

Društvo za varstvo rastlin Slovenije
Ljubljana

Plant Protection Society of Slovenia
Ljubljana

ZBORNİK PREDAVANJ IN REFERATOV

13. SLOVENSKEGA POSVETOVANJA O VARSTVU RASTLIN Z
MEDNARODNO UDELEŽBO
RIMSKE TOPLICE, 7.-8 MAREC 2017

LECTURES AND PAPERS

PRESENTED AT THE 13TH SLOVENIAN CONFERENCE ON
PLANT PROTECTION WITH INTERNATIONAL PARTICIPATION
RIMSKE TOPLICE, MARCH 7-8 2017

LJUBLJANA, 2017

**Zbornik predavanj in referatov 13. Slovenskega posvetovanja o varstvu
rastlin z mednarodno udeležbo, Rimske Toplice, 7.-8. marec 2017**

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

Urednik prof. dr. Stanislav TRDAN

Tehnični urednik in oblikovalec prof. dr. Stanislav TRDAN

Fotografija na ovitku Pogled na Koprski zaliv iz Dekanov (*avtor* prof. dr. Stanislav TRDAN)

Tisk Tiskarna Knjigoveznica Radovljica, d.o.o.

Naklada 250 izvodov

Ljubljana, 2017

Prispevki so recenzirani. Za jezikovno ustreznost odgovarjajo avtorji.

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

632(082)
632.95(082)

SLOVENSKO posvetovanje o varstvu rastlin z mednarodno udeležbo (13 ; 2017 ;
Rimske Toplice)

Zbornik predavanj in referatov 13. slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin z
mednarodno udeležbo, Rimske Toplice, 7.-8. marec 2017 = Lectures and papers
presented at the 13th Slovenian Conference on Plant Protection with International
Participation, Rimske Toplice, March 7-8, 2017 / [urednik Stanislav Trdan]. - Ljubljana
: Društvo za varstvo rastlin Slovenije = Plant Protection Society of Slovenia, 2017

ISBN 978-961-93447-5-0

1. Trdan, Stanislav
292494592

Pokrovitelj:

Uprava Republike Slovenije za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin

Sponzorji:

BASF Slovenija d.o.o
KARSIA, Dutovlje, d.o.o. in DOW AgroSciences
Bayer d.o.o.

Posvetovanje so podprli:

Syngenta Agro d.o.o.	Intermag Ltd., Olkusz, Poland
Efos informacijske rešitve d.o.o.	Kron Telekom, d.o.o
Metrob d.o.o.	AS AN d.o.o.
Cinkarna, Metalurško-kemična Industrija Celje, d.d.	
Pioneer Semena Holding GmbH, Murska Sobota	

Donatorji:

Zadružna zveza Slovenije, z.o.o.	Picount d.o.o.
Deželna banka Slovenije d.d.	Panvita d.d.
Kmetijska zadruga Šaleška dolina, z.o.o.	Nered d.o.o.
Mlekarna Celeia d.o.o.	D-Net d.o.o.
Hmezad exim d.d.	Meja Šentjur, d.d.

Predsednika Organizacijskega odbora / President of the Organizing Committee

dr. Magda RAK CIZEJ, univ. dipl. inž. agr.
prof. dr. Stanislav TRDAN, univ. dipl. inž. agr.

Organizacijski odbor / Organizing Committee

doc. dr. Matej VIDRIH, univ. dipl. inž. agr.	Alenka FERLEŽ RUS, univ. dipl. inž. agr.
doc. dr. Žiga LAZNIK, univ. dipl. inž. agr.	Silvo ŽVEPLAN, univ. dipl. inž. kmet.
asist. dr. Tanja BOHINC, univ. dipl. inž. agr.	Marija GRAŠINAR, dipl. inž. agr. in hort.
Jaka RUPNIK, inž. les.	Uroš KOLENC, dipl. inž. agr. in hort.
dr. Sebastjan RADIŠEK, univ. dipl. inž. agr.	

Programski odbor / Scientific Committee

prof. dr. Stanislav TRDAN, univ. dipl. inž. agr.
dr. Gregor UREK, univ. dipl. inž. agr.
dr. Sebastjan RADIŠEK, univ. dipl. inž. agr.
akad. zasl. prof. ddr. Jože MAČEK, univ. dipl. inž. agr., univ. dipl. oec.
dr. Ivan ŽEŽLINA, univ. dipl. inž. agr.
doc. dr. Matej VIDRIH, univ. dipl. inž. agr.

Vsebina

Uvodni referati in druga vabljena predavanja

Pasquale TREMATERRA, Andrea SCIARRETTA Geostatistična orodja za preučevanje prostorske razporeditve škodljivcev: praktična uporaba obvladovanja škodljivcev pri integriranem varstvu sadovnjakov in vinogradov	1
Andreas THIERFELDER Prispevek fitofarmacevtske industrije k trajnostnemu kmetijstvu	20

Varstvo sadnega drevja in jagodičevja

Karmen RODIČ, Stanislav TRDAN Omejevanje širjenja vrtnega zavrtača (<i>Xyleborus dispar</i> [Fabricius]) v jablanovih nasadih jugovzhodne Slovenije z alkoholnimi vabami	23
Domen BAJEC, Stanislav TRDAN Razvoj ameriškega kaparja (<i>Diaspidiotus perniciosus</i> [Comstock]) in njegova porazdelitev v nasadih jablane	31
Mario LEŠNIK, Gabrijel SELJAK, Stanislav VAJS Populacijska dinamika škržatka <i>Orietus ishidae</i> Matsumura v nasadih jablan v letih 2015 in 2016	39
Mojca ROT, Ivan ŽEŽLINA, Matjaž JANČAR, Gabrijel SELJAK Črna figova muha (<i>Silba adipata</i> McAlpine, 1956 [Diptera, Lochaetidae]) je zastopana tudi v Sloveniji	47
Mario LEŠNIK, Stanislav VAJS Strategija zatiranja bolšice <i>Cacopsylla melanoneura</i> (Foerster) za omejevanje razširjanja fitoplazme » <i>Candidatus</i> Phytoplasma mali« v nasadih jablan	53
Boštjan MATKO, Mario LEŠNIK Vpliv tehnologije pridelovanja jablan (<i>Malus domestica</i> Borkh.) na izgube pridelka povzročene od okužb s fitoplazmo ' <i>Candidatus</i> Phytoplasma mali'	64
Ivan ŽEŽLINA, Mojca ROT, Marko DEVETAK, Branko CARLEVARIS, Alenka MUNDA Možnosti obvladovanja sadnih gnilob pri breskvah in nektarinah – tudi z uporabo fitofarmacevtskih sredstev	76
Jože MIKLAVC, Boštjan MATKO, Miro MEŠL, Marjeta MIKLAVC, Biserka DONIK PURGAJ Vpliv mehničnega odstranjevanja listja na zmanjšanje infekcijskega potenciala jablanovega šklupa (<i>Venturia inaequalis</i>)	85
Martin MAVSAR, Gregor LESKOŠEK, Rajko BERNIK, Matej VIDRIH, Filip VUČAJNK Meritve hitrosti zraka in točnosti manometrov pri pršilnikih	91

Varstvo vrtnin, okrasnih rastlin in oljk

Mario LEŠNIK, Matic LEBEN, Stanislav VAJS Stopnja zmanjšanja okužb od povzročiteljev bolezni čebule pri uporabi EM TM mikrobnih pripravkov za krepitev rastlin	97
--	----

Mojca VIRŠČEK MARN, Irena MAVRIČ PLEŠKO, Kristina UGRINOVIĆ, Mojca ŠKOF, Elizabeta KOMATAR Vzgoja kakovostnega razmnoževalnega materiala česna sorte 'Ptujski jesenski'	110
Žiga LAZNIK, Stanislav TRDAN Preučevanje kontaktnega delovanja izbranih okoljsko sprejemljivih snovi na lazarje (<i>Arion</i> spp., Gastropoda, Arionidae) v laboratorijskem poskusu	117
Snježana HRNČIĆ, Sanja RADONJIĆ Spreading of red palm weevil (<i>Rhynchophorus ferrugineus</i> [Olivier]), a devastating pest of palms in Montenegro	125
Matjaž JANČAR, Viljanka VESEL Oljčni molj (<i>Prays oleae</i> [Bernard]) - pojav škodljivca in škoda v Slovenski Istri	132
Maja PODGORNIK, Erika BEŠTER, Bojan BUTINAR, Milena BUČAR-MIKLAVČIČ, Ana MIKLAVČIČ VIŠNJEVEC, Vasilij VALENČIČ Vpliv napada oljčne muhe (<i>Bactrocera oleae</i> [Rossi]) na vsebnost in sestavo biofenolov oljčnega olja	140
Tanja DREO, Erika OREŠEK, Matjaž JANČAR, Gabrijel SELJAK, Ivan ŽEŽLINA, Mojca ROT, Maja RAVNIKAR Nove najdbe bakterije <i>Xylella fastidiosa</i> v Evropi in ciljni raziskovalni projekt V4-1603 XylVec	147

Varstvo poljščin in krmnih rastlin

Tanja BOHINC, Stanislav TRDAN Sezonska dinamika navadne tenčičarice (<i>Chrysoperla carnea</i>) in žitnih uši (Aphididae) na njivi z jaro pšenico	154
Magda RAK CIZEJ, Silvo ŽVEPLAN, Iris ŠKERBOT, Jolanda PERSOLJA Zmanjševanje populacije koruznega hrošča (<i>Diabrotica virgifera virgifera</i>) (Coleoptera: Chrysomelidae) z metodo zbeganja	162
Franci Aco CELAR, Katarina KOS Spremljanje več zaporednih množičnih rojenj poljskega majskega hrošča (<i>Melolontha melolontha</i> [L.]) v zaselku Zadlog skozi daljše obdobje (2007-2016)	170
Aleš KOLMANIČ, Robert LESKOVŠEK Vpliv herbicidnih kombinacij na učinkovitost zatiranja plevelov, pridelek in agronomske lastnosti soje (<i>Glycine max</i> [L.] Merr.)	177
Mario LEŠNIK, Stanislav VAJS Ocena škodljivosti nekaterih še ne razširjenih vrst rodu <i>Cyperus</i> za kmetijsko pridelavo Slovenije	190
Nataša MEHLE, Larisa GREGUR, Magda TUŠEK ŽNIDARŠIČ, Anja PECMAN, Denis KUTNJAK, Mojca VIRŠČEK MARN, Maja RAVNIKAR Virusi na bučevkah v Sloveniji	199

Varstvo gozdnega drevja in vinske trte

Katarina KOS, George MELIKA, Franci Aco CELAR Domorodni parazitoidi kostanjeve šiškarice (<i>Dryocosmus kuriphilus</i> Yasumatsu) in ostalih šiškaric v Sloveniji (2010-2016)	206
---	-----

Nikica OGRIS Simulacija potencialnega širjenja borovega smolastega raka (<i>Fusarium circinatum</i>) v Sloveniji	212
Barbara PIŠKUR, Dušan JURC Nove najdbe rij (Pucciniales) na drevesnih in drugih vrstah v Sloveniji	222
Marija KOLŠEK Zdravje slovenskih gozdov tretje leto po žledolomu v letu 2014	230
Mario LEŠNIK, Žiga ŠERBINEK, Stanislav VAJS Stopnja zmanjšanja okužbe od povzročiteljev boleznih vinske trte pri uporabi titanovih in silicijevih pripravkov za krepitev rastlin	236
Marjeta MIKLAVC, Jože MIKLAVC, Boštjan MATKO, Miro MEŠL Pojav sive grozdne plesni na grozdju kot posledica napada drugega rodu grozdnih sukačev	247

Splošna sekcija

Vlasta KNAPIČ, Gabrijel SELJAK Začasen značaj karantenske kategorije na zgledu plodovih muh (Tephritidae)	254
Primož PAJK, Alenka ZUPANČIČ, Erika OREŠEK, Anita BENKO BELOGLAVEC, Simona PERME Načrtovani programi preiskav za ugotavljanje navzočnosti škodljivih organizmov rastlin	269

Posterji

Mladen ŠIMALA, Maja PINTAR, Tatjana MASTEN MILEK, Vjekoslav MARKOTIČ Results of a two year survey (2015-2016) of quarantine whitefly species from genus <i>Aleurocanthus</i> Quaintance & Baker on citrus in Croatia	278
Špela MODIČ, Andrej KAPLA, Primož ŽIGON, Matic NOVLJAN, Aleš PLUT, Neja MAROLT, Andrej VONČINA, Roman MAVEC, Jaka RAZINGER, Gregor UREK Inventarizacija talnih hroščev v sadovnjaku Brdo	284
Julija DARIŽ, Ivan ŽEŽLINA, Stanislav TRDAN Sezonska dinamika jabolčnega zavijača (<i>Cydia pomonella</i> [L.]) in breskovega zavijača (<i>Grapholita molesta</i> [Busck]) v intenzivnem nasadu jablan v Brkinih	292
Primož ŽIGON, Darinka KORON, Jaka RAZINGER, Špela MODIČ Sezonska dinamika malinove hrčice (<i>Resseliella theobaldi</i> [Barnes], Diptera, Cecidomyiidae) v dveh nasadih malin v Sloveniji	299
Mojca VIRŠČEK MARN, Irena MAVRIČ PLEŠKO Okuženost jablan in hrušk z virusi v Sloveniji	304
Alenka MUNDA, Karmen RODIČ, Mojca ROT, Ivan ŽEŽLINA Pojav glive <i>Gnomoniopsis smithogilvyi</i> , povzročiteljice rjavenja plodov kostanja, v Sloveniji	311
Mojca ROT, Ivan ŽEŽLINA, Katarina KOS, Franci Aco CELAR, Dinka MATOŠEVIČ, George MELIKA Biotično varstvo kostanjeve šiškarice (<i>Dryocosmus kuriphilus</i> Yasumatsu) s parazitoidom <i>Torymus sinensis</i> v Sloveniji in sosednjih državah	316

Maja PINTAR, Tatjana MASTEN MILEK, Mladen ŠIMALA, Vjekoslav MARKOTIĆ Mealybugs (Hemiptera: Coccoomorpha) as unusual pests on vegetables in Croatia	325
Tatjana MASTEN MILEK, Mladen ŠIMALA, Maja PINTAR, Vjekoslav MARKOTIĆ Scale insects (Hemiptera: Coccoomorpha) on Mediterranean medicinal plants	331
Žiga LAZNIK, Stanislav TRDAN Preučevanje sočasne uporabe entomopatogenih ogorčic (Rhabditida: Steinernematidae in Heterorhabditidae) in akaricidov v laboratorijskih razmerah	338
Stanislav TRDAN, Gijsbertus VIERBERGEN, Sanja RADONJIĆ, Simona PERME, Žiga LAZNIK, Tanja BOHINC Ali lahko resarje iz rodu <i>Scirtothrips</i> in vrsto <i>Thrips setosus</i> kmalu pričakujemo v Sloveniji?	347
Melita ŠTRUKELJ, Špela MODIC, Aleš SEDLAR, Stephan WINTER, Jaka RAZINGER Uporaba mikrosatelitnih markerjev za razlikovanje med populacijami koruznega hrošča (<i>Diabrotica virgifera virgifera</i> [Coleoptera: Chrysomelidae])	358
Špela MODIC, Magda RAK CIZEJ, Karmen RODIČ, Metka BARBARIČ, Jaka RAZINGER Preizkušanje učinkovitosti treh vrst rumenih lepljivih plošč za spremljanje koruznega hrošča (<i>Diabrotica v. virgifera</i>)	366
Aleš KOLMANIČ Vpliv gnojenja in hibridov koruze na poškodbe koruzne vešče (<i>Ostrinia nubilalis</i>) – preliminarni rezultati	371
Primož ŽIGON, Špela MODIC, Jaka RAZINGER Spremljanje zastopanosti štirih vrst skladiščnih škodljivcev iz redu metuljev s feromonskimi vabami	380
Tanja DREO, Mojca VIRŠČEK MARN, Erika OREŠEK Korenje po Evropi je pogosto okuženo z bakterijo ' <i>Candidatus Liberibacter solanacearum</i> ', ki se prenaša s semenom in žuželčjimi prenašalci - kako je pri nas?	385
Tanja DREO, Primož PAJK, Manca PIRC, Maja RAVNIKAR Program preiskav preverjanja zastopanosti bakterije <i>Pantoea stewartii</i> v rastlinah in semenu koruze (<i>Zea mays</i> L.)	392
Metka ŽERJAV, Karmen RODIČ, Marjeta URBANČIČ ZEMLJIČ, Hans-Josef SCHROERS Glivične bolezni soje v Sloveniji	399
Tanja BOHINC, Anja PEPUNIČ, Filip VUČAJNK, Matej VIDRIH, Žiga LAZNIK, Stanislav TRDAN Prvi poskus preučevanja navadnega graha (<i>Pisum sativum</i> L.) kot privabilnega posevka za zmanjševanje škodljivosti strun (<i>Agriotes</i> spp., Coleoptera, Elateridae) na krompirju (<i>Solanum tuberosum</i> L.)	406
Tanja BOHINC, Filip VUČAJNK, Aleš PLUT, Stanislav TRDAN Preučevanje fungicidnega delovanja propolisa na povzročitelja črne listne pegavosti krompirja (<i>Alternaria solani</i>) in krompirjeve plesni (<i>Phytophthora infestans</i>) v poljskih razmerah	414
Miha CURK, Matej VIDRIH, Žiga LAZNIK, Stanislav TRDAN Pojavljanje škodljivih organizmov na travni ruši nogometnih igrišč v Sloveniji	422
Filip VUČAJNK, Alojz SREŠ, Stanislav TRDAN, Matej VIDRIH Vsebnost mikotoksina deoksinivalenol in kakovost zrnja pri različnih sortah ozimne pšenice	430

VIII

Filip VUČAJNK, Alojz SREŠ, Miha PELC, Stanislav TRDAN, Matej VIDRIH Vpliv uporabe različnih šob na kakovost nanosa fungicida na ozimno pšenico (<i>Triticum aestivum</i> L.)	436
Tomaž POJE Tehnične možnosti za manjšo izpostavljenost fitofarmaceutskim sredstvom pri pripravi škropilne brozge	443
Tomaž POJE Potrebna moč za pogon pršilnika z radialnim ventilatorjem	449
Jolanda PERSOLJA, Primož PAJK, Tomaž SELIŠKAR, Andrej KOVAČ 15 let prognostičnih obvestil v varstvu rastlin	454

Prispevki sponzorjev

Andrej KOS, Marjan KRAGL Novosti podjetja Karsia, Dutovlje, d.o.o. za sezono 2017	460
Kazalo avtorjev	467
Logotipi sponzorjev	473

Content

Plenary lectures and other invited lectures

- Pasquale TREMATERRA, Andrea SCIARRETTA** Geostatistical tools for the study of insect spatial distribution: practical implications in the integrated management of orchard and vineyard pests 1
- Andreas THIERFELDER** Crop protection industry contribution to sustainable agriculture 20

Protection of fruit crops and berry crops

- Karmen RODIČ, Stanislav TRDAN** Limiting the spread of the European shot-hole borer (*Xyleborus dispar* [Fabricius]) in apple orchards in southeast Slovenia with ethanol-baited traps 23
- Domen BAJEC, Stanislav TRDAN** Development of San José Scale (*Diaspidiotus perniciosus* [Comstock]) and its distribution in apple orchards 31
- Mario LEŠNIK, Gabrijel SELJAK, Stanislav VAJS** Population Dynamics of the Leafhopper *Orientus ishidae* Matsumura in Apple Orchards in Seasons 2015 and 2016 39
- Mojca ROT, Ivan ŽEŽLINA, Matjaž JANČAR, Gabrijel SELJAK** Black fig fly (*Silba adipata* McAlpine, 1956 [Diptera, Lonchaeidae]) is present also in Slovenia 47
- Mario LEŠNIK, Stanislav VAJS** A Control Strategy of psyllid *Cacopsylla melanoneura* (Foerster) for the Prevention of a phytoplasma »*Candidatus* Phytoplasma mali « spread in Apple Orchards 53
- Boštjan MATKO, Mario LEŠNIK** The influence of apple production technology (*Malus domestica* Borkh.) on yield loss caused by infection with phytoplasma '*Candidatus* Phytoplasma mali 64
- Ivan ŽEŽLINA, Mojca ROT, Marko DEVETAK, Branko CARLEVARIS, Alenka MUNDA** Control of fruit rot on peaches and nectarines - even with the use of plant protection products 76
- Jože MIKLAVC, Boštjan MATKO, Miro MEŠL, Marjeta MIKLAVC, Biserka DONIK PURGAJ** Effect of mechanical leaf removal on reducing the infection potential of apple scab (*Venturia inaequalis*) 85
- Martin MAVSAR, Gregor LESKOŠEK, Rajko BERNIK, Matej VIDRIH, Filip VUČAJNK** Measurements of air velocity and manometer accuracy by orchard sprayers 91

Protection of vegetables, ornamental plants and olive trees

- Mario LEŠNIK, Matic LEBEN, Stanislav VAJS** The Level of Onion Pathogen Infection Rate Reduction in the Application of EMTM Microbial-based Plant Strengtheners 97

Mojca VIRŠČEK MARN, Irena MAVRIČ PLEŠKO, Kristina UGRINOVIĆ, Mojca ŠKOF, Elizabeta KOMATAR Production of high quality propagation material of garlic variety 'Ptujski jesenski'	110
Ziga LAZNIK, Stanislav TRDAN Testing the efficacy of selected environmentally acceptable substances against slugs (<i>Arion</i> spp., Gastropoda, Arionidae) under laboratory conditions	117
Snježana HRNČIĆ, Sanja RADONJIĆ Spreading of red palm weevil (<i>Rhynchophorus ferrugineus</i> [Olivier]), a devastating pest of palms in Montenegro	125
Matjaž JANČAR, Viljanka VESEL Olive moth (<i>Prays oleae</i> [Bernard]) - the occurrence of the pest and damage it causes in Slovenian Istria	132
Maja PODGORNIK, Erika BEŠTER, Bojan BUTINAR, Milena BUČAR-MIKLAVČIČ, Ana MIKLAVČIČ VIŠNJEVEC, Vasilij VALENCIČ Effect of olive fruit fly (<i>Bactrocera oleae</i> [Rossi]) infestation on the biophenol content and composition of olive oil	140
Tanja DREO, Erika OREŠEK, Matjaž JANČAR, Gabrijel SELJAK, Ivan ŽEŽLINA, Mojca ROT, Maja RAVNIKAR New findings of <i>Xylella fastidiosa</i> in Europe and activities within XylVec, a targeted reasearch project (V4-1603)	147

Protection of field and fodder crops

Tanja BOHINC, Stanislav TRDAN Seasonal dynamics of common green lacewing (<i>Chrysoperla carnea</i>) and cereal aphids (Aphididae) in the field with spring wheat	154
Magda RAK CIZEJ, Silvo ŽVEPLAN, Iris ŠKERBOT, Jolanda PERSOLJA Reducing population of the Western Corn Rootworm (<i>Diabrotica virgifera virgifera</i>) (Coleoptera: Chrysomelidae) with mating disruption	162
Franci Aco CELAR, Katarina KOS The monitoring of successive mass swarming of common cockchafer (<i>Melolontha melolontha</i> [L.]) in the hamlet Zadlog over an extended period (2007-2016)	170
Aleš KOLMANIČ, Robert LESKOVŠEK Effect of herbicide combinations on weed control efficacy, yield and agronomic traits of soybean (<i>Glycine max</i> [L.] Merr.)	177
Mario LEŠNIK, Stanislav VAJS Noxiousness evaluation of some not yet widespread species of the genus <i>Cyperus</i> for agricultural production in Slovenia	190
Nataša MEHLE, Larisa GREGUR, Magda TUŠEK ŽNIDARŠIČ, Anja PECMAN, Denis KUTNJAK, Mojca VIRŠČEK MARN, Maja RAVNIKAR Viruses infecting cucurbits in Slovenia	199

Protection of forest trees and grapevine

- Katarina KOS, George MELIKA, Franci Aco CELAR** Native parasitoids of Chestnut gall wasp (*Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu) and other cynipids in Slovenia (2010-2016) 206
- Nikica OGRIS** The simulation of potential spread of pine pitch canker (*Fusarium circinatum*) in Slovenia 212
- Barbara PIŠKUR, Dušan JURC** New findings of rusts (Pucciniales) on trees and other plants in Slovenia 222
- Marija KOLŠEK** Slovenian forest health three years after the catastrophic ice storm from 2014 230
- Mario LEŠNIK, Žiga ŠERBINEK, Stanislav VAJS** The level of Grapevine Pathogen Infection Rate Reduction in the Application of Titanium and Silicon-based Plant Strengtheners 236
- Marjeta MIKLAVC, Jože MIKLAVC, Boštjan MATKO, Miro MEŠL** The emergence of gray mould on grapes as a result of attack of second generation of grape moths 247

General session

- Vlasta KNAPIČ, Gabrijel SELJAK** Temporary nature of quarantine pest categorisation using the example of the Tephritidae fruit flies 254
- Primož PAJK, Alenka ZUPANČIČ, Erika OREŠEK, Anita BENKO BELOGLAVEC, Simona PERME** Planned survey programmes of harmful organisms 269

Posters

- Mladen ŠIMALA, Maja PINTAR, Tatjana MASTEN MILEK, Vjekoslav MARKOTIČ** Results of a two year survey (2015-2016) of quarantine whitefly species from genus *Aleurocanthus* Quaintance & Baker on citrus in Croatia 278
- Špela MODIC, Andrej KAPLA, Primož ŽIGON, Matic NOVLJAN, Aleš PLUT, Neja MAROLT, Andrej VONČINA, Roman MAVEC, Jaka RAZINGER, Gregor UREK** Ground beetle inventarisation in Brdo orchard 284
- Julija DARIŽ, Ivan ŽEŽLINA, Stanislav TRDAN** Seasonal dynamics of codling moth (*Cydia pomonella* [L.]) and oriental fruit moth (*Grapholita molesta* [Busck]) in an intensive apple orchard in Brkini 292
- Primož ŽIGON, Darinka KORON, Jaka RAZINGER, Špela MODIC** Flight dynamics of Raspberry Cane Midge (*Resseliella theobaldi* [Barnes], Diptera, Cecidomyiidae) in two raspberry plantings in Slovenia 299
- Mojca VIRŠČEK MARN, Irena MAVRIČ PLEŠKO** Viral infections of apples and pears in Slovenia 304

Alenka MUNDA, Karmen RODIČ, Mojca ROT, Ivan ŽEŽLINA Occurrence of the fungus <i>Gnomoniopsis smithogilvyi</i> , the causer of brown rot of nuts of chestnut, in Slovenia	311
Mojca ROT, Ivan ŽEŽLINA, Katarina KOS, Franci Aco CELAR, Dinka MATOŠEVIČ, George MELIKA Biological control of <i>Dryocosmus kuriphilus</i> with parasitoid <i>Torymus sinensis</i> in Slovenia and in neighbouring countries	316
Maja PINTAR, Tatjana MASTEN MILEK, Mladen ŠIMALA, Vjekoslav MARKOTIČ Mealybugs (Hemiptera: Coccoomorpha) as unusual pests on vegetables in Croatia	325
Tatjana MASTEN MILEK, Mladen ŠIMALA, Maja PINTAR, Vjekoslav MARKOTIČ Scale insects (Hemiptera: Coccoomorpha) on Mediterranean medicinal plants	331
Žiga LAZNIK, Stanislav TRDAN Research on compatibility of entomopatogenic nematodes (Rhabditida: Steinernematidae and Heterorhabditidae) and acaricides under laboratory conditions	338
Stanislav TRDAN, Gijsbertus VIERBERGEN, Sanja RADONJIĆ, Simona PERME, Žiga LAZNIK, Tanja BOHINC Can we expect <i>Scirtothrips</i> species and <i>Thrips setosus</i> in Slovenia soon?	347
Melita ŠTRUKELJ, Špela MODIČ, Aleš SEDLAR, Stephan WINTER, Jaka RAZINGER The use of microsatellite markers as a tool for distinction between western corn rootworm (<i>Diabrotica virgifera virgifera</i> [Coleoptera: Chrysomelidae]) populations	358
Špela MODIČ, Magda RAK CIZEJ, Karmen RODIČ, Metka BARBARIČ, Jaka RAZINGER Evaluation of three types of yellow sticky traps for monitoring of <i>Diabrotica v. virgifera</i>	366
Aleš KOLMANIČ Effect of fertilisation and maize hybrids on European corn borer (<i>Ostrinia nubilalis</i>) damage - preliminary results	371
Primož ŽIGON, Špela MODIČ, Jaka RAZINGER Monitoring of four lepidopteran stored grain pests with a pheromone-baited traps	380
Tanja DREO, Mojca VIRŠČEK MARN, Erika OREŠEK Carrots in Europe are frequently infected with seed and vector transmitted bacteria ' <i>Candidatus Liberibacter solanacearum</i> ' - what is the situation in Slovenia?	385
Tanja DREO, Primož PAJK, Manca PIRC, Maja RAVNIKAR Survey on the presence of bacterium <i>Pantoea stewartii</i> in plants and seeds of maize (<i>Zea mays</i> L.)	392
Metka ŽERJAV, Karmen RODIČ, Marjeta URBANČIČ ZEMLJIČ, Hans-Josef SCHROERS Soybean diseases caused by fungi in Slovenia	399
Tanja BOHINC, Anja PEPUNIČ, Filip VUČAJNK, Matej VIDRIH, Žiga LAZNIK, Stanislav TRDAN First attempt of efficacy testing of pea (<i>Pisum sativum</i> L.) as trap crop for diminishing the damage caused by wireworms (<i>Agriotes</i> spp., Coleoptera, Elateridae) in potato (<i>Solanum tuberosum</i> L.) crops	406

Tanja BOHINC, Filip VUČAJNK, Aleš PLUT, Stanislav TRDAN Field testing of fungicidal efficacy of propolis on early blight of potato (<i>Alternaria solani</i>) and late blight of potato (<i>Phytophthora infestans</i>)	414
Miha CURK, Matej VIDRIH, Žiga LAZNIK, Stanislav TRDAN The occurrence of harmful organisms in turfgrass of soccer fields in Slovenia	422
Filip VUČAJNK, Alojz SREŠ, Stanislav TRDAN, Matej VIDRIH Mycotoxin deoxynivalenol level and grain quality at different winter wheat cultivars	430
Filip VUČAJNK, Alojz SREŠ, Miha PELC, Stanislav TRDAN, Matej VIDRIH The effect of different nozzles on spray deposition quality of fungicide on winter wheat (<i>Triticum aestivum</i> L.)	436
Tomaž POJE Technical options to reduce exposure to plant protection products in the preparation of the spray	443
Tomaž POJE The required power for driving the mistblower with radial fan	449
Jolanda PERSOLJA, Primož PAJK, Tomaž SELIŠKAR, Andrej KOVAČ 15 years of forecast information in plant protection	454
<u>Sponsors presentation</u>	
Andrej KOS, Marjan KRAGL New plant protection products in Karsia's portfolio for the season 2017	460
Index of authors	467
Sponsors logos	473

GEOSTATISTICAL TOOLS FOR THE STUDY OF INSECT SPATIAL DISTRIBUTION: PRACTICAL IMPLICATIONS IN THE INTEGRATED MANAGEMENT OF ORCHARD AND VINEYARD PESTS

Pasquale TREMATERRA¹, Andrea SCIARRETTA²

University of Molise, Department of Agricultural, Environmental and Food Sciences,
Campobasso, Italy

ABSTRACT

Spatial heterogeneity in agricultural systems is recognized as an important source of variability to be investigated. In the evolution of IPM, patterns and processes that influence spatio-temporal dynamics in insect populations tends to assume more importance compared to the classical theory. Geostatistics represent a valuable tool to investigate the spatial pattern of insect populations and to support pest control. After an explanation of the geostatistical analysis, in the present paper we provided an overview of practical applications in managing pests, focusing on fruit orchards and vineyards. The utility of geostatistical tools is illustrated with examples taken from field studies, with attention to the analysis of spatial patterns, monitoring schemes, use of traps, scale issues, precision targeting and risk assessment maps. Potential approaches in the context of IPM are discussed in relation to future perspectives.

Keywords: insect pests, monitoring, precision agriculture, IPM, spatial analysis

ABSTRACT

GEOSTATISTIČNA ORODJA ZA PREUČEVANJE PROSTORSKE RAZPOREDITVE ŠKODLJIVCEV: PRAKTIČNA UPORABA OBVLADOVANJA ŠKODLJIVCEV PRI INTEGRIRANEM VARSTVU SADOVNJAKOV IN VINOGRADOV

Prostorska heterogenost v kmetijskih sistemih je poznana kot pomemben vir variabilnosti, ki jo je potrebno raziskati. Pri razvoju integriranega varstva rastlin (IVR), vzorci in procesi, ki vplivajo na prostorsko - časovno dinamiko populacij škodljivcev imajo običajno večji pomen kot pri konvencionalnem varstvu rastlin. Geostatistika predstavlja dragoceno orodje pri proučevanju prostorske razporeditve populacij škodljivcev in predstavlja dobro podporo pri zatiranju škodljivcev. V prispevku so predstavljene osnove geostatističnih analiz in njihova praktična uporaba pri obvladovanju škodljivcev, s poudarkom na škodljivcih v sadovnjakih in vinogradih kot so: češpljev zavijač (*Grapholita funebrana*), jabolčni zavijač (*Cydia pomonella*), breskov zavijač (*Grapholita molesta*), breskov molj (*Anarsia lineatella*), križasti grozdni sukač (*Lobesia botrana*) in breskova muha (*Ceratitis capitata*). Uporabnost geostatističnih orodij je ponazorjena s primeri iz terenskih raziskav, s poudarkom na

¹ Full Prof., Via De Sanctis, I-86100 Campobasso, Italy, e-mail: trema@unimol.it

² Assoc. Prof., ibid.

analizi prostorskih vzorcev škodljivcev, sistemih za njihovo spremljanje, uporabi vab, težavah z določanjem merila, t.i. natančnem varstvu, in na izdelavi kart z oceno tveganja. V prispevku bo tekla razprava o uporabi geostatistike v perspektivah IVR v prihodnje.

Ključne besede: Kriging, škodljive žuželke, načrtno spremljanje, natančno kmetijstvo; integrirano varstvo rastlin, prostorske analize

1 INTRODUCTION

Agricultural systems are intrinsically heterogeneous. In fact, they contain variable arrangements of soils, habitats, microclimatic features, plant communities and consequently they show an extensive variability in soil fertility, water retention, crop productivity, and so on. Basically, this is true also when we consider single fields that are typically composed of a central part and a border with many biotic and abiotic parameters showing gradients and edge effects (van Helden 2010).

The same principles apply to insect populations. In this case, spatial variation is caused by the interaction between population dynamics on the one hand and biotic or abiotic factors on the other. Processes that influence the spatial heterogeneity include population growth (reproduction, mortality) and dispersal (immigration, colonization, emigration). For example, aggregations can be determined by the position of initial immigrants influencing the behaviour of other individuals/species through the emission of pheromones or inducing the formation of new plant volatiles. Similarly, the colonization process is strongly influenced by birth/death rates that differ locally, so that the total population density in the whole field will increase, while in limited areas population will become extinct, leading to a clumped spatial pattern (Fleischer *et al.* 1997).

At the landscape level, the fragmentation of farmland has resulted in a scattered resource distribution that strongly enhances the importance of landscape structure in determining the final spatial pattern of a pest inside and outside a crop field. In fact, the distribution of host plants, including alternative hosts, will influence the short-distance foraging flights of herbivores, and often also the dispersal of predators and parasitoids (Mazzi & Dorn 2012). In the same way, the location of overwintering sites will determine the reinvasion pattern in the following season.

In the past, many efforts have been dedicated to improving the efficiency in the design of agricultural experiments minimizing the residual variability that in field trials is due mainly to the spatial heterogeneity. The strong advance of the space issue in biological sciences has arisen from the recognition that spatial variability, or patchiness, is widespread in natural populations and this characteristic is an interesting quantity rather than a statistical nuisance to be overcome (Schneider 1994).

In the new evolution of Integrated Pest Management (IPM) concepts, the spatial variation in pest populations tends to assume more and more importance compared to the classical theory. In site-specific IPM, the heterogeneity at the single field level is

analyzed with the aim of optimizing chemical treatments (Park *et al.* 2007). In area-wide IPM, the importance of managing the whole pest population at landscape or regional level is emphasized, for example by identifying pest shelters inside and outside crops (Hendrichs *et al.* 2007). As a matter of fact, however, incorporation of the spatial component in management plans is in practice still isolated.

In these contexts, geostatistics represent a valuable set of statistical tools to investigate the spatial pattern of pests and to support the facilitation of practical pest control applications.

In the present paper we provide an overview of geostatistical applications in the study of insect spatial distribution, focusing on fruit orchards and vineyards, and their utility in managing pests is illustrated with examples taken from field studies. Potential approaches in the context of IPM are also discussed in relation to possible future perspectives.

2 GEOSTATISTICS

After the advent of calculators for the capture and elaboration of experimental data, largely accessible today thanks to new technologies such as personal computers, GPS, remote sensing and GIS tools, statistical approaches that incorporate space in the elaboration have found new applications in many science subjects. In this context, a major role is played by geostatistics, first developed for mining explorations and then adopted by many environmental disciplines such as agriculture, hydrology, meteorology, soil sciences, fisheries, forestry, epidemiology, landscape ecology, environmental pollution and risk assessment.

Geostatistics are a collection of statistical methods analyzing spatial dependence among samples (autocorrelation) and obtaining estimates of the variable under study at unsampled locations. For a detailed description of the general theory and principles, refer, among others, to Cressie (1993), Webster and Oliver (2001), Chilès and Delfiner (2012). Various internet sources are available for both beginners and experts to this subject; for an overview of geostatistical methods implemented in real applications, it is possible to consult the active list service of Ai_Geostat (1995) or the website of GeoENVia Association (2011), that organize every two years the International Conference on Geostatistics for Environmental Applications.

In brief, the main steps in the geostatistical analysis are:

1. *Exploratory data analysis.* Some elementary statistical analysis is useful to highlight general characteristics of data. Normality of data distribution can be evaluated using histograms and box-plots or by calculating some coefficient of asymmetry. Skewed variables often show a proportional effect, i.e., a higher variability in high valued areas and a lower variability in low valued areas that distort variogram results (Manchuk *et al.* 2009). Although formally not required, a normal distribution of data improves the autocorrelation analysis and can be achieved with a logarithm transformation.

2. *Estimation and modelling of spatial autocorrelation.* To evaluate the spatial variation, different tools can be used, analyzing correlation coefficient (in

correlograms), covariance (in covariance functions) or variance (in semivariograms). On choosing between these methods in ecological applications, see Rossi *et al.* (1992). Next, we will refer mainly to semivariograms, the most commonly used method in geostatistics.

The experimental variogram is a graph of discrete points at particular lag intervals, showing the semivariance of sample pairs against the distance between sampling points. The semivariance γ for lag distance h is given by:

$$\gamma(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [z(x_i) - z(x_i + h)]^2$$

where $z(x_i)$ is a measured sample point at x_i , $z(x_i + h)$ is a measured sample at point $x_i + h$ and $N(h)$ is the number of pairs separated by the lag h .

Because these estimates can strongly fluctuate from point to point due to sampling errors, a model describing the spatial variation must be fitted. Among the approaches available for use are exponential, spherical, linear, polynomial and Gaussian functions that can also be combined to obtain nested models (Pannatier 1996).

4

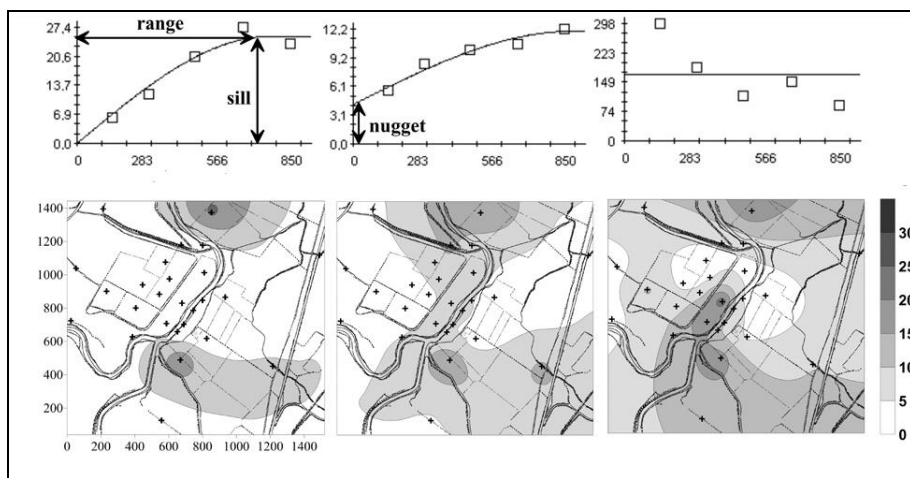


Figure 1: Variogram shapes of different *Anarsia lineatella* weekly pheromone trap catches and maps of the corresponding spatial distribution in the investigated agro-ecosystem: A – clumped distribution without nugget, B – clumped distribution with nugget, C – random distribution.

Figure 1 illustrates key features of a semivariogram: the nugget is the y-axis intercept; the sill is the point at which variance no longer increases; the range corresponds to the distance where the sill is reached. Differences in spatial variation with geographical direction are known as anisotropy: a diverse semivariogram model can be produced

for each considered direction. A geostatistical rule of thumb is that each lag interval must be represented by at least 30 pairs of points (Journel & Huijbregts 1978). This means that a minimum number of 25-30 sample units is required to obtain variograms with 4-5 lag classes, but often more points are necessary to accurately estimate sample pair variances (Nansen *et al.* 2003). WEBSTER and Oliver (1992) pointed out that a minimum number of 100 sampling points is needed to give reliable results, but in a practical context it is often necessary to work with many fewer points. Semivariogram modelling is not an easy exercise and much practice should be devoted to this analysis. For more information on these techniques and interpretation of results, consult Isaaks and Srivastava (1989) and Cressie (1993) for a general overview, and Oliver (2010) for their use in an agricultural context.

3. *Estimation of a surface area using interpolation procedures.* In geostatistics we can define the interpolation as a method of value estimation and/or prediction at unsampled locations in the geographical space. The objective of interpolation is to create continuous surfaces based on point samples. Many different methods are available, both deterministic and probabilistic, based on the mathematical algorithms used to compute the weights to be assigned during the interpolation; examples are triangulation, inverse distance weighted, natural neighbour, kriging, radial basis function, and also more sophisticated Bayesian techniques, such as the stochastic conditional simulation (Rossi *et al.* 1993).

The ordinary kriging is considered the best linear unbiased predictor and is by far the most utilized. The estimated Z at unsampled location x_0 is:

$$Z(x_0) = \sum_{i=1}^n w_i(x_0)Z(x_i)$$

where w_i is the weight calculated for the sampled location x_i , $Z(x_i)$ is the observed value at x_i and n is the number of locations.

The kriging weights depend on both the spatial autocorrelation measured in variograms and the spatial configuration of the sample points around the prediction location. Various forms of kriging have been developed to accommodate different types of data (i.e., block kriging for mean values from local areas, universal kriging when a spatial trend is detected, indicator kriging for binary data, cokriging for two or more variables spatially autocorrelated, etc.).

When insect populations are sampled, it is very common to obtain count data with many zeros. In these cases, indicator kriging represents an alternative choice. More detailed information about this method is reported in the paragraph "Risk assessment maps".

It is possible to assess the quality of interpolation by computing the errors (interpolated value minus observed value) and applying the cross-validation procedure; various statistics can be used as a quantitative measure of quality. For more information on geostatistical interpolation techniques, refer to Isaaks and Srivastava (1989) and Cressie (1993).

Different kinds of maps can be generated to visualize the results of the interpolation process, such as contour maps, surface maps, image maps or wireframes, where the variable densities are represented as different lines, colours, shadows or in 3 dimensions. A base map can be overlaid to show landscape features.

3 SAMPLING

Geostatistics represent a significant change in the methodology of sampling. In fact, traditionally we need to have independent data and sampling plans are designed to avoid correlations. On the contrary, geostatistics look for autocorrelations, and so sampling plans became less restrictive (Sharov 1997). Moreover, the final objective of a geostatistical survey is not to obtain the estimation of a mean, as in classic plans, but to map the spatial variability of samples. For example, areas that are avoided because they might be a source of bias, such as field edges, become primary areas to be explored. Similarly, areas usually discarded because they are considered to be without or with a low pest presence should be included: in a geostatistical survey, areas at zero levels are as important as high density areas (Brenner *et al.* 1998).

Nonetheless, new aspects arise that must be considered in spatially explicit surveys. It is known that precision, which indicates how well the mean is estimated, increases with sampling size (Fleischer *et al.* 1997). Classically, sampling plans are designed to balance such precision with the costs of sampling; in this case many sampling units are evaluated into the field and they are used to obtain a unique mean. In geostatistical applications, a large number of sample units are needed to perform a variogram analysis, but sampling units are evaluated individually at each location and this results in a poor local estimate. This effect is more accentuated when the distribution is aggregated, a very common condition in pest populations. In such a situation, clusters of sampling units and interpolation data with block kriging can be a solution, but the costs of large sample sizes are often prohibitive (Fleischer *et al.* 1997).

In general, irregularly spaced sampling points are not a problem, especially for kriging interpolation and this characteristic gives some freedom in setting up a sampling design, but the orientation, scale and arrangement of sampling units can still influence the result of geostatistical analysis. Moreover, an optimal sampling scheme for variography can be different from that designed for kriging interpolation, so the final purpose of our survey should be clear when the sampling plan is arranged (Marchant & Lark 2012).

Various classical sampling schemes can be adopted, such as simple random, stratified random, cluster, nested or systematic sampling (Wollenhaupt *et al.* 1997). Among them, systematic design is generally considered more precise than simple or stratified random (Webster & Oliver 1990), but it must be remembered that in fruit orchards and vineyards there is usually a regular pattern composed of plants positioned at fixed distances within and between rows, and this can strongly influence geostatistical elaborations. Schotzko and O'Keefe (1990), evaluating the effect of sample placement on the geostatistical analysis of *Lygus hesperus* Knight in lentils, considered a staggered grid to give a better map precision than a uniform grid.

In the case of insects, very often no prior information is available, the variation is complex and the scale of the phenomenon is unknown. An exploratory survey of spatial variation can help to select the appropriate size, number and location of observations (Baldacchino *et al.* 2012; Marchant & Lark 2012), but in practical situations it can rarely be done. In similar situations, it is possible to use, for example, a cluster sampling, where clusters of individual units are selected at random and each unit in the cluster is measured; this approach fits particularly well when populations tend to be clustered (Gilbert 1987). Another possibility is the nested survey, where, following a classification, clusters are subdivided, then the subdivisions are randomly selected and further subdivided until the smallest units are identified (Wollenhaupt *et al.* 1997). This approach allows the exploration of several orders of magnitude of spatial scale in a single analysis (Kerry *et al.* 2012). Bacca *et al.* (2008) used a cluster sampling plan to interpolate and simulate the male leaf miner *Leucoptera coffeella* (Guérin-Méneville & Perrottet) distribution at different trap densities in a coffee plantation.

Another approach can be the adaptive survey, consisting of changing sampling efforts in the space, according to the data collected earlier (Thomson 1990). An example of insect adaptive surveys, related to tsetse fly population, is provided by Sciarretta *et al.* (2005).

7

4 PRACTICAL APPLICATIONS

After the first studies carried out in North America to investigate the distribution of *Pectinophoras gossypiella* (Saunders) in cotton, *Lygus hesperus* Knight in lentil fields, and grasshoppers in uncultivated areas (Borth & Huber 1987, Kemp *et al.* 1989; Schotzko & O'Keefe 1989), geostatistics have seen many applications in the various fields of crop protection against worms or arthropods pests (for more details see Liebhold *et al.* 1993; Brenner *et al.* 1998; Arbogast *et al.* 2000; Brandhorst-Hubbard *et al.* 2001; Park *et al.* 2007; Webster 2010; Sciarretta & Trematerra 2011a) and, in a few cases, to highlight predator and parasitoid distribution (Karimzadeh *et al.* 2011; Perović & Gurr 2012).

One of the most significant examples of applications in this field was carried out in eastern United States over the last two decades against the gypsy moth *Lymtria dispar* (L.), which was introduced in North America from Europe in 1869 (Liebhold *et al.* 1989). Pheromone trap catches and egg mass data were analysed using geostatistical tools at regional scale to model the gypsy moth spatial dynamic, with the aim of: delimiting the boundary of pest dispersion, estimating the spread rate at the expanding population front, forecasting the spatial dynamics of moth outbreaks, predicting the larval defoliation levels and evaluating the treatment effects (Liebhold *et al.* 1991, 1998; Hohn *et al.* 1993; Sharov *et al.* 1995; Tobin *et al.* 2004, 2007).

4.1 Analysis of spatial patterns

Because spatial variation is due to so many factors, generalization about the causes of patchiness in insect populations is very problematic; often it is not possible to understand the main factors determining the spatial pattern in a specific context or to predict *a priori* any form of distribution (van Helden 2010). Often, each orchard is unique and the features of experimental variograms are not the same also for neighbouring fields. Further, the distribution can change according to the insects' developmental stage, the season, the phenological status of the crop and the weather conditions. For example, alternating periods of clumped and random patterns were observed to be recurrent in fruit orchards and vineyards for leafhoppers, thrips and fruit flies (Nestel & Klein 1995; Papadopoulos *et al.* 2003; Farias *et al.* 2004; Decante & van Helden 2008; Rhodes *et al.* 2011). Consequently, *in situ* observations are necessary to depict the spatio-temporal dynamics of a pest and descriptive maps must be developed to have a visual representation of pest presence in the agro-ecosystem. The study of spatial variation patterns is crucial from this point of view and the features of semivariograms give us much information about the spatial structure of our data.

An asymptotic function indicates an aggregated insect distribution and the range represents approximately the extension of hot spots (areas of aggregation); on the contrary, linear functions indicate a uniform/random distribution, with the random component increasing with the increase of the variance variability; when the slope is near to zero we obtain a pure nugget effect, indicating a complete lack of any autocorrelation and a pure random distribution (Schotzko & O'Keefe 1989).

A zero nugget indicates a strong confidence in sample data, while the presence of a nugget represents two sources of variability: the micro variance occurring at a scale smaller than the minimum lag distance and the measurement error.

Fig. 1 shows common types of variograms underlying different insect distributions.

An index that can summarize the level of randomness is the k parameter, defined as the ratio between the nugget and the sill, and this indicates the degree of spatial dependence measured in the variogram (Journel & Huijbregts 1978). Values below 0.8 indicate that the distribution is aggregated; as the k parameter approaches zero, the level of spatial dependence will become greater.

4.2 Monitoring schemes

Monitoring pest population is a key issue in IPM schemes. The objectives of monitoring are to detect the presence or absence of pests and quantify their abundance (and, eventually, their natural enemies) through time and space. Follow the spatio-temporal dynamic of the population by regular, periodic sampling, monitoring allows us to reach a decision as to whether, when and where, a pest population requires control action.

In this context, geostatistics applied to a grid of monitoring points allows us to obtain a map providing useful information on the pest spatial distribution, in particular:

- the origin of infestations in the investigated agro-ecosystem, both inside and outside the considered crops;
- the position and temporal dynamics of hot spots;
- the role played by cultivated and wild host plants as potential sources of infestation;
- the effect of landscape structure on the dispersal of the pest population.

As an example, we report the studies conducted on the distribution of *Grapholita funebrana* Treitschke and *Cydia pomonella* L. in two heterogeneous agro-ecosystems of central Italy (Sciarretta *et al.* 2001; Trematerra *et al.* 2004).

In the case of *G. funebrana*, pheromone trapping was carried out inside a 12-ha plum orchard and to the surrounding area, covering a surface of about 250 ha. The results revealed a distribution strongly influenced by the fragmented structure of the landscape and the presence and dissemination of host plants in the area investigated, where adults showed a strong capacity for dispersal and movement between elements of the landscape (Sciarretta *et al.* 2001). In particular, irrigation canals and the hedgerows around the plum orchard served as corridors along which the adults passed from one zone to another of the territory. The highest catches in the orchard were just at the point of contact with these corridors, highlighting the movements that occur between the plum orchard and a ravine, where there was an abundance of blackthorn, another host plant of the insect.

For *C. pomonella*, the monitoring by means of pheromone traps, carried out in two agro-ecosystems with productive apple orchards and scattered trees of apple, pear, service and walnut, highlighted a limited dispersion of adults in the territory; catches of male moths were clumped and the hot spots were confined to the productive apple orchards or in small groups of wild apple, pear, service and walnut trees. The colonized areas were isolated from each other and this suggests that strips free of host plants around orchards may be an effective barrier against immigration from infested zones. In this case, a strip of 200-300 m was found to be an obstacle to the movement of the moth (Trematerra *et al.* 2004).

4.3 Use of traps

When attractive devices are used for a spatial monitoring scheme, some geostatistical properties must be taken into account (Perry *et al.* 2002): the extent, describing the dimension of the study area; the support, that is, the sampling unit size and corresponding to the attractive range of the trap; the lag, i.e., the distance between sampling units.

The grid of the traps will give different sampling results according to the following conditions:

- when lag > support, the experimental design allows a large individual movement;
- when lag = support, the movement of individuals is more limited;

- when lag < support, there may be an alteration in the spatial distribution because of the phenomena of mutual interference between traps.

Geostatistical techniques can help to establish the correct distance between monitoring devices.

For example, Bacca *et al.* (2006) determined the optimal spacing of pheromone traps for monitoring the coffee leaf miner *Leucoptera coffeella* in a coffee plantation, thus allowing an efficient trap distribution in the field, finding also a significant difference between the orthogonal directions of the plant rows.

Using experimental variograms, Epsky *et al.* (2010) determined the sampling range of a female-targeted protein-based attractant for the Mediterranean fruit fly *Ceratitidis capitata* (Wiedemann) in various fruit crops; geostatistical results were confirmed by combining a release-recapture experiment with the use of contour maps illustrating the spatial distribution of recaptured flies.

4.4 Scale issues

Spatial patterns are usually strongly scale-dependent and this is true also when the object of our investigations is a pest species. This means that the change in some measures of pattern, i.e. extent, support and lag, will change in both the resolution and range of measurement (Schneider 1994).

After changing the scale, prevailing processes defining that particular pattern will be different and will consequently lead to different results. For example, if we study the spatial structure of a pest population at the within-field level, forces such as local population dynamics will dominate in our analysis. If we move to a landscape level, patch composition and metapopulation processes will prevail. At a regional level, other variables will act over the others, i.e., climatic features, altitudinal trend, genetic drift and so on.

The choice of the appropriate scale depends on the objective of our study. If we intend to understand the distribution of a pest inside an orchard for optimizing control or monitoring actions, a sampling point grid will be deployed to cover every part of the field, including peripheral sectors to verify the presence of peculiar spatial patterns such as the border effect (van Helden 2010).

At this scale, fruit species and cultivars, in relation to their spatial location and phenological phase, can have an important role in determining the spatio-temporal dynamics of pests, particularly the polyphagous ones. Studies on the spatio-temporal dynamics of *C. capitata* carried out to evaluate the effect of the host plants on the pest spatial distribution, in an agricultural landscape of 500 ha located in central Italy, showed that fruit flies were caught sequentially in orchards with host plants (i.e., peach, apple, pear, oriental persimmon and prickly pear) at varying times of maturation, especially when the fruits remained on the trees (Sciarretta & Trematerra 2011b). Distributional maps provided evidence that made it possible to identify fruit species in which the fly developed early in the season (mixed peach orchards) and afterwards during the periodic flights.

The experimental design will be different if we want to identify sink and sources in an agricultural landscape. In this case, because spatial distribution can easily be affected by landscape composition, sampling strategies should be extended to cover the whole area and designed to adequately differentiate variable properties at each important landscape unit, including those in which we assume the pest is not present. In these cases, useful information will be obtained about the role played by host plants as potential sources of infestation outside the considered crops. In the case of the European grapevine moth *Lobesia botrana* (Den. & Schiff.), contour maps highlighted that adult spatial distribution was not limited to vineyards, but its presence was high inside olive groves, particularly during the first seasonal flight (Sciarretta *et al.* 2008). The landscape structure, through the presence of elements such as hedgerows, uncultivated fields, streams, and woodlots, which act as barriers or ecological corridors, can have a strong effect on the dispersion of the pest population. Examples on this topic were reported for *G. funebrana*, *Grapholitha molesta* (Busck), *Anarsia lineatella* (Z.) and *C. pomonella* (Sciarretta *et al.* 2001; Sciarretta & Trematerra 2006; Basoalto *et al.* 2010). The presence of overwintering sites outside deciduous orchards was reported to influence the colonization and spread of leafhoppers into the orchards from the surrounding vegetation (Nestel & Klein 1995).

At regional level, sampling points are often located at great distances (kilometres or more), and this hides the population dynamic occurring at lower scales. Studies at this level can have the objective of obtaining a general frame of the pest presence in a large area, but investigations can also be directed to verify spatial relationships of the pest with specific variables (Ayalew *et al.* 2008). For example, a study carried out on 160,000 ha in Catalonia, Spain, aimed at analyzing the current codling moth pheromone trap spatial distribution and verifying the presence of anisotropic effects due to predominant wind directions (Comas *et al.* 2012).

4.5 Precision targeting programs

The incorporation of spatial variability into an Integrated Pest Management program is called site-specific IPM or precision targeting for IPM and relies on the use of maps showing a pest distribution, to be used to minimize direct control tactics (Weisz *et al.* 1995; Brenner *et al.* 1998). Such an approach follows the principles of precision agriculture, but in spite of the progress made by the latter in recent years (Oliver 2010), the practical development of site-specific IPM programs is still limited today (Park *et al.* 2007; Sciarretta *et al.* 2011).

Among the difficulties in incorporating precision targeting into IPM are the identification of external infestation foci, the necessity to have aggregated populations with limited dispersal ability and the high sampling costs, which are often not economically sustainable. Also, an evaluation of insecticide application costs, related to the site-specific *versus* whole field IPM, needs to be addressed.

The development of a site-specific IPM was carried out against *L. botrana* in vineyards located in a hilly landscape in Italy (Sciarretta *et al.* 2011). In this case, two tactics were used: the first was directed at reducing the source of infestation from

outside the vineyards, and specifically from the olive groves, which were found to host an important part of the pest population (Sciarretta *et al.* 2008), by establishing a pheromone trap barrier to prevent male movements into the vineyards. The second was to reduce the quantity of insecticides used and the treated area, focusing curative efforts towards the sectors of vineyard with the highest level of *L. botrana* oviposition, while excluding areas with low egg density. The results highlighted that male hot spots in olive groves disappeared, and that the number of larval nests on vine inflorescences was significantly decreased when additional traps were deployed, compared to the period before. The site-specific control, i.e., treating only egg hot spots with *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki*, allowed for a decrease in the surface of the vineyard treated and, consequently, the quantity of insecticide utilized; no significant damage differences between whole field and site-specific IPM in vineyards were observed when treatments were carried out against both second and third *L. botrana* generations. An analysis of costs related to insecticide application in the field highlighted that the site-specific approach was economically advantageous, if compared to the whole field IPM, with greater damage to up to 1% of infested berries per bunch, covered by the saving of reduced treatments (Sciarretta *et al.* 2011).

4.6 Risk assessment maps

12

One of the possible outcomes of geostatistical analysis is the creation of risk assessment maps for pest management. Such an instrument has seen strong development especially in epidemiological studies, and maps can be obtained merging data from many different kinds of sources (Eisen & Eisen 2011). For example, a risk map for *L. botrana* was obtained by utilizing three years' data on larval damage, with both the number of attacked berries per bunch and the percentage of infested bunches (Fig. 2).

The utility of similar instruments in IPM programs was shown by Brenner *et al.* (1998), who gave details on using the indicator kriging to define and quantify areas that exceed predetermined action thresholds. In short, an indicator is a variable with values only of 1 or 0, obtained by dividing our scale of counts into one or more thresholds. The interpolation of the indicator variable will give the distribution of the estimated probability that a sampling point placed in a specific location will exceed the established threshold.

Fig. 3 illustrates the case of *C. pomonella* distribution in an apple orchard, where the indicator kriging was elaborated considering an action threshold of 2 males collected in a pheromone trap per week. In this case, the map provides support for selecting sectors of the orchard where correct positioning of a trap will give a reliable indication of the achievement of the threshold.

5 FUTURE PERSPECTIVES

Currently, many GIS softwares incorporate spatial analysis tools, including geostatistics, for producing distributional maps. The widespread use of GIS-based

studies suggests that the utilization of geostatistical methods will become more widespread in applied contexts and at different scales, making it easier to develop efficient local or regional pest management plans.

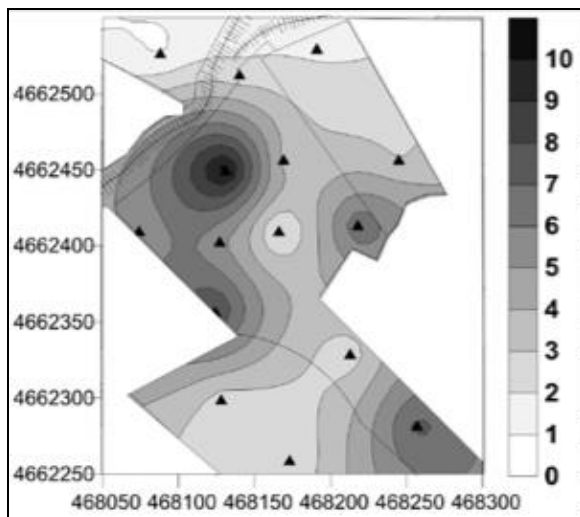


Figure 2. Risk map of the *Lobesia botrana* larval damage sampled in a 4.5 ha vineyard. An index, obtained multiplying the mean number of attacked berries per bunch and the percentage of infested bunches from 3-year data, was transformed in a scale with levels ranging from 0 (no risk) to 10 (maximum risk) and interpolated using ordinary kriging; x and y axes are expressed as UTM coordinates.

13

The use of GIS technology today appears very promising in area-wide IPM programs, where activities are conducted over large geographical areas, involving the use of decision support systems, taking into account the pest and beneficial species colonization and dispersal and evaluating the presence of environmental factors that, changing across the managed area, could affect the success of an IPM program (Faust 2008). Although there are some examples of the use of geostatistics in area-wide IPM programs (Tobin *et al.* 2004; Carrière *et al.* 2006; Smith *et al.* 2006; De Luigi *et al.* 2011), their use in fruit orchard and vineyard protection is still very limited. At this regard, in a sterile insect release program initiated in British Columbia, Canada, since 1992 and still active nowadays, to obtain an area-wide suppression of *C. pomonella* from its fruit-growing valleys (Okanagan-Kootenay SIR Program 2012), a GIS software combined with geostatistical analysis was developed for managing moth population and fruit damage data and to determine how key activities in the program could be streamlined (Vernon *et al.* 2001, 2006).

A further improvement may arise from models that better define a pest's spatio-temporal dynamic. In this regard, a promising approach is space-time geostatistics, designed for variables that vary in both time and space. They involve the use of the variogram to characterize the variation along the time dimension as well as the spatial

one (Heuvelink & van Egmond 2010). The difference with respect to the classical approach is that both these sources of variation are elaborated and their effects are taken into account, for example, to predict the target variable at an unmeasured time by kriging. They are not intended as temporal forecasting models, but can provide predictions and be used to move from a series of freeze-frames to a continuous recording of the phenomenon under study.

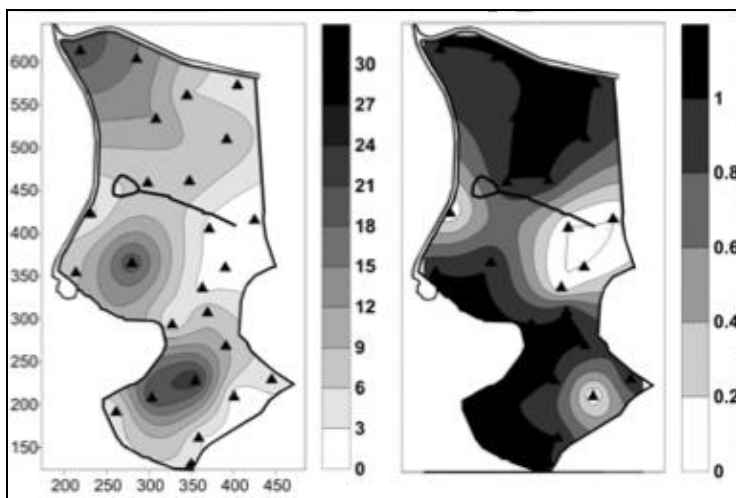


Figure 3: Distributional map of *cydia po- monella* weekly pheromone trap catches (on the left) and corresponding risk map obtained calculating the indicator kriging for an action threshold of 2 males per trap per week (on the right). Risk levels correspond to the estimated probability that a sampling point placed in a speci- c location will exceed the established threshold. Black areas are the best places where to put a monitoring trap.

The problem of the high cost of pest management in a spatial context, especially for sampling, is currently the most serious constraint to the diffusion of geostatistical techniques in practice. This limitation may in part be overcome if efforts are directed to the development of intelligent Location-Aware Systems that allow automation of trapping devices and treatment operations (Wen *et al.* 2009; Pontikakos *et al.* 2012). Ultimately, an important shift may be achieved gradually as practices such as sustainable agriculture, organic farming, zero-residue production and so on gain more importance in the growing of high value crops, and as the environmental advantages of using a reduced or zero input of chemicals are incorporated as added value in determining the final product price.

6 REFERENCES

- AI_GEOSTAT (1995): Available at <http://www.ai-geostats.org> (accessed 18.09.2013).
Alemany A., Miranda M.A., Alonso R., Martín Escorza C. (2006): Changes in the spatial and

- temporal population density of the Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) in a citrus orchard. *Spanish Journal of Agricultural Research*, **4**(2): 161-166.
- Ayalew G., Sciarretta A., Baumgärtner J., Ogol C., Löhr B. (2008): Spatial distribution of Diamondback moth, *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae), at the field and the regional level in Ethiopia. *International Journal of Pest Management*, **54** (1): 31-38.
- Arbogast R.T., Kendra P.E., Mankin R.W., McGovern J.E. (2000): Monitoring insect pests in retail stores by trapping and spatial analysis. *Environmental Entomology*, **93** (5): 1531-1542.
- Bacca T., Lima E.R., Picanço M.C., Guedes R.N.C., Viana J.H.M. (2006): Optimum spacing of pheromone traps for monitoring the coffee leaf miner *Leucoptera coffeella*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, **119**: 39-45.
- Bacca T., Lima E.R., Picanço M.C., Guedes R.N.C., Viana J.H.M. (2008): Sampling plan for the coffee leaf miner *Leucoptera coffeella* with sex pheromone traps. *Journal of Applied Entomology*, **132**: 430-438.
- Baldacchino F., Sciarretta A., Addante R. (2012): Evaluating the spatial distribution of *Doclostaurus maroccanus* egg pods using different sampling designs. *Bulletin of Insectology*, **65** (2): 223-21.
- Basoalto E., Miranda M., Knight A.L., Fuentes-Contreras E. (2010): Landscape analysis of adult codling moth (Lepidoptera: Tortricidae) distribution and dispersal within typical agroecosystems dominated by apple production in central Chile. *Environmental Entomology*, **39** (5): 1399-1408.
- Bonsignore C.P., Manti F., Vacante V. (2007): Field and tree distribution of *Capnodis tenebrionis* (Linnaeus, 1767) adults in an apricot orchard in Italy. *Journal of Applied Entomology*, **132**: 216-224.
- Borth P.W., Huber R.T. (1987): Modeling pink bollworm establishment and dispersion in cotton with the kriging technique: 267-274. In: *Proceedings of the Beltwide Cotton Production Research Conference*, Dallas, 4-8 January 2008: National Cotton Council of America, Memphis.
- Brandhorst-Hubbard J.J., Flanders K.L., Mankin R.W., Guertal E.A., Crocker R.L. (2001): Mapping of soil insect infestations sampled by excavation and acoustic methods. *Journal of Economic Entomology*, **94**: 1452-1458.
- Brenner R.J., Focks D.A., Arbogast R.T., Weaver D.K., Shuman D. (1998): Practical use of spatial analysis in precision targeting for integrated pest management. *American Entomologist*, **44**: 79-101.
- Carrière Y., Ellsworth P. C., Dutilleul P., Eilers-Kirk C., Barkley V., Antilla L. (2006): A GIS-based approach for areawide pest management: the scales of *Lygus hesperus* movements to cotton from alfalfa, weeds, and cotton. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, **118**: 203-210.
- Chilès J.P., Delfiner P. (2012): *Geostatistics: modeling spatial uncertainty*, second edition. Wiley series in probability and statistics. John Wiley and Sons, New York: 1-734.
- Comas C., Avilla J., Sarasúa M.J., Ribes-Dasi M. (2012): Lack of anisotropic effects in the spatial distribution of *Cydia pomonella* trap catches in Catalonia, NE Spain. *Crop Protection*, **34**: 88-95.
- Cressie N.A.C. (1993): *Statistical for spatial data*, revised edition. John Wiley and Sons, New York: 1-900.
- Decante D., van Helden M. (2008): Spatial and temporal distribution of *Empoasca vitis* within a vineyard. *Agricultural and Forest Entomology*, **10**: 111-118.
- De Luigi V., Furlan L., Palmieri S., Vettorazzo M., Zanini G., Edwards C.R., Burgio G. (2011): Results of WCR monitoring plans and evaluation of an eradication programme using GIS and Indicator Kriging. *Journal of Applied Entomology*, **135**: 38-46.
- Eisen L., Eisen R.J. (2011). Using geographic information systems and decision support systems for the prediction, prevention, and control of vector-borne diseases. *Annual Review of Entomology*, **56**: 41-61.
- Epsy N.D., Espinoza H.R., Kendra P.E., Abernathy R., Midgarden D., Heath R.R. (2010): Effective sampling range of a synthetic protein-based attractant for *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). *Journal of Economic Entomology*, **103** (5): 1886-1895.

