR preverimo z agarozno gelsko elektroforezo in v primeru pozitivnega rezultata vsaj enega od PCR, določimo nukleotidno zaporedje produktov PCR. Prisotnost begomovirusov lahko preverimo tudi z visokozmogljivim sekvenciranjem (HTS). Shema postopka je prikazana na sliki 1. Z namenom zagotavljanja zanesljive diagnostike smo celoten postopek ugotavljanja prisotnosti begomovirusov s PCR v vzorcih paradižnika in bučevk validirali v skladu z EPPO standardom P7/98 (EPPO, 2021), v teku pa so tudi validacije določanja s HTS.

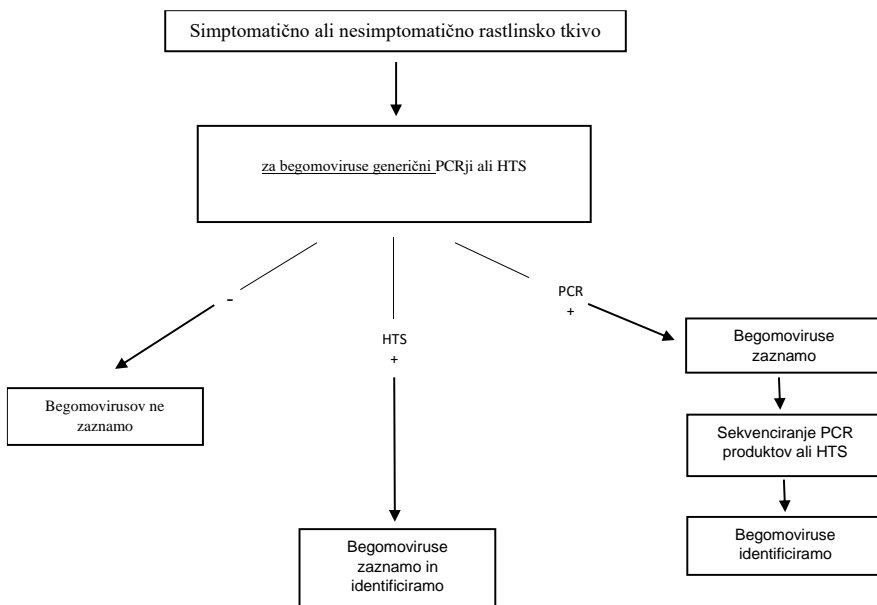
2.3 Zagotavljanje kakovosti diagnostičnih storitev na nivoju EU

Kot EU referenčni laboratorij smo dolžni poskrbeti, da se za ugotavljanje prisotnosti begomovirusov, tudi v drugih laboratorijih v EU uporabljajo ustrezni diagnostični postopki. V ta namen smo v letu 2021 oblikovali smernice glede postopkov zanesljivega določanja begomovirusov v nacionalnih referenčnih laboratorijih iz EU. Usposobljenost nacionalnih referenčnih laboratorijev iz EU za detekcijo in identifikacijo begomovirusov smo nato preverili z medlaboratorijsko primerjavo, ki smo jo organizirali jeseni 2021 in v kateri so sodelovali laboratoriji iz 26 držav. Marca 2022 pa smo za nacionalne referenčne laboratorije iz EU organizirali spletno delavnico z namenom, da izvajalce testiranj v EU dodatno izobrazimo in na ta način zagotovimo, da se bo v vseh državah EU preverjala prisotnost teh, za rastline nevarnih virusov na ustrezen in predvsem zanesljiv način.

3 REZULTATI PROGRAMA PREISKAVE

V Sloveniji se je program preiskave za begomoviruse iz priloge II/A Uredbe 2021/2285/EU prvič izvajal leta 2021. Skupno smo na prisotnost begomovirusov analizirali 28 vzorcev bučevk in 28 vzorcev paradižnika iz različnih delov Slovenije. Za analizo na begomoviruse smo izbrali vzorce z bolezenskimi znamenji, ki bi bili

lahko posledica okužbe z begomovirusi. Izbirali smo med vzorci, ki smo jih prejeli v okviru programa preiskave za virus rjave grbančavosti plodov paradižnika (tomato brown rugose fruit virus; ToBRFV) in v okviru programa preiskave za ToLCNDV. V nobenem izmed analiziranih vzorcev nismo potrdili prisotnosti begomovirusov.



Slika 1: Shema diagnostike begomovirusov

4 SKLEPI

Begomovirusi, ki so uvrščeni v prilogo II/A Uredbe 2021/2285/EU, trenutno ogrožajo pridelavo paradižnika, bučevk in nekaterih drugih gospodarsko pomembnih rastlin predvsem v tropskih in subtropskih regijah. Ker se zaradi globalnega segrevanja in razširjenosti njihovega glavnega prenašalca povečujejo tveganje za širitev teh nevarnih virusov tudi na druga območja, smo odgovorni, da storimo vse, da preprečimo njihov vnos v EU. Ker se zavedamo, da je za uspešno preprečevanje širjenja bolezni pomembno tudi zgodnje odkritje bolezni, za kar potrebujemo zanesljive diagnostične teste, smo v zadnjih letih naše napore usmerili v razvoj in optimizacijo diagnostike begomovirusov ter v diseminacijo teh rezultatov med druge laboratorije v EU.

5 ZAHVALA

Razvoj in optimizacija diagnostike begomovirusov je bila izvedena v okviru aktivnosti, ki jih izvajamo kot EU referenčni laboratorij in so sofinancirane s strani EU komisije ter v okviru projekta Eupresco BegomoVal (2016-A-212), ki je bil financiran iz strokovnih nalog s področja zdravstvenega varstva rastlin, katerih naročnik in plačnik je Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano. Posebna zahvala gre Upravi za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin ter vsem vzorčevalcem v okviru

programa preiskav za ugotavljanje prisotnosti virusa rjave grbančavosti plodov paradižnika in Newdelhijskega virusa kodravosti listov paradižnika, saj smo vzorce za analizo na begomoviruse iz priloge II/A Uredbe 2021/2285/EU izbirali iz vzorcev nabranih v okviru omenjenih preiskav.

6 LITERATURA

- Accotto, G.P., Bragaloni, M., Luison, D., Davino, S., Davino, M. 2003. First report of Tomato yellow leaf curl virus (TYLCV) in Italy. *Plant Pathology*, 52, 6: 799 str.
- Accotto, G.P., Navas-Castillo, J., Noris, E., Moriones, E., Louro, D. 2000. Typing of tomato yellow leaf curl viruses in Europe. *European Journal of Plant Pathology*, 106, 2: 179-186.
- Brown, J.K., Ur-Rehman, M. Z., Avelar, S., Chingandu, N., Hameed, U., Haider, S., Ilyas, M. 2017. Molecular diagnostic development for begomovirus-betasatellite complexes undergoing diversification: A case study. *Virus research*, 241: 29–41.
- Comes, S., Fanigliulo, A., Pacella, R., Crescenzi, A. 2009. Pepper leaf curl disease caused by Tomato yellow leaf curl Sardinia virus on pepper in Southern Italy. *Journal of Plant Pathology*, 91, 4 Suppl.: S4.55.
- EFSA. 2013. Scientific Opinion on the risk to plant health posed by *Bemisia tabaci* species complex and viruses it transmits for the EU territory. *EFSA Journal*, 11, 4: 3162
- EPPO. 2021. PM 7/98(5). Specific requirements for laboratories preparing accreditation for a plant pest diagnostic activity. *EPPO Bulletin*, 51: 468-498.
- IZVEDBENA UREDBA KOMISIJE (EU) 2021/1809 z dne 13. oktobra 2021 o spremembi Izvedbene uredbe (EU) 2020/1191 o ukrepih za preprečevanje vnosa virusa rjave grbančavosti plodov
- Luigi, M., Mangli, A., Valdes, M., Sitzia, M., Davino, S., Tomassoli, L. 2016. Occurrence of Tomato leaf curl New Delhi virus infecting zucchini in Sardinia (Italy). *Journal of Plant Pathology*, 98, 3: 695 str.
- Mehle, N., Nikolić, P., Rugar, M., Boben, J., Ravnikar, M., Dermastia, M. 2013. Automated DNA extraction for large numbers of plant samples. In: *Phytoplasma: Methods and Protocols, Methods in Molecular Biology*, 938: 139–145.
- Parrella, G., Troiano, E., Formisano, G., Accotto, G.P., Giorgini, M. 2018. First report of Tomato leaf curl New Delhi virus associated with severe mosaic of pumpkin in Italy. *Plant Disease*, 102, 2: 459 str.
- Parrella, G., Troiano, E., Lee, S., Kil, E.J. 2020. Tomato Leaf Curl New Delhi Virus found associated with eggplant yellowing disease in Italy. *Plant Disease*, 104, 7: 2034 str.

PRELIMINARNO LABORATORIJSKO PREUČEVANJE VPLIVA ANTAGONISTIČNIH GLIV *Trichoderma* spp. NA RAST IZOLATOV PATOGENE GLIVE *Fusarium oxysporum*

Katarina KOS¹, Nuša KANCILJA², Franci Aco CELAR³

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Ljubljana

IZVLEČEK

Laboratorijski poskus o vplivu antagonistične glive *Trichoderma* spp. (*T. asperellum* sev T34 iz 2 pripravkov: Trifender Pro in Pannon Starter Perfect Pro) na rast 4 izolatov patogene glive *Fusarium oxysporum* (iz soje, solate, ciklame in jagode) smo izvajali v dvojnih kulturah pri 15 in 25 °C. Pri 15 °C glivi *Trichoderma* spp. nista imeli večjega vpliva na rast micelija izolatov *Fusarium oxysporum*. Obe glivi v dvojni kulturi sta rasli počasi in tudi po 10 dneh ni prišlo do neposredne interakcije. Pri 25 °C pa sta glivi *Trichoderma* spp. močno vplivali na rast micelija izolatov *Fusarium oxysporum*. Do stika micelijev obeh gliv v dvojnih kulturah je prišlo že po štirih dneh, ko je gliva *Trichoderma* sp. zaustavila rast patogena in ga pozneje tudi prerasila. Višja temperatura je godila tudi izolatoma patogena, vendar v laboratorijskih razmerah niso mogli tekrovati z antagonistom. Poskus na sadikah solate v gojitvenih komorah pri 15 in 20 °C z dodajanjem (zalivanjem) spor/pripravka patogena in antagonista med obravnavanji ni pokazal večjih odstopanj v rasti solate ali obsegu okužb.

Ključne besede: antagonistične glive, *Trichoderma asperellum*, *Fusarium oxysporum*

ABSTRACT

PRELIMINARY LABORATORY STUDY OF THE EFFECT OF ANTAGONISTIC FUNGI *Trichoderma* spp. ON THE GROWTH OF ISOLATES OF THE PATHOGENIC FUNGUS *Fusarium oxysporum*

The laboratory experiment was conducted to study the effect of antagonistic fungus *Trichoderma* sp. (*T. asperellum* strain T34 from two products: Trifender Pro and Pannon Starter Perfect Pro) on the growth of 4 isolates of the pathogen *Fusarium oxysporum* (from soybean, lettuce, cyclamen and strawberry) at 15 and 25 °C in dual cultures. At 15 °C both, the pathogen and the antagonist grew slowly and after 10 days they were still not in contact, so the *Trichoderma* fungus had no effect on the growth of *F. oxysporum*. In contrast, at 25 °C, the antagonist had major impact on the growth of *F. oxysporum* isolates, when completely inhibiting the growth in contact after four days in dual culture and eventually overgrew the pathogen culture. The higher temperature also favored the mycelial growth of the pathogens, but was outcompeted by the *Trichoderma*.

¹ doc. dr., Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana

² prav tam

³ prof. dr., prav tam

The experiment on the effect of the antagonist and the pathogen on lettuce seedlings in growth chambers at 15 and 25 °C showed no significant difference in growth promotion or its reduction.

Key words: antagonistic fungi, *Trichoderma asperellum*, *Fusarium oxysporum*

1 UVOD

Mikoparazitske in antagonistične glive so preučevane z namenom, da bi razvili alternativo ali dopolnilo kemičnim FFS za zatiranje glivičnih patogenov. *Trichoderma* spp. (Sordariomycetes: Hypocreales: Hypocreaceae) so najbolj uporabljane glive v biotičnem varstvu pred patogeni. Najdemo jih v tleh po vsem svetu. So zelo učinkovite pri kolonizaciji korenin številnih vrst rastlin, pri čemer glive *Trichoderma* spp. tvorijo antibiotične izločke, ki zavirajo naselitev fitopatogenih in drugih gliv, mnoge izmed teh pa lahko tudi parazitirajo (Harman in sod., 2004; Howell, 2003; Kumar in sod., 2017, Monte, 2001). Rastline pogosto tvorijo obrambne presnovke, rod gliv *Trichoderma* pa je na mnoge od teh odporen, kar je v pomoč pri kolonizaciji korenin (Hermosa in sod., 2012). V rastlinah lahko te glive izzovejo tudi sistemsko odpornost, poleg tega pa spodbudno delujejo tudi na rast in razvoj korenin, odpornost rastlin na stres zaradi abiotičnih dejavnikov in boljši prevzem ter izkoristek hranil iz tal (Harman in sod., 2004).

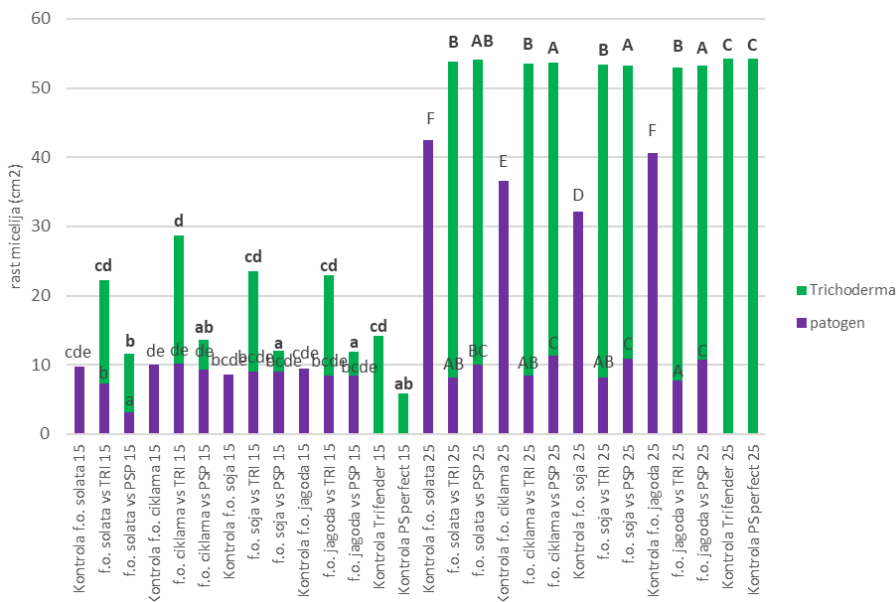
Patogen *Fusarium oxysporum* Schldl. (Sordariomycetes: Hypocreales: Nectriaceae) sodi med najpomembnejše fitopatogene glive, ki lahko okužujejo skoraj 150 različnih rastlinskih vrst. To je patogen širokega ranga gostiteljev, ki izrablja različne strategije okužbe. Gliva povzroča ožige kalčkov in padavico sadik, prizadene koreninski sistem ter je značilen parazit prevodnega sistema (Husaini in sod., 2018; Iida in sod., 2022). V raziskavi smo želeli ugotoviti najbolj optimalne temperaturne razmere, pri katerih je antagonist sposoben omejiti dostop patogena do rastline, njegovo rast in potencialen mikoparazitizem.

2 MATERIALI IN METODE DE LA

Glivo *Trichoderma asperellum* (sev T34) smo izolirali iz pripravkov Trifender Pro in Pannon Starter Perfect Pro (Kwizda Agro), izolate patogena *Fusarium oxysporum* (4 izolati iz soje, solate, jagode in ciklame) pa smo dobili iz mikološke zbirke Kmetijskega inštituta Slovenije. V poskus so bila vključena kontrolna obravnavanja in obravnavanja z dvojnimi kulturami (antagonistične VS patogene glive) na gojitvenih ploščah (PDA + tehnični agar) pri temperaturah 15 in 25 °C v 5 ponovitvah. Prirast micelija gliv smo 10 zaporednih dni občrtali in skenirane slike obdelali s programom NIS Elements BR, s katerim smo določili rast micelija gliv (cm²). Pri lončnem poskusu smo sadikam solate (5 ponovitev) v rastni substrat dodali košček micelija patogena (izolat iz solate - kontrola), zalili s suspenzijo spor antagonista (kontrola) in kombinacijo obeh. Z opazovanjem in tehtanjem nadzemskega ter podzemnega dela solate smo po enem mesecu ugotavljali vpliv gliv na rast sadik solate v rastnih komorah pri 15 in 20 °C.

3 REZULTATI Z DISKUSIJO

Pri 15 °C izolata glive *T. asperellum* nimata večjega vpliva na rast micelija patogena *F. oxysporum*. Oba izolata glive v dvojni kulturi rasteta počasi in po 10 dneh ne pride do neposredne interakcije. Tako na sliki 1, kot tudi na sliki 2 se kaže boljša rast antagonista iz pripravka Trifender (TRI) pri nižji temperaturi v primerjavi z istim sevom iz pripravka Pannon Starter Perfect Pro (PSP). Rast *T. asperellum* (TRI) je ob prisotnosti patogena pri 15 °C celo hitrejša v primerjavi s kontrolo, na kar lahko vplivajo tudi hlapni metaboliti glive *F. oxysporum* (izolat iz ciklame).



Slika 1: Prirast izolatov patogena *F. oxysporum* in agensa *T. asperellum* v kontrolnih obravnavanjih in v dvojnih kulturah pri 15 in 25 °C po 10 dneh.

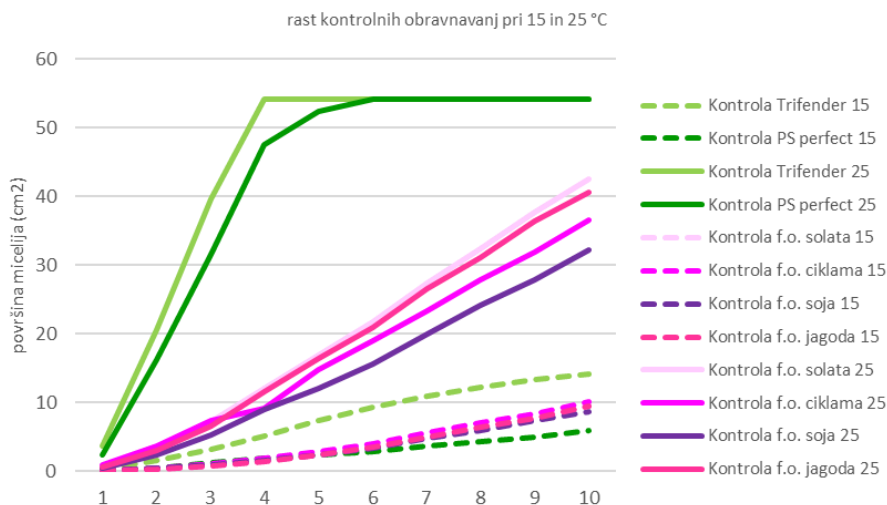
Pri 25 °C pa izolata glive *T. asperellum* močno vplivata na rast micelija patogena *Fusarium oxysporum* (slika 1). Do stika micelija obeh gliv v dvojnih kulturah pride že po štirih dneh, ko *T. asperellum* zaustavi rast fuzariuma in ga pozneje tudi preraste. Višja temperatura godi tudi izolatom patogena, kar se vidi na sliki 2 pri kontrolnih obravnavanjih fuzariuma (izolat iz solate preraste nad 40 cm² površine).