- Farias P.R.S., Roberto S.R., Lopes J.R.S., Perecin D. (2004): Geostatistical characterization of the spatial distribution of *Xylella fastidiosa* sharpshooter vectors on citrus. *Neotropical Entomology*, **33** (1) (2003): 13-20.
- Faust R.M. (2008): General introduction to areawide pest management. In: Koul O., Cuperus G., Elliott N. (eds), *Areawide pest management. Theory and implementation*. CAB International, Wallingford, United Kingdom: 1-14.
- Fleischer S.J., Weisz R., Smilowitz Z., Midgarden D. (1997): Spatial variation in insect populations and site-specific integrated pest management. In: Pierce E.J. and Sadler E.J., (eds), *The State of Site-Specific Management for Agriculture*. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, and Soil Science Society of America, Madison, WI: 101-130.
- GeoENVia Association (2011): Available at <http://www.geoenvia.org/> (accessed 18.09.2013).
- Gilbert R.O. (1987): *Statistical methods for environmental pollution monitoring*. Van Nostrand Reinhold, New York: 1-321.
- Karimzadeh R., Hejazi M. J., Helali H., Iranpour S., Mohammadi S. A. (2011): Assessing the impact of site-specific spraying on control of *Eurygaster integriceps* (Hemiptera: Scutelleridae) damage and natural enemies. *Precision Agriculture*, **12**: 576-593.
- Kemp W.P., Kalaris T.M., Quimby W.F. (1989): Rangeland grasshopper (Orthoptera: Acrididae) spatial variability: macroscale population assessment. *Journal of Economic Entomology*, **82** (5): 1270-1276.
- Kerry R., Oliver M.A., Frogbrook Z.L. (2012): Sampling in precision agriculture. In: Oliver M.A. (ed.), *Geostatistical applications for precision agriculture*. Springer, New York: 35-64.
- Hendrichs J., Kenmore P., Robinson A.S., Vreysen M.J.B. (2007): Area-Wide Integrated Pest Management (AW-IPM): principles, practice and prospects. In: Vreysen M.J.B., Robinson A.S., Hendrichs J. (eds), *Area-Wide Control of Insect Pests. From Research to Field Implementation*. Springer, Dordrecht, The Netherlands: 3-33.
- Heuvelink G.B.M., van Egmond F.M. (2010): Space-time geostatistics for precision agriculture. In: Oliver M.A. (ed.), *Geostatistical applications for precision agriculture*. Springer, New York: 117-137.
- Hohn M.E., Liebhold A.M., Gribko L.S. (1993): A geostatistical model for forecasting the spatial dynamics of defoliation caused by the gypsy moth, *Lymantria dispar* (Lepidoptera: Lymantriidae). *Environmental Entomology*, **22**: 1066-1077.
- Ifoulis A.A., Savopoulou-Soultani M. (2006): Use of geostatistical analysis to characterize the spatial distribution of *Lobesia botrana* (Lepidoptera: Tortricidae) larvae in Northern Greece. *Environmental Entomology*, **35** (2): 497-506.
- Isaaks E.H., Srivastava R.M. (1989): *An introduction to applied geostatistics*. Oxford University Press, New York. 1-561.
- Journel A.G., Huijbregts C.J. (1978): *Mining geostatistics*. Academic Press, London, United Kingdom: 1-600.
- Liebhold A.M., Mastro V., Schaefer P.W. (1989): Learning from the legacy of Leopold Trouvelot. *Bulletin of the Entomological Society of America*, **35**: 20-21.
- Liebhold A.M., Zhang X., Hohn M.E., Elkinton J.S., Ticehurst M., Benzon G.L., Campbell R.W. (1991): Geostatistical analysis of gypsy moth, *Lymantria dispar*, egg mass populations. *Environmental Entomology*, **20**: 1407-1417.
- Liebhold A.M., Zhou G., Ravlin F.W., Roberts A., Reardon R. (1998): Forecasting gypsy moth defoliation with a Geographical Information System. *Journal of Economic Entomology*, **91**: 464-472.
- Liebhold A.M., Rossi R.E., Kemp W.P. (1993): Geostatistics and geographic information systems in applied insect ecology. *Annual Review of Entomology*, **38**: 303-327.
- Manchuk J.G., Leuangthong O., Deutsch C.V. (2009): The Proportional Effect. *Mathematical Geoscience*, **41**: 799-816.
- Marchant B.P., Lark R.M. (2012): Sampling in precision agriculture, optimal designs from uncertain models. In: Oliver M.A. (ed.), *Geostatistical applications for precision agriculture*. Springer, New York: 65-88.
- Mazzi D., Dorn S. (2012): Movement of insect pests in agricultural landscapes. *Annals of Applied*

Biology, **160**: 97-113.

- Nansen C., Campbell J.F., Phillips T.W., Mullen M.A. (2003): The impact of spatial structure on the accuracy of contour maps of small data sets. *Journal of Economic Entomology*, **96** (6): 1617-1625.
- Nestel D., Klein M. (1995): Geostatistical analysis of leafhopper (Homoptera: Cicadellidae) colonization and spread in deciduous orchards. *Environmental Entomology*, **24** (5): 1032-1039.
- Okanagan-Kootenay SIR Program (2012): Available at <http://www.oksir.org> (accessed 18.09.2013).
- Oliver M.A. (2010): Geostatistical applications for precision agriculture. Springer, New York. 1-331.
- Pannatier, Y. (1996): Variowin: software for spatial data analysis in 2D. Springer, New York: 1-91.
- Papadopoulos N.T., Katsoyannos B. I., Nestel D. (2003): Spatial autocorrelation analysis of a *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) adult population in a mixed deciduous fruit orchard in Northern Greece. *Environmental Entomology*, **32** (2): 319-326.
- Park, Y.L., Krell, R.K., Carroll, M. (2007): Theory, technology, and practice of site-specific Insect Pest Management. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, **10** (2), 89-101.
- Peláez H., Marana R., Vazquez De Prada P., Puras A., Santiago Y. (2006): Comportamiento local de poblaciones de *Lobesia botrana* Denis & Schiffermüller (Lepidoptera: Tortricidae). *Boletín de Sanidad Vegetal Plagas*, **32**: 189-197.
- Perović D.J., Gurr G.M. (2012): Geostatistical analysis shows species-specific habitat preferences for parasitoids. *Biocontrol Science and Technology*, **22** (2): 243-247.
- Perry J.N., Liebold A.M., Rosenberg M.S., Dungan J., Miriti M., Jakomulska A., Citron-Pousty S. (2002): Illustrations and guidelines for selecting statistical methods for quantifying spatial pattern in ecological data. *Ecography*, **25**: 578-600.
- Pontikakos C.M., Tsiligiridis T.A., Yialouris C.P., 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**: 39–50.
- Ramírez-Dávila J.F., González-Andújar J.L., Ocete R., López Martínez M.A. (2002): Descripción geostadística de la distribución espacial de los huevos del mosquito verde *Jacobiasca lybica* (Bergevin & Zanon) (Hemiptera, Cicadellidae) en viñedo: modelización y mapeo. *Boletín de Sanidad Vegetal Plagas*, **28**: 87-95.
- Ramírez-Dávila J.F., González-Andújar J.L., López Martínez M.A., Ocete R. (2005): Modelización y mapeo de la distribución de las ninfas del mosquito verde *Jacobiasca lybica* (Bergevin & Zanon) (Hemiptera, Cicadellidae) en viñedo. *Boletín de Sanidad Vegetal Plagas*, **31**: 119-132.
- Ramírez-Dávila J.F., Porcayo-Camargo E. (2008a): Spatial distribution and mapping of *Jacobiasca lybica* (Bergevin & Zanon) (Hemiptera, Cicadellidae) egg populations in irrigated sherry vineyards. *Revista Chilena de Entomología*, **34**: 37-55.
- Ramírez-Dávila J.F., Porcayo-Camargo E. (2008b): Distribución espacial de las ninfas de *Jacobiasca lybica* (Hemiptera, Cicadellidae) en un viñedo en Andalucía, España. *Revista Colombiana de Entomología*, **34** (2): 169-175.
- Rhodes E.M., Liburd O.E., Grunwald S. (2011): Examining the spatial distribution of flower thrips in southern highbush blueberries by utilizing geostatistical methods. *Environmental Entomology*, **40** (4): 893-903.
- Ribes M., Bascañana M., Avilla J. (1998): Estudio de la distribución espacial de *Cydia pomonella* (L.) y *Pandemis heparana* (Denis & Schiffermüller) en Torregrossa (Lleida) mediante métodos geostadísticos. *Boletín de Sanidad Vegetal Plagas*, **24**: 935-948.
- Rossi R.E., Mulla D.J., Journel A.G., Franz E.H. (1992): Geostatistical tools for modeling and interpreting ecological spatial dependence. *Ecological Monographs*, **62**: 277-314.
- Rossi R.E., Borth P.W., Tollefson J.J. (1993): Stochastic simulation for characterizing ecological spatial patterns and appraising risk. *Ecological Applications*, **3** (4): 719-735.
- Schneider D.C. (1994): Quantitative ecology. Spatial and temporal scaling. Academic Press, San Diego, CA: 1-395.
- Schotzko D.J., O'Keefe L.E. (1989): Geostatistical description of the spatial distribution of *Lygus hesperus* (Heteroptera: Miridae) in lentils. *Journal of Economic Entomology*, **82**: 1277-1288.

- Schotzko D.J., O'Keefe L.E. (1990): Effect of sample placement on the geostatistical analysis of the spatial distribution of *Lygus hesperus* (Heteroptera: Miridae) in lentils. *Journal of Economic Entomology*, **83**: 1888-1900.
- Sciarretta A., Trematerra P. (2006): Geostatistical characterization of the spatial distribution of *Grapholita molesta* and *Anarsia lineatella* males in an agricultural landscape. *Journal of Applied Entomology*, **130**: 73–83.
- Sciarretta A., Trematerra P. (2011a): Distribuzione spaziale e lotta di precisione ad alcuni fitofagi dannosi ai frutteti e alla vite. *Notiziario sulla protezione delle piante, III Serie*, **1** (2009): 7-17.
- Sciarretta A., Trematerra P. (2011b): Statio-temporal distribution of *Ceratitis capitata* population in a heterogeneous landscape in Central Italy. *Journal of Applied Entomology*, **135**: 241-251.
- Sciarretta A., Trematerra P., Baumgärtner J. (2001): Geostatistical analysis of *Cydia funebrana* (Lepidoptera: Tortricidae) pheromone trap catches at two spatial scales. *American Entomologist*, **47**: 174–184.
- Sciarretta A., Zinni A., Trematerra P. (2011): Development of site-specific IPM against European grapevine moth *Lobesia botrana* (D. & S.) in vineyards. *Crop Protection*, **30**: 1469-1477.
- Sciarretta A., Girma Melaku, Tikubet Getachew, Belayehun Lulseged, Ballo Shifa, Baumgärtner J. (2005): Development of an adaptive tsetse population management scheme for the Luke community, Ethiopia. *Journal of Medical Entomology*, **42** (5): 1006-1019.
- Sciarretta A., Zinni A., Mazzocchetti A., Trematerra P. (2008): Spatial Analysis of *Lobesia botrana* (Denis and Schiffermüller) Male population in a Mediterranean agricultural landscape in central Italy. *Environmental Entomology*, **37** (2): 382-390.
- Sharov A.A. (1997): Quantitative Population Ecology. On-Line lectures. Available at <http://home.comcast.net/~sharov/PopEcol/> (accessed 10.4.2013).
- Sharov A.A., Roberts E.A., Ravlin F.W., Liebhold A.M. (1995): Gypsy moth (Lepidoptera: Lymantriidae) spread in the Central Appalachians: Three methods for species boundary estimation. *Environmental Entomology*, **24**: 1529-1538.
- Smith J., Su N.-Y., Escobar R.N. (2006): An areawide population management project for the invasive eastern subterranean termite (Isoptera: Rhinotermitidae) in a low-income community in Santiago, Chile. *American Entomologist*, **52**: 253-260.
- Thompson, S.K. (1990): Adaptive cluster sampling. *Journal of the American Statistical Association*, **85**: 1050-1059.
- Tobin P.C., Sharov A.A., Liebhold A.A., Leonard D.S., Roberts A.E., Learn M.R. (2004): Management of the Gypsy Moth through a decision algorithm under the STS project. *American Entomologist*, **50**: 200-209.
- Tobin P.C., Liebhold A.M., Roberts E.A. (2007): Comparison of methods for estimating the spread of a non-indigenous species. *Journal of Biogeography*, **34**: 305-312.
- Trematerra P., Sciarretta A. (2005): Activity of the kairomone ethyl (*E,Z*)-2,4-decadienoate in the monitoring of *Cydia pomonella* (L.) during the second annual flight. *Redia*, LXXXVIII: 57-62.
- Trematerra P., Gentile P., Sciarretta A. (2004): Spatial analysis of pheromone trap catches of Codling moth (*Cydia pomonella*) in two heterogeneous agro-ecosystems, using geostatistical techniques. *Phytoparasitica*, **32**: 325–341.
- Van Helden M. (2010): Spatial and temporal dynamics of Arthropods in arable fields. In: Oerke E.-C., Gerhards R., Menz G., Sikora R.A. (eds), *Precision crop protection – the challenge and use of heterogeneity*, Springer, New York: 51-64.
- Vernon B., Thistlewood H., Kabaluk T., Smith S., Frank G., Batenburg R. (2001): Using statistical analysis and GIS to enhance the efficiency of SIR in managing codling moth, *Cydia pomonella* L., in British Columbia. In: Program and Abstracts, Joint Annual Meeting, Entomological Society of Canada and Ontario, Niagara Falls, October, 21-24 2001.
- Vernon B., Thistlewood H., Smith S., Kabaluk T. (2006): Introduction: a GIS application to improve codling moth management in the Okanagan Valley of British Columbia. In: Esterby S.R. (ed.), *Case study in data analysis: Variables related to codling moth abundance and the efficacy of the Okanagan Sterile Insect Release Program*. *Canadian Journal of Statistics*, **34**: 494-499.
- Webster R. (2010): Weeds, worms and geostatistics. In: Oliver M.A. (ed.), *Geostatistical applications for precision agriculture*. Springer, New York: 221-242.

- Webster R., Oliver M.A. (1990): Statistical methods in soil and land resource survey. Oxford University Press, Oxford, UK: 1-316.
- Webster R., Oliver M.A. (1992): Sample adequately to estimate variograms of soil properties. *Journal of Soil Science*, **43**: 177-192.
- Webster R., Oliver M.A. (2001): Geostatistics for environmental scientists. John Wiley & Sons, Chichester, UK: 1-271.
- Weisz R., Fleischer S., Smilowitz Z. (1995): Site-specific Integrated Pest Management for high-value crops: sample units for map generation using the Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) as a model system. *Journal of Economic Entomology*, **88** (5): 1069-1080.
- Wen C., Guyer D.E., Li W. (2009): Local feature-based identification and classification for orchard insects. *Biosystems Engineering*, **104**: 299-307.
- Wollenhaupt N.C., Mulla D.J., Gotway-Crawford C.A. (1997): Soil sampling and interpolation techniques for mapping spatial variability of soil properties. In: Pierce E.J., Sadler E.J. (eds), *The State of Site-Specific Management for Agriculture*. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, and Soil Science Society of America, Madison, WI: 19-53.

CROP PROTECTION INDUSTRY CONTRIBUTION TO SUSTAINABLE AGRICULTURE

Andreas THIERFELDER¹

ECPA (European Crop Protection Association), Belgium

ABSTRACT

The Crop protection industry is committed to answer the challenges of the sustainable agriculture thanks to innovation and responsible use of crop protection solutions. Significant progress have been made regarding product profile and advice during the use phase for a sustainable use; Current EU regulation driven by hazard-based (versus risk management) and precautionary principle is putting agriculture at risk in terms of competitiveness.

Key words: food production, innovation, stewardship, regulatory burden

IZVLEČEK

PRISPEVEK FITOFARMACEVSKE INDUSTRIJE K TRAJNOSTEMU KMETIJSTVU

Fitofarmacevska industrija si z inovacijami in postopki varne rabe fitofarmacevskih sredstev (v nadaljevanju FFS) prizadeva ponuditi odgovore na izzive trajnostnega kmetijstva. Pri izboru in postopkih varne rabe je dosežen velik napredek. Obstoječi postopki registracije FFS v EU, ki temeljijo na oceni nevarnosti in previdnostnih predpostavkah namesto na oceni tveganja, predstavljajo velik izziv za konkurenčnost kmetijske pridelave.

Ključne besede: kmetijska pridelava, inovacije, podpora uporabnikom

Farmers and agri food-chain actors provide Europe with plentiful supply of safe, healthy and affordable food. Consumers, accustomed to the ready availability of food are often unaware of the enormous challenges facing agriculture.

Food production will need to increase by around 70% to satisfy the demands of a population which is expected to grow by more than a third (2.3 billion more people) between 2009 and 2050.

The EU is a major contributor to global food security and a key player in efforts to reach the millennium goals on combating hunger. However, society's demands on agriculture don't stop at food-supply; the sector is expected to contribute to economic prosperity, support the social wellbeing of rural areas and help preserve natural resources including biodiversity.

¹ Dr., 6 Avenue E. Van Nieuwenhuysse 1160 Brussels, Belgium, e-mail: Andreas.Thierfelder@ecpa.eu

Crop protection products (pesticides) have a key role to play to reach those objectives, but they are perhaps one of the most misunderstood technologies used in modern agriculture. On many uses, there are currently no viable alternatives to chemical crop protection, and in spite of frequent misinformation, we need to remember that when the product is used correctly, pesticides offer safe and effective protection for both conventional and organic crops.

The crop protection industry invests a close to 8% of sales in Europe in new product development. There is a constant drive to deliver better solutions on the market, these include: better profiles for chemical substances, biocontrol solutions, services including decision-making tools, new varieties for members involved in seed breeding and research. Significant achievements have been made. Today's chemical solutions are more targeted on the actual problem of pest, disease or weeds and are at the same time more environmentally and human friendly.

Policy makers should embrace science and innovation, and pursue smart policies that ensure appropriate balance between economic, social and environmental needs. These are timely considerations as the European Commission conducts fitness checks on important regulation, in particular those specific to the crop protection sector.

The current regulation (EC) 1107/2009 is not working and innovation is at risk, limiting the farmer's toolbox and as a consequence crop productivity can decline, which will put EU competitiveness in danger. We are calling for an approach based on benefit/risk analysis and considerations.

In spite of this difficult context, the crop protection industry is committed to pursue the efforts regarding the promotion of good practices along the product life cycle and the **Hungry for Change initiative** involves many actors, including farmers, in the areas of food quality production, water, health and biodiversity protection.

Among the current running projects the **Container Management System** initiative is a key one: Empty containers for crop protection products can pose a significant source of waste, and even more can add to environmental contamination. In European countries where no official collection system are established yet, industry along with private partners and authorities try to develop such a recycling scheme.

Industry aims for more than 70% recollection rate all over Europe to establish a cleaning concept on farm level (triple rinsing).

SUI, the Safe and Sustainable Use Initiative is a program designed to provide farmers and operators with an easy to use toolbox to successfully increase crop protection user and environment safety by sharing best practices with farmers and providing them with some functional and practical solutions when handling pesticides.

This initiative is a Pan-European coordinated effort with a strong local approach taking into account local conditions, circumstances and national laws and requirements. Today in each of the 17 countries¹ the project is coordinated in partnership.

The **TOPPS projects** (www.topps-life.org) are an ECPA initiative to reduce losses of Plant Protection Products (PPP) to water, which began with an EU Life programme co-funded project. TOPPS stands for Train Operators and promote best Practices &

Sustainability. Project work is carried out with the support of local partners and associations in EU countries.

The TOPPS concept is to develop and disseminate commonly agreed Best Management Practices (BMPs) aimed at reducing or eliminating water contamination by PPPs. TOPPS provides risk diagnosis tools, a toolbox of mitigation measures and BMP recommendations. By means of active dissemination through the TOPPS partner network we try to gather support for widespread BMP adoption and implementation throughout of EU (e.g. by referencing TOPPS -BMPs in official national water stewardship recommendations and trainings, National Action Plans, Water Framework Directive Basin Management Plans, etc.)

We all recognize the paramount importance of safeguarding human health and the environment, and the need for all parties to continue to work together to find safe, sustainable and effective solutions to pest problems. IPM (Integrated Pest management) implementation will contribute to that objective.

OMEJEVANJE ŠIRJENJA VRTNEGA ZAVRTAČA (*Xyleborus dispar* [Fabricius]) V JABLANOVIH NASADIH JUGOVZHODNE SLOVENIJE Z ALKOHOLNIMI VABAMI

Karmen RODIČ¹, Stanislav TRDAN²

¹ KGZS – Zavod Novo mesto, Služba za varstvo rastlin, Novo mesto

² Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Ljubljana

IZVLEČEK

23 Vrtni zavrtlač (*Xyleborus dispar* [Fabricius]) spada v družino rilčkarjev (Curculionidae), ki napadajo širok spekter rastlinskih vrst, med njimi tudi sadne vrste. Ker vrtni zavrtlač večino svojega življenjskega kroga preživi v rastlini, je njegovo zatiranje z znanimi metodami zelo oteženo. V ta namen smo v okviru dveletnega poskusa preučili možnost omejevanja njegovega širjenja z alkoholnimi vabami. Ocenjevali smo privabilnost dveh tipov barvnih vab, in sicer Rebell Roso in Rebell Amarillo, ter privabilnost prozornih vab Csalomon Palx. Kot privabilo smo pri barvnih ploščah uporabili 20 % raztopino etanola, pri vabah Csalomon Palx pa 20 % in 50 % raztopino etanola. Poskus je bil izveden na dveh lokacijah (Otočec in Dvor). Na vsako lokacijo smo postavili po 12 vab; na lokaciji Otočec po 6 rumenih in 6 rdečih vab, na Dvoru pa po 6 Csalomon Palx vab z 20 % raztopino etanola in 6 vab s 50 % raztopino etanola. V letu 2006 smo vabe postavili konec marca, leta 2007 pa v sredini marca. Največji ulovi so se začeli pojavljati v sredini aprila. Leta 2006 smo na obeh lokacijah zabeležili dva vrhova pojavljanja, leta 2007 pa samo na lokaciji Otočec. Ulov hroščev smo beležili vse do avgusta, kar pomeni, da je vrsta zaradi dolgotrajnosti pojava lahko zelo škodljiva. V poskusu smo potrdili, da rdeča barva lepljivih plošč bolj privablja hrošča kot rumena. Ravno tako je večjo privabilnost pokazal alkohol z večjo alkoholno raztopino.

Ključne besede: alkoholne vabe, jablana, JV Slovenija, spremljanje, vrtni zavrtlač, *Xyleborus dispar*

ABSTRACT

LIMITING THE SPREAD OF THE EUROPEAN SHOT-HOLE BORER (*Xyleborus dispar* [Fabricius]) IN APPLE ORCHARDS IN SOUTHEAST SLOVENIA WITH ETHANOL-BAITED TRAPS

The European shot-hole borer (*Xyleborus dispar* [Fabricius]) belongs to the family of Curculionidae, which can attack a wide range of plant species, including fruit species. Since the European shot-hole borer spends most of its life in a plant, it is very difficult

¹ mag. agr. znan., Šmihelska cesta 14, SI-8000 Novo mesto, e-pošta: karmen.rodic@kgzs-zavodnm.si

² prof. dr., Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana

to control it with known methods. In our two-year experiment, we have examined the possibility of restricting it by means of ethanol traps. We examined the acceptance of two types of coloured baits, i.e. Rebell Roso and Rebell Amarillo, and colourless Csalomon Palx baits. We used a 20 % ethanol solution in the coloured traps and 20 % and 50 % ethanol solutions in the Csalomon Palx traps. The experiment was carried out in two locations, Dvor and Otočec. We set 12 traps on each location. We placed 6 yellow and 6 red traps in Otočec and 6 Csalomon Palx lures with a 20 % ethanol solution as well as 6 baits with a 50 % ethanol solution in Dvor. We set the baits in the end of March 2006 and in the middle of March 2007. The highest catches occurred in the middle of April. We recorded two peaks of occurrence at both locations in 2006, whereas in 2007, this was noted only in Otočec. In this experiment, we confirmed that red sticky traps attracted a higher number of beetles than the yellow ones and that the higher percentage of alcohol was more attractive than the lower one.

Key words: alcohol baits, apple tree, European shot-hole borer, monitoring, SE Slovenia, *Xyleborus dispar*.

1 UVOD

Vrtni zavrtač (*Xyleborus dispar* [Fabricius]) spada v družino rilčkarjev (Curculionidae), ki napadajo širok spekter rastlinskih vrst, med njimi tudi sadne vrste. Ker vrtni zavrtač večino svojega življenjskega kroga preživi v rastlini, je njegovo zatiranje z znanimi metodami zelo oteženo. Spremljanje pojavljanja hroščev in omejevanje njegovega širjenja se lahko izvaja tudi z alkoholnimi vabami, ki pa v Evropi ni splošno razširjena metoda (Galko in sod., 2014). Na drugi strani v ZDA to metodo s pridom uporabljajo, predvsem v drevesnicah (Humble, 2001 cit. po Galko, 2014). Ob propadanju dreves, zaradi raznih stresov in razraščanja glive, prihaja v notranjosti do fermentacije (alkoholnega vrenja) in izločanja hlapov alkohola, ki privabljajo hroščke, da se ponovno zavrtajo v deblo. Z vabami jih premamimo, da ne delajo poškodb na novih drevesih, ampak priletijo in se nalepijo na postavljeno vabo. Mani in sod. (1992) so v svojem devetletnem poskusu ugotovili, da so Rebell Rosso vabe zelo uporabne. Na podlagi teh rezultatov so se nato Salmane in sod. (2015) odločili, da izvedejo poskus, kjer so primerjali vabe Rebel Rosso in Csalomon Palx. Kot privabilo so pri obeh tipih vab uporabili 50 % alkoholno raztopino. Kot najbolj učinkovito privabilo za hrošče iz poddružine Scolytinae se je v poskusu Montgomeryja in Warga (1983) pokazal etanol. Na podlagi teh ugotovitev smo v letih 2006 in 2007 izvedli poskus na dveh lokacijah na območju jugovzhodne Slovenije, v katerem smo preučili možnost uporabe alkoholnih vab za omejevanje širjenja vrtnega zavrtača. Uporabili smo dva tipa barvnih vab, in sicer Rebell Roso in Rebell Amarillo, ter prozorne Csalomon Palx vabe.

2 METODE DELA

Poskus je potekal v dveh zaporednih letih (2006 in 2007) v intenzivnih nasadih jabolane na lokacijah Dvor pri Žužemberku in Otočec pri Novem mestu. Oba nasada sta bila posajena v bližini gozda. V poskusu smo uporabili tri različne tipe vab. Na lokaciji

Otočec smo za spremljanje uporabili barvne lepljive plošče. Izbrali smo plošče proizvajalca Andermatt Biocontrol (Grossdietwil, Švica). Proizvajalec za spremljanje zavrtačev debela priporoča rdeče lepljive plošče (Rebell Rosso trap). Za primerjavo smo poleg rdečih, v nasad namestili še rumene plošče (Rebell Amarillo trap). Kot privabilo smo pri obeh barvnih ploščah uporabili 20 % alkoholno raztopino. Kot tretji tip vab smo uporabili prozorne posode z brezbarvnimi lepljivimi ploščami proizvajalca Csalomon (Budimpešta, Madžarska), in sicer vabe Csalomon Palx. Te so bile postavljene na lokaciji Dvor. Kot privabilo smo uporabili alkoholno raztopino dveh različnih alkoholnih raztopin (20 in 50 %).

Alkoholno raztopino smo pripravili tako, da smo v posebni posodi zmešali vodo z 96 % etanolom. Za lažje preračunavanje in rokovanje smo uporabili 10 l posode. Da smo dobili 20 % alkoholno raztopino, smo zmešali 2,1 l etilnega alkohola in mu dodali 7,9 l vode. Za 50 % alkoholno raztopino smo uporabili 5,2 l 96 % etilnega alkohola, ki smo mu dodali 4,8 l vode. V vsako plastenko smo natočili 200 ml alkoholne raztopine. Vabe smo pritrdili na žico. Namestili smo jih približno 150-180 cm od tal na vsako 10. drevo v vrsti. Na vsaki lokaciji smo postavili 12 vab. Na lokaciji Otočec je bilo postavljenih 6 vab z rumenimi lepljivimi ploščami (Rebell Amarillo trap) in 6 vab z rdečimi lepljivimi ploščami (Rebell Rosso trap). Na Dvoru smo v nasadu postavili 6 vab Csalomon Palx z 200 ml 20 % alkoholne raztopine in 6 vab Csalomon Palx z 200 ml 50 % alkoholne raztopine.

Za vse poskusne lokacije smo v letih 2006 in 2007 izračunali skupno število hroščev na vse vabe na dan pregleda (\pm standardna napaka). Rezultate poskusa smo analizirali s programom Statgraphics Plus for Windows 4.0, grafično pa smo jih predstavili s programom MS Excel 2003.

Za vsako od poskusnih lokacij smo izbrali najbližjo meteorološko postajo, za katero smo lahko pridobili zelene meteorološke podatke. Dnevne meteorološke podatke (povprečna srednja, najvišja in najnižja dnevna temperatura zraka, dnevna množina padavin) za posamezno lokacijo smo povzeli iz spletne strani Agencije Republike Slovenije za okolje (Vremenski portal, 2015).

V nadaljevanju so prikazani ulovi vrtnega zavrtača v odvisnosti od najvišje in povprečne temperature zraka in množino padavin v letih 2006 in 2007. S stolpci je prikazano skupno število (\pm standardna napaka) ulovljenih hroščkov vrtnega zavrtača na vabe na dan pregleda in skupna množina padavin (mm) v obdobju od prejšnjega pregleda, s črtami pa povprečna najvišja in povprečna srednja dnevna temperatura zraka ($^{\circ}\text{C}$) za obdobje od prejšnjega pregleda.

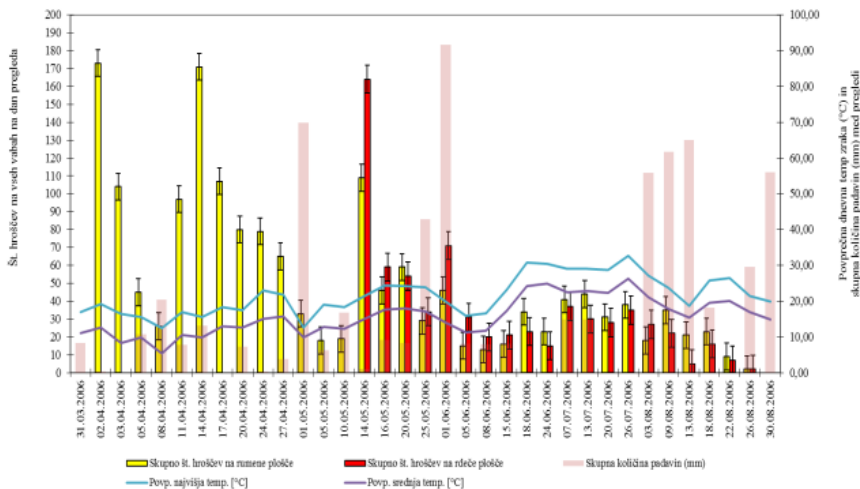
3 REZULTATI IN RAZPRAVA

Značilnosti lokacije Dvor: starost nasada: 9; sorte: 'Zlati delišes', 'Idared', 'Jonagold', 'Fuji', 'Granny Smith' (vse na podlagi M 9); površina nasada: 50 arov; bližina gozda: da; prve poškodbe opažene: spomladi 2004.

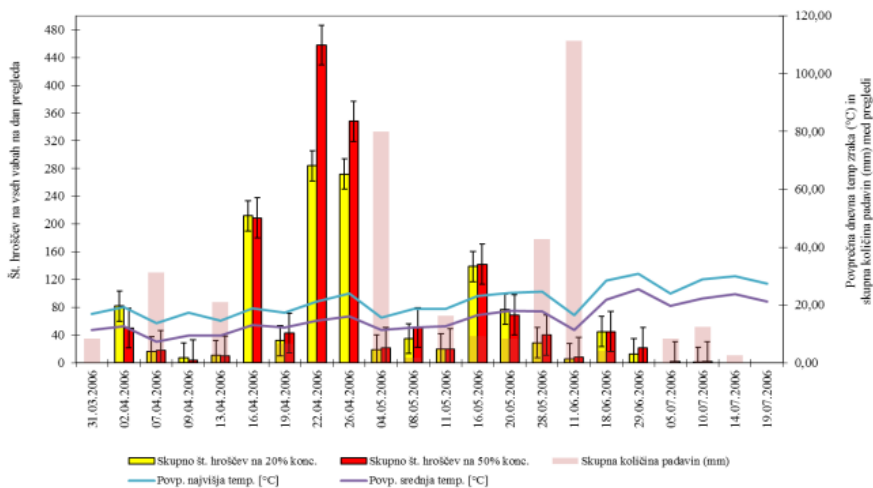
Značilnosti lokacije Otočec: starost nasada: 8; sorte: 'Elstar', 'Jonagold', 'Zlati delišes', 'Idared', 'Gala', 'Summerred', 'Discovery', 'Delcorf' (vse na podlagi M 9); površina nasada: 1,4 ha; bližina gozda: da; prve poškodbe opažene: jeseni leta 2005.

3.1 Rezultati iz lokacij Dvor in Otočec za leto 2006

Prvo vabo v letu 2006 na lokaciji Dvor smo postavili 29.03. Hroščki so se začeli loviti 02.04., ko je srednja dnevna temperatura zraka znašala 12,0 °C in ko ni bilo padavin. Temperaturna vsota nad pragom 10 °C na dan prvega ulova je znašala 15 °C.



26



Sliki 1 in 2: Časovni prikaz števila ulovljenih hroščev vrtnega zavrtčača na dan pregleda, s pripadajočimi standardnimi odkloni skupaj s povprečji srednje in najvišje dnevne temperature zraka (°C) ter skupno množino padavin (mm) v obdobju od prejšnjega pregleda, na lokaciji Dvor (levo) in Otočec (desno) v letu 2006.

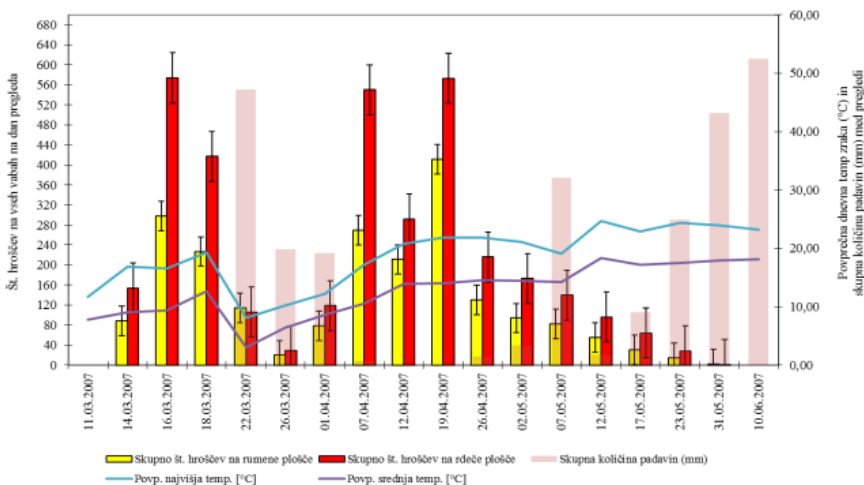
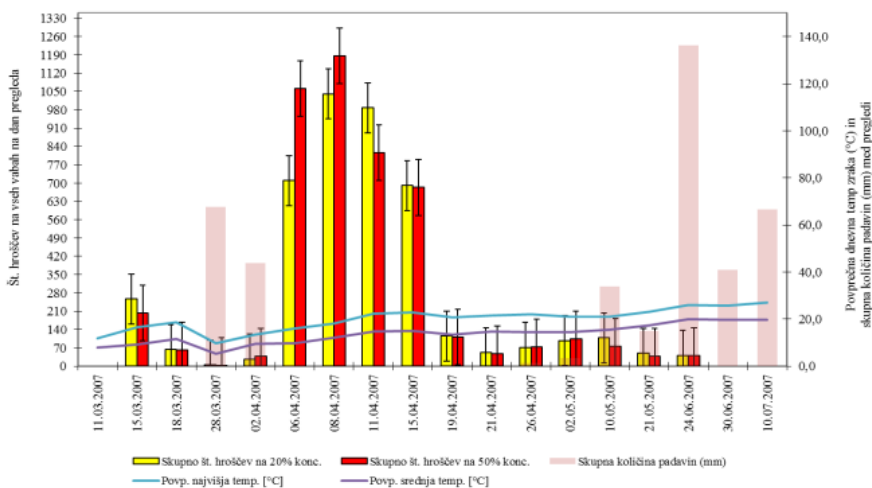
Figures 1 and 2: The time display of the number of European shot-hole borer caught on the day, standard errors, and average and maximum daily temperatures (°C) and the total amount of rainfall (mm) during the examinations at the location Dvor (left) and Otočec (right) in year 2006.

Na ta dan smo na vabe z 20 % alkoholno raztopino ujeli skupno 82 hroščev, na vabe s 50 % alkoholno raztopino pa 50 hroščev. Po prvih ulovih je sledilo obdobje 14 dni, ko je vseskozi deževalo. Posledično se je v tem obdobju (03.04. – 13.04.) ujelo najmanjše število hroščev (66 osebkov). Ko je ponovno nastopilo obdobje lepšega vremena z višjimi dnevnimi temperaturami zraka, so se začeli bolj intenzivno loviti tudi hrošči. V obdobju od 20. do 26. aprila je nastopil prvi bolj izrazit vrh ulovov, v katerem smo na vabe z 20 % alkoholno raztopino skupno ujeli 556 hroščev, na vabe s 50 % alkoholno raztopino pa 806 hroščev. Ob nastopu vrha ulovov (22.04.) je temperaturna vsota nad 10 °C znašala 49 °C. Od prvega ulova pa do vrha je preteklo 21 dni. Spremljanje smo zaključili 30.7., trajalo je 100 dni. Skupno smo na vabe z 20 % alkoholno raztopino ujeli 1300 hroščev, na vabe s 50 % alkoholno raztopino pa 1563 hroščev.

Na Otočcu smo prvo postavili rumene vabe, 29. marca. Ker je prišlo do zamude pri dobavi rdečih plošč, smo te postavili pozneje (10.05.). Prve ulove na rumene plošče smo zabeležili zelo kmalu (02.04). Tega dne smo skupno ujeli 173 hroščev. Srednja dnevna temperatura zraka je bila takrat 12,0 °C (najvišja: 18,7 °C), padavin pa ni bilo. Vsota efektivnih temperatur nad pragom 10 °C je bila 15 °C. Po tem je nastopila krajša ohladitev z dežjem. Po prenehanju padavin smo zaznali prvi večji vrh. V obdobju od 11.04. do 27.04. smo na vse vabe skupno ujeli 599 hroščev. Dne 10.05. smo v nasad postavili še rdeče lepljive plošče. Ob prvem štetju je bilo število ulovljenih hroščev zelo veliko (skupno 164 hroščev), kljub temu da so bile v nasadu že postavljene rumene plošče. Od postavitve teh vab naprej so bile padavine zelo pogoste, tudi med pojavom prvega vrha ulovov na rdeče plošče (01.06.). Drugi vrh pojavljanja hrošča na rumene vabe je bil 14.05., pojavil se je en mesec po prvem vrhu. Hrošči vrtnega zavrtača so se na lokaciji Otočec pojavljali od 2. aprila do 26. avgusta, skupno 147 dni (rdeče vabe 105 dni). S spremljanjem smo zaključili 30.08. Skupno smo na vse vabe ujeli 2370 hroščev, od tega na rumene plošče 1669 osebkov in 701 osebek na rdeče plošče. Če primerjamo dovzetnost vrtnega zavrtača do različnih barv v obdobju, ko smo uporabljali obe barvi (od 11.04. naprej), lahko ugotovimo, da se je več hroščev (za 7 % več) ujelo na rdeče plošče.

4.2.1 Rezultati iz lokacij Dvor in Otočec za leto 2007

Ker smo v letu 2006 prvi ulov hroščev zabeležili kmalu po postavitvi vab, smo se v letu 2007 odločili, da jih postavimo nekoliko prej. Na lokaciji Dvor smo jih tako postavili 12.03. Prve ulove smo zabeležili že kmalu po postavitvi (15.03.). Na dan prvega ulova je srednja dnevna temperatura zraka znašala 9,4 °C (najvišja temperatura 16,0 °C), dežja pa ni bilo. Izračunana vsota efektivnih temperatur nad pragom 10 °C je bila 12 °C. Tri dni po prvem ulovu so se pojavile močnejše padavine, ki so po presledkih trajale vse do 6. aprila. Po zaključku deževnega obdobja so se začeli ulovi povečevati. V obdobju od 29.03. do 16.04. smo zabeležili vrh ulova hroščev.



28

Sliki 3 in 4: Časovni prikaz števila ulovljenih hroščev vrtnega zavrtača na dan pregleda, s pripadajočimi standardnimi odkloni skupaj s povprečni srednje in najvišje dnevne temperature zraka (°C) ter skupno množino padavin (mm) v obdobju od prejšnjega pregleda, na lokaciji Dvor (levo) in Otočec (desno) v letu 2007.

Figures 3 and 4: The time display of the number of European shot-hole borer caught on the day, standard errors, and average and maximum daily temperatures (°C) and the total amount of rainfall (mm) during the examinations at the location Dvor (left) and Otočec (right) in year 2007.

Skupno smo v tem času ujeli 7239 hroščev, od tega na vabe z 20 % alkoholno raztopino 3454 hroščev in na vabe s 50 % alkoholno raztopino 3785. Pojavljanje hroščev v letu 2007 se je zaključilo okoli 3 tne prejšnjega kot v letu 2006, a je kljub temu

trajalo 102 dni. S spremljanji smo zaključili 10.07.2007. Skupno smo na vse vabe ujeli 8856 hroščev, od tega na vabe z 20 % alkoholno raztopino 4313 hroščev in na vabe s 50 % alkoholno raztopino 4543 hroščev. Tudi tu je bil, enako kot leto prej, ulov na vabe s 50 % alkoholno raztopino številčnejši.

Na isti dan smo vabe postavili tudi na lokaciji Otočec (12.03.). Prve ulove hroščev smo zabeležili že po dveh dnevih (14.03.), ko je najvišja temperatura zraka znašala 17 °C, padavin pa nismo zabeležili. Vsota efektivnih temperatur nad pragom 10 °C je bila 12 °C. Po začetnih skromnih ulovih smo nato v obdobju 15.03. – 22.03. zabeležili večje ulove in tudi prvi vrh. Skupno smo v tem obdobju ulovili 1736 hroščev, od tega na rumene plošče 639 hroščev in na rdeče 1097 hroščev. Po 36 dneh (19.04.) smo zabeležili še drugi vrh ulovov, ki je bil bolj številčen kot prvi. Skupno smo na vabah našeli 2850 hroščev (1100 na rumenih vabah in 1750 na rdečih vabah). Z 10. junijem smo zaključili s spremljanjem vrtnega zavrtača na tej lokaciji. Spremljanje smo v letu 2007 izvajali samo 79 dni. Skupno smo na vse vabe ujeli 5657 hroščev, od tega na rumene 2122 in na rdeče 3531. Kot je razvidno iz rezultatov, so bili ulovi na rdeče vabe bolj številni.

4 SKLEP

29

Na podlagi dveletne raziskave spremljanja bionomije vrtnega zavrtača v nasadih jablane v jugovzhodni Sloveniji ugotavljamo, da ima škodljivec v Sloveniji en rod na leto. Prvi hroščki so se na vabe začeli loviti, ko so povprečne dnevne temperature zraka nekaj dni zaporedoma presegle prag 10 °C. Na ulov je močno vplivala lokacija nasada, bolj izpostavljeni so bili nasadi v bližini gozdov. Velik vpliv na ulov hroščkov imajo tudi vremenske razmere. V primeru visokih temperatur zraka so bili ulovi bolj številčni, ravno tako so bili ulovi bolj številčni, ko ni bilo padavin. Največ hroščev se pojavlja v času od 10. do 20. aprila. Na lokaciji Dvor smo v letu 2006 v povprečju ujeli 127 hroščev na vabo, v letu 2007 pa 573 hroščev. Na lokaciji Otočec smo v letu 2006 ujeli v povprečju 114 hroščev, v letu 2007 pa 384 hroščev. Ugotovili smo, da rdeča barva lepljivih plošč bolj privablja hrošče kot rumena barva lepljivih plošč. Ravno tako je večjo privabilnost pokazala večja (50 %) alkoholna raztopina.

5 LITERATURA

- Bociort M., Marinescu M. 2011. Research on controlling *Anisandrus dispar* (Scolytidae) in orchards from Cârând village, Arad County, Romania. *Studia Universitatis Vasile Goldiș, Seria Științele Vieții*, 21, 4: 739-744
- Cabi ORG. Invasive Species Compendium.
<http://www.cabi.org/isc/datasheet/57157> (24. maj, 2015)
- Duffy E. A. J. 1953. Handbooks for the identification of British insects. London, Royal Entomological Society, vol. V, part 15: 20 str.
http://www.royensoc.co.uk/sites/default/files/Vol05_Part15.pdf (15. maj 2015)
- Galko J., Nikolov C., Kimoto T., Kunca A., Gubka A., Vakula J., Zubrik M., Ostrihon M. 2014. Attraction of ambrosia beetles to ethanol baited traps in a Slovakian oak forest. *Biologia*, 69, 10: 1376-1383
- Jurc M. 2005. Gozdna zoologija. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 348 str.

- Maceljski M. 1999. Poljoprivredna entomologija. Čakovec, Zrinski: 464 str.
- Mani, E.; Remund, U.; Schwaller, F. 1992. Attack of the bark beetle, *Xyleborus dispar* F. (Coleoptera: Scolytidae) in orchards and vineyards. Importance, biology, flight observations, control, development and use of an efficient ethanol trap. Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica, 27, 4: 425-433
- Markalas S., Kalapanida M. 1997. Flight pattern of some Scolytidae attracted to flight barrier traps baited with ethanol in an oak forest in Greece. Pflanzenschutz, Umweltschutz, 70: 55-57
- Martikainen P. 2001a. Non-target beetles (Coleoptera) in Trypodendron pheromone traps in Finland. Journal of Pest Science, 74: 150-154
- Martikainen P., Viiri H., Raty M. 2001b. Beetles (Coleoptera) caught with pheromones of *Gnathotrichus retusus* and *G. sulcatus* (Coleoptera, Scolytidae) in southern Finland. Journal of Pest Science, 74: 7-10
- Montgomery M. E., Wargo P. M. 1983. Ethanol and other host-derived volatiles as attractants to beetles that bore into hardwoods. Journal of Chemical Ecology, 9, 2: 181-90
- Pavlin K., Trdan S. 2007. Bionomija vrtnega zavrtača (*Xyleborus dispar* [Fabricius], Coleoptera, Scolytidae) v jablonovih nasadih jugovzhodne Slovenije. V: Zbornik predavanj in referatov 8. Slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin, Radenci, 6. - 7. marec 2007. Ljubljana, Društvo za varstvo rastlin Slovenije, 8: 207-211
- Salmans I., Ciematnieks R., Ozolina-Pole L., Ralle B., Ievinsh G. 2015. Investigation of European shot-hole borer, *Xyleborus dispar* (Coleoptera, Scolytidae), in apple orchards of Latvia. V: Proceedings of the 10th International Scientific and Practical Conference. Rezekne, Rezekne Higher Education Institution (Rēzeknes Augstskola), 2: 256-260
- Saruhan I., Akyol H. 2012. Monitoring population density and fluctuations of *Anisandrus dispar* and *Xyleborinus saxesenii* (Coleoptera: Scolytinae, Curculionidae) in hazelnut orchards. African Journal of Biotechnology, 11, 18: 4202-4207
- Vrabl S. 1999. Posebna entomologija. Maribor, Fakulteta za kmetijstvo Maribor: 171 str.
- Vremenski portal, Arhiv meritev.
<http://meteo.arso.gov.si/met/sl/archive/> (maj, 2015)

RAZVOJ AMERIŠKEGA KAPARJA (*Diaspidiotus perniciosus* [Comstock]) IN NJEGOVA PORAZDELITEV V NASADIH JABLANE

Domen BAJEC¹, Stanislav TRDAN²

¹ KGZS – Zavod NM, Služba za varstvo rastlin, Novo mesto

² Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Ljubljana

IZVLEČEK

Poznavanje razvoja ameriškega kaparja je ključnega pomena pri iskanju ustreznih rešitev za omejevanje njegovega gospodarskega pomena. Bionomijo škodljivca smo preučevali v treh nasadih jablane v štiriletnem obdobju med 2012 in 2015. Obravnavani nasadi so v treh različnih načinih pridelave: ekstenzivni nasad, intenzivni nasad v ekološki pridelavi in intenzivni nasad jablane v integrirani pridelavi. Pri spremljanju razvoja smo izvajali periodične preglede ščitkov in beležili razvojne stopnje ličink in odraslih samic. Pojav samčkov smo ugotavljali z lovom na lepljive pasti s feromonskimi privabili. Za spremljanje populacijske dinamike smo se poslužili opisnega rangiranja različnih stopenj napada. Ugotovili smo, da ameriški kapar na območju JV Slovenije prezimi večinoma v stadiju 'črnega ščitka', a tudi v drugih stopnjah ličink. Ličinke prvega rodu se začnejo izlegati v zadnjih dneh maja in v začetku junija. Drugi rod je manj izrazit in se pojavlja od druge polovice julija dalje. V obdobju 2012-2015 se je pojavljal tudi tretji rod škodljivca. Različni rodovi se med rastno dobo večinoma prekrivajo. Hkrati smo z opisnim rangiranjem stopnje napada nasada ugotovili, da se populacija preučevane škodljive vrste žuželk v ekstenzivnem nasadu visokodebelnih jablan ne spreminja, medtem ko je po vnosu kaparja v nasad v ekološki pridelavi napad vztrajno napredoval. Po drugi strani smo v intenzivnem nasadu z integriranim načinom pridelave pri opustitve varstva z insekticidom na podlagi aktivne snovi piriproksifen zaznali hitro odraščanje populacijskih sprememb. V vseh treh tipih nasadov smo sledili tudi parazitoidne vrste.

Ključne besede: ameriški kapar, bionomija, porazdelitev, ščitki, jablana

ABSTRACT

DEVELOPMENT OF SAN JOSÉ SCALE (*Diaspidiotus perniciosus* [Comstock]) AND ITS DISTRIBUTION IN APPLE ORCHARDS

Knowledge on the development of San José Scale is crucial in finding appropriate solutions to limit its economic importance. Bionomics of the pest was studied in three apple orchards during a four-year period between 2012 and 2015. The monitored plantations are in three different production systems: the extensive apple orchard,

¹ mag., Šmihelska c. 14, SI-8000 Novo mesto, e-pošta: domen.bajec@kgzs-zavodnm.si

² prof. dr., Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana

intensive apple orchard under organic production and intensive apple orchard under integrated plant management production. When monitoring the development, we conducted periodic inspections of the scales and recorded the development stages of larvae and adult females. The emergence of males was determined by trapping on the sticky trap with pheromone attractant. We used descriptive ranking to monitor the population dynamics. We found that San José Scale spends the winter in SE Slovenia mainly in the 'black cap' stage, but also in other stages of larvae preserve. First-generation larvae hatch in the last days of May and beginning of June. The second generation is less pronounced and occurs in the second half of July. In the period 2012-2015 the third generation developed. During the growing season generations usually overlap. At the same time we have demonstrated that in extensive plantation no changes in the population was detected; while after pest entry in organic orchard the attack promoted persistently. In the integrated pest management orchard San José Scale proliferated shortly after pyriproxyfen active substance based insecticide was terminated. In all three types of plantations San José Scale parasitoids were monitored.

Key words: San José Scale, bionomy, distribution, scales, apple

1 UVOD

32

Preučevanja bionomije ameriškega kaparja smo se lotili z namenom postavitve osnov za nadaljnje omejevanje njegovega gospodarskega pomena. Izrazito polifagna vrsta, ki v našem okolju napada veliko drevesnih in grmičastih rastlin, zlasti iz skupine rožnic (Rosaceae), je na območju Slovenije zastopana vse od leta 1938 (Janežič, 1951; Vrabl, 1999). Lokalno zastopanost je zaznamovalo več prerazmnožitev, zadnja je bila na nivoju kalamitete v obdobju med 2000 in 2010 (Bajec in sod., 2010). Razlog za škodljivost ameriškega kaparja je v velikem rodnem potencialu, odpornosti na insekticide in sposobnosti ohranjanja v naravnem okolju. V štiriletnem obdobju smo ga spremljali v treh nasadih jabolane. Predhodne raziskave so nakazale, da je lahko kapar na gostiteljski rastlini in v nasadih razporejen neenakomerno. Način razporeditve močno oteži ocenjevanje stopnje napada, zato smo predvideli opisno rangiranje. Na tak način smo v nasadu lahko sledili širjenje kaparja v prostoru in času. Hkrati smo beležili zastopanost različnih razvojnih stopenj in delež parazitizma.

2 MATERIALI IN METODE

Lokacije spremljanja in lastnosti nasadov:

Ekstenzivni nasad na lokaciji Smolenja vas / Novo mesto

Vzgojna oblika naravna piramidna krošnja; starost ~30 let; površina parcela 0,33 ha in sortiment: 'Carjevič', 'Bobovec', 'Jonatan', 'Idared' in 'Beličnik'. Spremljanje smo izvajali skozi celo rastno dobo enakomerno; v štirih letih smo opravili 87 pregledov.

Intenzivni nasad v ekološki pridelavi na lokaciji Mali vrh / Mirna Peč

Vzgojna oblika ozko vreteno; starost 12 let; površina parcele 1,83 ha in sorta 'Topaz'. Preglede smo izvajali pretežno le v rastni dobi gostiteljskih rastlin; v intenzivnih

nasadih je zaradi uporabe fitofarmaceutskih sredstev vpogled v razvoj kaparja slabši; v štirih letih smo opravili 34 pregledov.

Intenzivni nasad v integrirani pridelavi na lokaciji Arnovo selo / Brežice

Vzgojna oblika ozko vreteno; starost 13 let; površina parcele 1,53 ha in sortiment: 'Gala', 'Zlati delišes' in 'Idared'. Preglede smo izvajali pretežno le v rastni dobi gostiteljskih rastlin; v intenzivnih nasadih je zaradi uporabe fitofarmaceutskih sredstev vpogled v razvoj kaparja slabši; v štirih letih smo opravili 36 pregledov.

Za posamezne nasade smo sezonsko dinamiko kaparja primerjali tudi z vplivom meteoroloških spremenljivk (povprečna, najnižja in najvišja dnevna temperatura ter padavine). Podatke smo pridobili na Agenciji RS za okolje (ARSO, 2015). Za lokacijo na Dolenjskem smo uporabili podatke meteorološke postaje Novo mesto in za lokacijo Arnovo selo meritve iz meteorološke postaje na Bizeljskem. Hkrati smo spremljali fenološki razvoj jabolane in agrotehnične ukrepe v nasadih.

2.1 Spremljanje bionomije ameriškega kaparja

2.1.1 Opisno rangiranje stopnje napadenosti nasadov

Populacije ameriškega kaparja so v nasadih in na posameznih drevesih časovno dokaj dinamično razporejene. Zato smo jih na začetku rastne dobe v vsakem letu številčno in opisno rangirali v 11 stopenj napadenosti. Način rangiranja je enoten za opisovanje napada v vseh treh tipih nasadov. V vsakem nasadu smo rangirali 10 v prvem letu naključno izbranih dreves. V naslednjih treh letih smo rangirali ista drevesa kot v prvem letu. Iz ocene desetih dreves smo za vsak nasad izračunali povprečno letno oceno napada drevesa. Povprečna letna ocena napada nam je služila za pojasnilo k rezultatom pregleda ščitkov.

Preglednica 1: Številčna lestvica za ocenjevanje stopnje napada drevesa jabolana z ameriškim kaparjem.

Table 1: The numerical scale for assessing the degree of infestation of apple trees with San José Scale.

Stopnja napada	Opis:
00	Na drevesu, niti opornem materialu ni ščitkov ameriškega kaparja.
01	Na drevesu ni ščitkov ameriškega kaparja. Posamezni ščitki so opazni na vezivu in opori.
02	Na deblu so posamezni živi ščitki.
03	Ščitki so na deblu v (eni) manjši skupini.
04	Ščitki so v manjši skupini prisotni na deblu in ogrodni veji.
05	Ščitki so na deblu v dveh manjših skupinah; lahko so opazni na plodovih.
06	Na drevesu je opaznih več manjših skupin ščitkov. Pod napadenim lubjem se tkivo začenja barvati rdeče.
07	Ščitki so na vseh glavnih nosilcih. Posamezne skupine ščitkov so srednje velike: pod napadenim lubjem je tkivo popolnoma rdeče obarvano.
08	Ščitki so na vseh delih rastline, posamezni poganjki se zaradi napada sušijo.
09	Močan napad: ščitki se na posameznih delih nalagajo v več slojih; drevo zaradi napada propada.
10	Drevo je propadlo.

2.2.2 Spremljanje razvoja ameriškega kaparja s pregledi ščitkov

Spremljanje razvoja ameriškega kaparja smo izvajali vizualno z nedestruktivno metodo, s katero vzorca nismo odvzeli in s tem odnesli iz nasada, temveč pregledali na mestu samem. Ščitkov med pregledom nismo odstranili, saj bi s tem pri nasadih rangiranih od 00 do 03 preveč posegali v lokalno populacijo. Z laboratorijsko iglo so bili odstranjeni le prešteti mrtvi in nedvomno parazitirani ščitki. V ta namen smo modificirali metodi beleženja gostote populacij kaparja po Westigardu (1977) in Vrblu (1999), ki se osredotočata na pregledovanje poganjkov, drevesne skorje in plodov iz dreves v napadenih nasadih ter ocenjevanje številčnosti škodljive vrste. Razvoj smo beležili z deleži posameznih razvojnih stopenj pregledanih ščitkov. Vizualno zbiranje je bilo razporejeno skozi celo leto. Število pregledanih ščitkov smo prilagodili gostoti populacije, ki sovпада z opisnim rangiranjem stopnje napada:

– V nasadih z majhnim številom ščitkov – rangirani med 00 in 03 - smo pregledali vse ščitke.

– V nasadih, rangiranih med 04 in 10 smo zaradi večjega števila ščitkov pregled omejili na 100 do 200 pregledanih osebkov (odvisno od velikosti skupine). Pregled je bil praviloma usmerjen v predel napadenih ogrodnih vej, navadno v dolžini ~ 1 m.

Razvojne stopnje smo določali na podlagi morfoloških lastnosti ščitkov pri pregledu pod lupo (povečava 10×) in za občasno natančnejše preverjanje tudi v laboratoriju s stereomikroskopom (do povečave 60×) in mikroskopom (do povečave 200×). Dokazno gradivo in postopke smo fotodokumentirali.

34

2.2.3 Spremljanje leta krilatih odraslih samčkov

Pojavnost odraslih, krilatih samčkov ameriškega kaparja smo s feromonskimi privabili sledili v letih 2014 in 2015. Past smo sestavili iz feromona proizvajalca International Pheromone Systems Ltd iz Anglije ter rumene lepljive plošče Unichem. Na feromonske pasti so se zaradi kairomonskega delovanja učinkovito lovile tudi parazitoidne osice.

2.2.4 Spremljanje parazitiranosti

Ob pregledu ščitkov ameriškega kaparja smo prešteli še parazitirane ščitke z izhodno odprtino in odstranili ostanke. Zabeležili smo tudi parazitoide, ulovljene na rumeno lepljivo ploščo s feromonskim privabilom za ameriškega kaparja.

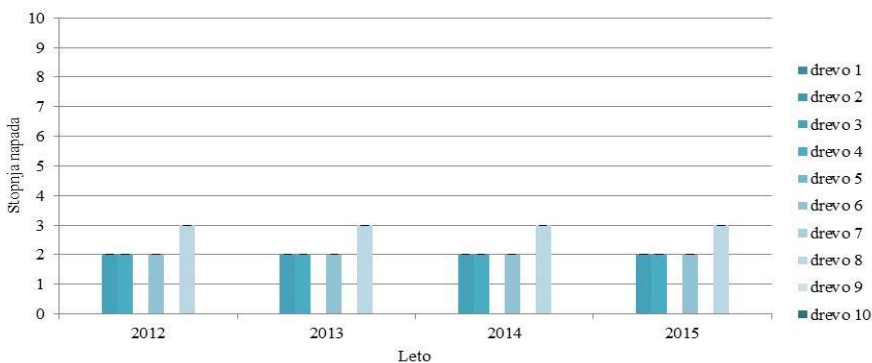
3 REZULTATI IN RAZPRAVA

3.1 Spremljanje bionomije ameriškega kaparja

3.1.1 Opisno rangiranje stopnje napadenosti nasadov

Pri opisnem rangiranju stopnje napada med 2012 in 2015 opazimo, da obstajajo med nasadi razlike, ki izhajajo iz intenzivnosti pridelave. V ekstenzivnem nasadu na lokaciji Smolenja vas v letih 2012-2015 nismo ugotovili razlik v stopnjah napada jablane z ameriškim kaparjem. V vzorcu desetih dreves so bila napadena štiri drevesa,

kar se v štirih letih ni spreminjalo. Povprečna stopnja napada na napadenih drevesih je bila 2,25; medtem ko je bila v vzorcu desetih dreves pod stopnjo 1 (na 0,90).

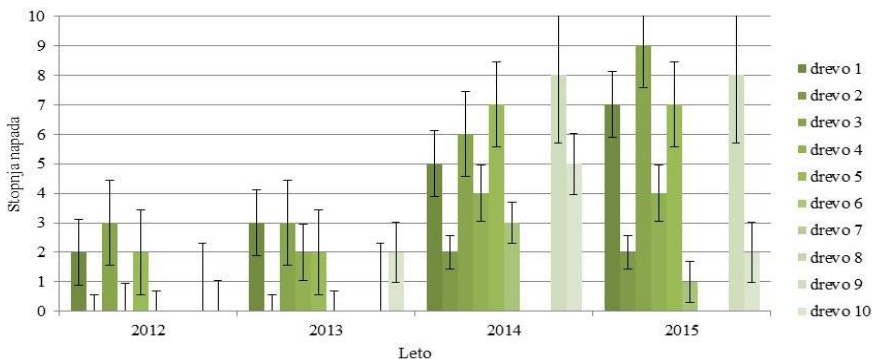


Slika 1: Porazdelitev ameriškega kaparja v ekstenzivnem nasadu v Smolenji vasi med 2012-2015.

Figure 1: Distribution of San José Scale in extensive plantation in Smolenja vas during 2012-2015.

35

V intenzivnem nasadu v ekološkem načinu pridelave na lokaciji Mali Vrh sta v obdobju 2012-2015 naraščali stopnja napadenosti dreves in tudi število napadenih dreves. V vzorcu desetih dreves se je napad iz prvotnih treh dreves razširil na osem. Prvotna povprečna stopnja napada se je iz začetka štiriletnega obdobja povečala iz 2,33 na stopnjo 5. V nasadu v ekološkem načinu pridelave se je ameriški kapar širil prostorsko in po gostoti populacije.

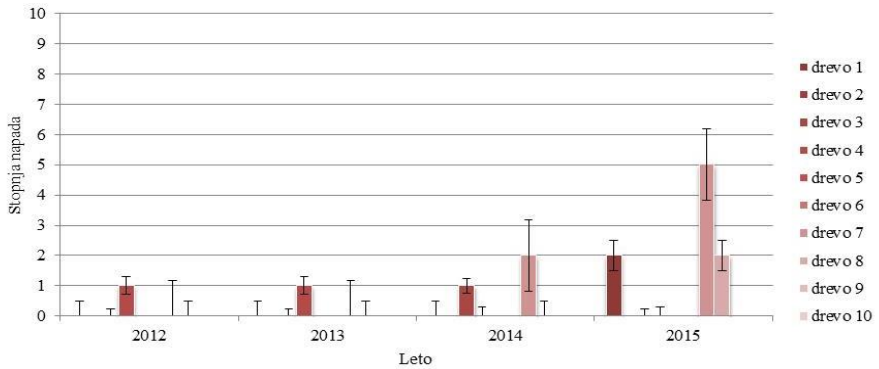


Slika 2: Porazdelitev ameriškega kaparja v intenzivnem ekološkem nasadu na Malem Vrhu med 2012-2015.

Figure 2: Distribution of San José Scale in intensive organic plantation in Mali Vrh during 2012-2015.

V intenzivnem nasadu v integriranem načinu pridelave na lokaciji Arnova sela so se med letu 2012-2015 pokazale značilne spremembe v porazdelitvi ameriškega kaparja. Do sprememb je prišlo v letih 2014 in 2015, ko se je kapar iz prvotno enega drevesa

razširil na štiri. Povprečna stopnja napada se je iz 1 povečala na 3. Vzrok širjenja je v opustitvi varstva nasada z učinkovitim fitofarmaceutskim sredstvom.



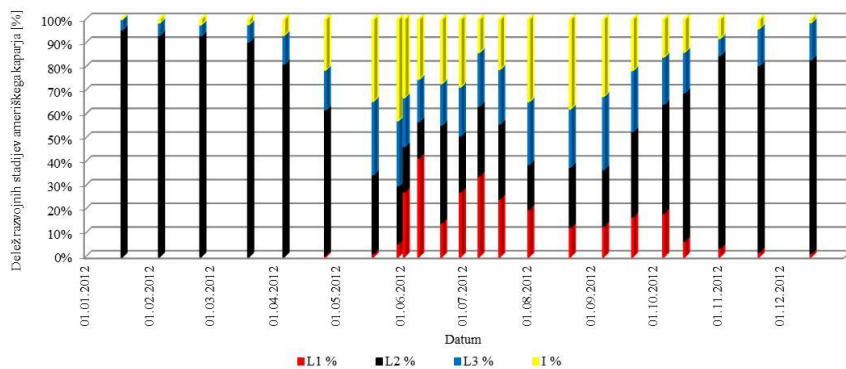
Slika 3: Porazdelitev ameriškega kaparja v intenzivnem integriranem nasadu v Arnovih selih med 2012-2015.

Figure 3: Distribution of San José Scale in intensive IPM plantation in Arnova sela during 2012 - 2015.

3.2.1 Pregledi ščitkov in rezultati ulova odraslih samčkov na feromonske pasti

36

Posamezne razvojne stopnje smo zaradi variabilnega števila pregledanih ščitkov opredelili z deleži. Pri pregledu smo ločevali stopnjo L1, ki zajema podstopnjo gibljive ličinke in podstopnjo belega ščitka, stopnjo L2 – črni ščitek, stopnjo L3 – večja ličinka in stadij I – odrasli osebek. Opis razvojnih stadijev zajema samo samice.



Slika 1: Primer prikaza razvoja ameriškega kaparja po deležih posameznih razvojnih stopenj v ekstenzivnem nasadu jabolane v letu 2012 na lokaciji Smolenja vas. Stopnje razvoja so: L1 – gibljiva ličinka; L2 – stopnja 'črni ščitek'; L3 – stopnja 'večje ličinke'; I – odrasli osebek.

Figure 1: Example of development of San José Scale by portions of developmental stages, in extensive plantation of apple trees in 2012 at Smolenja vas. Stages are: L1 – 'crawler' stage; L2 – 'black cap' stage; L3 – nymph stage; I – adult stage.

Zastopanost posameznih larvalnih stopenj samčkov je bila na treh opazovalnih lokacijah v vseh štirih letih spremljanja zanemarljiva. Zastopanost odraslih samčkov smo beležili z lovom na feromonske pasti. V vseh treh tipih nasadov so bili maloštevilni. Pri štiriletnem spremljanju smo ugotovili, da se izleganje gibljivih ličink I. rodu začne v obdobju med 30. majem in 01. junijem. Njihov pojav je najintenzivnejši v prvi polovici junija. Izleganje gibljivih ličink II. rodu je slabše zaznavno in ga umestimo v obdobje meseca julija. V poletnih in jesenskih mesecih je značilno prekrivanje različnih rodov. V vseh štirih letih spremljanja smo ugotovili tudi zastopanost III. rodu. Podrobni rezultati spremljanj so dostopni pri avtorju. Parazitizem na ščitkih ameriškega kaparja smo potrdili in spremljali v vseh treh tipih nasadov. Stopnje se med seboj razlikujejo odvisno tudi od zastopanosti ščitkov ameriškega kaparja. Parazitoidi so bili kljub uporabi insekticidov s ciljnim delovanjem na ameriškega kaparja zastopani tudi v nasadu v integrirani pridelavi jabolk.