Preglednica 1: Prirast micelija (cm²) in inhibicija rasti patogena ter antagonista po 10. dneh pri 15 in 25 °C in po 3 dneh pri 25 °C (sivo obarvano).

| | Prirast 10 dni 15°C | inh 10 dni 15°C | Prirast 10 dni 25°C | inh 10 dni 25°C | Prirast 3 dni 25°C | inh 3 dni 25°C |
|--------------------------|---------------------|-----------------|---------------------|-----------------|--------------------|----------------|
| Kontrola f.o. solata 15 | 9,684 | 0,00 | 42,432 | 0,00 | 7,21 | 0,00 |
| f.o. solata vs TRI 15 | 7,258 | 25,05 | 8,114 | 80,88 | 6,47 | 10,34 |
| f.o. solata vs PSP 15 | 3,154 | 67,43 | 9,97 | 76,50 | 6,87 | 4,80 |
| Kontrola f.o. ciklama 15 | 10,056 | 0,00 | 36,586 | 0,00 | 7,34 | 0,00 |
| f.o. ciklama vs TRI 15 | 10,226 | -1,69 | 8,414 | 77,00 | 6,59 | 10,22 |
| f.o. ciklama vs PSP 15 | 9,332 | 7,20 | 11,284 | 69,16 | 7,76 | -5,69 |
| Kontrola f.o. soja 15 | 8,566 | 0,00 | 32,164 | 0,00 | 5,31 | 0,00 |
| f.o. soja vs TRI 15 | 8,99 | -4,95 | 8,18 | 74,57 | 6,48 | -22,20 |
| f.o. soja vs PSP 15 | 8,996 | -5,02 | 10,944 | 65,97 | 7,29 | -37,39 |
| Kontrola f.o. jagoda 15 | 9,458 | 0,00 | 40,614 | 0,00 | 6,57 | 0,00 |
| f.o. jagoda vs TRI 15 | 8,432 | 10,85 | 7,758 | 80,90 | 5,64 | 14,10 |
| f.o. jagoda vs PSP 15 | 8,432 | 10,85 | 10,77 | 73,48 | 6,74 | -2,65 |
| Kontrola Trifender 15 | 14,142 | 0,00 | 54,184 | 0,00 | 39,58 | 0,00 |
| Kontrola PS perfect 15 | 5,9215 | 0,00 | 54,184 | 0,00 | 31,50 | 0,00 |
| TRI vs f.o. solata 15 | 15,03 | -6,28 | 45,696 | 15,67 | 36,96 | 6,62 |
| PSP vs f.o. solata 15 | 8,41 | -42,02 | 44,196 | 18,43 | 31,69 | -0,60 |
| TRI vs f.o. ciklama 15 | 18,47 | -30,60 | 45,15 | 16,67 | 36,17 | 8,61 |
| PSP vs f.o. ciklama 15 | 4,216 | 28,80 | 42,364 | 21,81 | 29,77 | 5,49 |
| TRI vs f.o. soja 15 | 14,498 | -2,52 | 45,248 | 16,49 | 35,48 | 10,35 |
| PSP vs f.o. soja 15 | 3,11 | 47,48 | 42,256 | 22,01 | 30,11 | 4,41 |
| TRI vs f.o. jagoda 15 | 14,458 | -2,23 | 45,256 | 16,48 | 36,38 | 8,09 |
| PSP vs f.o. jagoda 15 | 3,424 | 42,18 | 42,472 | 21,62 | 28,57 | 9,31 |

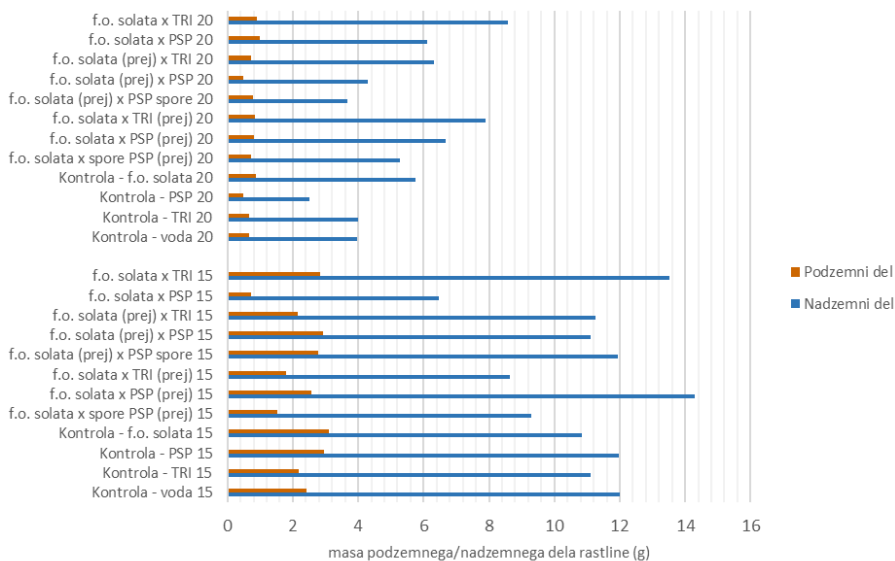
V preglednici 1 je prikazan prirast micelija po 10 dneh v kontrolnih obravnavanjih in v dvojnih kulturah. Pri 15 °C večjih odstopanj ni bilo zaradi zelo počasne rasti gliv, zanimiva pa je močna inhibicija rasti *T. asperellum* iz pripravka PSP v dvojni kulturi

pri treh izolatih patogena (iz ciklame, soje in jagode), pri izolatu iz solate bila rast micelija celo boljša kot v kontroli. Pri 25 °C je inhibicija rasti micelija patogena primerljiva z rezultati v raziskavi Altinok in Erdogan (2015), kjer so preučevali vpliv vrste *T. harzianum* na 4 izolate patogena *F. oxysporum* in je inhibicija rasti segala od 48,20 do 72,69 %, v naši raziskavi pa so bile vrednosti med 65,97 in 80,90 %. Zanimivi so tudi rezultati po 3 dneh sobivanja obeh gliv v isti petrijevki, kjer prisotnost drugih gliv (ko še ni neposrednega stika med njima) lahko vpliva na boljše ali slabšo rast druge glive, na kar lahko vplivajo tudi hlapni metaboliti obeh prisotnih gliv.



Slika 2: Desetdnevna rast agensa *T. asperellum* in patogena *F. oxysporum* v kontrolnih obravnavanjih pri temperaturah 15 in 25 °C.

V lončnem poskusu so sadike solate bolje rastle pri nižji temperaturi (15 °C), vendar razlik v rasti nadzemnega in podzemnega dela rastlin ne moremo pripisati vplivu patogena, antagonista ali kombinaciji obeh v primerjavi s kontrolami, saj so si podatki nasprotujoči. Tako je bil največji prirast nadzemnega dela pri 15 °C v obravnavanju, kjer smo pripravek PSP dodali teden dni prej kot patogena, najslabši pa je bil ob hkrati aplikaciji patogena in pripravka PSP. Pri 20 °C pa so sadike bolje rastle v kombinaciji dodanih gliv (patogen +antagonist) v primerjavi s kontrolnimi obravnavanji.



500

Številne predhodne raziskave so pokazale velik potencial gliv *Trichoderma* spp. za uporabo proti talnim patogenom, kot so bela zrnata gniloba (Hadad in sod., 2017; Smith *et al.*, 2013; Tančić *et al.*, 2013; Smolińska *et al.*, 2016), bela gniloba solate, bela gniloba čebulnic (Ethur *et al.*, 2005; Hernandez Castillo *et al.*, 2011), padavica sadik (Le *et al.* 2003; Abdelzاهر 2004), ogljena trohnoba soje (Khan in Gupta 1998) in bela noga krompirja (Lewis *et al.* 1998). V naši raziskavi se je pokazal močan vpliv antagonista na patogena pri višji temperaturi, kjer *T. asperellum* hitro doseže kulturo patogena in jo sčasoma tudi preraste, s tem pa ustavi rast patogena in ga lahko tudi parazitira.

Priporoča se uporaba pripravkov na podlagi antagonistične glive *T. asperellum* v fazi pred presajanjem sadik na prosto (uporaba proti talnim patogenom). Poleg namakanja sadik, se ga lahko aplicira tudi neposredno ob setvi ali se ga plitko vdela v tla. Ob slednjem je dobro upoštevati, da gliva, glede na rezultate raziskave, najbolje raste in negativno vpliva na patogene (in tudi ostale) glive pri višji temperaturi (25 °C), pri pripravku Trifender lahko tudi pri nižjih temperaturah (15 °C). Tako zagotovimo uspešno preraščanje koreninske grude, ki prepreči dostop patogenov do korenin. S tem se izognemo kompeticiji z ostalimi organizmi v tleh in omogočimo najugodnejše razmere za koristne glive.

4 ZAHVALA

Raziskava je bila opravljena v okviru programa strokovnih nalog s področja zdravstvenega varstva rastlin, ki ga financira UVHVVR. Zahvaljujemo se podjetju Arbolus d.o.o za vzorce pripravkov Trifender PRO in Pannon Starter Perfect Pro ter Kmetijskemu inštitutu Slovenije za izolate glive *Fusarium oxysporum*.

5 VIRI

- Abdelzaher H. (2004) Occurrence of damping-off of wheat caused by *Pythium tokunaga* in El-Minia, Egypt and its possible control by *Gliocladium roseum* and *Trichoderma harzianum*. Arch Phytopathol Plant Protect, 37: 147–159.
- Altinok H.H., Erdogan O. (2015) Determination of the in vitro effect of *Trichoderma harzianum* on phytopathogenic strains of *Fusarium oxysporum*. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca 43(2):494–500.
- Ethur L.Z., Blume E., Muniz M., Silva A.C.F. Da., Stefanelo D.R., Rocha E.K. Da. (2005) Fungos antagonistas a *Sclerotinia sclerotiorum* em pepineiro cultivado em estufa. Fitopatologia Brasileira, v.30, p.127-133. DOI: 10.1590/S0100-41582005000200004.
- Haddad P.E., Leite L.G., Lucon C.M.M., Harakava R. (2017) Selection of *Trichoderma* spp. strains for the control of *Sclerotinia sclerotiorum* in soybean. Pesquisa Agropecuária Brasileira 52: 1140-1148. (<https://doi.org/10.1590/S0100-204X2017001200002>)
- Harman G., Howell C., Viterbo A. et al. (2004) *Trichoderma* species — opportunistic, avirulent plant symbionts. Nat Rev Microbiol 2, 43–56. <https://doi.org/10.1038/nrmicro797>
- Hermosa R., Viterbo A., Chet I., Monte E.G. (2012) Plant-beneficial effects of *Trichoderma* and of its genes. Microbiology 158(1):17–25.
- Hernandez Castillo F.D., Berlanga Padilla A.M., Gallegos Morales G., Cepeda Siller M., Rodriguez Herrera R., Aguilar Gonzales C.N., Castilho Reyes F. (2011) In vitro antagonist action of *Trichoderma* strains against *Sclerotinia sclerotiorum* and *Sclerotium cepivorum*. American Journal of Agricultural and Biological Sciences, v.6, p.410-417, 2011. DOI: 10.3844/ajabssp.2011.410.417
- Howell C.R. (2003) Mechanisms employed by *Trichoderma* species in the biological control of plant diseases: the history and evolution of current concepts. Plant Dis. 87: 4-10.
- Husaini A.M., Sakina A., Cambay S. R. (2018) Host–pathogen Interaction In *Fusarium Oxysporum* Infections: Where Do We Stand? Molecular plant-microbe interactions, v. 31 ,9 pp. 889-898. doi: 10.1094/MPMI-12-17-0302-CR
- Iida Y., Ogata A., Kanda H., Nishi O., Sushida H., Higashi Y., Tsuge T. (2022) Biocontrol Activity of Nonpathogenic Strains of *Fusarium oxysporum*: Colonization on the Root Surface to Overcome Nutritional Competition. Front. Microbiol. 13:826677. doi: 10.3389/fmicb.2022.826677
- Khan M.R., Gupta J. (1998) Antagonistic efficacy of *Trichoderma* species against *Macrophomina phaseolina* on eggplant. Z. PflKrankh. PflSch, 105(4): 387–393.
- Kumar G., Maharshi A., Patel J., Mukherjee A., Singh H.B., Sarma B.K. (2017) *Trichoderma* : A Potential Fungal Antagonist to Control Plant Diseases. ATSA Mukhapatra - Annual Technical Issue 21, https://www.researchgate.net/publication/314946122_Trichoderma_A_Potential_Fungal_Antagonist_to_Control_Plant_Diseases [accessed May 18 2022].
- Le H.T., Black L.L., Sikora R.A. (2003) Evaluation of *Trichoderma* spp. for biocontrol of tomato sudden caused by *Pythium aphanidermatum* following flooding in tropical hot season. Commun Agric Appl Biol Sci, 68: 463–474.
- Lewis J.A., Fravel D.R. (1996) Influence of Pyrex/biomass preparations of biocontrol fungi on snap bean damping-off in the field caused by *Sclerotium rolfsii* and on germination of sclerotia of the pathogen. Plant Dis, 80: 655–659.
- Monte E. (2001) *Understanding Trichoderma*: between biotechnology and microbial ecology. Int. Microbiol. 4:1-4.
- Smith A., Beltrán C.A., Kusunoki M., Cotes A.M., Motohashi K., Kondo T., Deguchi M. (2013) Diversity of soil-dwelling *Trichoderma* in Colombia and their potential as biocontrol agents against the phytopathogenic fungus *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary. Journal of General Plant Pathology, v.79, p.74-85. DOI: 10.1007/s10327-012-0419-1.
- Smolińska U., Kowalska B., Kowalczyk W., Szczech M., Murgrabia A. (2016) Eradication of *Sclerotinia sclerotiorum* sclerotia from soil using organic waste materials as *Trichoderma* fungi carriers. Journal of Horticultural Research, v.24, p.101-110. DOI: 10.1515/johr-2016-0012.
- Tančić S., Skrobolja J., Lalošević M., Jevtić R., Vidić, M. (2013) Impact of *Trichoderma* spp. on soybean seed germination and potential antagonistic effect on *Sclerotinia sclerotiorum*. Pesticidi i Fitomedicina, v.28, p.181-185.

LABORATORIJSKO PREIZKUŠANJE UČINKOVITOSTI HIPERPARAZITSKE GLIVE *Coniothyrium minitans* W.A. Campb. NA SKLEROCIJIH RAZLIČNIH FITOPATOGENIH GLIV

Franci Aco CELAR¹, Urša PRISLAN², Katarina KOS³

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

IZVLEČEK

V laboratorijskih razmerah smo v dvojnih kulturah preučevali potencialno antagonistično delovanja glive *Coniothyrium minitans*, seva NCAIM 51/2004, proti šestim fitopatogenim glivam: *Sclerotinia sclerotiorum*, *Sclerotinia minor*, *Sclerotium cepivorum*, *Athelia rolfsii*, *Botrytis* sp. in *Macrophomina phaseolina*. Ugotoviti smo hoteli optimalne pogoje za učinkovito antagonistično delovanje te glive s poudarkom na parazitiranju sklerocijev fitopatogenih gliv. V dvojnih kulturah, pri temperaturi 15 °C, prisotnost patogenih gliv ni vplivala na rast antagonistične glive *C. minitans*, medtem ko so pri temperaturah 20 in 25 °C prisotni patogeni vplivali na čas ustavitve rasti hiperparazitske glive *C. minitans*. Obseg parazitiranja sklerocijev fitopatogenih gliv je bil vrstno specifičen, medtem ko je bila hitrost parazitiranja odvisna od temperature. Vrsta *C. minitans* v celoti parazitira sklerocije gliv *S. sclerotiorum* in *S. minor*, medtem ko sklerocije ostalih gliv samo posamično in pri določenih temperaturah (*Botrytis* sp., *S. cepivorum*) ali pa sploh ne (*A. rolfsii*, *M. phaseolina*). Optimalna temperatura za rast in parazitiranje hiperparazitske glive *C. minitans* je bila 20 °C.

Ključne besede: *Coniothyrium minitans*, fitopatogene glive, parazitizem, sklerociji, temperatura, učinkovitost

ABSTRACT

LABORATORY STUDY OF THE EFFICACY OF THE HYPERPARASITIC FUNGUS *Coniothyrium minitans* W.A. Campb. ON SCLEROTIA OF VARIOUS PHYTOPATHOGENIC FUNGI

The potential antagonistic activity of the fungus *Coniothyrium minitans*, strain NCAIM 51/2004, against six phytopathogenic fungi: *Sclerotinia sclerotiorum*, *Sclerotinia minor*, *Sclerotium cepivorum*, *Athelia rolfsii*, *Botrytis* sp. and *Macrophomina phaseolina* was studied in double cultures under laboratory conditions. We aimed to determine the optimal conditions for the effective antagonistic action of this fungus with emphasis on parasitizing sclerotia of phytopathogenic fungi. In dual cultures, at 15°C, the presence of pathogenic fungi did not affect the growth of the antagonistic fungus *C. minitans*, while

¹ izr. prof. dr., Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana

² mag. inž. hort., prav tam

³ doc. dr., prav tam

at 20°C and 25°C, the presence of pathogens affected the time of cessation of growth of the hyperparasitic fungus *C. minitans*. The extent of parasitization of sclerotia by phytopathogenic fungi was species specific, while the rate of parasitization was temperature dependent. *C. minitans* completely parasitized the sclerotia of *S. sclerotiorum* and *S. minor*, whereas the sclerotia of other fungi were parasitized only singly and at certain temperatures (*Botrytis* sp., *S. cepivorum*) or not at all (*A. rolfsii*, *M. phaseolina*). The optimal temperature for growth and parasitism of the hyperparasitic fungus *C. minitans* was 20°C.

Key words: *Coniothyrium minitans*, efficiency, parasitism, phytopathogenic fungi, sclerotia, temperature

1 UVOD

Fitotogene glive, ki tvorijo sklerocije, predstavljajo za pridelovalce gojenih rastlinskih vrst veliko težavo, ker lahko s sklerociji preživijo zelo neugodne okoljske razmere, zlasti zimo. Sklerociji so glivne preživetvene strukture, gosti kompaktni spleti hif, v notranjosti katerih so shranjene zaloge hrane. Pri nekaterih patogenih glivah so sklerociji edini vir kužila v naslednji rastni dobi. Poleg tega, da se večinoma ohranjajo v tleh, so tudi izredno trdoživi in jih tudi s fitofarmaceutskimi sredstvi ne moremo uničiti. Gospodarsko pomembnejše vrste patogenih gliv, ki tvorijo sklerocije in se pojavljajo tudi na naših pridelovalnih zemljiščih, spadajo v rodove *Sclerotium*, *Sclerotinia*, *Botrytis*, *Macrophomina* in *Athelia*.

Zaradi neučinkovitega kemičnega načina varstva rastlin pred to skupino patogenov so se v zadnjem času raziskave usmerile predvsem v možnosti biotičnega zatiranja le teh. Kot najbolj obetajoč biotični agens se kaže antagonistična gliva *Coniothyrium minitans*. Gliva je hiperparazit, ki se hrani s sklerociji patogenih gliv v tleh, zaradi česar jo uvrščamo med koristne organizme z velikim potencialom v varstvu proti tovrstnim patogenom.

Parazitsko glivo *C. minitans* je iz parazitiranih sklerocijev glive *S. sclerotiorum* prvič izoliral Campbell (1947), ki je na podlagi svojih poskusov opozoril na njen velik potencial v biotičnem varstvu rastlin. V naravi se pojavlja predvsem v sklerocijih gliv *S. sclerotiorum* in *S. trifoliorum*, vendar je sposobna parazitirati tudi sklerocije vrst gliv iz rodov *Sclerotinia* in *Sclerotium* (Whipps in Gerlagh, 1992).

Sposobnost parazitiranja sklerocijev je ključna lastnost, da je gliva uporabna v biotičnem varstvu rastlin. Kot je značilno za mnoge biotične agense za varstvo rastlin, je uspešnost parazitiranja patogena odvisna od različnih okoljskih in biotičnih dejavnikov. Temperatura pomembno vpliva na rast in razvoj glive *C. minitans*. V laboratorijskih poskusih je bilo ugotovljeno, da temperature višje od 25 °C povzročijo neaktivnost glive *C. minitans* (Whipps *et al.*, 2008). Zeng *et al.* (2012) so ugotovili, da gliva najbolje raste pri 20 °C, potem pa se rast postopoma zmanjšuje z višanjem oziroma nižanjem temperature.

Hiperparazitska gliva *C. minitans* prodira v sklerocije neposredno skozi njihovo zunanjo pigmentirano skorjo ali prek obstoječih razpok, ki se pojavijo na njihovem površju. Potem z rastjo nadaljuje v medcelični in znotrajcelični prostor sklerocijskega

tkiva. V okuženih celicah se začnejo najprej kazati znaki plazmolize, agregacije in vakuolizacije, nato pa začnejo celične stene sklerocijev postopoma propadati (Whipps in Gerlagh, 1992). Prodor glive *C. minitans* v celice omogoča tvorba širokega nabora encimov, ki pospešujejo kolonizacijo in razgradnjo sklerocijev (Zeng *et al.* 2012).

Namen raziskave je bil ugotoviti učinkovitost glive *C. minitans* za zatiranje sklerocijev šestih izbranih patogenih gliv: *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary, *Sclerotinia minor* Jagger., *Sclerotium cepivorum* Berk., *Athelia rolfsii* /Curzi/ C.C. Tu & Kimbr., *Botrytis* sp. Pers., in *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid. v laboratorijskih pogojih.

2 MATERIAL IN METODE

2.1 Izolati gliv in testiranje v dvojnih kulturah

Monosporni izolat hiperparazitske glive *C. minitans* (sev NCAIM 51/2004) smo s pomočjo standardne metode redčenja pridobili iz komercialnega pripravka Őko-ni[®]-WP. Pripravek pri nas ni registriran kot fitofarmaceutsko sredstvo, ampak kot mikrobiološki pospeševalec rasti in je dovoljen v ekološki pridelavi (Arbolus, 2019). Patogene glive *M. phaseolina*, *Botrytis* sp., *S. cepivorum* in *S. minor* so bile iz zbirke Kmetijskega inštituta Slovenije. Gliva *S. sclerotiorum* je bila izolirana iz solate na Biotehniški fakulteti leta 2013, gliva *A. rolfsii* pa je bila izolirana iz paradižnika leta 2018.

Vse patogene in parazitska gliva so bile namnožene na polovičnem trdnem PDA gojišču (½ PDA + ½ tehničnega agarja; Biolife) pri 20 °C. Poskus je bil izveden v laboratoriju Katedre za fitomedicino, kmetijsko tehniko, poljedelstvo, pašništvo in travništvo, na Oddelku za Agronomijo Biotehniške fakultete v Ljubljani.

V prvem delu raziskave smo ugotavljali optimalno temperaturo za rast in razvoj izolata antagonistične glive *C. minitans*. Glivo smo gojili na polovičnem PDA gojišču pri treh različnih temperaturah (15, 20 in 25 °C) in 60 % relativni zračni vlagi.

V naslednjem poskusu smo preučevali tekmovalno sposobnost antagonistične glive *Coniothyrium minitans* napram izbranim fitopatogenim glivam pri treh različnih temperaturah (15, 20 in 25 °C). Ugotoviti smo hoteli, ali tekmovanje za prostor in hrano vpliva na antagonistično učinkovitost te glive. Po metodi dvojnih kultur smo jo na polovičnem PDA gojišču izpostavili šestim izbranim patogenim glivam. Na eni strani petrijevke s premerom 9 cm, je bil inokuliran košček patogene glive, na drugi strani pa košček hiperparazitske glive *C. minitans*. Sedem dni stare kulture gliv (patogenih in *C. minitans*) smo nacepili 1 cm od levega in desnega roba petrijevke. Vsi inokulirani koščki gliv so bili enake velikosti, narejeni s plutovtrom premera 4 mm. Medsebojna razdalja med inokuliranimi koščki je bila v vseh ponovitvah enaka, saj so bile petrijevke postavljene na milimetrski papir z označenimi točkami za inokulacijo. Vsako obravnavanje smo izvedli v 4 ponovitvah, ravno tako kontrolno, kjer je bila na gojišče nacepljena le gliva *C. minitans*.

Vsak dan smo izmerili površino micelija glive *C. minitans* in ocenili njeno sposobnost parazitiranja micelija posameznih patogenih gliv. Deset dni zaporedoma smo dnevno označevali površino zraslega micelija. Po končanem poskusu smo petrijevke skenirali in slike obdelali s programom NIS Elements BR.

2.2 Inokulacija in ocenjevanje parazitiranja sklerocijev

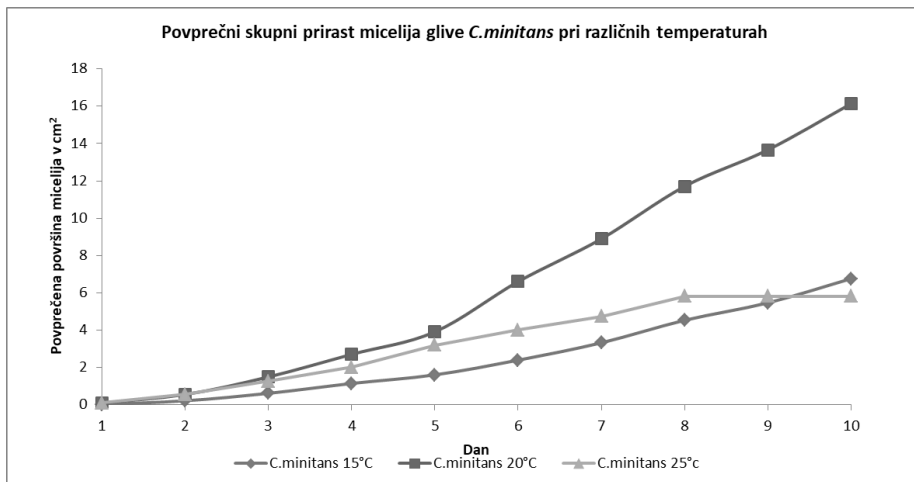
Sklerociji, ki so jih tvorili patogeni v prvem delu poskusa, so bili tretirani s suspenzijo konidijev (piknospor) glive *C. minitans*. V vsako petrijevko je bil položen listič, ki je bil prelit z 10 ml sterilne destilirane vode, na listič je bil položen vlažen zobni tampon (Tosama). Na vlažen listič je bilo v vsako petrijevko danih po 5 sklerocijev patogena in vsak sklerocij je bil prelit z 1 μ l suspenzije, ki je vsebovala spore glive *C. minitans*. Ves material, ki je bil uporabljen za postavitve poskusa je bil sterilen (lističi, tamponi, nastavki za pipete, destilirana voda itd. so bili avtoklavirani), da ne bi prišlo do morebitnih nenamernih kontaminacij. Spore parazitske glive so bile pridobljene iz okuženih sklerocijev glive *S. sclerotiorum* iz prvega dela poskusa ter bile dane v destilirano vodo. S pomočjo hemocitometra je bilo preštevano število spor v 1 μ l suspenzije. Povprečno število spor glive *C. minitans* v 1 μ l vodne suspenzije je bilo 32 ($3,2 \times 10^3$ /ml).

Za vsako patogeno glivo so bile izvedene štiri ponovitve inokulacije sklerocijev (skupaj 20 sklerocijev) pri treh različnih temperaturah (15, 20 in 25 °C). Šest tednov zapored so bili sklerociji enkrat na teden pregledani. Ocenili smo znamenja okužbe oziroma parazitiranja, ki bi jih povzročila parazitska gliva *C. minitans* (preglednice 1-3). Ob pregledovanju smo poskrbeli tudi za vlažnost papirja v petrijevkah in če je bilo potrebno, smo tampone v njih dodatno navlažili. Whipps in Gerlagh (1992) sta namreč ugotovila, da je visoka vlaga velikega pomena za normalno parazitsko aktivnost glive *C. minitans*.

3 REZULTATI

505

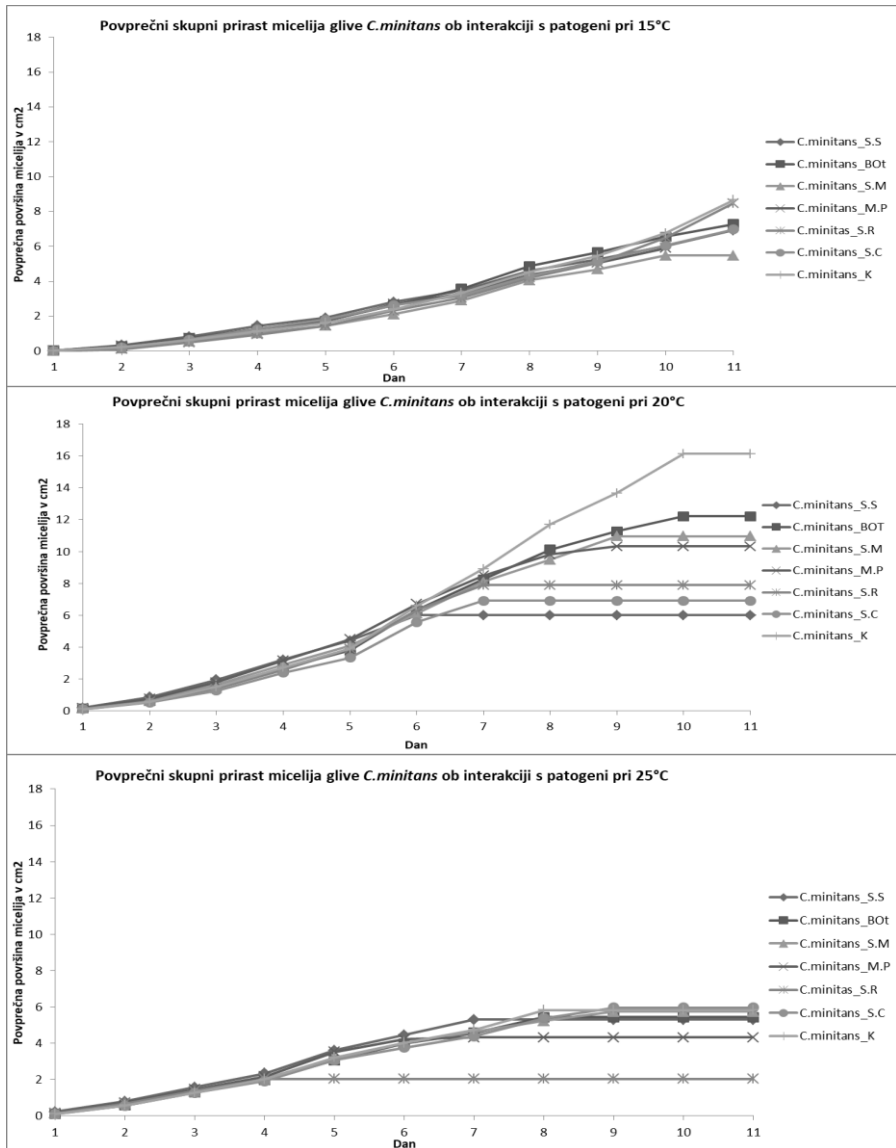
V prvem delu smo ugotavljali optimalno temperaturo za rast in razvoj antagonistične glive *C. minitans*. Gliva je najbolje rastle pri temperaturi 20 °C (slika 1).



Slika 1: Povprečni skupni prirast micelija glive *C. minitans* pri temperaturah 15, 20 in 25 °C.

V poskusu z dvojnimi kulturami, pri temperaturi 15 °C, prisotnost patogenih gliv ni imela vpliva na rast antagonistične glive *C. minitans*. V primerjavi z rastjo v

kontrolnem obravnavanju ni bilo večjih odstopanj v njeni rasti zaradi prisotnosti patogenov.



Slika 2: Povprečni skupni prirast micelija glive *C. minitans* ob interakciji s patogeni po dnevih pri 15, 20 in 25 °C. (S.S= *S. sclerotium*, BOT= *Botrytis* sp., S.M= *S. minor*, M.P= *M. phaseolina*, S.R= *S. rolfii*, S.C= *S. cepivorum*, K= kontrola).

Pri temperaturah 20 in 25 °C se je pokazal vpliv prisotnosti patogenov na čas ustavitve rasti glive *C. minitans* (slika 2). Čas, po katerem je gliva *C. minitans* prenehala rasti, je odvisen predvsem od intenzivnosti rasti posamezne vrste patogene glive, ki je rasla v dvojni kulturi z njo. Iz spodnjih grafov je to razvidno po tem, ko se rastna krivulja glive *C. minitans* popolnoma izravna.

Pri obeh temperaturah, 20 °C in 25 °C, je bila patogena gliva *S. rolfsii* tista, ki je ustavila rast glive *C. minitans* najprej, pri temperaturi 25 °C že četrti dan opazovanja (slika 2). Iz slike so vidne razlike v rasti glive *C. minitans* (kontrolno in ostala obravnavanja) glede na temperaturo inkubacije. Ponovno se je pokazalo, da je tudi v primeru dvojnih kultur optimalna temperatura za njeno rast 20 °C.

Preglednica 1: Parazitiranost sklerocijev patogenih gliv po tednih pri temperaturi 15 °C.

| Patogena gliva | 1.teden | 2.teden | 3.teden | 4.teden | 5.teden | 6.teden |
|------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| <i>S. sclerotiorum</i> | 0/20 | 4/20 | 11/20 | 20/20 | 20/20 | 20/20 |
| <i>S. minor</i> | 0/20 | 0/20 | 0/20 | 0/20 | 6/20 | 20/20 |
| <i>S. rolfsii</i> | 0/20 | 0/20 | 0/20 | 0/20 | 0/20 | 0/20 |
| <i>S. cepivorum</i> | 0/20 | 0/20 | 0/20 | 0/20 | 0/20 | 0/20 |
| <i>M. phaseolina</i> | 0/20 | 0/20 | 0/20 | 0/20 | 0/20 | 0/20 |
| <i>Botrytis</i> sp. | 0/20 | 0/20 | 0/20 | 0/20 | 0/20 | 2/20 |

Preglednica 2: Parazitiranost sklerocijev patogenih gliv po tednih pri temperaturi 20 °C.

| Patogena gliva | 1.teden | 2.teden | 3.teden | 4.teden | 5.teden | 6.teden |
|------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| <i>S. sclerotiorum</i> | 3/20 | 10/20 | 20/20 | 20/20 | 20/20 | 20/20 |
| <i>S. minor</i> | 0/20 | 0/20 | 3/20 | 12/20 | 20/20 | 20/20 |
| <i>S. rolfsii</i> | 0/20 | 0/20 | 0/20 | 0/20 | 0/20 | 0/20 |
| <i>S. cepivorum</i> | 0/20 | 0/20 | 0/20 | 0/20 | 0/20 | 3/20 |
| <i>M. phaseolina</i> | 0/20 | 0/20 | 0/20 | 0/20 | 0/20 | 0/20 |
| <i>Botrytis</i> sp. | 0/20 | 0/20 | 0/20 | 0/20 | 0/20 | 0/20 |

Preglednica 3: Parazitiranost sklerocijev patogenih gliv po tednih pri temperaturi 25 °C.

| Patogena gliva | 1.teden | 2.teden | 3.teden | 4.teden | 5.teden | 6.teden |
|------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| <i>S. sclerotiorum</i> | 0/20 | 5/20 | 14/20 | 20/20 | 20/20 | 20/20 |
| <i>S. minor</i> | 0/20 | 0/20 | 0/20 | 9/20 | 15/20 | 20/20 |
| <i>S. rolfsii</i> | 0/20 | 0/20 | 0/20 | 0/20 | 0/20 | 0/20 |
| <i>S. cepivorum</i> | 0/20 | 0/20 | 0/20 | 0/20 | 0/20 | 2/20 |
| <i>M. phaseolina</i> | 0/20 | 0/20 | 0/20 | 0/20 | 0/20 | 0/20 |
| <i>Botrytis</i> sp. | 0/20 | 0/20 | 0/20 | 0/20 | 0/20 | 0/20 |

Obseg parazitiranja sklerocijev fitopatogenih gliv je bil vrstno specifičen, medtem ko je bila hitrost parazitiranja odvisna od temperature (preglednice 1-3). *C. minitans* v celoti parazitira sklerocije gliv *S. sclerotiorum* in *S. minor*, medtem ko sklerocije ostalih gliv samo posamično in pri določenih temperaturah (*Botrytis* sp., *S. cepivorum*) ali pa sploh ne (*A. rolfsii*, *M. phaseolina*). Optimalna temperatura za rast in parazitiranje hiperparazitike glive *C. minitans* je bila 20 °C.

4 SKLEPI

Optimalna temperatura za rast in parazitiranje sklerocijev patogenih gliv s strani hiperparazitske glive *C. minitans* je bila 20 °C. Obseg parazitiranja sklerocijev fitopatogenih gliv je bil vrstno specifičen, medtem ko je bila hitrost parazitiranja odvisna od temperature. *C. minitans* v celoti parazitira sklerocije gliv *S. sclerotiorum* in *S. minor*, medtem ko sklerocije ostalih gliv samo posamično in pri določenih temperaturah (*Botrytis* sp., *S. cepivorum*) ali pa sploh ne (*A. rolfsii*, *M. phaseolina*). Glede na rezultate laboratorijskih poskusov je hiperparazitska gliva *C. minitans* (sev NCAIM 51/2004) učinkovit biotični agens za parazitiranje in uničevanje sklerocijev gliv *Sclerotinia sclerotiorum* in *Sclerotinia minor*, medtem ko je bila učinkovitost proti sklerocijem ostali preučevanih gliv minimalna ali celo nikakršna.