4 SKLEPI

Pri spremljanju razvoja ameriškega kaparja ugotavljamo, da lahko le-ta na območju JV Slovenije preživi zimo v različnih stopnjah ličinke. Velika večina jih prezimi v stopnji 'črnega ščitka'. Razvoj ni sočasen in pri vpogledu v posamezne razvojne stopnje ugotavljamo, da le te nastopajo postopoma in se med seboj večinoma prikrivajo.

Ličinke prvega rodu se začnejo izlegati v zadnjih dneh maja in začetku junija. Natančen začetek naslednjega rodu je težje določljiv, saj med posameznimi rodovi ni jasne razmejitve. Začetek izleganja je zato potrebno obravnavati terminsko.

Ameriški kapar v napadenih nasadih prostorsko ni razporejen enakomerno (Baker, 1977), njegovo širjenje v nasadih jablane pa je v precejšnji meri odvisno od tipa nasada. Zadnje poglobljene raziskave na tem področju so prispevali tudi Wearing in sod. (2014a in 2014b). Ker se drevesa po habitusu razlikujejo, prihaja v različnih nasadih pri ocenjevanju intenzivnosti napada do nesorazmernosti. Nesorazmernost pri opredeljevanju napada poskušamo odpraviti z opisnim rangiranjem obravnavanih dreves.

Iz podatkov pridobljenih med spremljanjem v ekstenzivnem nasadu jablane sklepamo, da je porazdelitev ameriškega kaparja v povezavi z arhitekturo drevesa. Upoštevajoč prostornino krošnje in razrast ekstenzivno rastočih dreves jablan, ščitke kaparja na napadenih drevesih ob povprečni stopnji napada na napadenih drevesih 2,25 zasledimo le ob povečani pozornosti opazovalca.

Med spremljanjem navzočnosti parazitoidov smo ugotovili, da so bili zastopani v vseh treh tipih nasada. Vpogled v njihovo pojavnost pokaže, da aktualen način uporabe fitofarmaceutskih sredstev v integrirani pridelavi ne vpliva bistveno na razvoj in delovanje parazitoidov, saj je primerljiv s stanjem v ekstenzivnem oz. ekološkem nasadu.

5 LITERATURA

ARSO – meteorološki podatki 2012-2015. Ljubljana, Agencija Republike Slovenije za okolje, Urad za meteorologijo.

<http://meteo.arso.gov.si/> (26.10.2015)

Baker G. 1977. Distribution of San José Scale, *Quadraspidiotus perniciosus* (Comst.), in the Adelaide Hills. Agricultural Record, 4, 7: 54-56

Bajec, D., Knapič, M., Rodič, K., Brence, A., Knapič, V., Peterlin, A., Zajc, M., Vrtin, D. 2010. Poročilo o prereznožitvi ameriškega kaparja (*Diaspidiotus perniciosus* [Comst.], sin. *Quadraspidiotus perniciosus* [Comst.]) v JV Sloveniji. Novo mesto, KGZS - Zavod NM: 41 str.

Janežič, F. 1951. Varstvo rastlin pred boleznimi in škodljivci. Ljubljana, Državna založba Slovenije: 567 str.

Vrabl, S. 1999. Posebna entomologija: Škodljivci in koristne vrste na sadnem drevju in vinski trti. Maribor, Fakulteta za kmetijstvo Maribor: 171 str.

Westigard, P.H.; Calvin, L.D. 1977. Sampling San José scale in a pest management program on pear in southern Oregon. Journal of Economic Entomology, 70: 138-140

Wearing, C.H., de Boer, J.A. 2014a. Spatial distribution of San Jose Scale (*Diaspidiotus perniciosus* Hemiptera: Diaspididae) on an apple tree. New Zealand Entomologist, 37, 1: 45-60

Wearing, C.H., de Boer, J.A. 2014b. Temporal distribution of San Jose Scale (*Diaspidiotus perniciosus* Hemiptera: Diaspididae) on an apple tree. New Zealand Entomologist, 37, 1: 61-74

POPULACIJSKA DINAMIKA ŠKRŽATKA *Orientalis ishidae* Matsumura V NASADIH JABLAN V LETIH 2015 IN 2016

Mario LEŠNIK¹, Gabrijel SELJAK², Stanislav VAJS³

¹⁻²Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede, Univerza v Mariboru

³Nova Gorica

IZVLEČEK

Vzhodnjaški škržatek (*Orientalis ishidae* Matsumura 1902: Hemiptera, Cicadellidae) je vzhodnopalearktična vrsta, ki je bila v Evropi prvič zaznana v letu 2002. V Sloveniji je bila njegova zastopanost potrjena leta 2004, od takrat pa se nezadržno in hitro širi po nižinskem delu države. V nasadih jablan (Hoče, 46°30'21.29"N 15°37'35.26"E) in Ptujaska Gora (46°21'17.94"N, 5°45'47.51"E) smo ga v letih 2015 in 2016 sistematično spremljali z rumenimi lepljivimi vabami v obdobju od 1. maja do 30. septembra. Ulov na vabe kaže, da se odrasli škržatki začnejo pojavljati konec prvega tedna junija, da populacija doseže višek v drugem in tretjem tednu julija in da je konec pojava škržatkov v zadnjem tednu septembra. Izleganje iz prezimelih jajčec se začne v sredini ali v zadnjem tednu maja. Glede na možne velike migracije odraslih škržatkov z rastlin robnega rastlinja (*Alnus*, *Betula*, *Salix*, *Rubus*, *Ailanthus*, *Carpinus*, *Corylus*, ...) ni bilo možno ugotoviti, kolikšen del škržatkov izvira iz jajčec, ki prezimijo na jablanah in kolikšen del se preseli iz robnega rastlinja. Odlaganja jajčec na jablano v raziskavi nismo uspeli potrditi. Ugotavljamo, da je jablana zelo dober gostitelj vzhodnjaškega škržatka, saj je na netretiranem drevju v juniju in juliju mogoče najti veliko nimf in ulovi odraslih osebkov so večkrat preseglji število 30 na vabo na dan. Zaradi velikih populacij in podatkov iz literature, ki kažejo, da je potencialen prenašalec fitoplazm skupine 16SrV, ga je potrebno obravnavati tudi kot možnega prenašalca fitoplazme »*Candidatus Phytoplasma mali*« v nasadih jablan.

Ključne besede: jablana, vzhodnjaški škržatek, prenašalec, Slovenija

ABSTRACT

POPULATION DYNAMICS OF THE LEAFHOPPER *Orientalis ishidae* Matsumura IN APPLE ORCHARDS IN SEASONS 2015 AND 2016

The mosaic leafhopper (*Orientalis ishidae* Matsumura 1902: Hemiptera, Cicadellidae) is an eastern Palaearctic species, recorded in Europe in 2002 for the first time. Its occurrence in Slovenia has been confirmed in 2004 and has been spreading rapidly in the lowlands across the country. During the seasons 2015 and 2016 its population

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

² mag. agr. znan., Kromberška cesta 8, SI-5000 Nova Gorica

³ viš. pred., Pivola 10, SI-2311 Hoče

dynamics was monitored from 1. May till 30. September in apple orchards at the locations Hoče (46°30'21.29"N 15°37'35.26"E) and Ptujška Gora (46°21'17.94"N 15°45'47.51"E) using yellow sticky traps. This monitoring has shown that first adults appear at the end of the first week of June, a peak of population is reached in the second and third week of July, and a total decline of population appears in the last week of September. Hatching of larvae from the overwintered eggs starts in the middle or in the last week of May. Because of a possible large migration of adults from the boundary vegetation (*Alnus*, *Betula*, *Salix*, *Rubus*, *Ailanthus*, *Carpinus*, *Corylus*, ...) into apple plantations, an exact determination of proportions of adults deriving from eggs on apple trees and those being moved from the adjacent vegetation, was not possible. The oviposition on the apple trees could not be confirmed in our study. We estimate that the apple is a good host for the mosaic leafhopper, since a large number of nymphs could be found feeding on trees left free without insecticide treatments in June and July. The number of adults caught per day exceeded the number of 30 per trap many times. Due to the large populations and data from the literature which suggest that the mosaic leafhopper is a potential vector of phytoplasmas of 16SrV grup, it should also be considered as a possible vector of phytoplasma "*Candidatus Phytoplasma mali*" in apple orchards.

Key words: apple, mosaic leafhopper, vector, Slovenia

40

1 UVOD

V naše okolje se nenehno priseljujejo nove tujerodne žuželke. V večini zgledov se nove vrste žuželk pojavijo tudi v kmetijskih ekosistemih in na gojenih rastlinah. Kadar je njihov pojav na kmetijskih rastlinah množičen, se vedno pojavi vprašanje škodljivosti novih vrst žuželk zanje. To velja tudi za pri nas novo vrsto škržatka *Orientalis ishidae* Matsumura, ki ga po slovensko imenujemo vzhodnjaški škržatek. Neposredna škoda, ki jo povzročajo domorodni in že ustaljeni tujerodni škržatki na kmetijskih rastlinah v Sloveniji ni velika, posredna škoda povezana s prenosom gospodarsko pomembnih bakterij in virusov pa je lahko zelo pomembna. To izkušnjo smo dobili pri škržatkih, ki prenašajo fitoplazme, povzročiteljice trstnih rumenic, ali pa fitoplazmatskih bolezni sadnih rastlin. Vzhodnjaški škržatek se na ozemlju RS pojavlja že več kot 10 let. Prvi zapis o njegovem pojavu beležimo v letu 2004 (Seljak, 2004). V tistem obdobju so ga opisali v več okoliških državah. Po obdobju prvih odkritij se na ozemlju RS pojavlja vse bolj pogosto, kar je splošna značilnost novih invazivnih vrst, ki v začetku v tujem okolju nimajo veliko naravnih sovražnikov. Pri monitoringu novih vrst škržatkov v nasadih jablan na posestvu UKC FKBV v Hočah pri Mariboru smo v letu 2015 ugotovili pojav velikih populacij te vrste v ekoloških in integriranih nasadih jablan. Ker se ta vrsta škržatka v literaturi omenja kot potencialen prenašalec fitoplazem (Mehle s sod., 2010; Gaffuri s sod., 2011) in tudi kot potencialni neposredni škodljivec jablan (Valley in Wheeler, 1985) smo se odločili natančneje preveriti značilnosti njegove bionomije v našem okolju. Če se izkaže, da je ta vrsta škodljiva, je pri iskanju možnosti za zatiranje natančno poznavanje njene bionomije pri nas podlaga za oblikovanje strategije obvladovanja.

2 MATERIALI IN METODE

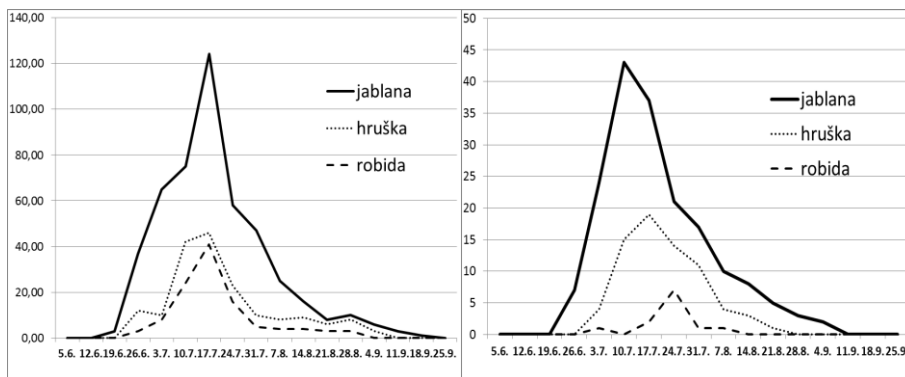
Za opis dinamike pojava odraslih škvrčatkov smo uporabili metodo ulova na rumene lepljive plošče proizvajalca Unichem (Bio plantela 17 x 23 cm). Plošče smo izobesili v nasad jablan in hrušk ter na okoliško rastlinje na posestvu UKV Fakultete za kmetijstvo in biosistemske vede UM v Hočah pri Mariboru ter v ekološka nasada jablan in hrušk na Ptujski Gori. Ulov smo spremljali od 15. 5. do 31. 9. Plošče smo menjavali na 7 dni. Ulov smo na UKC vršili v dveh sadovnjakih, kjer ni bilo uporabe insekticidov in v enem, kjer so bili insekticidi uporabljeni večkrat letno. Insekticidi so bili uporabljeni za zatiranje drugih škodljivih žuželk v nasadu in vzhodnjaški škvrčatek ni bil ciljni organizem.

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

3.1 Ulov v sadovnjakih, kjer insekticidi niso bili uporabljeni

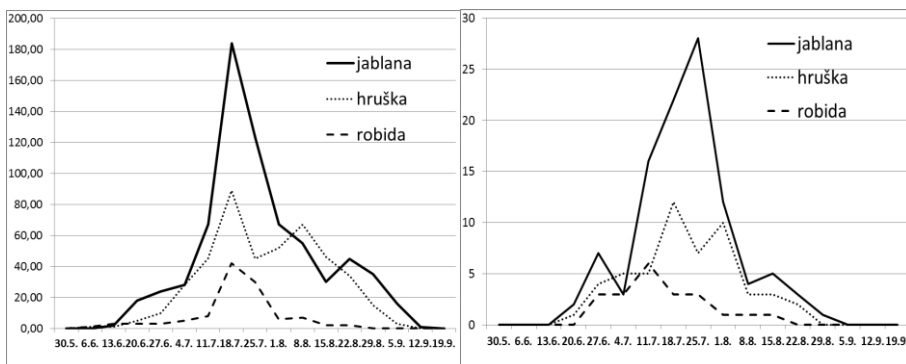
Na sliki 1 so prikazani rezultati ulova za leto 2015. V Hočah so bili prvi škvrčatki ulovljeni 19. 6. in na Ptujski Gori 26.6. Na obeh lokacijah je ulov naraščal do sredine julija in nato začel upadati proti sredini septembra. Ulov je bil v plantažnih nasadih v Hočah bistveno večji kot na Ptujski Gori, kjer je šlo za majhen sadovnjak z nekaj deset drevesi. Ulov na robidah (Hoče *Rubus canescens* in Ptujška Gora *Rubus hirtus*) je bil morda prehodne narave. Podatkov o tem, kako pomemben gostitelj vzhodnjaškega škvrčatka je robida, v literaturi nismo našli.

41



Slika 1: Podatki o tedenskem ulovu odraslih škvrčatkov na rumene plošče na lokaciji UKC FKBV Hoče (levo) in Ptujška Gora (desno) v letu 2015.

Ulovi na jablani so večji kot na hruškah, kar kaže, da je jablana morda boljši gostitelj od hrušk. Rezultati za leto 2016 so vidni na sliki 2. Ugotovitve so podobne kot v letu 2015. Začetek ulova odraslih je bil podoben (13.6. Hoče in 20. 6. Ptujška Gora), višek ulova je ponovno bil v sredini julija. V Hočah je ulov trajal malo dlje do 18. 9.



Slika 2: Podatki o tedenskem ulovu odraslih škvrčatkov na rumene plošče na lokaciji UKC FKBV Hoče (levo) in Ptujška Gora (desno) v letu 2016.

3.2 Primerjava ulova v sadovnjakih z ulovom na rastlinju v neposredni bližini sadovnjaka

V preglednici 1 je prikazana primerjava ulova na jablanah in hruškah z ulovom na nekaterih rastlinah, ki uspevajo neposredno na robu sadovnjaka. Vidi se, da so ulovi tam manjši kot v sadovnjaku, a še vedno veliki. Ker so rastline zelo blizu skupaj, si razlike v velikosti ulova razlagamo s tem, da sta jablana in hruška zelo konkurenčna gostitelja rastlinam, kot so jelše, vrbe, gabri in druge drevesne vrste. Podatki kažejo, da so lahko druge drevesne vrste (jelše, vrbe, gabri) ob sadovnjakih izvor velike populacije škvrčatkov. Takšne drevesne vrste vplivajo na velikost populacij škvrčatkov v sadovnjakih. Pri razvoju strategij za zatiranje je preseljevanje škvrčatkov z njih v sadovnjake treba upoštevati.

3.3 Primerjava ulova v sadovnjaku brez uporabe insekticidov in v sadovnjaku z uporabo insekticidov

Preglednica 2 kaže primerjavo ulova škvrčatkov v dveh sadovnjakih jablan iste sorte, ki sta med seboj oddaljena približno 80 m. V prvem sadovnjaku ni bilo uporabe insekticidov, medtem ko so bili v drugem uporabljeni insekticidi zoper druge škodljive žuželke v registriranih odmerkih. Podatki iz preglednice 2 kažejo, da del populacije preživi uporabo insekticidov, ki jih uporabljamo proti znanim škodljivcem jablane. Natančna presoja tega, kolikšen del ulovljenih škvrčatkov je migrantov iz okolice in niso bili neposredno izpostavljeni insekticidom, z uporabljenimi metodami raziskave nismo mogli ugotoviti. Če bomo še naprej imeli velike populacije škvrčatkov in se bo izkazalo, da so škodljivi, bodo proti njim potrebna ciljana škropljenja, saj je uporabljeni insekticidni nabor namenjen zatiranju znanih škodljivcev zmanjšal njegovo populacijo le za približno 70 %. Podatkov o učinkovitosti insekticidov za zatiranje vzhodnjaškega škvrčatka iz bližnjih držav v literaturi nismo našli.

Preglednica 1: Primerjava ulova (2016; št. odraslih škrtatkov na vabo na teden) med sadnimi rastlinami in nekaterimi rastlinami, ki uspevajo neposredno na robu sadovnjaka.

DATUM	jablana Topaz	jablana Opal	jablana Jonagold	jablana Jonagold	hruška Uta	črna jelša <i>A. glutinosa</i>	iva <i>Salix caprea</i>	robide <i>Rubus spp. canescens</i>	beli gaber <i>C. betulus</i>
Način pridelave	eko	eko	eko	integr.	eko				
30.5.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6.6.	0	0	0	0	1	1	0	1	1
13.6.	2	4	3	0	1	2	1	3	2
20.6.	18	14	15	7	5	12	3	3	5
27.6.	24	33	45	12	10	4	5	3	14
4.7.	28	55	53	27	28	15	10	5	24
11.7.	67	102	82	13	45	33	15	8	38
18.7.	184	125	122	25	89	45	35	42	69
25.7.	123	88	65	13	45	30	20	30	70
1.8.	67	80	75	26	52	45	10	6	26
8.8.	55	60	60	15	67	50	13	7	28
15.8.	30	67	70	10	46	20	2	2	15
22.8.	45	70	56	14	34	15	5	2	10
29.8.	35	47	49	6	15	4	1	0	5
5.9.	16	20	13	0	3	3	0	0	0
12.9.	1	0	0	0	0	0	0	0	0
19.9.	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Po navedbah iz literature (Nickel, 2010; Valley in Wheeler, 1985) je vzhodnjaški škrtatek univoltina vrsta, ki prezimuje v obliki jajčeca na različnih gostiteljih (številne drevesne in grmovne vrste). Zgodaj spomladi smo pregledali večje število jablanovih vej in brstov na njih, da bi odkrili jajčeca, vendar jih nismo našli. V juniju in juliju smo na drevju odkrili veliko ličink.

Morda so te ličinke izvirale iz jajčec, ki so prezimila na jablanah. Ličinke nimajo sposobnosti preseljevanja na večje razdalje in je torej množično prehajanje ličink iz okoliškega rasti malo verjetno. Po podatkih iz literature se ulov odraslih osebkov prične v sredini junija (Nickel, 2010). To potrjujejo tudi naši podatki. V letu 2015 smo prve odrasle škrtatke ujeli 19. junija in v letu 2016 13. junija. Navkljub

obilnemu ulovu škrtžatkov na rumene lepljive plošče, opaznejših poškodb in škode na jablanah nismo zaznali.

Preglednica 2: Primerjava velikosti ulova (št. škrtžatkov na vabo na teden) med sadovnjakoma sorte 'Jonagold'; v prvem so bili insekticidi uporabljeni, v drugem ne.

	Datum odčitka ulova:	neškropljeno	škropljeno
Uporaba insekticidov 2015	12.6.2015	0	0
Datum / pripravek / aktivna snov	19.6.2015	0	0
	26.6.2015	4	1
3.4. Ogriol - olje	3.7.2015	17	12
16.4. Teppeki – flonikamid	10.7.2015	36	8
4.5. Mospilan – acetamprid	17.7.2015	33	14
2.6. Coragen – klorantranilpirol	24.7.2015	27	7
2.6. Vrtimec – abamektin	31.7.2015	18	6
21.6. Coragen – klorantranilpirol	7.8.2015	9	3
21.6. Pirimor – pirimikarb	14.8.2015	5	5
17.7. Runner – metoksifenozid	21.8.2015	3	1
31.7. Affirm – emamektin	28.8.2015	3	0
15.8. Affirm – emamektin	4.9.2015	1	0
	11.9.2015	1	0
	18.9.2015	0	0
	25.9.2015	0	0
	Datum odčitka ulova:	neškropljeno	škropljeno
Uporaba insekticidov 2016	30.5.2016	0	0
Datum / pripravek / aktivna snov	6.6.2016	0	0
	13.6.2016	3	0
21.3. Ogriol - olje	20.6.2016	15	7
7.4. Teppeki - flonikamid	27.6.2016	45	12
	4.7.2016	53	27
31.5. Coragen – klorantranilpirol	11.7.2016	82	13
7.6. Mospilan - acetamprid	18.7.2016	122	25
24.6. Coragen – klorantranilpirol	25.7.2016	65	13
12.7. Affirm – emamektin	1.8.2016	75	26
29.7. Affirm – emamektin	8.8.2016	60	15
	15.8.2016	70	10
	22.8.2016	56	14
	29.8.2016	49	6
	5.9.2016	13	0
	12.9.2016	0	0
	19.9.2016	0	0

V dveh ameriških virih (Feltin in Bromley, 1941; Garman in Townsend, 1952) so zapisi o tem, da je vzhodnjaški škrtžatek zaradi prehranjevanja na jablanah in leski povzročil obsežno rjavenje in sušenje listja. Njegovi množični pojavi, zmožnost preživetja tudi v nasadih z intenzivno rabo insekticidov ter dolgo obdobje pojavljanja odraslih osebkov v času, ugodnem za prenos fitoplazem, so vse lastnosti potencialno

dobrega prenašalca fitoplazem. V vzorčenjih opravljenih na NIB (Nacionalni inštitut za biologijo) so v letu 2015 v telesnih tekočinah škržatkov, nabranih v nasadih jablan na UKC Hoče, z molekularnimi metodami dokazali zastopanost fitoplazme povzročiteljice metličavosti jablan. To dodatno kaže na potrebo, da je vektorske sposobnosti te vrste treba v bližnji prihodnosti podrobneje raziskati. V letu 2016 so italijanski raziskovalci (Lessio s sod., 2016) dokazali, da ta vrsta lahko na vinski trti prenaša fitoplazmo povzročiteljico zlate trsne rumenice. Ocene za velik potencial škodljivosti so podali tudi na Madžarskem (Koczor s sod., 2013).

4 SKLEPI

Glede na omejen obseg raziskave lahko sklenemo:

- odrasli škržatki se pojavljajo od sredine junija do konca septembra;
- populacija višek doseže v drugem in tretjem tednu julija;
- izleganje ličink se zelo verjetno začne konec prvega tedna maja.

Zaradi pojava velikih populacij in podatkov iz literature, ki kažejo, da je vzhodnjaški škržatek potencialni prenašalec fitoplazem skupine 16SrV, ga je potrebno obravnavati tudi kot možnega prenašalca fitoplazme »*Candidatus Phytoplasma mali*« v nasadih jablan. Njegovo pojavljanje je potrebno spremljati in v primeru potrditve sposobnosti prenašanja fitoplazme povzročiteljice metličavosti jablan izdelati ustrezno strategijo zatiranja. Poznavanje stranskih učinkov insekticidov, ki se že uporabljajo proti ustaljenim škodljivcem jablan lahko pomembno prispeva k racionalizaciji zatiranja vzhodnjaškega škržatka.

5 ZAHVALA

Raziskava je bila opravljena v okviru projekta CRP V4-1406 z naslovom »Obvladovanje boleznih metličavosti jablan v nasadih sadilnega materiala«, ki sta jo finančno omogočila Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano RS ter Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS.

6 LITERATURA

- Felt, E.P. in Bromley, S.W. 1941. New and unusual shade tree pests. *Journal of Economic Entomology*, 34: 383-386.
- Gaffuri, F., Sacchi, S. in Cavagna, B. 2011. First detection of the mosaic leafhopper, *Orientus ishidae* in northern Italian vineyards infected by the Flavescence dorée phytoplasma. *New Disease Reports*, Volume 24. [doi:10.5197/j.2044-0588.2011.024.022].
- Garman, P., Townsend, J.F. 1952. Control of apples pests. *Bulletin of Conn. Agric. Exper. Stat.* New haven. 552.
- Koczor, S., Bagarus, A.K., Karap, A.K., Varga, A., Orosz, A. 2013. "A rapidly spreading potential pest, *Orientus ishidae* identified in Hungary. *Bulletin of Insectology*, 66 (2): 221–224.
- Lessio, F., Picciau, L., Gonella, E., Mandrioli, M., Tota, F., Alma, A. 2016. The mosaic leafhopper *Orientus ishidae*: Host plants, spatial distribution, infectivity, and transmission of 16SrV phytoplasmas to vines. *Bulletin of Insectology*, 69(2): 277-289.
- Mehle, N., Seljak, G., Rupar, M., Ravnikar, M., Dermastia, M. 2010. The first detection of a phytoplasma from the 16SrV (Elm yellows) group in the mosaic leafhopper *Orientus ishidae*. *New Disease Reports*, Volume 22. [doi:10.5197/j.2044-0588.2010.022.011].

- Nickel, H. 2010. First addendum to the Leafhoppers and Planthoppers of Germany (Hemiptera: Auchenorrhyncha). *Cicadina*, 11: 107-122.
- Seljak, G. 2004. Contribution to the knowledge of planthoppers and leafhoppers of Slovenia (Hemiptera, Auchenorrhyncha). *Acta Entomologica Slovenica*, 12: 189-216.
- Valley, K.R. in Wheeler, J.R. 1985. Leafhopper Associated with Ornamental Honey Locust: Seasonal History, Habits, and Description of Eggs and Fifth Instars. *Annales of the Entomological Society of America*, 78(6): 709-716.

ČRNA FIGOVA MUHA (*Silba adipata* McAlpine, 1956 [Diptera, Lonchaeidae]) JE ZASTOPANA TUDI V SLOVENIJI

Mojca ROT¹, Ivan ŽEŽLINA², Matjaž JANČAR³, Gabrijel SELJAK⁴

¹KGZS, Kmetijsko gozdarski zavod Nova Gorica, Nova Gorica

⁴Nova Gorica

IZVLEČEK

47 Črna figova muha (*Silba adipata* McAlpine 1956 [Diptera, Lonchaeidae]) postaja vedno bolj pomemben škodljivec fig. Razširjena je na območju Sredozemlja in Balkana, v državah Bližnjega vzhoda ter na skrajnem jugu Afrike. Pri nas smo jo prvič zaznali leta 2001 na območju Nove Gorice. Je monofagna, multivoltilna vrsta, letno lahko razvije od 4 do 6 rodov. Samice navadno odlagajo jajčeca v še povsem nezrele plodove divjih ali gojenih sort fig (*Ficus carica* L.). Ličinke vrtajo rove v nezrelih plodovih, zaradi česar ti predčasno odpadajo. Pri napadu zorečih plodov nastaja škoda zaradi črvičnosti. Čeprav se črna figova muha v Sloveniji pojavlja že zadnjih 15 let, so podrobnosti o njenem razvojnem krogu in sezonski populacijski dinamiki v naših podnebnih razmerah zelo slabo znane. V zadnjih nekaj letih opažamo povečan pojav škodljivca in škodo na pridelku, zlasti pri drugem rodu fig. Predčasno odpadanje poškodovanih nezrelih plodov se pri nas pojavlja od sredine julija do sredine avgusta. Poškodbe zrelih plodov in črvičnost fig opažamo od začetka septembra naprej. Največ škode je doslej povzročila v Slovenski Istri, Goriških Brdih in Vipavski dolini na temno obarvanih sortah: 'Miljski figi', 'Kamberji' in 'Flazani'. Posamezne najdbe črne figove muhe so bile zabeležene tudi zunaj Primorske, v Beli Krajini, na Dolenjskem, v Posavju in na Štajerskem. V prispevku predstavljamo podatke o pojavu in razširjenosti črne figove muhe v Sloveniji. Opisujemo tudi morfološke in biološke značilnosti vrste ter poškodbe plodov in škodo na pridelku fig.

Ključne besede: *Silba adipata*, črna figova muha, *Ficus carica*, Slovenija

ABSTRACT

BLACK FIG FLY (*Silba adipata* McAlpine, 1956 [Diptera, Lonchaeidae]) IS PRESENT ALSO IN SLOVENIA

The black fig fly (BFF), *Silba adipata* McAlpine 1956 (Diptera: Lonchaeidae) becomes an increasingly important pest of figs. It is widespread in the Mediterranean area, in Balkans, in the Near Eastern countries and in the southern-most parts of Africa. In

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

² dr., prav tam

³ univ. dipl. inž. agr., prav tam

⁴ mag. agr. znan., Kromberška cesta 8, SI-5000 Nova Gorica

2001, BFF was found for the first time in Slovenia in the area of Nova Gorica. It is monophagous, multivoltine species developing 4 to 6 generation per year. The females usually lay eggs in unripe fruits of wild and cultivated varieties of figs (*Ficus carica* L.). The larvae bore galleries inside of the fruits, which results in premature fruit drop. During the harvest season damage is caused by the larvae feeding inside the fruits. Although the pest has been present in Slovenia for 15 years its life cycle and seasonal dynamics are still poorly known in the climate conditions of Slovenia. In the last few years the population growth as well as damage in fig production was noticed especially on figs of the second crop. Premature fruit drop was observed in the period from mid-July to the mid-August. Injuries and damage on mature fruits are visible from the beginning of September onwards. So far, the most serious damage has been recorded in the area of Slovenska Istra, Goriška Brda and Vipava Valley particularly on dark fig varieties: 'Miljska figa', 'Kamberji', 'Flazani'. Occasional occurrences of BFF have been also noticed outside Primorska region, in Bela Krajina, Dolenjska, Posavje and Štajerska region. The data on BFF occurrence and distribution in Slovenia is presented in the paper. Morphological and biological characteristics of the species, fruit injuries and damage on fig fruits are also described.

Key words: *Silba adipta*, Black fig fly. *Ficus carica*, Slovenia

1 UVOD

48

Črna figova muha (*Silba adipata* McAlpine, 1956 [Diptera, Lonchaeidae]) je pomemben škodljivec divjih in gojenih vrst fig. Vrsto je prvi podrobno preučeval in opisal italijanski entomolog F. Silvestri v začetku 20. stoletja (Silvestri, 1917), a pod neustreznim imenom *Lonchaea aristella* Becker 1903, ki se nanaša na drugo vrsto. Razširjena je na območju Sredozemlja, Balkana, Bližnjega in Srednega vzhoda in juga Afrike. Zastopana je v večini držav, ki so v vrhu svetovne pridelave fig; v Turčiji (Tutmuş, 2013), Španiji, Italiji, Grčiji, Cipru, Kanarskih otokih, Siriji, Izraelu, Jordaniji, Egiptu (MacGowan & Freidberg, 2008), Malti (Mifsud et al., 2012). Leta 2007 so jo prvič odkrili v Republiki Južni Afriki (Giliome, 2007, 2011). O močnejšem pojavu škodljivca in porastu škode na pridelku fig v zadnjih letih poročajo tudi na Hrvaškem (Macelski 1999, Popović & Bjeliš, 2015) ter v Črni Gori (Radonjić & Hrnčić, 2009). V Sloveniji je bila prvič najdena leta 2001 v Solkanu pri Novi Gorici.

Odrasla muha doseže velikost od 3,5 do 4,5 mm (Katsoyannos & Guerin, 1984). Prevladujoča barva telesa je sijajno črna. Oči so velike, rdečerrjave barve (Katsoyannos, 2004). Predrsje je sijoče črno, ščitek z nekoliko rumenkastim odtentkom. Krila so prozorna z blede rumeno obarvanimi žilami. Zadek je dorziventralno sploščen. Samice imajo koničasto oblikovano, teleskopsko leglico. Jajčeca so bele barve, podolgovate oblike, na obeh koncih zožena, velikosti 0,9 x 0,22 mm. Ličinka je kremasto bele barve, z zašiljenim sprednjim delom in prisekanim zadkom. Odrasla meri od 6 do 8 mm. Buba je rjavorumene barve, sodčkaste oblike, velikosti 4 mm (Pollini, 1998).

Je multivoltilna vrsta, letno lahko razvije od 4 do 6 rodov (Katsoyannos, 1983). Je monofag, ličinke se prehranjujejo v plodovih fig. Odrasle muhe se hranijo z mlečkom

in sladkornim izločkom zrelih plodov. Samice odlagajo jajčeca v nezrele plodove v odprtino (usteca) na vrhu sikonija oz. soplodja fige. V posamezen plod odložijo 2-3 jajčeca, iz katerih se po 3 do 8 dneh izležejo ličinke (Pollini, 1998). Pri pomladanskih rodovih je dolžina larvalnega stadija okrog 3 tedne, pri poletnih pa ta traja le 7 dni. Odrasle ličinke zapustijo poškodovane plodove in se zabubijo nekaj centimetrov globoko, v tleh pod drevesi. Po 8 do 12 dneh se iz bub razvijejo odrasle muhe naslednjega rodu. Na območjih z zmernim in submediteranskim podnebjem prezimijo v stadiju bube, v tleh na globini 5 do 10 cm. Na območjih s sredozemskim podnebjem prezimijo odrasle muhe (Pollini, 1998), v letih z milejšo zimo opažajo neprekinjen pojav odraslih muh *S. adipata* tudi v zimskih mesecih (Raz, 1998).

Ličinke vrtajo do 2 cm dolge rove pod kožico zelenih, še nezrelih plodov, zaradi česar ti zakrnijo in predčasno odpadejo. Omenjene vrste poškodb so značilne zlasti za prvi rod fig. Pri odlaganju jajčec v zrele plodove, se ličinke hranijo s sočnim mesom ter povzročajo črkvost in gnitje fig.

49



Slika 1: Odrasla muha *S. adipata*.
Figure 1: *S. adipata* adult.



Slika 2: Napadeni plodovi fig.
Figure 2: Infested fig fruits.

2 MATERIALI IN METODE

Pojav in razširjenost vrste *S. adipata* v Sloveniji smo spremljali v letih od 2001 do 2016. Izhodiščni material za diagnostične preiskave in odkrivanje zastopanosti črne figove muhe so bili poškodovani oz. črvi plodovi nezrelih in zrelih fig. Vzorce fig smo nabirali na različnih lokacijah na Primorskem, posredovali pa so nam ga tudi fitosanitarni pregledniki iz drugih območij Slovenije. Identifikacijo smo izvajali na odraslih muhah. Z ličinkami napadene plodove fig smo postavili v insektarij, na sobno temperaturo. Ličinke smo gojili do stopnje odraslih muh. Za določanje in potrditev vrste smo uporabljali identifikacijske ključe ter morfološke opise avtorjev MacGowan & Freidberg (2008), Stakelberg (1970) in Pollini (1998). V obdobju spremljanja pojava črne figove muhe smo natančno beležili podatke o lokaciji pojava, času pojava, vrsti poškodb na plodovih ter podatke o kultivarjih.

3 REZULTATI

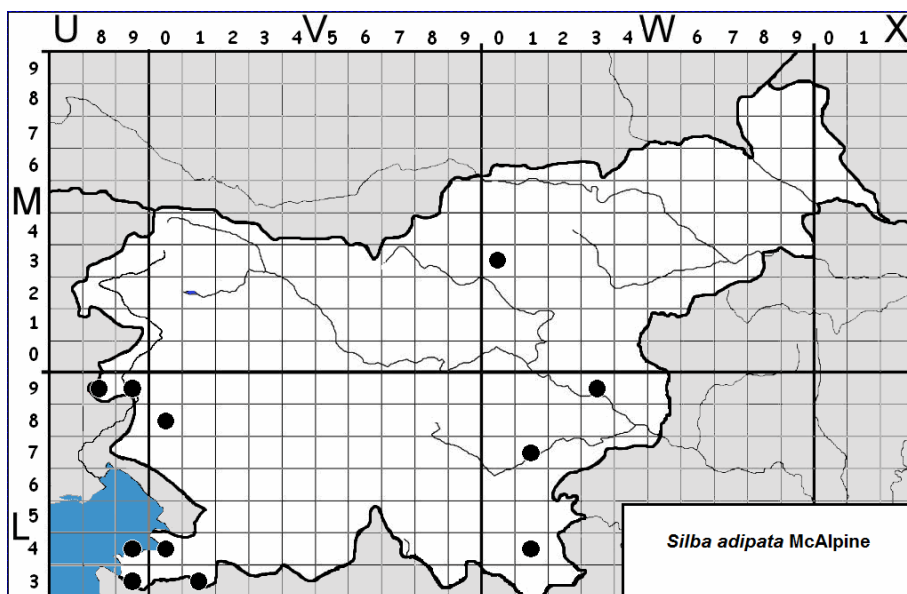
Preglednica 1: Podatki o pojavu vrste *S. adipata* v Sloveniji (datum, lokacija, sorta).
Table 1: *S. adipata* occurrence data (date detection, locality, cultivar).

Datum najdbe Date detection	Lokacija / Locality		Sorta Cultivar
	Ime lokacije Locality name	UTM koordinate UTM coordinate	
21.08.2001	Solkan	UL9592	-
03.09.2001	Krško	WL39	-
17.09.2001	Nova Gorica - Vetrišče	UL9691	-
29.07.2014	Gonjače	UL8897	Črna petrovka
10.08.2014	Seča	UL9139	Miljska figa
20.08.2014	Dekani	VL0645	Miljska figa
21.08.2014	Trebeše	VL1237	Miljska figa
24.08.2014	Strunjan	UL9144	Miljska figa
03.09.2014	Popetre	VL1038	Miljska figa
24.07.2015	Črnomelj	WL14	-
10.08.2016	Seča	UL9138	Miljska figa
12.08.2016	Andraž nad Polzelo	WM0631	-
12.08.2016	Brod	WL1172	-
20.08.2016	Dekani	VL0745	Miljska figa
21.08.2016	Trebeše	VL1238	Miljska figa
24.08.2016	Kojsko	UL9096	Flazana
24.08.2016	Strunjanska dolina	UL9243	Miljska figa
02.09.2016	Branik	VL0680	Miljska figa
03.09.2016	Popetre	VL1039	Miljska figa
06.09.2016	Kromberk	UL9791	Miljska figa, Kamberji
11.10.2016	Ozeljan	VL0289	Miljska figa

4 RAZPRAVA IN SKLEPI

V obdobju od prvega pojava črne figove muhe v Sloveniji leta 2001 do leta 2016 ugotavljamo, da se je škodljivec razširil na večji del območja Slovenije, kjer uspevajo divje in gojene vrste fig. Napadenost plodov je izrazitejša pri drugem rodu fig. Poškodbe in prezgodnje odpadanje še nezrelih plodičev beležimo od sredine julija naprej. Močna napadenost zrelih plodov z ličinkami *S. adipata* se pojavlja od začetka

septembra naprej. Podobne ugotovitve navajajo tudi drugi avtorji (Radonjić & Hrnčić, 2009; Popović & Bjeliš, 2015). Kolikšna je stopnja napadenosti plodov s črno figovo muho pri prvem rodu fig, do sedaj nismo ugotavljali. Največjo napadenost plodov smo zabeležili na sorti 'Miljska figa', ki je hkrati najštevilčnejše zastopana sorta v slovenski pridelavi fig. Črvivost plodov smo zabeležili tudi na sortah 'Črna petrovka', 'Kameberji' in 'Flazani'; vse našteje sorte so temno obarvane. V raziskavi, ki je potekala v dolini reke Neretve ter v Istri na Hrvaškem, ugotavljajo pri dvakrat rodnih sortah močan napad muhe na prvem rodu, pri čemer ni razlik v stopnji napadenosti plodov pri različnih sortah. V času zorenja drugega rodu pa ugotavljajo večjo napadenost pri temno obarvanih sortah (Popović, 2015).



Slika 3: Karta razširjenosti črne figove muhe- *Silba adipata* v Sloveniji.
Figure 1: Distribution map of *Silba adipata* in the territory of Slovenia.

Figovo uvrščamo med relativno nezahtevne sadne vrste, tako z vidika gojenja in oskrbe, kot tudi z vidika zdravstvenega varstva. S pojavom in naraščanjem populacije črne figove muhe, pa se v zadnjih letih tržni pridelovalci fig na območje Slovenske Istre, Goriških Brd in Vipavske doline, prvič soočajo z večjo izgubo pridelka zaradi napada škodljivca. Z nastankom gospodarske škode, so se pojavile tudi potrebe po učinkovitih metodah varstva fig. Kljub dejstvu, da je vrsta *S. adipata* v Sloveniji zastopana že dobro desetletje, je le malo znanega o njeni bionomiji in sezonski populacijski dinamiki. Zato menimo, da je potrebno v bodoče nadaljevati raziskave na tem področju ter na podlagi izsledkov oblikovati ustrezne rešitve za preprečevanje nastanka škode v pridelavi fig.

5 LITERATURA

- Giliomee, J.H., Venter, E., Wohlfarter, M. 2007. Mediterranean black fig fly, *Silba adipata* McAlpine (Diptera: Lonchaeidae), recorded from South Africa. *African Entomology* 15(2):383-384.
- Giliomee, J.H. 2011. Recent establishment of many alien insects in South Africa – a cause of concern. *African Entomology* 19(1):151-155.
- Katsoyannos, B.I. 1983. Field observations on the biology and behavior of the black fig fly *Silba adipata* McAlpine (Diptera, Lonchaeidae) and trapping experiments. *Zeitschrift für angewandte Entomologie* (95): 471–476.
- Katsoyannos, B.I., Guerin, P.M. 1984. Hexanol: a potent attractant for the black fig fly, *Silba adipata*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* (35): 71–74.
- Katsoyannos, B. 2004. Black Fig Fly (Diptera: Lonchaeidae) In Capinera, J.L., editor. (Ed.). *Encyclopedia of Entomology* 319. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht.
- Maceljški, M. (1999): Poljoprivredna entomologija.- Zrinski, Čakovec, 357.
- MacGowan, I. & Freidberg, A. 2008. The Lonchaeidae (Diptera) of Israel, with descriptions of three new species. *Israel Journal of Entomology*, 38: 61-92.
- Mifsud, D., Falzon, A., Malumphy, C., Lillo, E, Vovlas, N., Porcelli, F. 2012. On some arthropods associated with *Ficus* species (Moraceae) in the Maltese Islands. *Bulletin of the entomological Society of Malta* (2012) Vol. 5 : 5-34
- Pollini, A. 1998. *Manuale di entomologia applicata*. Bologna, Edagricole - edizioni agricole della Calderini S.l.r.: 856-858.
- Popović, L., Bjeliš, M. 2015. Black fig fly – *Silba adipata* McAlpin (Diptera: Lonchaeidae), pest of growing importance in Croatian fig cultivation. V: TRDAN, Stanislav (ur.). *Izvečki referatov = Abstract volume, 12. slovensko posvetovanje o varstvu rastlin z mednarodno udeležbo*, Ptuj, 3.-4. marec 2015. Ljubljana: Društvo za varstvo rastlin Slovenije: = Plant Protection Society of Slovenia, 2015, str. 95.
- Radonjić, S., Hrnčić, S. 2009. The black fig fly *Silba adipata* McAlpine (Diptera, Lonchaeidae), a little known fig pest in Montenegro. *Agroznanje - Agro-knowledge Journal* 2009 Vol.10 No.4 pp.31-40
- Raz, D. 1998. The phenology of the fig fly and its control. *Acta Horticulturae* 380: 207–208.
- Silvestri, F. 1917. *Lonchaea aristella* Beck. (Diptera, Lonchaeidae); danosa alle inflorescenze e frutiescenze del Caprifico e del fico. *Bollettino del Laboratorio di Zoologia Generale e Agraria della R. Scuola Superiore d'Agricoltura*, Portici 12:123-146.
- Stakelberg, A. A., 1970. Sem. Lonchaeidae in Bej-Bienko; Opredelitel nasekomyx evropejskoj časti SSSR v pjati tomah. Vol. 5 (2), 222-232; Nauka, Leningrad
- Tutmuş, E. 2013. Determination of distribution, population fluctuations and damage density of *Silba adipata* McAlpine (=Lonchaea aristella Becker) (Diptera: Lonchaeidae) in fig orchards in Aydin. M.Sc. Thesis, Department of Plant Protection, Supervisor: Prof. Dr. Tülin AKŞİT, 44 pages.

STRATEGIJA ZATIRANJA BOLŠICE *Cacopsylla melanoneura* (Foerster) ZA OMEJEVANJE ŠIRJANJA FITOPLAZME »*Candidatus Phytoplasma mali*« V NASADIH JABLAN

Mario LEŠNIK¹, Stanislav VAJS²

Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede, Univerza v Mariboru

IZVLEČEK

V nasadih jablan so bili izvedeni poljski poskusi, v katerih smo preučevali učinkovitost insekticidov za zatiranje bolšice *Cacopsylla melanoneura* (Foerster) v 4 različnih fenoloških obdobjih (BBCH 04-05, 10-55, 55-58 in 65). Testirali smo učinkovitost naslednjih aktivnih snovi: abamektina, acetamprida, etofenproksa, fenoksikarba, flonikamida, flupiradifurona, fosmeta, kalijeve soli maščobnih kislin, kaolina, klorpirifosa, klorpirifos-metila, lambda-cihalotrina, naravnega piretrina, ogrščičnega olja, parafinskega olja, rastlinskih izločkov, piriproksifena, spinosada, tau-fluvalinata in taikloprida. Na podlagi analize stopnje učinkovitosti insekticidov in njihovega odziva na vremenske razmere so v prispevku predstavljene različne možne strategije uporabe v različnih obdobjih (februar – april) v nasadih z integrirano ali ekološko pridelavo jabolk.

Ključne besede: jablana, *Cacopsylla melanoneura*, zatiranje, insekticidi

ABSTRACT

A CONTROL STRATEGY OF PSYLLID *Cacopsylla melanoneura* (Foerster) FOR THE PREVENTION OF A PHYTOPLASMA »*Candidatus Phytoplasma mali*« SPREAD IN APPLE ORCHARDS

Field trials were carried out at apple plantations to study the efficacy of insecticides applied at 4 different phenological growth stages of apples (BBCH 04-05, 10-55, 55-58 and 65) to control psyllid *Cacopsylla melanoneura* (Foerster). The following insecticide active substances were tested: abamectin, acetamprid, etofenprox, fenoxicarb, flonicamid, flupiradifuron, fosmet, potassium salts of fatty acids, kaolin clay, chlorpyrifos, chlorpyrifos-methyl, lambda-cyhalothrin, natural pyrethrins, canola oil, paraffin oil, vegetable extracts, pyriproxyfen, spinosad, tau-fluvalinate and thiacloprid. Based on the analysis of the insecticide efficacy level and their responses to weather conditions, a variety of different psyllid control strategies has been developed for psyllid control in different phenological periods (February-April) in plantations with integrated or organic apple production.

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

² viš. pred., prav tam

Key words: apple, *Cacopsylla melanoneura*, control, insecticides

1 UVOD

Metličavost jablan je bakterijska bolezen, ki jo povzroča fitoplazma AP (»*Candidatus* Phytoplasma mali«). Že desetletja dolgo se pojavlja v naših nasadih jablan. Okužbe s fitoplazmo povzročajo veliko fiziološko neravnotežje dreves, kar se odraža v tem, da okuženo drevje daje malo plodov prvega kakovostnega razreda. Drevje zaradi okužbe ne propade. Že dlje je znano, da sta glavna prenašalca fitoplazme povzročiteljice metličavosti bolšiči *Cacopsylla melanoneura* (Foerster) in *C. costalis* Flor = *C. picta* Foer. (Tedeschi in Alama, 2004; Jarausch s sod., 2007). Ocenjuje se, da sta bolšiči razširjeni po večjem delu ozemlja RS, s tem, da so populacije vrste *C. melanoneura* verjetno večje od populacij vrste *C. costalis*. Ti dve bolšiči se ne hranita zgolj na jablanah, ampak se lahko hranita na ožjem krogu botanično sorodnih gostiteljev. Vrsta *C. costalis* je bolj tesno vezana na jablano kot vrsta *C. melanoneura*, katere najbolj optimalen gostitelj je glog. Ker je glog zgodnejši v razvoju od jablane se to odraža tudi v razliki v zgodnosti razvoja obeh bolšič. *C. melanoneura* ima nekoliko bolj zgoden razvoj od vrste *C. costalis*. Kljub vedenju, da ti dve bolšiči prenašata AP fitoplazmo, jima sadjarji ne posvečajo veliko pozornosti. Vzrok je verjetno v tem, da se pojavita v majhnih populacijah zelo zgodaj spomladi, da ličink v obdobju cvetenja sploh ne opazimo in, da zaradi njihovega prehranjevanja na jablanah ni neke neposredne škode, kot jo poznamo pri bolšičah škodljivih za hruške. Opazovanja v nasadih jablan kažejo na postopen porast deleža okuženih dreves. Če ne bomo začeli z bolj sistematičnimi zatiralnimi ukrepi, lahko pričakujemo veliko gospodarsko škodo, predvsem izpad v obliki zelo nizkega deleža plodov I. razreda. Da gre za pomembno bolezen, kaže informacija, da so na Južnem Tirolskem sadjarji bolšiči dolžni zatirati po odloku lokalnih oblasti. Ker v preteklosti bolšičama nismo posvečali veliko pozornosti, nimamo razvite jasne strategije zatiranja, kdaj in s katerimi sredstvi? Ko se bolšiče začnejo preseljevati iz gozda, so razmere za delovanje insekticidov neugodne (slabo vreme, nizke temperature, ni listja za privzem insekticida, ...). Pozneje v obdobju brstenja in do cvetenja so razmere za delovanje insekticidov ustrežnejše, a so težave s pomanjkanjem registriranih pripravkov. Ker je obdobje pojava dolgo, od sredine februarja do sredine maja, je pomembno strokovno vprašanje, kolikokrat uporabiti insekticide? Dodatno pa odločitve zaplete dejstvo, da je v povezavi s podnebnimi spremembami prenos fitoplazem možen že zgodaj v začetku obdobja preseljevanja (Jarausch s sod., 2003; Lešnik, 2005; Pedrazzoli s sod. 2007). S tega stališča bi morali bolšičo začeti zatirati že zgodaj, kar pa povzroči potrebo po večjem številu tretiranj in je tako ekonomsko, kot ekološko obremenilno za sadjarja. V raziskavi smo želeli preveriti stopnjo učinkovitosti večjega števila insekticidov v različnih razvojnih obdobjih jablan in bolšič. S pridobljenimi podatki je možno narediti strategije zatiranja, pod pogojem, da se uredi registracijski status nekaterih visoko učinkovitih insekticidov.

2 MATERIALI IN METODE

V nasadih jablan smo v rastnih dobah 2015 in 2016 izvedli 6 poljskih poskusov z namenom ugotoviti stopnjo učinkovitosti različnih pripravkov za zatiranje glogove bolšice (*C. melanoneura*). Poljski poskusi so bili izvedeni na način, kot se izvajajo škropljenja v praksi. Z uporabo pršilnika Zupan ecologic so bili insekticidi nanaseni pri porabi vode 1000 l/ha (šobe s kapljicami VMD50 250 µm). Poskusne parcelice v nasadih sort Topaz, Opal, Jonagold, Idared in Gala so bile široke 5 vrst in dolge 30 m. Ocena velikosti populacije bolšic pred in po nanosu insekticidov je bila narejena v središčni od 5 vrst. Med tretiranimi parcelicami smo v razporeditvi šahovnice porazdelili večje število kontrolnih neškropljenih parcelic. Za takšen poskusni dizajn smo se odločili, ker je razporeditev bolšic v naravi precej neenakomerna. S povečanim številom kontrolnih parcelic lažje ugotovimo razlike v mikrolokalni gostoti populacije, ki vplivajo na izračun učinkovitosti insekticidov. Za analizo velikosti populacije smo uporabili 4 metode. V času brstenja smo šteli odrasle bolšice neposredno na brstih v zgodnjih jutranjih urah. Na vsaki parcelici smo preverili zastopanost bolšic na 100 naključno izbranih brstih in tako dobili podatek o povprečnem številu bolšic na brst.

Preglednica 1: Pregled pripravkov, ki so bili testirani in obdobja njihove uporabe.

Komercialno ime:	Sestava:	Odmerek pripravka – obdobje 1	Odmerek pripravka – obdobje 2
Mavrik 240	Tau-fluvalinat 240 g/L	0,5 L/HA BBCH 04-05	0,5 L/HA BBCH 58
Trebon UP	Etofenproks 280 g/L	50 ML/HA BBCH 04-05	50 ML/HA BBCH 53-55
Karate zeon 5CS	Lambda-cihalotrin 50 g/L	0,2 L/HA BBCH 07	0,2 L/HA BBCH 31
Sivanto 200 SL	Flupiradifuron 200 g/L	0,3 L/HA BBCH 04-05	0,3 L/HA BBCH 58
Laser 240 SC	Spinosad 240 g/KG	0,5 KG/HA BBCH 04-05-07	0,4 KG/HA BBCH 58
Insegar 25 WG	Fenoksikarb 250 g/KG		0,75 KG/HA BBCH 53-55
Reldan 22 EC	Klorpirifos-metil 225 g/L	1,8 L/HA + frutapon 10 l/ha BBCH 04-05	1,8 L/HA BBCH 53-55
Pyrinex 25 CS	Klorpirifos-etil 250 g/L	3 L/HA BBCH 07	3 L/HA BBCH 31
Spada 200 EC	Fosmet 200 g/L	2,5 L/HA BBCH 07	2,5 L/HA BBCH 31
Vertimec 018 EC	Abamektin 18 g/L	1,25 L/HA BBCH 07	1,25 L/HA BBCH 31
Admiral 10 EC	Piriproksifen 100 g/L		0,3 l/HA BBCH 58
Teppeki	Flonikamid 500 g/KG		0,14 KG/HA BBCH 58
Calypso SC 480	Tiakloprid 480 g/L		0,3 l/HA BBCH 65
Mospilan 20 SG	Acetamid 200 g/KG		0,4 KG/HA BBCH 65

Actara	Tiametoksam 250 g/KG	0,2 KG/HA BBCH 07	0,2 KG/HA BBCH 31 in 70
Envidor SC 240	Spirodiklofen 240 g/L		0,6 L/HA BBCH 69
Raptol koncentrat	Ogrščično olje 83,5 % + naravni piretrin 1,83 %	10 L/HA različne faze	BBCH 10-55
Neem azal TS	Azadiraktin 1 %	4,5 L/HA različne faze	BBCH 03-55
Frutapon	Parafinsko olje 98 %	10 – 30 l/HA različne faze	BBCH 10 - 55
Kaolin	Al-silikat (kaolinitna glina 90 %)	30 – 80 kg/ha različne faze	BBCH 10 - 55
Rdeči mineral	Koncentrirana raztopina mineralov	30 – 40 l/ha različne faze	BBCH 10 - 55
Oranol	Olje iz pomarančnih lupin (90 %)	5 – 10 l/HA različne faze	BBCH 10 - 55
Matrinal B	Bor, olje iglavcev in rastlinski izločki z detergentnim učinkom	1 l/HA različne faze	BBCH 10 - 55
Aktiv	Kalijeve soli maščobnih kislin	5 l/HA	BBCH 50 – 55

56

Hkrati smo izvajali ulov na rumene lepljive plošče. Število ulovljenih bolšic smo šteli v tedenskih intervalih od trenutka nanosa nekega insekticida. Tako smo dobili podatek o številu ulovljenih bolšic na ploščo na teden. V času cvetenja smo odrasle bolšice lovili z entomološkim lijakom po metodi otresanja. Na vsaki parcelici smo izvedli 100 udarcev po veji nad lijakom in dobili podatek o številu ulovljenih bolšic na 100 udarcev. V času cvetenja smo šteli število ličink na osnovah cvetnih šopov. Tako smo dobili podatek o številu bolšic na cvetni šop. Na vsaki parcelici smo pregledali 100 naključno izbranih cvetnih šopov in dobili podatek o številu ličink na cvetni šop. Podatke o velikosti populacije smo vnesli v Abbotovo in Henderson-Tilton (HT) formulo (Puntener, 1981) in tako opravili izračun učinkovitosti po dveh metodah. Kar smo imeli na voljo večje število kontrolnih parcelic, smo podatke za izračun vedno jemali iz najbližje kontrolne parcelice. Rezultati, pridobljeni po eni ali drugi formuli, so se pogosto razlikovali za kakšnih 15 %, zato smo podatke v tem prispevku podali kot povprečje obeh uporabljenih metod. Analiza učinkovitosti je bila opravljena po 7, 14 in 21 dneh od aplikacije insekticidov.

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

Rezultati poskusov, izvedenih v letih 2015 in 2016, so sintetizirani v preglednicah 2, 3 in 4. V njih nismo navedli vseh v poskusih ugotovljenih učinkovitosti, temveč prikazujemo le primerjalno intervalno vrednost učinkovitosti, ki jo po naši oceni lahko pričakujemo pri posameznih pripravkih pri največjih registriranih odmerkih. Če bi podali vse preglednice z individualnimi rezultati za tri časovna obdobja bi bil prispevek odločno predlog. Za izdelavo strategije zatiranja je pomembna predvsem informacija o rangu učinkovitosti nekega pripravka, ali ima zares visoko učinkovitost, ali pa pri njem lahko računamo zgolj na stranski učinek, pri aplikaciji v nekem razvojnem stadiju bolšic.

Pri komentarju delovanja insekticidov je potrebno upoštevati bionomijo bolšice. Preseljevanje odraslih zimskih oblik iz gozda se začne v fazi razpiranja brstov BBCH 0-1 (lahko že v polovici februarja), odlaganje jajčec se začne, ko konice lističev pogledajo iz brstov BBCH 07 (konec prvega tedna marca) in traja do zadnjega tedna aprila. Ličinke se začnejo pojavljati nekaj pred BBCH 50, to je pred balonskim stadijem in se pojavljajo vse do sredine maja. Prvi odrasli osebkovi poletnega rodu se navadno pojavijo konec prvega tedna maja (BBCH 70). Glede na to bionomijo lahko presodimo, kateri stadiji škodljivca so pri nekem obdobju uporabe insekticida izpostavljeni delovanju insekticida.

Preglednica 2: Ocena stopnje učinkovitosti pripravkov (%) za obdobje pred cvetenjem (LI – ličinke, OD – odrasle bolšice) (BBCH – BBCH Monograph; Meier, 2001).

Razvojni stadij jablan:		BBCH 04-10		BBCH 10-20			BBCH 20-50		BBCH 50-60	
		OD.	OD.	LI.	OD.	LI.	OD.	LI.		
Karate lambda- cihalotrin	1T	75-80	80-85	90-94	80-85	95-96	75-80	90-93		
	2T	65-70	75-80	85-90	75-80	85-90	70-78	85-88		
	3T	40-50	50-60	75-80	60-70	80-88	60-70	80-84		
Mavrik tau- fluvalinat	1T	95-99	90-99	95-99			95-100	96-100		
	2T	90-93	90-96	93-96			95-97	90-96		
	3T	70-80	80-88	88-90			90-96	90-95		
Trebon etofenproks	1T	95-100	95-97	95-98			94-98	96-99		
	2T	90-95	93-97	90-95			90-95	94-99		
	3T	90-93	80-85	90-93			85-90	83-86		
Reldan klorpirifos- metil	1T	60-70	70-80	80-85	75-80	80-85				
	2T	50-55	60-70	60-70	65-70	70-75				
	3T	35-40	45-50	40-50	50-60	60-65				
Pyrinx klorpirifos- etil	1T				95-96	95-99	90-96	95-96		
	2T				80-85	85-90	80-88	87-90		
	3T				65-70	75-80	65-72	86-90		
Spada fosmet	1T		85-90	90-95	85-90	90-93				
	2T		50-60	70-80	70-75	75-80				
	3T		45-50	60-65	60-70	70-75				

1T, 2T, 3T – učinkovitost 1, 2 ali 3 tedne po nanosu insekticida.

3.1 Komentar učinkovitosti posameznih testiranih pripravkov

Prilpavek Mavrik 240 - tau-fluvalinat se je izkazal kot visoko učinkovit in zanesljiv proti vsem stadijem, tako v zgodnim obdobju uporabe, kot pozneje pred cvetenjem. Ima dobro rezidualno delovanje. V raziskavi smo potrdili rezultate italijanskih raziskovalcev (Baldessari s sod., 2010, 2017). Tudi za prilpavek Trebon UP - etofenproks lahko podamo enak komentar kot za prilpavek Mavrik, da je visoko učinkovit za zatiranje vseh stadijev. Oba prilpavka sta v sosednji Italiji nosilna prilpavka za zatiranje bolšic jablane (glej navodila www.agrios.it/doc/agrios_guidelines_2017.pdf).

Prilpavek Karate zeon 5CS - lambda-cihalotrin je dostopen na slovenskem trgu, vendar ima dovoljenje za uporabo zgolj v matičnih nasadih jablan, v proizvodnih pa

ne. Ima dobro učinkovitost in srednjo dolgo rezidualnost. V slabših vremenskih razmerah pri nizki temperaturi mu učinkovitost nekoliko pade, a je še vedno blizu 80 %.

Pripravek Sivanto 200 SL – flupiradifuron je bil preizkušen zaradi preverjanja učinkovitosti insekticidov z novimi mehanizmi delovanja. Ker je njegovo delovanje zelo odvisno od količine zelene gmote za privzem aktivne snovi in ker nima kontaktne toksičnosti za bolšice, je uporaben zgolj v obdobju tik pred cvetenjem. Takšna uporaba trenutno še ni možna, ker registracijski status še nekaj časa ne bo urejen, še posebno ne za uporabo pred cvetenjem. Več pričakujemo od sorodnega pripravka Movento (spirotetramat), ki se ga uporablja takoj po cvetenju. Ima potrjeno dobro delovanje proti hruševi bolšici. V našem poskusu ga nismo testirali, a ocenjujemo, da bi z njegovo uporabo dosegli zelo visoko stopnjo zatiranja ličink in odraslih bolšic poletne oblike, preden se bi preselile nazaj v gozdove. To je zatiralna taktika v smislu prekinitve razvojnega kroga, da se naslednjo pomlad v nasad vrne čim manj bolšic. Tudi pri pripravku Movento ne moremo pričakovati registracije za uporabo pred cvetenjem.

Znano je, da pripravek Laser 240 SC – spinosad ima potencial za zatiranje nekaterih vrst bolšic (glej na primer <http://ipm.ucanr.edu/PMG/r783303011.html>). V našem poskusu je imel neko srednjo učinkovitost, tako na ličinke, kot na odrasle bolšice, ki nekoliko naraste v obdobju pred cvetenjem. Nima dolgega rezidualnega učinka. Ureditve registracije za zatiranje jablanovih bolšic ni pričakovati, tako da se na ta pripravek v bodoče ne računa.

Pripravek Insegar 25 WG - fenoksikarb je znan, da ima dobro delovanje na jajčeca bolšic. Ima tradicionalno uporabo proti navadni hruševi bolšici. Tudi v našem poskusu je pokazal določen zatiralni potencial. Ustrezen čas za njegovo uporabo je v zadnjem tednu marca, drugače rečeno, v višku obdobja odlaganja jajčec. Baldessari in sod. (2010) so v njihovih poskusih fenoksikarb ocenili kot visoko učinkovit pripravek z vsaj 90 % učinkovitostjo tudi proti ličinkam. Dodatno so opozorili, da se pri uporabi tega pripravka zmanjša negativni pritisk na naravne sovražnike, ki je pri uporabi organskih fosforjevih in piretroidnih insekticidov zelo velik. Možnosti za izvedbo registracije so majhne, ker obstajajo ekotoksikološki zadržki za uporabo pred cvetenjem.

Pripravki Reldan 22 EC - klorpirifos-metil, Pyrinex - klorpirifos-etil in Spada - fosmet sodijo med organske fosforjeve insekticide, ki so že dlje v fazi umikanja iz uporabe zaradi pomanjkljivosti v ekotoksikoloških in humanotoksikoloških učinkih. Iz tega stališča je možnost njihove uporabe v bodoče zelo nepredvidljiva. Pri klorpirifos-metilu smo ugotovili, da pri odmerkih, ki so še sprejemljivi v RS ne moremo računati na visoko učinkovitost in zato je ta pripravek nezanimiv. Klorpirifos-etil je v obdobju pred cvetenjem pokazal visoko učinkovitost in tudi dokaj dolgo rezidualnost. Visoko učinkovitost in tudi dolgo rezidualnost so potrdili tudi Baldessari in sod. (2010). Visoko učinkovitost smo ugotovili tudi pri pripravku Spada. Če bi ga uspeli obdržati na slovenskem trgu in bi imel registracijo za zatiranje cvetožera, bi bil izredno uporaben za zatiranje bolšic prav v terminu zatiranja cvetožera. Dobro deluje na vse stadije. Italijanki raziskovalci (Baldessari s sod., 2017)

ocenjujejo, da fosmet spada v strategijo zatiranja jablanovih bolšic, še posebno nove formulacije, ki nimajo veliko negativnih stranskih učinkov na naravne sovražnike. Pri nas trenutno dostopna druga formulacija aktivne snovi fosmet (Imidan) žal nima registracije za uporabo na jablanah in tudi pri drugih sadnih vrstah se uporablja šele po cvetenju.

Testirali smo tudi pripravek Vertimec (abamektin). V našem poskusu je imel srednjo visoko učinkovitost in dokaj kratko rezidualnost. V Italiji so ga v preteklosti v sadjarskih nasvetih omenjali kot uporaben pripravek s stranskim učinkom. Po podatkih Baldessari in sod. iz leta 2010 je bil ocenjen kot dober pripravek z vsaj 80 % kratkoročno učinkovitostjo za zatiranje ličink. So pa izpostavili dejstvo, da je delovanje proti odraslim bolšicam dokaj slabo in da učinek na ličinke ni dolgotrajen.

Piriproksifen (Admiral ali Harpun) je snov, ki ima dober potencial za zatiranje ličink v obdobju vsaj dva tedna pred začetkom cvetenja. V preteklosti je bil dostopen za zatiranje ameriškega kaparja po mehanizmu izrednega dovoljena. Če bi še naprej omogočali uporabo na tak način, bi ta pripravek sodil v strategijo zatiranja jablanovih bolšic. Če bo imel registracijo zgolj za uporabo po cvetenju ni uporaben, ker ni ustrezen za uporabo proti odraslim bolšicam.

Testirali smo tudi tri neonikotinoide pripravke, Calypso (tiaklopid), Mospilan (acetamprid) in Actara (tiametoksam). Rezultati kažejo, da ti pripravki imajo potencial za zatiranje jablanovih bolšic (predvsem ličink). Neonikotinoidi vsekakor imajo upoštevanja vredno učinkovitost predvsem na ličinke, vendar strategije zatiranja ne moremo graditi na njih, ker vstopajo v razvojni krog bolšic prepozno. Do takrat, ko neonikotinoide lahko uporabimo, so bolšice fitoplazme po nasadu že raznesle. Jasno je, da moramo bolšice zatreti čim bolj zgodaj v obdobju odganjanja. Za tisto obdobje pa neonikotinoidi niso ustrezni, ne po registracijskem statusu in ne po načinu delovanja. Nimajo dobrega kontaktnega delovanja. Kljub temu so v Nemčiji v preteklih letih še vedno pri zatiranju bolšic računali na njihovo uporabo (Herzog s sod., 2012). Neonikotinoide so na Južnem Tirolskem testirali že v letih od 2006 do 2009. Po podatkih Rizzolli in Acler (2008) ti pripravki nudijo dokaj visoko stopnjo zatiranja. Testi so bili izvajani na *C. costalis*, za katero so takrat ocenili, da je pri njih bistveno bolj pomembna od vrste *C. melanonura*. Pojav vrste *C. costalis* pri njih je še bolj pozen kot pri nas, zato so v njihovih poskusih neonikotinoide nanašali dokaj pozno, primerjano na naše razmere. Učinkovitost proti ličinkam je bila značilno višja kot proti odraslim bolšicam. Ugotovili so, da je klorpirifos-etil (Dursban) imel značilno višjo učinkovitost od neonikotinoidov. Tudi nadaljnja usoda neonikotinoidnih insekticidov je zelo negotova.

Pripravek Teppeki (flonikamid) je na voljo na slovenskem trgu in se uporablja v obdobju pred cvetenjem za zatiranje uši. Rezultati kažejo, da ima dober stranski učinek na ličinke bolšic. Ima tudi manj pomemben stranski učinek na odrasle bolšice, ki pa ga je težko objektivno presoditi, ker v času njegove uporabe zimski rod bolšic odmira po naravni poti. Če se ta pripravek uporabi pred cvetenjem, potem v cvet proti ušem ne uporabimo neonikotinoidov, razen, če je zelo velik pritisk jabolčne grizlice.

Za akaricidni pripravek Envidor (spirodiklofen) je znano, da ima stranske učinke na ličinke bolšic. Če bi ga uporabili v času odcvetanja proti rdeči sadni pršici lahko računamo na nek srednji zatiralni učinek na višje stadije ličink, preden zaključijo razvoj. Pri odraslih bolšicah ne pričakujemo učinka.