5 ZAHVALA

Raziskava je opravljena v okviru programa strokovnih nalog s področja zdravstvenega varstva rastlin, ki ga financira MKGP, UVHVVR. Zahvaljujemo se podjetju Arbolus d.o.o za vzorec pripravka Őko-ni@-WP ter Kmetijskemu inštitutu Slovenije, Oddeleku za varstvo rastlin, za izolate fitopatogenih gliv.

6 LITERATURA

- Arbolus. 2019. <http://arbolus.si/izdelek/oko-ni-wp/> (junij, 2019)
- Campbell, W.A. 1947. A new species of *Coniothyrium* parasitic on sclerotia. *Mycologia* 39, 190-195.
- Whipps J.M., Gerlagh M. 1992. Biology of *Coniothyrium minitans* and its potential for use in disease biocontrol. *Mycological research* 96(11):897-907.
- Whipps J.M., Sreenivasaprasad S., Muthumeenakshi S., Rogers C.W., Challen M.P. 2008. Use of *Coniothyrium minitans* as a biocontrol agent and some molecular aspects of sclerotial mycoparasitism. *European journal plant pathology*, 121:323-330.
- Zeng, W., Wang, D., Kirk W., Hao, J. 2012. Use of *Coniothyrium minitans* and other microorganisms for reducing *Sclerotinia sclerotiorum*. *Biological control*, 60:225-232.

ANALIZA TEHNIČNEGA STANJA PRŠILNIKOV V OBČINI BRDA

Tomaž POJE¹, Alen MALIGOJ²

¹ Kmetijski inštitut Slovenije, Oddelek za kmetijsko tehniko in energetiko, Ljubljana

IZVLEČEK

Na podlagi rednih pregledov naprav za nanos FFS smo analizirali stanje pršilnikov v občini Brda. Primerjali smo rezultate pregledov pršilnikov v letih 2014 in 2018. Leta 2018 je bilo pregledanih 543 pršilnikov; 89 pršilnikov oziroma 16,6 % je imelo vsaj eno napako. Na prvem mestu napak je zamašena šoba s 23,7 % deležem, sledi poškodovan ali neustrezen manometer z 20,3 % deležem. Leta 2014 je bilo pregledanih 235 pršilnikov. Od tega je imelo 36 % pršilnikov vsaj eno napako. Največ napak je bilo zaradi manometra in šob. Povprečna starost pršilnikov leta 2018 je bila 27 let, med proizvajalci pa prevladuje Agromehanika s 34,3 % deležem.

Ključne besede: pršilniki, redni pregled, tehnične napake, starost pršilnikov, blagovne znamke

509

ABSTRACT

ANALYSIS OF THE TECHNICAL CONDITION OF AIR-ASSISTED SPRAYERS IN THE MUNICIPALITY OF BRDA

Based on regular inspections of pesticide application equipment, we analysed the condition of air-assisted sprayers in the municipality of brda. We compared the results of air-assisted sprayer inspections in 2014 and 2018. In 2018, 543 air-assisted sprayers were inspected. 89 air-assisted sprayers or 16.6% had at least one defect. The most common defect was a clogged nozzle with a share of 23.7%, followed by a damaged or inadequate manometer with a share of 20.3%. In 2014, 235 air-assisted sprayers were inspected. Out of all inspected air-assisted sprayers 36% of them had at least one defect. Most of the defects were due to the manometer and nozzles. The average age of air-assisted sprayers in 2018 was 27 years, with agromehanika predominating among manufacturers with a 34.3% share.

Key words: air-assisted sprayers, regular inspection, technical defects, age of air-assisted sprayers, brand

¹ mag., univ. dipl. ing., Hacquetova ulica 17, SI-1000 Ljubljana, e-pošta: Tomaz.Poje@kis.si

² dipl. ing. vin., Miren 157b, SI-5291 Miren

1 UVOD

Začetki testiranja naprav za nanašanje FFS v uporabi v Sloveniji segajo v leto 1991. Osnovne zahteve za redne preglede naprav za nanašanje fitofarmaceutskih sredstev v Sloveniji so podane v Zakonu o fitofarmaceutskih sredstvih, s katerim se izvajajo določbe Direktive 2009/128/ES o trajnostni uporabi pesticidov (Zakon o fitofarmaceutskih sredstvih, 2012).

Od 1.1.2020 velja nov Pravilnik o zahtevah glede pravilnega delovanja naprav za nanašanje fitofarmaceutskih sredstev in o pogojih ter načinu izvajanja njihovih pregledov (Pravilnik o zahtevah..., 2019) na podlagi Zakona o fitofarmaceutskih sredstvih. Ta novi pravilnik v primerjavi s prejšnjim določa tudi dve pomembni novosti: po novem je potrebno naprave za nanašanje FFS pregledati v dveh delih. Najprej se izvede predhodni pregled, ki se ga opravi v skladu s standardom SIS EN ISO 16122-1, in nato po pozitivnem predhodnem pregledu sledi pregled naprave z meritvami, ki se ga izvede v skladu s petim poglavjem standardov SIST EN ISO 16122-2, SIST EN ISO 16122-3 in SIST EN ISO 16122-4 (Pravilnik o zahtevah..., 2019).

V prispevku pa obravnamo pregledane naprave v letih, ko je v Sloveniji veljal Pravilnik o zahtevah glede pravilnega delovanja naprav za nanašanje fitofarmaceutskih sredstev in o pogojih ter načinu izvajanja njihovih pregledov iz leta 2013. Po zahtevah tega pravilnika se v Sloveniji za nanašanje FFS lahko uporabljajo le naprave, ki imajo potrdilo o rednem pregledu in znak o rednem pregledu. Lastnik nove naprave mora pred prvo uporabo naprave oziroma najpozneje v šestih mesecih od nakupa pri pregledniku podati predlog za pridobitev znaka o rednem pregledu ter potrdila o pravilnem delovanju naprave. Za nove naprave velja potrdilo 5 let, vse ostale pa morajo biti pregledane na vsake tri leta (Pravilnik o zahtevah..., 2013).

Slovenija ima osem pooblaščenih izvajalcev za preglede naprav za nanašanje FFS glede njihovega pravilnega delovanja. Delujejo po teritorialnem načelu. Datum pregleda in lokacija pregleda je vnaprej znan in je na voljo na spletni strani Uprave RS za varno hrano, veterinarsko in varstvo rastlin ter na spletni strani pooblaščenih izvajalcev. Lastniki naprav prejmejo tudi pisni poziv za pregled naprave za nanašanje FFS. Sistem pregledovanja je v Sloveniji dobro postavljen in pregleden. Metodologija pregleda je predpisana, delo pa nadzorujejo Uprava RS za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin in dva fitosanitarna inšpektorja (Prijava naprave..., 2022).

V letih 2016 in 2017 je bilo skupaj pregledanih 16111 naprav za nanašanje fitofarmaceutskih sredstev. Na prvih treh mestih med proizvajalci naprav so domači proizvajalci, med katerimi je Agromehanika daleč v ospredju. Škopilnice, pregledane v letih 2016 in 2017, so v povprečju starejše od pršilnikov. Glede na leto izdelave naprav, lahko ocenimo, da je veliko naprav tehnično zastarelih, čeprav še vedno izpolnjujejo minimalne tehnične zahteve, ki jih pooblaščen organizacije spremljajo na pregledih (Poje, 2019). Od leta 2005 do leta 2014 je bilo v Sloveniji pregledano 22.535 pršilnikov, od tega je kar 44 % vseh pršilnikov pregledano na območju Upravne enote Nove Gorice. Na tem območju naj bi bilo kar 25 % pršilnikov, ki niso ustrezali predpisom pri rednem pregledu naprav za nanos FFS (Golorej, 2016).

510

Namen tega prispevka pa je analiza tehničnega stanja pršilnikov v vinogradniški občini Brda.

2 MATERIALI IN METODE

Tehnično stanje pršilnikov smo ugotavljali na podlagi podatkov iz rednih pregledov naprav za nanašanje FFS v občini Brdo. Ker je to predvsem vinogradniška občina, smo se osredotočili na analizo pregledanih pršilnikov. Redne preglede naprav za nanašanje FFS na tem področju izvaja Tehniški Šolski center Nova Gorica (Biotehniška šola Šempeter). V občini Brda pregled naprav za nanos FFS izvajajo na dveh lokacijah, to sta kraja Dobrovo in Hum. Dodatni pregled pa je bil možen tudi na sedežu Biotehniške šole v Šempetru. Podatki oziroma rezultati o rednih pregledih naprav za nanos FFS za leto 2018 so bili zabeleženi v MS Excel obliki; podatki za leto 2014 pa so bili zabeleženi v papirni obliki in hranjeni v arhivu šole. Sami pregledi so bili izvedeni z zahtevami Pravidnika o zahtevah glede pravičnega delovanja naprav za nanašanje fitofarmacevtskih sredstev in o pogojih ter načinu izvajanja njihovih pregledov iz leta 2013. Med drugim pa so uporabljali AAMS Salvarani BVBA (Advanced Agricultural Measurement Systems) merilni voziček s šestnajstimi merilnimi menzurami, njihov merilni kovček s senzorji in programsko opremo. Za analizo dobljenih rezultatov smo uporabili deskriptivne statistike s programom Microsoft Office Excel.

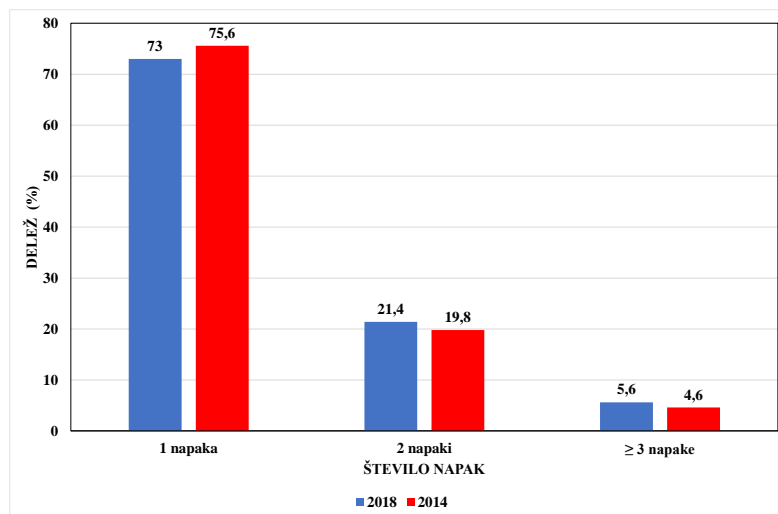
3 REZULTATI IN RAZPRAVA

Analizirali smo podatke o pršilnikih, pregledanih v letih 2014 in 2018 v občini Brda. Leta 2018 je bilo pregledanih 543 pršilnikov, leta 2014 pa 235 pršilnikov. Leta 2018 je imelo 89 pršilnikov vsaj eno napako, kar pomeni 16,4 % vseh pregledanih naprav. Nekatere naprave so imele več kot eno napako, tako da je bilo skupno število napak kar 118. Leta 2014 je bilo zavrženih 86 pršilnikov, kar pomeni kar 36,6 % neustreznih naprav.

Med neustreznimi pršilniki smo leta 2018 ugotovili 65 naprav z eno napako, 19 naprav z dvema napakama in 5 naprav s tremi ali več napakami glede na vse pregledane neustrezne pršilnike. Podobno razmerje je bilo v občini Brda tudi leta 2014. Razlikuje se le malenkostno. Zavrženih naprav z eno napako je bilo 65. Po dve napaki je imelo 17 pršilnikov in 3 ali več napak je bilo ugotovljenih pri štirih pršilnikih. Na sliki 1 predstavljamo deleže pršilnikov z eno, dvema tremi ali več napakami glede na analizirano leto 2014 in 2018.

Na sliki 2 pa prikazujemo deleže napak na pršilnikih po posameznih sestavnih delih pršilnika. Podatki so podani za obe proučevani leti, 2014 in 2018. Zanimiv je podatek, da se vrstni red najpogostejših napak skoraj ni spremenil; razlika je le v deležu odstotka vseh napak. Če primerjamo pogostost napak v občini Brda v letu 2014 z letom 2018, je bil manometer leta 2014 s 45,5 % krepko na prvem mestu. Tudi v letu 2018 je manometer visoko na drugem mestu, skoraj na prvem, a je odstotek padel skoraj za polovico – na 20,3 %. Najpogostejšo napako pri manometrih ugotavlja tudi

raziskava za celotno Slovenijo, ko je pokvarjen manometer v obdobju 2005 do 2014 bil na prvem mestu okvar, s skoraj 60 % deležem (Golorej 2016).



512

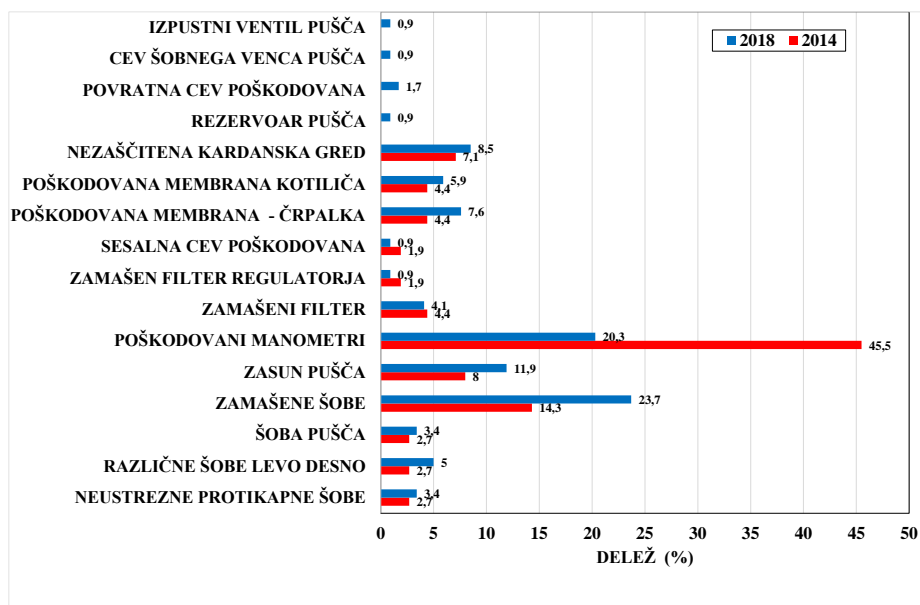
Slika 1: Delež pršilnikov z eno, dvema tremi ali več napakami glede na leto 2014 in 2015.

Na področju Brd v letu 2018 so najvišje na lestvici, to je na prvem mestu, zamašene šobe s 23,7 %. Tudi v letu 2014 so bile zamašene šobe na vrhu, na drugem mestu s 14,3 %, kar je procentualno sicer nižje kot leta 2018, vendar so šobe realno problematične, saj je pravilno delovanje šob močno odvisno od vzdrževanja in čistoče naprave. Nezaščiten kardanska gred v obeh obravnavanih letih zaseda četrto mesto po številu napak; tudi delež je podoben. Tudi v primeru, ko je kardanska gred nezaščiten, se ravno tako opravi meritev naprave in zato mogoče ni interesa lastnika, da bi do naslednjic kardansko gred popravil. Nedelujoča črpalka v obeh analiziranih letih prav tako zaseda enako peto mesto: v letu 2014 s 4,4 % deležem, v letu 2018 pa s 7,6 % deležem. Dejstvo je, da so črpalke vsako leto starejše in bolj iztrošene.

Pri rednem pregledu naprav za nanos FFS v letu 2018 smo ugotovili, da so bili pregledani pršilniki izdelani pri 28 različnih proizvajalcih. Tudi med tem proizvajalci so potekala združevanja, prevzemi itd. Agricolmeccanica in Friuli imata kot sedaj enotno podjetje 20,4 % delež in je na prvem mestu, Agromehanika in KŽK Kranj pa sta na drugem mestu z 19,7 % deležem. Na tretjem mestu tesno sledi italijanski Irko z 19,6 % deležem. Takoj pod 10 % je še trojček Darin, Piave Italy in Europiave. Med 4,4 % in 3,5 % deležem so še znamke Unigreen, Agrimec, Teko in Tifone. Ostalih 20 znamk ima praktično od 1 do 11 primerkov pršilnikov za vsako znamko.

Iz podatkov, ki smo jih zabeležili pri pregledu pršilnikov v letu 2018 na področju občine Brda ugotavljamo, da je najstarejši pršilnik znamke Irko. Izdelan je bil leta 1965, torej je bil takrat star 53 let. V letu 2018 je bil v Brdih nabavljen oziroma

preglednikom prijavljen tudi en nov pršilnik z letnico izdelave 2018. Povprečna starost pršilnikov, pregledanih v Brdih v letu 2018, je 27 let.



Slika 2: Delež napak po sestavnih sklopih pršilnika glede na leto pregleda.

Največ pregledanih pršilnikov je bilo izdelanih leta 1980 in to kar 45 naprav oziroma 8,3 % delež. Od teh naprav je kar 55,6 % znamke Irko; drugi za njim so pršilniki Agromehanika s samo 8,9 % deležem. Naslednja večja skupina so pršilniki letnika 1985, ko so Brici kupili 35 naprav, kar predstavlja 6,4 % delež. Ti trendi kupovanja novih pršilnikov so se pojavljali vsakih 5 let. Naslednji letnik je 1990 s 27 pršilniki, kar pomeni 5 % delež. Nato sledi večji trend nakupov od leta 1995 do leta 1999, ko so Brici kupili kar 121 naprav, kar predstavlja 22,3 % delež vseh pršilnikov, zabeleženih na rednem pregledu v letu 2018. Večinoma so bili znamke Darin in Piave Italy, skupaj 36 naprav, kar pomeni 43,6 % delež, za njimi Friuli in Agricolmeccanica, in sicer 16 naprav, kar predstavlja 19,3 % delež pršilnikov, kupljenih v tem petletnem obdobju.

4 SKLEPI

V opravljeni analizi pršilnikov pregledanih v občini Brda v letih 2014 in 2018 smo ugotovili, da je bilo leta 2018 pregledanih 543 pršilnikov. Vsaj ena napaka je bila ugotovljena pri 89 pršilnikih, kar je 16,4 % pršilnikov. Pri rednem pregledu pršilnikov v letu 2018 je v Brdih na prvem mestu napak zamašena šoba s 23,7 % deležem; sledi poškodovani ali neustrezni manometer z 20,3 % deležem. Na tretjem mestu so zasuni

na regulatorju tlaka, ki puščajo, z 11,9 % deležem. Najbolj zastopani blagovni znamki pregledanih pršilnikov na področju Brd v letu 2018 sta skupaj Agricolmeccanica in Friuli z 20,4 % deležem; na drugem mestu sta skupaj Agromehanika in KŽK Kranj z 19,7 % deležem. Povprečna starost pršilnikov, ki so jih lastniki pripeljali na redni pregled naprav v letu 2018, je v Brdih je 27 let. Na osnovi opravljenih analiz ugotavljamo, da vzdrževanje pršilnikov na področju občin Brda še ni najbolj ustrezno. Uporabniki pršilnikov bi lahko ob ustreznem vzdrževanju pršilnikov in pravilnem delu tudi s temi starimi pršilniki korektno izvajali varstvo rastlin.

5 LITERATURA

- Golorej, U. 2016. Analiza tehničnega stanja naprav za nanos fitofarmacevtskih sredstev v Sloveniji. Diplomsko delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 37 str.
- POJE, T. 2019. Analiza naprav za nanašanje FFS pregledanih v letih 2016 in 2017 v Sloveniji. Zbornik predavanj in referatov 14. slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin z mednarodno udeležbo, Maribor, 5.-6. marec 2019. Ljubljana, Društvo za varstvo rastlin Slovenije, 2019: 501-507.
- Pravilnik o zahtevah glede pravilnega delovanja naprav za nanašanje fitofarmacevtskih sredstev in o pogojih ter načinu izvajanja njihovih pregledov. 2013. Uradni list Republike Slovenije 101/2013: 11139 - 11163. http://www.uradni-list.si/_pdf/2013/Ur/u2013101.pdf#/u2013101-pdf (12.2.2019)
- Pravilnik o zahtevah glede pravilnega delovanja naprav za nanašanje fitofarmacevtskih sredstev in o pogojih ter načinu izvajanja njihovih pregledov. Uradni list RS, št. 36/19). Pridobljeno dne 5. 11. 2019 s spletne strani: https://www.uradni-list.si/_pdf/2019/Ur/u2019036.pdf
- Prijava naprave za nanašanje fitofarmacevtskih sredstev (FFS) v pregled. <https://www.gov.si/zbirke/storitve/prijava-na-pregled-naprav-za-nanasanje-fitofarmacevtskih-sredstev-ffs/>
- Zakon o fitofarmacevtskih sredstvih (Uradni list RS, št. 83/12) https://www.uradni-list.si/_pdf/2012/Ur/u2012083.pdf

ANALIZA NAPRAV ZA NANAŠANJE FITOFARMACEVTSKIH SREDSTEV, PREGLEDANIH V OBDOBJU 2018-2021

Tomaž POJE¹

¹ Kmetijski inštitut Slovenije, Oddelek za kmetijsko tehniko in energetiko, Ljubljana

IZVLEČEK

Analizirali smo podatke o pregledanih napravah za nanašanje fitofarmacevtskih sredstev v obdobju 2018-2021. Podatkovna baza je javno dostopna na Upravi RS za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin. V letu 2018 so zaradi prehoda na testiranje na vsake tri leta pregledali samo 486 pršilnikov in 850 škropilnic. Najstarejši pregledani pršilnik je imel letnico izdelave 1974, najstarejša škropilnica pa je bila izdelana leta 1970. V letu 2019 je bilo pregledanih 7278 naprav. Od tega je bilo 5087 škropilnic, 2190 pršilnikov in ena naprava za kemično obdelavo semenskega materiala. Kmetje so v letu 2019 kupili 43 novih pršilnikov in 79 novih škropilnic. V letu 2020 je bilo pregledanih 6562 naprav za nanašanje FFS. Pregledanih je bilo 4406 škropilnic, 2155 pršilnikov in tudi ena naprava za kemično obdelavo semenskega materiala. Leta 2021 je bilo v Sloveniji pregledanih 1971 naprav. Lastniki so prijavi 61 novih škropilnic in 31 novih pršilnikov. Proizvajalec Agromehanika je prevladujoč med proizvajalci pregledanih škropilnic in pršilnikov. Zakonsko sicer ustrezne naprave so v pretežni meri dejansko tehnično zastarele.

Ključne besede: naprave za nanašanje FFS, redni pregledi, proizvajalec, starost

ABSTRACT

ANALYSIS OF PESTICIDE APPLICATION EQUIPMENT INSPECTED FROM 2018 TO 2021

We analysed data on inspected pesticide application equipment between 2018 and 2021. The database is publicly available at the Administration of the Republic of Slovenia for Food Safety, Veterinary and Plant Protection. In 2018, due to the transition to testing every three years, only 486 air-assisted sprayers and 850 sprayers were inspected. The oldest air-assisted sprayers inspected had a year of production in 1974, and the oldest sprayer was manufactured in 1970. In 2019 7278 equipment were inspected. Of these, 5087 were sprayers, 2190 air-assisted sprayers and one equipment for chemical treatment of seed material. In 2019, farmers bought 43 new air-assisted sprayers and 79 new sprayers. 6562 pesticide application equipment were inspected in the year 2020. 4406 sprayers, 2155 air-assisted sprayers and one device for chemical treatment of seed material were inspected. In 2021, 1971 pesticide application equipment were inspected in Slovenia. Owners reported 61 new sprayers

¹ mag., univ. dipl. ing., Hacquetova ulica 17, SI-1000 Ljubljana, e-pošta: Tomaz.Poje@kis.si

and 31 new air-assisted sprayers. The local producer Agromehanika is predominant among the producers of inspected sprayer and air-assisted sprayers. Legally otherwise suitable equipment is mostly technically outdated.

Key words: pesticide application equipment, regular inspection, producer, age

1 UVOD

Pregledovanje naprav za nanašanje fitofarmaceutskih sredstev (FFS) poteka v Sloveniji že desetletja. Metodologija pregleda je predpisana. Od 1.1.2020 velja nov Pravilnik o zahtevah glede pravilnega delovanja naprav za nanašanje fitofarmaceutskih sredstev in o pogojih ter načinu izvajanja njihovih pregledov (Pravilnik o zahtevah..., 2019) na podlagi Zakona o fitofarmaceutskih sredstvih. Ta novi pravilnik v primerjavi s prejšnjim določa tudi dve pomembni novosti: po novem je potrebno naprave za nanašanje FFS pregledati v dveh delih. Najprej se izvede predhodni pregled, ki se ga opravi v skladu s standardom SIS EN ISO 16122-1, in nato po pozitivnem predhodnem pregledu sledi pregled naprave z meritvami, ki se ga izvede v skladu s petim poglavjem standardov SIST EN ISO 16122-2, SIST EN ISO 16122-3 in SIST EN ISO 16122-4 (Pravilnik o zahtevah..., 2019). Delo pooblaščenih preglednikov nadzorujejo Uprava RS za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin in dva fitosanitarna inšpektorja (Prijava naprave..., 2022).

516

Z analizo podatkovne baze o pregledanih napravah, ki se nahaja na Upravi RS za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin, lahko ugotovimo, da je bilo v letu 2016 pregledanih 7809 naprav za nanašanje fitofarmaceutskih sredstev. Od tega je bilo 5533 škropilnic in 2269 pršilnikov. V letu 2017 so pregledali 8302 naprave, od tega je bilo 66,2% škropilnic in 33,8 % pršilnikov. Škropilnice so starejše kot pa pršilniki. Največ škropilnic je bilo izdelanih v obdobju med 1986 in 1990. Med pregledanimi škropilnicami so tudi več kot 50 let stare naprave. V Sloveniji prevladujejo naprave domačih proizvajalcev, izstopa zlasti Agromehanika s 67 % deležem med škropilnicami in pršilniki pregledanimi v letu 2016 in 63,5 % v letu 2017. V obeh analiziranih letih sta na drugem in tretjem mestu med proizvajalci Metalna Rau in Zupan (Poje, 2019). Novak (2019) je analiziral 108 naprav za nanašanje FFS. Ugotovil je, da so na prvih treh mestih najbolj pogostih napak okvare s šobami, zaščito kardanske gredi in protikapnega ventila. Povprečna starost analiziranih škropilnic pa je bila 25 let. Analiza pregledov naprav za nanašanje FFS med leti 2004 in 2014 pa kaže, da je bilo med napravami 69,7 % škropilnic. Največ napak pa se pojavlja na šobah in manometru (Golorej, 2016).

Direktiva 2009/128/ES Evropskega parlamenta in Sveta z dne 21. oktobra 2009 o določitvi okvira za ukrepe Skupnosti za doseganje trajnostne rabe pesticidov, je obvezala vse države članice, da vzpostavijo sistem pregleda naprav za nanašanje FFS v uporabi (Direktiva 2009/128/ES, 2009). V vseh državah članicah imajo sedaj pregled naprav za nanašanje FFS, ki pa stanejo od 40 pa tja do 350 EUR. Podatki kažejo, da je v ES največ okvar pri škropilnicah na šobah, manometru in protikaplnem sistemu. Pri pršilnikih pa je najbolj problematičen pretok šob, obraba

šob, manometer in pretok črpalke. Posamezne države so tudi poročale, da še nimajo vzpostavljenega dobro delujočega sistema pregledov naprav za nanašanje FFS (Wehmann, 2018). Strokovnjaki za naprave za nanašanje FFS iz evropskih držav članic so pred leti vzpostavili pobudo SPISE. SPISE pomeni Standardised procedure for the Inspection of Sprayer in Europe. Cilj te pobude je bil podpreti usklajeno uvedbo obveznega pregleda naprav za nanašanje FFS v vse evropske države članice in druge evropske države. Namen SPISE je tudi spodbujanje obveznega pregleda naprav za nanašanje FFS ustrezne tehnične kakovosti. V zadnjem obdobju pa razvijajo nasvete SPISE (SPISE, 2022).

Namen tega prispevka pa je strukturna analiza naprav za nanašanje FFS pregledanih v letih od 2018 do 2021.

2 MATERIALI IN METODE

Za analizo smo uporabili podatkovno bazo Uprave Republike Slovenije za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin. Uprava enkrat ali dvakrat letno objavlja podatke o pregledanih napravah v skladu z zahtevami Pravilnika o zahtevah glede pravilnega delovanja naprav za nanašanje fitofarmaceutskih sredstev in o pogojih ter načinu izvajanja njihovih pregledov. Iz te podatkovne baze smo uporabili podatke o pregledanih napravah med leti 2018 in 2021. Podatki so obdelani z opisno statistiko. Podatke o podporah – subvencijah za nakup novih naprav za nanašanje FFS smo pridobili na Ministrstvu za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano.

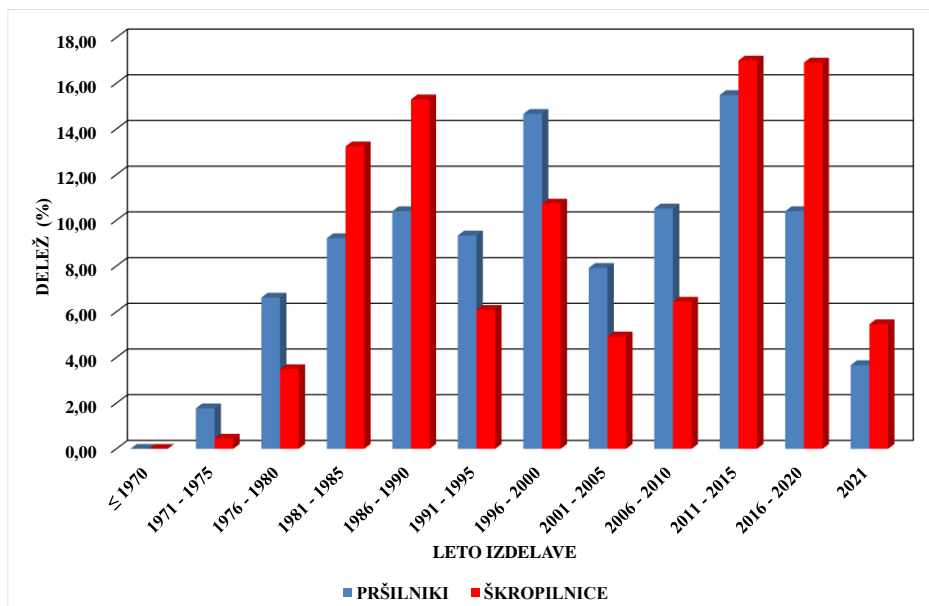
3 REZULTATI IN RAZPRAVA

Podatki o pregledanih napravah za nanašanje FFS se zbirajo v bazi Uprave RS za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin. Analizirali smo naprave, ki so bile pregledane med leti 2018 in 2021. V letu 2018 so zaradi prehoda na testiranje na vsake tri leta pregledali samo 486 pršilnikov in 850 škropilnic. V letu 2019 je bilo pregledanih 7278 naprav. Od tega je bilo 5087 škropilnic in 2190 pršilnikov. V letu 2020 je bilo pregledanih 6562 naprav za nanašanje FFS. Pregledanih je bilo 4406 škropilnic, 2155 pršilnikov. Leta 2021 je bilo v Sloveniji pregledanih 1971 naprav (1118 škropilnic in 846 pršilnikov).

V omenjenih letih so pooblaščenici izvajalci pregledali tudi nekaj drugih vrst naprav za nanašanje FFS, vendar se v prispevku osredotočamo predvsem na škropilnice in pršilnike. Leta 2018 so tako pregledali eno napravo za škropljenje na železniških tirih in 10 naprav za kemično obdelavo semenskega materiala. V letih 2019 in 2020 so pregledali po eno napravo za kemično obdelavo semenskega materiala. Leta 2021 pa je bilo pregledanih 5 naprav za kemično obdelavo semenskega materiala, ena naprava za zatiranje rastja na železniških progah in ena nepremična/polpremična naprava.

V podatkovni bazi je podano tudi leto izdelave naprav za nanašanje FFS. Na sliki 1 pa so prikazani deleži pršilnikov in škropilnic pregledanih v letu 2021 glede na njihovo leto izdelave. Pri škropilnicah pregledanih v letu 2021 je bilo 16,99% % škropilnic izdelanih v obdobju od leta 2011 do 2015. Sledi jim skupina škropilnic z letnico izdelave od 2016 do 2020 in 16,91 % deležem. Pri pršilnikih ima največji (15,48 %

delež skupina pršilnikov izdelanih med leti 2011 in 2015. Naslednja skupina pršilnikov je bila izdelana med leti 1996 in 2000 s 14,66 %. Najstarejša škropilnica pregledana v letu 2021 je bila izdelana leta 1971, najstarejši pregledani pršilnik pa ima letnico izdelave 1972. Modus glede najpogostejšega leta proizvodnje je tako pri škropilnicah kot pri pršilnikih leto 2016. Povprečno leto izdelave pa je pri škropilnicah leto 2001 in pri pršilnikih leto 2000.

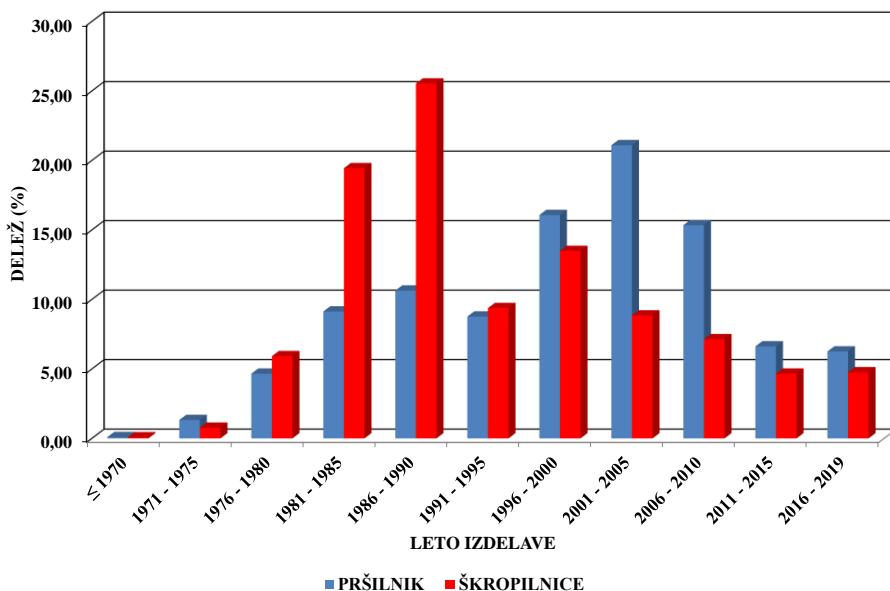


Slika 1: Delež pršilnikov in škropilnic glede na leto izdelave. Prikazani so podatki za naprave pregledane v letu 2021.

Analiza starostne strukture oziroma leta izdelave naprav za nanašanje FFS pregledanih v letu 2019 pa nam pokaže, da so škropilnice pregledane v letu 2019 bistveno starejše od pršilnikov pregledanih istega leta. Povprečno leto izdelave je pri škropilnicah 1993,6. Pri pršilnikih pa 1998,7. Še bolj izrazit pokazatelj je modus, za škropilnice je to leto 1990, za pršilnike pa leto 2000. Največ pregledanih pršilnikov je bilo z letom izdelave med 2001 in 2005 (21,10 %), največ pregledanih škropilnic pa je imelo leto izdelave od leta 1986 do leta 1990 in to kar dobra četrtina oziroma 25,54 %. Najstarejši pregledani pršilnik je imel leto izdelave 1964, najstarejša škropilnica pa leto 1967.

Po »Pravilniku o seznamu kmetijske in gozdarske mehanizacije ter katalogu stroškov kmetijske in gozdarske mehanizacije« je amortizacijska doba za te naprave 12 let (Pravilnik o seznamu..., 2016). Starostna struktura naprav pregledanih v letu 2021 sicer kaže, da imamo nekoliko bolj ugodno starostno strukturo naprav v primerjavi z starostno strukturo naprav pregledanih v letu 2019. Rezultati za leto 2019 so podobni rezultatom analiz opravljenimi za prejšnja leta (Poje, 2019). Generalno sicer lahko

rečemo, da ob pravilnem in rednem vzdrževanju te naprave sicer zadostijo minimalnim zakonskim zahtevam in se z njimi lahko izvaja varstvo rastlin. Vendar bi z novejšimi napravami lahko varstvo rastlin izvajali bolj natančno in manj obremenjajoče za uporabnika in okolje.



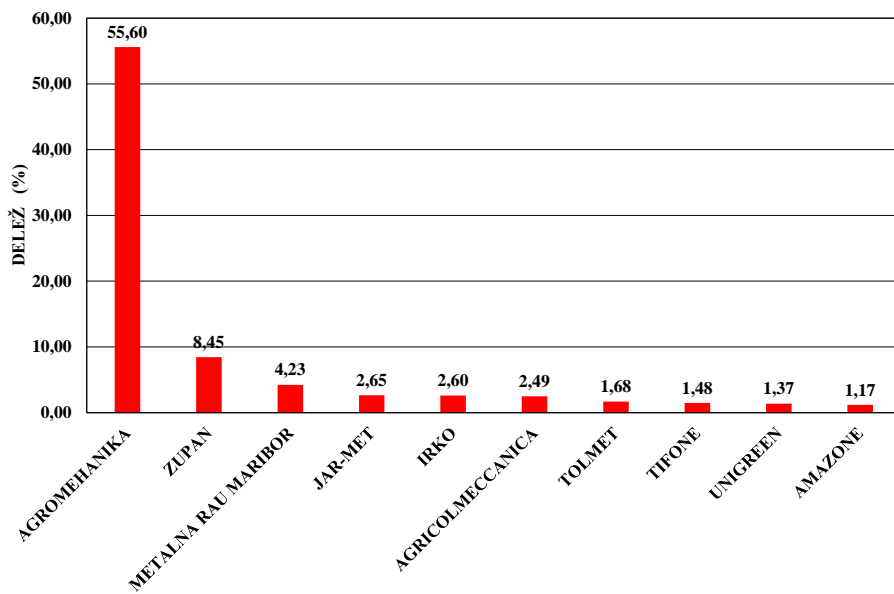
Slika 2: Delež pršilnikov in škropilnic glede na leto izdelave. Prikazani so podatki za naprave pregledane v letu 2019.