Preglednica 3: Ocena stopnje učinkovitosti (%) pripravkov s stranskim učinkom (LI – ličinke, OD – odrasle bolšice) (BBCH – BBCH Monograph; Meier, 2001)

Razvojni stadij jablan:		BBCH 10-20		BBCH 50-60		BBCH 61-69		BBCH 69-71	
		OD.	LI.	OD.	LI.	OD.	LI.	OD.	LI.
Admiral piriproksifen	1T				95-97				
	2T				95-98				
	3T				90-94				
Insegar fenoksikarb	1T				80-88				
	2T				65-70				
	3T				60-70				
Calypso tiakloprid	1T					85-90	90-92		
	2T					65-70	85-90		
	3T					50-60	84-87		
Mospilan acetamprid	1T					90-93	85-90		
	2T					85-88	80-85		
	3T					60-70	60-65		
Actara tiametoksam	1T	65-70	80-85	85-90	95-97			65-70	85-90
	2T	55-60	60-65	75-80	88-90			55-60	75-83
	3T	35-40	45-50	65-70	75-85			40-50	60-70
Teppeki flonikamid	1T			55-60	88-92				
	2T			45-50	80-84				
	3T			45-50	78-88				
Laser spinosad	1T	60-65	65-70	85-88	83-90				
	2T	55-60	60-65	75-80	75-80				
	3T	45-50	50-60	45-50	45-55				
Vertimec abamektin	1T	50-60	65-70	60-65	70-75				
	2T	30-40	40-50	45-50	55-60				
	3T	20-25	35-40	20-30	40-50				
Sivanto flupiradifuron	1T	50-55	55-60	85-90	85-93				
	2T	45-50	50-55	80-88	80-90				
	3T	40-45	40-50	78-85	75-85				
Envidor spirodiklofen	1T								45-60
	2T								40-50
	3T								40-50
Movento spirotetramat	1T							75-80	80-90
	2T							65-70	70-80
	3T							55-60	70-80

1T, 2T, 3T – učinkovitost 1, 2 ali 3 tedne po nanosu insekticida.

Jablanove bolšice ogrožajo tudi nasade v ekološki pridelavi. Intenzivnost uporabe insekticidov v ekološki pridelavi je vezana na velikost populacije bolšic (pomen bližine gozda z iglavci) in od pričakovanj glede kakovosti jabolk. Zatiranje začnemo z olji v času odlaganja jajčec, kjer od klasičnih olj pričakujemo vsaj 80 % učinkovitost

na odrasle in 95 % učinkovitost pri jajčecih. Dobro je zatreči čim več jajčec, da pozneje ni večjih populacij ličink. Nimovo olje (azadiraktin) ima dokaj visoko učinkovitost na vse stadije, če po uporabi temperature niso nizke. Ker je letno število uporab omejeno, nimovo olje proti bolšici uporabimo v času brstenja le enkrat in pozneje se uporablja proti ušem. Raptol koncentrat (naravni piretrin) ima podobno učinkovitost kot nimovo olje. Tudi pri njem za dobro učinkovitost potrebujemo lepo vreme. Da imata ta dva pripravka uporaben stranski učinek, so potrdili tudi v raziskavah v Nemčiji (Herzog s sod., 2012). Pred uporabo raptola proti cvetožeru in nimovega olja proti ušem lahko dvakrat uporabimo vsaj 40 kg/ha kaolina, ki bolšicam oteži odlaganje jajčec. Za kolobarjenje med raptol koncentratom in nimovim oljem pa lahko uporabimo pripravke znamke Matrinal, ki so na voljo na slovenskem trgu. V tujini jih uporabljajo v ekološki pridelavi, tako pri hruški kot pri jablaní. Če bi izvedli polni škropilni program iz vsega naštetega bi bil zelo drag.

Preglednica 4: Ocena stopnje učinkovitosti (%) pripravkov, ki se uporabljajo v ekološki pridelavi (LI – ličinke, OD – odrasle bolšice) (BBCH – BBCH Monograph; Meier, 2001)

Razvojni stadij jablan:		BBCH 04-10		BBCH 10-20		BBCH 20-50		BBCH 50-60	
		OD.	OD.	LI.	OD.	LI.	OD.	LI.	
Raptol piretrin + olje	1T				60	70	65	75	
	2T				50	60	50	65	
	3T				40	50	40	55	
NeemAzal azadiraktin	1T				60	70	70	75	
	2T				50	60	60	70	
	3T				50	60	60	62	
Frutapon Ogriol olje	1T	70	75	80	80	85			
	2T	60	65	70	70	70			
	3T	30	50	60	50	55			
Oranol pomarančno eterično olje	1T				70	80	80	80	
	2T				60	70	70	70	
	3T				60	60	70	70	
Kaolin Al-Si glina	1T		20	50	30	60	30	65	
	2T		20	50	30	60	30	60	
	3T		20	50	30	60	30	60	
Aktiv kalijeva mila	1T				50	55			
	2T				40	45			
	3T				40	40			
Matrinal matrin	1T				50	55	60	70	
	2T				40	40	40	50	
	3T				30	35	40	50	

1T, 2T, 3T – učinkovitost 1, 2 ali 3 tedne po nanosu insekticida.

Vsak pridelovalec mora presoditi, koliko bo investiral v varstvo rastlin pred metličavostjo, ki lahko občutno zmanjša kakovost tudi pri ekoloških sortah. Sorta Topaz je dokaj tolerantna, sorta Opal pa je na primer bolj občutljiva. V praksi v ekološki pridelavi je znano, da bolšice v razvoju zavirajo tudi fungicidno delujoče kisle glíne in karbonati. Kislih glin in karbonatov ne uporabljamo dovolj zgodaj, zato

pri njih ne moremo računati na stranski učinek. Vsekakor pa uporabljamo žvepleno apneno brozgo. Veliki odmerki žvepleno apne brozge (nad 50 l/ha) imajo vsaj 80 % učinek na odrasle bolšice in vsaj 95 % učinek na ličinke. To vemo iz opazovanj iz preteklih let (neobjavljeni podatki). Brozga je uporabna za zgodnje zatiranje bolšic (Agrios, 2011).

4 SKLEPI

Pogostost pojavljanja znakov metličavosti v nasadih jablan kaže na možnost postopnega povečevanje deleža okuženih dreves in zato moramo pristopiti k bolj sistematičnemu zatiranju prenašalcev *C. melanoneura* in *C. costalis*. Za oba prenašalca se uporabi ista taktika zatiranja, kljub temu, da ima vrsta *C. costalis* približno za 2 do 3 tedne poznejši razvoj kot vrsta *C. melanoneura*.

Odločilnega pomena je izvedba postopkov registracije nekaterih pripravkov, ki so visoko učinkoviti (npr. etofenproks, tau-fluvalinat, lambda-cihalotrin, fosmet, ustreznna formulacija snovi klorpirifos ali podobni pripravki) in zadržanje možnosti uporabe pripravkov na podlagi neonikotinoidov. Če se registracije učinkovitih insekticidov ne zagotovi, ni možno izvajati učinkovitega zatiranja. Če registracij učinkovitih insekticidov ne bo, potem ostane zgolj taktika večjega števila nanosov manj učinkovitih pripravkov s stranskim učinkom. Sadjarji niso pripravljani izvajati veliko zaporednih škropljenj s pripravki, ki imajo zgolj stransko učinkovitost, ker to prinaša velike stroške in tudi breme učinkov uporab insekticidov na naravo in neciljne organizme se poveča.

Taktika za matične nasade in proizvodne nasade je različna. Pri obojih je odvisna od tega, katere pripravke bo možno registrirati in, kakšno tveganje za izpad kakovosti pridelka predstavljajo bolšice v nekem lokalnem okolju.

Za obdobje, dokler registracije visoko učinkovitih insekticidov niso urejene, se lahko gradi le na pripravkih, ki so trenutno na voljo. Za matične nasade to pomeni vsaj dve neposredni tretiranji. Prvič se pri BBCH okrog 8-10 uporabi olja, potem se v višku naleta bolšic (BBCH 13-30) lahko uporabi pripravek Karate in kakšna dva tedna po tem, ko je dovolj listne gmote, še enega od neonikotinoidnih pripravkov. V matičnih nasadih naj cvetenja jablan ne bi bilo. Nalet bolšic iz zimskih gostiteljev se lahko spremlja z rumenimi lepljivimi vabami, ki se lahko obogatijo z ampulami, ki sproščajo kariofilen. Tako povečamo učinkovitost zgodnjega ulova bolšic, da natančno vemo, kdaj se je obsežno preseljevanje iz gozda začelo.

V proizvodnih nasadih skušamo izrabljati stranske učinke nekaterih insekticidov. Prav tako lahko v času razpiranja brstov uporabimo največji možni odmerek olj, potem pri BBCH 13-30 uporabimo NeemAzal in pozneje v času začetka cvetenja, čim bolj zgodaj Calypso ali Mospilan. Pri takšnem sistemu z zatiranjem bolšice nimamo dodatnih stroškov, saj se omenjeni insekticidi navadno uporabijo proti drugim škodljivcem. Omenjena možnost uporabe insekticidov ne nudi popolnega varstva pred razširjanjem fitoplazme. Če po cvetenju uporabimo pripravek Movento in Envidor, lahko značilno zmanjšamo velikost populacije odraslih osebkov poletne oblike, ki se vračajo nazaj v gozd.

5 ZAHVALA

Raziskava je bila opravljena v okviru projekta CRP V4-1406 z naslovom »Obvladovanje boleznih metličavosti jablan v nasadih sadilnega materiala«. Ministrstvu za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano RS in Javni agenciji za raziskovalno dejavnost RS o se zahvaljujemo za finančna sredstva.

6 LITERATURA

- Anonimno, AGRIOS, 2011. Workgroup for Integrated Fruit Production in South Tyrol 2011. Guidelines for Integrated Pome Cultivation 211, 21th edition, 32 s.
- Baldessari, M., Trona, F., Angeli, G., Loriatti, C. 2010. Effectiveness of five insecticides for the control of adults and young stages of *Cacopsylla melanoneura* (Forster). L'Informatore Agrario. 9: 47–52.
- Baldessari, M., Angeli, G., Oppedisano, T. 2017. Nuove strategie contro le psille vettori degli scopazzi del melo. L'Informatore Agrario. 9: 47–52.
- Herzog, U., Wiedemann, W., Trapp, A. 2012. Phytoplasmen im Sächsischen Obstbau - Bewertung praktischer Bekämpfungsmaßnahmen gegen wirtschaftlich wichtige Phytoplasmen im Sächsischen Obstbau. Schriftenreihe, Heft 32: 51 s.
- Jarausch, B., Fuchs, A., Schwind, N., Krczal, G., Jarausch, W. 2007. *Cacopsylla picta* as most important vector for 'Candidatus phytoplasma mali' in Germany and neighbouring regions. Bulletin of insectology. 60(2): 189-190.
- Jarausch, B. 2003. Welche Rollen spielen Blattsäugerarten bei der Übertragung von Apfeltriebsucht-Phytoplasmen in deutschen Apfelanlagen? Obstbau. 4: 205-206.
- Jarausch, W. 2003. Untersuchung des Besiedlungsverhaltens der AP Phytoplasmen im Baum im jahreszeitlichen Verlauf. Obstbau. 4: 210-211.
- Lešnik, M. 2005. Vpliv okužbe s fitoplazmo apple proliferation na razvoj sadik jablan (*Malus domestica* Borkh.). Magistrsko delo, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede, Univerza v Mariboru, 106 s.
- Meier, U. 2001. Growth stages of mono-and dicotyledonous plants. BBCH Monograph. 2. Edition 2001, 158 s.
- Pedrazzoli, F., Gualandri, V., Forno, F., Mattedi, L., Malagnini, V., Salvadori, A., Stoppa, G., loriatti, C. 2007. Acquisition capacities of the overwintering adults of the psyllid vectors of 'Candidatus Phytoplasma mali' Bulletin of Insectology. 60(2): 195-196.
- Puntener, W. 1981. Manual for field trials in plant protection. Second edition, Ciba Geigy Basle, 182 s.
- Rizzolli, W., Acler, A. 2008. Versuche zur Bekämpfung des Sommerapfelblattsäugers. Obstbau Weinbau. 4: 117-121.
- Tedeschi, R., Alma, A. 2004. Transmission of apple proliferation phytoplasma by *Cacopsylla melanoneura* (Homoptera: Psyllidae). Journal of Economic Entomology. 97: 8-13.

**VPLIV TEHNOLOGIJE PRIDELOVANJA JABLAN (*Malus domestica* Borkh.)
NA IZGUBE PRIDELKA POVZROČENE OD OKUŽB S FITOPLAZMO
'*Candidatus Phytoplasma mali*'**

Boštjan MATKO¹, Mario LEŠNIK²

¹KGZS – Kmetijsko gozdarski zavod Maribor

²Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede, Pivola

IZVLEČEK

Pri drevesih jablan, sort 'Fuji', 'Braeburn', 'Gala', 'Elstar', 'Jonagold', 'Zlati delišes' in 'Idared', gojenih v posebej prirejenem poskusnem mrežniku na njivi, smo v dveletnem poskusu preučevali vpliv intenzivnosti rezi, intenzivnosti gnojenja ter uporabe regulatorja rasti proheksadion-Ca na izražanje simptomov bolezni ter na izgubo pridelka pri drevesih, okuženih s fitoplazmo povzročiteljico metličavosti jablan v primerjavi z neokuženimi drevesi. Skozi obdobje izvajanja poskusa smo drevesa opazovali in beležili delež metličavih poganjkov na drevo ter opravili meritve in ocenjevanja naslednjih parametrov: števila socvetij na drevo, skupnega števila plodov na drevo, skupne mase plodov na drevo, deleža plodov I. kakovostnega razreda, obarvanosti plodov ter vsebnost sladkorja in kislin v plodovih. Zmanjšana intenzivnost rezi, manjše gnojenje z dušikom in uporaba ravnega regulatorja proheksadion-Ca so pri okuženih drevesih povzročili spremembe v preučevanih parametrih rodnosti in rasti. Odziv sort je bil različen, zato so preučevani dejavniki na posamezne parametre pri nekaterih sortah imeli statistično značilen vpliv, pri nekaterih pa ne. Zaključimo lahko, da s tem, ko spremenimo pridelavo na način, da se zmanjša intenzivnost rasti in uporabi rastni regulator ob nezmanjšanem gnojenju z dušikom, pri večini sort sicer lahko značilno povečamo pridelok, ne moremo pa značilno povečati kakovosti plodov (deleža I. razreda). Največje izboljšanje kakovosti plodov lahko dosežemo pri sortah 'Jonagold' in 'Idared', med tem, ko pri ostalih, kakovosti ne moremo značilno izboljšati, bodisi zaradi tega, ker po junijskem trebljenju na drevju ostane preveč plodov ali pa zaradi pomanjkanja barve. S prej omenjeno kombinacijo ukrepov lahko delno izboljšamo vsebnost topne suhe snovi in kislin plodov ter količino pridelka okuženih dreves, vendar ne v tolikšni meri, da bi zagotovili ekonomsko rentabilnost pridelave pri okuženih drevesih.

Gljučne besede: jablana, fitoplazma metličavosti jablan, '*Candidatus Phytoplasma mali*', izražanje znamenj okužb, kakovost plodov

ABSTRACT

¹ mag. agr. znan., Vinarska 14, SI-2000 Maribor, e-pošta: Bostjan.Matko@kmetijski-zavod.si

² izr. prof., dr. agr. znan., Pivola 10, SI-2311 Hoče

THE INFLUENCE OF APPLE PRODUCTION TECHNOLOGY (*Malus domestica* Borkh.) ON YIELD LOSS CAUSED BY INFECTION WITH PHYTOPLASMA '*Candidatus Phytoplasma mali*'

Trees of the apple varieties 'Fuji', 'Braeburn', 'Gala', 'Elstar', 'Jonagold', 'Zlati delišes' and 'Idared' were grown in a special trial net house and a two-year study was carried out to observe the impact of the pruning intensity, intensity of fertilization and use of growth regulator proheksadion-Ca on the expression of symptoms of disease and also on the yield losses in trees which were infected with apple proliferation Phytoplasma (AP), in comparison with healthy uninfected trees. We had six different treatments according to the combination of studied factors (intensive or minimal pruning, normal or reduced fertilization, use of growth regulator – yes/no). During the period of the trial we have monitored and recorded the proportion of shoots showing typical AP symptoms (so called »witches brooms«) per tree and we also evaluated the following parameters: number of flower clusters per tree, total number of fruits per tree, total mass of fruits per tree, proportion of the fruits which are ranked as first class quality, coloring of the fruits, and content of the sugar and acids in the fruits. A reduced intensity of pruning and fertilization with the nitrogen and use of growth regulator proheksadion-Ca caused changes in infected trees in expression of disease symptoms and examined parameters of growth and fertility. The reactions of the individual varieties were different. In some of the studied varieties, the tested factors had a statistically distinctive influence, but not in other varieties. The conclusion is, that with the change of production system in the way that we reduced intensity of pruning and use growth regulator and standard fertilization with nitrogen, we can in the majority of varieties, significantly increase the yield. The biggest improvement of fruit quality can be achieved in the varieties 'Jonagold' and 'Idared'. We cannot distinctively improve the fruit quality in others studied varieties, and the reasons are twofold; either because of a limited natural fruit fall, the so called »June thinning«, where too many fruits remain on trees, or because of a lack of colour. With the before mentioned combination of production measures we can partly improve the fruit's content of soluble dry matter (sugars), acids and the yield on infected trees, but not to an extent where an economically profitable production on infected trees could be ensured.

Key words: Apple / apple tree proliferation Phytoplasma / manifestation of infection symptoms / '*Candidatus Phytoplasma mali*' / fruit quality

1 UVOD

Metličavost jablan, ki jo povzroča fitoplazma Apple proliferation (AP) (Seemüller in sod., 1998), sedaj imenovana '*Candidatus Phytoplasma mali*', je v večini sadjarskih držav Evrope gospodarsko zelo pomembna bolezen jablan. Uvrščena je tudi na seznam škodljivih organizmov, katerih vnos in širjenje je v državah Evropske Unije prepovedan – seznam I/A2.

Metličavost jablan (AP) je bolezen, ki se večinoma pojavlja na jablanah, lahko pa fitoplazma okuži tudi marelico, češnjo, slivo, japonsko slivo, hruško in vinsko trto. Pri nas je metličavost jablan v nasadih jablan že zelo razširjena bolezen. Ocenjuje se, da

se fitoplazma pojavlja nekje približno v tretjini vseh intenzivnih nasadov (Knapič, 2013).

Izgube pridelka so ob večletnem pojavu bolezni lahko velike (10-80 %). Kažejo se predvsem v količini in kakovosti pridelka (Kunze, 1976, 1979; Smith in sod., 1988), najbolj pa je prizadeta kakovost plodov, saj plodovi nimajo ustrezne barve in okusa. V zadnjem obdobju (že med 1995 in 2000 in tudi pozneje) se je obseg okužb s to fitoplazmo v naših nasadih jablan značilno povečal (Seljak in Petrovič, 2001; Petrovič in sod., 2001). Zelo značilna znamenja okužb se pojavljajo tudi na nekaterih pri nas pogosto gojenih sortah jablane ('Zlati delišes', 'Jonagold', 'Jonatan', 'Idared', 'Elstar', 'Mutsu', 'Gloster', 'Melrose'...), a tudi na novejših sortah, ki jih pri nas najbolj pogosto gojimo (npr. 'Braeburn', 'Gala', 'Fuji'...).

Izkušnje kažejo, da se obseg pojava znamenj okužb ponavadi poveča v tistih nasadih, ki so starejši od 10 let in v nasadih, kjer se pogosto izvaja močna pomladitvena rez. To je splošno opažanje številnih sadjarjev. V starejši literaturi navajajo, da se simptomi okužb z metličavostjo jablan v drevesnicah zelo redko pojavljajo (Smith in sod., 1988). Novejše raziskave (Brzin in sod., 2007) pa kažejo, da lahko znamenja okužb s temeljitim opazovanjem odkrijemo tudi v drevesnici.

Na splošno velja, da lahko posamezna okužena drevesa v odvisnosti od okolja, sorte in kmetijske prakse izgubijo simptome bolezni (angl. 'recovery', slov. 'okrevanje') ter dajejo skoraj normalen pridelek; v posameznih primerih lahko dajejo takšna 'ozdravela' drevesa celo normalen pridelek dobre kakovosti (Carraro in sod., 2004; Musetti in sod., 2004; Žafran, 2009).

Fitoplazme pridejo v rastline s pomočjo prenašalcev oz. vektorjev – sesajočih žuželk (bolšice), ki se prehranjujejo s sesanjem rastlinskega soka iz listov rastlin in s tem okužijo rastlino (Seemüller, 1990; Seemüller in sod., 2003; Jarausch in sod., 2007; Lavina 2011). Dokazan je tudi prenos fitoplazme metličavosti jablan s cepljenjem, in sicer takrat, kadar jemljemo cepiče in očesa z okuženih dreves (Lešnik in sod., 2009). Najpogostejša bolezenska znamenja se kažejo v obliki rdečenja, kloroze in deformacije listov, odebeljenih listnih žil, povečanih prilistov, grmičastih ali metlastih poganjkov, razbarvanih cvetov, pretvorbe cvetov v zelene poganjke in še v nekaterih drugih znamenjih.

Najbolj specifični simptomi pri drevesih, okuženih z metličavostjo jablan, so tvorbe metličavih poganjkov in povečanih prilističev, med manj pogoste simptome pa spadajo še predčasno odganjanje očes, poganjki s skrajšanimi medčlenki (internodiji), povečano število drobnejših plodov z nižjo vsebnostjo sladkorjev, rdečkasto obarvanje listja pozno poleti in jeseni ter tvorba novih listov v poletnem času (Harzer, 2003; Brzin in sod., 2007). Proti AP bolezni se borimo z zatiranjem prenašalcev, sajenjem neokuženega sadilnega materiala in s sprotnim odstranjevanjem okuženih dreves, da le ta niso vir kužila za zdrava drevesa.

V naši raziskavi smo želeli ugotoviti, ali ima tehnologija pridelovanja jablan značilen vpliv na izražanje bolezenskih znamenj (pojav metlastih poganjkov) AP in na količino ter kakovost pridelka. Če imata namreč ta dva pridelovalna ukrepa značilen vpliv, potem smo želeli ugotoviti, ali lahko s spremembo sistema rezi in gnojenja vplivamo

na okužena drevesa na tak način, da značilno zmanjšamo izgube pridelka na okuženih drevesih.

2 MATERIAL IN METODE DELA

Poskus je bil nastavljen in izveden na UKC Pohorski dvor v izoliranem mrežniku, in sicer so bila v poskus vključena drevesa jablan sedmih različnih sort: 'Fuji', 'Braeburn', 'Gala', 'Elstar', 'Jonagold', 'Zlati delišes' in 'Idared' cepljena na podlago M9. Gostota sajenja dreves je bila 6000 dreves na hektar (2 m x 0,8 m). Drevesa so bila visoka 2,5 m in zelena stena je bila široka 0,4 m. Nasad je bil intenzivno varovan pred boleznimi, škodljivcev pa ni bilo, saj je bil v izoliranem mrežniku. Fungicide smo uporabili 24-krat letno. Glivične bolezni in škodljivci niso vplivali na kakovost in količino pridelka. Poskus je potekal v letih 2005 in 2006. Drevesa so bila v letu 2005 stara šest let.

Poskus je bil nastavljen v naključnih blokkih in je zajemal 12 različnih variant nege dreves v štirih ponovitvah. V posamezni varianti je bila vključena različna intenziteta rezi (močna oz. minimalna rez) in različen način gnojenja (normalno oz. minimalno gnojenje). V posamezni naključni ponovitvi je bilo zastopanih 8-10 dreves posamezne sorte, parametre smo opazovali na štirih sredinskih drevesih posamezne sorte. Vsa drevesa, ki so bila vključena v poskus so bila okužena s fitoplazmo metličavosti jablan, razen dreves, ki so bila vključena v kontrolo (neokužena). Okužena drevesa so bila vzgojena v okviru predhodne raziskave, ki jo je opravila Mojca Lešnik (Lešnik, 2009). Okužena drevesa (sadike) so bila vzgojena tako, da smo cepiče vzeli iz močno okuženih dreves in izvedli cepljenje. Drevesa so bila testirana glede okuženosti z AP fitoplazmo v laboratoriju NIB (Nacionalni inštitut za biologijo, Ljubljana) z uporabo molekularnih metod. Vse je opisano v magistrskem delu Mojce Lešnik (Lešnik, 2005).

Variante (obravnavanja) v poskusu so bile naslednje:

V1 – okuženo (močna rez, normalno gnojenje); **V2** – okuženo (močna rez, minimalno gnojenje); **V3** – okuženo (minimalna rez, normalno gnojenje); **V4** – okuženo (minimalna rez, minimalno gnojenje); **V5** – okuženo (minimalna rez + Regalis, normalno gnojenje); **V6** – okuženo (minimalna rez + Regalis, minimalno gnojenje); **V7** – neokuženo (močna rez, normalno gnojenje); **V8** – neokuženo (močna rez, minimalno gnojenje); **V9** – neokuženo (minimalna rez, normalno gnojenje); **V10** – neokuženo (minimalna rez, minimalno gnojenje); **V11** – neokuženo (minimalna rez + Regalis, normalno gnojenje); **V12** – neokuženo (minimalna rez + Regalis, minimalno gnojenje).

Različne intenzitete rezi so bile naslednje:

a) močna rez (zimski rez + poletni rez); b) minimalna rez (poletni, korekcijski rez brez zimski rezi); c) minimalna rez + Regalis (poletni, korekcijski rez brez zimski rezi + Regalis).

Različni načini gnojenja so bili naslednji:

a) normalno gnojenje (80 kg dušika v obliki gnojila KAN v času teden dni pred cvetenjem); b) minimalno gnojenje (20 kg dušika v obliki gnojila KAN v času teden dni pred cvetenjem).

Meritve in ocenjevanja na posameznem drevesu so bila naslednja:

a) število socvetij na drevo; b) delež metličavih poganjkov na posameznem drevesu; c) skupno število plodov na drevo; d) skupna masa plodov na drevo; e) delež plodov I. kakovostnega razreda (število, masa); f) obarvanost plodov (delež površine prekrit z barvo značilno za posamezno sorto); g) vsebnost sladkorjev (v °Brix); h) vsebnost skupnih kislin (v g/l).

Število socvetij smo določili na posameznem drevesu, prav tako smo na posameznem drevesu na naključnih petih poganjkih na posamezno drevo ugotavljali število poganjkov z značilnimi simptomi metličavosti jablan. Metodologija ocene je povzeta po Lešnik (2005).

Analizo vsebnosti sladkorjev in skupnih kislin smo opravili na Sadjarskem centru Maribor – Gačnik, kjer je bila opravljena analiza z napravo Pimprenelle analyser (Satop Giraud Technologie, Francija). Za določitev vsebnosti kisline in topne suhe snovi je naprava analizirala 15 plodov iz posameznega obravnavanja in izračunala povprečno vrednost parametrov (skupna jabolčna kislina v g/l in skupni sladkorji oz. topna suha snov v °Brix – ih). Analizo vsebnosti kislin in topne suhe snovi smo opravili samo v letu 2005. Plodove smo potrgali, ko smo pri neokuženih drevesih ugotovili, da so plodovi prešli v tehnološko zrelost.

Jeseni smo v času tehnološke zrelosti plodov po posameznih sortah obrali vse plodove s posameznega drevesa in jih razdelili v dva kakovostna razreda (I. in »industrija«), pri čemer smo upoštevali velikost plodov (v prvi razred smo razvrstili plodove z debelino nad 70 do 85 mm) pri vseh sortah in obarvanost plodov s kriterijem za I. kakovostni razred - obarvanost nad 50 %, razen pri sorti 'Zlati delišes'. Plodove, ločene po posameznih razredih, smo stehali, hkrati smo tudi določili število plodov v posameznem kakovostnem razredu. Simptomov od ostalih boleznih in škodljivcev na plodovih, pri razvrščanju v posamezne razrede nismo upoštevali.

Pri statistični analizi podatkov smo izvedli standardni postopek analize variance (Anova). Za statistično analizo razlik med povprečji opazovanih parametrov obravnavanj smo uporabili Tukey – ev HSD test ($\alpha = 0,05$).

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

V povprečju so okužena drevesa imela nekoliko manj socvetij kot neokužena drevesa. Izjema je bila sorta 'Idared'. Število socvetij na drevo je bilo pri okuženih drevesih največje pri sortah 'Fuji', 'Elstar' in 'Zlati delišes', vendar le v primeru, ko gnojenja nismo zmanjšali. Največje povprečno število socvetij pri neokuženih drevesih je bilo ugotovljeno pri večini preizkušanih sort v obravnavanju 12 (neokuženo, minimalna rez + Regalis in minimalno gnojenje).

Pri bolj bujnih sortah (npr. 'Gala', 'Fuji', 'Elstar' in 'Zlati delišes') je umirjanje rasti z dodatno uporabo regulatorja proheksadion-Ca zmanjšalo delež metličavih poganjkov, sorti 'Braeburn' in 'Idared' pa nista bili odzivni, saj pri njima ni bilo značilnega zmanjšanja deleža metličavih poganjkov. Izključno zmanjšana intenzivnost rezi in gnojenja občutno ne zmanjšata deleža metličavih poganjkov, če dodatno ne uporabimo rastnega regulatorja.

Preglednica 1: Povprečno število socvetij na drevo v letih 2005 in 2006 na posamezni sorti v odvisnosti od načina rezi in gnojenja pri okuženih in neokuženih drevesih.

Obrav.	Povprečno število socvetij na drevo (2005 in 2006)						
	'Fuji'	'Braeburn'	'Gala'	'Elstar'	'Jonagold'	'Zlati delišes'	'Idared'
V1	12,00 ab	35,75 bc	27,63 cd	24,75 abc	32,50 a	37,38 bc	35,50 bc
V2	15,25 abc	23,75 a	16,00 a	23,75 abc	26,88 a	27,88 ab	36,38 bc
V3	31,63 de	26,63 ab	26,75 bcd	31,38 abc	33,00 a	34,63 bc	45,88 c
V4	8,13 a	18,75 a	12,00 a	17,50 a	24,38 a	15,13 a	22,75 ab
V5	24,13 bcde	38,88 c	27,25 cd	36,75 bc	34,38 a	36,75 bc	41,50 c
V6	18,88 abc	21,63 a	17,00 abc	19,25 ab	24,38 a	22,38 ab	19,00 a
V7	19,00 abc	26,50 ab	21,50 abc	21,00 abc	17,50 a	25,50 ab	15,00 a
V8	36,00 de	31,50 abc	28,00 cd	45,50 c	36,00 a	33,50 bc	27,50 abc
V9	35,00 de	13,50 a	26,00 bcd	22,50 abc	31,50 a	47,50 c	39,50 bc
V10	17,50 abc	30,50 abc	23,50 abc	27,50 abc	25,00 a	41,50 c	39,50 bc
V11	24,50 bcde	44,00 c	10,50 a	34,50 bc	36,00 a	36,00 bc	35,00 bc
V12	42,00 e	19,50 a	33,00 d	43,00 bc	40,50 a	27,50 ab	37,00 bc
Povprečje okuženo	18,34 a	27,57 a	21,11 a	25,56 a	29,25 a	29,03 a	33,50 a
Povprečje neokuženo	29,00 b	27,58 a	23,37 a	31,37 b	31,08 a	35,25 b	32,43 a

*Povprečja, označena z enako črko znotraj ene sorte se ne razlikujejo med seboj statistično značilno po Tukey-evem HSD testu ($\alpha = 0,05$).

69

Preglednica 2: Delež metličavih poganjkov (%) na drevo v letih 2005 in 2006 na posamezni sorti v odvisnosti od načina rezi in gnojenja pri okuženih in neokuženih drevesih.

Obrav.	Delež metličavih poganjkov (%) na drevo (2005 in 2006)						
	'Fuji'	'Braeburn'	'Gala'	'Elstar'	'Jonagold'	'Zlati delišes'	'Idared'
V1	38,75 c	61,25 d	60 d	56,25 c	57,25 d	62,5 d	16,25 ab
V2	42,5 c	47,5 c	47,5 c	53,75 c	43,75 c	60 d	6,25 a
V3	56,25 d	48,75 c	43,75 c	61,25 d	55 d	53,75 c	20,00 b
V4	61,25 d	56,25 cd	63,75 d	68,75 d	33,75 bc	71,25 d	13,75 ab
V5	50 cd	43,75 c	18,25 ab	29,25 b	20,25 b	28,75 b	20,00 b
V6	16,67 ab	57,5 cd	20 ab	21,6 b	24,5 b	22,5 b	13,75 ab
V7	20 b	12 ab	4,95 a	5,55 a	10 ab	2 a	11,00 ab
V8	15 ab	12,5 ab	16,5 ab	4,5 a	4,5 a	3 a	2,50 a
V9	11,67	5 a	11,95 ab	4,95 a	4,1 a	1,5 a	3,00 a
V10	5,83 a	5,6 a	9,5 a	3,65 a	5,6 a	1,6 a	1,50 a
V11	18 ab	9,55 a	8,65 a	3,85 a	2,85 a	1,25 a	2,15 a
V12	10 a	5 a	6,85 a	2,65 a	3,9 a	2,65 a	1,50 a
Povprečje okuženo	44,24 b	52,50 b	42,21 b	48,48 b	39,08 b	49,79 b	15,00 b
Povprečje neokuženo	13,42 a	8,28 a	9,73 a	4,19 a	5,16 a	2,00 a	3,61 a

*Povprečja, označena z enako črko znotraj ene sorte se ne razlikujejo med seboj statistično značilno po Tukey-evem HSD testu ($\alpha = 0,05$).

Preglednica 3: Skupno število plodov na drevo v letih 2005 in 2006 na posamezni sorti v odvisnosti od načina rezi in gnojenja pri okuženih in neokuženih drevesih.

Obrav.	Skupno število plodov na drevo (2005 in 2006)						
	'Fuji'	'Braeburn'	'Gala'	'Elstar'	'Jonagold'	'Zlati delišes'	'Idared'
V1	22,76 a	0,76 a	41,44 abcd	65,63 bc	71,25 d	65,25 ab	67,82 b
V2	34,07 a	17,19 bc	50,44 bcd	46,94 ab	41,13 abcd	53,13 ab	61,88 ab
V3	26,44 a	7,26 ab	43,07 abcd	48,82 ab	41,38 bcd	76,13 ab	62,69 ab
V4	36,13 a	17,32 bc	25,50 a	61,57 b	41,94 abc	53,63 ab	44,32 ab
V5	40,44 a	11,69 ab	59,63 cd	55,38 b	57,50 d	74,00 ab	67,19 b
V6	27,26 a	9,76 ab	38,25 abcd	56,44 b	43,38 cd	86,07 b	72,21 b
V7	50,5 a	16,25 abc	26,00 a	28,25 a	24,50 a	40,00 a	44,50 ab
V8	36,25 a	37,50 cd	73,00 d	52,00 ab	52,25 abc	62,75 ab	53,25 ab
V9	86,00 a	42,5 d	72,25 d	63,00 bc	74,25 d	99,25 b	43,50 ab
V10	14,75 a	15,00 abc	40,75 abcd	97,25 c	71,25 d	34,50 ab	25,75 a
V11	37,5 a	29,00 bcd	28,00 a	57,25 ab	27,00 a	77,25 ab	74,50 b
V12	53,00 a	9,25 ab	71,75 d	75,00 bc	23,00 a	99,00 b	53,75 ab
Povprečje okuženo:	31,18 a	10,66 a	43,05 a	55,79 a	49,43 a	68,03 a	62,68 b
Povprečje neokuženo:	46,33 a	24,96 b	51,96 b	62,13 b	46,87 a	68,51 a	49,21 a

*Povprečja, označena z enako črko znotraj ene sorte se ne razlikujejo med seboj statistično značilno po Tukey-evem HSD testu ($\alpha = 0,05$).

70

Preglednica 4: Skupna masa plodov na drevo v letih 2005 in 2006 na posamezni sorti v odvisnosti od načina rezi in gnojenja pri okuženih in neokuženih drevesih.

Obrav.	Skupna masa plodov (kg) na drevo (2005 in 2006)						
	'Fuji'	'Braeburn'	'Gala'	'Elstar'	'Jonagold'	'Zlati delišes'	'Idared'
V1	4,17 ab	0,16 a	6,51 bcd	8,46 a	9,01 abc	8,21 ab	10,59 b
V2	5,82 ab	1,94 ab	6,30 bcd	7,83 a	6,62 ab	7,43 ab	8,48 ab
V3	3,38 a	0,90 a	5,84 abc	5,18 a	7,27 abc	11,07 b	8,09 ab
V4	5,93 ab	2,09 ab	3,01 a	6,63 a	5,05 a	5,35 a	7,25 ab
V5	4,78 ab	1,95 ab	6,89 cde	6,65 a	10,15 c	8,01 ab	9,37 ab
V6	4,27 ab	1,58 ab	4,42 abc	5,50 a	6,75 ab	10,13 ab	9,02 ab
V7	9,57 bc	3,08 abc	5,93 c	6,85 a	6,08 ab	7,53 ab	8,25 ab
V8	6,27 abc	6,32 c	10,04 de	8,71 ab	5,54 ab	9,84 ab	8,94 ab
V9	12,71 c	6,51 c	10,19 e	9,14 ab	5,63 ab	14,63 b	7,94 ab
V10	4,48 ab	2,67 ab	7,49 cd	15,79 b	9,99 abc	6,48 a	4,24 a
V11	6,79 abc	3,77 bc	5,20 bc	8,52 ab	6,77 ab	12,49 b	11,03 b
V12	7,68 abc	1,50 ab	8,07 cde	9,88 ab	6,19 ab	12,09 b	7,42 ab
Povprečje okuženo	4,73 a	1,44 a	5,49 a	6,71 a	7,47 a	8,36 a	9,04 a
Povprečje neokuženo	7,92 b	4,81 b	7,82 a	9,81 b	7,13 a	10,51 a	7,97 a

*Povprečja, označena z enako črko znotraj ene sorte se ne razlikujejo med seboj statistično značilno po Tukey-evem HSD testu ($\alpha = 0,05$).

Pri sortah 'Fuji', 'Braeburn', 'Gala' in 'Elstar' je bilo na neokuženih drevesih ugotovljeno večje skupno število plodov kot pri okuženih, medtem, ko je bilo pri sorti 'Idared' največje skupno število plodov ugotovljeno na okuženih drevesih. Največje skupno število plodov na večini opazovanih sort je bilo ugotovljeno v obravnavanju 9 (neokuženo, minimalna rez in normalno gnojenje), najmanjše pa pri večini opazovanih sort v obravnavanjih 1 (okuženo, močna rez in normalno gnojenje) in 2 (okuženo, močna rez in minimalno gnojenje).

Največja skupna masa plodov je bila ugotovljena pri neokuženih drevesih pri sortah 'Fuji', 'Braeburn', 'Gala', 'Elstar' in 'Zlati delišes'. Pri večini spremljanih sort je bila najmanjša povprečna skupna masa plodov ugotovljena v obravnavanjih 3 (okuženo, minimalna rez in normalno gnojenje) in 4 (okuženo, minimalna rez in minimalno gnojenje), največja pa v obravnavanju 9 (neokuženo, minimalna rez in normalno gnojenje).

Preglednica 5: Delež plodov I. kakovostnega razreda v letih 2005 in 2006 na posamezni sorti v odvisnosti od načina rezi in gnojenja pri okuženih in neokuženih drevesih.

Obrav.	Delež plodov I. kakovostnega razreda (2005 in 2006)						
	'Fuji'	'Braeburn'	'Gala'	'Elstar'	'Jonagold'	'Zlati delišes'	'Idared'
V1	56,96 b	22,63 ab	47,51 cd	29,47 bc	26,41 ab	32,18 e	26,59 a
V2	43,95 ab	20,43 ab	21,04 ab	15,59 ab	28,98 abc	19,66 bc	22,15 a
V3	35,41 ab	11,15 a	30,31 abc	18,12 ab	43,70 de	26,89 cde	35,44 b
V4	41,39 ab	23,33 ab	19,39 ab	7,28 a	20,07 a	2,85 a	26,22 a
V5	48,68 ab	33,08 b	36,05 bc	18,49 ab	49,28 e	23,44 cd	47,42 cd
V6	29,12 a	10,53 a	13,06 a	7,32 a	33,24 bcd	14,18 b	35,05 b
V7	51,60 ab	46,21 b	66,74 d	38,14 bcd	65,12 fg	63,18 h	46,99 cd
V8	29,20 a	38,80 b	70,45 d	50,65 cd	55,41 ef	29,56 de	54,44 e
V9	67,97 b	27,44 ab	55,05 cd	37,26 bcd	68,55 g	43,13 f	53,05 de
V10	39,83 ab	66,78 c	71,54 d	52,48 cd	40,26 cde	51,64 g	48,94 de
V11	27,81 a	16,09 ab	60,65 cd	32,90 bc	58,85 efg	26,38 cde	41,15 bc
V12	45,56 ab	30,36 ab	38,36 bc	58,62 d	59,62 efg	28,17 de	40,32 b
Povprečje okuženo	20,19 a	20,19 a	27,89 a	16,05 a	33,61 a	19,87 a	32,14 a
Povprečje neokuženo	37,61 b	37,61 b	60,47 b	45,01 b	57,97 b	40,34 b	47,48 b

*Povprečja, označena z enako črko znotraj ene sorte se ne razlikujejo med seboj statistično značilno po Tukey-evem HSD testu ($\alpha = 0,05$).

Najmanjši povprečni delež plodov I. razreda smo na večini spremljanih sort ugotovili v obravnavanju 6 (okuženo, minimalna rez + Regalis in minimalno gnojenje), največji pa v obravnavanjih 9 (neokuženo, minimalna rez in normalno gnojenje) in 10 (neokuženo, minimalna rez in minimalno gnojenje).

Preglednica 6: Obarvanost plodov (delež plodov z obarvanostjo nad 50 %) v letih 2005 in 2006 na posamezni sorti v odvisnosti od načina rezi in gnojenja pri okuženih in neokuženih drevesih.

Obrav.	Obarvanost plodov (delež plodov z obarvanostjo nad 50 %) - 2005 in 2006						
	'Fuji'	'Braeburn'	'Gala'	'Elstar'	'Jonagold'	'Zlati delišes'	'Idared'
V1	35 ab	37 a	59 bc	53 bc	51 a	-	61 a
V2	40 bc	36 a	56 ab	42 a	53 ab	-	61 a
V3	32 a	37 a	57 ab	43 a	52 ab	-	72,5 abc
V4	36 ab	42 ab	50 a	48 ab	52 ab	-	74 bc
V5	35 ab	46 bc	55 ab	47 ab	51 a	-	68 abc
V6	35 ab	43 ab	49 a	47 ab	50 a	-	63,5 ab
V7	55 d	58 cd	81 d	78 d	58 ab	-	76,5 c
V8	52 d	45 abc	70 cd	70 d	55 ab	-	73 abc
V9	55 d	60 d	63 bc	70 d	73 cd	-	74 bc
V10	47 cd	56 bcd	71 cd	65 cd	49 a	-	70,5 abc
V11	59 d	58 cd	71 cd	76 d	73 cd	-	78 c
V12	53 d	58 cd	69 cd	74 d	63 bc	-	70,5 abc
Povprečje okuženo	35,50 a	40,17 a	54,33 a	46,67 a	61,80 a	-	66,67 a
Povprečje neokuženo	53,50 b	55,83 a	70,83 b	72,17 b	65,17 b	-	73,75 b

*Povprečja, označena z enako črko znotraj ene sorte se ne razlikujejo med seboj statistično značilno po Tukey-evem HSD testu ($\alpha = 0,05$).

72

Preglednica 7: Vsebnost topne suhe snovi ($^{\circ}$ Brix) v plodovih v letu 2005 na posamezni sorti v odvisnosti od načina rezi in gnojenja pri okuženih in neokuženih drevesih.

Obrav.	Vsebnost topne suhe snovi ($^{\circ}$ Brix) v plodovih v letu 2005						
	'Fuji'	'Braeburn'	'Gala'	'Elstar'	'Jonagold'	'Zlati delišes'	'Idared'
V1	12,58 e	11,15 ab	11,33 abc	11,45 ab	11,45 ab	12,23 a	10,18 a
V2	12,35 cde	11,98 ab	11,60 abc	11,83 ab	11,35 ab	11,40 a	10,48 abc
V3	11,60 abcde	10,77 a	10,75 ab	12,40 b	11,38 ab	11,68 a	10,28 ab
V4	12,48 de	10,70 a	10,78 ab	11,13 a	12,60 b	12,18 a	10,88 abc
V5	12,25 abcde	11,49 ab	10,73 a	11,46 ab	11,23 a	13,43 b	10,63 abc
V6	12,37 cde	11,90 b	11,70 abc	12,28 b	11,48 ab	13,33 b	10,95 abc
V7	11,05 ab	11,68 ab	12,30 c	11,80 ab	11,70 ab	11,50 a	11,55 bc
V8	12,45 de	12,25 c	12,05 abc	11,60 ab	11,70 ab	11,05 a	11,30 bc
V9	12,30 bcde	12,23 c	12,15 bc	11,90 ab	11,77 ab	12,20 a	10,60 abc
V10	11,20 abc	11,68 ab	12,15 bc	12,33 b	12,32 b	11,63 a	10,70 abc
V11	10,85 a	11,60 ab	12,35 c	11,90 ab	11,70 ab	11,95 a	11,60 c
V12	11,30 abcd	11,78 ab	12,25 c	11,67 ab	11,62 ab	12,06 a	11,78 c
Povprečje okuženo	12,27 a	11,33 a	11,15 a	11,76 a	11,58 a	12,38 a	10,57 a
Povprečje neokuženo	11,53 a	11,87 a	12,21 b	11,87 a	11,80 a	11,73 a	11,26 b

*Povprečja, označena z enako črko znotraj ene sorte se ne razlikujejo med seboj statistično značilno po Tukey-evem HSD testu ($\alpha = 0,05$).

Najboljša obarvanost je bila pri večini spremljanih sort ugotovljena v obravnavanju 7 (neokuženo, močna rez in normalno gnojenje), najslabša pa v obravnavanjih 1 (okuženo, močna rez in normalno gnojenje) in 3 (okuženo, minimalna rez in normalno gnojenje).

Glede na analizo plodov je bilo ugotovljeno, da je bila najvišja vsebnost TSS, v plodovih (°Brix) neokuženih dreves pri sortah 'Braeburn', 'Gala', 'Elstar', 'Jonagold' in 'Idared'. Pri ostalih dveh spremljanih sortah statistično značilnih razlik v vsebnosti TSS v plodovih med okuženimi in neokuženimi drevesi iste sorte ni bilo. Najmanjša vsebnost TSS je bila pri večini spremljanih sort v obravnavanju 3 (okuženo, minimalna rez in normalno gnojenje), največja pa v obravnavanju 9 (neokuženo, minimalna rez in normalno gnojenje) večine spremljanih sort.

Preglednica 8: Vsebnost kisline v plodovih (g/kg) v letu 2005 na posamezni sorti v odvisnosti od načina rezi in gnojenja pri okuženih in neokuženih drevesih.

Obrav.	Vsebnost kisline v plodovih (g/kg) – 2005						
	'Fuji'	'Braeburn'	'Gala'	'Elstar'	'Jonagold'	'Zlati delišes'	'Idared'
V1	7,18 a	10,7 a	6,65 ab	10,43 ab	9,43 bc	9,00 a	12,93 cd
V2	6,60 a	10,4 a	4,93 a	10,93 ab	8,93 ab	8,05 a	12,08 bcd
V3	9,50 ab	9,93 a	6,45 ab	11,35 ab	9,10 ab	8,30 a	12,20 bcd
V4	7,50 ab	10,55 a	7,60 ab	11,00 ab	10,50 c	6,58 a	12,05 bcd
V5	8,50 ab	10,55 a	9,90 b	10,22 ab	9,65 bc	7,70 a	11,25 bc
V6	5,80 a	9,4 a	8,03 ab	11,78 b	7,75 a	8,23 a	11,88 bcd
V7	5,30 a	10,24 a	6,00 ab	11,10 ab	8,35 ab	7,90 a	13,85 d
V8	6,80 a	10,47 a	4,85 a	9,80 a	10,50 c	7,40 a	9,05 a
V9	7,77 ab	9,98 a	5,45 ab	11,60 ab	7,55 a	8,15 a	10,10 ab
V10	8,38 ab	10,15 a	5,55 ab	10,30 ab	8,05 ab	6,95 a	10,80 abc
V11	9,02 ab	9,67 a	5,70 ab	11,55 ab	8,40 ab	8,05 a	10,70 ab
V12	10,06 b	10,13 a	7,20 ab	11,07 ab	7,70 a	8,10 a	8,65 a
Povprečje okuženo	7,51 a	10,26 a	10,59 b	10,95 a	9,23 b	7,98 a	12,07 b
Povprečje neokuženo	7,89 a	10,11 a	5,79 a	10,90 a	8,43 a	7,76 a	10,53 a

*Povprečja, označena z enako črko znotraj ene sorte se ne razlikujejo med seboj statistično značilno po Tukey-evem HSD testu ($\alpha = 0,05$).

Najmanjša vsebnost kisline v plodovih je bila pri večini spremljanih sort ugotovljena v obravnavanjih 5 (okuženo, minimalna rez + Regalis in normalno gnojenje) in 6 (okuženo, minimalna rez + Regalis in minimalno gnojenje), največja pa v obravnavanjih 9 (neokuženo, minimalna rez in normalno gnojenje) in 12 (neokuženo, minimalna rez + Regalis in minimalno gnojenje).

4 SKLEPI

Na podlagi opravljene raziskave lahko podamo naslednje sklepe glede vpliva načina rezi, gnojenja in uporabe rastnega regulatorja proheksadion-Ca (Regalis) na nekatere parametre rasti in kakovosti plodov:

- Na podlagi vseh spremljanih parametrov v odvisnosti od intenzivnosti gnojenja in rezi lahko sklepamo, da imajo drevesa, okužena z fitoplazmo AP (povzročiteljico metličavosti jablan), večine analiziranih sort zmanjšano število socvetij na drevo, bistveno višji delež metličavih poganjkov ter višjo vsebnost kisline v plodu.
- Največje skupno število plodov na drevo, delež plodov I. kakovostnega razreda, obarvanost plodov in vsebnost TSS so bili pri večini spremljanih sort pri neokuženih drevesih značilno višji kot pri okuženih drevesih.
- Preučevani dejavniki (rez, gnojenje in uporaba rastnega regulatorja) so imeli vpliv na oblikovanje socvetij okuženih dreves. Odziv sort ni bil enoten. V povprečju so okužena drevesa imela nekaj manj socvetij kot neokužena drevesa.
- Preučevani dejavniki so imeli vpliv na izražanje znamenj bolezni in tudi na neokuženih drevesih smo opazili majhno število metlicam podobnih poganjkov. Pri bolj bujnih sortah (npr. 'Gala', 'Fuji', 'Elstar' in 'Zlati delišes') je umirjanje rasti z dodatno uporabo regulatorja proheksadion-Ca zmanjšalo delež metličavih poganjkov.
- Na skupno število plodov na drevo lahko značilno vplivamo z alternativno pridelovalno tehniko (povečamo število plodov).
- Največja skupna masa plodov je bila ugotovljena pri neokuženih drevesih sort 'Fuji', 'Braeburn', 'Gala', 'Elstar' in 'Zlati delišes'.
- Največji delež plodov I. kakovostnega razreda je bil ugotovljen na neokuženih drevesih vseh sedmih preskušanih sort.
- Najboljša obarvanost plodov je bila ugotovljena pri neokuženih drevesih vseh šestih preizkušanih sort.
- Glede na analizo plodov je bilo ugotovljeno, da je bila najvišja vsebnost TSS v plodovih (°Brix) neokuženih dreves i sort 'Braeburn', 'Gala', 'Elstar', 'Jonagold' in 'Idared'.
- Najvišja vsebnost kisline v plodovih (g/kg) je bila na podlagi analize plodov ugotovljena pri okuženih drevesih vseh sedmih preizkušanih sort v poskusu.
- Običajna praksa v nasadih naj bi bila, da bi z AP okužena drevesa redno odstranjevali in jih nadomeščali z novimi.

5 LITERATURA

- Brzin J, Lešnik M, Lešnik M, Mehle N, Petrovič N, Ravnikar M, Tojnko S. 2007. Expression of disease symptoms on different apple cultivars infected with apple proliferation Phytoplasma. Hmeljarski bilten, letnik 14, številka 1, str. 43-53. URN:NBN:SI:doc-M2FSGD0I from <http://www.dlib.si>
- Carraro L. in sod. 2004. The recovery phenomenon in apple proliferation – infected apple trees. *Journal of Plant Pathology* 86 (2): 141-146.
- Harzer U. 2003. Biologie und Auftreten der Apfeltriebsucht in Südwestdeutschland. *Obstbau* 4 (2003): 195-198.
- Jarausch B, Fuchs A, Schwind N, Krczal G, Jarausch W. 2007. *Cacopsylla picta* as most important vector for 'Candidatus Phytoplasma mali' in Germany and neighbouring regions. *Bullerin of insectology* 60(2): 189-190.

- Knapič V. 2013. Pomen obvladovanja vektorjev v epidemiologiji fitoplazemskih bolezni. Zbornik predavanj in referatov 11. Slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin z mednarodno udeležbo, Bled, 5.- 6. marec 2013: 190 – 200.
- Kunze L. 1976. The effect of different strains of apple proliferation on the growth and crop of infected trees. Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstwirtsch. Berlin-dahlem 170: 107-115.
- Kunze L. 1979. Damage of root system caused by apple proliferation. Mitt. Biolog. Bundes. Land. Berlin-Dahlem 191: 204-205.
- Lavina A, Sabate J, Battle A. 2011. 'Candidatus Phytoplasmas mali': identification of potencial insect vectors in Spanish apple orchards. Bulletin of insectology 64: S125-S126.
- Lešnik M, Ravnikar M, Mehle N, Brzin J, Lešnik M. 2009. Obseg prenosa fitoplazme AP (Candidatus Phytoplasma mali) v odvisnosti od načina cepljenja. Zbornik predavanj in referatov 9. Slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin z mednarodno udeležbo, Nova Gorica, 4.- 5. marec 2009: 249-254.
- Musetti R. in sod. 2004. Recovery in apple trees infected with the apple proliferation Phytoplasma: an ultrastructural and biochemical study. Phytopathology 94: 203-208.
- Brzin J. in sod. 2001. Prvi rezultati laboratorijskih analiz zastopanosti fitoplazem na sadnem drevju in vinski trti. Zbornik predavanj in referatov 5. slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin v Čatežu ob Savi od 6. do 8. marca 2001: 217-221
- Seemüller E. 1990. Apple proliferation. Compendium of apple and pear diseases. pp. 67-68. American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota, USA.
- Seemüller E. in sod. 1998. Current status of molecular classification of the Phytoplasmas. Journal of Plant pathology 80: 3-26.
- Seemüller E, Berwarth C, Dickler E. 2003. Die Apfeltriebsucht wird durch Blattsauger übertragen. Obstbau 4 2003: 212-214.
- Seljak G, Petrovič N. 2001. Pregled razširjenosti in stanje raziskanosti fitoplazmatskih bolezni vinske trte in sadnega drevja v Sloveniji. Sodobno kmetijstvo 11-12 (34): 466-471.
- Smith M. in sod. 1988. European Handbook of Plant Diseases. Blackwell Scientific Publications, EPPO, Oxford: 118-120.
- Žafran Z. Vpliv uporabe rastnega regulatorja proheksadion-Ca na oblikovanje pridelka jablan (*Malus domestica* Borkh.) okuženih s fitoplazmo Candidatus Phytoplasma mali. Magistrsko delo, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede Univerze v Mariboru. Maribor, 2009: 49 str.

MOŽNOSTI OBVLADOVANJA SADNIH GNILOB PRI BRESKVAH IN NEKTARINAH – TUDI Z UPORABO FITOFARMACEVTSKIH SREDSTEV

Ivan ŽEŽLINA¹, Mojca ROT², Marko DEVETAK³, Branko CARLEVARIS⁴, Alenka
MUNDA⁵

¹⁻⁴KGZS, Kmetijsko gozdarski zavod Nova Gorica

⁵Kmetijski inštitut Slovenije, Ljubljana

IZVLEČEK

V zadnjih letih sadna monilija (*Monilinia fructigena*) in plodova monilija (*Monilinia fructicola*) pridelovalcem breskev, nektarin in drugega koščičastega sadja povzročata večjo škodo in občuten izpad pridelka. Poleg tehničnih in tehnoloških rešitev (kapljično namakanje in ustrezna higiena v nasadih), ki bodo za uspešno obvladovanje gnilob nujne, težavo pri obvladovanju gnilob predstavlja tudi odpornost monilij na nekatere fungicide in premajhna učinkovitost registriranih fungicidov na sadne gnilobe. Z namenom ugotavljanja dejanske učinkovitosti fitofarmaceutskih sredstev (FFS) na sadno monilijo in plodovo monilijo, smo v letu 2016 izvedli škropilni poskus v nasadu breskev, kjer smo v prejšnjih letih zaznali močan pojav sadnih gnilob. Preizkušali smo nekatera registrirana FFS v Sloveniji in nekatera FFS, ki so za te namene registrirana v sosednjih državah. V prispevku so predstavljeni rezultati poskusa, njihova primerjava s podobnim poskusom v Italiji in strategija obvladovanja sadnih gnilob v nasadih breskev in nektarin v prihodnje.

Ključne besede: sadne monilije, škropilni poskus, učinkovitost preiskušanih FFS

ABSTRACT

CONTROL OF FRUIT ROT ON PEACHES AND NECTARINES - EVEN WITH THE USE OF PLANT PROTECTION PRODUCTS

In recent years, brown fruit rots (*Monilinia fructigena* and *Monilinia fructicola*) cause significant damage and significant crop failure on peaches, nectarines and other stone fruits. Beside technical and technological solutions (drip irrigation and appropriate hygiene measures in plantations) which will be necessary for successful controlling of brown rots, the main open question in the control of brown rots represents also resistance on some fungicides and lack of effectiveness of fungicides against brown rots. In order to evaluate the actual effectiveness of PPP, efficacy field trial against

¹ dr., univ. dipl. ing. agr., Pri hrastu 18, SI-5000 Nova Gorica, e-pošta: ivan.zezlina@go.kgzs.si

² univ. dipl. ing. agr., prav tam

³ dr., univ. dipl. ing. agr., prav tam

⁴ dipl. ing. agr., prav tam

⁵ dr., univ. dipl. ing. agr., Hacquetova 17, SI-1000 Ljubljana

brown rots was conducted during 2016 in one peach orchard where we noticed powerful fruit rots infestation in previous years. We tested some fungicides approved in Slovenia and some fungicides approved for the control of brown fruit rots in neighbouring countries. The paper presents the results of the experiment, their comparison with similar attempts in Italy and strategy control of fruit rots in the peach and nectarine orchards in the future.

Key words: brown fruit rots, spraying field trial, efficacy of tested phytopharmaceutical products

1 UVOD

Plodova monilija (*Monilinia fructicola*) je tujerodna vrsta, ki je bila v Evropo vnesena leta 2001. V Sloveniji je bila potrjena leta 2009 (Munda in Viršček-Marn, 2010). Od leta 2013 naprej ugotavljamo, da se na Goriškem vse bolj širi in pri tem izpodriva druge, sorodne, povzročiteljice bolezni. Tako je v letu 2016 kar 97 odstotkov vzorcev obolelih plodov breskev in nektarin s tega območja okužila *M. fructicola* (Munda, osebna komunikacija, 2016) in le neznaten delež drugi dve vrsti (*M. laxa* in *M. fructigena*). Glivo smo potrdili tudi v severovzhodni in jugovzhodni Sloveniji.

Zaradi hitrega širjenja vrste *M. fructicola* in njene velike agresivnosti se pridelovalci breskev in nektarin soočajo s precejšnjimi težavami v pridelavi in velikim izpadom pridelka. Pojavljajo se neobičajna bolezenska znamenja, kot so gnitje plodičev in nezrelih plodov, ter latentne okužbe, zaradi katerih plodovi intenzivno gnijejo tudi med skladiščenjem in transportom (Hong in sod., 1997). Z namenom ugotavljanja učinkovitosti posameznih aktivnih snovi in programov škropljenja ter priprave strategije obvladovanja plodove monilije, smo v letu 2016 izvedli škropilni poskus.

2 MATERIALI IN METODE

Poskus smo izvajali v sadovnjaku breskev, lastnik Franc Živec, Vitovlje 83 b, 5261 Šempas. V sadovnjaku je poleg sorte 'Rome star' zasajenih še nekaj drugih sort breskev. Poskus je bil zasnovan bločno, z osmimi obravnavami v treh ponovitvah. V posameznem obravnavanju so bila tri drevesa. Razporeditev obravnavanj je bila naključna.

Preglednica 1: Imena pripravkov, aktivnih snovi in ostali podatki uporabljenih pripravkov v poskusu proti sadnim gnilobam na breskvah.

Table 1: Names of products, active ingredients and other data about phytopharmaceutical products used against brown fruit rots on peaches.

	ime pripravka	aktivna snov	formulacija	pripravek ml, g /ha	čas tretiranja
I	Kontrola - netretirano	/	/	/	
II	Switch 62,5 WG	ciprodinil, fludioksonil	WG	800	(v prilogi)
III	Folicur EW 250	tebukonazol	EW	400	(v prilogi)

	Switch 62,5 WG Prolectus	ciprodinil, fludioksonil fenpirazamin	WG WG	800 1200	
IV	Rovral aquaflo Rovral aquaflo Prolectus	iprodition iprodition fenpirazamin	SC SC WG	2250 2250 1200	(v prilogi)
V	Luna Experience	fluopiram, tebukonazol	SC	600	(v prilogi)
VI	Nativo 75 WG	tebukonazol, trifloksistrobin	WG	200	(v prilogi)
VI I	Geoxe	fludioksonil	WG	450	(v prilogi)
VI II	Embrelia	izopirazam, difenokonazol	SC	1000	(v prilogi)

Tretiranja so bila izvedena po načelu dobre kmetijske prakse in EPPO standardov, ročno z motornim nahrbtnim pršilnikom model Stihl SR 420. Uporabili smo 900 l vode/ha.

V letu 2016 je množina padavin na agrometeorološki postaji v Biljah – Nova Gorica v aprilu znašala 73,4 mm, v maju 123,5 mm, v juniju 162,4 mm in julija 67,8 mm. V aprilu je bila množina padavin v primerjavi z dolgoletnim povprečjem nekoliko nižja, v maju in juniju pa je bila množina padavin v primerjavi z dolgoletnim povprečjem približno enaka.

78

Preglednica 2: Uporabljena FFS in odmerki, ki smo jih uporabili proti glivičnim obolenjem; datumi škropljenj.

Table 2: Phytopharmaceutical products and concentrations used against fungal diseases; dates of treatments.

	Program		Odmerek (g/ml/ha)	Datum škropljenj
	FFS za zatiranje sadnih gnilob	FFS za zatiranje ostalih obolenj		
	Kontrola - netretirano			
1.	/	Cuprablau Z 35 WP	2000	19.02.2016
2.	/	Ziram 76 WG	3000	22.02.2016
3.	/	močljivo žveplo	7000	17.05.2016
4.	/	Steward + močljivo žveplo	170, 7000	03.06.2016
5.	/	močljivo žveplo	7000	29.06.2016
6.	/	Ecodian CM	2000 kom.	30.06.2016
II.	Switch 62,5 WG			
1.		Cuprablau Z 35 WP	2000	19.02.2016
2.		Ziram 76 WG	3000	22.02.2016
3.		močljivo žveplo	7000	17.05.2016
4.		Steward + močljivo žveplo	170, 7000	03.06.2016
5.	Switch 62,5 WG	/	800	06.06.2016
6.		močljivo žveplo	7000	29.06.2016

7.		Ecodian CM		2000 kom.	30.06.2016
8.	Switch 62,5 WG	/	800		19.07.2016
	Switch 62,5 WG	/	800		28.07.2016
III. Folicur EW 250/ Switch 62,5 WG/ Prolectus					
1.		Cuprablau Z 35 WP		2000	19.02.2016
2.		Ziram 76 WG		3000	22.02.2016
3.		močljivo žveplo		7000	17.05.2016
4.		Steward + močljivo žveplo		170, 7000	03.06.2016
5.	Folicur EW 250	/	400		06.06.2016
6.		močljivo žveplo		7000	29.06.2016
7.		Ecodian CM		2000 kom.	30.06.2016
8.	Switch 62,5 WG	/	800		19.07.2016
9.	Prolectus	/	1200		28.07.2016
IV. Rovral aquaflo/ Rovral aquaflo/ Prolectus					
1.		Cuprablau Z 35 WP		2000	19.02.2016
2.		Ziram 76 WG		3000	22.02.2016
3.		močljivo žveplo		7000	17.05.2016
4.		Steward + močljivo žveplo		170, 7000	03.06.2016
5.	Rovral aquaflo	/	2250		06.06.2016
6.		močljivo žveplo		7000	29.06.2016
7.		Ecodian CM		2000 kom.	30.06.2016
8.	Rovral aquaflo	/	2250		19.07.2016
9.	Prolectus	/	1200		28.07.2016
V. Luna experience					
1.		Cuprablau Z 35 WP		2000	19.02.2016
2.		Ziram 76 WG		3000	22.02.2016
3.		močljivo žveplo		7000	17.05.2016
4.		Steward + močljivo žveplo		170, 7000	03.06.2016
5.	Luna experience	/	600		06.06.2016
6.		močljivo žveplo		7000	29.06.2016
7.		Ecodian CM		2000 kom.	30.06.2016
8.	Luna experience	/	600		19.07.2016
9.	Luna experience	/	600		28.07.2016
VI. Nativo 75 WG					
1.		Cuprablau Z 35 WP		2000	19.02.2016
2.		Ziram 76 WG		3000	22.02.2016
3.		močljivo žveplo		7000	17.05.2016
4.		Steward + močljivo žveplo		170, 7000	03.06.2016
5.	Nativo 75 WG	/	200		06.06.2016
6.		močljivo žveplo		7000	29.06.2016

7.		Ecodian CM		2000 kom.	30.06.2016
8.	Nativo 75 WG	/	200		19.07.2016
9.	Nativo 75 WG	/	200		28.07.2016
VII					
Geoxe					
1.		Cuprablau Z 35 WP		2000	19.02.2016
2.		Ziram 76 WG		3000	22.02.2016
3.		močljivo žveplo		7000	17.05.2016
4.		Steward + močljivo žveplo		170, 7000	03.06.2016
5.	Geoxe	/	450		06.06.2016
6.		močljivo žveplo		7000	29.06.2016
7.		Ecodian CM		2000 kom.	30.06.2016
8.	Geoxe	/	450		19.07.2016
9.	Geoxe	/	450		28.07.2016
VII					
Embrelia					
1.		Cuprablau Z 35 WP		2000	19.02.2016
2.		Ziram 76 WG		3000	22.02.2016
3.		močljivo žveplo		7000	17.05.2016
4.		Steward + močljivo žveplo		170, 7000	03.06.2016
5.	Embrelia	/	1000		06.06.2016
6.		močljivo žveplo		7000	29.06.2016
7.		Ecodian CM		2000 kom.	30.06.2016
8.	Embrelia	/	1000		19.07.2016
9.	Embrelia	/	1000		28.07.2016

80

Drevesa smo proti sadnim gnilobam škropili trikrat, prvič v času trdenja koščice (6. junija 2016), drugič od 21 do 14 dni pred obiranjem (19. julija 2016) in tretjič 7 dni pred obiranjem (28. julija 2016).

Poskus smo na terenu ocenili štirikrat, in sicer 21. in 27. julija 2016 ter 1. in 4. avgusta 2016. V vsakem od obravnavanj v posameznem bloku smo na sredinskem drevesu prešteli vse plodove, ki so bili okuženi z eno izmed gnilob ter plodove odstranili z dreves.

1. avgusta 2016 smo pri vsakem od obravnavanj s sredinskega drevesa pobrali 35 vizualno zdravih plodov in jih v ustreznih zabojih skladiščili v hladilnici. Skladiščene plodove smo pregledali po treh dneh (4. avgusta 2016) in po sedmih dneh (8. avgusta 2016) in na njih iskali okužbe z eno izmed gnilob. Vsakič smo okužene plodove prešteli in jih iz zabojev odstranili. Učinkovitost je bila izračunana po Abbot-ovi formuli.

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

Prikazani so rezultati učinkovitosti vseh škropilnih programov, in sicer učinkovitosti, ki smo jo ocenili neposredno na drevesih, učinkovitosti omenjenih škropilnih programov na skladiščenih plodovih v hladilnici in združena ocena učinkovitosti (ocena na drevesih in v hladilnici).

Preglednica 3: Rezultati učinkovitosti različnih škropilnih programov (program Switch, program Folicur-Switch-Prolectus, program Rovral-Rovral-Prolectus, program Luna Ex., program Nativo, program Geoxe in program Embrelia) na sadne gnilobe (navadna sadna gniloba in plodova monilija) na breskvah (ocena na terenu, štiri pregledi).

Table 3: Results of different spraying programs efficacy on brown fruit rot on peaches (four field assessment).