Ob analizi naprav za nanašanje FFS pregledanih v letu 2021 smo ugotovili 85 različnih proizvajalcev teh naprav. Od tega je 26 proizvajalcev zastopanih samo z eno škropilnico ali pršilnikom. 72 proizvajalcev pa ima manj kot 1 % delež v številu naprav pregledanih v letu 2021.

Večina naprav za nanašanje FFS prihaja od slovenskega proizvajalca Agromehanika. Med pregledanimi napravami v letu 2021 predstavljajo naprave proizvajalca Agromehanika kar 55,6 % oziroma 1092 naprav. Po številu naprav pregledanih v letu 2021 sledita Zupan z 8,45 % in Metalna Rau Maribor s 4,23 % deležem. Prvi trije proizvajalci so iz Slovenije in imajo skupaj več kot 68 % naprav pregledanih v letu 2021. Na sliki 3 je prikazano prvih deset proizvajalcev naprav pregledanih v letu 2021. Podobna situacija glede proizvajalcev naprav nam da tudi analiza naprav pregledanih v drugih obravnavanih letih. Domači proizvajalci prevladujejo na prvih treh mestih. Ti trendi pa so skladni z rezultati analiz za pregledane naprav v prejšnjih letih (Poje, 2017; Poje 2019).

V kolikor pa pogledamo samo naprave z letnico izdelave 2021, je slika nekoliko drugačna. Imamo samo 14 proizvajalcev naprav. Agromehanika je še naprej vodilna,

vendar se je njen delež zmanjšal na 41,3 % oziroma na 38 naprav. Na drugem in tretjem mestu sta poljska proizvajalca TOLMET in JAR-MET. TOLMET je imel 21,7 % delež, JAR-MET pa 13 % delež.

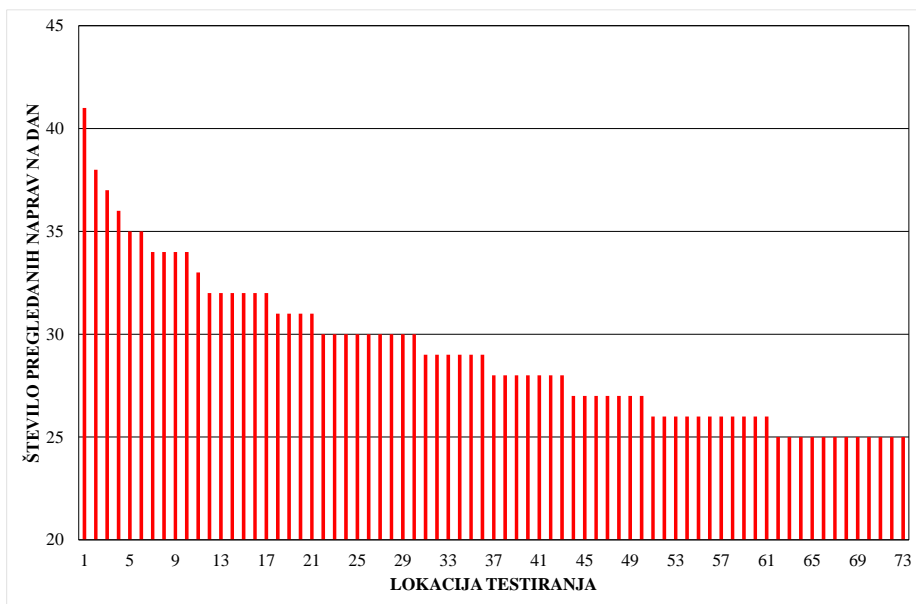


Slika 3: Delež posameznih proizvajalcev naprav za nanašanje FFS (prvih deset), pregledanih v letu 2021.

Iz podatkovne baze o pregledanih napravah, ki je na Upravi za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin, lahko razberemo tudi število pregledanih naprav na dan na določeni lokaciji pregleda. Analiza naprav za nanašanje FFS pregledanih v letu 2018 nam pokaže, da je osem pooblaščenih izvajalcev za preglede skupaj delalo 248 dni. 124 dni je bilo takih, kjer so pregledali do 3 naprave na dan. Od tega je bilo 68 dni, ko so pregledali samo eno napravo na dan. Podatki o pregledih pa tudi pokažejo dogodek, ko je bilo v letu 2018 na eni lokaciji na isti dan pregledano 26 naprav za nanašanje FFS. To je v tem letu 2018 največje število pregledanih naprav na isti lokaciji v enem dnevu. Sicer je bilo v tem letu sedem dni, ko je bilo na določeni lokaciji na isti dan pregledanih 20 ali več naprav.

Analiza naprav za nanašanje FFS pregledanih v letu 2019 nam pokaže, da je osem pooblaščenih izvajalcev za preglede skupaj delalo 511 dni. 107 dni je bilo takih, kjer so pregledali do 3 naprave na dan. Od tega je bilo 72 dni, ko so pregledali samo eno napravo na dan. Po drugi strani pa podatki o pregledih pokažejo dogodek, ko je bilo v letu 2019 na eni lokaciji na isti dan pregledano kar 41 naprav za nanašanje FFS. Slika 4 kaže, da je bilo v letu 2019 73 dni, ko je bilo na določeni lokaciji na isti dan pregledanih 25 ali več naprav. To pa predstavlja 14,3 % glede na vse lokacije in dneve pregledov. Defays in Declercq (2018) ugotavljata, da pooblaščen organizacija

za preglede naprav v Belgiji v povprečju pri intenzivnem delu pregleda od 10 do 15 naprav za nanašanje FFS. Preveliko število pregledov na isti dan na isti lokaciji pa daje pooblaščenim organizacijam za preglede naprav možnost optimizacije njihovega nadaljnjega delovanja v smeri večje kakovosti pri opravljanju njihovih storitev. Poje (2019) je za leto 2017 ugotovil podobno stanje kot je sedaj prikazano za leto 2019. V letu 2017 je bilo ugotovljnih celo 95 dni, ko je bilo na določeni lokaciji na isti dan pregledanih 25 ali več naprav.



521

Slika 4: Število pregledanih naprav na določeni lokaciji v enem dnevu in letu 2019. Prikazane so lokacije in dnevi, ko je bilo pregledanih 25 ali več naprav v enem dnevu.

Iz podatkov za pregledane naprave lahko razberemo tudi koliko je novih naprav prijavljenih preglednikom v proučevanem obdobju od leta 2018 do 2021. Po podatkih za nove naprave nekoliko izstopa leto 2019, ki so lastniki prijavili 122 novih naprav. V ostalih treh letih pa se je nabava novih pršilnikov in škropilnic gibala med 88 in 92 napravmi.

Nove naprave za nanašanje FFS pa lahko pridobijo tudi podporo – subvencijo. Po podatkih MKGP je bilo v okviru javnega razpisa za podukrep M04.1 Podpora za naložbe v kmetijska gospodarstva odobrena tudi podpora za nakup novih škropilnic in pršilnikov.

V preglednici 2 podajamo podatke o številu odobrenih naprav za nanašanje FFS in skupno odobrena sredstva za posamezna leta od 2016 do 2021. Podatki so podani glede na leto odločbe. Sam nakup pa se izvede lahko tudi leto kasneje. Zato direktna primerjava podatkov o pregledanih novih napravah in podatkov o podporah za nakup

ni najbolj ustrezna. Vendar so tako eni in drugi podatki tudi pokazatelj možnosti kmetov v investicije.

Preglednica 1: Število novih naprav za nanašanje FFS prijavljenih preglednikom v obdobju od 2018 do 2021.

| Leto | Število novih naprav | | | |
|-------------|----------------------|------|------|------|
| | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 |
| Škropilnica | 58 | 79 | 59 | 61 |
| Pršilnik | 31 | 43 | 29 | 31 |
| Skupaj | 89 | 122 | 88 | 92 |

Preglednica 2: Število novih naprav za nanašanje FFS, ki so ob nakupu dobile podporo.

| Leto odločbe | Število naprav za nanašanje FFS | Odobrena vrednost (EUR) |
|--------------|---------------------------------|-------------------------|
| 2016 | 19 | 229.764 |
| 2017 | 169 | 739.359 |
| 2018 | 4 | 2.729 |
| 2020 | 2 | 4.281 |
| 2021 | 31 | 197.201 |
| Skupna vsota | 225 | 1.173.334 |

522

4 SKLEPI

V podatkovni bazi Uprave RS za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin se nahajajo podatki o pregledanih napravah za nanašanje FFS. Zakonsko sicer ustrezne naprave, so v pretežni meri stare, pogosto tudi tehnično zastarele. Z njimi se sicer lahko ob pravilni uporabi izvaja bolj ali manj korektno varstvo rastlin, vendar bi z novejšimi napravami opremljenimi s sodobnejšimi tehničnimi rešitvami aplikacijo FFS lahko opravili bolj natančno in bolj varno tako za uporabnika kot za okolje. Med proizvajalci pregledanih naprav z visokim deležem prevladuje domači proizvajalec Agromehanika. Med novimi napravami pa se njen delež zmanjšuje. Še vedno pa je trend, da so pršilniki nekoliko mlajši od škropilnic. Tudi v tem analiziranem obdobju se še pojavljajo dogodki, ko je na isti dan na isti lokaciji pregledano veliko naprav. Tako, da imajo tudi pregledniki še možnost boljše organizacije svojega dela.

5 LITERATURA

- Defays, G., Declercq J. 2018. The Belgian experience with sprayer inspection and future challenges. 7th European Workshop on Plant Protection Equipment Inspections - SPISE 7 Workshop – Athens, Greece, 26 to 28 September 2018, https://spise.julius-kuehn.de/dokumente/upload/7_spise/9_Huyghebaert_Session1_2018.pdf (21.2.2022)
- Direktiva 2009/128/ES Evropskega parlamenta in Sveta z dne 21. oktobra 2009 o določitvi okvira za ukrepe Skupnosti za doseganje trajnostne rabe pesticidov. EUR-Lex - 32009L0128 - EN - EUR-Lex (europa.eu) (22.2.2022)
- Golorej, U. 2016. Analiza tehničnega stanja naprav za nanos fitofarmaceutskih sredstev v Sloveniji. Diplomsko delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 37 str.

- Novak, E. 2019. Analiza tehničnega stanja škroplilnic v okviru rednih pregledov naprav za nanos fitofarmacevtskih sredstev. Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Diplomski dela, 244. Ljubljana: 45 str.
- Poje, T. 2017. Analiza naprav za varstvo rastlin v Sloveniji. Zbornik radova 45. Mednarodnog simpozija Aktualni zadaci mehanizacije poljoprivrede, Opatija, 21. - 24. veljače 2017. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zavod za mehanizaciju poljoprivrede, 2017: 277-284
- Poje, T. 2019. Analiza naprav za nanašanje FFS pregledanih v letih 2016 in 2017 v Sloveniji. Zbornik predavanj in referatov 14. slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin z mednarodno udeležbo, Maribor, 5.-6. marec 2019. Ljubljana, Društvo za varstvo rastlin Slovenije, 2019: 501-507.
- Pravilnik o seznamu kmetijske in gozdarske mehanizacije ter katalogu stroškov kmetijske in gozdarske mehanizacije (Uradni list RS, št. 7/16, 31/19 in 157/21) <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=PRAV12694> (23.2.2022)
- Pravilnik o zahtevah glede pravilnega delovanja naprav za nanašanje fitofarmacevtskih sredstev in o pogojih ter načinu izvajanja njihovih pregledov. Uradni list RS, št. 36/19). https://www.uradni-list.si/_pdf/2019/Ur/u2019036.pdf (21.2.2022)
- Prijava naprave za nanašanje fitofarmacevtskih sredstev (FFS) v pregled. <https://www.gov.si/zbirke/storitve/prijava-na-pregled-naprav-za-nanasanje-fitofarmacevtskih-sredstev-ffs/> (23.2.2022)
- SPISE Standardised procedure for the Inspection of Sprayer in Europe <https://spise.julius-kuehn.de/> (24.2.2022)
- Wehmann, H.-J. 2018. Status Quo of inspection in EU: the results of SPISE enquiry. Zbornik SPISE 7. 7th European Workshop on Standardized Procedure for the Inspection of Sprayers in Europe, Athens, Greece, September 26-28, 2018, Die Berichte aus dem Julius Kühn-Institut 196, s: 9 – 22

»CORTEVA TEHNOLOGIJA PRIDELAVE« S Poudarkom NA VARSTVU RASTLIN

Alojz SREŠ¹, Robert MATJAŠEC², Darko KEREC³

¹⁻³ Corteva Agriscience SLO d.o.o., Murska Sobota

IZVLEČEK

Uspešno varstvo rastlin je pomemben, vendar le eden od dejavnikov, ki vplivajo na končni uspeh rastlinske pridelave. Zato smo se na podjetju Corteva odločili za celovitejši pristop z upoštevanjem čim več dejavnikov, ki vplivajo na končni uspeh. Poimenovali smo ga »Corteva tehnologija pridelave«, ki zaenkrat obsega področje varstva rastlin, vrhunsko genetiko semena koruze, oljne ogrščice, sončnic, soje..., dodelavo in pripravo semena za trg, silirne dodatke, analizo silaže in tal, gospodarjenje z dušikom s pripravkom N-Lock™ SUPER in nekaterimi drugimi v tujini že uveljavljenimi pripravki ter strokovno svetovanje za omenjene aktivnosti. Na področju varstva rastlin uvajamo sodobna sredstva za varstvo rastlin (ZORVEC™ Endavia™, Closer™, Lumiposa™ 625 FS, Flexidor™...) na podlagi novih in v kombinacijah z že znanimi aktivnimi snovmi. Varstvo semena in mladih rastlinic smo s tretiranjem semena dodelali do potankosti, saj npr. na koruzno seme dodajamo fungicid, insekticid, hranila za seme, odvrčalo in sredstvo za boljši oprijem v natančno določenih odmerkih na posamezno seme. Uvajamo določene metode digitalnega kmetijstva, prav tako pa s sedanjimi (tehnologija Optynite™) in prihajajočimi aktivnostmi ter strokovnim svetovanjem skrbimo za varovanje okolja in tako prispevamo k trajnostnemu kmetovanju. K trajnostnemu kmetijstvu pa bomo prispevali še z uvedbo nekaterih sredstev, ki bodo dovoljena tudi v ekološki pridelavi.

Gljučne besede: tehnologija pridelave, ZORVEC™ Endavia™, Lumiposa™ 625 FS, varstvo rastlin, gospodarjenje z dušikom

ABSTRACT

“THE CORTEVA CROP TECHNOLOGY” WITH AN EMPHASIS ON PLANT PROTECTION

Even though successful crop protection is an important factor, it constitutes only one of several factors impacting the ultimate crop technology success. For this reason, Corteva has decided to undertake a more comprehensive approach taking into consideration as many factors impacting the ultimate success as possible. Our approach has been called “The Corteva Crop Technology” currently encompassing crop protection, state-of-the-

¹ dr., Markišavska ul. 10, SI-9000 Murska Sobota

² univ. dipl. inž. agr., prav tam

³ univ. dipl. inž. agr., prav tam

art maize, rapeseed, sunflower, soya, etc. kernel genetics, seed processing and packing, silage additives, an analysis of both the silage and soil, nitrogen management by means of the N-Lock™ SUPER product and some other already established preparations abroad in addition to professional advice on the aforementioned activities. As far as plant protection is concerned, state-of-the-art plant protection products (ZORVEC™ Endavia™, Closer™, Lumiposa™ 625 FS, Flexidor™...) based on new and in combination with already known active substances are being introduced. Seed and young plant protection has been perfected through seed treatment by, for example, adding a fungicide, insecticide, seed nutrients, a repellent and a seed dressing binding agent in a specific dosage for each individual seed. Specific digital agriculture methods are being introduced, in addition to concerning ourselves with protecting the environment and thus contributing to sustainable farming through existing (Optynite™ technology) and upcoming activities and professional advice. The introduction of specific agents allowed also in organic farming shall also serve to contribute to sustainable farming.

Key words: crop technology, ZORVEC™ Endavia™, Lumiposa™ 625 FS, plant protection, nitrogen management

1 UVOD

525

Prihodnost kmetijstva je trajnostno kmetijstvo, kar pa ne pomeni, da bomo to dosegli samo s prepovedmi uporabe določenih tehnologij kmetovanja. Vsekakor so izboljšave tehnologij rastlinske pridelave in priraje živine s ciljem varovanja okolja še zmeraj možne. Zato moramo namesto omejevanja in prepovedi uvajati tehnologije, ki bodo hkrati omogočale varovanje okolja in doseganje večjih oziroma vsaj primerljivih pridelkov.

Ena od takšnih tehnologija je tehnologija Optynite™, del tako imenovane »Corteva tehnologije pridelave«. S tehnologijo Optynite™ v tleh upočasnimo nitrifikacijo, zmanjšamo izgube dušika iz tal zaradi izpiranja in izhlapevanja ter s tem močno zmanjšamo onesnaževanje podtalnice in zraka z dušikom (Wolt, 2000; Wolt, 2004; Burger in Horwath, 2013; Omonode in Vyn, 2013). Zmanjšane izgube omogočajo izboljšano gospodarjenje z dušikom, večjo dostopnost dušika rastlinam in doseganje večjih ter kakovostnejših pridelkov (Corteva™ Agriscience, 2020; Wolt, 2004).

Naslednje področje ustreznega gospodarjenja z dušikom je uporaba bakterij, ki vežejo dušik iz zraka. Na tržišče prihaja pripravek Utrisha™ N, ki vsebuje simbiotsko bakterijo *Methylobacterium symbioticum*. Bakterija, ki jo s škropljenjem naneseemo na liste gojenih rastlin, vstopi v rastline skozi listne reže in se razvija v medceličnih prostorih. Iz zraka črpa atmosferski dušik (N₂) in ga v rastlini pretvarja v amonijsko (NH₃) obliko dušika.

Pomemben člen »Corteva tehnologije pridelave« je poleg ponudbe tržišču vrhunskega semena tudi optimalno varstvo semena in rastlin. S tretiranjem semena z insekticidom Lumiposa™ 625 FS varujemo seme pred talnimi škodljivci, prav tako pa s tretiranjem semena uporabimo na površinsko enoto najmanj aktivne snovi za varstvo semena in mladih rastlin. S škropljenjem škodljivcev počez na 1 ha poškopimo 10.000 m² tal, s

tretiranim semenom koruze pa pride v stik s sredstvom za varstvo rastlin samo 60 m² tal.

Sredstvo za varstvo rastlin (SVR) lahko izboljša tudi določene fizikalne procese v rastlinah. Tako ima fungicid ZORVECT™ Endavia™ močan zelenilni učinek, ki omogoča boljšo fotosintezo in s tem doseganje večje količine in kakovosti pridelka. Zaradi odlične učinkovitosti in daljšega delovanja od ostalih fungicidov lahko posevek manjkrat škropimo, kar spet zmanjšuje onesnaženje okolja s SVR in ogljični odtis zaradi škropljenja.