SREDSTVO, PROGRAM	prisotnost sadnih gnilob (v %)				učinkovitost (v %)
	1	2	3	povprečje	
Switch 62,5 WG	26,5	15,5	21,3	21,1	54,3
Folicur/Switch/Prolectus	32,6	41,2	36,5	36,8	20,5
Rovral/Rovral/Prolectus	13,0	18,8	38,0	23,2	49,7
Luna experience	16,5	34,7	3,3	18,2	60,7
Nativo 75 WG	17,6	22,9	17,2	19,2	58,5
Geoxe	40,3	9,2	24,3	24,6	46,8
Embrelia	18,9	18,2	24,8	20,6	55,4
Kontrola	60,4	44,6	33,7	46,2	/

81

Preglednica 4: Rezultati učinkovitosti različnih škropilnih programov (program Switch, program Folicur-Switch-Prolectus, program Rovral-Rovral-Prolectus, program Luna Ex., program Nativo, program Geoxe in program Embrelia) na sadne gnilobe (navadna sadna gniloba in plodova monilija) na breskvah (ocena v hladilnici, dva pregleda).

Table 4: Results of different spraying programs efficacy on brown fruit rot on peaches (two assessment in cold store).

SREDSTVO, PROGRAM	prisotnost sadnih gnilob (v %)				učinkovitost (v %)
	1	2	3	povprečje	
Switch 62,5 WG	5,7	5,7	5,7	5,7	64,7
Folicur/Switch/Prolectus	5,7	5,7	5,7	5,7	64,7
Rovral/Rovral/Prolectus	2,9	0,0	2,9	1,9	88,2
Luna experience	5,7	0,0	0,0	1,9	88,2
Nativo 75 WG	0,0	2,9	0,0	1,0	94,1
Geoxe	0,0	0,0	0,0	0,0	100
Embrelia	0,0	5,7	5,7	3,8	76,5
Kontrola	37,1	5,7	5,7	16,2	/

Preglednica 5: Rezultati učinkovitosti različnih škropilnih programov (program Switch, program Folicur-Switch-Prolectus, program Rovral-Rovral-Prolectus, program Luna Ex., program Nativo, program Geoxe in program Embrelia) na sadne gnilobe (navadna sadna gniloba in plodova monilija) na breskvah (združeni podatki ocen na terenu in v hladilnici).

Table 5: Results of different spraying programs efficacy on brown fruit rot on peaches (aggregated data of field assessment and assessment in cold store).

SREDSTVO, PROGRAM	pon	Število plodov			% zdravih plodov	% gnilih plodov	% učinkovitosti
		vsi plodovi	gnili teren	gnili sklad.			
Switch 62,5 WG	1	147	39	2	72,11	27,89	
	2	200	31	2	83,50	16,50	
	3	150	32	2	77,33	22,67	
	skup.	497	102	6	X=77,65	X=22,35	55,0
Folicur/Switch/Prolectus	1	141	46	2	65,96	34,04	
	2	119	49	0	58,82	41,18	
	3	137	50	2	62,04	37,96	
	skup.	397	145	4	X=62,27	X=37,73	24,1
Rovral/Rovral/Prolectus	1	162	21	1	86,42	13,58	
	2	256	48	0	81,25	18,75	
	3	150	57	1	61,33	38,67	
	skup.	568	126	2	X=76,33	X=23,6	52,5
Luna experience	1	115	19	2	81,74	18,26	
	2	176	61	0	65,34	34,66	
	3	209	7	0	96,65	3,35	
	skup.	500	87	2	X=81,24	X=18,76	62,24
Nativo	1	188	33	0	82,45	17,55	
	2	179	41	1	76,54	23,46	
	3	204	35	0	82,84	17,16	
	skup.	571	109	1	X=80,61	X=19,39	60,9
Kontrola	1	159	96	13	31,45	68,55	
	2	168	75	2	54,16	45,83	
	3	196	66	2	65,31	34,69	
	skup.	523	237	17	X=50,31	X=49,69	/

SREDSTVO, PROGRAM	pon	Število plodov			% zdravih plodov	% gnilih plodov	% učinkovitosti
		vsi plodovi	gnili teren	gnili sklad.			
Geoxe	1	159	64	0	59,75	40,25	
	2	260	24	0	90,77	9,23	
	3	173	42	0	75,72	24,28	
	skup.	592	130	0	X=75,41	X=24,59	50,5
Embrelia	1	143	27	0	81,12	18,88	
	2	55	10	2	81,82	18,18	
	3	161	40	2	75,16	24,84	
	skup.	359	77	4	X=79,37	X=20,63	58,4

Pri oceni učinkovitosti programov škropljenja v sadovnjaku so več kot 50 % učinkovitost dosegli sledeči programi škropljenja: Luna experience (fluopiram, tebukonazol), Nativo 75WG (tebukonazol, trifloksistrobin), Embrelia (izopirazam, difenokonazol) in Switch 62,5 WG (ciprodinil, fludioksonil).

Učinkovitost programov škropljenja, ki smo jo ugotovili na skladiščenih plodovih v hladilnici, je bila največja pri programih Geoxe (fludioksonil), Nativo 75 WG (tebukonazol, trifloksistrobin), Luna experience (fluopiram, tebukonazol), Rovral/Rovral/Prolectus (iprodition, fenpirazamin) in je presegla 88 %.

Skupna učinkovitost (ocena v sadovnjaku in v hladilnici) je bila največja pri programu Luna experience (fluopiram, tebukonazol), Nativo 75 WG (tebukonazol, trifloksistrobin), Embrelia (izopirazam, difenokonazol) in Switch 62,5 WG (ciprodinil, fludioksonil) ter je presegla 62 %.

Predočene rezultate poskusa smo primerjali s podobnimi, dolgoletnimi rezultati iz poskusov, ki so bili narejeni v Italiji (Ceredi in sod., 2012) ter ugotovili, da so izsledki primerljivi. Zaradi večje kredibilnosti pa je potrebno poskus v letu 2017 ponoviti.

5 SKLEPI

Zaradi večje pojavnosti sadnih gnilob v sadovnjakih v Sloveniji in predvsem agresivnega širjenja plodove monilije je nujno, da poleg uporabe ustreznih FFS vzdržujemo tudi ustrezno higieno v nasadih (odstranjevanje mumij itd...), namesto klasičnega uvedemo kapljično namakanje, škropljenja izvedemo v ustreznih terminih in upoštevamo protirezistenčno strategijo ter uporabljamo nove aktivne snovi, ki so registrirane za namene obvladovanja sadnih gnilob. Zelo pomembna je tudi izmenjava izkušenj s strokovnjaki v Sloveniji in tujini.

6 LITERATURA

Ceredi, G., Franceschelli, F., Cavazza, F., Rossi, R., Antoniaci, L., Bugiani, R., 2012. Efficacia dei trattamenti in pre-raccolta per il contenimento di *Monilia laxa* e *Monilia fructicola* su pesco. ATTI Giornate Fitopatologiche, 2: 291-298

Ljubljana, Društvo za varstvo rastlin Slovenije (Plant Protection Society of Slovenia), 2017

- Hong, C. X., Holtz, B. A., Morgan, D. P., Michailides, T. J., 1997. Significance of thinned fruit as a source of the secondary inoculum of *Monilinia fructicola* in California nectarine orchards. *Plant disease*, 81: 519-524
- Munda, A., Viršček Marn, M., 2010. First report of brown rot caused by *Monilinia fructicola* affecting peach orchards in Slovenia. *Plant disease*, 94: 1166
- Munda, A., 2016. Kmetijski inštitut Slovenije, Hacquetova 17, 1000 Ljubljana, osebna komunikacija.

VPLIV MEHANIČNEGA ODSTRANJEVANJA LISTJA NA ZMANJŠANJE INFEKCIJSKEGA POTENCIALA JABLANOVEGA ŠKRLUPA (*Venturia inaequalis*)

Jože MIKLAVC¹, Boštjan MATKO², Miro MEŠL³, Marjeta MIKLAVC⁴, Biserka
DONIK PURGAJ⁵

Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije, Zavod Maribor

IZVLEČEK

V letih 2015 in 2016 smo preizkušali mehanično metodo zmanjšanja infekcijskega potenciala jablanovega škrlupa (*Venturia inaequalis*). Primerjani so bili štirje postopki: metoda grabljenja listja pod drevesi z mulčenjem v kombinaciji z rednim škropljenjem in brez škropljenja, redno škropljenje brez odstranjevanja listja in neškropljeno brez odstranjevanja listja. V letu 2016 smo preizkusili metodo odstranjevanja listja še v kombinaciji s pripravkom Cuprablau Z 35 WP, s pripravkom Cuprablau Z 35 WP z dodatkom gnojila Urea ter pripravkom Cuprablau Z 35 WP, Urea in pripravkom Boom efekt. Pripravek Cuprablau Z 35 WP in gnojilo Urea sta bila tretirana foliarno, pripravek Boom efekt pa talno. Škropljenja so bila opravljena jeseni 2015. V letu 2015 je bila stopnja okužbe v kontroli - neškropljeno brez odstranjevanja listja; na listju 76,83 %, na plodovih 79,43 %, v kontroli - neškropljeno z odstranjevanjem listja na listju; 27,08 %, na plodovih 34,03 %. V postopku škropljeno z odstranjevanjem listja je bila stopnja okužbe na listju 0,12 %, na plodovih 0,12 %, v postopku škropljeno brez odstranjevanja listja na listju 4,18 %, na plodovih 1,04 %. V letu 2016 je bila stopnja okužbe na listju v postopku kontrola - neškropljeno z odstranjevanjem listja 28,2 %, v postopku kontrola - neškropljeno brez odstranjevanja listja pa 57,4 %. Najnižja stopnja okužbe je bila ugotovljena pri dveh postopkih: a) odstranjevanje listja v kombinaciji s pripravkom Cuprablau Z 35 WP - 0,3 %; b) odstranjevanje listja v kombinaciji s pripravkom Cuprablau Z 35 WP, gnojilom Urea in pripravkom Boom Efekt - 0,59 %.

Ključne besede: jablana, jablanov škrlup, stopnja okužbe

ABSTRACT

EFFECT OF MECHANICAL LEAF REMOVAL ON REDUCING THE INFECTION POTENTIAL OF APPLE SCAB (*Venturia inaequalis*)

¹ mag. agr. znan., Vinarska ulica 14, SI-2000 Maribor, e-pošta: joze.miklavc@kmetijski-zavod.si

² univ. dipl. inž. agr., prav tam

³ univ. dipl. inž. agr., prav tam

⁴ univ. dipl. inž. agr., prav tam

⁵ dipl. inž. agr., Sadjarski center Maribor, Gačnik 77, SI-2211 Pesnica pri Mariboru

In the years 2015 and 2016, we tested the mechanical method of reducing the infection potential of apple scab (*Venturia inaequalis*). The leaves were destroyed with interline sweeper and lawnmower mounted on the tractor. We compared the four methods: the method of mechanical destroying of the leaves in combination with spraying and no spraying, spraying without destroying the leaves and unsprayed control without destroying the leaves. In 2016 we tested method of mechanical destroying of the leaves in combination with the fungicide Cuprablau Z 35 WP and with the fungicide Cuprablau Z 35 WP with the addition of Urea fertilizer and fungicide Cuprablau Z 35 WP with addition of fertilizer Urea and herbicide Boom effect. In 2015, the level of infection in unsprayed control without destroying the leaves was on leaves 76.83 % and on the fruits 79.43 %. In unsprayed control with destroying the leaves, the level of infections on leaves was 27.08 % and on fruits 34.03 %. Level of infection on spraying with destroying the leaves was on the leaves 0.12 % and on fruits 0.12 %, in spraying without destroying the leaves was on leaves 4.18 % and 1.04 % on fruits. In 2016, the level of infection on the leaves in the unsprayed control with destroying the leaves was 28.2 %, in unsprayed control without destroying the leaves was 57.4 %. The lowest level of infection was observed in the following methods: a) destroying the leaves in combination with the fungicide Cuprablau Z 35 WP - 0.3 %; b) destroying the leaves in combination with the fungicide Cuprablau Z 35 WP, Urea fertilizer and herbicide Boom effect - 0.59 %.

86

Key words: apple, apple scab, level of infection

1 UVOD

Jablanov škrlup (*Venturia inaequalis*) je najpomembnejša glivična bolezen na jablani. V obdobju primarnih okužb lahko sadjarji na območju severovzhodne Slovenije povprečno računajo z 17 izbruhi askospor. Sadjarji lahko v obdobju primarnih okužb računajo z 11 primarnimi okužbami, od tega s 6 močnimi, 3 srednjimi in 2 šibkima okužbama (povprečje 1979–2015 – velja za Maribor).

Pri zatiranju jablanovega škrlupa je treba upoštevati infekcijski potencial bolezni. V primeru, da je v jeseni več kot 10 % poganjkov (bohotivk) okuženih z jablanovim škrlupom na listju, lahko računamo z velikim potencialom bolezni oziroma množičnimi izbruhi askospor povzročitelja jablanovega škrlupa v obdobju primarnih okužb. Še posebno je kritično obdobje po končanem cvetenju jablan, ko je prirast listja najintenzivnejši.

Za zmanjšanje potenciala bolezni je priporočljivo v jesenskem obdobju odpadlo listje odstraniti iz nasada s strojem za odstranjevanje odpadlega listja izpod dreves in ga nato mulčiti. Omenjeni ukrep se lahko izvede tudi v pomladanskem obdobju.

Glede na množično uvajanje in uporabo strojev za odstranjevanje listja izpod dreves v zadnjih letih, je bilo potrebno preučiti vpliv različnih ukrepov za zmanjšanje potenciala jablanovega škrlupa, ki jih sadjarji že uporabljajo v praksi.

2 MATERIAL IN METODE DE LA

Poskus je bil izveden v nasadu jablan sorte 'Gala' v Sadjarskem centru Maribor v Pesnici pri Mariboru. Nasad je velik skupaj 1,0 ha, velikost poskusa je bila 6,5 ar. Medvrstna razdalja je bila 3,5 m, vrstna pa 0,9 m.

Preglednica 1: Uporabljeni postopki v letu 2015.

	Datum		
1. Neškropljeno – nepometano	15.10. 2014	25.10.2014	Talno škropljenje
2. Neškropljeno - pometano	Foliarno	Boom efekt 3,0 l/ha	pometano
3. Škropljeno - pometano	3,0 kg/ Cuprablau Z +	40 kg Urea /ha/ +	30.3. 2015
4. Škropljeno - nepometano	24 kg Urea / ha	400 l/ha vode	

V letu 2014 so je bilo izvedeno foliarno škropljenje (15.10.2014) s pršilnikom Zupan DTM s porabo vode 500 L/ha s šobami Albuz rumena, s pritiskom 12 barov. Talno tretiranje (25.10.2014) je bilo izvedeno s škroplilnico Zupan model Derby, ob porabi vode 200 L/ha, šoba je bila 11004, OT 4, ob pritisku 2,5 bara. V letu 2015 je bilo izvedeno za zatiranje bolezni in škodljivcev skupaj 14 škropljenj. Vsa škropljenja so bila opravljena s pršilnikom Zupan DTM ob porabi vode 200 L/ha.

87

Preglednica 2: Uporabljeni pripravki, odmerki ter datumi škropljenj v letu 2016.

	Foliarno tretiranje 21.10.2015	Talno tretiranje 18.11.2015	
1.Kontrola (P)			21.3.2016 Pometano
2.Urea + Cuprablau Z (P)	40 kg/ha + 2,0 kg/ha		
3.Cuprablau Z (P)	2,0 kg/ha		
4. Urea + Cuprablau Z + Boom efekt + Urea (P)	40 kg/ha + 2,0 kg/ha	3,0 l/ha + 30 kg Urea	
5. Kontrola (N)			
6. Urea + Cuprablau Z (N)	40 kg/ha + 2,0 kg/ha		
7. Cuprablau Z (N)	2,0 kg/ha		
8. Urea + Cuprablau Z + Boom efekt + Urea (N)	40 kg/ha + 2,0 kg/ha	3,0 l/ha + 30 kg Urea	

V letu 2015 je bilo opravljeno foliarno škropljenje (21.10. 2015) s pršilnikom Zupan s porabo vode 711 L/ha s šobami Albuz rumena, s pritiskom 6 barov. Talno tretiranje (18.11.2015) je bilo izvedeno s pomočjo nahrbtnne škroplilnice Gloria, ob porabi vode 150 L/ha, šoba je bila Teejet 8002, ob pritisku 2,0 bara. V letu 2016 je bilo izvedeno za

zatiranje bolezni in škodljivcev skupaj 15 škropljenj. Vsa škropljenja so bila opravljena s pršilnikom Zupan DTM ob porabi vode 200 L/ha.

Mehanično odstranjevanje listja pod drevesi je bilo izvedeno v obeh letih s čistilcem za čiščenje vej in listja dreves izpod dreves proizvajalca Zupan, v letu 2015 30. marca, v letu 2016 21. marca.

Rezultate poskusa smo v obeh letih pridobili tako, da smo za vsako varianto ocenili 100 listov, za 4 ponovitve 400 listov, z oceno od 1 do 5 glede na intenziteto okužbe. Za ocenitev intenzitete okužbe na plodovih je bila uporabljena lestvica od 1 do 3. Stopnje okužbe so bile izračunane po Townsend in Heubergerju in tudi učinkovitost po Abbottu. Za statistično obdelavo podatkov je bila uporabljena ANOVA in Duncanov test.

3 REZULTATI

Rezultati poskusa v letih 2015 in 2016 so pokazali, da mehanično drobljenje listja vpliva na infekcijski potencial jablanovega škrlupa. V neškropljeni kontroli pometano je bila stopnja okužbe na listju 27,08 %, na plodovih 34,03 %, v kontroli nepometano pa 76, 83 % na plodovih in 79, 43 %. Odstotek plodov s pegami škrlupa je bil v postopku škropljeno – pometano 0,35 % v postopku škropljeno - nepometano 2,78 %. Pri pridelku 30 ton na hektar to pomeni izgubo pridelka 105 kg napram 834 kg jabolk.

88

Preglednica 3: Stopnja okužbe na listju v %, datum ocenitve 4. september 2015, sorta 'Gala'.

Kemični pripravek	Stopnja okužbe na listju v %					Učink. %
	I	II	III	IV	Povpr.	
1. Kontrola - nepometano	69,8	74,2	97,1	66,2	76,83	
2. Kontrola pometano	27,6	26,1	28,7	25,9	27,08	64,8
3. Škropljeno - pometano	0,46	0	0	0	0,12	99,9
4. Škropljeno - nepometano	1,25	1,27	5,71	8,5	4,18	94,6

* statistična analiza zaradi nehomogenih varianc ni bila izvedena

Preglednica 4: % okuženih listov po posameznih postopkih, datum ocenitve 4. september 2015, sorta 'Gala'.

Kemični pripravek	% okuženih listov					Učink. %	Statistična primerjava
	I	II	III	IV	Povpr.		
1. Kontrola - nepometano	85,5	94,5	87,3	91,3	89,65		d
2. Kontrola pometano	40	58,2	49,1	51,7	49,75	44,5	c
3. Škropljeno - pometano	1,4	0	0	0	0,35	99,6	a
4. Škropljeno - nepometano	6,3	4,7	10,7	15,2	9,23	89,7	b

Preglednica 5: Stopnja okužbe na plodovih v %, datum ocenitve 4. september 2015, sorta 'Gala'.

Kemični pripravek	Stopnja okužbe na plodovih v %					Učink. %	Statistična primerjava
	I	II	III	IV	Povpr.		
1. Kontrola -nepometano	73,3	78,2	84,3	81,9	79,43		C
2. Kontrola pometano	27,8	19,4	56,7	32,2	34,03	57,2	B
3. Škropljeno - pometano	0,46	0	0	0	0,12	99,9	A
4. Škropljeno - nepometano	1,1	1,6	0,37	1,1	1,04	98,7	A

* arc sin transformacija podatkov

Preglednica 6: % okuženih listov po posameznih postopkih, datum ocenitve 4. september 2015, sorta 'Gala'.

Kemični pripravek	% okuženih plodov v %					Učink. %	Statistična primerjava
	I	II	III	IV	Povpr.		
1. Kontrola -nepometano	89,1	90,1	94,3	91,2	91,18		C
2. Kontrola pometano	38,2	23,6	69,1	43,1	43,50	52,3	B
3. Škropljeno - pometano	1,4	0	0	0	0,35	99,6	A
4. Škropljeno - nepometano	3,2	4,7	1,6	1,6	2,78	97,0	A

* arc sin transformacija podatkov

Preglednica 7: Stopnja okužbe na plodovih v %, datum ocenitve 9. september 2016, sorta 'Gala'.

Kemični pripravek	Stopnja okužbe v %					Učink. v %	Statistična primerjava*	
	oz. »program«	I	II	III	IV			Povpr.
1. Kontrola P		35,2	15,2	38,8	23,6	28,20	50,9	e
2. Urea + Cuprablau Z P	0,8/	0,4	0,4	1,2	0,8	0,80	98,6	abc
3. Cuprablaz Z P		0,4	0,4	0,4	0	0,30	99,5	a
4. Urea + Cuprablau Z + Boom+ Urea P		0,4	1,18	0,4	0,4	0,59	99,0	ab
5. Kontrola N		54	61,6	52,8	61,2	57,40	-	d
6. Urea + Cuprablau Z N		1,6	1,2	0,4	1,96	1,29	97,8	bc
7. Cuprablaz Z N		0,8	2,4	1,6	1,6	1,60	97,2	c
8. Urea + Cuprablau Z + Boom + Urea N		1,6	1,3	1,2	1,5	1,40	97,6	c

* Uporabljena logaritemska transformacija podatkov

V letu 2016 je bila stopnja okužbe na listju v postopku kontrola - neškropljeno z odstranjevanjem listja 28,2 %, v postopku kontrola - neškropljeno brez odstranjevanja listja pa 57,4 %. Najnižja stopnja okužbe je bila ugotovljena pri dveh postopkih: a)

odstranjevanje listja v kombinaciji s pripravkom Cuprablau Z 35 WP - 0,3%; b) odstranjevanje listja v kombinaciji s pripravkom Cuprablau Z 35 WP, gnojilom Urea in pripravkom Boom Efekt in gnojilom Urea - 0,59%.

4 SKLEPI

Poskus je pokazal, da lahko z različnimi postopki zmanjšamo infekcijski potencial jablanovega škrlupa. Poskus je tudi potrdil izkušnje nekaterih sadjarjev v severovzhodni Sloveniji, ki izvajajo zgoraj preizkušane postopke, da je zaradi manjše ponudbe askospor jablanovega škrlupa v obdobju primarnih okužb, potrebno izvesti manj škropljenj. V tem primeru lahko škropilni program bazira samo na uporabi kontaktnih fungicidov, na katere gliva nima sposobnosti razviti odpornost, uporaba sistemskih sredstev pa je omejena le na obdobja po večdnevnim dežju.

MERITVE HITROSTI ZRAKA IN TOČNOSTI MANOMETROV PRI PRŠILNIKIH

Martin MAVSAR¹, Gregor LESKOŠEK², Rajko BERNIK³, Matej VIDRIH⁴,
Filip VUČAJNK⁵

¹Kmetijsko gozdarski zavod Novo Mesto, Novo mesto

²Hmeljarski inštitut Slovenije, Žalec

^{3,4,5}Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Ljubljana

IZVLEČEK

V letu 2016 smo na pršilnikih z aksialnimi ventilatorji in na pršilnikih z radialnimi ventilatorji izvedli meritve hitrosti zraka in točnosti manometrom. Za meritev hitrosti zraka smo uporabili merilno napravo Almemo 2290-2/3 in merilnik hitrosti vetra Schiltknecht. Točnost manometrov smo preverili z merilno napravo AAMS. Po opravljenih meritvah smo v nasadu jablan opravili še škropljenje z aksialnim pršilnikom.

Ključne besede: hitrost zraka, manometri, pršilniki, točnost.

91

ABSTRACT

MEASUREMENTS OF AIR VELOCITY AND MANOMETER ACCURACY BY ORCHARD SPRAYERS

In 2016 the measurements of air velocity and manometer accuracy were performed by orchards sprayers with axial fans and with radial fans. Measuring device Almemo 2290-2/3 and air velocity tester Schiltknecht were used for air velocity measurements. Accuracy of manometers was measured with AAMS manometer tester. After the measurements were finished, spraying with orchard sprayer with axial fan was carried on in the apple orchard.

Key words: air velocity, manometers, orchard sprayers, accuracy.

1 UVOD

Za škropljenje trajnih nasadov v Sloveniji prevladujejo pršilniki z aksialnim ventilatorjem. Pri pršilnikih z aksialnimi ventilatorji so večji volumski pretoki zraka in manjše izstopne hitrosti zraka (Bernik, 2005). Pri tem pa hitrost zraka ni simetrična

¹ univ. dipl. inž. agr., Šmihelska 14, SI-8000 Novo mesto, e-pošta: martin.mavsar@kgzs-zavodnm.si

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

³ prof. dr., Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana

⁴ doc. dr., prav tam

⁵ doc. dr., prav tam

na levi in desni strani pršilnika. Zaradi tega proizvajalci iščejo tehnične rešitve za izboljšavo te simetričnosti, kot so na primer dvojni ventilatorji, itd. Sama simetričnost hitrosti zraka na levi in desni strani pršilnika vpliva tudi na enakomernost nanosa fitofarmaceutskega sredstva (FFS) po višini drevesa. Pri pršilnikih z radialnimi ventilatorji so usmerniki zraka, s katerimi se lahko prilagodimo vzgojni obliki drevesa. Tangencialni ventilatorji imajo tako na levi kot tudi na desni strani nameščen po en ventilator po celotni višini škropljenja. Zato je pri teh ventilatorjih najbolj enakomerna hitrost zraka tako po višini škropljenja kot tudi levo-desno. Tako z radialnimi kot tudi tangencialnimi pršilniki bi lahko precej zmanjšali obseg zanašanja v trajnih nasadih (Lešnik, 2010). Za samo porabo vode na hektar je poleg ostalih tehničnih parametrov pomembna tudi točnost manometra. Kontrola točnosti manometra se opravi s preizkusnim manometrom na napravi sami ali z opremo za preizkušanje manometrov. Manometer na napravi lahko odstopa v mejah +/-0,2 bar pri delovnih tlakih med 1 in 2 baroma, pri delovnih tlakih višjih od 2 barov pa lahko odstopa v višini +/- 10 % dejanske vrednosti. Skala manometra mora imeti v merilnem območju 5-20 bar vrednost razdelka 1 bar (Pravilnik, 2013). Janežič (2009) je v obdobju 2000-2007 ugotavljal tehnične napake na škropilnicah na območju Grosuplja in Ivančne Gorice. Ugotovil, je da je bilo na manometrih 21 % vseh napak, kar je predstavljalo najvišji odstotek med vsemi napakami. Pri tem je šlo za neprimeren razdelek na skali manometra ali za preveliko odstopanje tlaka od dejanske vrednosti na manometru (točnost manometra).

2 MATERIALI IN METODE

Meritve hitrosti zraka in točnosti manometrov smo opravili na treh pršilnikih z aksialnim ventilatorjem, AGP 400 ENU, Wanner DA/32 in Zupan ZM 200 DT, ter na dveh pršilnikih z radialnim ventilatorjem, Unigreen 500 Turbo in Simplex Andreolli 1100.



Slika 1: Meritev točnosti manometrov.

Meritve smo izvedli na sadjarski kmetiji Koršič v Arnovem selu. Pri pršilniku Wanner sta bili dve stopnji ventilatorja glede hitrosti zraka, pri ostalih pa samo ena. Vse meritve smo opravili pri 540 min^{-1} priključne gredi traktorja in pri tlaku 0 bar na mestu (stacionarni preizkus).

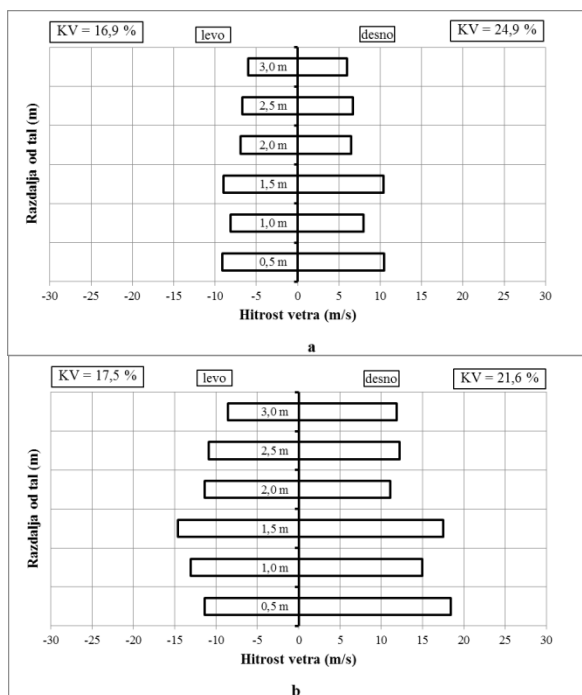
Hitrost zraka smo merili na razdalji 1,5 m levo in 1,5 m desno od sredine ventilatorja z napravo Almemo in merilnikom hitrosti vetra Schiltknecht. Meritve hitrosti zraka smo izvedli na višinah 0,5 m, 1 m, 1,5 m, 2 m, 2,5 m in 3 m. Višina jablan v nasadu je namreč znašala 3 m.

Meritve točnosti manometrov smo opravili z merilno napravo AAMS. Analogni testni manometer je imel premer 100 mm (slika 1). Meritve smo izvedli pri tlaku 10,0 bar na testnem manometru.

3 REZULTATI Z RAZPRAVO

Pri prvi stopnji ventilatorja Wanner DA/32 je znašala hitrost zraka na levi strani pršilnika od 6 do 9 m/s, na desni strani pa od 7 do 11 m/s (slika 2). Ker se ventilator vrti v smeri urinega kazalca, je bila pričakovano na desni strani nekoliko višja hitrost zraka. Simetričnost hitrosti zraka po višini, tako na levi kot tudi na desni strani pršilnika, ponazarja koeficient variacije (KV).

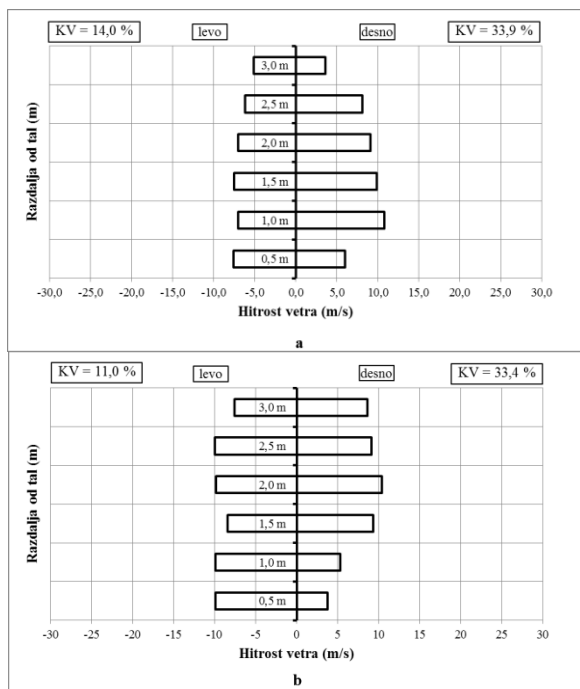
93



Slika 2: Hitrost zraka pri aksialnem pršilniku Wanner DA/32 pri prvi stopnji ventilatorja (a) in drugi stopnji ventilatorja (b)

Na levi strani je znašal 16,9 %, medtem ko na desni strani 24,9 %. Pri drugi stopnji ventilatorja smo dosegli višje hitrosti zraka kot pri prvi stopnji na vseh višinah merjenja. Znašale so od 12 do 18 m/s na desni strani in od 8 do 14 m/s na levi strani. Tudi pri tej nastavitvi ventilatorja je bil KV na levi strani nižji kot na desni strani.

Tudi pri radialnemu pršilniku Simplex Andreolli 1100 smo na desni strani (3-11 m/s) pršilnika dosegli višje hitrosti zraka kot na levi strani (5-8 m/s) (slika 3). Prav tako je bil KV na levi strani nižji kot na desni strani, kjer je bila večja nesimetričnost (KV = 33,9 %). Pri radialnemu pršilniku Unigreen 500 Turbo je bila na višinah 0,5 m in 1,0 m na desni strani pršilnika (3 oz. 6 m/s) precej nižja hitrost zraka kot na levi strani (10 m/s), kar ni bilo pričakovano. Na levi strani pršilnika je bila po celotni višini dobra simetričnost hitrosti zraka (KV = 11,0%), medtem ko so bila na desni strani večja odstopanja v hitrosti zraka od povprečja (KV = 33,4 %).

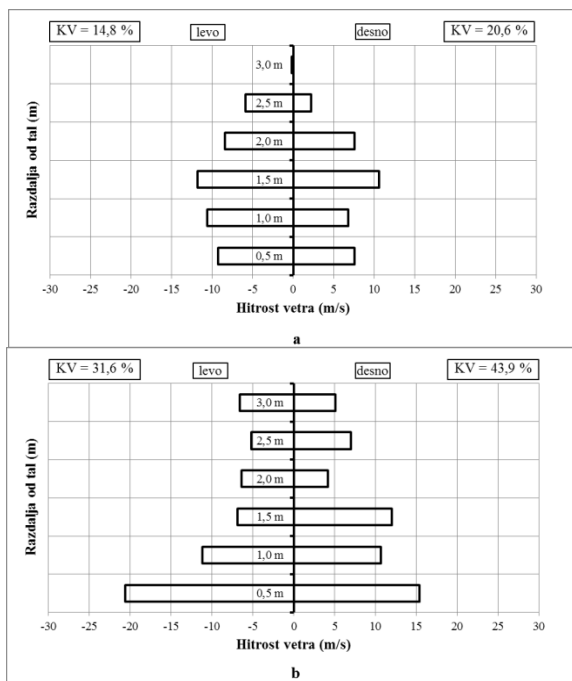


Slika 3: Hitrost zraka pri radialnih pršilnikih Simplex Andreolli 1100 (a) in Unigreen 500 Turbo (b)

Aksialni pršilnik Zupan ZM 200 DT je namenjen za škropljenje vinogradov do višine 2,0 m (slika 4). Zaradi tega smo izračunali KV samo do te višine. Na levi strani pršilnika je bil koeficient variacije 14,8 %, medtem ko na desni strani 20,6 %. Na levi strani pršilnika je znašala hitrost zraka od 8 do 12 m/s, medtem ko na desni od 7 do 11 m/s. Večja asimetričnost hitrosti zraka po višini je bila dosežena pri aksialnemu

pršilniku AGP 400 ENU tako na levi kot na desni strani. Opazno je izrazito večja hitrost zraka na višini 0,5 m, in sicer na levi 21 m/s in na desni 16 m/s. Tudi koeficient variacije je bil visok tako na levi (31,6 %), kot tudi na desni strani (43,9 %). Koeficient variacije naj ne bi po višini presegel 35 % (Luftmessung, 2014). Tukaj gre za enostavno izvedbo aksialnega ventilatorja, pri katerem je izrazita asimetričnost. Medtem ko sta aksialna pršilnika Zupan ZM 200 DT in Wanner DA/32 že tehnično bolj izpopolnjena, kar kažejo rezultati meritev. Pri radialnih pršilnikih je bila očitno na levi strani dobra simetričnost hitrosti zraka po višini, medtem ko je bila slika na desni strani slabša od naših pričakovanj, saj je KV presegel 30 %. Na podlagi tega sklepamo, da lahko tudi z dobrim aksialnim pršilnikom kakovostno izvedemo nanos FFS, če so ostali tehnični parametri pri škropljenju pravilno nastavljeni (tlak, izbor šobe, vozna hitrost).

95



Slika 4: Hitrost zraka pri aksialnih pršilnikih Zupan ZM 200 DT (a) in AGP 400 ENU (b)

Pri aksialnemu pršilniku je bil manometer nameščen v ohišju s stikali za zapiranje in odpiranje elektromagnetnih ventilov za dovod škroplilne brozge do šob. Zaradi tega nismo opravili meritev točnosti manometra (preglednica 1). Pri vseh ostalih pršilnikih ni bilo preseženo 10 % odstopanje od dejanskega tlaka, ki je znašal 10,0 bar. Še največje odstopanje (8 %) je bilo doseženo na manometru pršilnika Unigreen 500

Turbo T, medtem ko na manometrih pršilnikov Simplex Andreoli 1100 in Wanner DA/32 ni bilo nikakršnih odstopanj, kar kaže na kakovost teh manometrov.

Preglednica 1: Točnost manometrov.

Pršilnik	Tlak na testnem manometru (bar)	Tlak na manometru iz pršilnika (bar)	Relativno odstopanje (%)
AGP 400 EN	10,0	-	-
Zupan ZM 200 DT	10,0	9,7	- 3,0
Unigreen 500 Turbo T	10,0	10,8	+ 8,0
Simplex Andreoli 1100	10,0	10,0	0,0
Wanner DA/32	10,0	10,0	0,0

5 SKLEPI

Pri poskusu s pršilniki smo prišli do naslednjih sklepov:

- Pri aksialnemu pršilniku Zupan ZM 200 DT smo ugotovili najboljšo simetričnost hitrosti zraka po višini tako na levi kot tudi na desni strani pršilnika, saj je bil KV najnižji.
- Pri aksialnemu pršilniku Wanner DA/32 je bila dosežena dobra simetričnost hitrosti zraka po višini na obeh straneh pršilnika, tako na prvi kot tudi na drugi stopnji ventilatorja.
- Pri aksialnemu pršilniku AGP 400 ENU je bila dosežena najslabša simetričnost hitrosti zraka po višini na obeh straneh pršilnika, saj je bil KV v povprečju najvišji.
- Pri obeh radialnih pršilnikih, Unigreen 500 Turbo DT in Simplex Andreoli 1100, je bila na levi strani zelo dobra simetričnost hitrosti zraka po višini, medtem ko je bila na desni strani simetričnost zraka slaba (KV > 30 %).
- Pri vseh preizkušanih manometrih je bilo odstopanje tlaka manj kot 10 % od dejanskega tlaka, kar je v skladu s Pravilnikom o zahtevah glede pravilnega delovanja naprav za nanos FFS.

6 ZAHVALA

Zahvaljujemo se vsem sadjarjem, ki so si vzeli čas in so dali svoje pršilnike na razpolago za izvedbo meritev. Prav tako se zahvaljujemo g. Koršiču za izvedbo poskusov v njegovem jablanovem nasadu in na dvorišču.

7 LITERATURA

- Bernik, R. 2006. Tehnika v kmetijstvu. Mehanična nega in oskrba ter kemično varstvo rastlin. Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 168 str.
- Janežič, T. 2009. Učinki rednega pregleda naprav za nanos FFS v krajih Ivančna Gorica in Grosuplje v letih 2000-2007. Diplomsko delo: 40 str.
- Lešnik, M. 2010. Zanašanje FFS izven območja nanosa - 2. del. Sad, 21, 1: 3-6.
- Luftmessung Model DTG 2014.
http://localhost/show_report.php?id=WINDMSG_000296_20140912T...
- Pravilnik o zahtevah glede pravilnega delovanja naprav za nanašanje fitofarmaceutskih sredstev in o pogojih ter načinu izvajanja njihovih pregledov. 2013 (Uradni list RS, št. 101/13): 6 str.

STOPNJA ZMANJŠANJA OKUŽBE OD POVZROČITELJEV BOLEZNI ČEBULE PRI UPORABI EMTM MIKROBNIH PRIPRAVKOV ZA KREPITEV RASTLIN

Mario LEŠNIK¹, Matic LEBEN², Stanislav VAJS³

Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede, Univerza v Mariboru

IZVLEČEK

V poljskem poskusu v nasadu čebule sorte Ptujška rdeča smo opravili primerjavo med stopnjo zmanjšanja napada od povzročiteljev bolezni (*Peronospora*, *Alternaria*, *Fusarium*, *Stemphylium*, *Botrytis*, *Erwinia* in *Burkholderia*) pri uporabi pripravkov EMTM (EM-5, EM-Ogrod in EM-Naturalny), ki temeljijo na združbi mikrobov in rastlinskih izvlečkov in stopnjo zmanjšanja napada pri enem ekološkem škropilnem programu in treh integriranih škropilnih programih. Ekološki škropilni program je temeljil na uporabi kombinacij bakrovih pripravkov, fosfonatov, karbonatov in izvlečkov alg. Integrirani škropilni programi so temeljili na pogosti uporabi novejših konvencionalnih fungicidov. Škropilni programi, ki so temeljili zgolj na uporabi pripravkov EMTM so v primerjavi z neškropljeno kontrolo napad od povzročiteljev bolezni zmanjšali za 20 do 45 %, ekološki program za 50 do 90 % in integrirani programi za 70 do 96 %.

Ključne besede: čebula, bolezni, škodljivci, zatiranje, mikrobní pripravki za krepitev rastlin

ABSTRACT

THE LEVEL OF ONION PATHOGEN INFECTION RATE REDUCTION IN THE APPLICATION OF EMTM MICROBIAL-BASED PLANT STRENGTHENERS

The field experiment was carried out at a plantation of Ptujška rdeča onion. Comparisons on the level of reduction of pathogen infection rate (*Peronospora*, *Alternaria*, *Fusarium*, *Stemphylium*, *Botrytis*, *Erwinia* and *Burkholderia*) were carried out between three types of spray programs (EM, organic, integrated). The EMTM spray program was based on the application of plant strengtheners (EM-5, EM-Ogrod in EM-Naturalny), containing microbes and plant extracts. The organic spray program consisted of sprays of copper, phosphonate and carbonate fungicides combined with sea weed extracts. The plots with the integrated spray program were frequently sprayed with novel conventional fungicides. Spraying programs, which were based solely on the EMTM preparations, compared with the unsprayed control plots, reduced

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

² študent, prav tam

³ viš. pred., prav tam

the pathogen attack rate by 20 to 45%, in the organic program for 50 to 90% and in the integrated spray programs for 80 to 96%.

Key words: onion, diseases, pests, control, microbial plant strengtheners

1 UVOD

Čebula spada med vrtnine, ki jih pridelujemo na zelo intenziven način. V razmerah intenzivne pridelave jo okužujejo številne bolezni in napadajo mnogi škodljivci (ŠO – škodljivi organizmi) in zato je število nanosov fitofarmaceutskih sredstev (FFS) v rastni dobi čebule precejšnje. V letih z ugodnimi razmerami za razvoj ŠO FFS v nasadu čebule uporabimo tudi 10-krat v rastni dobi. Iz omenjenega razloga čebula lahko vsebuje veliko ostankov FFS. Dodatno FFS lahko naneseemo na čebulček že pred sajenjem in v tujini tudi med skladiščenjem. Uporabljamo še kemične zaviralce odganjanja. Ker je čebula na jedilniku praktično vsakodnevno, si želimo, da bi vsebovala manj ostankov FFS, kot jih sicer. Zmanjšanje ostankov FFS lahko dosežemo s povečano uporabo sredstev za krepitev rastlin in biotičnih pripravkov. Med takšne sodijo tudi pripravki, ki vsebujejo mešanice mikrobov. Zgled so pripravki tržne znamke EM – micronatura (“efektivni mikroorganizmi”), ki jih že več let uporabljajo po vsem svetu. Pripravki ne sodijo med FFS, temveč med bio stimulatorje, ki spremenijo okolje, v katerem uspeva rastlina in v rastlini povzročajo procese, ki jo naredijo bolj odporno proti ŠO. Več o delovanju EM mikrobnih pripravkov je možno prebrati na številnih spletnih straneh po svetu (npr. <https://www.emnz.com/industries/agriculture/>, <https://www.emrojapan.com/http://www.micronatura.si/>). V literaturi lahko najdemo nekaj objav glede učinkov EM pripravkov na razvoj poljščin in vrtnin (Ndona s sod., 2011; Zbroszczyk in Kordas, 2012; Kowalska, 2016). Mi smo v preprostem poljskem poskusu želeli preveriti vpliv EM pripravkov na pojav ŠO na čebuli in opredeliti stopnjo zatiralnih učinkov v primerjavi s FFS, ki so na voljo v integrirani in ekološki pridelavi čebule.

2 MATERIALI IN METODE

Namen poskusa je bil ugotoviti, kako učinkovito varstvo čebule pred boleznimi in škodljivci lahko zagotovimo z uporabo alternativnih EM mikrobioloških pripravkov v primerjavi s pripravki, ki jih uporabljamo v ekološki ali integrirani pridelavi.

2.1 Lokacija, zasnova poskusa in uporabljeni pripravki

Poskus je bil izveden v rastni dobi 2016 na robu vasi Cunkovci na Ptujskem polju. Čebula (čebulček) sorte "Ptujška rdeča" je bil posajena 1. aprila na grebene široke 1,5 m in sestoj je imel gostoto od 43 do 45 rastlin na m². Distrična rjava tla (pH 6,4) z 2,9 % organske snovi so bila zelo dobro založena s hranili (46 mg/100 g P₂O₅ in 68 mg/100 K₂O). Poskusne parcelice so potekale po grebenih, vsaka je imela 40 m dolžine in 1,5 m širine. Vsa obravnavanja so bila v 4 ponovitvah. Kot standardno poskusno obravnavanje smo imeli dva integrirana škropilna programa, ki sta se med seboj razlikovala v posameznih škropljenjih, precejšen del škropljenj pa je pri obeh bil

opravljen s povsem enakimi pripravki. Imeli smo ekološki škroplilni program, ki je vseboval pripravke, ki jih ponekod uporabljajo v ekološki pridelavi. Pri mikrobnem varstvu smo imeli 4 različna obravnavanja (V1, V2, V3, V8). Pri vseh je bila v letu 2015 po pšeničnem strnišču in pred plitvo obdelavo tal aplicirana kombinacija pripravkov 40 l EM-NA + 3 l EM-5 / ha. To je bila osnovna inokulacija zemljišča.

Preglednica 1: Pregled opravljenih škropljenj pri integriranih škroplilnih programih V5 in V6. Razlika med V5 in V6 je le v tem, da je pri V6 bilo izvedeno še trikratno škropljenje s pripravkom RezFree (mešanica bakterij; glej na <http://mktradellc.com/what-is-rezfree/>).

Pripravek:	Odmerek na ha:	Odmerek aktivne snovi na ha:	Datum aplikacije:
Penncozeb 75 DG	2,5 kg	Mankozeb 1875 g	21.5.
Cuprablau Z 35	3 kg	Cu-oksiklorid (Cu++ 1050 g)	26.5.
Rovral aqua	1,5 L	Iprodion 750 g	26.5.
RezFree	3 L	Mešanica bakterij	3.6.
Acrobat MZ	3 kg	Dimetomorf 270 g Mankozeb 1800 g	4.6.
Fastac	0,12 L	Alpha-cipermetrin 120 g	4.6.
Priaxor	0,6 L	Fluksapirosad 45 g Piraklostrobin 90 g	4.6.
Ridomil gold MZ	3 kg	Mankozeb 1920 g Metalaksil 117 g	12.6.
Movento	1 L	Spirotetramat 240 g	12.6.
Orvego	1 L	Ametoktradin 300 g Dimetomorf 225 g	22.6.
Priaxor	0,6 L	Fluksapirosad 45 g Piraklostrobin 90 g	22.6.
Biscaya	0,3 L	Thiakloprid 72 g	22.6.
Luna experience	0,5 L	Fluopiram 100 g Tebukonazol 100 g	29.6.
Quadris	1 L	Azoksitrobin 250 g	29.6.
Karate Zeon	0,15 L	Lambda-cihalotrin 7.5 g	29.6.
Switch	1 kg	Ciprodinil 375 g Fludioksonil 250 g	29.6.
Enervin	2 kg	Ametoktradin 240 g Metiram 880 g	29.6.
RezFree	3 L	Mešanica bakterij	4.7.
Karate Zeon	0,15 L	Lambda-cihalotrin 7.5 g	9.7.
Folpan	2 L	Folpet 1000 g	9.7.
Switch	1 kg	Ciprodinil 375 g Fludioksonil 250 g	9.7.
Rovral aqua	1 L	Iprodion 500 g	15.7.
Ridomil MZ	3 kg	Mankozeb 1920 g Metalaksil 117 g	15.7.
Laser	0,45 L	Spinosad 110 g	15.7.
Decis	0,075 L	Deltametrin 7.5 g	15.7.
RezFree	3 L	Mešanica bakterij	22.7.

Spomladi pri pripravi tal pred sajenjem čebule je bila po vseh parcelicah nanesena kombinacija 20 l EM-NA + 2 l EM-5 / ha. To je bila ponovna inokulacija tal pred

sajenjem. Na vseh parcelicah V1-3, razen na V8, smo za zatiranje plevelov uporabili herbicide. Pri V1 pozneje skozi celotno rastno dobo nismo nanесли nobenega drugega pripravka več. Enak postopek smo imeli pri V8, le da smo tam izvedli še 3 okopavanja za zatiranje plevelov in nismo uporabili herbicidov. Pri V2 smo parcelice s čebulo 8-krat letno poškopili z mešanico pripravkov EM-NA in EM-5. Vedno smo uporabili enak odmerek, 7,5 l/ha EM-NA in 0,7 l/ha EM-5. Pri obravnavanju V3 smo čebulo 8-krat letno poškopili s pripravkom EM Ogrod v odmerku 7,5 l/ha vsakič. Parcelice, označene kot kontrolne parcelice, so imele praktično enak tretma kot parcelice V1. Razlike med kontrolo in V1 parcelicami kažejo na obseg variabilnosti preučevanih pojavov. Med rastno dobo smo opravili tudi dognojevanje z dušikom na vseh parcelah, razen pri V8. Dognojili smo 30. 5. s 300 kg/ha KAN(+S) (KAN obogaten z žveplom). Podatki o uporabljenih pripravkih v različnih škroplilnih programih so prikazani v preglednicah 1 do 4.

Preglednica 2: Pregled opravljenih škropljenj pri integriranem škroplilnem programu V7.

Pripravek:	Odmerek na ha:	Odmerek aktivne snovi na ha:	Datum aplikacije:
Penncozeb 75 DG	2,5 kg	Mankozeb 1875 g	21.5.
Cuprblau Z 35	3 kg	Cu-oksiklorid (Cu++ 1050 g)	26.5.
Rovral aqua	1,5 L	Iprodion 750 g	26.5.
Acrobat MZ	3 kg	Dimetomorf 270 g Mankozeb 1800 g	4.6.
Fastac	0,12 L	Alpha-cipermetrin 120 g	4.6.
Priaxor	0,6 L	Fluksapiroksad 45 g Piraklostrobin 90 g	4.6.
Ridomil gold MZ	3 kg	Mankozeb 1920 g Metalaksil 117 g	12.6.
Movento	1 L	Spirotetramat 240 g	12.6.
Orvego	1 L	Ametoktradin 300 g Dimetomorf 225 g	22.6.
Priaxor	0,6 L	Fluksapiroksad 45 g Piraklostrobin 90 g	22.6.
Biscaya	0,3 L	Tiaklopid 72 g	22.6.
Enervin	2 kg	Ametoktradin 240 g Metiram 880 g	2.7.
Fastac	0,12 L	Alpha-cipermetrin 120 g	2.7.
Enervin	2,5 kg	Ametoktradin 300 g Metiram 110 g	14.7.
Rovral aqua	1,5 L	Iprodion 750 g	14.7.
Cuprblau Z 35	3 kg	Cu-okisklorid (Cu++ 1050 g)	20.7.

Mikrobna osnova EM pripravkov so mlečnokislinske bakterije (*Lactobacillus plantarum*, *L. casei*, *Streptococcus lactis*), kvasovke (*Saccharomyces cerevisiae*, *Candida utilis*), fotosintetske bakterije (*Rhodospseudomonas palustris*, *Rhodobacter spaeroides*), aktinomocetne bakterije (*Streptomyces albus*, *S. griseus*) in glive (*Aspergillus oryzae*, *Mucor hiemalis*). To so podatki izumitelja mešanice (Higa in Parr, 1994). EM-5 je mešanica mikroorganizmov in izločkov rastlin - ferment česna, čilija, kisa in alkohola, EM-NA - Naturalnie aktiwny je mešanica mlečnokislinskih bakterij, kvasovk in fotosintetskih bakterij z Azotobakterjem in EM Ogrod je profesionalna mešanica za

vrtnarje in vsebuje EM-NA + EM-5 + EM-FPE (ferment drugih rastlin, koristnih za razvoj korenin in listov).

Preglednica 3: Pregled opravljenih škropljenj pri EM škropljnih programih.

V1	V8	V2	V4	Datum:
EM v tla	EM v tla	EM v tla	EM v tla	
EM ogrod na čebulček	EM ogrod na čebulček	EM ogrod na čebulček	EM ogrod na čebulček	
		EM-NA 7,5 l/ha + EM-5 0,7 l/ha	EM Ogrod 7,5 l/ha	27. 5.
		EM-NA 7,5 l/ha + EM-5 0,7 l/ha	EM Ogrod 7,5 l/ha	3. 6.
	Okopavanje			
		EM-NA 7,5 l/ha + EM-5 0,7 l/ha	EM Ogrod 7,5 l/ha	16. 6.
		EM-NA 7,5 l/ha + EM-5 0,7 l/ha	EM Ogrod 7,5 l/ha	25. 6.
	Okopavanje	EM-NA 7,5 l/ha + EM-5 0,7 l/ha	EM Ogrod 7,5 l/ha	4. 7.
		EM-NA 7,5 l/ha + EM-5 0,7 l/ha	EM Ogrod 7,5 l/ha	9. 7.
		EM-NA 7,5 l/ha + EM-5 0,7 l/ha	EM Ogrod 7,5 l/ha	15. 7.
	Okopavanje			
		EM-NA 7,5 l/ha + EM-5 0,7 l/ha	EM Ogrod 7,5 l/ha	22. 7.

101

2.2 Nanos pripravkov

Vsi pripravki so bili naneseni s traktorsko škropljnico Rau Metalna pri porabi 310 l vode/ha. Uporabili smo šobe TeeJet Twin 60 110-04 pri tlaku 3 barov in vozni hitrosti 6 km/h. Nanos pripravkov smo izvajali, ko so bile rastline suhe in je veter pihal s hitrostjo manj kot 1 m/s.

2.3 Način ocenjevanja pojava boleznin in velikosti populacije tobakovega resarja

Med rastno dobo so se v nasadu čebule pojavile okužbe gliv *Alternaria porri* (Ellis) Cif. (škrlatna pegavost), *Peronospora destructor* (Berk.) Casp. Ex Berk. (čebulna plesen) in *Stemphylium vesicarium* Wallr. (rjava čebulna pegavost). Okužb listja z drugimi glivami skoraj ni bilo. Tik pred spravilom je bilo opaziti nekaj okužb od gliv *Botrytis squamosa* Walker in *Botrytis alii* (Munn) Yohalem. Glivi sta se pozneje pojavile v skladišču. V času pred spravilom je bilo na posameznih čebulah možno opaziti glive iz rodov *Fusarium*, *Penicillium* in *Aspergillus* ter bakterije. Stopnjo okužb smo določili vizualno po klasični metodi z neposrednim ocenjevanjem deleža (%) napadene površine listov pri 100 naključno izbranih listih čebul na vsaki posamezni parcelici. Stopnjo napada boleznin na čebuli ob spravilu in v skladišču smo ugotavljali s tehtanjem in izračunom deleža čebule, ki je propadla zaradi posameznega povzročitelja boleznin. Velikost populacije resarja (*Thrips tabaci* Lindeman) smo ocenjevali z ulovom na modre lepljive ploščice, pripete na čebulne liste s sponkami.

Preglednica 4: Pregled opravljenih škropljenj pri ekološkem škroplilnem programu V4.

Pripravek:	Odmerek na ha:	Odmerek aktivne snovi na ha:	Datum aplikacije:
Frutogard Labicuper	4 l/ha 2 l/ha	Izločki alg, aminokislina, kalijev fosfonat 1300 g/ha Cu-glukonat (Cu++ 160 g/ha)	27.5.
Cuprablau Z 35 Frutogard	2,5 kg 5 l/ha	Cu-oxchloride (Cu++ 875 g/ha) Izločki alg, aminokislina, kalijev fosfonat 1560 g/ha	3. 6.
Frutogard Vitisan Plantonic	4,5 l/ha 3 kg/ha 3 l/ha	Izločki alg, aminokislina, kalijev fosfonat 1430 g/ha Kalijev hidrogen karbonat 2985 g/ha Rastlinski izločki in olja	16.6.
Labymethyl Vitisan Plantonic	4,5 l/ha 3 kg/ha 3 l/ha	Cu-glukonat (Cu++ 180 g/ha) Kalijev hidrogen karbonat 2985 g/ha Rastlinski izločki in olja	25.6.
Geömar BM 86 Vitisan Naturalis Kenyatox	3 l/ha 3 kg/ha 1,5 l/ha 0,25 l/ha	Minerali in izločki morskih alg Kalijev hidrogen karbonat 2985 g/ha <i>Beauveria bassiana</i> 107 g/ha Naravni piretrin 40 g/ha	4.7.
Geömar Vitisan	3 l/ha 3 kg/ha	Minerali in izločki morskih alg Kalijev hidrogen karbonat 2985 g/ha	4.7.
Labymethyl Frutogard Plantonic	2 l/ha 9 l/ha 4 l/ha	Cu-glukonat (Cu++ 180 g/ha) Izločki alg, aminokislina, kalijev fosfonat 1430 g/ha Rastlinski izločki in olja	15.7.
Frutogard Vitisan Plantonic	3 l/ha 3 kg/ha 1 l/ha	Izločki alg, aminokislina, kalijev fosfonat 2860 g/ha Kalijev hidrogen karbonat 2985 g/ha Rastlinski izločki in olja	22.7.

2.4 Vreme v glavnem obdobju raste dobe

Vreme v 2016 je bilo dokaj ugodno za razvoj čebule. April je bil hladen in je na začetku čebula nekoliko zaostajala v razvoju. Maj je bil ugoden, tako temperaturno kot padavinsko. Pojava bolezni in škodljivcev skoraj ni bilo. Junij je bil povprečno topel. Julij ni bil vroč in imeli smo povsem povprečno množino padavin. Čebula ni trpela suše. V prvem tednu avgusta v času pred spravilom smo imeli več dni zapored intenzivne plohe, ki so povzročile zablatenje tal in otežile spravilo čebule. V tem obdobju je prišlo do pomembnih okužb, ki so vplivale na razvoj bolezni v skladišču.

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

3.1 Analiza pojava bolezni in velikosti populacije tobakovega resarja

Pri prvem ocenjevanju, konec junija, je bil pojav bolezni zelo skromen in razlike med škroplilnimi programi so bile majhne. Poskusna parcela je bila prostorsko izolirana in ni bilo velikega začetnega potenciala bolezni. Toča konec maja je verjetno omogočila pojav inicialnih okužb gliv iz rodov *Alternaria* in *Stemphylium*. Če toče ne bi bilo, bi bilo okužb od teh gliv verjetno bistveno manj. Integrirani škroplilni programi so sicer

dali večjo učinkovitost od mikrobnih, vendar ne izrazito večjo. Značilnost razlik je pri zelo nizki stopnji napada zelo težko objektivno oceniti. Pri drugem ocenjevanju smo na kontrolnih parcelicah že opazili nekaj večji napad bolezní.

Preglednica 5: Stopnja napada – delež (%) okužene površine listov pri prvem in drugem ocenjevanju.

Program: prva ocena: 28. 6.	<i>Peronospora</i> sp.	<i>Alternaria</i> sp.	<i>Stemphylium</i> sp.
V1 EM samo v tla + 0 pozneje	6,29 ab	1,15 bc	1,82 abc
V2 EM v tla + EM 8 x pozneje	2,2 def	2,47 ab	2,75 a
V3 EM v tla + Ogrod 8 x pozneje	2,75 cde	3,07 ab	2,44 a
V4 Eko program	3,86 cd	3,16 ab	2,07 ab
V5 Integrirana	0,56 f	0,12 c	0,44 bc
V6 Integrirana + RezFree	0,78 ef	0,17 c	0,32 bc
V7 Integrirana Majerič	0,14 f	0,13 c	0,11 c
V8 EM samo v tla + 3 x okopavanje	4,64 bc	3,24 a	3,52 a
KONTROLA	7,88 a	3,88 a	3,7 a
Program: druga ocena: 14. 7.	<i>Peronospora</i> sp.	<i>Alternaria</i> sp.	<i>Stemphylium</i> sp.
V1 EM samo v tla + 0 pozneje	9,7 abc	14,72 a	21,82 a
V2 EM v tla + EM 8 x pozneje	6,65 bcd	8,9 bc	8,4 bc
V3 EM v tla + Ogrod 8 x pozneje	10,57 ab	9,12 bc	10,47 b
V4 Eko program	7,22 abcd	7,15 cd	4,77 bc
V5 Integrirana	3,67 cd	4,68 de	3,68 c
V6 Integrirana + RezFree	3,42 d	3,02 e	4,91 bc
V7 Integrirana Majerič	2,7 d	0,95 e	3,37 c
V8 EM samo v tla + 3 x okopavanje	7,25 abcd	11,32 ab	10,77 b
KONTROLA	13,4 a	14,81 a	19,72 a

*povprečja označena z enako črko se ne razlikujejo med seboj glede na Tukey HSD test ($\alpha < 0,05$).

Preglednica 6: Stopnja napada – delež (%) okužene površine listov pri tretjem ocenjevanju

Program: tretja ocena: 29. 7.	<i>Peronospora</i> sp.	<i>Alternaria</i> sp.	<i>Stemphylium</i> sp.
V1 EM samo v tla + 0 pozneje	22,35 b	19,25 a	29,85 ab
V2 EM v tla + EM 8 x pozneje	15,4 bc	14,35 ab	22,47 bcd
V3 EM v tla + Ogrod 8 x pozneje	18,87 b	16,4 ab	25,4 bc
V4 Eko program	11,4 cd	11,4 bc	14,65 de
V5 Integrirana	4,9 de	7,8 c	17,92 cd
V6 Integrirana + RezFree	4,13 e	6,14 c	18,27 cd
V7 Integrirana Majerič	3,72 e	6,97 c	9,35 e
V8 EM samo v tla + 3 x okopavanje	17,9 bc	14,5 ab	20,72 cd
KONTROLA	30,57 a	18,3 a	36,8 a

*povprečja označena z enako črko se ne razlikujejo med seboj glede na Tukey HSD test ($\alpha < 0,05$).

Med obravnavanji je začelo odstopati obravnavanje V1. EM programi niso veliko odstopali od ekološkega programa in so nudili približno 50 % učinkovitosti integriranih programov. Konec julija so bolezní v nekoliko zapleveljeni čebuli in ob pogostejših padavinah hitro napredovale. Razkorak v stopnji napada med integriranimi in EM programi se je povečal in tudi razlika med V8 in V1 se je zmanjšala. EM programi statistično niso bili slabši od EKO programa.

Preglednica 7: Velikost populacij tobakovega resarja – število ulovljenih tobakovih resarjev na modre plošče velikosti 4 x 12 cm pritrjene neposredno na čebulo na teden

	1. ocena 24. 6.	2. ocena 8. 7.	3. ocena 14. 7.	4. ocena 24. 7.
V1 EM samo v tla + 0 pozneje	2,25 ab	14,25 a	22,75 a	10,5 ab
V2 EM v tla + EM 8 x pozneje	1,75 abc	10,75 ab	16,0 bc	9,00 b
V3 EM v tla + Ogrod 8 x pozneje	2,50 a	14,00 a	20,0 ab	11,50 ab
V4 Eko program	2,75 a	7,25 bc	12,25 cd	8,50 b
V5 Integrirana	0,25 bc	4,75 c	8,50 d	7,50 b
V6 Integrirana + RezFree	0,25 bc	4,25 c	9,00 d	6,75 b
V7 Integrirana Majerič	0,00 c	3,25 c	13,0 cd	11,50 ab
V8 EM samo v tla + 3 x okopavanje	1,75 abc	12,75 a	11,50 cd	15,0 a
KONTROLA	2,00 abc	13,75 a	19,50 ab	9,50 b

*povprečja označena z enako črko se ne razlikujejo med seboj glede na Tukey HSD test ($\alpha < 0,05$).

104

Populacije tobakovega resarja v letu 2016 niso bile velike. Pospešeno se je začel razmnoževati šele v drugem tednu julija. Pri prvi oceni so bile razlike med alternativnimi programi majhne. Med EM programi, EKO programom in kontrolo ni bilo statistično značilnih razlik. Značilno so odstopali le integrirani programi. Pri prvem ocenjevanju pleveli niso imeli pomembnega učinka na rezultate. Pri drugem ocenjevanju, v prvem tednu julija, se razlike med EM programi in kontrolo niso nič povečale, le ekološki program je imel nekaj boljši rezultat.

Integrirani programi so bili boljši od alternativnih programov, vendar je učinkovitost proti prvi oceni že nekoliko padala. Ekološki program ni bil bistveno slabši od integriranih programov V5 in V6. Komentar za tretje ocenjevanje sredi julija je skoraj enak kot za drugo ocenjevanje. Alternativni programi niso imeli velikega vpliva na resarja. Pri tretjem ocenjevanju so na rezultate verjetno že začeli vplivati pleveli. Zanimivo je, da je populacija nekoliko padla pri V8 programu, kjer ni bilo veliko plevelov. EKO program ni dal statistično slabšega rezultata od integriranih programov. Pri V7 je bilo opaziti povečanje populacije. V7 varianta je bila nekaj manj zapleveljena, kot ostale variante in rastline so bile na koncu sezone bolj zdrave. Cipermetrin, nanesen 2. 7., je do tretjega ocenjevanja že popustil. Prevelika zapleveljenost resarjem ne ugaja, ker se v gošči plevelov v deževnih obdobjih znižajo temperature in povečajo se populacije njihovih plenilcev. Morda se je iz tega razloga več resarjev preselilo na rastline V7 parcelic. Pri zadnjem ocenjevanju je listje čebule že bilo načeto od bolezni. Najmanj je bilo načeto pri V7, zato so se resarji morda začeli seliti tja in se je populacija na V7 nekoliko povečala. Bila je celo večja kot v kontroli. Enako velja za V8. Pri zadnjem ocenjevanju so pleveli imelo velik vpliv na gibanje resarjev. EKO program je dal enakovreden rezultat kot integrirana programa V5 in V6. Pripravek EM5 je imel bolj odvračalno delovanje od pripravka Ogrod, vendar razlika ni bila statistično značilna. Glede na stopnjo poškodb na listju (značilno srebrenje in nekrotiziranje) se ocenjuje, da napad resarja ni imel velikega vpliva na pridelek.

3.2 Analiza količine in kakovosti pridelka

Preglednica 8: Podatki o pridelku čebule na parcelah z različnim načinom varstva pred boleznimi in škodljivci

Program:	Skupni pridelek Kg/ha	Zdrav pridelek Kg/ha	Bolna čebula Kg/ha	Delež bolne čebule (%)
V1 EM samo v tla + 0 pozneje	17202 b	11387 de	5815 a	33,8 ab
V2 EM v tla + EM 8 x pozneje	23398 a	17027 c	6371 a	27,1 bcd
V3 EM v tla + Ogrod 8 x pozneje	22035 ab	15613 cd	6423 a	29,2 abc
V4 Eko program	23822 a	19493 abc	4329 ab	18,0 def
V5 Integrirana	25318 a	22406 ab	2912 b	11,5 efg
V6 Integrirana + RezFree	26403 a	23794 ab	2608 b	9,9 fg
V7 Integrirana Majerič	26339 a	24201 a	2138 b	8,1 g
V8 EM samo v tla + 3 x okopavanje	24167 a	19198 bc	4969 ab	20,2 cde
KONTROLA	17047 b	10608 e	6439 a	37,7 a

*povprečja označena z enako črko se ne razlikujejo med seboj glede na Tukey HSD test ($\alpha < 0,05$).

105

Na splošno je bila rastna doba 2016 ugodna za pridelavo čebule. Vreme je bilo ugodno, z izjemo 14 dni mokrega obdobja v času spravila in manjšega obsega poškodb od toče, ki je čebulo prizadela 24. 5. V sistemu integrirane pridelave je pridelek zdrave čebule presegel 24 t/ha. Skupni pridelek je dosegel raven malo nad 26 t/ha. Izgube zaradi bolezni so bile velike, kljub temu da v začetku rastne dobe na listju skoraj ni bilo glivičnih okužb. Toča (24. 5.) je verjetno imela majhen vpliv na okužbe. Večji vpliv so imele obilne padavine v času spravila in morda tudi nekoliko večja zapleveljenost s pleveli v zadnjem delu rastne dobe. Morda je k velikemu obsegu okužb z bakterijami vplivala luksuzna založenost tal s hranili. Najvišji pridelek smo dosegli pri varianti V7 integriran program s pogosto uporabo najnovejših visoko učinkovitih fungicidov. Tobakov resar je bil dobro zatrt z uporabo pripravka Movento. Drugi najvišji pridelek je bil dosežen v drugem integriranem programu V6 z dodatkom bakterijskega pripravka RezFree. V primerjavi med V5 in V6 se vidi, da je dodajanje pripravka RezFree integriranemu programu nekoliko povečalo pridelek (za približno 1,5 t/ha). Tolikšno povečanje gotovo upraviči dodatne stroške nanosa pripravka. Naslednji program po višini pridelka je bil EKO V4 program. V njem smo imeli srednjo pogostnost uporabe pripravkov. Če bi pogostnost uporabe povečali, bi verjetno lahko rezultate še nekoliko izboljšali. Izmed EM variant smo najboljši pridelek dosegli pri V8. Pri tej varianti smo imeli vnos EM v tla in potem trikratno okopavanje. Verjetno je bila ta varianta najboljša vsaj iz dveh razlogov: čebula ni bila izpostavljena zaviralnemu vplivu herbicida in tam je bilo precej manj plevelov, kot pri variantah, kjer smo uporabili herbicid. To varianta je toča manj prizadela, ker so rastline pri tej varianti imele drugačen položaj listov kot pri variantah, ki so bile tretirane s herbicidi. Pri rastlinah, tretiranih s herbicidi, so listi imeli bolj vodoraven položaj in so bili od toče bolj poškodovani. Manjša zapleveljenost je vplivala na mikroklimo in čebula ni bila pod velikim pritiskom od plevelov. Izkopana čebula na grebenu pri V8 pred spravilom se je hitreje sušila, kot na drugih parcelah, ki so bile

bistveno bolj zapleveljene. Dodatno mikrobi v tleh pri V8 niso bili izpostavljeni delovanju herbicidov. Morda je na razvoj bakterijskih bolezni pri V8 vplivalo tudi dejstvo, da ta varianta ni bila dognojena z dušikom. Pri varianti V1, kjer ni bilo nobenega škropljenja po sajenju čebule, so vidne zelo velike izgube pridelka. Za večino izgube so krivi pleveli, ki so bili pri tej varianti najbolj razviti. Enako velja za kontrolo K, kjer je bilo veliko plevelov. Izgube pridelka od bolezni pri V1 in K so bile velike. Verjetno so pleveli povečali pojav bolezni (zadnje 3 tedne) in pri sušenju izkopane čebule na gredici, pred premikom v skladišče. Med programoma V2 in V3 so se v pridelku pokazale le manjše razlike.

Preglednica 9: Delež (%) propadle čebule od različnih povzročiteljev propadanja v skupni gmoti propadle čebule na dan spravila pridelka na njivi.

Program:	Bakterije	<i>Fusarium</i> sp.	<i>Botrytis</i> sp.	<i>Aspegillus</i> sp. + <i>Penicillium</i> sp.	Drugo
V1 EM samo v tla + 0 pozneje	36,5 abc	25,3 a	4,3 cd	15,3 abc	18,5 abc
V2 EM v tla + EM 8 x pozneje	33,7 abc	29,3 a	5,3 cd	13,3 abc	18,4 abc
V3 EM v tla + Ogorod 8 x pozneje	27,0 bc	17,7 a	12,8 abc	16,45 abc	26,1 ab
V4 Eko program	21,3 c	27,9 a	7,2 bcd	20,7 a	22,8 abc
V5 Integrirana	40,6 ab	24,2 a	18,9 a	7,9 c	8,4 c
V6 Integrirana + RezFree	31,6 abc	16,1 a	16,4 a	19,9 a	16,1 abc
V7 Integrirana Majerič	39,3 ab	12,1 a	1,2 d	18,4 ab	28,9 a
V8 EM samo v tla + 3 x okopavanje	31,0 bc	20,0 a	10,3 abcd	17,35 abc	21,3 abc
KONTROLA	46,6 a	17,8 a	15,3 ab	9,1 bc	11,1 bc

*povprečja označena z enako črko se ne razlikujejo med seboj glede na Tukey HSD test ($\alpha < 0,05$).

3.3 Delež čebule propadel od različnih povzročitelji propadanja ob spravilu čebule

Izgube pridelka, ugotovljene v času spravila, so bile velike. Nekaj je na to vplivalo dejstvo, da smo 14 dni zamujali s spravilom in zelo verjetno je v tem času prišlo do povečane stopnje okužbe z bakterijami, ki so bile najbolj pomemben povzročitelj izgube pridelka. Najmanjše izgube pridelka, povzročene s strani bakterij, so bile pri EKO programu (21 %). To je verjetno posledica večkratne uporabe bakrovih pripravkov. Uporaba pripravkov EM je dala podoben rezultat kot uporaba sredstev v integriranem programu. Vemo, da je delovanje fungicidov na bakterije slabo. Bakrovih pripravkov nismo uporabili pogosto, zato je bil učinek bakra omejen. Pri fuzarijski bazalni gnilobi vidimo, da je bilo delovanje vseh škropljnih programov izenačeno. Le pri V7 smo dosegli nekaj boljši rezultat. V škropljnih programih nismo imeli aktivnih snovi z dobrim delovanjem na fuzarijske glive. Pri pojavu sive plesni so bili rezultati zelo zanimivi. Alternativna sredstva so dala precej dober rezultat. Pri EM škropljnih programih smo imeli skoraj trikrat manjši delež čebule propadle od

sive plesni kot pri kontroli. Izjema sta bili varianti V3 in V8. Presenetila je velika razlika med V5 in V6 proti V7. Verjetno je prišlo do okužb v času, ko je čebula čakala na spravilo na grebenih, zasipana z gmoto zemlje in ostankov plevelov. Takrat so bile zelo ugodne razmere za razvoj sive plesni. Pri pojavu okužb s strani gliv iz rodov *Aspergillus* in *Penicillium* se vidi, da škroplilni programi niso imeli omembe vrednega delovanja. Le integrirani škroplilni program V5 je minimalno zmanjšal delež okužb s strani teh gliv. Težava pri interpretaciji rezultatov za 2016 je tudi v tem, da smo imeli precej propadle čebule, kjer nismo bili v stanju določiti vzroka propadanja. Ta delež je znašal 20 % in zato ni možno v popolnosti komentirati razlik v delovanju različnih pripravkov. Rezultati kažejo, da so razmerja med različnimi povzročitelji pri EM škroplilnih programih drugačna kot pri integriranem ali EKO programu. Pri EM je bil delež bakterijskih okužb podoben, fuzarijskih okužb je bilo nekaj več, okužb od sive plesni in gliv povzročiteljic zelenih plesni, pa je bilo nekaj manj kot pri EKO programu. Bistveno bolj pomemben podatek je, da je uporaba EM sredstev večkrat med rastno dobo, vsaj za 30 % zmanjšala izgube v primerjavi s kontrolo, kjer aplikacij med rastno dobo ni bilo. To kaže, da imajo EM pripravki merljiv učinek na bolezn.

3.4 Delež propadle čebule v skladišču od različnih povzročiteljev

107

Težke razmere spravila čebule so kazali na možnost pojava večjih izgub v skladišču. Najmanjše izgube so pričakovano bile pri integriranih škroplilnih programih V5, V6 in V7. Dodajanje pripravka RezFree integriranemu programu V5 je imelo učinek in delež okužb v skladišču se je nekoliko zmanjšal (iz 13,1 na 7,9 %). Pri EM programih smo najboljši rezultat glede izgub v skladišču dosegli pri V8 in V2. Najboljši rezultat pri V8 ponovno kaže na verjeten velik vpliv zapleveljenosti in čakanja čebule na grebenih pred spravilom. Pri strojnem izruvanju čebule v mokrih razmerah se verjetno zgodi, da v vrat čebule pride veliko zemlje, v kateri so mikrobi. Ko se potem čebula posuši se v vratu nahaja veliko mikrobov v delcih zemlje in ti imajo tam dobre možnosti za razvoj. Glavna težava v skladišču so bile bakterijske okužbe. Teh je bilo najmanj pri integriranih programih. Pri V7 smo na koncu uporabili bakrov pripravek, ki bi lahko imel delen učinek proti bakterijam. Pri vseh treh EM programih, V1 do V3, smo imeli nekaj večji delež čebule propadle od bakterij. To kaže, da verjetno pripravka EM5 in Ogrod v težkih razmerah ne moreta zmanjšati okužb z bakterijami iz rodov *Erwinia* in *Burkholderia*. Pri fuzarijskih okužbah so EM pripravki imeli precej značilen učinek, vendar ne tako občutnega kot integrirani škroplilni programi. Njiva očitno ni bila močno okužena s fuzarijskimi glivami in tudi posajen čebulček je zelo verjetno bil skoraj popolnoma prost fuzarijskih gliv. Ekološki program EKO 4 je dal primerljiv rezultat kot V5 integriran program. Pri sivi plesni smo z uporabo EM pripravkov dosegli vsaj 30 % zmanjšanje stopnje okužb. Tudi pri zelenih plesnih (*Penicillium* in *Aspergillus*) smo pri integriranih škroplilnih programih dobili dober rezultat. Pojav zelenih plesni smo zmanjšali za več kot 80 %. Z večkratno uporabo EM pripravkov pri V2 in V3 med rastno dobo, smo pojav zelenih plesni zmanjšali za

približno 50-60 %. Če je bil EM vnesen samo v tla, potem je rezultat slabši, kot če ga večkrat uporabimo med rastno dobo.

Preglednica 10: Izgube od različnih povzročiteljev bolezni v skladišču po treh mesecih. Delež (%) po posameznem povzročitelju bolezni glede na celotno uskladiščeno gmoto čebule.

Program:	Bakterije	<i>Fusarium</i> sp.	<i>Botrytis</i> sp.	<i>Aspegillus</i> sp. + <i>Penicillium</i> sp.	Drugo	Izgube skupaj (%)
V1 EM samo v tla + 0 pozneje	23,2 a	3,07 a	1,82 ab	4,7 ab	1,17 ab	33,9 a
V2 EM v tla + EM 8 x pozneje	14,5 ab	2,85 a	1,13 ab	1,7 abc	0,62 b	20,8 b
V3 EM v tla + Ogrod 8 x pozneje	18,6 a	1,87 a	0,91 ab	2,1 abc	0,51 b	23,9 a
V4 Eko program	18,0 ab	0,56 a	0,26 b	0,5 c	0,87 b	20,2 bc
V5 Integrirana	11,1 ab	0,43 a	0,52 b	0,9 bc	0,23 b	13,1 c
V6 Integrirana + RezFree	7,3 b	00 a	0,0 b	0,7 bc	0,0 b	7,9 c
V7 Integrirana Majerič	12,3 ab	00 a	0,21 b	0,4 c	0,0 b	12,9 c
V8 EM samo v tla + 3 x okopavanje	13,9 ab	0,79 a	0,64 ab	0,7 bc	0,18 b	16,2 bc
KONTROLA	17,9 ab	4,22 a	2,81 a	5,1 a	3,27 a	33,3 a

*povprečja označena z enako črko se ne razlikujejo med seboj glede na Tukey HSD test ($\alpha < 0,05$).

V literaturi nismo našli niti ene objave u delovanju EM pripravkov proti ŠO čebule, tako, da naših ugotovitev ne moremo primerjati z drugimi raziskavami. V eni raziskavi na čebuli, gojeni v rastlinjaku, so pri zalivanju z EM pripravki ugotovili manjše povečanje pridelka (Grantina-Ievina, 2015). V drugih dveh raziskavah pa je čebula omenjena kot vrtnina, kjer je z uporabo EM mikrobov možno povečati pridelok (Chamberlain s sod., 1998; Daly in Stewart, 1999).

4 SKLEPI

Testirani mikrobnii pripravki znamke EM, ki so sicer deklarirani kot mikrobiološka gnojila z bio stimulativnim učinkom na rastline, glede na rezultate našega poskusa, imajo potencial kot pomožno sredstvo za vklapljanje v ekološke in integrirane škropilne programe za varstvo čebule pred ŠO. V našem poskusu smo jih testirali na način, da smo iz njih sestavili samostojne škropilne programe in imeli so merljiv učinek na pojav bolezni in manj značilen učinek na velikost populacije tobakovega resarja.

Ker smo v poskusu imeli nekaj težav s pojavom plevelov na koncu rastne dobe in smo naredili tudi tehnološko napako pri strojnem spravilu, se njihov potencial za zatiranje ŠO ni pokazal v celotnem obsegu. Potrebno je izvesti testiranja, v katerih se EM pripravke v škroplnem programu kombinira s klasičnimi FFS in drugimi ekološkimi pripravki, pri zmanjšani frekvenci nanosov le teh. Tako se lahko ugotovi potencial EM pripravkov za zmanjšanje količine apliciranih FFS v nasade čebule na letnem nivoju. Dodatno bi bilo EM pripravke smiselno testirati glede potenciala za razgradnjo ostankov nekaterih vrst FFS apliciranih na čebulo. Sodobni mikrobiološki pripravki nudijo tudi takšne stranske učinke.

5 LITERATURA

- Chamberlain, T.P., Daly, M.J., Merfield, C.N. 1998. Utilisation of "effective microorganisms" in commercial organic agriculture – a case study from New Zealand. V: Fifth International Conference on Kyusei Nature Farming, (Urednik: Senanayake, Y.D.A. in Sangakkara U.R.), Bangkok, Thailand, s. 120–130.
- Daly, M.J., Stewart, D.P.C. 1999. Influence of "effective microorganisms" (EM) on vegetable production and carbon mineralization – a preliminary investigation. *Journal of Sustainable Agriculture*, 14: 15–25.
- Grantina-levina, L., Stanke, L., Ergle, G. 2015. Impact of microbiological fertilizer Baikal EM-1 on onion growth in greenhouse conditions. *Environment – Technology – Resources, Proceedings of the 10th International Scientific and Practical Conference, Rēzeknes. Volume 2: 103-106.*
- Higa, T., Parr, J.F. 1994. Beneficial and Effective Microorganisms for a Sustainable Agriculture and Environment. INFRC (International Nature Farming Research Center), Atami, Japan: 120 s.
- Hussein, K.A., Joo, J.H. 2011. Effects of Several Effective Microorganisms (EM) on the Growth of Chinese cabbage (*Brassica rapa*). *Korean J. Soil Sci. Fert.* 44(4): 565-574.
- Kowalska, J. 2016. Effect of fertilization and microbiological bio-stimulators on healthiness and yield of organic potato. *Progress in Plant Protection.* 56: 230-235.
- Ndonga, G.K., Friedel, J.K., Spornberger, A., Rinnofer, T., Jezik, K. 2011. 'Effective Microorganisms' (EM): An Effective Plant Strengthening Agent for Tomatoes in Protected Cultivation. *Biological Agriculture and Horticulture.* 27: 189–204.
- Zbroszczyk, U., Kordas, L. 2012. The influence of Effective Microorganisms EM® application on health status of spring wheat growing in short-term monoculture. *Progress in Plant Protection.* 52 (3): 327-331.

VZGOJA KAKOVOSTNEGA RAZMNOŽEVALNEGA MATERIALA ČESNA SORTE 'PTUJSKI JESENSKI'

Mojca VIRŠČEK MARN¹, Irena MAVRIČ PLEŠKO², Kristina UGRINOVIC³,
Mojca ŠKOF⁴, Elizabeta KOMATAR⁵

¹⁻⁵Kmetijski inštitut Slovenije, Ljubljana

IZVLEČEK

Ponudba česna lokalnih sort v Sloveniji ne zadostuje povpraševanju. Še posebno pereča je slaba oskrba s kakovostnim semenskim materialom slovenskih sort. V okviru ciljnega raziskovalnega projekta smo zato preizkušali različne tehnike za vzgojo kakovostnega razmnoževalnega materiala česna sorte 'Ptujski jesenski'. Laboratorijsko testiranje rastlin te sorte s serološkimi testi (DAS- in TAS-ELISA) na OYDV (*Onion yellow dwarf virus*), LYSV (*Leek yellow stripe virus*), GarCLV (*Garlic common latent virus*), SLV (*Shallot latent virus*), GarV-A (*Garlic virus A*), GarV-B (*Garlic virus B*), GarV-C (*Garlic virus C*) in ShVX (*Shallot virus X*) je pokazalo visoko stopnjo okuženosti dveh izvorov razmnoževalnega materiala. Za poskus vzgoje brezvirusnih rastlin sorte 'Ptujski jesenski' smo uvedli *in vitro* razmnoževanje te sorte iz meristemov in to tehniko kombinirali s termoterapijo. Učinkovitost eliminacije virusov je bila izredno nizka, zato je zelo pomembno, da za nadaljnje razmnoževanje ali eliminacijo virusov izberemo rastline, ki so okužene s čim manjšim številom virusov. V ta namen potrebujemo zanesljivo vzorčenje in občutljive metode detekcije. Naše raziskave kažejo, da je za zgodnje preverjanje uspeha eliminacije OYDV, GarCLV in LYSV v tkivni kulturi nujna uporaba molekularnih metod, ki so bolj občutljive od seroloških metod. Na podlagi rezultatov projekta in pridobljenih izkušenj bomo v kratkem izdelali shemo vzdrževalne selekcije za lokalne sorte česna.

Ključne besede: česen, detekcija, lokalne sorte, kultura meristema, termoterapija, virusi

ABSTRACT

PRODUCTION OF HIGH QUALITY PROPAGATION MATERIAL OF GARLIC VARIETY 'PTUJSKI JESENSKI'

¹ dr. agr. znan., znanstvena svetnica, Hacquetova ulica 17, SI-1000 Ljubljana, e-pošta: mojca.marn@kis.si

² dr. mikrobiol., višja znanstvena sodelavka, prav tam

³ dr. agr. znan., višja strokovno raziskovalna sodelavka, prav tam

⁴ univ. dipl. inž. agr., vodilna strokovna sodelavka, prav tam

⁵ inž. kmet., tehnična sodelavka, prav tam

Slovenian production of local garlic varieties does not meet the demand. The supply of high-quality and healthy propagating material of Slovenian varieties is especially critical. Laboratory testing for the presence of OYDV (*Onion yellow dwarf virus*), LYSV (*Leek yellow stripe virus*), GarCLV (*Garlic common latent virus*), SLV (*Shallot latent virus*), GarV-A (*Garlic virus A*), GarV-B (*Garlic virus B*), GarV-C (*Garlic virus C*) and ShV-X (*Shallot virus X*) using serological methods (DAS- and TAS-ELISA) showed high infection rate of plants raised from two propagation material batches of local variety 'Ptujski jesenski'. Meristem culture and *in vitro* multiplication of the variety 'Ptujski jesenski' were introduced and combined with thermotherapy in the attempt to produce virus-free material. Virus elimination rate showed to be very low. The selection of material to be used for further multiplication or elimination of viruses is therefore critical. Reliable sampling and sensitive detection techniques need to be used for this purpose. Our results show that molecular methods need to be used for reliable early detection of OYDV, GarCLV and LYSV in *in vitro* plants after the use of elimination techniques. Based on our experience and project results maintenance selection system for the local varieties will be prepared in near future.

Key words: garlic, detection, local varieties, meristem culture, thermotherapy, viruses

1 UVOD

111

Zaradi vegetativnega razmnoževanja in neustrezne vzdrževalne selekcije so slovenske sorte česna vse bolj okužene z različnimi virusi in drugimi škodljivimi organizmi, ki zmanjšujejo njihovo kakovost. Česen okužujejo številni virusi. Najpogostejši so virusi iz rodov *Potyvirus* (*Onion yellow dwarf virus* (OYDV) in *Leek yellow stripe virus* (LYSV)), *Carlavirus* (*Garlic common latent virus* (GarCLV) in *Shallot latent virus* (SLV)) in *Allexivirus* (*Garlic virus A* (GarV-A), *Garlic virus B* (GarV-B), *Garlic virus C* (GarV-C) in *Shallot virus X* (ShVX)). Potiviruse in karlaviruse, ki okužujejo česen, prenašajo listne uši, aleksiviruse pa pršice šiškarice. V naravi so rastline česna navadno okužene s kompleksom virusov.

Razni raziskovalci poročajo o do 69 % izgubah pridelka zaradi okužbe z OYDV in do 54 % zaradi okužbe z LYSV (Perotto in sod., 2010). Argentinski raziskovalci (Cafrune in sod., 2006) so pri preučevanju vpliva posamične okužbe z GarV-A ali GarV-C in hkratne okužbe z obema virusoma ugotovili, da se je zaradi okužbe z GarV-A masa čebulic zmanjšala od 14 do 32 %. Zmanjšanje mase čebulic se je razlikovalo med leti in sortami. Masa čebulic rastlin okuženih z GarV-C se je statistično značilno zmanjšala le pri eni sorti in v enem od obeh let preučevanja. Masa čebulic rastlin okuženih z dvema virusoma je bila z izjemo ene sorte v prvem letu preučevanja vedno statistično značilno nižja od brezvirusne kontrole in posamično okuženih rastlin. Največje znižanje mase so opazili pri sorti Blanco-IFFIVE, pri kateri se je masa zmanjšala za 61 %. Podobne rezultate kot Cafrune in sod. (2006) so Lunello in sod. (2007) dobili pri primerjavi rastlin okuženih z LYSV z brezvirusnimi rastlinami in rastlinami, okuženimi s kompleksom petih virusov. Ista skupina raziskovalcev (Perotto in sod., 2010) je tudi ugotovila, da je pridelok česna pri

rastlinah, ki so bile v začetku štiriletnega preučevanja na prostem okužene z vsaj enim aleksivirusom, upadal hitreje kot pri rastlinah, ki so bile ob začetku poskusa zdrave. Za eliminacijo virusov najpogosteje uporabljamo kulturo meristemov, samo ali v kombinaciji s termoterapijo in/ali kemoterapijo (Bohanec, 1992). Nekateri raziskovalci so dosegli dobre uspehe pri eliminaciji virusov, drugi spet ne, saj na uspeh razen uporabljenih postopkov vplivajo še drugi dejavniki, kot so izolat virusa, genotip matične rastline (Katis in sod., 2012), fiziološko stanje gostiteljske rastline, vir in velikost meristema.

V prispevku predstavljamo testiranja in uporabo raznih tehnik za eliminacijo virusov iz slovenske sorte česna 'Ptujski jesenski', ki smo jih opravili v okviru Ciljnega raziskovalnega projekta z naslovom Vzpostavitev sistema vzdrževalne selekcije in pridelave semenskega materiala sort kmetijskih rastlin za sonaravne oblike kmetovanja.

2 MATERIAL IN METODE

2.1 Rastlinski material

Za vzgojo rastlin sorte 'Ptujski jesenski' v rastlinjaku smo uporabili stroke dveh različnih pakiranj iste partije dobavitelja Semenarna Ljubljana d.d. V prvem pakiranju so bile izbrane le velike čebulice s premerom nad 55 mm (v nadaljevanju pakiranje 1), v drugem pakiranju pa so bile čebulice običajne velikosti (v nadaljevanju pakiranje 2). Vsak strok smo posadili v svoj lonček in ob sajenju zabeležili oceno velikosti posameznih strokov (M = majhen strok, S = srednje velik strok, V = velik strok). Stroke posamezne čebulice smo posadili zaporedoma od zunanjega stroka navznoter in zabeležili pripadnost strokov posamezni čebulici in zaporedje sajenja strokov.

2.2 Metode za detekcijo virusov

Vzorci smo testirali s serološko metodo (DAS oz. TAS- ELISA) s protitelesi za OYDV, LYSV, GarCLV, SLV, GarV-A, GarV-B, GarV-C in ShVX po navodilih proizvajalca DSMZ (Braunschweig, Nemčija). Za preverjanje oz. potrditev rezultatov serološkega testiranja in za zelo pomembne vzorce iz tkivne kulture smo uvedli metodo obratne transkripcije in verižne reakcije s polimerazo (RT-PCR) za OYDV, GarCLV, LYSV in za aleksiviruse. V ta namen smo v literaturi poiskali začetne oligonukleotide za pomnoževanje dela nukleotidnega zaporedja posameznih virusov in jih glede na naleganje na izbrana in s programom BioEdit poravnana nukleotidna zaporedja ustreznih virusov iz javno dostopne baze NCBI GenBank po potrebi modificirali. Uspeh pomnoževanja smo preizkusili na pozitivnih kontrolah in na s serološkim testom potrjenih pozitivnih vzorcih ob različnih temperaturah naleganja. RNA smo izolirali s kompletom MagMAX™-96 Total RNA Isolation Kit (Thermo Fisher Scientific, ZDA) po priporočilih proizvajalca iz ekstraktov za ELISA testiranje. Za izolacijo smo uporabili napravo MagMAX Express (Ambion, Thermo Fisher Scientific, ZDA). Za pomnoževanje z enostopenjsko obratno transkripcijo in verižno reakcijo s polimerazo (RT-PCR) smo uporabili OneStep RT-PCR Kit (Hilden, Nemčija). Preizkusili smo 4 temperature naleganja (50 °C, 53 °C, 56 °C in 59 °C). Za nadaljnje delo smo izbrali začetne oligonukleotide prikazane v preglednici 1 in temperaturo naleganja 50 °C.

Preglednica 1: Začetni oligonukleotidi uporabljeni za detekcijo virusov.

Virus	Začetna oligonukleotida	Nukleotidno zaporedje	Vir
OYDV	OYDV fw mod OYDV re mod	CRCCARTTGGATAAYGC YTCCGTGTCCTCWTCGG	modificirano po Mituti in sod., 2015
LYSV	LYS N10 LYS C15	CGCATATGCAGTGATGTTTCGGTT ATCAAATTCAGGCTGCTTATACAC	Nam in sod., 2015
GarCLV	GCL-N30 GCL-C40	GCACCAGTGGTTTGGGAATGA AGCACTCCTAGACAACCATTA	Nam in sod., 2015
aleksivirusi ¹	MbFVUP1 MbFVLO1	TGGMCNGCTACCACAAAYGG CCYTTACAGCRTRRAGCTTAGC	Barg, osebna informacija

¹ GarV-A, GarV-B GarV-C, ShVX

2.3 Termoterapija

Rastline v loncih smo gojili v rastni komori ob fotoperiodi 16/8, relativni zračni vlagi 65 % in stalni temperaturi 30 °C, ki smo jo po enem tednu povišali na 37 °C. Termoterapijo smo izvajali od tri do šest tednov.

2.4 Izolacija izsečkov in *in vitro* razmnoževanje

Izbrane rastline smo očistili pod tekočo vodo. Okrog 3 cm velik spodnji del rastline brez korenin smo sterilizirali 5 sekund v 70 % etanolu in nato 15 minut na magnetnem mešalu v 5 % raztopini razkužila Izosan[®]-G (Pliva, Hrvaška) v destilirani vodi in z dodatkom 2 kapljic močila Tween 20. Po trikratnem spiranju s sterilno destilirano vodo smo izrezali rastni vršiček velikosti 0,5 do 0,7 mm in ga gojili na ravnem gojišču z mikro- in makroelementi ter vitamini po Murashige-in Skoog (1962) z 1 mg/l 2iP, 0,5 mg/l NAA, 30 g/l sladkorja ter 7 g/l agarja Bacto™ (Brecton, Dickinson and Company, ZDA). Rastline smo gojili v rastni komori s fotoperiodo 16/8, dnevno temperaturo 23 °C in nočno temperaturo 21 °C. Neokužene meristeme, ki so odgnali in se razvili, smo po cca. 6 tednih presadili na gojišče za rast in razvoj čebulic z makro- in mikroelementi po Murashige in Skoog (1962) s 100 g/l sladkorja in 8 g/l agarja Bacto™. Za razmnoževanje rastlinic smo uporabili metodo rezanja dobro razvitih rastlinic na 2 enaka dela. Po 4-6 tednih se je razvilo od 2-6 novih rastlinic. Za razmnoževanje smo uporabljali tudi bazalne ploščice iz *in vitro* rastlinic, pri čemer se je po 4-6 tednih razvilo od 2-8 novih rastlinic. Na mediju za razvoj čebulic se razvijejo tudi korenine.

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

Po približno dveh mesecih gojenja v rastlinjaku smo testirali vse rastline vzgojene iz strokov pakiranja 1 in del rastlin pakiranja 2 (preglednica 2). Vse rastline so kazale bolj ali manj izrazito klorotično črtavost listja, nekatere pa tudi rumenenje in zvijanje listov. Obseg in vrsta znamenj niso bila povezana z velikostjo strokov in prav tako tudi ne z mestom stroka v čebulici.

Vse testirane rastline iz obeh pakiranj so bile okužene z GarCLV. GarCLV je v česnu latenten, a deluje sinergistično z drugimi virusi (Katis in sod., 2012). Vse rastline pakiranja 1 so bile okužene tudi z OYDV, pri pakiranju 2 pa pri posameznih rastlinah s serološkim testom nismo potrdili tega virusa. Poznejše analize so pokazale, da

uporabljen ELISA test ni dovolj občutljiv in da je negativne rezultate seroloških analiz na navzočnost OYDV nujno potrebno potrditi z bolj občutljivimi molekularnimi testi. V nobeni rastlini nismo potrdili LYSV in SLV. Navzočnost aleksivirusov je bila zelo različna. Okužbo z GarV-A smo potrdili samo v pakiranju 2 na 3 rastlinah od skupno 95 testiranih. Samo ena rastlina pakiranja 2 ni bila okužena z nobenim od testiranih aleksivirusov, v pakiranju 1 pa je bilo takšnih rastlin bistveno več. Potomci vseh strokov 7 čebulic pakiranja 1 niso bili okuženi z nobenim aleksivirusom.

Preglednica 2: Rezultati testiranja rastlin vzgojenih iz dveh pakiranj čebulic oz. strokov.

	Števílo okuženih/števílo testiranih			
	čebulic	strokov	čebulic	strokov
	Pakiranje 1		Pakiranje 2	
OYDV	21/21	180/183	6/9	65/95
LYSV	0/21	0/183	0/9	0/95
GarCLV	21/21	183/183	9/9	95/95
SLV	0/21	0/183	0/9	0/95
GarV-A	0/21	0/183	2/9	3/95
GarV-B	14/21	55/183	9/9	62/95
GarV-C	10/21	27/183	9/9	89/95
ShVX	8/21	20/183	9/9	51/95
aleksivirusi	14/21	57/183	9/9	93/95

114

Ker smo želeli oceniti vpliv uporabljenih metod za eliminacijo virusov, smo v prvem poskusu uporabili rastline iz pakiranja 1, in sicer:

- z aleksivirusi neokužene rastline, vzgojene iz strokov čebulic, pri katerih so bile vse iz njih razvite rastline neokužene z aleksivirusi (skupno 61 rastlin),
- z aleksivirusi neokužene rastline, vzgojene iz strokov čebulic, pri katerih je bil del strokov okužen z aleksivirusi (skupno 41 rastlin) in
- rastline, okužene s tremi aleksivirusi (GarV-B, GarV-C in ShVX) (skupno 63 rastlin).

Vse uporabljene rastline so bile okužene z OYDV in GarCLV.

Polovico rastlin smo za približno en mesec izpostavili termoterapiji, iz preživelih izolirali meristeme in jih prenesli v *in vitro* razmere. Preživetje rastlin v postopku termoterapije je bilo zelo slabo zaradi za rast neugodnih temperatur in težav z vzdrževanjem ustrezne vlažnosti substrata. Iz 30 izoliranih meristemov se je razvilo le 10 rastlin. Drugo polovico rastlin, ki niso bile izpostavljene termoterapiji, smo prav tako uporabili za izolacijo meristemov. Po približno dveh mesecih smo *in vitro* rastlinice testirali s serološkimi testi na vseh 8 virusov in ugotovili, da se obseg okužb ni zmanjšal. Nekatere *in vitro* rastlinice, ki so se razvile iz meristemov rastlin pri katerih nismo potrdili okužbe z aleksivirusi, so bile okužene s posameznimi aleksivirusi. Nobena od teh rastlinic ni izvirala iz meristemov rastlin, pri katerih so bile vse rastline iz iste čebulice neokužene z aleksivirusi. Ti rezultati nakazujejo, da je

bila koncentracija virusa v nekaterih izvornih rastlinah prenizka za uspešno detekcijo s serološkimi testi, pri gojenju *in vitro* pa se je virus namnožil v tolikšnimi meri, da smo ga potrdili tudi z manj občutljivimi serološkimi testi.

Naši rezultati kažejo, da bi bilo z laboratorijskim testiranjem na viruse mogoče najti in odbrati rastline sorte 'Ptujski jesenski', ki so okužene z manjšim številom virusom ali celo popolnoma neokužene. Takšne rastline bi lahko uporabili za nadaljnje razmnoževanje v izolaciji, t.j. v mrežnikih, kjer prenašalcev virusov ni (oz. jih je manj), ali v *in vitro* postopkih eliminacije virusov.

Del *in vitro* rastlin pridobljenih s kulturo meristemov smo uporabili za ponovno izolacijo meristemov. Po testiranju se je izkazalo, da so bile vse okužene z GarCLV, posamezne pa tudi z drugimi virusi. Pri našem delu torej z nobenim izmed uporabljenih postopkov nismo uspeli vzgojiti brezvirusnih rastlin sorte 'Ptujski jesenski'. Nasprotno so bili Ravnikar in sod. (1994) bistveno bolj uspešni pri uporabi termoterapije in kulture meristemov za eliminacijo OYDV in karlavirusov iz sorte 'Ptujski jesenski'. Rezultati serološkega testiranja so pokazali, da 88-100 % rastlin iz *in vitro* kulture po prenosu v *in vivo* razmere ni bilo okuženih z OYDV in testiranim karlavirusom. Podobne uspehe pri eliminaciji okužb z OYDV in LYSV s kombinacijo termoterapije in gojenja *in vitro* iz meristemov so Ravnikar in sod. (1996) dobili tudi pri sorti 'Ptujski spomladanski'.

Ne glede na slabe rezultate eliminacije okužb pri sorti 'Ptujski jesenski' smo z vpeljanimi tehnikami v letu 2017 pridobili nekaj brezvirusnih rastlinic neznane sorte, ki smo jo leta 2014 dobili kot sorto 'Ptujski jesenski' in smo jo posadili istočasno s še dvema pakiranjema te sorte. Rastline, ki so se razvile iz teh strokov, so se morfološko razlikovale od rastlin sorte 'Ptujski jesenski' in so torej pripadale drugi sorti, najverjetneje sorti 'Ptujski spomladanski'. Bile so tudi bolj vitalne od rastlin sorte 'Ptujski jesenski', zato smo jih izbrali za nadaljnje delo. Ne glede na boljši videz teh rastlin smo s serološkimi testi pri njih potrdili okužbo z OYDV, GarLCV in LYSV. Te rastline smo za 6 tednov izpostavili termoterapiji, nato pa iz njih izolirali meristeme. Po določenem času gojenja *in vitro* so se pri nekaterih preživelih rastlinicah pokazale tudi okužbe z aleksivirusi. Za nadaljnje razmnoževanje smo izbrali 4 rastline, ki niso bile okužene z aleksivirusi. Z molekularnim testiranjem smo v naslednjem letu ugotovili, da je del rastlin neokužen. Ker se je delež okuženih rastlin pri nadaljnjih testiranjih povečeval, smo jih izpostavili še kemoterapiji z virustatikom Ribavirinom in nato iz njih ponovno izolirali meristeme. Pri delu rastlinic smo na ta način uspešno eliminirali viruse, kar smo potrdili tudi z zadnjimi testiranjimi v letu 2017.

S preizkušanimi tehnikami je torej mogoče vzgojiti zdrave rastline, vendar je proces dolgotrajen, izplen brezvirusnih rastlin pa je lahko slab. Rastlinice po presajanju v *in vivo* razmere potrebujejo še dve do tri leta za tvorbo čebulic ustreznih za trg (Ravnikar in sod., 1994). Za razmnoževanje oz. ohranjanje avtohtonih sort, gojenje katerih je dokaj omejeno, bi morda zato zadostovalo preverjanje okuženosti rastlin in sicer najprej s serološkimi testi, nato pa še potrjevanje negativnih rezultatov z bolj občutljivimi molekularnimi testi. Izbrane neokužene rastline oz. čim manj okužene rastline bi nato uporabili pri nadaljnjem razmnoževanju semenskega materiala.

4 SKLEPI

V okviru projekta smo potrdili visoko stopnjo okuženosti razmnoževalnega materiala sorte 'Ptujski jesenski' z virusi. Uvedli smo metodo termoterapije in *in vitro* razmnoževanje te sorte iz meristemov, vendar nismo uspeli pridobiti popolnoma brezvirusnih rastlin. Za vzpostavitev vzdrževanja čim manj okuženega razmnoževalnega materiala sorte 'Ptujski jesenski' bi bilo za začetek potrebno, z laboratorijskimi testiranjmi na viruse, odbrati čim manj okužen izvorni material.

5 ZAHVALA

Delo je bilo opravljeno v okviru CRP projekta V4-1413 z naslovom Vzpostavitev sistema vzdrževalne selekcije in pridelave semenskega materiala sort kmetijskih rastlin za sonaravne oblike kmetovanja, ki ga financirata Ministrstvo za kmetijstvo gozdarstvo in prehrano in Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS. Uporabljena so bila tudi sredstva programske skupine Agrobiodiverziteta (P4-0072), ki jo financira Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS.

6 LITERATURA

- Bohanec, B. 1992. Tehnike rastlinskih tkivnih kultur. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Center za rastlinsko biotehnologijo in žlahtnjenje rastlin: 168 str.
- Cafrune, E. E., Perotto, M. C., Conci, V.C. 2006. Effect of two *Allexivirus* isolates on garlic yield. *Plant Disease*, 90: 898-904. DOI: 10.1094/PD-90-0898
- Lunello, P., Ducasse, D., Conci, V. 2005. Improved PCR detection of potyviruses in *Allium* species. *European Journal of Plant Pathology*, 112: 371. doi:10.1007/s10658-005-6232-3
- Lunello, P., Di Rienzo, J., Conci, V. C. 2007. Yield loss in garlic caused by *Leek yellow stripe virus* Argentinean isolate. *Plant Disease*, 91: 153-158. doi: 10.1094/PDIS-91-2-0153
- Katis, N. I., Maliogka, V. I., Dovas, C. I. 2012. Viruses of the genus *Allium* in the Mediterranean region. *Advances in Virus Research*, 84: 163-208.
- Mituti, T., Moura, M. F., Marubayashi, J. M., Oliveira, M. L., Imaizumi, V. M., Krause-Sakate, R., Pavan, M. A. 2015. Survey of viruses belonging to different genera and species in noble garlic in Brazil. *Scientia Agricola*, 72 (3): 278–281. <http://dx.doi.org/10.1590/0103-9016-2014-0168>
- Murashige, T., Skoog, F. 1962. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue culture. *Physiologia Plantarum*, 15: 473–497. doi:10.1111/j.1399-3054.1962.tb08052.x
- Nam, M., Lee Y-H., Park, C. Y., Lee, M-A., Bae, Y-S., Lim, S., Lee, J. H., Moon, J. S., Lee, S.H. 2015. Development of multiplex RT-PCR for simultaneous detection of garlic viruses and the incidence of garlic viral disease in garlic genetic resources. *The Plant Pathology Journal*, 31: 90-96.
- Perotto, M. C., Cafrune, E. E., Conci, V.C. 2010. The effect of additional viral infections on garlic plants initially infected with *Allexiviruses*. *European Journal of Plant Pathology*, 126: 489–495. DOI 10.1007/s10658-009-9555-7
- Ravnkar, M., Plaper, I., Uzman, R., Žel, J. 1994. Establishment of an efficient method for virus elimination in meristem cultures and regeneration of high quality plants. V: Javornik, B., (ur.), Bohanec, B. (ur.), Kreft, I. (ur.). *Proceedings of the International Colloquium on Impact of Plant Biotechnology on Agriculture*, Rogla, 5.-7. december 1994, Ljubljana, Biotechnical Faculty, Agronomy Department, Centre for Plant Biotechnology and Breeding, 1994: 97-102.
- Ravnkar, M., Mavrič, I., Uzman, R., Ivanovič, S., Kus, M., Žel, J. 1996. Virusi česna (*Allium sativum* L. cv. 'Ptujski spomladanski') in vzgoja zdravih rastlin v tkivni kulturi. V: Šesek, P. (ur.). *Novi izzivi v poljedelstvu '96 : zbornik simpozija*, Radenci, 9. in 10. december 1996, Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, 1996:189-193.

PREUČEVANJE KONTAKTNEGA DELOVANJA IZBRANIH OKOLJSKO SPREJEMLJIVIH SNOVI NA LAZARJE (*Arion* spp., Gastropoda, Arionidae) V LABORATORIJSKEM POSKUSU

Žiga LAZNIK¹, Stanislav TRDAN²

Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Ljubljana

IZVLEČEK

V laboratorijskem poskusu smo preučevali učinkovitost delovanja izbranih okoljsko sprejemljivih snovi na zatiranje lazarjev (*Arion* spp.) in raziskali potencialne možnosti uporabe teh snovi za omejevanje njihovega škodljivega delovanja na gojenih rastlinah. V poskus smo vključili naslednje snovi: lesni pepel, hidrirano apno, diatomejsko zemljo in žagovino. Njihov vpliv smo preučevali posamično ali v kombinaciji. Izvedli smo dva poskusa. Prvi je potekal v petrijevkah, drugi pa v velikih steklenih posodah (insektarijih). V petrijevkah smo lazarje najprej povaljali v pripravku in opazovali, katera snov najbolj učinkuje na njihovo smrtnost. Ob stiku s snovjo so se lazarji v trenutku skrčili in pričeli močno izločati sluz. Tretiranega polža smo položili v petrijevko, ki je vsebovala list solate in vlažen tampon. Najvišjo stopnjo smrtnosti preučevanih polžev smo ugotovili pri uporabi hidriranega apna, kjer so lazarji v trenutku poginili. Tudi v drugem poskusu, v katerem smo v sredino posode položili svež list solate in vlažen tampon, okrog pa posuli različne preučevane snovi, se je za najučinkovitejšo oviro lazarjem izkazalo hidrirano apno oziroma kombinacija hidriranega apna z drugimi snovmi.

Ključne besede: lazarji, okoljsko sprejemljive snovi, kontaktno delovanje, hidrirano apno

ABSTRACT

TESTING THE EFFICACY OF SELECTED ENVIRONMENTALLY ACCEPTABLE SUBSTANCES AGAINST SLUGS (*Arion* spp., Gastropoda, Arionidae) UNDER LABORATORY CONDITIONS

Environmentally acceptable substances were tested in a laboratory experiment in order to investigate their application value for controlling slugs (*Arion* spp.). We included in our investigation the following substances: wood ash, lime, diatomaceous earth and sawdust. Their efficacy was studied individually and in combinations. We carried out two types of experiments. The first took place in Petri dishes, other in large glass containers (insectariums). In the petri dishes the slugs were initially rolled in the preparation and observed which substance have bigger impact on their mortality. After the contact with the substance slugs started to shrink significantly and to secrete

¹ doc. dr., Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana, e-pošta: ziga.laznik@bf.uni-lj.si

² prof. dr., prav tam

mucus. Treated slugs were then placed in a petri dish containing a leaf of lettuce and a wet tampon. The highest rate of slug mortality was observed at the use of hydrated lime, where slugs immediately died. In the second experiment, the experimental design consists of a fresh leaf of lettuce in the middle of the glass container and a wet tampon. Around the lettuce leaf we scattered various substances studied in our investigation. Our investigation showed that the most effective barrier for slugs were hydrated lime or hydrated lime in the combination with other substances.

Key words: slugs, environmentally acceptable substances, contact efficacy, hydrated lime

1 UVOD

Pojav lazarjev (*Arion* spp.) je v zadnjih letih močno narasel. Čeprav so gospodarsko zelo škodljivi, pa v naravi z odstranjevanjem različnih rastlinskih in živalskih odpadkov igrajo pomembno vlogo pri ohranjanju biološkega ravnovesja (Ortan, 2014).

Polže uvrščamo med gospodarsko pomembne škodljivce, še posebno v letih in razmerah, ki so za njih ugodna (mile zime, leta z veliko dežja). Gospodarsko škodo povzročajo le polži brez hišic. To so predstavniki iz družine slinarjev (*Limacidae*) in lazarjev (*Arionidae*) (Milevoj, 2007).

Uvrščamo jih med vsejede živali, saj se hranijo z različnimi materiali, tako rastlinskega kot živalskega izvora (Burnie, 2001). Polži so občutljivi na izsušitev, zato so aktivni ponoči in v oblačnem, deževnem vremenu. Večina se prehranjuje s svežimi in odmrlimi rastlinskimi deli. Zelo radi se hranijo z mladimi rastlinami, npr. sadikami. Škodo povzročajo na vrtninah, poljščinah, sadnem drevju, grmovnicah, travi, zeliščih in okrasnih rastlinah. Ob množičnem pojavu lahko polži povzročijo velik izpad pridelka. S hranjenjem na rastlinah, ki je vidno v obliki manjših ali večjih luknjic, na pridelku povzročijo tako količinski kot tudi kakovostni izpad (Laznik in Trdan, 2016). Pojavljanje lazarjev vzpodbuja gojenje rastlin v monokulturah in pretirana uporaba fitofarmaceutskih sredstev, ki omejuje gibanje naravnih sovražnikov v tem območju. Podobno velja za izsuševanje vlažnih biotopov, ki prizadene naravne sovražnike polžev. Populacije polžev se večajo tudi zaradi opustitve gojitve perutnine na prostem, ki se hrani s polžjimi jajčeci. Pojav polžev je večji ob milih zimah in vlažnih poletjih. Zelo dobra skrivališča zanje so neobdelana zemljišča, zeleni pasovi ob prometnicah, zarasla in zapleveljena zemljišča ter mulčene površine. Njihov obstoj se poveča ob pretirani uporabi dušika na zemljiščih (Milevoj, 2007).

Za uspešno zatiranje polžev moramo najprej ugotoviti, kakšno škodo povzročajo ter kolikšen je njen obseg. Pri odločanju o izbiri načina zatiranja polžev je poleg stroškov zatiranja pomembna tudi njegova okoljska neoporečnost. Včasih se polžev uspešno lahko obvarujemo že npr. z ustrezno obdelavo tal, kolobarjenjem, pravočasno in kakovostno setvijo ipd. Lahko si pomagamo z različnimi biotičnimi varstvenimi ukrepi, če pa vse naštetto ne pomaga, nam ostanejo kemični načini zatiranja (Vakselj, 1992).

Zaradi jesenskega odlaganja jajčec je zelo priporočljivo zatirati polže tudi jeseni, ker tako zmanjšamo njihovo spomladansko populacijo (Ortan, 2014). Žal pa v jesenskem času ljudje na polže pogosto pozabijo, saj se ti zaradi nižjih temperatur poskrrijejo v svoja skrivališča in so zato slabše opazni.

V naši raziskavi smo proučili učinkovitost nekaterih okoljsko sprejemljivih snovi pri zatiranju lazarjev. Preverjali smo učinkovitost lesnega pepela, hidriranega apna, diatomejske zemlje in žagovine kot kontaktni limacid in kot prehodno oviro za polže.

2 MATERIALI IN METODE DELA

Poskus je bil izveden leta 2014 v entomološkem laboratoriju Katedre za fitomedicino, kmetijsko tehniko, poljedelstvo, pašništvo in travništvo, na Oddelku za agronomijo, Biotehniške fakultete v Ljubljani. Za izvedbo poskusa smo uporabili lazarje iz rodu *Arion*, ki smo jih nabrali v Jelši nad Blagovico. Lazarje smo dan pred nastavitvijo poskusa stradali, saj smo želeli zagotoviti njihovo slo po hranjenju. Za vsako snov oziroma obravnavanje smo uporabili 10 lazarjev (10 ponovitev). Uporabili smo naslednje snovi: lesni pepel (pepel kot ostanek bukovih drv, ki smo ga fino zmleli), hidrirano apno (CI 90-S; IMG Zagorje d.o.o.; Zagorje ob Savi, Slovenija), diatomejsko zemljo (iz Bele Cerkve na Dolenjskem), žagovino (iz bukovine; fino mleta) in kontrolni vzorec (polža smo pokapali s 3 ml vode). Snovi smo uporabili posamično ali pa v kombinaciji. Izvedli smo dva tipa poskusov. Prvi (poskus A) je bil izveden v plastičnih petrijevkah (150 x 20 mm; proizvajalec: Kemomed d.o.o., Kranj) in je trajal 3 dni (poskus kontaktnega delovanja snovi), drugi (poskus B) pa v steklenih posodah (insektarijih) in je trajal 2 dni (poskus ugotavljanja snovi kot prehodne ovire za polže). Vse poskuse smo izvedli v gojitveni komori (tip: RK-900 CH, proizvajalec: Kambič laboratorijska oprema d.o.o., Semič) pri 22 °C in 75 % relativni zračni vlagi. Tekom poskusa smo spremljali vrednosti dogodkov (preglednica 1). Več informacij o izvedbi poskusa in statistični obdelavi podatkov je navedenih v Laznik in Trdan (2016).

3 REZULTATI

3.1 Generalna analiza

Analiza dogodkov je pokazala, da so na smrtnost polžev v poskusu ($F = 94.57$; $df = 10, 329$, $p < 0.0001$) in njihovo hranjenje ($F = 81.40$; $df = 10, 329$, $p < 0.0001$) vplivale različne preučevane snovi, medtem ko čas izpostavljenosti ni vplival na smrtnost polžev v poskusu ($F = 1.25$; $df = 2, 329$, $p = 0.2865$), prav tako pa tudi ne na njihovo stopnjo hranjenja ($F = 0.29$; $df = 2, 329$, $p = 0.7476$). Analiza dogodkov je pokazala, da na prehod polžev prek ovire vpliva preučevana snov ($F = 9.30$; $df = 10, 219$, $p < 0.0001$), medtem ko čas izpostavljenosti ni imel statistično značilnega vpliva ($F = 0.06$; $df = 1, 219$, $p = 0.8131$). Na hranjenje polžev, ki so prečkali oviro so vplivali različni dejavniki, tako čas izpostavljenosti ($F = 7.88$; $df = 1, 219$, $p = 0.0054$) kot tudi različne preučevane snovi ($F = 16.06$; $df = 10, 219$, $p < 0.0001$).

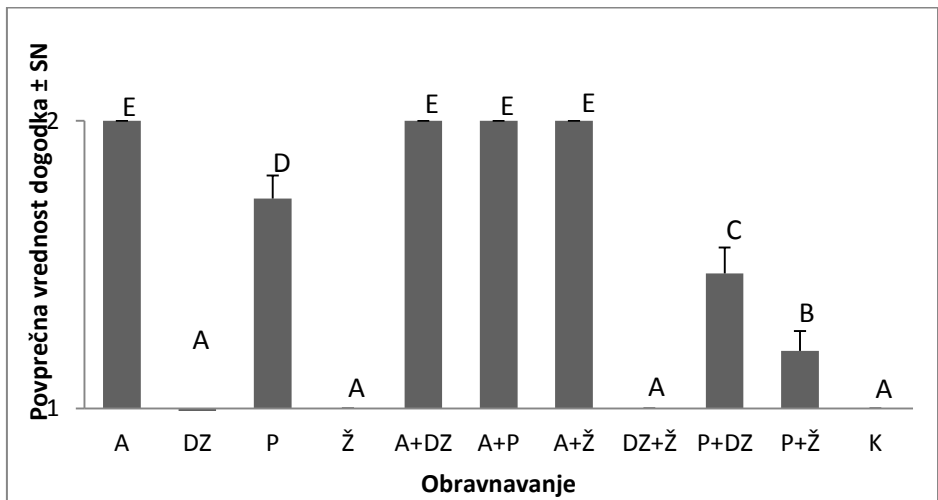
Preglednica 1: Vrste preučevanih dogodkov v poskusu.

Indeks	Dogodek
1	Polž je preživel.
2	Polž je poginil.
3	Polž je prečkal oviro.
4	Polž ni prečkal ovire.
5	Polž se je hranil s solato.
6	Polž se ni hranil s solato.

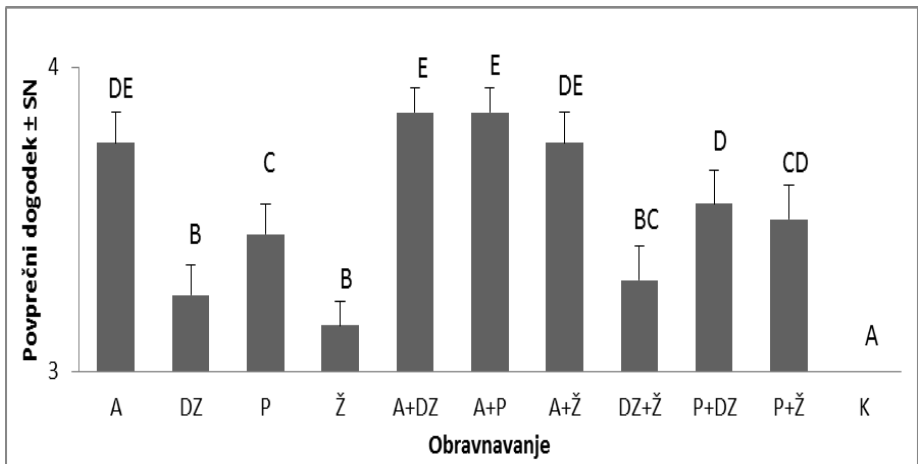
3.2 Individualna analiza

Analiza dogodkov je pokazala, da je na smrtnost polžev v poskusu A v največji meri vplivalo hidrirano apno (povprečna vrednost dogodka: $2,0 \pm 0,0$) (slika 1), zadovoljiva stopnja smrtnosti pa je bila dosežena tudi pri individualni uporabi lesnega pepela (povprečna vrednost dogodka: $1,73 \pm 0,08$). Ostala obravnavanja niso bila tako uspešna, saj je bila stopnja smrtnosti polžev v poskusu nižja od 50 %.

120

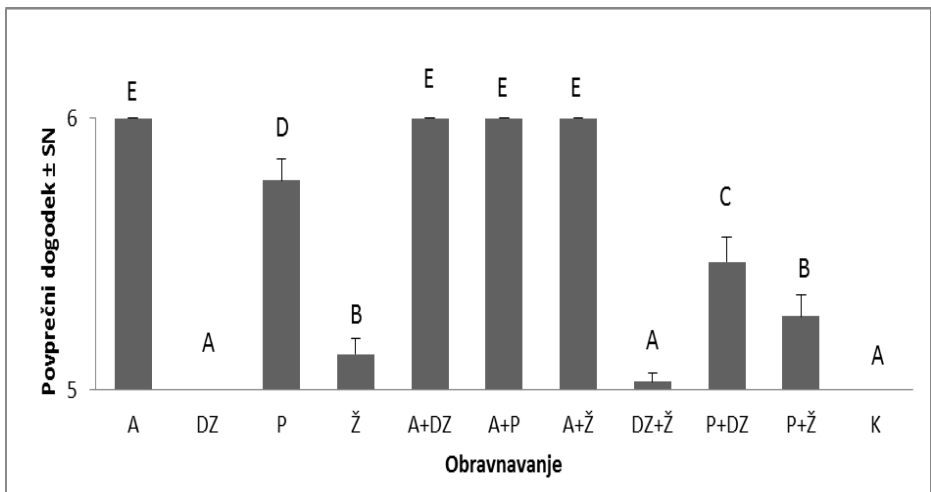


Slika 1: Povprečne vrednosti dogodka (\pm SN) v poskusu A. Legenda: A – hidrirano apno, DZ – diatomejska zemlja, P – lesni pepel, Ž – žagovina, K – kontrola. Dogodek 1 – polž je preživel, dogodek 2 – polž je poginil.



Slika 2: Povprečne vrednosti dogodka (± SN) v poskusu A. Legenda: A – hidrirano apno, DZ – diatomejska zemlja, P – lesni pepel, Ž – žagovina, K – kontrola. Dogodek 3 – polž je prečkal oviro, dogodek 4 – polž ni prečkal ovire.

121

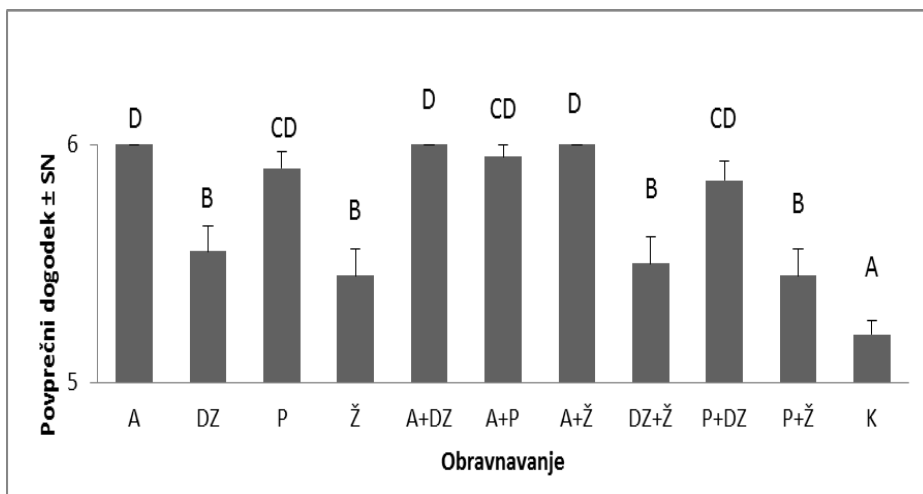


Slika 3: Povprečne vrednosti dogodka (± SN) v poskusu A. Legenda: A – hidrirano apno, DZ – diatomejska zemlja, P – lesni pepel, Ž – žagovina, K – kontrola. Dogodek 5 – polž se je hranil s solato, dogodek 6 – polž se ni hranil s solato.

Analiza je pokazala, da so se v poskusu B kot najboljša ovira izkazala obravnavanja, ki so vsebovala hidrirano apno (posamično ali v kombinaciji z drugimi preučevanimi snovmi). Povprečne vrednosti dogodkov so se gibale med $3,75 \pm 0,1$ (hidrirano apno) in $3,85 \pm 0,08$ (hidrirano apno v kombinaciji z lesnim pepelom) (slika 2). Manj kot 50

% polžev je prečkalo oviro, narejeno iz lesnega pepela in diatomejske zemlje (povprečna vrednost dogodka: $3,55 \pm 0,11$). Preostala obravnavanja niso bila učinkovita pri preprečevanju prehoda polžev k viru hrane.

Analiza dogodkov je pokazala, da je na hranjenje polžev v poskusu A v največji meri vplivalo hidrirano apno posamično ali v kombinaciji z drugimi snovmi (slika 3). Zadovoljivo stopnjo preprečevanja hranjenja v poskusu A smo dosegli tudi ob uporabi lesnega pepela (povprečna vrednost dogodka: $5,76 \pm 0,08$). V preostalih obravnavanjih je bila stopnja hranjenja polžev večja od 50 % (slika 3). Podobne ugotovitve smo potrdili tudi v poskusu B. Ovire pripravljene iz hidriranega apna ali kombinacije drugih snovi s hidriranim apnom so v največji meri preprečevale hranjenje polžev v našem poskusu. Zadovoljivi rezultati so bili doseženi tudi pri uporabi ovire iz lesnega pepela (slika 4).



Slika 4: Povprečne vrednosti dogodka (\pm SN) v poskusu A. Legenda: A – hidrirano apno, DZ – diatomejska zemlja, P – lesni pepel, Ž – žagovina, K – kontrola. Dogodek 5 – polž se je hranil s solato, dogodek 6 – polž se ni hranil s solato.

4 DISKUSIJA

Hidrirano apno lahko na vrt nastavimo v dveh pasovih, širokih 20 cm ali enem, širokem najmanj 50 cm. Poraba hidriranega apna znaša od 20 do 30 kg/ar. Ob dežju izgubi učinkovitost, če ga uporabljamo kot oviro. Oviro iz apna posujemo na odprta in suha tla. Priporočljiva širina pasu je od 15 do 20 cm (Vakselj, 1992). Da apno zelo dobro učinkuje, smo dokazali tudi v našem poskusu z lazarji. V prvem poskusu, ko smo lazarje povaljali v apno, so v trenutku so poginili. Ob dotiku so se močno skrčili in izločili veliko sluzi. Smrtnost je bila 100 %. Tudi, ko smo apno kombinirali z drugimi snovmi, smo dobili podoben rezultat. V drugem poskusu smo iz apna

napravili oviro. Vsi lazarji, ki so hoteli iti prek apnene ovire, so v trenutku poginili. Ko smo za oviro uporabili apno v kombinaciji z ostalimi snovmi (lesni pepel, diatomejska zemlja, žagovina), se je za najboljšo izkazala kombinacija hidriranega apna in lesnega pepela. Lazarji so ob prečkanju ovire izločali sluz, vendar jim ni uspelo preživeti. Nekateri so se pripravka s pomočjo izločanja sluzi sicer znebili, a so pozneje prav tako poginili. Pri poskusu s hidriranim apnom in žagovino smo opazili, da je kombinacija snovi tako močno delovala na lazarja, da mu je snov poškodovala povrhnjico in prebavila.

Diatomejska zemlja se kot inertno prašivo lahko uporablja za zatiranje skladiščnih škodljivcev. Na žuželke deluje na tri načine: prvi način je preko absorpcije lipidov iz kutikule, kar povzroči izsušitev osebkov. Drugi način predstavlja abrazivno delovanje na žuželčo kutikulo, tretji pa zamašitev dihalnih poti in posledično zadušitev žuželk (Korunič, 1998). V našem poskusu smo predvidevali, da bo deloval drugi način, ki povzroči izsušitev osebkov. Ko smo polže povaljali v diatomejski zemlji, se je lazar s pomočjo izločanja sluzi znebil ovoja iz diatomejske zemlje in ni poginil. Ugotovili smo, da diatomejska zemlja v našem poskusu ni imela izsuševalnega učinka na lazarje. Prav tako ni delovala niti na dihalne poti niti na povrhnjico. Tudi kombinacija z drugimi snovmi ni prinesla boljših rezultatov. Med vsemi kombinacijami je bila najuspešnejša tista s hidriranim apnom. V poskusu z oviro iz diatomejske zemlje oziroma njene kombinacije z ostalimi snovmi tudi nismo zabeležili pozitivnih rezultatov. Polži so namreč prečkali oviro in se hranili s solato, ki je bila nameščena v sredini posode.

123

Lesni pepel se lahko uporabi za zatiranje lazarjev na vrtu. Posujemo ga ob suhem vremenu od 1 do 3 cm na debelo. Pripravek je močno higroskopičen in lahko zaradi tega povzroči močno izločanje sluzi. Posledično lazarji poginejo (Vakselj, 1992). Previdni moramo biti, da ne uporabimo onesnaženega pepela. Zato ne smemo kuriti škodljivih izdelkov, kot so reklame, vrečke, plastika, itd., ampak kurimo samo lesne izdelke (Knapp in Insam, 2011). V našem poskusu smo uporabili domači lesni pepel, ki je nastal z izgorevanjem bukovine v peči. Pri prvem obravnavanju smo lazarje povaljali v pepelu. Lazar se je skrčil in pričel močno sluziti, zaradi dehidracije pa je kmalu tudi poginil. Poleg tega ima pepel močnejšo kemično sestavo kot žagovina in diatomejska zemlja, zaradi česar deluje na povrhnjico bolj agresivno. Za najboljšo kombinacijo sta se v naši raziskavi izkazala pepel in hidrirano apno. Oba pripravka sta močnejša od ostalih, zato smo posledično dobili boljši zatiralni učinek. V poskusu z ovirami je lesni pepel močno deloval na lazarje, ki so poginili zaradi prekomernega izločanja sluzi in dehidracije. Drugače so se hranili s solato. Ovira s kombinacijami je bila boljša od ovire zgolj iz pepela. Za najboljšo kombinacijo se je izkazala združitev hidriranega apna in lesnega pepela, kjer je ob stiku z njima poginila večina lazarjev.

Tudi žagovina je higroskopična in učinkuje tako, da povzroča močno izločanje sluzi pri polžih. Na vrtu jo je priporočljivo trositi od 5 do 15 cm na debelo. Žagovina ob dežju izgubi svojo učinkovitost, zato moramo ob vsakem naliwu z grabljami žagovino zrahljati. Priporočljiva širina varovalnega pasu je od 0,5 do 1 m (Vakselj, 1992). V naši raziskavi smo za izvedbo poskusa uporabili drobno mleto žagovino. Predpostavljali smo, da bomo s to metodo povzročili dehidracijo na lazarju. V prvem

poskusu, ko smo lazarje povaljali v žagovini, so se ti ob dotiku proučevane snovi močno skrčili in začeli izločati sluz. S tem so se snovi enostavno znebili s telesa in živeli dalje. Žagovina ni povzročila izsušitve in večje smrtnosti lazarjev. V poskusu z oviro so lazarji brez težav šli skozi žagovino, izločili sluz in enostavno prišli do solate. Za najbolj učinkovito kombinacijo uporabljeno za oviro se je izkazala združitev žagovine in hidriranega apna, kar niti ni presenetljivo, saj se je apno v obeh prejšnjih poskusih izkazalo kot zelo učinkovito.

5 ZAHVALA

Raziskava je nastala v sklopu programske skupine Hortikultura (P4-0013-0481), ki jo financira agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije (ARRS). Del raziskave je bil financiran v okviru strokovnih nalog iz področja varstva rastlin, ki ga financira ministrstvo za kmetijstvo in gozdarstvo v sklopu Fitosanitarnе uprave Republike Slovenije. Posebna zahvala za pomoč pri izvedbi poskusa gre Sabini Resnik.

6 LITERATURA

- Burnie D. 2001. Ilustrirana enciklopedija živali. Učila, založba, d.o.o., Tržič: 20 str.
- Knapp B. A., Insam H. 2011. Recycling of biomass ashes: current technologies and future research needs. V: Recycling of biomass ashes. Insam, H., Knapp B.A. (ur.). Austria, Innsbruck, Institute of Microbiology, University of Innsbruck: 1-16
- Korunić Z. 1998. Diatomaceous earths, a group of natural insecticides. Journal of Stored Products Research, 34: 87-97
- Laznik Ž., Trdan S. 2016. Is combination of different natural substances suitable for slug (*Arion* spp.) control? Spanish Journal of Agricultural Research, 14, 3: e1004
- Milevoj L. 2007. Kmetijska entomologija (splošni del). Ljubljana, Biotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani: 182 str.
- Ortan M. 2014. Zatiranje polžev. Kmetovalec, 6-7: 34
- Vakselj N. 1992. Škodljive vrste polžev (Gastropoda) in njihovo zatiranje. Diplomski naloga. Ljubljana, BF, Oddelek za agronomijo: 35 str.

SPREADING OF RED PALM WEEVIL (*Rhynchophorus ferrugineus* [Olivier]), A DEVASTATING PEST OF PALMS IN MONTENEGRO

Snježana HRNČIĆ¹, Sanja RADONJIĆ²

University of Montenegro, Biotechnical Faculty, Podgorica, Montenegro

ABSTRACT

Red palm weevil *Rhynchophorus ferrugineus* (Olivier) is originated from in southeastern Asia. It is a notorious pest of palms in all areas where it has established. The main palm affected is the canary date palm (*Phoenix canariensis*) and date palm (*Phoenix dactylifera*). International trade of palm trees resulted in the rapid spreading of this pest from its native range. Its introduction into the Mediterranean area was in the 1990s and first detection in Europe in Spain in 1994. Since then it has spread to many European countries. Infested palms are hard to detect since the larvae feed on the internal tissues. At high infestation levels symptoms resembling drought stress are common, although the most typical is “umbrella-like” damage which usually indicates death of infested palm. *R. ferrugineus* was detected for the first time in Montenegro in October 2012 on Canary Island date palm. The “umbrella-like” symptom and symptoms resembling drought stress were found in hotel complex in coastal area of the city of Ulcinj. Until October 2014 the pest was restricted only in this area when the first signs of spreading was noticed and pest found in area of the city of Budva. Spreading was continued in the following year and in 2016 *R. ferrugineus* was registered along the whole seacoast. All infested palms in Montenegro are *Ph. canariensis*, except one *Trachycarpus fortunei* found in the city of Ulcinj in August 2016. Presence and spreading of the pest along Montenegro seacoast resulted in devastation and death of many palms and extreme changing of our traditional urban landscape. Up to November 2016 around 100 canary date palm have been eradicated. Aggregation pheromone Rhy lure 400 is used for monitoring.

Key words: damage, Montenegro seacoast, red palm weevil, spreading

1 INTRODUCTION

Red palm weevil *Rhynchophorus ferrugineus* (Olivier) (Coleoptera: Curculionidae) is originating in southern Asia and Melanesia, where it is a serious pest of coconuts. From area of origin it has been advancing westwards very rapidly since the mid 1980's (Ferry and Gómez, 2002). Spread of *R. ferrugineus* in the Middle-Eastern and the Mediterranean region has been rapid since 1985 (Abraham *et al.* 2000, Faleiro *et al.* 2012). In early 1990's it crossed the Red Sea and was recorded in Egypt in 1992

¹ prof. dr., Mihaila Lalića 15, 81000 Podgorica, Montenegro, e-mail: shrncic@yahoo.com

² prof. dr., *ibid.*

(Cox, 1993). Its first detection in Europe was in 1994 in Spain (Barranco *et al.* 1996). The pest is regulated within the EU (Commission Decision 2007/365/EC).

R. ferrugineus is essentially a pest of palms (Arecaceae), and the most important pest of date palm (*Phoenix dactylifera*) in the world as well a serious pest of coconut (*Cocos nucifera*). As a highly invasive pest of palms can have a significant economic, environmental and social impact when introduced into new geographical areas. International trade of palm trees resulted in the rapid spreading of this pest from its native range. After it was introduced in the Mediterranean region the two main palm species of concern are date palm and Canary Island date palm (*Phoenix canariensis*). It also attacks several other ornamental palms such as chusan palm (*Trachycarpus fortunei*) (Malumphy *et al.*, 2016).

The main damage is caused by the larvae which feed on the growing tissue in the crown of palms. They boring tunnels inside and destroy the apical growth area. In cases of severe infestations palms can completely loss leaves followed by rotting of the trunk, which results in the death of the tree.

R. ferrugineus was detected for the first time in Montenegro in October 2012 on Canary Island date palm in area of the city of Ulcinj (Hrnčić *et al.*, 2012). The aim of this paper is to present the current situation of the red palm weevil in Montenegro.