Zaradi širokega nabora aktivnosti »Corteva tehnologije pridelave« bomo v nadaljevanju opisali predvsem povečanje pridelka in varstvo okolja pred onesnaženjem z dušikom z uporabo tehnologije Optinyte™. Navajanje ostalega dela »Corteva tehnologije pridelave« pa sloni predvsem na dolgoletnih praktičnih izkušnjah.

2 MATERIAL IN METODE DE LA

2.1 Demonstracijski poljski poskusi s pridelovalci koruze

Da bi ugotovili učinkovitost tehnologije Optinyte™, smo v letu 2019 izvedli 14, v letu 2021 pa 3 poskuse na različnih lokacijah v Sloveniji. Njive s koruzo smo razdelili na dva dela, od katerih je vsak predstavljal eno obravnavanje. Prvo obravnavanje je bila kontrola oziroma del njive, kjer pri pridelavi koruze ob gnojenju z gnojevko nismo uporabili tehnologije Optinyte™, drugi del njive pa je predstavljal obravnavanje s tehnologijo Optinyte™. Za tehnologijo Optinyte™ smo v letu 2019 uporabili pripravek N-Lock™ v odmerku 2,5 L/ha, v letu 2021 pa novejši pripravek N-Lock™ SUPER v odmerku 1,7 L/ha. Oba pripravka smo primešali v cisterno pri razvozu gnojevke pred predsetveno pripravo tal. Preostali tehnološki ukrepi pridelave koruze pa so bili na obeh obravnavanjih enaki.

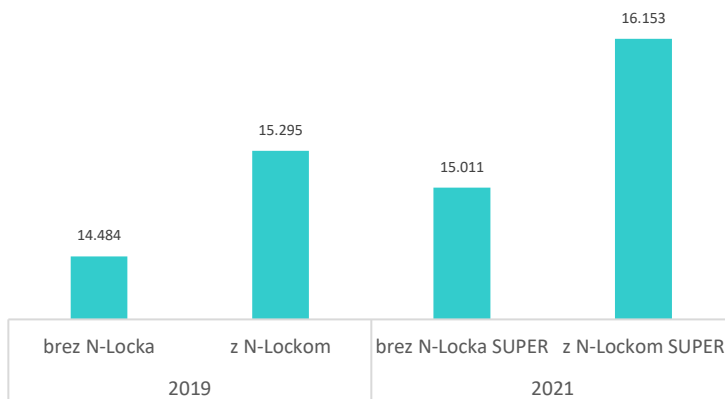
3 REZULTATI IN RAZPRAVA

3.1 Uporaba tehnologije Optinyte™ pri pridelavi koruze

Na pridelek koruze vpliva več dejavnikov. Z našimi poskusi smo ugotavljali predvsem vpliv vključitve tehnologije Optinyte™ na količino pridelanega zrnja. V ravnem obdobju koruze v letih 2019 in 2021 je padlo dovolj padavin, tudi temperature so bilo dovolj visoke, kar je imelo zelo ugoden vpliv na rast in razvoj koruze. Temu ustrezno veliki so bili tudi pridelki koruznega zrnja na različnih lokacijah Slovenije.

Ugotavljamo, da smo v letu 2019 v povprečju 14-ih demonstracijskih poskusov dosegli 811 kg večji pridelek koruznega zrnja s 14 % vlago pri obravnavanjih, kjer smo uporabili pripravek N-Lock™ v odmerku 2,5 L/ha. V tem primeru je to 5,6 % povečanje pridelka v primerjavi s kontrolo. V letu 2021 smo na poskusih uporabili N-Lock™ SUPER v odmerku 1,7 L/ha, novejšo obliko pripravka tehnologije Optinyte™. Na povprečju treh demonstracijskih poskusov smo z uporabo sredstva N-Lock™ SUPER v primerjavi s kontrolo dosegli večji pridelek za 1.142 kg, kar znese 8 %. Tudi pri gnojenju z granuliranimi gnojili, ki že vsebujejo stabilizatorje dušika, so na Biotehniški

šoli v Rakičanu z uporabo tehnologije Optinyte™ na povprečju 10-ih Pioneer hibridov dosegli za 3,3 % oz. 438 kg večji pridelek koruze od kontrole.



Slika 1: Pridelek zrnja koruze v kg/ha s 14 % vlažnostjo na demonstracijskih poskusih (2019 = 14 posk., 2021 = 3 posk.)

527

Do podobnih rezultatov smo prišli tudi v okviru znanstvenih poskusov na Biotehniški fakulteti (Sreš in sod., 2021).

3.2 Praktične izkušnje Corteva tehnologije pridelave

V letu 2023 prihajamo na tržišče s pripravkom Utrisha™ N, ki vsebuje simbiotske bakterije *Methylobacterium symbioticum*. Na podlagi rezultatov iz nekaterih evropskih držav ugotavljamo, da lahko listje posevka koruze, škropljenega z omenjenim pripravkom v času zapiranja vrst, v enem ravnem obdobju iz zraka načrpa do 80 kg N/ha, posevek žit pa do 50 kg N/ha. S tem lahko zmanjšamo gnojenje in onesnaževanje okolja z dušikom ter pocenimo pridelavo kmetijskih rastlin. Utrisha™ N bo tako poleg pripravka N-Lock™ SUPER pomemben člen na področju optimalnega gospodarjenja z dušikom.

Kot smo že omenili, poleg poskusov vključujemo v »Corteva tehnologijo pridelave« tudi dolgoletne praktične izkušnje.

Ugotavljamo, da je insekticid Lumiposa™ 625 FS, insekticid za tretiranje semena, najučinkovitejši insekticid za varstvo semena in mladih rastlin pred talnimi škodljivci, ki se pojavijo kmalu po vzniku koruze in oljne ogrščice. Je prvi insekticid za tretiranje semena, ki varuje mlade rastlinice pred napadom sov in švedske mušice. Z dodatkom mikrohranil z biostimulatorjem LumiBio Kelta ob tretiranju semena omogočimo hitrejši vznik in razvoj mladih rastlinic koruze, močnejši razvoj korenin in rastlino, odpornejšo na razne stresne razmere. Rezultat je večja količina in kakovost pridelka. Podoben učinek na strnih žitih dosežemo s pripravkom Ympact®, pripravkom za tretiranje semena žit. Ympact® vsebuje mikrohranila cink, mangan in baker ter

supramolekule z majhno in veliko molekularno maso. Poleg že naštetega se rezultat delovanja vidi tudi v močnejšem steblu žit (Corteva™ Agriscience, 2022).

Zelo pomemben člen naše tehnologije pridelave koruze je tudi poznejše zatiranje plevela (pozni POST), saj ima več prednosti pred zgodnjim zatiranjem plevela. Plevel, ki raste v zgodnjih fazah razvoja koruze, predvsem na nagnjenem terenu, s svojim koreninskim sistemom preprečuje erozijo tal. Manjše je tudi onesnaževanje okolja s sredstvi za varstvo rastlin zaradi erozije talnih herbicidov, skupaj s talnimi delci, na sosednja zemljišča (slika 2). S poznejšim zatiranjem plevela dodatno omejimo morebitno škodo zaradi napada talnih škodljivcev, saj se v tem primeru škodljivci hranijo tudi s plevelnimi rastlinami, ne samo s koruzo. Pri zgodnjem zatiranju plevela jim za prehrano ostane samo koruza, škoda na posevku je večja. Ugotavljamo tudi, da poznejša, pravočasna, uporaba herbicidov, nima negativnega vpliva na pridelek. V zadnjih letih se je celo pojavil močnejši zastoj rasti koruze pri uporabi herbicidov, ki jih uporabljamo v ranem POST-u.



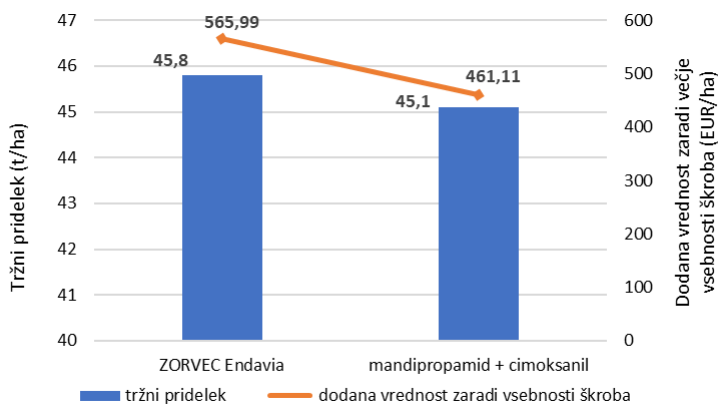
Slika 2: Vodna erozija, odnašanje tal in herbicida.



Slika 3: Aliseo® PLUS + Mustang 306 SE - uporabljena kmalu po vzniku koruze; erozija tal in SVR sta preprečena.

528

Na področju varstva posevkov pred boleznimi je pomembno, da poleg učinkovitega varstva pred določeno boleznijo z uporabo fungicida dosežemo še dodatne pozitivne učinke na tretirani posevek. S podaljšanim delovanjem fungicida lahko zmanjšamo število škropljenj, z doseženim zelenilnim učinkom vpliva na boljšo fotosintezo, s povečano količino in kakovostjo pridelka pa dosežemo boljši ekonomski rezultat pridelave. Pri varstvu krompirja to dosežemo z najnovejšo aktivno snovjo oksatiapiprolin, ki jo skupaj z aktivno snovjo bentiavalikarb vsebuje fungicid ZORVEC™ Endavia™.



Slika 4: Vpliv uporabe fungicida ZORVEC™ Endavia™ na povečanje količine in tržne vrednosti pridelka krompirja zaradi povečanja vsebnosti škroba.

4 SKLEPI

529

Uvajanje tehnologije Optynite™ s pripravkom N-Lock™ SUPER pri gnojenju poljščin z dušikom je priporočljivo, ker rastlinam omogočimo doseganje večjih pridelkov, poleg tega pa varujemo okolje pred onesaženjem z dušikom (Wolt, 2004). Da lahko z uvedbo tehnologije Optynite™ dosežemo večje pridelke koruze, smo ugotovili tudi na podlagi lastnih rezultatov. Priderek koruze za zrnje v demonstracijskih poskusih pri slovenskih kmetovalcih je bil v povprečju v 14-ih poskusih v letu 2019 večji za 811 kg (5,6 %), v povprečju treh poskusov v letu 2021 pa za 1.142 kg oziroma 8 % v primerjavi s kontrolo. Uporaba tehnologije Optynite™ je samo ena od možnosti ustreznega gospodarjenja z dušikom, zato uvajamo tudi pripravek Utrisha™ N, ki s simbiotsko bakterijo *Methylobacterium symbioticum* omogoča rastlinam, da z listjem črpa dušik iz zraka.

Povečanje količine in kakovosti pridelka ter varovanje okolja omogočamo z uporabo naj sodobnejših tehnologij tudi na področju varstva rastlin s tretiranjem semena in škropljenja rastlin. Z zagotovitvijo pogojev rastlinam za povečanje pridelka na okolju prijazen način povečujemo tudi fotosintezo rastlin in porabo CO₂.

Corteva™ Agriscience zagotavlja za trajnostno kmetijstvo vrhunska semena, optimalno gospodarjenje z dušikom, majhne odmerke aktivnih snovi/ha, ciljno zatiranje škodljivcev, ekološka sredstva za varstvo rastlin in naj sodobnejše tretiranje semena.

5 LITERATURA

- ARSO. Arhiv meritev. Ljubljana, Ministrstvo za okolje in prostor. Agencija republike Slovenije za okolje. <http://meteo.arso.gov.si/met/sl/archive/> (30. maj 2022)
- Burger, M., Horwath W. R. 2013. Determining NOx Emissions from Soil in California Cropping Systems to Improve Ozone Modeling. California Air Resources Board, Draft Final Report: 42 p.

- Corteva™ Agriscience: Optynite™ Technology, Global Environmental Guide: 14 p.
<https://www.corteva.ca/content/dam/dpagco/corteva/na/ca/en/files/guide/DF-Article-Optynite-Global-Environment-Guide.pdf> (224. maj 2022)
- Corteva™ Agriscience: Ympact, growth nutrition seed treatment
[Ympact® Growth Nutrition Seed Treatment | Corteva Agriscience™](#) (25. maj 2022)
- Omonode, R.A., Vyn T. J. 2013. Nitrification Kinetics and Nitrous Oxide Emissions when Nitrapyrin is Coapplied with Urea-Ammonium Nitrate. *Agronomy Journal*, 105, 6: 1475-1486
- Sreš, A., Mihelič, R., Žitko, V., Matjašec, R., Kerec, D. 2021. V: Uporaba stabilizatorja nitrifikacije N-Lock™ in tehnologije Optynite™ pri gnojenju koruze. V: Čeh, B. (ur.). *Novi izzivi v agronomiji 2021: zbornik spletnega simpozija*, 28. - 29. januar 2021: 320 str.
- Wolt, J. D. 2000. Nitrapyrin behaviour in soils and environmental considerations. *Journal of Environmental Quality*, 29, 2: 367-397
- Wolt, J. D. 2004. A meta-evaluation of nitrapyrin agronomic and environmental effectiveness with emphasis on corn production in the Midwestern USA. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*. 69: 23-41

**ZORVEC™ ENDAVIA® - NOV SISTEMIČNI FUNGICID ZA VARSTVO
PRED KROMPIRJEVO PLESNIJO (*Phytophthora infestans*) IN ČEBULNO
PLESNIJO (*Peronospora destructor*) IZ PODJETJA CORTEVA™
AGRISCIENCE**

Primož ŠTEPIC¹, Andrej KOS²

KARSIA, Dutovlje, d.o.o., Poslovalnica Ljubljana, Ljubljana

IZVLEČEK

ZORVEC™ Endavia® vsebuje najnovejšo aktivno učinkovino Zorvec™ (oksatiapiprolin), ki je edini predstavnik nove skupine piperidinil tiazol izoksazolnih fungicidov za zatiranje krompirjeve plesni in čebulne plesni (FRAC 49 – inhibicija proteina za vezavo oksisterola - OSBP). Zorvec™ deluje na popolnoma novem biokemičnem mestu v razvojnem krogu glive in ni znane navzkrižne rezistence z obstoječimi fungicidi. Ker pa Zorvec™ deluje na enem mestu v celici glive, je končni formulaciji sredstva Zorvec™ Endavia® dodana aktivna učinkovina bentiavalikarb, ki pripada drugi skupini fungicidov (FRAC 40). Na ta način dobimo vsestranski in visoko učinkovit fungicid z izjemnim okoljskim profilom ter nizkim odmerkom na hektar – 0,4l/ha (skupaj 40 g aktivne učinkovine/ha). Zorvec™ Endavia® deluje preventivno, kurativno, eradikativno in preprečuje sporulacijo. Je zelo zanesljiv fungicid, z izrednim sistemičnim in dolgotrajnim delovanjem in s tem postavlja nove standarde varstva pred krompirjevo plesnijo in čebulno plesnijo. Zorvec™ Endavia® zaradi svoje sistemičnosti varuje tudi novo zrastle dele rastlin, je odporen proti spiranju zaradi padavin že po 20-ih minutah, zato je mesto njegove uporabe v času intenzivne rasti krompirja in čebule, ko je pritisk bolezni največji in vremenske razmere za okužbo najbolj ugodne. Zaradi vseh zgoraj naštetih dobrih lastnosti bo fungicid Zorvec™ Endavia® zagotovo našel mesto v škropilnih programih krompirja in čebule, saj ponuja pridelovalcem številne koristi zaradi podaljšanja škropilnih intervalov, robustnega in sistemičnega varstva, s tem posledično tudi manjšimi operativnimi stroški. Zaradi izboljšane kakovosti pridelkov je omogočeno tudi daljše skladiščenje in doseganje višje prodajne cene.

Ključne besede: oksatiapiprolin, bentiavalikarb, krompirjeva plesen, čebulna plesen

ABSTRACT

**ZORVEC™ ENDAVIA® - A NEW SYSTEMIC FUNGICIDE AGAINST LATE BLIGHT
ON POTATO (*Phytophthora infestans*) AND DOWNY MILDEW ON ONION
(*Peronospora destructor*) FROM CORTEVA™ AGRISCIENCE**

¹ dipl. inž. agr., Tržaška 132, SI-1000 Ljubljana, e-pošta: primoz.stepic@karsia.si

² univ. dipl. inž. agr., prav tam

ZORVEC™ Endavia® contains the latest active ingredient Zorvec™ (oxathiapiprolin), the first in a new class of piperidinyl-thiazole-isoxazoline fungicides to control late blight on potato and downy mildew on onion (FRAC 49 - inhibition of oxysterol binding protein - OSBP). Zorvec™ acts at a completely new biochemical site in the fungal development cycle and there is no known cross-resistance with existing fungicides. However, because Zorvec™ acts in one place in the fungal cell, the active substance bentiavalikarb, which belongs to the second group of fungicides (FRAC 40), has been added to the final formulation of Zorvec™ Endavia®. In this way, we obtain a versatile and highly effective fungicide with an exceptional environmental profile and a low dose per hectare - 0.4 l / ha (a total of 40 g of active ingredient / ha). Zorvec™ Endavia® has a preventive, curative, eradicated activity and prevents sporulation. It is a very reliable fungicide, with extremely systematic and long-lasting action, and thus sets new standards of protection against late blight on potato and downy mildew on onion. Due to its systematic nature, Zorvec™ Endavia® also protects newly grown parts of plants, it is rainfast after only 20 minutes, so its place of use is during the intensive growth of potatoes and onions, when disease pressure is greatest and weather conditions are most severe. It is a very reliable fungicide, with extremely systematic and long-lasting action, and thus sets new standards of protection against late blight on potato and downy mildew on onion. It is a very reliable fungicide, with extremely systematic and long-lasting action, and thus sets new standards of protection against late blight on potato and downy mildew on onion. Due to its systematic nature, Zorvec™ Endavia® also protects newly grown parts of plants, it is rainfast after only 20 minutes, so its place of use is during the intensive growth of potatoes and onions, when disease pressure is greatest and weather conditions are most severe. Due to all the above-mentioned good properties, the Zorvec™ Endavia® fungicide is sure to find a place in the potato and onion spraying programs, as it offers growers many benefits due to extended spraying intervals, robust and systematic protection, and consequently lower operating costs. Due to the improved quality of the products themselves, it is also possible to store them longer and achieve a higher selling price.

532

Key words: oxathiapiprolin, bentiavalikarb, late blight on potato, downy mildew on onion

1 UVOD

Krompirjeva plesen, ki jo povzroča gliva *Phytophthora infestans*, je najpomembnejša bolezen pri pridelavi krompirja, ki ima za posledico zmanjšanje pridelka in vpliva na kakovost gomoljev. Uporaba učinkovitih fungicidov je pomemben del celovite strategije v integriranem varstvu rastlin pred krompirjevo plesnijo. Pravilna umestitev in poznavanje lastnosti fungicidov je ključnega pomena za najprimernejšo uporabo v učinkovitem programu za obvladovanje krompirjeve plesni. Corteva™ Zorvec® je svetovno priznano trgovsko ime za učinkovino oksatiapiprolin, nova učinkovina, ki jo je odkrilo podjetje DuPont (sedaj Corteva) in je prvi član novega razreda piperidinil-tiazolizoksazolin fungicidov. Deluje na edinstvenem mestu pri glivah iz rodu oomicet in ni znane navzkrižne odpornosti na druge fungicide. Zaradi edinstvenega novega načina delovanja je v razvrstitvi po sistemu FRAC razporejen v nov razred (FRAC klasifikacija 49).