2 MATERIAL AND METHODS

126

After the first detection of *R. ferrugineus* in Montenegro (Hrnčić *et al.*, 2012), a visual inspections of infested area was immediately done. This observations included detection of early symptoms such as an eccentric growing crown, divided crown and bending of old leaves, beginning of leaves drying, symptoms resembling lack of water (wilting, desiccation and necrosis of the foliage) and feeding damage to palm foliage, presence of late symptoms ("umbrella like"). In order to check if the larvae, cocoons and adults were present inside the infested palms, suspected leaves were pull out and checked on the presence of tunnels in leaf bases or cavities filled with frass. In addition, four bucket pheromone traps were set up. In the following years visual inspections were done once per month and included whole Montenegro seacoast. Besides visual inspections, since 2015 aggregation pheromone Rhy lure 400 (4-methyl-5-nonanol 90% and 4-methyl-5-nonanone 10%) has been used on the whole Montenegro seacoast and checked in two week intervals (once per month during a winter). Traps were placed in the base of palm trees (Fig 1). Apart from inspections directly done on sites, samples of leaf bases containing larvae and cocoons were collected for further morphology examinations in laboratory. Adults were collected also. In most cases, photographs of living specimens and injury symptoms were taken. The localities of findings were marked using GPS coordinates.

3 RESULTS AND DISCUSSION

In October 2012 inspections of 50 years old of Canary Island date palm (26 trees) in hotel complex in area of the city of Ulcinj (GPS 41° 54' 43" N, 19° 14' 31" E) were done. Nine palms were detected suspicious because of symptoms resembled an infestation caused by *R. ferrugineus*: umbrella-like symptoms, dried foliage, falling

leaves. During detailed inspections *in situ* we found tunnels inside the bases of leaves, large cavities filled with frass, several larvae and cocoons (Fig. 2).



Fig. 1: Bucket pheromone trap.

127

According morphology features of larvae and adults that we found in cocoons, identity of the pest was confirmed (Fig. 3). After this finding Phytosanitary Inspections ordered eradication measures. In following immediate visual inspections of area of Ulcinj symptoms of infestations were not found on other palms. In November 2012 we found four captured adults in pheromone traps which were already installed in the place of the first finding. As results of visual inspections of area of Ulcinj in October and November 2013 infested palms with typical symptoms were found in four new sites (Fig. 4). In rest part of Montenegro seacoast symptoms were not detected. In 2014-2016 spreading of the red palm weevil was registered on *Ph. canariensis* in area of Ulcinj. The first finding out of this area was in October 2014 when three Canary Island date palms were found in several sites in center of the city of Budva (GPS 42° 16' 53", 18° 51' 30" E). In 2015 gradual spreading of the pest within area of Budva, the first detection in area of the city of Tivat (GPS 42° 26' 8" N, 18° 41' 18" E), as well in a wider area of city of Bar (Dobre Vode) (GPS 42° 1' 55" N, 19° 8' 49" E), and in area of city of Herceg Novi (Bijela GPS 42° 26' 44,89" N, 18° 38' 30,31" E) was confirmed in the first half of May, first half of July and second half of October. Spreading was continued in 2016 when *R. ferrugineus* was found along the whole seacoast. In pheromone traps both sexes were captured, although dominantly females. Adults were captured during a whole year. In years of monitoring we found that all infested palms are *Ph. canariensis*, except one tree of *Trachycarpus fortunei* which was found in the city of Ulcinj in August 2016. Following symptoms on infested *Ph. canariensis* trees were found: drying of infested leaves, tunneling of palm tissue by larvae, presence of cocoons and adults at the base of leaves, cocoons around infested palms, feeding damage to palm foliage (chewing symptoms of ">" shape), "umbrella like" symptoms on crown, drying of outer leaves and in cases of severe infestations complete drying of the tree. Infested leaves have

strong fermented odour. Infestations are usually detected after the palm tree has been seriously damaged.



128

Fig. 2: Infested palm tree: a) “umbrella like” symptom, b) tunnels inside the bases of leaves, c) large cavities filled with frass, d) larvae, e) cocoons.



Fig. 3: Adults of *R. ferrugineus*.

129



Fig. 4: Symptoms of infested palms: a) divided crown and dried leave, b) chewing symptoms of “>” shape, c) colapse of crown.

Palm trees which were found infested have been the regular part of our coastal landscape for decades. They are grown in hotels complex, urban greenery, public or private gardens and parks. The only exceptions are new villas complex in the city of Budva and “Porto Montenegro” in the area of Tivat where infestations were recorded in Canary Island date palms imported in 2014. Presence and rapid spreading of *R. ferrugineus* on the Montenegro seacoast resulted in devastation and death of many palms and extreme changing of our traditional coastal urban landscape, not only because of general appearance of infested palms, but also because heavy infested palms quickly collapsed and died (Fig. 5). Up to November 2016 around 100 Canary Island date palm have been eradicated, while in 2017 more than 100 additional palms have been destroyed. According Dembilio and Jacas (2011) in the Autonomous Community of Valencia 19,677 palms, mostly *Ph. canariensis*, have been documented as killed by *R. ferrugineus* from 2004 to 2009. Once infested by *R. ferrugineus*, palms usually collapse or die because of serious damages of meristematic tissue. Weevils do the greatest damage when they enter palms via the crown, where they damage growth of new fronds, eventually killing the palm. Signs to look out for are new leaves in the centre of the crown that look sparse, lean or weak, or that show signs of having been eaten (<http://www.savealgarvepalms.com/en/signs-and-symptoms>).

130



Fig. 5: Quick collapsed and died palm tree: a) 08.08.2015., b) 15.09.2015., c) 12.10.2015.

4 CONCLUSIONS

After the first detection in 2012, *R. ferrugineus* showed, not only a high rate of spread, but also caused serious damages, particularly destroying the Canary Island date palm in Montenegro. Considering a large number of infested palms have been irretrievably damaged and cut down, it resulted in dramatic changes of the traditional coastal landscape. There is a serious concern that in a future it can switch to another palm species present on our coastal area, such as *Washingtonia*, *Butia*, *Chamerops*.

5 ACKNOWLEDGEMENTS

Authors thanks to the Directorate for Food safety, Veterinary and Phytosanitary Affairs as well Ministry of Science of Montenegro for the financial support. Also many thanks to the entomology technician Milorad Raičević.

6 REFERENCES

- Abraham, V. A., Mahmood A. S, Faleiro, J. R., A, Abozuhairah, R. A., and Vidyasagar, P. S. 1998. An integrated management of red palm weevil *Rhynchophorus ferrugineus* Oliv.—A key pest of date palm in the Middle East. Sultan Qaboos Univ. J. Sci. Research, Agric. Sci. 3: 77–83.
- Barranco, P., De La Peña J., Cabello T. 1996. El picudorojo de las palmeras, *Rhynchophorus ferrugineus* (Olivier), nuevaplaga en Europa. (Coleoptera, Curculionidae). Phytoma España, 76: 36–40.
- Cox, M.L. 1993. Red palm weevil, *Rhynchophorus ferrugineus* in Egypt. FAO Plant Protection Bulletin, 41 (1): 30–31.
- Dembilio, Ó., Jacas, J.A. 2011. Basic bio-ecological parameters of the invasive Red Palm Weevil, *Rhynchophorus ferrugineus* (Coleoptera: Curculionidae), in *Phoenix canariensis* under Mediterranean climate. Bulletin of Entomological Research, 101: 153–163.
- Faleiro, J.R., Ben Abdallah, A., El-Bellaj, M., Al Ajlan, A.M., Oihabi, A. 2012. Threat of the Red Palm Weevil, *Rhynchophorus ferrugineus* (Olivier) to Date Palm Plantations in North Africa. Arab Journal of Plant Protection, 30: 274-280.
- Ferry, M., Gómez, S. 2002. The Red Palm Weevil in the Mediterranean Area. PALMS, 46(4): 172–178.
- Hrnčič, S., Radonjić S., Perović T. 2012. Crveni surlaš palmi – *Rhynchophorus ferrugines* Olivier (Coleoptera: Curculionide) nova štetočina palmi u Crnoj Gori. Biljni lekar - Plant Doctor, 40 (6): 516-522.
- Malumphy C., Eyre D., Moran, H. 2016. Red Palm Weevil, *Rhynchophorus ferrugineus*. Plant Pest Factsheet. Department for Environment Food & Rural Affairs The Food and Environment Research Agency. York. (online) planthealthportal.defra.gov.uk/assets/factsheets/Rhynchophorus-ferrugineus-Defra-PP-Factsheet-Oct-2016-FINAL3.pdf.
<http://www.savealgarvepalms.com/en/signs-and-symptoms>

OLJČNI MOLJ (*Prays oleae* [Bernard]) - POJAV ŠKODLJIVCA IN ŠKODA V SLOVENSKI ISTRI

Matjaž JANČAR¹, Viljanka VESEL²

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

²Kmetijsko gozdarski zavod Nova Gorica, Poskusni center za oljkarstvo, Nova Gorica

IZVLEČEK

Oljčni molj (*Prays oleae*) je eden pomembnejših škodljivcev oljk. V posameznih letih lahko povzroča večjo škodo in izpad pridelka. V letu 2016 je povzročil največjo škodo v zadnjih dvajsetih letih na območju Slovenske Istre. V oljčniku Nad Lamo pri Dekanah smo spremljali ulov škodljivca na feromonski vabi in primerjali izpad pridelka zaradi škodljivca v letih 2015 in 2016. V letu 2015 je bil izpad pridelka oljk sorte 'Istrska belica' zaradi oljčnega molja 1 %, v letu 2016 pa kar 13 %. V obdobju med 2011 in 2016 smo na 14 lokacijah preučevali poškodovanost plodov zaradi oljčnega molja na sorti 'Istrska belica', ki je zelo občutljiva na škodljivca. Povprečna letna poškodovanost plodov na vseh lokacijah v omenjenem obdobju je bila 11,8 %. Najmanjša povprečna poškodovanost je bila 5,7 % leta 2011 in največja 19,8 % leta 2013. V prispevku je predstavljen škodljivec in načini varstva oljk pred njim.

Glavne besede: oljčni molj, pojav, Slovenska Istra, škoda, varstvo

ABSTRACT

OLIVE MOTH (*Prays oleae* [Bernard]) - THE OCCURRENCE OF THE PEST AND DAMAGE IT CAUSES IN SLOVENIAN ISTRIA

Olive moth (*Prays oleae*) is an important pest of olives in Slovenian Istria. In some years, it can cause significant damage and yield loss. In 2016 it caused the greatest damage in the last twenty years. In the 2015 and 2016, we compared the observed flight of the olive moth on the pheromone traps and studied the quantity of dropped olives due to olive moth in the olive orchard Nad Lamo on cultivar 'Istrska belica'. In 2015, we found 1% yield loss, while in 2016 it was even 13 %. We also studied the damage of olives at 14 locations in the period between 2011 and 2016 on a cultivar 'Istrska belica', which is very susceptible to this pest. The average annual damage of fruits at all locations in this period was 11.8%. Minimum average damage was 5.7 % in 2011 and a maximum 19.8 % in 2013. A description of olive moth is given and possible plant protection measures.

Key words: olive moth, occurrence, Slovenian Istria, damage, protection

¹ univ. dipl. inž. agr., Pri hrastu 18, SI-5000 Nova Gorica, e-pošta: matjaz.jancar@go.kgzs.si

² univ. dipl. inž. agr., prav tam

1 UVOD

Po podatkih o rabi tal iz leta 2016 je bilo v Sloveniji takrat 2100 ha oljčnikov, s čimer je oljka po zasajenih površinah za jablano druga sadna vrsta. Glavnina nasadov (cca 95 %) se nahaja v Slovenski Istri, približno 100 ha oljčnikov je lociranih v Goriških Brdih in Vipavski dolini. Nekaj oljčnikov je zasajenih tudi na toplejših legah na območju kraške planote.

Znanih je več kot 200 škodljivih organizmov, ki lahko redno ali občasno povzročajo poškodbe in posledično škodo na oljkah. Od teh je največ žuželk. Najpomembnejši škodljivec je oljčna muha (*Bactrocera oleae*), proti kateri je usmerjena glavnina ukrepov pri varstvu oljk. Med pomembnejša škodljivca prištevamo še oljkovega kaparja (*Saissetia oleae*) in oljčnega molja (*Prays oleae*).

Oljčni molj na območju Slovenske Istre občasno povzroči pomembnejšo škodo, po naših izkušnjah največ dva- do trikrat v obdobju desetih let. Največ škode oljčni molj naredi na naši najpomembnejši in najštevilčnejše zastopani sorti 'Istrska belica', medtem ko druge sorte na škodljivca niso posebno občutljive.

V oljčnikih na območju Slovenske Istre je oljčni molj v letu 2016 povzročil največjo škodo v zadnjih dvajsetih letih. Ocenjeno je bilo, da je povprečna poškodovanost plodov zaradi oljčnega molja znašala približno 25 %. Posamezni oljkarji so omenjali celo 50 % izpad pridelka na 'Istrski belici'.

133

1.1 Morfološke značilnosti, bionomija in znaki napada

Odrasel metulj je pepelasto bele barve s srebrnimi odtenki, 6-7 mm dolg. Jajčece je ovalno, dolgo približno 0,6 mm in široko 0,4 mm. Odrasla ličinka je sivozelene barve, velika od 7 do 10 mm. Buba je rjave barve, dolga 5 mm. Škodljivec ima letno tri rodove: antofagno, ki povzroča poškodbe na cvetnih brstih in cvetovih oljk; karpofagno, ki povzroča poškodbe na plodovih oljk in filofagno, ki povzroča poškodbe na listih. Odrasli molji prvega rodu letajo od sredine aprila do sredine maja. Samice odlagajo jajčeca na cvetne brste. Ličinke cvetnega rodu molja objedajo cvetne organe in na cvetovih tvorijo značilne pajčevinaste zapredke. Po zabubljenju izletijo odrasli molji drugega rodu, katerih samice odlagajo jajčeca na mlade plodiče oljk. V naših podnebnih razmerah je ta rod, kjer se ličinka zavrtja v neolesenelo koščico, najpomembnejši. Poškodovani plodovi začnejo odpadati z drevesa v prvi polovici septembra. Vrh odpadanja plodov je navadno dosežen sredi septembra, ko oljčni molj pri peclju zapušča koščice oljk. Poškodovane plodove od zdravih ločimo po značilni luknjici v koščici na strani peclja in po uničenem semenu v koščici. Zadnji rod odraslega oljčnega molja odlaga jajčeca na liste oljk. Ličinke se zavrtajo v liste oljk in v njih naredijo značilne rove. Škodljivec preživi zimo v stadiju gosenice ali bube v listu. Zgodaj spomladi začnejo gosenice objedati vršičke oljk. Glede povzročene škode je listni rod oljčnega molja najmanj pomemben (Vesel in sod., 2009).

1.2 Vpliv abiotičnih in biotičnih dejavnikov na škodljivca

Jajčeca težko preživijo pri zračni vlagi pod 50 %, pri vlagi nad 70 % je smrtnost večja. Smrtnost jajčec se poveča tudi pri temperaturi nad 30 °C. Pri izleglih ličinkah se pojavlja velika smrtnost nad 30 °C in razvoj se upočasni pod 7 °C. Odrasli metulji zmanjšajo aktivnost pod 10 °C.

Plenilci so navadna tenčičarica (*Chrysoperla carnea*) in več vrst pršic, ki se hranijo z vsebino jajčec in ličink. Na območju Sredozemlja je opisanih več kot 30 vrst parazitoidov, ki pa niso dovolj uspešni pri obvladovanju škodljivca. Glive, bakterije in virusi so manj pomembni pri obvladovanju škodljivca (Lopez-Villalta, 1999).

1.3 Obvladovanje škodljivca

Za varstvo pred oljčnim moljem je bilo v letu 2016 možno v ekološki in integrirani pridelavi oljk v Sloveniji uporabiti insekticid Lepinox plus (*B. thuringiensis* var. *kurstaki*) (MKGP RS, URSVHVVR, 2017). Konec leta 2016 je bil za uporabo proti oljčnemu molju registriran še insekticid Imidan 50 WG (fosmet). Obe registrirani sredstvi se uporabljata proti cvetnem rodu škodljivca.

V Italiji so za uporabo proti škodljivcu registrirani insekticidi z aktivnimi snovmi *B. thuringiensis*, piretrin, azadirahthin A, mineralna olja, dimetoat in fosmet (ERSA, Agenzia regionale per lo sviluppo rurale, 2016.), v Španiji *B. thuringiensis*, lambda-cihalotrin, deltametrin in cipermetrin (Ministerio de agricultura y pesca alimentacion y medio ambiente. Gobierno de Espana, 2016), v sosednji Hrvaški pa *B. thuringiensis*, dimetoat, deltametrin in cipermetrin (Ministarstvo poljoprivrede Republike Hrvatske, 2017)

Pri poskusu so dobre rezultate v ekološkem varstvu oljk pred oljčnim moljem na Hrvaškem dosegli s sredstvom na podlagi azadirahthina. Azadirahthin in *B. thuringiensis* var. *kurstaki* sta pokazala dobro učinkovitost pri zatiranju cvetnega rodu škodljivca, medtem ko je azadirahthin pokazal boljšo učinkovitost proti odraslim moljem in zmanjšanju poškodb karpofagnega rodu kot *B. thuringiensis* var. *kurstaki* (Dminčić Rojnić in sod., 2016).

2 MATERIAL IN METODE

Na 14 lokacijah na območju Slovenske Istre, ki so dokaj enakomerno razporejene na celotnem gojitvenem območju oljk, smo v obdobju od leta 2011 do 2016 tedensko pobirali povprečne vzorce plodov sorte 'Istrska belica'. Spremljali smo poškodovanost z oljčno muho in pozneje redno pregledali tudi na poškodbe zaradi oljčnega molja. V vzorcu petdesetih plodov smo pregledovali poškodovanost jedra koščic (poškodbe zaradi oljčnega molja). Obravnavali smo poškodovane plodove vzorčene od 1.9. do 15.10. v vsakem letu. V letu 2016 smo pregledovali tudi vzorce plodov drugih sort, da smo lahko ugotavljali razlike med poškodovanostjo plodov zaradi oljčnega molja pri različnih sortah. Let škodljivca smo spremljali s feromonskimi vabami in obdelali podatke za leti 2015 in 2016.

Pojav oljčnega molja že vrsto let spremljamo s feromonskimi vabami v oljčniku Nad Lamo pri Dekanih lastnika Angela Hlaja. Osnovni podatki o nasadu: velikost 7200 m², sorta 'Istrska belica', starost: 15 let, gojitvena oblika: kotlasta, višina 4m, razdalje

sajenja 5 x 6 m, tip tal: antropogena rjava tla na flišni osnovi, oskrba oljčnika: zatravljeno. V poskusnem oljčniku še nikoli niso bili izvajani ukrepi varstva pred oljčnim moljem.

V omenjenem oljčniku smo v letih 2015 in 2016 izvedli poskus, v katerem smo spremljali odpadanje plodov na posameznih oljkah s ciljem izračuna izgube pridelka zaradi poškodb oljčnega molja in drugih vzrokov. V ta namen smo pobrali odpadle plodove oljk pod dvajsetimi drevesi pred obiranjem oljk. V letu 2015 smo plodove pobrali 25. septembra in 6. oktobra, v letu 2016 pa 12. in 13. oktobra. Pobrane plodove smo natančno pregledali in določili tiste, katerih vzrok odpadanja je bila poškodovanost jedra koščice zaradi ličink oljčnega molja. Za izračun mase odpadlih plodov smo upoštevali vrednosti pridobljene na podlagi povprečne mase ploda z drevesa v času vzorčenja pod drevesi. Dobljene podatke smo primerjali s podatki o pridelkih po posameznih oljčnih drevesih, ki smo jih pridobili v okviru namakalnega poskusa (V4-1411): »Izdelava tehnoloških smernic za namakanje oljk v Sloveniji«, ki poteka v omenjenem nasadu in ga izvaja Inštitut za oljkarstvo v sodelovanju z Biotehniško fakulteto – vodja projekta Bojan Butinar.

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

Večletni pregledi poškodovanosti plodov oljk (2011-2016) zaradi delovanja ličink plodovega rodu oljčnega molja na sorti 'Istrska belica' na 14 lokacijah v Slovenski Istri so pokazali, da so bili v obravnavanih oljčnikih vsako leto poškodovani plodovi. Najmanjša povprečna letna poškodovanost plodov v vseh oljčnikih je znašala 5,7 % v letu 2011, največja pa 19,8 % v letu 2013. Tudi v letu 2012 smo zabeležili visoko povprečno poškodovanost plodov zaradi oljčnega molja, in sicer 15,8 %. V istem letu smo v oljčniku v Gažonu zabeležili maksimalno tedensko poškodovanost za posamezno lokacijo, ki je znašala kar 40,2 %. Zadnji podatek gre pripisati izredno sušnim vremenskim razmeram v letu 2012, ki so vplivale na kar 95 % izgube pridelka v omenjenem oljčniku. V tem letu je bila zaradi suše na celotnem območju Slovenske Istre ocenjena 80 % izguba pridelka oljk in je lahko manjše število plodov na drevesih vplivalo na večji odstotek poškodovanosti plodov zaradi molja. V obravnavanih šestih letih smo zabeležili najmanjšo povprečno poškodovanost po posameznih oljčnikih v Sv. Petru 8,1 %, največjo pa v Liminjanu 19,8 %. Opazne so večje razlike v odstotku poškodovanosti med različnimi oljčniki. Povprečna letna poškodovanost plodov na vseh lokacijah je znašala 11,8 %. Pregled vzorcev v letu 2016, kljub obsežnim poškodbam, ki smo jih dejansko zaznali na terenu, ni pokazal visoke poškodovanosti, saj je povprečna poškodovanost na vseh lokacijah znašala le 10,2 %, v 2015 pa 9,5 %. V prvih dveh rodovih leta 2016 je bil ulov oljčnega molja na feromonskih vabah v oljčniku Nad Lamo veliko številčnejši kot v letu 2015 (slika 1). Let škodljivca se je v letu 2016 začel 11. aprila, leta 2015 pa 14 dni pozneje. Odrasli molji drugega rodu so se v letu 2016 začeli loviti 10. junija, ulov pa je bil zelo številčen in je trajal mesec dni. Rekordni dnevni ulov je bil 12. junija, ko se je na vabi ujelo kar 268 odraslih moljev.

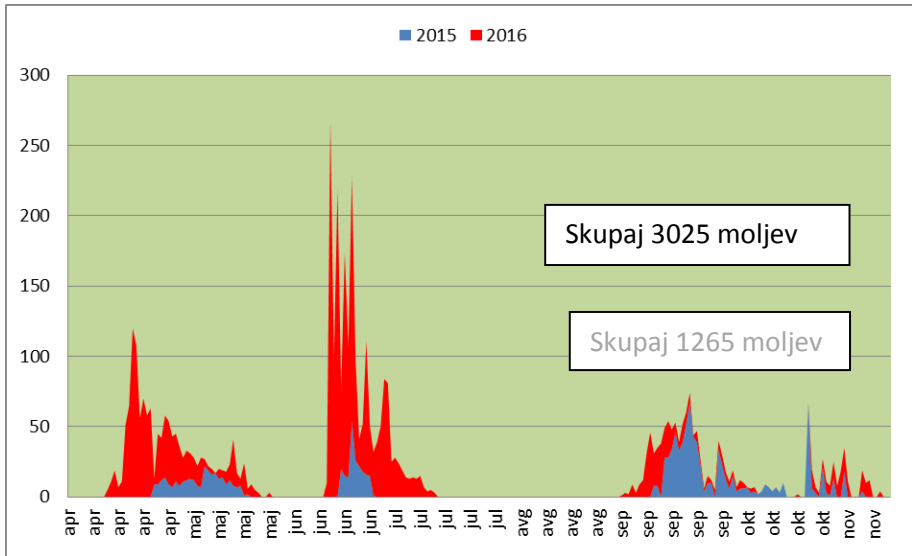
Preglednica 1: Povprečna tedenska poškodovanost plodov oljk (%) po lokacijah oljčnikov v letih od 2011 do 2016 s povprečnimi vrednostmi po letih in lokacijah.

Oljčnik	2011	2012	2013	2014	2015	2016	povp. oljčnik
Baredi	3,3	13,6	22,0	12,2	12,1	3,8	11,2
Beneša	2,7	11,2	17,3	9,1	10,4	15,1	11,0
Bonini	5,0	10,7	22,1	4,0	4,0	6,4	8,7
Gažon	8,7	40,2	24,0	8,6	7,3	3,9	15,5
Grbci	4,0	11,0	15,5	8,8	10,1	2,5	8,7
Krkavče	6,5	12,0	18,1	7,0	5,9	14,2	10,6
Liminjan	5,3	26,8	26,1	16,7	14,3	29,3	19,7
Mala Seva	7,0	13,8	20,8	6,5	9,0	4,8	10,3
Padna	9,1	15,2	24,4	12,2	8,1	11,3	13,4
Pivol	6,9	14,7	22,0	15,0	17,9	25,0	16,9
Strunjan	6,7	6,3	23,0	17,4	7,5	6,4	11,2
Sermin	3,4	16,5	22,0	6,7	10,0	6,7	10,9
Sv.Peter	4,8	14,6	9,5	7,8	6,9	4,7	8,1
Truške	6,5	13,9	10,2	4,0	10,1	8,0	8,8
povp. leta	5,7	15,8	19,8	9,7	9,5	10,2	11,8

136

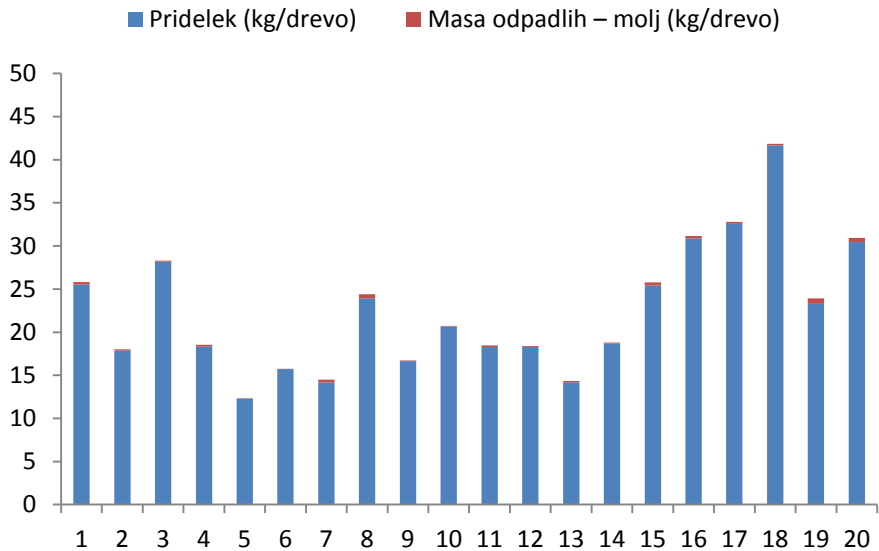
V letu 2015 se je skromen let drugega rodu škodljivca zaključil v desetih dneh. Pri listnem rodu, ki je začel v letu 2016 v začetku septembra, v letu 2015 pa deset dni pozneje, ni bilo velike razlike v številčnosti ulova odraslih moljev. Sočasno z izletom metuljev tretjega rodu se je začelo tudi odpadanje poškodovanih plodov oljk. V letu 2016 se je ulov razvlekel do sredine novembra. Skupno se je v letu 2016 na feromonski vabi ulovilo 3025 odraslih oljčnih moljev, kar je daleč najštevilčnejši ulov v zadnjih dvajsetih letih spremljanja škodljivca v opazovanem oljčniku. V letu 2015 je bilo na vabi ujetih 1265 odraslih moljev.

Pri obdelavi podatkov o odpadanju plodov oljk zaradi poškodb oljčnega molja v letih 2015 in 2016 v oljčniku Nad Lamo smo ugotovili naslednje: v letu 2015 je bila izguba pridelka oljk zaradi molja zelo nizka in je v povprečju znašala le 1 % celotne letne pridelave oljk. Skupen pridelek na dvajsetih oljkah je bil ob obiranju 446,9 kg, zaradi molja je pred obiranjem odpadlo 4,5 kg plodov. Od vseh odpadlih plodov v letu 2015 je bil v 33,4 % vzrok oljčni molj, ostali plodovi pa so odpadli zaradi drugih vzrokov, ki jih nismo ugotavljali. Možni vzroki so napad oljčne muhe, ptiči, bolezni, vremenske razmere (veter, dež)... V zgodnejšem obdobju (sredina septembra) je bilo več odpadanja plodov zaradi molja, pozneje pa zaradi drugih vzrokov.



Slika 1: Ulov samcev oljčnega molja na feromonskih vabah v letih 2015 in 2016 v oljčniku nad Lamo.

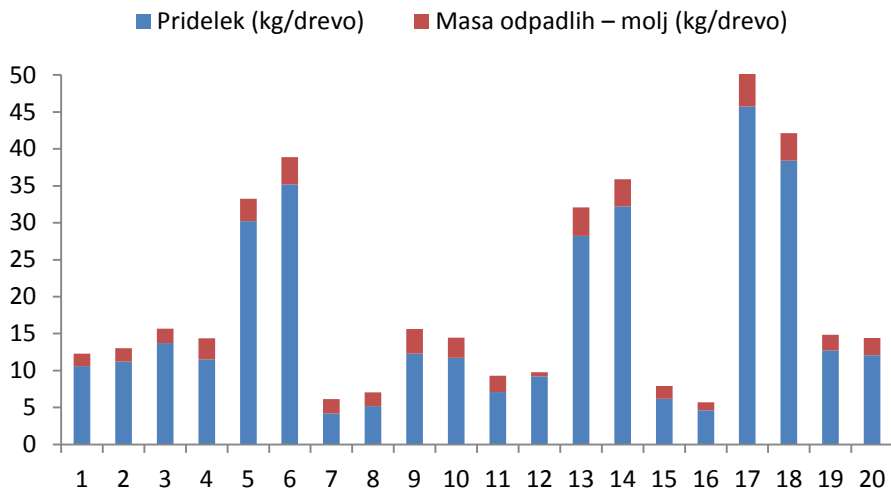
137



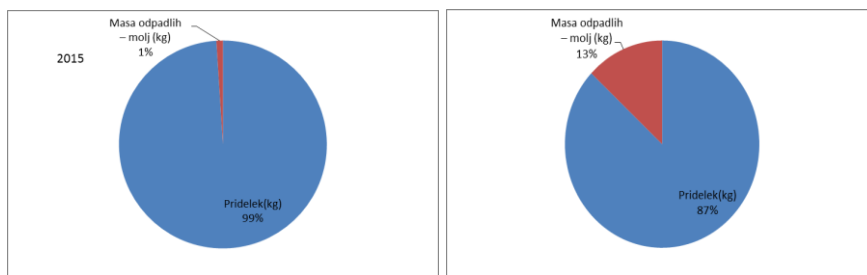
Slika 2: Skupni pridelek po drevesih in masa odpadlih plodov zaradi oljčnega molja v letu 2015 v oljčniku Nad Lamo.

V letu 2016 je bila količina odpadlih plodov zaradi oljčnega molja večja in je znašala 13 % celotne letne pridelave, skupen pridelek dvajsetih oljk ob obiranju je bil 342,4 kg, zaradi molja pa je pred obiranjem odpadlo 51,2 kg (slika 4). Pridelki oljk so bili v letu 2016 manjši kot leto prej, najverjetneje zaradi bolezni (pavje oko) in neugodnih vremenskih razmer. Oljčni molj je bil vzrok za odpadanje plodov oljk v 81,3 %, preostanek pa zaradi drugih vzrokov.

138



Slika 3: Skupni pridelek po drevesih in masa odpadlih plodov zaradi oljčnega molja v letu 2016 v oljčniku Nad Lamo.



Slika 4: Primerjava med skupnim pridelkom in maso odpadlih plodov zaradi oljčnega molja v letih 2015 in 2016.

Opažena je pozitivna korelacija med skupnim številom ujetih metuljev oljčnega molja in količino odpadlih plodov zaradi škodljivca v letih 2015 in 2016.

4 SKLEPI

Na podlagi rezultatov dosedanjih raziskav smo ugotovili naslednje:

- oljčni molj se redno pojavlja in povzroča škodo v oljčnikih Slovenske Istre,
- ugotovljena je bila 11,8 % povprečna poškodovanost plodov zaradi oljčnega molja v obdobju od 2011 do 2016,
- sorta ‚Istrska belica‘ je občutljiva na napad oljčnega molja,
- v letu 2016 je bil številčnejši ulov oljčnega molja kot v letu 2015,
- v oljčniku nad Lamo je bila leta 2016 ugotovljena 13 % izguba pridelka, v letu 2015 pa le 1 %,
- ugotovljena je bila pozitivna korelacija med številom ujetih moljev in škodo v letih 2015 in 2016,
- poleg oljčnega molja so na terenu tudi drugi vzroki za predčasno odpadanje plodov oljk.

5 ZAHVALA

Naloge smo izvajali v okviru programa Poskusnega centra za oljkarstvo in programa strokovnih nalog s področja varstva rastlin Oddelka za varstvo rastlin pri KGZS – Kmetijsko gozdarskem zavodu Nova Gorica financiranega iz Ministrstva za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano (MKGP). Zahvaljujemo se lastniku oljčnika Nad Lamo Angelu Hlaju za redno in natančno spremljanje podatkov o škodljivih organizmih v oljčniku in Bojanu Butinarju, ZRS – Inštitut za oljkarstvo, vodji projekta Namakalni poskus (V4-1411): »Izdelava tehnoloških smernic za namakanje oljk v Sloveniji«, ki ga izvaja Inštitut za oljkarstvo v sodelovanju z Biotehniško fakulteto in je financiran iz MKGP, za podatke o pridelkih oljk v poskusnem oljčniku.

6 LITERATURA

- Civantos Lopez-Villalta, M. 1999. Controllo dei parassiti dell'olivo. Madrid, COI Manuali pratici:31
- Dminčić Rojnić, I., Radovčić, H., Godena, S., Damijanić, K. 2016. Organic plant protection measures against olive moth (Prays oleae Bern.). Split, VIII International Olive Symposium-Book of Abstracts: 142.
- ERSA, Agenzia regionale per lo sviluppo rurale. 2016. Disciplinaire di produzione integrata regione autonoma Friuli Venezia anno 2016 (online). Dostopno na: http://www.ersa.fvg.it/difesa-e-produzione-integrata/produzione-integrata-volontaria/disciplinari-produzione-Integrata-fvg/disciplinaire-produzione-integrata-fvg-anno-2016-1/20160310NTRFVGDis_2016p.pdf
- Jančar, M. 2016a. Arhiv podatkov Oddelka za varstvo rastlin o spremljanju škodljivih organizmov za Slovensko Istro
- Jančar, M. 2016b. Letna poročila o delu opazovalno – napovedovalne službe za Slovensko Istro
- Ministerio de agricultura y pesca alimentacion y medio ambiente. Gobierno de Espana. 2016. Registro de Productos Fitosanitarios (online). Dostopno na: <http://www.mapama.gob.es/en/agricultura/temas/sanidad-vegetal/productos-fitosanitarios/registro/productos/forexi.asp?pag=1&s=2&e=0&plagEfecto=239>
- Ministarstvo poljoprivrede Republike Hrvatske. 2017. Popis registriranih sredstava za zaščito bilja na dan 08.01.2017 (online). Dostopno na: <https://ffis.mps.hr/trazilicaszb/>
- Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, URSVHVVR. 2017. Seznam registriranih fitofarmaceutskih sredstev na dan 7.1.2017 (online). Dostopno na: <http://spletni2.furs.gov.si/FFS/REGSR/index.htm....>
- Perović, T., Hrnčić, S. 2016. Prays oleae Bern (Lepidoptera, Yponomeutidae) important pest of olive fruit. Split, VIII International Olive Symposium-Book of Abstracts: 143.
- Vesel, V., Valenčić, V., Jančar, M., Čalijska, D., Butinar, B., Bučar-Miklavčič, M. 2009. Oljka – živilo, zdravilo, lepoto. Ljubljana, ČZD Kmečki glas: 142 s.
- Vesel, V. 2016. Arhiv podatkov Poskusnega centra za oljkarstvo

VPLIV NAPADA OLJČNE MUHE (*Bactrocera oleae* [Rossi]) NA VSEBNOST IN SESTAVO BIOFENOLOV OLJČNEGA OLJA

Maja PODGORNİK¹, Erika BEŠTER², Bojan BUTINAR³, Milena BUČAR-
MIKLAVČIČ^{4,5}, Ana MIKLAVČIČ VIŠNJEVEC⁶, Vasilij VALENČIČ⁷

^{1,2,3,4,7}Znanstveno-raziskovalno središče Koper, Inštitut za oljkarstvo, Koper

⁵LABS d.o.o., Inštitut za ekologijo, oljčno olje in kontrolo, Izola

⁶Univerza na Primorskem, Fakulteta za matematiko, naravoslovje in informacijske
tehnologije, Koper

IZVLEČEK

Samica oljčne muhe (*Bactrocera oleae*) odloži v plod oljke jajčece, iz katerega se izleže ličinka. Ličinka se hrani z vrtnjem mesnatega dela plodu, kar vodi v nastanek mehanskih poškodb rastlinskega tkiva. Samička z vbodom v plod oljke omogoči tudi nastanek sekundarne bakterijske in glivične okužbe, ki povzročajo gnitje plodov in občutno zmanjšanje količine in kakovosti pridelka. Izjemno vlažne in relativno hladne vremenske razmere v rastni dobi 2014 so močno vplivale na razvoj oljčne muhe, ki je povzročila veliko gospodarsko škodo v slovenskih oljčnikih. Z namenom, da bi ocenili vpliv poškodovanosti plodov zaradi oljčne muhe na vsebnost in sestavo biofenolov v predelanem oljčnem olju smo izvedli terensko in laboratorijsko raziskavo. Na terenu smo na različnih lokacijah Slovenske Istre opravili vzorčenje plodov sorte 'Istrska belica', pri katerih smo zabeležili različno stopnjo napadenosti plodov z oljčno muho. Vzorce plodov posamezne lokacije smo razdelili v dva podvzorca, in sicer na plodove z aktivno napadenostjo, ki smo jo definirali z vbodom samičke in na plodove s škodljivo napadenostjo, ki smo jo definirali z izhodno odprtino. Podvzorce smo predelali v olja in določili vsebnost in sestavo biofenolov. Ugotovili smo, da imajo olja, predelana iz plodov z aktivno napadenostjo največjo povprečno vsebnost biofenolov oleuropeinskega izvora (379 mg/kg), ligstrozidnega izvora (285 mg/kg) in skupnih biofenolov (770 mg/kg), medtem ko so vsebnosti obravnavanih spojin znatno manjše v vzorcih predelanih plodov s škodljivo napadenostjo (106 mg/kg biofenolov oleuropeinskega izvora, 215 mg/kg biofenolov ligstrozidnega izvora in 363 mg/kg skupnih biofenolov).

Ključne besede: biofenoli, 'Istrska belica', ligstrozid, oleuropein, oljčna muha

¹ dr., Garibaldijeva 1, SI-6000 Koper, e-pošta: Maja.Podgornik@zrs.upr.si

² dr., prav tam

³ dr., prav tam

⁴ univ. dipl. kem., prav tam

⁵ univ. dipl. kem., Zelena ulica 8 c, SI-6310 Izola

⁶ dr., Glagoljaška 8, SI-6000 Koper

⁷ dr., Garibaldijeva 1, SI-6000 Koper

ABSTRACT

EFFECT OF OLIVE FRUIT FLY (*Bactrocera oleae* [Rossi]) INFESTATION ON THE BIOPHENOL CONTENT AND COMPOSITION OF OLIVE OIL

The olive fruit fly *Bactrocera oleae*, damages olive by laying eggs under the skin of ripening fruits. After hatching, larvae feed on the fruit's mesocarp, causing mechanical destruction of plant tissues. Furthermore, oviposition provides entry of secondary infestation of bacteria and fungi that rot the fruit and seriously lower the quantity and quality of olive oil. In 2014, the extremely humid and relatively chill weather conditions during the growing season favoured the development of the olive fruit fly, which caused serious economic damage to Slovenian's olive orchards. In order to evaluate the effect of olive-fly-damaged fruit on the biophenol content and composition of olive oil, a field and laboratory study was carried out. Olive samples with various level of infestation of the variety 'Istrska belica' were collected from ten different locations in Slovene Istria. The fruit samples of each location were classified in two subsamples (the fruit with damage infestation determined by emergence holes and fruit with active infestation determined by olive fruit fly puncture) and olive oils were produced. In the subsamples of olive oils the biophenol content and composition were determined. Oils produced from fruits with active infestation showed the highest average amount of oleuropein derivatives, ligstroside derivatives and total biophenols (379 mg/kg, 285 mg/kg and 770 mg/kg, respectively), while the lowest average amounts (106 mg/kg, 215 mg/kg and 363 mg/kg, respectively) were determined in oils produced from fruits with damage infestation article.

Key words: biophenols, 'Istrska belica', ligstroside, oleuropein, olive fruit fly

1 UVOD

Oljna muha (*Bactrocera oleae*), znana kot najpomembnejši škodljivec oljk, je v letu 2014 povzročila veliko gospodarsko škodo. Po ocenah Jančarja in sod. (2015) je skupna škoda na območju Slovenske Istre v letu 2014 preseгла 75 % povprečne letne količine pridelanega oljčnega olja.

Podgornik in sod. (2011, 2013) in Civantos (1999) navajajo, da je dinamika leta in intenzivnost napada oljčne muhe v veliki meri odvisna od vremenskih in mikropodnebnih razmer. Dokazano je, da se pri visoki zračni vlagi in temperaturi med 20 in 30 °C število oljčnih muh znatno poveča. V kolikor se temperatura zviša nad 32 °C, relativna vlažnost pa zniža, se plodovi oljke posušijo in ličinke oljčne muhe ne preživijo.

Analiza meteoroloških parametrov je pokazala, da smo v zimskem obdobju 2013/2014 beležili izjemno visoke povprečne temperature, medtem ko so bile najvišje temperature zraka v rastni dobi 2014 znatno nižje v primerjavi z dolgoletnim povprečjem 1991-2010. V rastni dobi 2014 je bila zabeležena tudi izjemno visoka množina padavin (965 mm) in vrednosti relativne zračne vlage (75 %), saj so znatno presegle vrednosti dolgoletnega povprečja 1991-2010 (637 mm padavin in relativna zračna vlaga 69 %). Izredno mila zima v 2013/2014 ter ugodne vremenske razmere v

rastni dobi 2014 za razvoj oljčne muhe so vplivale na visok odstotek napadenosti plodov.

Malheiro in sod. (2015) poročajo, da napad oljčne muhe vpliva na kakovost oljčnega olja in posledično na razvrščanje olja v kategorije, na kemijske, senzorične ter prehranske značilnosti oljčnega olja. Biofenoli oljke (*Olea europaea* L.) so sekundarni metaboliti, ki varujejo plodove in oljčno olje pred oksidacijo ter prispevajo k senzoričnim značilnostim pridobljenega (ekstra) deviškega oljčnega olja. Biofenoli so lahko enostavne substituirane spojine z majhno molekulsko maso, ki imajo na aromatskem obroču vezano eno ali več hidroksilnih skupin, lahko pa so tudi kompleksnejše strukture vezane na monoterpene. Oljka spada v družino Oleaceae, v kateri se pojavljajo spojine podobne kumarinom, to so sekoiridoidi (Jensen in sod., 2002). Za sekoiridoide je značilna eksociklična dvojna vez na položaju 8,9- oziroma oleozid, značilen za rastline iz družine Oleaceae (Ryan in sod., 2002). Značilna oleozida sta oleuropein, ki je ester elenolne kisline in 2-(3,4-dihidroksifenil)etanola (3,4-DHPEA) in ligstrozid, ki je ester elenolne kisline in 2-(4-hidroksifenil)etanola (p-HPEA). Derivati oleuropeina in ligstrozida predstavljajo glavne fenolne oleozide v oljki in dajejo ekstra deviškemu oljčnemu olju tudi specifično aromo. Oleacein je predstavnik sekoiridoidov oleuropeinskega izvora in je grenkega okusa, medtem ko je oleokantal predstavnik sekoiridoidov ligstrozidnega izvora in daje olju pikantnost. V raziskavi smo preučili vpliv napada oljčne muhe na vsebnost in sestavo biofenolov.

142

2 MATERIALI IN METODE

Plodove oljk sorte 'Istrska belica' smo vzorčili na 10 lokacijah v Slovenski Istri. Vzorce plodov posamezne lokacije smo razdelili v dva podvzorca, in sicer na plodove z aktivno napadenostjo, ki smo jo definirali z vbovom samičke in na plodove s škodljivo napadenostjo, ki smo jo definirali z izhodno odprtino. Plodove smo predelali v olja v laboratorijski oljarni Abencor system MC2 (MC2 Ingenieria y Sistemas, S. L., Španija) in določili vsebnost in sestavo biofenolov. V 50 mL-centrifugirko smo odtehtali 5,0 g oljčnega olja s točnostjo 0,1 mg, dodali 2,5 mL raztopine internega standarda (siringična kislina, $c=0,015$ mg/mL) in postavili na stresalnik za 30 sekund. Dodali smo 25 mL heksana, raztopino prenesli v lij ločnik in ekstrahirali z 10 mL 60-odstotnega (m/m) metanola. Ekstrahirali smo trikrat z dvo minutnim stresanjem in pustili, da se fazi ločita. Združenemu ekstraktu smo odstranili topilo z rotavaporjem pri 40 °C. Posušen ekstrakt smo raztopili v 1 mL metanola in ga filtrirali skozi 0,45 µm-filter v 2 mL-vialo. Vsebnost in sestavo biofenolov smo določili s tekočinsko kromatografijo visoke ločljivosti (HPLC) po modificirani metodi Mednarodnega sveta za oljke COI/T.20/Doc. no. 29, 2009. Uporabili smo tekočinski kromatograf Agilent 1100 Series (Agilent technologies, USA), opremljen z binarno črpalko, avtomatskim vzorčevalnikom in DAD detektorjem (detekcija pri 280 nm). Biofenole smo ločili na reverzni fazi na koloni Phenomenex synergi hydro, 250 x 4,60 mm (Phenomenex, ZDA). Separacija biofenolov je potekala z gradientno elucijo, pretok 1 mL/min. Mobilna faza A je bila 0,2 % vodna raztopina metanojske kisline (V/V), mobilna faza B mešanica metanola in acetonitrila (1:1, V/V). Gradient na začetku analize je bil 96 % mobilne faze A in 4 % mobilne faze B, ki se je nato v 40 min spremenil na 50 % B, v naslednjih 5 min na 60 % B in v zadnjih 15 min na 100 % B. Po 72 min od začetka analize se je koncentracija

mobilne faze B zmanjšala na začetno vrednost 4 % za 10 min. Sestavo biofenolov smo določili v 10 µL alikvotu metanolnega ekstrakta biofenolov. Biofenole smo kvantitativno določili na osnovi internega in zunanega standarda oziroma kalibracijske mešanice tirosola (0,030 mg/mL) in siringične kisline (0,015 mg/mL). Na osnovi zunanega standarda smo izračunali faktor odziva za tirosol in siringično kislino ter relativni faktor odziva med siringično kislino in tirosolom, ki nam pozneje omogoča, da ob uporabi internega standarda preračunamo vsebnost biofenolov na tirosol.

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

V raziskavi smo ugotavljali vpliv napada oljčne muhe na vsebnost in sestavo biofenolov v predelanem oljčnem olju. Osredotočili smo se na vsebnost biofenolov oleuropeinskega in ligstrozidnega izvora ter na vsebnost skupnih biofenolov. Omenjene spojine smo določili v vzorcih obranih na 10 lokacijah Slovenske Istre, in sicer v vzorcih olja, ki smo jih predelali iz plodov sorte 'Istrska belica' z aktivno in škodljivo napadenostjo oljčne muhe. Rezultati povprečne, najmanjše, največje in standardne deviacije vsebnosti obravnavanih spojin so podani v preglednici 1.

Preglednica 1: Povprečna (povp), najmanjša (min), največja (max) in standardna deviacija (std) vsebnosti biofenolov oleuropeinskega (oleuropeinski BF) in ligstrozidnega (ligstrozidni BF) izvora ter skupnih biofenolov (skupni BF) v vzorcih olja, predelanih iz plodov z aktivno in škodljivo napadenostjo oljčne muhe.

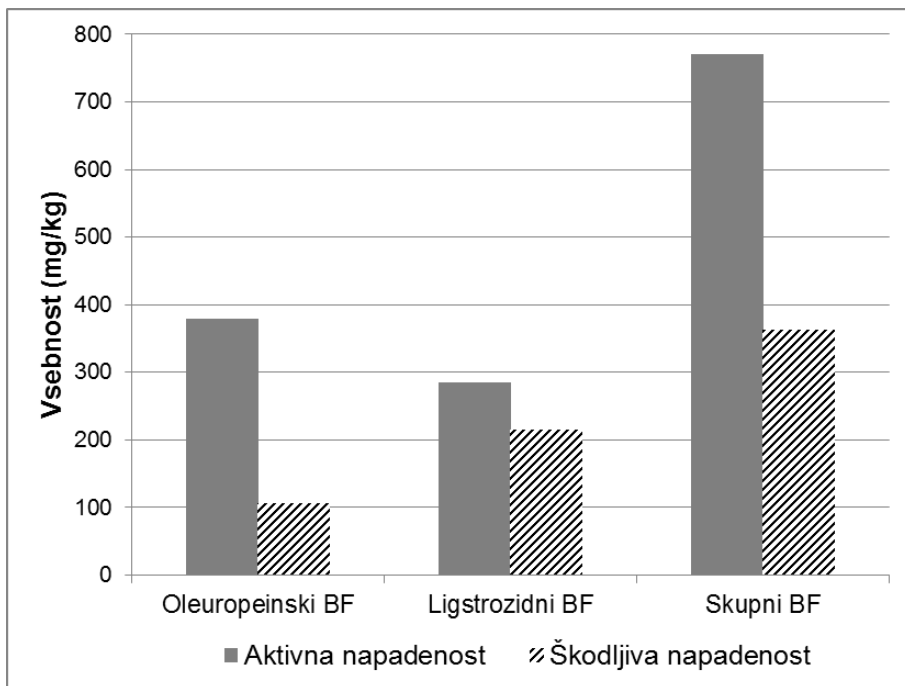
	Aktivna napadenost				Škodljiva napadenost			
	povp	min	max	std	povp	min	max	std
Oleuropeinski BF	379	229	554	103	106	5	237	76
Ligstrozidni BF	285	163	358	59	215	86	420	96
Skupni BF	770	472	1035	167	363	104	556	163

Ugotovili smo, da imajo olja, predelana iz plodov z aktivno napadenostjo, največjo povprečno vsebnost biofenolov oleuropeinskega izvora (379 mg/kg), ligstrozidnega izvora (285 mg/kg) in skupnih biofenolov (770 mg/kg), medtem ko so vsebnosti obravnavanih spojin znatno manjše v vzorcih, predelanih iz plodov s škodljivo napadenostjo (106 mg/kg biofenolov oleuropeinskega izvora, 215 mg/kg biofenolov ligstrozidnega izvora in 363 mg/kg skupnih biofenolov). Rezultati povprečne vsebnosti obravnavanih spojin so prikazani na sliki 1.

Na vseh desetih lokacijah je bila vsebnost biofenolov oleuropeinskega izvora manjša v vzorcih, predelanih iz plodov s škodljivo napadenostjo, in sicer od 45 % do 99 % glede na vzorce z aktivno napadenostjo iz posamezne lokacije. V povprečju smo v vzorcih s škodljivo napadenostjo določili 72 % manjšo vsebnost biofenolov oleuropeinskega izvora v primerjavi z vzorci z aktivno napadenostjo.

Preučili smo tudi razlike v vsebnosti biofenolov ligstrozidnega izvora. V devetih primerih je bila vsebnost biofenolov ligstrozidnega izvora manjša v vzorcih, predelanih iz plodov s škodljivo napadenostjo, in sicer od 3 % do 74 % glede na vzorce z aktivno napadenostjo iz posamezne lokacije; le v enem primeru pa smo

ugotovili, da je bila vsebnost biofenolov ligstrozidnega izvora večja za 17 % v vzorcu s škodljivo napadenostjo glede na vsebnost v vzorcu z aktivno napadenostjo. V povprečju smo v vzorcih s škodljivo napadenostjo določili 25 % manjšo vsebnost biofenolov ligstrozidnega izvora v primerjavi z vzorci z aktivno napadenostjo.



Slika 1: Povprečna vsebnost biofenolov oleuropeinskega (oleuropeinski BF) in ligstrozidnega (ligstrozidni BF) izvora ter skupnih biofenolov (skupni BF) v olju iz plodov z aktivno in škodljivo napadenostjo.

Razlike med škodljivo in aktivno napadenostjo se odražajo tudi v vsebnosti skupnih biofenolov. Na vseh desetih lokacijah je bila vsebnost skupnih biofenolov manjša v vzorcih, predelanih iz plodov s škodljivo napadenostjo, in sicer od 29 % do 87 % glede na vzorce z aktivno napadenostjo iz posamezne lokacije. V povprečju smo v vzorcih s škodljivo napadenostjo določili 53 % manjšo vsebnost skupnih biofenolov v primerjavi z vzorci z aktivno napadenostjo. O podobnih rezultatih poročajo tudi literarni viri, saj navajajo, da vsebnost skupnih biofenolov negativno korelira s stopnjo napadenosti plodov (Tamendjari in sod., 2009; Gucci in sod., 2012). Zmanjšanje vsebnosti skupnih biofenolov ob napadu oljčne muhe je odvisno tudi od občutljivosti sorte oljk na napad oljčne muhe (Koprivnjak in sod., 2010; Mraicha in sod., 2010), specifična sestava biofenolov pa je odvisna od sorte oljk (Vinha in sod., 2005). Gucci in sod. (2012) so preučili vpliv oljčne muhe na sestavo biofenolov pri

sorti 'Frantoio' in ugotovili, da napad oljčne muhe najbolj vpliva na biofenole sekoiridoidnega izvora, torej na biofenole oleuropeinskega in ligstrozidnega izvora.

4 SKLEPI

V raziskavi smo preučili vpliv napada oljčne muhe na vsebnost in sestavo biofenolov, zanimala so nas razlike med aktivno in škodljivo okuženostjo plodov. Iz rezultatov je razvidno, da je vsebnost biofenolov oleuropeinskega in ligstrozidnega izvora ter skupnih biofenolov večja v vzorcih olja, predelanih iz plodov z aktivno napadenostjo, medtem ko so vsebnosti obravnavanih spojin znatno manjše v vzorcih olja, predelanih iz plodov s škodljivo napadenostjo. Spremljanje napada oljčne muhe, okuženosti plodov oljke in pravočasno ukrepanje s fitosanitarnimi sredstvi zelo pomembno vpliva na kakovost pridobljenega olja, saj le iz optimalno zrelih in nepoškodovanih plodov lahko predelamo ekstra deviško oljčno olje primerne (vrhunske) kakovosti. Pravočasno ukrepanje proti oljčni muhi lahko bistveno prispeva k zmanjšanju poškodovanosti plodov, kar posledično vpliva na ohranjanje biofenolov, ki s svojim antioksidativnim delovanjem zagotavljajo stabilnost pridobljenega ekstra deviškega oljčnega olja in vplivajo na njegove specifične senzorične značilnosti.

5 ZAHVALA

Avtorji se zahvaljujejo vsem pridelovalcem, ki so omogočili vzorčenje plodov, mag. Viljanki Vesel iz Poskusnega centra za oljkarstvo KGZS KGZ Nova Gorica za predelavo plodov, Saši Volk, Katji Fičur in Tinetu Matošu za pripravo metanolnih ekstraktov biofenolov.

6 LITERATURA

- Civantos, M.L.V. 1999: Olive pest and disease Management. Collection: Practical handbooks. International olive council, Madrid.
- COI/T.20/Doc. no. 29. 2009. Determination of biophenols in olive oils by HPLC. Madrid, International Olive Council, 2009: 8 str. (<http://www.internationaloliveoil.org/estaticos/view/224-testing-methods>, 27.02.2017).
- 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, 2: 301-306.
- 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.
- Jensen, S. R., Franzky, H., Wallander, E. 2002. Chemotaxonomy of the Oleaceae: iridoids as taxonomic markers. Phytochemistry, 60: 213-231.
- Koprivnjak, O., Dmunić, I., Kosić, U., Majetić, V., Godena, S., Valenčič, V. 2010. Dynamics of oil quality parameters changes related to olive fruit fly attack. European Journal of Lipid Science and Technology, 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 in Food Science & Technology, 44: 226-242.
- Mraicha, F., Ksantini, M., Zouch, O., Ayadi, M., Sayadi, S. 2010. Effect of olive fruit fly infestation on the quality of olive oil from Chemlali cultivar during ripening. Food and Chemical Toxicology, 48: 3235-3241.

- Tamendjari, A., Angerosa, F., Mettouchi, S., Bellal, M. M. 2009. The effect of fly attack (*Bactrocera oleae*) on the quality and phenolic content of Chemlal olive oil. *Grasas y aceites*, 60, 5: 507-513.
- Podgornik, M., Jančar, M., Tomažič, I., Arbeiter, A., Bandelj, D. 2011. Vpliv vremenskih razmer na dinamiko populacije oljčne muhe (*Bactrocera oleae* Gmelin) V: Maček, J. (ur.), Trdan, S. (ur.). Zbornik predavanj in referatov 10. slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin, Podčetrtek, 1.-2. marec 2011. Ljubljana: Društvo za varstvo rastlin Slovenije, 53-56.
- Podgornik, M., Tomažič, I., Arbeiter, A., Hladnik, M., Bandelj, D. 2013. Population fluctuation of adult males of the olive fruit fly *Bactrocera oleae* (Rossi) analysis in olive orchards in relation to abiotic factors. *Entomological news*, 123, 1:15-25.
- Ryan, D., Antolovich, M., Prenzler, P., Robards, K., Lavee, S. 2002. Biotransformations of phenolic compounds in *Olea europaea* L. *Scientia Horticulturae*, 92: 147-176.
- Vinha, A. F., Ferreres, F., Silva, M. S., Valentão, P., Gonçalves, A., Pereira, J. A., Oliveira, M. B., Seabra, R. M., Andrade, P. B. 2005. Phenolic profiles of Portuguese olive fruits (*Olea europaea* L.): Influences of cultivar and geographical origin. *Food Chemistry*, 89: 561-568.

NOVE NAJDBE BAKTERIJE *Xylella fastidiosa* V EVROPI IN CILJNI RAZISKOVALNI PROJEKT V4-1603 XYLVEC

Tanja DREO¹, Erika OREŠEK², Matjaž JANČAR³, Gabrijel SELJAK⁴, Ivan
ŽEŽLINA⁵, Mojca ROT⁶, Maja RAVNIKAR⁷

^{1,4,7} Nacionalni inštitut za biologijo, Ljubljana

² Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, Uprava Republike Slovenije za
varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin, Ljubljana

³ Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije, Kmetijsko gozdarski zavod Nova Gorica,
Koper

^{5,6} Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije, Kmetijsko gozdarski zavod Nova Gorica,
Nova Gorica

IZVLEČEK

Bakterija *Xylella fastidiosa* (Wells & Raju) je rastlinski patogen, ki povzroča nevarne bolezni na večjem številu rastlinskih vrst. Najbolj znani sta Pierce-ova bolezen vinske trte, ki je razširjena v nekaterih delih ZDA in šarasta bledica agrumov, ki povzroča največ škode v Južni Ameriki. Bakterija se uspešno prenaša z okuženim sadilnim materialom in žuželčjimi prenašalci. V EU je bakterija uvrščena med karantenske škodljive organizme. V jeseni 2013 je bila prvič potrjena v Evropi v italijanski pokrajini Apuliji v provinci Lecce, kjer še danes povzroča obsežno propadanje mladih in starih oljk. Kmalu se je pokazalo, da lahko različek vrste *X. fastidiosa*, ki je razširjen v Italiji, okuži številne gostiteljske rastline in še danes odkrivajo nove. Do sedaj so bakterijo na območju EU našli tudi na ozemlju Francije in Španije. V prispevku predstavljamo nove najdbe in nova spoznanja o pojavljanju bakterije *X. fastidiosa* v Evropi ter naše aktivnosti v okviru ciljnega raziskovalnega projekta V4-1603, XylVec.

Ključne besede: bakterijski ožig oljk, karantenske bakterije

ABSTRACT

NEW FINDINGS OF *Xylella fastidiosa* IN EUROPE AND ACTIVITIES WITHIN XYLVEC, A TARGETED RESEARCH PROJECT (V4-1603)

¹ dr., Večna pot 111, SI-1000 Ljubljana, e-pošta: tanja.dreo@nib.si

² mag., Dunajska cesta 22, SI-1000 Ljubljana

³ univ. dipl. inž. agr., Ulica 15. maja 17, SI-6000 Koper

⁴ mag., Večna pot 111, SI-1000 Ljubljana

⁵ dr., Pri hrastu 18, SI-5000 Nova Gorica

⁶ univ. dipl. inž. agr., prav tam

⁷ dr., Večna pot 111, SI-1000 Ljubljana

The bacterium *Xylella fastidiosa* (Wells & Raju) is a plant pathogen that causes serious diseases of a large number of plant species. Best known are Pierce's disease of grapevine, which is widespread in some parts of the US, and citrus variegated chlorosis limiting citrus production in South America. The bacterium is spread through infected planting material and insect vectors. In the EU, the bacterium is classified as a quarantine pest. It was found in Europe for the first time in autumn 2013, in Italian province of Lecce in the Puglia region where it is still causing an extensive olive quick decline, affecting both young and old trees. Soon it became clear that the variant of *X. fastidiosa* present in Italy can infect many other host plants and even today, new hosts are being discovered. Until now, the bacterium has been reported also from other EU countries, France and Spain. In this contribution, we present new findings and new knowledge on the occurrence of *X. fastidiosa* in Europe and our activities within a new targeted research project, XylVec (V4-1603) which began in 2016.

Keywords: olive quick decline syndrome, quarantine bacteria

1 UVOD

Xylella fastidiosa (Wells et al., 1987) je karantenska bakterija, ki povzroča boleznin motnje rasti na večjem številu rastlinskih vrst. Ugotovljena je bila na več kot 300 različnih rastlinskih vrstah, velika večina med njimi so drevesa, grmovnice in druge večletne rastline, okuži pa lahko tudi enoletne rastline.

Domneva se, da bakterija *Xylella fastidiosa* izvira iz Amerike, kjer povzroča gospodarsko škodo na vinski trti (Pierce-ova bolezen) in agrumih (šarasta bledica agrumov) ter občasno na drugih gostiteljskih rastlinah. Iz držav izvora se je bakterija razširila na nova območja. Vnos bakterije *X. fastidiosa* subsp. *fastidiosa* na Tajvan je povzročil epidemijo na vinski trti (Su in sod. 2013), o okužbah s to bakterijo na mandljevcih in na vinski trti so poročali tudi iz Irana (Amanifar in sod., 2014). V Evropi so jo prvič potrdili leta 2013 v južni Italiji (Cariddi in sod., 2014) na oljkah.

Vnos tega škodljivega organizma v Evropo predstavlja resno grožnjo za gojenje številnih rastlin v naši državi. Podobno kot za druge bakterijske bolezni rastlin tudi pri okužbah z vrsto *X. fastidiosa* nimamo orodij za zdravljenje okuženih rastlin. Zato so na ravni EU sprejeti ukrepi za preprečevanje vnosa in širjenja te nevarne bakterije. Na nacionalni ravni Uprava za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin skupaj s sodelavci od leta 2014 dalje izvaja program preiskave zastopanosti bakterije *X. fastidiosa*, stalni nadzor rastlin na trgu, nekatere dodatne aktivnosti pa se izvajajo v okviru ciljnega raziskovalnega projekta XylVec (CRP V4-1603). Slovenija je sicer ena redkih držav, ki je zastopanost bakterije *X. fastidiosa* preverjala že v preteklosti vzporedno z vpeljavo metod določanja v CRP V4-0313 (Mavrič in sod., 2009).

V prispevku so predstavljene informacije o stanju vrste *X. fastidiosa* v Evropi ter izbrane projektne vsebine.

2 PODVRSTE IN RAZNOLIKOST *X. fastidiosa*

Znotraj vrste *X. fastidiosa* je precej genotipske in fenotipske raznolikosti, čemur so botrovali opisi različnih podvrst, npr. *X. fastidiosa* subsp. *fastidiosa*, subsp. *pauca*, subsp. *multiplex* in subsp. *sandyi* (Schaad in sod., 2004; Schuenzel in sod., 2005). Podvrste se med seboj razlikujejo tudi po gostiteljskih rastlinah, pri katerih povzročajo gospodarsko škodo, zato je pri diagnostiki pomembno njihovo razlikovanje.

Izolati podvrste *fastidiosa* povzročajo boleznine vinske trte (Davis in sod., 1978) in okužujejo mnoge druge rastline, npr. mandljevce (Chen in sod., 2005). Podvrsta *multiplex* ne okužuje vinske trte, vendar ima po dosedanjih opažanjih najširši spekter gostiteljskih rastlin, ki izražajo bolezenska znamenja. Med gostiteljskimi rastlinami podvrste *multiplex* so mandljevci, breskve, slive in mnoge druge rastline. V južni Ameriki povzroča bolezenska znamenja na agrumih in kavovcih podvrsta *pauca*, medtem ko ožig oleandrov povzroča podvrsta *sandyi*.

Raziskovalci so že zgodaj predpostavili, da je v Južni Ameriki prišlo do medvrstne rekombinacije med podvrstama *pauca* in *multiplex* in da je to razlaga za opažanje, da prihaja do okužb gostiteljskih rastlin, ki jih gojijo že vsaj 250 let, šele v zadnjih 25 letih (Nunney in sod., 2012). Tudi novejša raziskava potrjuje, da so med podvrstami pogoste rekombinacije, izmenjave genetskega materiala, tudi v naravnih razmerah (Coletta-Filho in sod., 2017).

Rekombinacije med podvrstami tako omogočajo bakterijam, da se hitro prilagodijo novemu okolju, tako gostiteljskim rastlinam kot tudi novim prenašalcem. Skupaj z večjim obsegom trgovine in prenosom rastlinskega materiala to predstavlja veliko tveganje za pojav novih patogenih različkov bakterije in novih občutljivih gostiteljskih rastlin.

Za zasledovanje okužb in pojasnjevanje izvora obsežnejših pojavljanj lahko izolate še natančneje okarakteriziramo in na podlagi sekvenc DNK izbranih genov določimo sekvenčni tip *X. fastidiosa*.

3 ZASTOPANOST *X. fastidiosa* V EVROPI

V Evropi se pojavljajo različne podvrste, kar nakazuje, da je bila bakterija vnesena večkrat in zelo verjetno iz različnih virov. V Italiji je v izbruh na oljkah vpletena *X. f. subsp. pauca*, podvrsta, ki je bila prej znana kot povzročiteljica šaraste bledice agrumov v Braziliji in boleznine kavovcev (*Coffea* spp.). Prenášalec bakterije v južni Italiji je navadna slinarica (*Philaenus spumarius*; Saponari in sod., 2014), o kateri prej niso poročali kot o učinkovitem prenašalcu *X. fastidiosa*. Ta je splošno razširjena in pogosta po vsej Evropi in tudi pri nas. Ožige in sušenje so ugotovili tudi na nekaterih drugih gostiteljskih rastlinah: oleandru, češnji, mirti, rožmarinu, mirtolistni grebenuši, žuki, ter na okrasnih rastlinah *Acacia saligna* in *Westringia fruticosa*. Zaradi obširnega in dolgoletnega propadanja večstoletnih oljk, oleandrov in drugih rastlin, poskusi omejevanja širjenja bolezni in sanacije že okuženih nasadov niso bili najbolj uspešni. Posledično se okuženo območje pete italijanskega škornja še vedno širi (Almeida, 2016; Abbott, 2017). Podvrsto *pauca* in isti sekvenčni tip, kot se pojavlja v

južni Italiji (sekvenčni tip ST53, izolat CoDiRO), so pozneje prestregli tudi drugod po Evropi v okuženih kavovcih, vendar se bakterije niso ustalile v naravi.

O okužbah oljk so že pred pojavom v Italiji poročali iz Kalifornije, vendar je bila vpletena druga podvrsta, zaradi različnih dejavnikov pa okužbe niso povzročile gospodarske škode.

Po najdbi bakterije v Italiji so v mnogih državah Evrope intenzivneje preverjali zastopanost *X. fastidiosa*. O najdbah okuženih rastlin v naravi so poročali s Korzike, celinskega dela Francije (okolica Nice), Balearskih otokov in, po zadnjih poročilih, s celinskega dela Španije. V Franciji so ugotovili, da je na Korziki prevladovala *X. fastidiosa* subsp. *multiplex*, medtem ko je bila v celinski Franciji poleg podvrste *multiplex* redkeje ugotovljena *X. fastidiosa* subsp. *sandyi*. Zaznali, vendar ne dokončno potrdili, so tudi okužbe rastlin z različnimi podvrstami in nove rekombinantne seve (Denancé *in sod.* 2017). Na Balearskih otokih v Španiji so v letu 2016 poročali o *X. fastidiosa* subsp. *fastidiosa* in dveh drugih podvrstah *X. fastidiosa* (Govern de Les Illes Balears).

Ena najpogostejše okuženih rastlin v Evropi je okrasna rastlina mirtolistna grebenuša (*Polygala myrtifolia*), ki je v zadnjih letih v mediteranskih območjih pogosta v okrasnih zasaditvah. Poleg te so bile v Evropi na različnih lokacijah okužene mnoge druge rastline, npr. oleandri, češnje, začimbnice (rožmarin, sivka, lovor,), navadna žuka, zimzelen, javor, divji špargelj in druge. Zaskrbjujoče novice prihajajo tudi iz Španije, kjer so ugotovili tudi podvrsto *fastidiosa*, t.j. različek, ki v Ameriki okužuje vinsko trto in predstavlja grožnjo za vsa vinorodna območja.