Da bi lahko novo učinkovino oksatiapiprolin primerjali z ostalimi, že znanimi učinkovinami, je bilo potrebno opraviti več poskusov učinkovitosti delovanja proti krompirjevi plesni.

Študije so pokazale:

- 1) visoko učinkovitost zatiranja krompirjeve plesni,
- 2) učinek na več stopenj razvoja patogena,
- 3) močno sistemsko gibanje učinkovine znotraj gostiteljske rastline,
- 4) varstvo novega prirasta in
- 5) po 20-ih minutah je odporen na izpiranje zaradi dežja.

Vse te lastnosti pripomorejo, da učinkovina oksatiapiprolin zagotavlja dosledno in zanesljivo varstvo pred boleznijo, tudi v najtežjih razmerah. Skupek teh lastnosti ponuja tudi 3 do 4 dni daljše varstvo v primerjavi s trenutnimi fungicidi, ki se uporabljajo za zatiranje krompirjeve plesni.

Oksatiapiprolin je zelo učinkovit za zatiranje krompirjeve plesni in drugih gospodarsko pomembnih bolezni iz skupine oomicet, v odmerkih, ki so veliko nižji kot pri fungicidih, ki so trenutno na trgu. Nov način delovanja učinkovine oksatiapiprolin ponuja novo možnost v antirezistenčni strategiji varstva pred krompirjevo plesnijo, hkrati pa ima minimalen vpliv na koristne organizme v okolju. Ugoden ekotoksikološki in okoljski profil ter visoka učinkovitost sredstev na podlagi učinkovine oksatiapiprolin predstavljajo novo zelo učinkovito orodje pridelovalcem krompirja pri varstvu pred krompirjevo plesnijo.

2 OPIS UČINKOVINE OKSATIAPIPROLIN (ZORVEC™)

Študije so dokazale delovanje na novo ciljno mesto v glivi, nov način delovanja in nov način premeščanja po rastlini, kar zagotavlja visoko učinkovitost zatiranja bolezni brez navzkrižne odpornosti in z ugodnim okoljskim profilom.

2.1 Nova kemija, številne prednosti

Učinkovina oksatiapiprolin ima popolnoma nov biokemični način delovanja. Ciljno mesto delovanja je protein, ki veže oksisterol (OSBP). Pomen oz. vloga proteinov ki vežejo oksisterol je, da so vpleteni v procese gibanja lipidov med membranami. Zaviranje OSBP lahko moti druge procese v celici glive, kot so signalizacija, vzdrževanje celičnih membran in tvorba kompleksnejših lipidov, ki so nujni za preživetje celice. Za učinkovino oksatiapiprolin ni znane navzkrižne odpornosti z obstoječimi fungicidi. Učinkovina oksatiapiprolin (Zorvec) je razporejena v nov razred lestvice FRAC (številka 49) - inhibicija proteina za vezavo oksisterola – OSBP (skupina F9).

2.2 Vsestransko uporabna učinkovina

Oksatiapiprolin (Zorvec) učinkovito zatira glivo, povzročiteljico krompirjeve plesni v njenem celotnem življenjskem krogu in s tem zagotavlja zanesljivo varstvo za zdrav in visok pridelek.

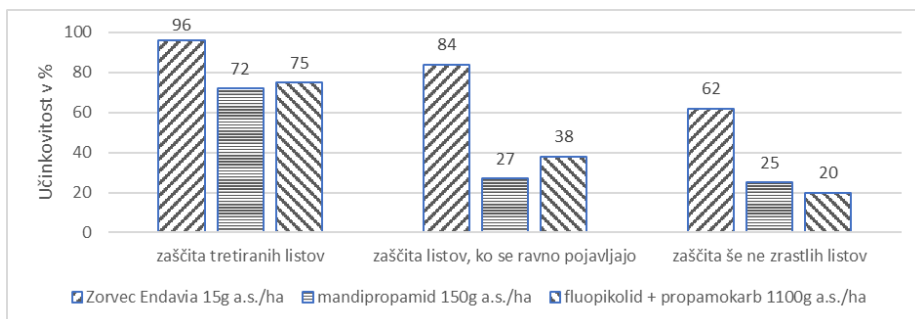
- Preventivno delovanje*: zavira kalitev zoospor in sporangijev,
- Kurativno delovanje: ustavi rast micelija v gostiteljski rastlini, preden se pojavijo vidni simptomi,
- Eradikativno delovanje: ustavi rast micelija; zavira nadaljnjo širjenje bolezni,
- Antisporulanto delovanje: zavira nastajanje spor.

* Fungicid Zorvec - priporočamo preventivno uporabo

2.3 Odlično varstvo novega prirasta rastline – sistemičnost

Študije na krompirju in ostali zelenjavi so pokazale, da učinkovina oksatiapiprolin (Zorvec™) varuje rastline na tri različne načine:

- varstvo novega prirasta rastline, ki ga ob tretiranju še ni bilo,
- varstvo tretiranih listov (ob tretiranju 30 – 50 % končne velikosti), ko rastejo in se širijo,
- varstvo novih listov (ob tretiranju 5-25% končne velikosti), ko se pojavijo in rastejo.



Slika 1: Učinkovitost različnih učinkovin na varstvo listne mase v različnih stadijih v času tretiranja.

2.4 Izredno odporen na izpiranje

Odpornost na izpiranje zaradi dežja je močno povezana s tem, kako hitro se učinkovina premakne v rastlino. Zorvec™ se hitro premakne v voskasto epikutikularno plast rastlinskega tkiva, zaradi česar je izjemno odporen na izpiranje. Poskusi pri nadzorovanem izpiranju so pokazali, da je Zorvec zaščiten pred izpiranjem že 20 minut po nanosu.

Zorvec™ je učinkovit proti ciljnim boleznim že v zelo nizkih odmerkih. Tudi pri odmerku 5 g učinkovine/ha je Zorvec v primerjavi s konkurenčnimi izdelki bolj učinkovit. Raziskave kažejo, da učinkovitost konkurenčnih fungicidov ob padavinah hitro pada, tudi če se uporabljajo v veliko višjih odmerkih.

3 UPORABA

NAČIN DELOVANJA:

Sredstvo ZORVEC ENDAVIA vsebuje dve aktivni snovi z različnim načinom delovanja. Oksatiapiprolin je edini predstavnik nove skupine piperidinil tiazol izoksazolnih fungicidov (FRAC koda 49), ki zavira sintezo beljakovine oksisterol (OSBP). Bentiavalikarb-izopropil spada v skupino CCA-fungicidov (amidi karboksilne kisline) (FRAC koda 40) in zavira sintezo celuloze. Obe aktivni snovi se po rastlini premeščata translaminarno, bentiavalikarb-izopropil deluje tudi sistemsko.

3.1. Navodilo za uporabo:

Sredstvo ZORVEC ENDAVIA se uporablja preventivno, pred pojavom prvih znakov bolezni, v:

– krompirju za zatiranje krompirjeve plesni (*Phytophthora infestans*) v odmerku 0,4 L/ha, pri porabi vode od 200 do 400 L/ha. Tretira se od razvojne faze, ko se iz gomoljev začnejo razgrinjati prvi listi (od BBCH 10), do 7 dni pred spravilom krompirja. S sredstvom se lahko na istem zemljišču v eni rastni dobi tretira največ štirikrat, z najmanj 7 dnevnimi vmesnimi presledki, pri čemer se lahko tretira največ trikrat zapored. Skupni odmerek v eni rastni dobi ne sme presegati 1,6 L/ha.

– čebuli, česnu in šalotki za zatiranje čebulne plesni (*Peronospora destructor*) v odmerku 0,5 L/ha, pri porabi vode od 200 do 600 L/ha. Tretira se od razvojne faze tretjega lista (> 3 cm) (od BBCH 13) do 28 dni pred spravilom pridelka. S sredstvom se lahko na istem zemljišču v eni rastni dobi tretira največ trikrat, z najmanj 7 dnevnimi vmesnimi presledki, pri čemer se lahko tretira največ dvakrat zapored. Skupni odmerek v eni rastni dobi ne sme presegati 1,5 L/ha.

Opozorilo: Potrebno je preprečiti vsakršno zanašanje škroplilne brozge na sosednje gojene rastline. Fitotoksičnost: Ob upoštevanju predpisanega navodila za uporabo sredstvo ni fitotoksično. Karenca: Karenca je 7 dni za krompir ter 28 dni za čebulo, česen in šalotko.

4 ZAKLJUČEK

Zorvec™ Endavia je fungicid, ki vsebuje dve učinkovini, ki imata sistemsko delovanje za zatiranje krompirjeve in čebulne plesni. Oksatiapiprolin je učinkovina, ki je za slovenski trg povsem nova, zato lahko od nje pričakujemo izjemno dobro učinkovitost, ki se je že pokazala v številnih poskusih. Fungicid Zorvec™ Endavia je izjemno odporen na izpiranje, ima antisporelantsko in kurativno delovanje, je sistemik in varuje pred krompirjevo plesnijo tudi gomolje. Glede na vse te lastnosti lahko rečemo, da je fungicid Zorvec™ Endavia zelo vsestranski fungicid, ki se v škroplilni program varstva lahko vključi v vsaki fazi razvoja gojene rastline, se pravi od vznika oz. prvih pa do zaključnih škropljenj.

Z uporabo fungicida Zorvec™ Endavia lahko računamo na pridelavo zdravega in obilnega pridelka tudi v najtežjih razmerah, hkrati pa si zagotovimo boljšo skladiščno sposobnost pridelka.

5 VIRI

Corteva Agriscience. Zorvec active Tehnical bulletin. 2019

FITO-INFO, <http://www.fito-info.si/>

Luijks, J.D. 2017. DuPont™ Zorvec® disease control: A novel tool for the control of late blight in potatoes. PAGV - Special report No 18 - 2017, 133-134.
https://agro.au.dk/fileadmin/17_Jan-Dries_Luijks-p133-134.pdf

KAZALO AVTORJEV / INDEX OF AUTHORS

537

| | |
|------------------------|--------------------------------------|
| ADAMIČ Sergeja | 1, 252 |
| BAJEC Domen | 412, 430 |
| BAKLAWA Mohamed | 473 |
| BAMBIČ Franci | 412, 430 |
| BATISTIČ Luka | 52 |
| BELŠAK Aleš | 298 |
| BENČIČ Aleksander | 259 |
| BERK Peter | 298, 361 |
| BERNIK Rajko | 461 |
| BIDOVEC Katja | 232 |
| BÖCKMANN Elias | 473 |
| BOHINC Tanja | 27, 52, 116, 147, 380, 444, 450, 473 |
| BOLČIČ TAVČAR Mateja | 223 |
| BREZNIK Marko | 298, 309 |
| BRGLEZ Ana | 275, 283 |
| BRODARIČ Jakob | 484, 489 |
| BUČAR MIKLAVČIČ Milena | 129, 156, 177 |
| BUTINAR Bojan | 129, 156, 177 |

| | |
|-------------------|------------------------------------------|
| CARLEVARIS Branko | 40, 315, 370 |
| CELAR Franci Aco | 495, 502 |
| CHABIRAND Aude | 405 |
| DARIŽ Julija | 40, 106, 166, 315 |
| DE GROOT Maarten | 291 |
| DE MEY Jonathan | 473 |
| DEVETAK Marko | 40, 116, 126, 138, 147, 166, 186, 370 |
| DREO Tanja | 259, 405 |
| FANTINIČ Jakob | 129, 177 |
| FATUR Tanja | 223 |
| FERJAN Blaž | 21 |
| FERLEŽ RUS Alenka | 88, 106, 330 |
| FLISAR NOVAK Zita | 12 |
| GALAMBOS Fruzsina | 424 |
| GROZNIK Eva | 291 |
| GROZNIK Katarina | 232 |
| HAUPTMAN Simona | 298 |
| HAUPTMAN Tine | 291 |
| HOBLAJ Sara | 116, 126, 138, 147, 166, 186, 323 |

| | |
|--------------------|------------------------------|
| HORVAT Timotej | 21 |
| IMPERL Ivica | 430 |
| JAKOMIN Tjaša | 484, 489 |
| JAKOŠ Nejc | 484 |
| JANČAR Matjaž | 116, 126, 138, 147, 166, 186 |
| JEJČIČ Viktor | 298 |
| JURETIČ Vasja | 40, 370 |
| KAMINIARIS Michail | 473 |
| KANCILJA Nuša | 495 |
| KAPLA Andrej | 346 |
| KAVČIČ Andreja | 412 |
| KEHRLI Patrik | 346 |
| KELC Damijan | 298 |
| KEREC Darko | 524 |
| KOGEJ Zala | 268, 484, 489 |
| KOS Andrej | 531 |
| KOS Danijela | 361 |
| KOS Katarina | 495, 502 |
| KREČIČ Aleš | 315 |
| KRPIČ Slavko | 12 |

| | |
|----------------------|--------------------------------------------|
| KUNST Vesna | 202 |
| KUTNJAK Denis | 268, 489 |
| LAZNIK Žiga | 193, 391, 444 |
| LEDNIK Mihael | 207 |
| LESKOVŠEK Robert | 1, 238, 252, 467 |
| LEŠNIK Leonida | 21, 88, 106, 216, 309, 323, 330 |
| LEŠNIK Mario | 12, 62, 78, 96, 207, 246, 298, 355, 361 |
| LONČAR Jernej | 21 |
| MAJIĆ Ivana | 193, 444 |
| MALIGOJ Alen | 509 |
| MAROLT Neja | 21 |
| MASTEN MILEK Tatjana | 398 |
| MATJAŠEC Robert | 524 |
| MATKO Boštjan | 21, 88, 106, 216, 309, 323, 330 |
| MEHLE Nataša | 268, 484, 489 |
| MEŠL Miro | 21, 88, 106, 216, 309, 323, 330 |
| MIKLAVC Jože | 21, 88, 106, 216, 309, 323, 330, 444 |
| MIKLAVC Marjeta | 21, 106, 216, 309, 323, 330 |
| MODIC Špela | 346 |

| | |
|------------------|--------------------------------------------|
| NÁDASY Erzsébet | 424 |
| OGRIS Nikica | 275, 283 |
| OREŠEK Erika | 232, 444 |
| PAJK Primož | 259 |
| PÁSZTOR György | 424 |
| PAUŠIČ Andrej | 12, 62, 78, 96, 207, 246, 298, 355, 361 |
| PECMAN Anja | 268, 489 |
| PERHARIČ Lucija | 223 |
| PETERLIN Andreja | 412, 430 |
| PINTAR Maja | 398 |
| PIRC Manca | 259, 405 |
| PIŠKUR Barbara | 275, 283 |
| PODGORNIK Maja | 129, 156, 177 |
| POJE Tomaž | 298, 509, 515 |
| POLIČNIK Franček | 88, 106, 216, 330, 444 |
| POLLET Sabien | 473 |
| PRAPROTNİK Eva | 346 |
| PRELOŽNIK Anja | 62, 78 |
| PRISLAN Urša | 502 |
| PULKO Evgen | 21, 88, 216, 309, 323, 330 |

| | |
|-------------------------------|--------------------|
| RAK CIZEJ Magda | 202, 330, 444 |
| RASPUDIĆ Emilija | 444 |
| RAVNIKAR Maja | 268 |
| RAZINGER Jaka | 346 |
| RAŽOV Josip | 166 |
| RODIČ Karmen | 106, 412, 430 |
| RODRIGUEZ CALLE Juan Pablo | 473 |
| ROT Mojca | 40, 106, 370 |
| ROVANŠEK Anže | 252, 467 |
| RUGMAN-JONES Paul | 444 |
| SARAJLIĆ Ankica | 444 |
| SCHROERS Hans-Josef | 126 |
| SEČNIK Matej | 298 |
| SELJAK Gabrijel | 106 |
| SINKOVIČ Tomaž | 380 |
| SIRK Marjan | 207, 246, 298, 361 |
| SLATNAR Ana | 70 |
| SNOJ David | 88 |
| SREŠ Alojz | 524 |
| STAJNKO Denis | 298 |

| | |
|------------------------|-------------------------------------------------------|
| STRAUSS Gudrun | 380 |
| ŠIMALA Mladen | 398 |
| ŠKERBOT Igor | 12, 202 |
| ŠKERBOT Iris | 12, 202, 232 |
| ŠKRABAR Urška | 21, 88, 216, 309, 323, 330, 444 |
| ŠKVARČ Andreja | 315 |
| ŠTABUC Roman | 298, 309 |
| ŠTEPIC Primož | 531 |
| ŠUVAK Andrej | 21, 216 |
| TAKÁCS András | 424 |
| TRDAN Stanislav | 27, 40, 52, 193, 380, 391, 417, 437, 444, 450, 473 |
| TSIROPOULOS Zisis | 473 |
| TURNŠEK Neža | 405 |
| URBANČIČ ZEMLJIČ Meta | 21 |
| URBANEK-KRAJNC Andreja | 298, 361 |
| VALENČIČ Vasilij | 129, 156, 177 |
| VASILIĆ Andrija | 450 |
| VAUPOTIČ Tanja | 309, 323 |
| VEBER Rok | 330 |
| VIDRIH Matej | 417, 437, 461 |

| | |
|----------------|-----------------------------------------------|
| VINDIŠ Peter | 298 |
| VONČINA Andrej | 216, 346 |
| VRČON Matej | 315 |
| VUČAJNK Filip | 27, 417, 437, 461 |
| VUČUROVIĆ Ana | 268, 484, 489 |
| WILLIAMS David | 291 |
| ZAJC Janja | 126 |
| ZAMLJEN Tilen | 70 |
| ŽERAK Filip | 96 |
| ŽERJAV Metka | 126 |
| ŽEŽLINA Ivan | 40, 116, 138, 315, 323, 370 |
| ŽEŽLINA Jan | 40, 106, 116, 126, 138, 147, 166, 186, 370 |
| ŽIGON Primož | 88, 106, 346 |
| ŽVEPLAN Silvo | 202, 216 |

Sponzorji

545

ARTEMISA 

546



Bayer CropScience

547



CORTEVA[™]
agriscience

Agriculture Division of DowDuPont

548



549



550



Posvetovanje so podpri



Albaugh™
Your Alternative™

551

The BASF logo is displayed on a solid green rectangular background. It features a white square icon with a smaller white square inside it, followed by a small white square separator, and then the word "BASF" in a bold, white, sans-serif font.

BASF

We create chemistry



552



553



skupina
panvita





554

The logo for Syngenta features the word "syngenta" in a bold, lowercase, blue sans-serif font. A green leaf-like shape is positioned above the letter "n".

555



**ZADRUŽNA
ZVEZA
SLOVENIJE**

Donatorji



CINKARNA



DDD d.o.o. DEZINFEKCIJA,
DEZINSEKCIJA, DERATIZACIJA
6000 Koper, Vojkovo nabrežje 38, P.P. 278
Tel.: 05/ 630-04-80, Fax: 05/ 639-36-02

556



www.d-net.si



Hmezad
exim d.d. Žalec



JURANA
Specialisti za enologijo in prehrano rastlin
www.jurana.com



IZV
Trsnica Vrhopolje