Seznam gostiteljskih rastlin, na katerih je bila v Evropi ugotovljena *X. fastidiosa*, vzdržuje in redno posodablja Evropska komisija (Commission database of host plants found to be susceptible to *Xylella fastidiosa* in the Union territory). Širši seznam gostiteljskih rastlin na katerih je bila kdajkoli in ne glede na lokacijo zaznana *X. fastidiosa*, je pripravila organizacija EFSA (EFSA Panel on Plant Health (PLH)).

4 BOLEZENSKA ZNAMENJA

Bakterija *Xylella fastidiosa* okužuje mnoge gostiteljske rastline. Bakterije v njih živijo v prevodnih ceveh, ki jih lahko popolnoma zamašijo in prekinejo tok mineralnih snovi in vode. Na rastlinah se to odraža kot venenje, sušenje in splošno odmiranje, ki je izrazitejše pri rastlinah, ki so v stresu, npr. trpijo zaradi pomanjkanja vode. Bolezenskih znamenj na videz najpogostejše ni mogoče razlikovati od fizioloških in nekaterih drugih boleznih. Samo prepoznavanje bolezenskih znamenj, ko okužbe še niso obsežne, zato zahteva veliko pozornosti, spremljanje sušenja v času ter primerjanje sušenja med rastlinami. Rastline so dolga leta lahko okužene v prikriti obliki, brez izrazitih bolezenskih znamenj. Izkušnje od drugod kažejo, da se bakterija zlahka ustali v naših podnebnih razmerah.

Pri oljkah je značilno hitro propadanje dreves. Bakterijski ožig se najprej izrazi kot sušenje listov, vendar hitro napreduje v sušenje poganjkov, manjših vej in delov krošenj. Na jugu Italije se v zgodnjih fazah bolezni sušijo predvsem veje v višjih delih krošenj, pozneje sušenje zajame cele krošnje.

Zgodnja bolezenska znamenja okužbe vinske trte v Ameriki se izrazijo kot nenadno odmiranje tkiva od roba listov proti glavni žili in peclju. Propadlo tkivo rjavi, obdaja ga rumena ali rdečkasta obroba. Ščasoma se celi listi posušijo in odpadejo, medtem ko listni peclji ostanejo na rastlini. Okuženi poganjki neenakomerno dozorevajo in olesenevajo. Močno oslabei okuženi trsi na koncu odmrejo.

Pri slivah, češnjah in mandljevcih prihaja do ožigov listov. Ta je navadno najbolj izrazit pozno poleti, ko rastline trpijo zaradi pomanjkanja vode. Pri breskvah ne prihaja do ožiga listov. Okužba se kaže v bolj temno zelenih listih, ki jeseni pozneje odpadejo kot listi neokuženih rastlin. Okužena mlada drevesa ne rodijo. Navadno ne propadejo, so pa bolj občutljiva za druge škodljive organizme.

Pri okrasnih rastlinah se pojavljajo predvsem ožigi in kloroze listov, sušenje poganjkov, okužene rastline zaostajajo v rasti in kažejo splošno oslabeledost.

Okužene so lahko tudi številne rastline v gozdnih sestojih in v mestnem okolju. Med najpomembnejše možne gostitelje pri nas spadajo hrast (*Quercus* sp.), bukev (*Fagus* sp.), platana (*Platanus* sp.), brest (*Ulmus* sp.), oreh (*Juglans* sp.), javor (*Acer* sp.), trepetlika (*Populus tremula*), murva (*Morus* sp.), vrba (*Salix* sp.) in magnolija (*Magnolia* sp.). Na okuženih drevesnih vrstah se pojavlja predvsem ožig listov, pogosto šele pozno poleti ali zgodaj jeseni. Na robovih listov se pojavljajo ožigi rjave barve in nepravilnih oblik. Na prehodu med zdravim in odmrlim tkivom je viden pas rumeno obarvanega tkiva. Medtem, ko se pri hrastih ožig pojavlja skoraj hkrati na vseh listih, se pri platanah in brestih najprej pojavi na starejših listih.

151

5 CILJNI RAZISKOVALNI PROJEKT XYLVEC (V4-1603)

Namen ciljnega raziskovalnega projekta, ki se je začel v letu 2016, je prispevati k povečanju pripravljenosti sektorja varstva rastlin na morebitni izbruh bakterije *X. fastidiosa* v Sloveniji. Projekt je sestavljen tako, da združuje posebne ekspertize posameznih partnerjev, tako predvsem poznavanje bakterije *X. fastidiosa* in diagnostičnih metod (Nacionalni inštitut za biologijo) s prisotnostjo na terenu, rednim stikom s pridelovalci, poznavanjem prepoznavanja bolezenskih znamenj in entomološkim znanjem (Kmetijsko gozdarski zavod Nova Gorica).

Aktivnosti triletnega projekta vključujejo: (i) laboratorijsko detekcijo – prenos diagnostičnih metod na teren ter optimizacija izvajanja testov v laboratoriju, kar bi omogočilo analizo večjega števila vzorcev, (ii) preučevanje dejanskih in potencialnih prenašalcev s poudarkom na območjih z visokim tveganjem, (iii) popis gostiteljskih rastlin, (iv) obveščanje in osveščanje javnosti in (v) pripravo strokovnih podlag za ravnanje v primeru izbruha bolezni povzročene od *X. fastidiosa*. Preučevanje prenašalcev in gostiteljskih rastlin se izvaja na terenu z rednimi pregledi zastopanosti navadne slinarice in drugih vrst žuželk.

V okviru projekta bomo pripravili tudi podlage za ocenjevanje občutljivosti različnih sort oljk na bakterijo *X. fastidiosa*. Eksperimenti na okuženem območju v južni Italiji so namreč pokazali razlike med sortami oljk in identificirali nekatere tolerantne ali deloma odporne sorte.

V letu 2017 smo sodelovali pri različnih dogodkih, na katerih smo to pomembno bolezen predstavljali širši javnosti, npr. delavnicah Zelena čudesa, Dnevu očarljivih rastlin ter Dnevh zaščite in reševanja. 4. oktobra 2017 je bila organizirana delavnica, na kateri smo gostili tudi tujega strokovnjaka z obsežnim poznavanjem izbruhov *X. fastidiosa*. Delavnica je bila v Marezigah in je bila namenjena oljkarjem, drugim pridelovalcem gostiteljskih rastlin *X. fastidiosa* in strokovnim sodelavcem.

6 SKLEPI

Bakterija *X. fastidiosa* predstavlja grožnjo za mnoge prosto rastoče in gojene rastline v Sloveniji. Pri preprečevanju vnosa in širjenja te nevarne bakterije sodeluje mnogo različnih inštitucij in aktivnih posameznikov. Pomembno je, da ob nakupu in vnosu materiala preverimo in zagotovimo, da material ne prihaja iz okuženih območij in da na njem niso zastopani potencialno okuženi prenašalci.

7 ZAHVALA

Ciljni raziskovalni projekt XylVec (V4-1603) financira Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS s podporo Ministrstva za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano RS. Program preiskav zastopanosti bakterije *X. fastidiosa* je financiran v okviru strokovnih nalog s področja zdravstvenega varstva rastlin preko Ministrstva za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano RS, Uprave Republike Slovenije za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin. Za tehnično podporo in sodelovanje pri predstavljanju tematike širši javnosti se zahvaljujemo sodelavcem Nacionalnega inštituta za biologijo, Špeli Alič, Maruši Pompe Novak, Alexandri Bogožalec Košir, Katarini Bačnik, Attili Urbančiču, Katji Guček in Anji Pecman.

8 LITERATURA

- “Govern de Les Illes Balears - Actualidad Informativa.” Accessed July 18, 2017. <http://www.caib.es/govern/pidip/dadesComunicat.do?lang=es&codi=8993400>.
- Abbott, A. 2017. Italy rebuked in olive fiasco. *Nature* 546: 193-194.
- Almeida, R. P. P. “Can Apulia’s Olive Trees Be Saved?” *Science* 353, no. 6297 (July 22, 2016): 346–48.
- Amanifar N, Taghavi M, Izadpanah K, Babaei G (2014) Isolation and pathogenicity of *Xylella fastidiosa* from grapevine and almond in Iran. *Phytopathologia Mediterranea* 53(1), 318-327.
- Cariddi C, Saponari M, Boscia D, de Stradis A, Loconsole G, Nigro F, Porcelli F, Potere O, Martelli GP (2014) Isolation of a *Xylella fastidiosa* strain infecting olive and oleander in Apulia, Italy. *Journal of Plant Pathology* 96(2), 425-429.
- Chen, J., Groves, R., Civerolo, E.L., Viveros, M., Freeman, M., Zheng, Y., 2005. Two *Xylella fastidiosa* Genotypes Associated with Almond Leaf Scorch Disease on the Same Location in California. *Phytopathology* 95, 708–714.
- Coletta-Filho, H.D., Francisco, C.S., Lopes, J.R.S., Muller, C., Almeida, R.P.P., 2016. Homologous Recombination and *Xylella fastidiosa* Host–Pathogen Associations in South America. *Phytopathology* 107, 305–312.
- Commission database of host plants found to be susceptible to *Xylella fastidiosa* in the Union territory - Food Safety - European Commission [WWW Document], n.d. . Food Safety. URL /food/plant/plant_health_biosecurity/legislation/emergency_measures/xylella-fastidiosa/susceptible_en (accessed 7.18.17).
- Davis, M.J., Purcell, A.H., Thomson, S.V., 1978. Pierce’s Disease of Grapevines: Isolation of the Causal Bacterium. *Science* 199, 75–77.

- Denancé, N., B. Legendre, M. Briand, V. Olivier, C. de Boisseson, F. Poliakoff, and M.-A. Jacques. "Several Subspecies and Sequence Types Are Associated with the Emergence of *Xylella fastidiosa* in Natural Settings in France." *Plant Pathology*, March 1, 2017.
- EFSA Panel on Plant Health (PLH). "Scientific Opinion on the Risks to Plant Health Posed by *Xylella fastidiosa* in the EU Territory, with the Identification and Evaluation of Risk Reduction Options: *Xylella Fastidiosa* Pest Risk Assessment." *EFSA Journal* 13, no. 1 (January 2015): 3989.
- Mavrič, Irena, Tanja Dreo, Matjaž Hren, Vesna Lokar, Alenka Munda, Hans-Josef Schroers, Gregor Urek, in sod.. Diagnostika povzročiteljev boleznin vinske trte: zaključno poročilo o rezultatih opravljenega raziskovalnega dela na projektu v okviru ciljnega raziskovalnega programa (CRP) "Konkurenčnost Slovenije 2006-2013": V4-0313. Kmetijski inštitut Slovenije, 2009.
- Nunney, L., X. Yuan, R. E. Bromley, and R. Stouthamer. "Detecting Genetic Introgression: High Levels of Intersubspecific Recombination Found in *Xylella fastidiosa* in Brazil." *Applied and Environmental Microbiology* 78, no. 13 (July 1, 2012): 4702–14.
- Saponari, M., Loconsole, G., Cornara, D., Yokomi, R.K., De Stradis, A., Boscia, D., Bosco, D., Martelli, G.P., Krugner, R., Porcelli, F., 2014. Infectivity and transmission of *Xylella fastidiosa* by *Philaenus spumarius* (Hemiptera: Aphrophoridae) in Apulia, Italy. *J. Econ. Entomol.* 107, 1316–1319.
- Schaad, Norman W., Elena Postnikova, George Lacy, M'Barek Fatmi, and Chung-Jan Chang. "*Xylella fastidiosa* Subspecies: *X. fastidiosa* subsp. *piercei*, subsp. nov., *X. fastidiosa* subsp. *multiplex* subsp. nov., and *X. fastidiosa* subsp. *pauca* subsp. nov." *Systematic and Applied Microbiology* 27, no. 3 (January 2004): 290–300.
- Schuenzel, E. L., M. Scally, R. Stouthamer, and L. Nunney. "A Multigene Phylogenetic Study of Clonal Diversity and Divergence in North American Strains of the Plant Pathogen *Xylella fastidiosa*." *Applied and Environmental Microbiology* 71, no. 7 (July 1, 2005): 3832–39.
- UVHVVR, 2017. Programi preiskav za ugotavljanje navzočnosti škodljivih organizmov rastlin za leto 2017. str. 75-81.
- Wells, J. M., B. C. Raju, H.-Y. Hung, W. G. Weisburg, L. Mandelco-Paul, and D. J. Brenner. "*Xylella fastidiosa* gen. nov., sp. nov.: Gram-Negative, Xylem-Limited, Fastidious Plant Bacteria Related to *Xanthomonas* Spp." *International Journal of Systematic Bacteriology* 37, no. 2 (April 1, 1987): 136–43.

SEZONSKA DINAMIKA NAVADNE TENČIČARICE (*Chrysoperla carnea*) IN ŽITNIH UŠI (Aphididae) NA NJIVI Z JARO PŠENICO

Tanja BOHINC¹, Stanislav TRDAN²

Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Ljubljana

IZVLEČEK

Na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani smo v letu 2013 preučevali sezonsko dinamiko navadne tenčičarice (*Chrysoperla carnea*). Na njivi z jaro pšenico smo 10. maja 2013 enakomerno razporedili 3 vabe s sintetičnim atraktantom. Na vabah smo od zadnje deкаде maja do prve deкаде avgusta šteli jajčeca navadne tenčičarice, na treh oddaljenostih od vab (1, 3 in 5 m) pa smo na rastlinah jare pšenice šteli še krilate in nekrilate osebkе listnih uši. Kapsule s sintetičnim atraktantom smo v vabah menjavali v mesečnih intervalih, jajčeca na črnih blazincah in lesenih količkih, na katerih so bile pritrjene vabe, smo šteli na približno 7 dni. Prvo odlaganje jajčec navadne tenčičarice smo zabeležili 21. maja. Odlaganje jajčec smo beležili vse do žetve v začetku avgusta. Rezultati naše raziskave kažejo, da je bila številčnost odloženih jajčec najvišja v začetku julija, in da na odlaganje jajčec vplivajo intenzivne padavine. Navadna tenčičarica se je prilagajala višji številčnosti uši s tem, da je odložila večje število jajčec. Gre za prvo raziskavo preučevanja sezonske dinamike koristnih organizmov v Sloveniji. Omenjena raziskava je podlaga za nadaljnje raziskave, predvsem za preučitev vpliva biotičnih in abiotičnih dejavnikov na koristne organizme.

Ključne besede: navadna tenčičarica, sezonska dinamika, sintetični atraktant

ABSTRACT

SEASONAL DYNAMICS OF COMMON LACEWING (*Chrysoperla carnea*) AND CEREAL APHIDS (Aphididae) IN THE FIELD WITH SPRING WHEAT

In 2013 research was performed at the Laboratory Field of Biotechnical Faculty in Ljubljana to investigate the seasonal dynamics of common lacewing (*Chrysoperla carnea*). Three traps with synthetic lures were placed evenly across the spring wheat field on 10th May. From the last 10-day period of May until the first 10-day period of August we counted the eggs of tested beneficial organism on the traps, while in spring wheat in 3 different distances from the traps (1, 3 and 5 m away) we counted the winged and non-winged aphids. Capsules with synthetic attractant, the main part of the traps, were changed in monthly intervals, while the eggs on the black scent bags and the wooden bearers, on which the traps were attached, were counted weekly. We

¹ asist. dr., Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana, e-pošta: tanja.bohinc@bf.uni-lj.si

² prof. dr., prav tam

found out that the eggs of the common green lacewing occurred on the traps from the first (May 21) until the last counting in beginning of August. Results of our research confirm that highest number of common lacewing's eggs was laid in the beginning of July. Laying of eggs was also influenced by heavy rain. Common lacewing has adjusted to higher number of aphids with massive egg laying. Our research regarding seasonal dynamics of beneficial organisms is the first for Slovenia and it is good basics for further surveys regarding impact of biotic and abiotic factors on beneficial organisms.

Key words: common lacewing, seasonal dynamics, synthetic lure

1 UVOD

Varstvo gojenih rastlin s fitofarmaceutskimi sredstvi ima lahko negativen vpliv na koristne organizme. Na neškropljenih rastlinah se škodljivci in koristnimi organizmi pojavljajo v precej velikem številu (Aktar et al. 2009). Med plenilci, ki se v Sloveniji zelo pogosto pojavljajo, je navadna tenčičarica (*Chrysoperla carnea* [Stephens]), ki je pomemben plenilec listnih uši in nekaterih drugih škodljivcev. Samica odloži v življenju od 300 do 700 jajčec, in sicer v bližino kolonij listnih uši (Milevoj, 1999). V Sloveniji sezonska dinamika navadne tenčičarice še ni bila načrtno preučevana, zato je bil cilj naše naloge preučiti pojavljanje navadne tenčičarice z uporabo vab s sintetičnim atraktantom.

2 MATERIALI IN METODE

2.1 Agrotehnična dela na poskusu

Poskus je potekal na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani leta 2013. Pojavljanje jajčec navadne tenčičarice so spremljali na njivi z jaro pšenico sorte 'Leguan'. Na njivi površine 11 arov smo pšenico posejali 17. aprila, poželi pa smo jo 9. avgusta. Med rastno dobo smo žito dognojevali z mineralnimi gnojili, proti plevelom pa škropili s herbicidi. Insekticidov na poskusni parceli nismo uporabili. Osnovno gnojenje je bilo izvedeno tik pred setvijo. Uporabili smo kalijev sulfat in hiperkorn. Pšenico smo dognojili 10. maja in 2. julija 2017 z 220 kg oziroma 200 kg/ha KAN/ha. 26. junija smo pšenico dognojili s dušičnim gnojilom Last N. S herbicidom na podlagi aktivnih snovi amidosulfurona in jodosulfurona smo škropili v prvi dekadi maja.

Med fungicidnimi pripravki smo 2. junija uporabili fungicide na podlagi aktivnih snovi ciprokonazola, trifloksistrobina in trineksapaketila. 26. junija smo škropili v klas s fungicidom, ki je vseboval aktivno snov protiokonazol in tebukonazol.

2.2 Postavitev sintetičnih atraktantov

Vabe s sintetičnimi atraktanti tipa CHR egg (proizvajalec: Csamolon, Madžarska) smo na njivo z jaro pšenico postavili 10. maja. Vabo, ki je bila sestavljena iz kapsule s sintetičnim atraktantom in črnega gobastega materiala, namenjenega odlaganju jajčec, smo postavili na lesen količek. Na obravnavano zemljišče smo postavili 3 vabe.

Kapsule s sintetičnim atraktantom smo menjavali v mesečnih intervalih. V tedenskih intervalih smo spremljali številčnost jajčec navadne tenčičarice na vabi (črnem gobastem materialu) in lesenem količku, kot tudi na rastlinah jare pšenice v različnih oddaljenostih od vabe. V različnih oddaljenostih od feromonske vabe (1, 3 in 5 m) smo na 30 rastlinah (na vsaki razdalji) spremljali tudi številčnosti listnih uši (krilatih in nekrilatih osebkov). Spremljanje številčnosti obravnavane koristne vrste in škodljivih organizmov smo zaključili 7. avgusta. Od 21. maja do 26. junija smo številčnost jajčec preučevanega koristnega organizma in uši spremljali glede na celotno rastlino. Po omenjenem datumu smo do konca rastne dobe spremljali številčnost organizmov glede na dele rastline, in sicer glede na klas (v nadaljevanju besedila KLAS), zastavičar (v nadaljevanju besedila ZASTAV) in del rastline, ki je pod zastavičarjem (ostala rastlina) (v nadaljevanju besedila OR). Kontrolne rastline smo izbrali na najdaljši možni razdalji stran od vab s sintetičnim atraktantom.

2.3 Vremenske razmere od 21.5.2013-7.8.2013

Podatke povprečne dnevne temperature in dnevne množine padavin smo pridobili na spletni strani Agencije Republike Slovenije za okolje (Meteo, 2017). Podatki so prikazani glede na časovne intervale v katerih smo šteli jajčeca.

Preglednica 1: Prikaz povprečne dnevne temperature po posameznih časovnih intervalih, v katerih je potekalo spremljanje sezonske dinamike navadne tenčičarice.

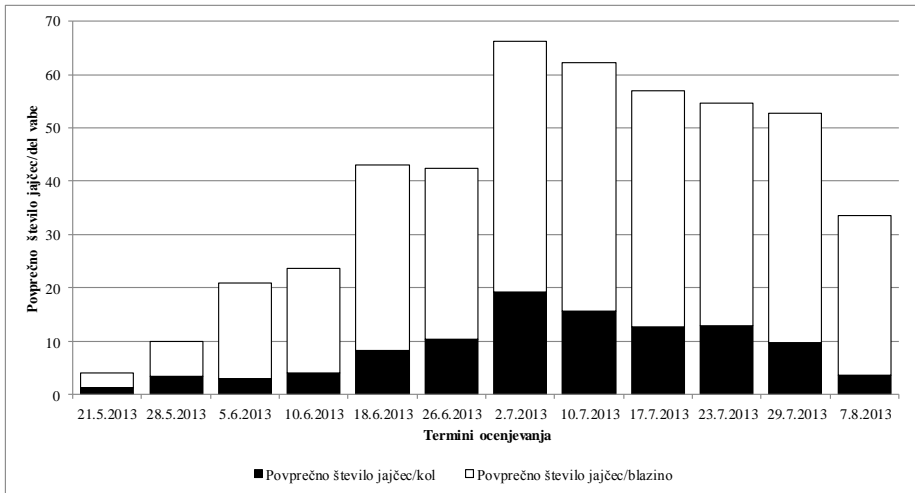
Časovni interval	Povprečna dnevna temperatura (°C)	Povprečna dnevna množina padavin (mm)
21.5.-28.5.2013	12,64	6,33
29.5.2013-5.6.2013	14,56	3,92
6.6.2013-10.6.2013	17,64	8,32
11.6.2013-18.6.2013	23,02	0,02
19.6.2013-26.6.2013	21,70	5,28
27.6.2013-2.7.2013	18,55	2,21
3.7.2013-10.7.2013	23,02	0,08
11.7.2013-17.7.2013	21,71	0,28
18.7.2013-23.7.2013	24,03	0,85
24.7.2013-29.7.2013	26,08	0,62
30.7.2013-7.8.2013	27,49	0,89

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

3.1 Povprečno število jajčec navadne tenčičarice na vabah s sintetičnim atraktantom

Slika 1 prikazuje povprečno število jajčec navadne tenčičarice na izbranem delu vabe. Ugotavljamo, da je bilo povprečno število jajčec pri vseh štetjih precej večje na blazincah, in da smo največje povprečno število jajčec ugotovili 2. julija (v povprečju 19,33 jajčec/kol in 47 jajčec na blazino). Prva jajčeca smo sicer na vabah našli že pri prvem štetju, zato sklepamo, da so jih samice odlagale na jaro pšenico že pred 21. majem, prav tako pa smo na vabah pri zadnjem štetju (dva dni pred žetvijo) v

povprečju ugotovili 30 jajčec na blazini in 3,66 jajčec/kol. Domnevamo, da so samice jajčeca odlagale tudi po zadnjem terminu ocenjevanja.



157

Slika 1: Povprečno število jajčec navadne tenčičarice glede na del vabe.

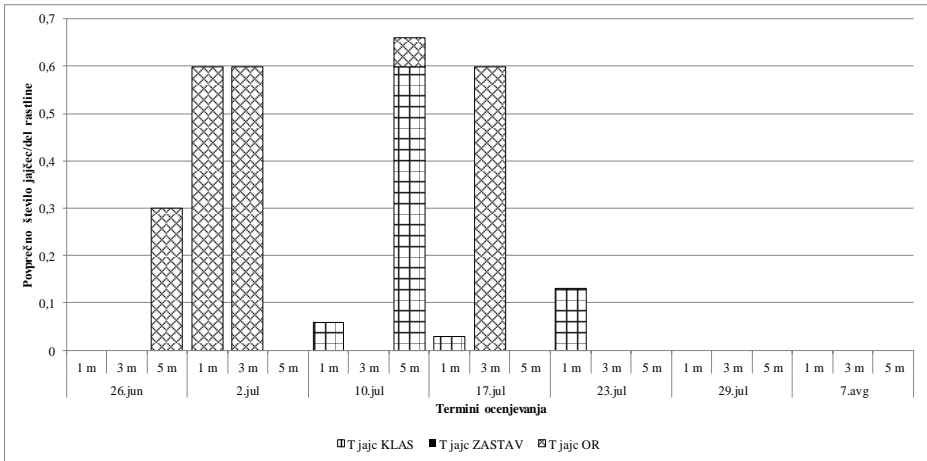
3.2 Povprečno število jajčec navadne tenčičarice na različnih nadzemskih delih jare pšenice na različni oddaljenosti od vabe z atraktantom

Ugotavljamo, da smo do vključno 2. julija jajčeca navadne tenčičarice našli le na ostalih delih rastline (steblo in listi pod zastavičarjem), z 10. julijem pa je izrazito naraslo povprečno število jajčec na klasih (slika 2). 2. julija smo v oddaljenosti 1 m in 3 m od sistetičnega atraktanta našli v povprečju 0,6 jajčeca/rastlino. Največ jajčec navadne tenčičarice smo opazili 10. julija na oddaljenosti 5 m od vab. V sredini julija smo jajčeca navadne tenčičarice našli na oddaljenosti 1 m od vab na klasih, 3 m stran od vab pa le na ostalih delih rastline. 23. julija smo jajčeca našli le še na klasih na oddaljenosti 1 m od vab (0,13 jajčeca/rastlino), po tem terminu pa jih nismo več zasledili.

3.3. Povprečno število krilatih/nekrlatih uši na rastlinah glede na oddaljenost od vabe z atraktantom

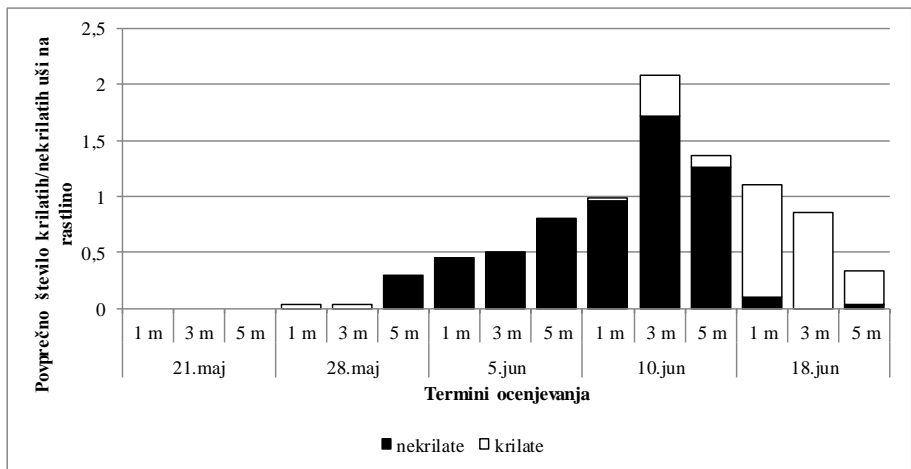
Prvi pojav nekrlatih uši smo zabeležili 28. maja, ko smo ugotovili v povprečju 0,3 nekrlate uši na rastlino v oddaljenosti 5 m od vab (slika 3). Te so nato prevladovale do sredine junija, ko so se pojavljale na vseh treh razdaljah v največjem številu. 18. junija je število nekrlatih uši padlo, po drugi strani pa se je število krilatih uši izrazito povečalo. V tem terminu je bilo število krilatih uši na vseh razdaljah jare pšenice od

vat večje od števila nekrilatih. Ugotavljamo, da se nekrilate uši na jari pšenici pogosteje pojavljajo do sredine junija, nato na tej vrsti žita prevladujejo krilate uši.



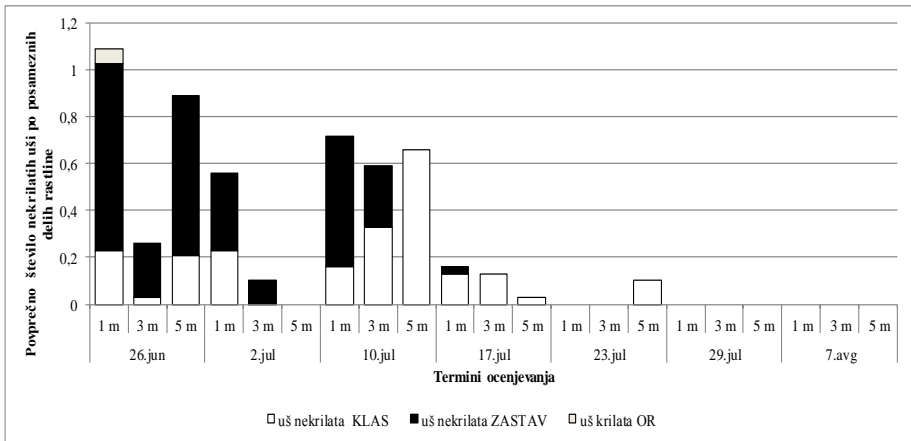
Slika 2: Povprečno število jajec navadne tenčičarice glede na različne nadzemne dele jare pšenice.

158



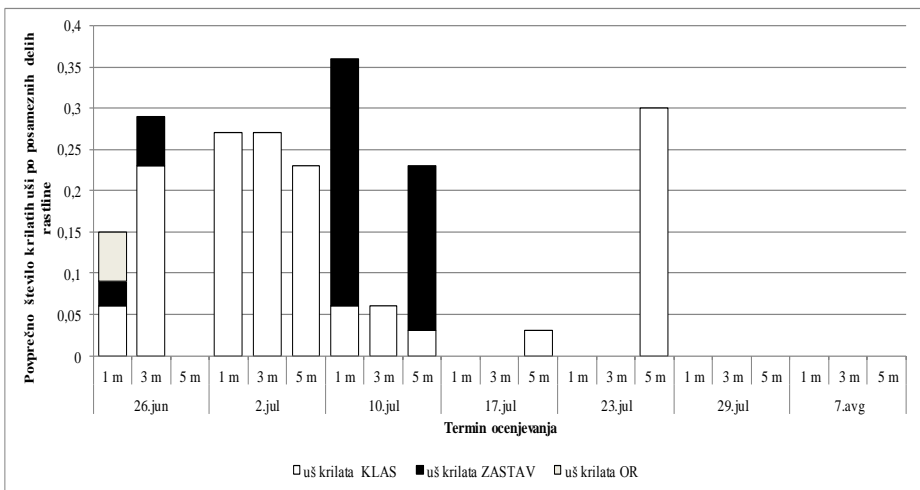
Slika 3: Povprečno število krilatih in nekrilatih uši na rastlino glede na oddaljenost od vabe z atraktantom v obdobju od 21. maja 2013 do 18. junija 2013.

Ugotavljamo, da so se nekrilate uši pojavljale samo na klasu in zastavičarju obravnavanih rastlin (slika 4). 26. junija smo 1 m stran od vabe zabeležili 0,23 krilatih uši/klas, 0,8 krilatih uši/zastavičar in 0,06 krilate uši na ostalih delih rastline. Pojav krilatih uši smo beležili do 23. julija, ko smo ugotovili 0,1 krilatih uši/rastlino.



Slika 4: Povprečno število krilatih uši glede na del rastline v odvisnosti od oddaljenosti vabe od atraktanta v obdobju od 26. junija do 7. avgusta 2013.

159



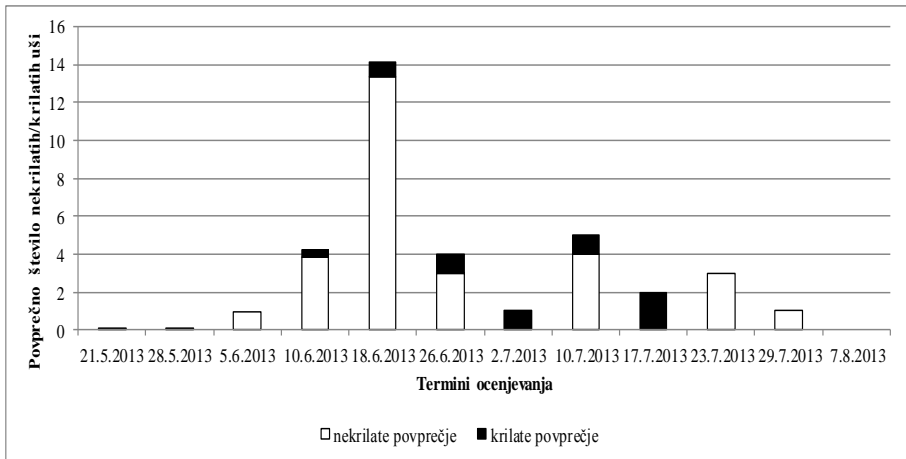
Slika 5: Povprečno število krilatih uši glede na del rastline v odvisnosti od oddaljenosti vabe od atraktanta v obdobju od 26. junija do 7. avgusta 2013.

26. junija smo najštevilčnejši pojav krilatih uši opazili na razdalji 3 m od vabe, in sicer 0,23 uši/klas in 0,06 krilate uši/zastavičar (slika 5). V začetku julija smo opazili številčno zelo izrazit pojav krilatih uši. Pojavljale so se predvsem na klasu, in sicer smo na razdalji 1 m od vabe ugotovili 0,27 uši/klas, na razdalji 3 m od vabe smo ugotovili 0,27 krilate uši/klas, na razdalji 5 m od vabe pa 0,23 uši/klas. 10. julija smo

najvišje število krilatih uši zabeležili na zastavičarju, in sicer 1 m stran od vabe (0,3 krilate uši/rastlino), 5 m stran od vabe pa 0,2 uši na rastlino.

3.4. Povprečno število nekrilatih uši/ krilatih uši na kontrolnih rastlinah

V prvem terminu ocenjevanja smo zabeležili 0,06 nekrilatih uši na rastlino. Povprečno število nekrilatih uši je naraščalo do 18. junija, ko smo zabeležili 13,4 nekrilatih uši/rastlino (slika 6). Po 18. juniju se je število nekrilatih uši izrazito zmanjšalo, saj smo 26. junija ugotovili v povprečju 3 nekrilate uši/rastlino. Krilate uši smo na kontrolnih rastlinah prvikrat zabeležili 10. junija, ko smo našli 0,43 krilate uši/rastlino. Število krilatih uši je bilo največje 17. julija, ko smo ugotovili 2 krilati uši/rastlino.



Slika 6: Povprečno število krilatih/nekrilatih uši na kontrolnih rastlinah od 21. maja do 7. avgusta 2013.

Prvi pojav jajčec navadne tenčičarice smo zabeležili 21. maja, ko je povprečna dnevna temperatura presegla 12 °C. Omenjeno temperaturno vrednost prof. Lea Milevoj navaja kot prag, pri katerem se začne razvoj te koristne vrste (Milevoj, 2011). Število jajčec navadne tenčičarice je bilo največje na vabi z atraktantom (blazina in leseni količek). Na rastlinah (v bližini vabe) je bilo število jajčec izrazito manjše. Krajše je tudi obdobje odlaganja jajčec. Na kontrolnih rastlinah jajčec nismo ugotovili. V obdobju od 19. junija do 26. junija je številčnost jajčec na vabah začela naraščati, vendar zaradi izrazitih padavin 25. junija (31,2 mm padavin/m² oziroma 5,28 mm/m² v obravnavanem časovnem intervalu).

Podatki naše raziskave kažejo, da je število odloženih jajčec navadne tenčičarice odvisno od števila uši v posevku jare pšenice. 10. junija je namreč v jari pšenici začelo naraščati število uši in posledično tudi število jajčec preučevanega plenilca. Na kontrolnih rastlinah je število uši bistveno višje.

V začetku junija (10. junij) se je število nekrlatih uši zmanjšalo v primerjavi z krilatimi ušmi, katerih številčnost je naraščala. Razlog za to pripisujemo dejstvu, da v tem obdobju krilate uši že iščejo sekundarne gostitelje.

4 SKLEPI

Naša raziskava je prva na področju sezonske dinamike koristnih organizmov v Sloveniji, in dokazuje, da lahko s sintetičnimi atraktanti uspešno spremljamo pojavljanje navadne tenčičarice v agroekosistemu.

5 ZAHVALA

Prispevek je nastal s finančno pomočjo Ministrstva za kmetijstvo in okolje – Uprave RS za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin v okviru strokovnih nalog s področja zdravstvenega varstva rastlin. Avtorja se za tehnično pomoč pri poskusu zahvaljujeta Jaki Rupniku.

6 LITERATURA

- Aktar, M.D., Sengupta, D., Chowdhury, A. 2009. Impact of pesticides used in agriculture: their benefits and hazards. *Interdisciplinary toxicology*, 2: 1-12.
- Milevoj, L. 1999. Rearing of the common green lacewing, *Chrysoperla carnea* Stephens, in the laboratory. *Zbornik Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani, Kmetijstvo*, 73, 1: 65-70.
- Milevoj, L. 2011. Biotično zatiranje škodljivcev v zavarovanih prostorih. Ljubljana, Fitosanitarna uprava Republike Slovenije: 84 str.
- Meteo.si. 2017. Ministrstvo za okolje in prostor. Agencija Republike Slovenije za okolje. Državna meteorološka služba.

ZMANJŠEVANJE POPULACIJE KORUZNEGA HROŠČA (*Diabrotica virgifera virgifera*) (Coleoptera: Chrysomelidae) Z METODO ZBEGANJA

Magda RAK CIZEJ¹, Silvo ŽVEPLAN², Iris ŠKERBOT³, Jolanda PERSOLJA⁴

^{1,2,4}Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije, Oddelek za varstvo rastlin, Žalec
³KGZS, Kmetijsko gozdarski zavod Celje

IZVLEČEK

Koruzni hrošč (Dvv), *Diabrotica virgifera virgifera* (Coleoptera: Chrysomelidae), je pomemben škodljivec koruze, ki je zastopan tako v Severni Ameriki kot tudi v Evropi. Njegove ličinke, ki živijo v tleh, lahko močno poškodujejo korenine koruze (*Zea mays*) in posledično povzročijo izgubo pridelka. Velika populacija Dvv predstavlja potencialno nevarnost za zmanjševanje pridelka na mnogih gostiteljskih rastlinah, še posebno na koruzi, tako v Sloveniji kot tudi v ostalih evropskih državah. Obvladovanje omenjene škodljive vrste je pomembna tema mnogih raziskovalcev po svetu. Raziskovalci ponujajo znanje na področju interakcij med rastlino in škodljivcem (Dvv), vrednotenja naravnih sovražnikov in njegovo obvladovanje z biotehničnimi metodami. Obvezen ukrep za eradikacijo ali zmanjševanje populacije Dvv je prepoved gojenja koruze v monokulturi. V poskusu, katerega smo izvajali v letih 2015 in 2016 na njivah v Draži vasi pri Slovenskih Konjicah (na cca. 10 ha), kjer je bila populacija odraslih hroščev Dvv zelo visoka, smo preizkušali metodo zbeganja. Pri metodi zbeganja, kjer smo v letu 2015 uporabili feromon 8-metil- 2 dekanolpropanoat, smo zaznali manjše število oplojenih samic (spermateke so bile prazne v 46 %). Ugotovili smo, da so samičke po metodi zbeganja odložile v tla manj jajčec, posledično so bile korenine koruze v naslednjem letu do 23 % manj poškodovane. V letu uporabe metode zbeganja smo opazili tudi manjšo objedenost koruznih laskov (svile). Populacija Dvv je na koruznih njivah v Sloveniji zelo velika, zato je priporočljivo neprekinjeno izvajanje kolobarja za obvladovanje njegove populacije. Hkrati je priporočljivo kombinirati okolju varno in prijazno varstvo koruze z biotičnimi agensi (uporaba entomopatogenih ogorčic in parazitoidov) in metodo zbeganja, prilagojeno sistemu gojenja koruze v Sloveniji.

Ključne besede: *Diabrotica virgifera virgifera*, koruzni hrošč, metoda zbeganja

ABSTRACT

REDUCING POPULATION OF THE WESTERN CORN ROOTWORM (*Diabrotica virgifera virgifera*) (Coleoptera: Chrysomelidae) WITH MATING DISRUPTION

¹ dr. agr. znan., Cesta Žalskega tabora 2, SI-3310 Žalec, e-pošta: Magda.Rak-Cizej@ihps.si

² univ. dipl. inž. agr., prav tam

³ mag. agr. znan., Trnoveljska cesta 1, 3000 Celje

⁴ mag., Cesta Žalskega tabora 2, SI-3310 Žalec

The Western Corn Rootworm (WCR), *Diabrotica virgifera virgifera* (Coleoptera: Chrysomelidae) is an important pest of maize (*Zea mays*) present in North America and also in Europe, whose soil-inhabiting larvae can seriously damage roots of maize and lead to yield losses. The potential risk by high population of WCR and loosed yields on many host plants, especially on maize, is very high in most EU countries and also in Slovenia. WCR control is the major topic for several researchers over the world. Researchers offer expertise on the area of between plant-insect (WRC) interactions, natural enemy evaluation and biotechnological control methods. Therefore, the prohibition of corn monoculture is mandatory eradication measure for reducing population of WCR. In experiment, which was carried out on the fields of Draža vas near Slovenske Konjice (app. 10 ha), in years 2015 and 2016 - where populations of adults WCR were very high - mating disruption (MD) technique with the use of pheromone 8-metil- 2 decanolpropanoat in year 2015 was examined. In 2015 we detected reduced mating status of females (spermathecs were 46 % empty). The field experiment demonstrated that after MD females layed fewer eggs in soil and we observed up to 23 % less damage on the roots of maize in next year. In year of used MD less damage on maize silks were observed. Population of WCR is very high in Slovenian maize fields therefore the use of continuous rotation is highly recommended for managing WCR populations. At the same time the combination of safe and environmental friendly crop management practice with biological control agents (MD, use entomopathogenic nematodes, use of natural parasitoid species) adapted to specific maize production systems in Slovenia is highly recommended.

Keywords: *Diabrotica virgifera virgifera*, mating disruption, Western Corn Rootworm

1 UVOD

Koruzni hrošč (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) je pomemben škodljivec koruze. Sicer je polifag, saj se poleg koruze (*Zea mays*) prehranjuje z nekaterimi vrstami rastlin iz družine trav (Poaceae), ščirovk (Amaranthaceae), metlikovk (Chenopodiaceae), nebinovk (Asteraceae), bučevk (Cucurbitaceae), metuljnic (Fabaceae), slezenovk (Malvaceae), črno binovk (Schropulariaceae) in razhudnikovk (Solanaceae). Koruzni hrošč povzroča škodo na gojenih rastlinah v različnih razvojnih stadijih. Ima en rod letno. Odrasli hrošči se na koruzi hranijo s cvetnim prahom in svilo, kot tudi z zrnjem in koruznimi listi. Posledica napada je zmanjšana asimilacijska površina in neoplojenost zrn koruznih storžev. Najpomembnejši in najagresivnejši stadij razvoja koruznega hrošča je ličinka, ki se prehranjuje s koreninami različnih gostiteljskih rastlin, najpogosteje na koruzi. Posledica napada ličink koruznega hrošča je močno poškodovan koreninski sistem rastlin, kar povzroči slabše sprejemanje vode in hranil in poleganje rastlin. Škoda, povzročena zaradi ličink koruznega hrošča, se lahko giblje od 10 do več kot 30 % .

V Sloveniji smo koruznega hrošča prvič našli leta 2003, od leta 2006 je zastopan na celotnem območju Slovenije. Koruzni hrošč je bil do leta 2014 v Evropi, kot tudi v Slovenji, v skladu z Direktivo EU 2000/29 na seznamu karantenskih škodljivih organizmov. V Sloveniji smo v skladu s Pravilnikom o fitosanitarnih ukrepih za

preprečevanje širjenja koruznega hrošča (Uradni list RS, št. 106/2006) z izvajanjem obveznih ukrepov stremeli k njegovi eradikaciji, kar se je izkazalo kot neuspešno. Populacija koruznega hrošča se kljub doslednemu izvajanju kolobarja na njivah, kjer se prideluje koruza, povečuje. V povprečju se njegova populacija vsako leto poveča za 2-krat (osebni zapiski).

Na določenih lokacijah na Celjskem območju smo v letu 2014 že opazili poškodbe (poleganje koruze), ki so jo povzročile ličinke koruznega hrošča z objedanjem korenin. V letu 2015 smo poleg poleganja koruze opazili možno poškodovano svilo na koruznih storžih in posledično neoplojene storže. Sklepamo, da bomo v prihodnje priča še več podobnim poškodbam, tako na koruzi kot tudi na ostalih kmetijskih rastlinah (npr. bučah, zelenjavi, idr.). Glede na veliko število koruznih hroščev in posledično množično odlaganje jajčec, lahko v prihodnjih letih pričakujemo škodo v posevkih koruze zlasti tam, kjer pridelovalci gojijo korožo v monokulturi, kar je pogosta praksa na večjih živinorejskih kmetijah v Sloveniji. Stremeti je potrebno k zmanjševanju gospodarske škode, ki jo povzročajo odrasli hrošči in njihove ličinke. Pri tem je seveda osnova kolobar, katerega bo potrebno nadgraditi in združiti z ostalimi agrotehničnimi ukrepi. V Sloveniji je prepovedana uporaba z insekticidi tretiranega semena koruze, dovoljena je le uporaba talnega granulata v času setve koruze. Foliarna uporaba insekticidov za zatiranje oziroma zmanjševanje populacije odraslih hroščev je uspešna, vendar okoljsko omejena in dodatno otežena zaradi pomanjkanja ustrezne opreme za nanos insekticida. V pridelavo bo potrebno čim prej sočasno vpeljati alternativne ukrepe za zatiranje ličink koruznega hrošča, kot je biotično zatiranje ličink koruznega hrošča z entomopatogenimi ogorčicami oziroma zmanjšati populacijo koruznega hrošča z metodo zbejanja.

164

2 MATERIAL IN METODE

2.1 Spremljanje koruznega hrošča s feromonskimi vabami in uporaba pripravka CornProtect na koruzi

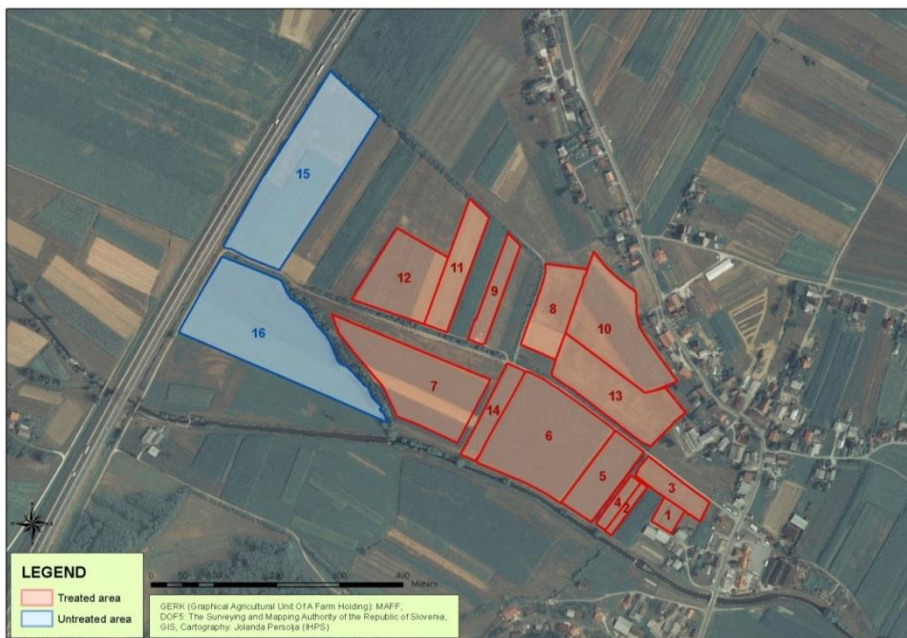
V Sloveniji smo pripravek CornProtect, podjetja Lithos iz Avstrije, prvič uporabili v letu 2015 v skladu z Dovoljenjem za raziskave in razvoj, ki ga je izdala Uprava za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin. Pripravek CornProtect vsebuje kot aktivno snov feromon 8-metil-2-dekanolpropanoat, ki je nanesen na vulkansko kamenino zeolit. Uporabili smo ga na 13 njivah v skupni velikosti 10,19 ha v Draži vasi pri Slovenskih Konjicah (slika 1). V poskus sta bili vključeni tudi 2 njivi, ki sta služili kot kontrola. Aplikacijo smo izvedli 18. junija 2015 popoldan, ko je imela koroža od 6 do 11 listov in je bila v povprečju visoka 1,2 m. Pripravek CornProtect smo uporabili v odmerku 4,0 kg/ha ob uporabi 300 l vode/ha. Aplikacija je bila izvedena s klasično poljedelsko škroplilnico.

2.2 Pregled spermatek koruznega hrošča

Kot neposreden rezultat učinkovitosti uporabe pripravka CornProtect, ki deluje po principu metode zbejanja (konfuzije), samčiči ne najdejo samic in se tako zmanjša njihova oplodnja kot posledično tudi populacija koruznega hrošča. Tako smo od

tretjega tedna (8. julija 2015) po uporabi pripravka CornProtect začeli z vsakotredenskim vzorčenjem hroščev na kontrolni parceli (njiva št. 16, slika 1) in na eni od njiv, kjer smo uporabili CornProtect (njiva št. 9, slika 1). Na vsaki lokaciji smo lovili odrasle hrošče in ji dali v posodico s 70 % alkoholom.

Datumi vzorčenja so sledili po naslednjem vrstnem redu: 8. 7., 15. 7., 22. 7., 29. 7., 5. 8. in 15. 8 (6-krat). Nato je sledil pregled hroščev pod stereomakroskopom, kjer smo najprej določevali razmerje med spoloma koruznega hrošča v ulovljenem vzorcu, nato pa pri samicah delež praznih oziroma polnih spermatek.



Slika 1: Skica poskusnih parcel preizkušanja pripravka CornProtect za zmanjševanje populacije koruznega hrošča (*Diabrotica virgifera virgifera*), Draža vas pri Slovenskih Konjicah, leto 2015.

2.3 Ocenjevanje deleža oplodnje koruznih storžev

Na kontrolni parceli, njiva št. 16, smo na 8 različni mestih ocenili po 20 koruznih storžev (skupno 160 storžev), in sicer smo ocenjevali delež manjkajočih zrn na posameznem koruznem storžu, kot posledica obžiranja laskov koruze od koruznega hrošča. Enako smo izvedli na njivah št. 3, 5 in 14, kjer smo uporabili pripravek CornProtect. Na vseh obravnavanih in ocenjenih njivah niso rastle enaki hibridi koruze, razlike so bile tudi v FAO zrelostnih razredih.

2.4 Ocenjevanje poškodovanosti korenin koruze od koruznega hrošča

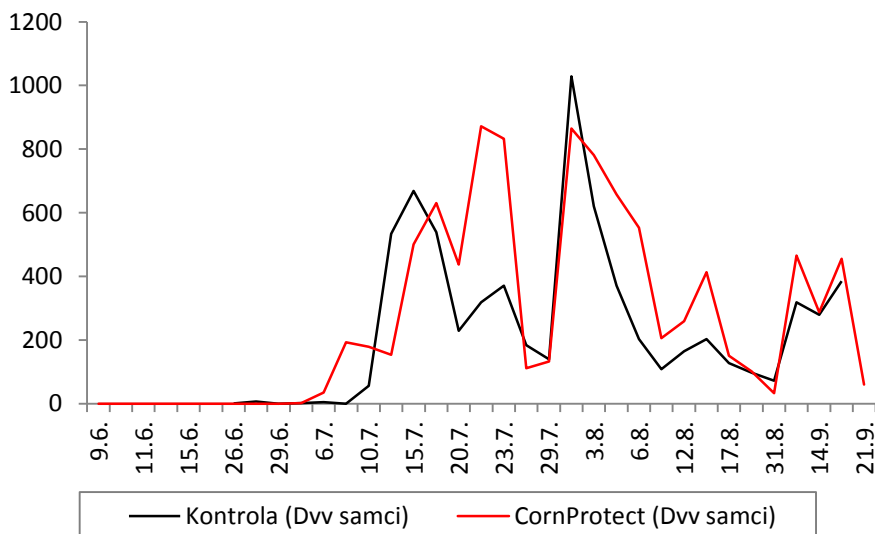
Eno leto po uporabi pripravka CornProtect smo na njivi št. 14 in na številki 16 (kontrolna parcela) 18. julija 2016 vzorčili korenine koruze. Na vsaki njivi smo na 4

različnih mestih vzeli 15 vzorcev korenin koruze, skupno 60 na njivo. Poškodovanost koruze smo skupaj s strokovnjaki iz Madžarske ocenili po skali od 0-3.

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

3.1 Ulov koruznega hrošča na feromonske vabe

Prvega hrošča smo na feromonski vabi našli 2. julija 2015, 14 dni po uporabi pripravka CornProtect. Natančna dinamika pojava hroščev (samcev) je prikazana na sliki 2. Skupno število ulovljenih hroščev na kontrolni parceli je bilo 2.660, medtem ko je bilo na tretirani njivi s CornProtectom ulovljenih 3.320, torej za skoraj 25 % več. To je logična posledica uporabe pripravka CornProtect, ki vsebuje feromonsko komponento, ki privablja samce.



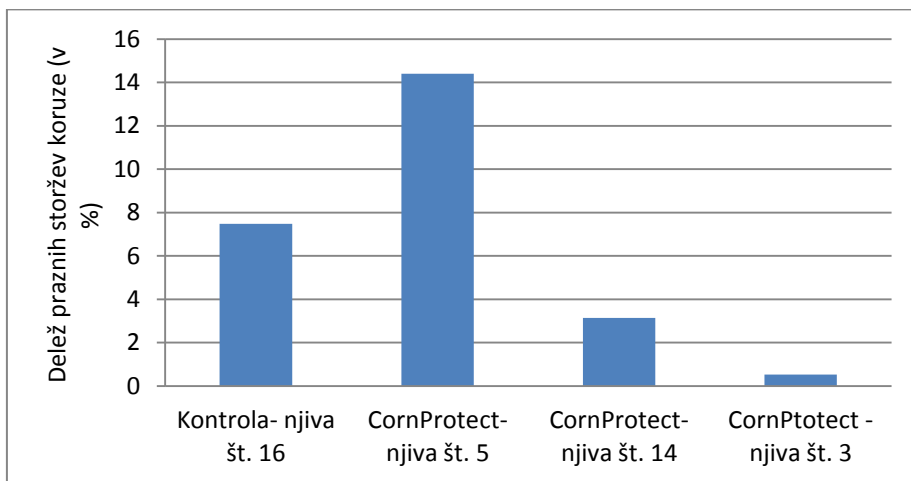
Slika 2: Ulov samcev koruznega hrošča (*Diabrotica virgifera virgifera*) na feromonski vabi na kontrolni parceli in na njivi, kjer je bil uporabljen CornProtect, Draža vas 2015.

Razlog, da smo izvajali poskus v Draži vasi pri Slovenskih Konjicah, je visoka populacija koruznega hrošča na tej lokaciji. V letu 2014 smo namreč v celotnem obdobju spremljanja od julija do septembra ulovili skupno skoraj 3.000 hroščev.

3.2 Delež praznih spermatek koruznega hrošča

Konec julija, natančneje 29. julija 2015, ko je bila populacija koruznega hrošča največja, je bilo razmerje med samičkami in samčki v prid samčkov, in sicer še posebno velik delež samčkov je bil ugotovljen na njivi, kjer smo uporabili

CornProtect. Samcev je bilo 67 %, v primerjavi s samičkami, ki jih je bilo na isti njivi 33 % od celotne populacije (skupno 421 ulovljenih hroščev). Na kontrolni parceli smo v vzorcu imeli skupno 616 odraslih hroščev od tega so prevladovali samčki in sicer v 57 % deležu, samičkam je pripadal 43 % delež.



Slika 3: Ulov samcev koruznega hrošča (*Diabrotica virgifera virgifera*) na feromonski vabi na kontrolni parceli in na njivi, kjer je bil uporabljen CornProtect, Draža vas 2015.

Učinkovitost sredstva CornProtect smo ugotavljali s pregledovanjem samičk in njihovih spermatek, in sicer 11 tednov po njegovi uporabi, vse do 12. avgusta 2015. Pri uporabi pripravka CornProtect je bilo v povprečju v vseh terminih ocenjevanja 46 % praznih spermatek.

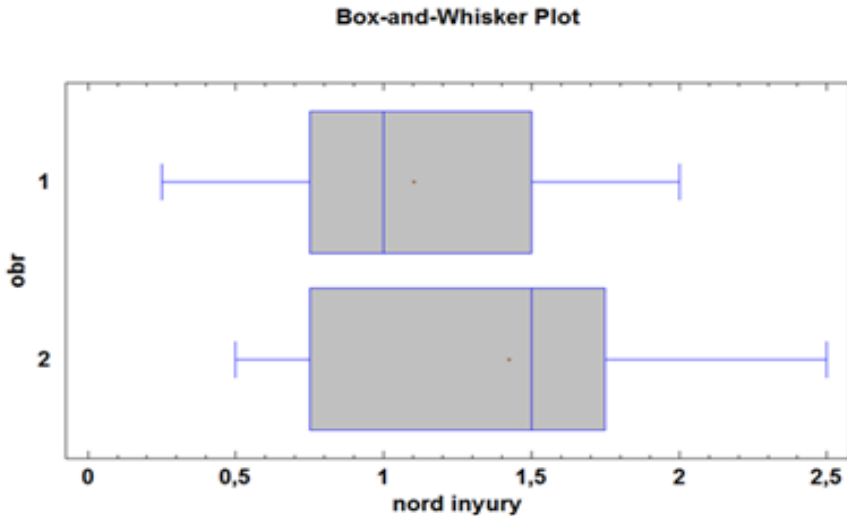
V našem primeru smo sredstvo v letu 2015 uporabili 14 dni pred prvo najdbo koruznega hrošča na feromonski vabi, namreč poznejša aplikacija zaradi visoke koruze ne bi bila več mogoča. Sočasno smo imeli v letu 2015 v juniju in juliju visoke temperature zraka: povprečne dnevne temp. so dosegle 25 °C, kar je dodatno doprineslo k temu, da je feromon hitreje izgubil svojo funkcijo in posledično se je dolžina njegovega delovanja skrajšala na 6 tednov.

3.3 Oplodnja koruznih storžev

Na njivah, kjer smo uporabili CornProtect, je bil delež neoplojenih storžev zelo majhen, gibal se je od 0,5 do 3 % (slika 3), v primerjavi s kontrolo, kjer je bila neoplodnja skoraj 8 %. Na kontroli smo na posameznih koruznih storžih, imeli priložnost najti storže, ki so bili popolnoma prazni, neoplojeni. Izjema je bila njiva št. 5, kjer smo uporabili pripravek CornProtect, vendar na omenjeni njivi raste koruza v monokulturi že prek 20 let. V letu 2015 na tej njivi nismo opazili poleganja koruze, medtem ko so bili v letu 2014 na isti njivi lepo vidni gosji vratovi.

3.4 Poškodovanost korenin koruze

Na podlagi ocenjevanja poškodovanosti korenin, pri čemer smo uporabili skalo od 0 do 3, smo ugotovili, da so bile korenine koruze, vzorčene na njivi, kjer smo uporabili CornProtect, za 23 % manj poškodovane (1,10) kot na kontrolni parceli, kjer smo ocenili poškodovanost po skali v povprečju 1,43. Med njima so bile tudi statistično značilne razlike (slika 4).



Slika 4: Poškodovanost korenin koruze na kontrolni parceli (obr. št. 2) ter na njivi, kjer je bil uporabljen CornProtect (obr. št. 1).

V letu 2014 in 2015 je bila populacija koruznega hrošča na širšem Celjskem območju, vključno s Koroško, zelo velika. Na nekaterih lokacijah smo na feromonsko vabo tedensko ulovili tudi prek 1.200 hroščev. Na določenih lokacijah smo v letu 2014 in 2015 že opazili poškodbe na koruzi, in sicer v obliki poleganja – pojav gosjih vratov, kar je posledica objedanja korenin od ličink koruznega hrošča. V letu 2015 pa smo poleg poleganja koruze opazili tudi močno poškodovano svilo (laske) koruze in posledično neoplodno storžev. Sklepamo, da bomo v prihodnje priča še več podobnim poškodbam, tako na koruzi kot tudi na ostalih kmetijskih rastlinah (npr. bučah, zelenjavi, idr.). Glede na veliko število koruznih hroščev in posledično množično odlaganje jajčec, lahko v prihodnjih letih pričakujemo škodo v posevkih koruze zlasti tam, kjer pridelovalci gojijo koruzo leto za letom na istem zemljišču, kar je redna praksa na živinorejskih območjih. Stremeti je potrebno k zmanjševanju gospodarske škode, ki jo povzročajo odrasli hrošči in njihove ličinke. Pri tem moramo poudariti, da je kolobar osnova, ki ga bo potrebno nadgraditi in združiti še z ostalimi ukrepi. V Sloveniji je prepovedana uporaba z insekticidi tretiranega semena koruze, dovoljena je le uporaba talnega granulata v času setve koruze. Foliarna uporaba insekticidov za zatiranje oziroma zmanjševanje populacije odraslih hroščev je uspešna,

vednar okoljsko omejena in dodatno otežena zaradi pomanjkanja ustrezne opreme za nanos insekticidov. V pridelavo bo potrebno čim prej sočasno vpeljati alternativne ukrepe za zatiranje ličink koruznega hrošča, kot je biotično zatiranje ličink koruznega hrošča z entomopatogenimi ogorčicami in/ali uporabo metode zbeganja, način gnojenja, hibride koruze z močnim koreninskim sistemom, idr.

Feromon se sprošča počasi in ima tako dolgo delovanje, tudi več kot 6 tednov. Rezultati s poskusa so spodbudni, pozitivni, saj je bil delež neoplojenih samic v primerjavi s kontrolnimi njivami, kjer pripravka CornProtect nismo uporabili, 46 %. Ob uporabi pripravka CornProtect smo ugotovili, da ima uporaba le-tega neposreden učinek na zmanjšanje objedanja svile koruznih storžev in posledično povečanega pridelka koruze kot tudi za 23 % zmanjšano objedenost korenin. Z raziskavami bomo nadaljevali tudi v prihodnje in kot nakazujejo dosedanja rezultati, vidimo njegovo mesto pri uspešnemu zadrževanju populacije koruznega hrošča pod pragom gospodarske škode.

4 SKLEPI

1. Populacija koruznega hrošča v Sloveniji je še vedno v fazi naraščanja.
2. Za manjšanje populacije, posledičnih poškodb in škode, ki jo povzroča koruzni hrošč, je potreben celovit pristop.
3. Potrebno bo sočasno izvajanje večih ukrepov: agrotehnični ukrepi (kolobar, čas setve koruze - zelo zgodnja oziroma zelo pozna setev koruze, gnojenje), izbira hibridov z močnejšim koreninskim sistemom, metode z nizkim tveganjem, kot so uporaba entomopatogenih ogorčic, parazitoida *Celatoria compressa* in *Centistes diabroticae* (specializirana za rod *Diabrotica*), metoda zbeganja – uporaba sredstva CornProtect.

5 ZAHVALA

Za izvedbo poskusa se avtorji še posebej zahvaljujemo podjetju Metrob d.o.o., ki nam je priskrbel pripravek CornProtect ter kmetijskima svetovalkama Ivici Podkrajšek in Andreji Marguč Kavc iz KGZS, izpostava Slovenke Konjice, ki sta nesebično pomagali pri izvedbi poskusa.

6 LITERATURA

Modic, Š., Urek Gregor. <http://arhiv.kis.si/pls/kis/kis.web?m=123&j=SI>, (1.6.2017)

SPREMLJANJE VEČ ZAPOREDNIH MNOŽIČNIH ROJENJ POLJSKEGA MAJSKEGA HROŠČA (*Melolontha melolontha* [L.]) V ZASELKU ZADLOG SKOZI DALJŠE OBDOBJE (2007-2016)

Franci Aco CELAR¹, Katarina KOS²

Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Ljubljana

IZVLEČEK

V zaselku Zadlog na črnovrški planoti smo s svetlobno vabo spremljali rojenje poljskega majskega hrošča v daljšem časovnem obdobju (2007-2016). Na tem območju so hrošči množično rojili na vsake tri leta (2007, 2010, 2013 in 2016). Po množičnem rojenju v letu 2007, ko smo na eno vabo ujeli 539 hroščev, je bil v tla nanesen mikoinsekticid Melocont-Pilzgerste[®], ki je močno zmanjšal populacijo ogrcev, kar se je pokazalo pri naslednjem rojenju v letu 2010, ko je bil skupni ulov hroščev le 42 % tistega v letu 2007. Tudi pri naslednjih množičnih rojenjih (2013, 2016) je skupni ulov dosegel le 49 % oziroma 37 % tistega pred aplikacijo mikoinsekticida. V prispevku so prikazani obseg in dinamika rojenja poljskega majskega hrošča ter razmerja med spoloma v posameznih letih.

Ključne besede: *Melolontha melolontha*, poljski majski hrošč, rojenje, svetlobna vaba, monitoring

ABSTRACT

THE MONITORING OF SUCCESSIVE MASS SWARMING OF COMMON COCKCHAFER (*Melolontha melolontha* [L.]) IN THE HAMLET ZADLOG OVER AN EXTENDED PERIOD (2007-2016)

Swarming of common cockchafer in the hamlet Zadlog on the Črni Vrh plateau was monitored by light trap over a prolonged period (2007-2016). In this area, beetles massively swarmed every three years (2007, 2010, 2013 and 2016). After the massive swarming in 2007, when we caught in the trap 539 cockchafers, mycoinsecticide Melocont-Pilzgerste[®] was applied into the soil. This measure significantly reduced the population of grubs, as shown in the following swarming in 2010, when the total number of trapped cockchafers was only 42% of that in 2007. Even the next mass swarming (2013, 2016) the total catches of cockchafers reached only 49% and 37% of that before the mycoinsecticide application. In the contribution, the abundance, sex ratio, and swarming dynamic of common cockchafer in certain years are presented.

Key words: *Melolontha melolontha*, common cockchafer, swarming, light trap, monitoring

¹ izr. prof., dr., Jamnikarjeva 101, SI-1000, Ljubljana, e-pošta: franc.celar@bf.uni-lj.si

² doc. dr., prav tam

1 UVOD

Poljski majski hrošč (*Melolontha melolontha* [L.]) je v našem okolju pomemben škodljivec gojenih in samoniklih rastlin. Na območjih, kjer se redno pojavlja, hrošči objedajo listje sadnega in gozdnega drevja vse do golobrstja. Še večjo škodo povzročajo ličinke tega škodljivca, imenovane ogrci. Le ti objedajo korenine rastlin na njivah, vrtovih, travnikih, sadovnjakih, trsnicah, drevesnicah in gozdovih. Posledica objedanja je množično sušenje rastlin.

Posebnost tega škodljivca je v tem, da se množično pojavlja v zaporedjih na vsaka tri, štiri ali celo pet let, kar je odvisno predvsem od klimatskih razmer v določenem okolju (Zweigelt, 1928; Régnier, 1941, 1952; Faber, 1961). Janežič (1972) je na podlagi pisnih virov in lastnih raziskav zbral podatke o množičnem pojavljanju poljskega majskega hrošča v Sloveniji vse od leta 1843 naprej. Pri nas se hrošč množično pojavlja vsake tri leta, vendar z različnim zaporedjem pojavljanja, III₀ in III₁. Označevanje zaporedij je povzeto po Régnieru (1941). Triletni razvojni krog označujemo z rimsko številko III, zaporedja hroščevih let pa z oznakami III₀₋₂. Če leto, ko množično roji hrošč delimo s tri, dobimo ostanek od 0 do 2. Režim pojavljanja hrošča III₁ obsega večji del Slovenije; Gorenjsko, Dolenjsko, Notranjsko, večji del Krasa, del Štajerske do Poljčan in Slovenske Bistrice in na severovzhodu ozek pas on madžarski meji.

V zaporedju III₀ se pojavlja hrošč na vzhodu Slovenije v porečju Drave in Mure. Območje vključuje dolini Meže in Drave, Dravsko in Ptujsko polje, Slovenske gorice, Pomurje in zahodno polovico Prekmurja. Zahodno območje tega zaporedja pa se razprostira od Dobrove pri Ljubljani, vzhodno od Vrhnike do Borovnice, vzhodno od Logatca, mimo Kalc naprej v ozkem pasu proti dolini Soče in po njej navzgor do Bovca pa vse tja do Breginja. Na severu je razmejitev pod Toščem, mimo Polhovega Gradca, v Selško dolino, nato po dolini Bače, skozi Tolmin do Soče. Na večji ali manjši pojav poljskega majskega hrošča vplivajo tako živi dejavniki (entomopatogene glive in drugi naravni sovražniki, prisotnost ustreznih in manj ustreznih gostiteljskih rastlin itd.) kot neživi okoljski dejavniki (toplota, vlaga, struktura tal itd.). Predpogoj za neomejeno širjenje poljskega majskega hrošča je predvsem zdrava populacija (Régnier, 1952; Janežič, 1972).

V bližnji preteklosti je prvi pisni podatek o večji gospodarski škodi, ki so jo pri nas povzročili ogrci poljskega majskega hrošča, iz Logatca leta 1993 (Urek in Milevoj, 1993). Takratno prerazmnožitev lahko pripišemo dejstvu, da so v tistem času precej njiv zatravili in prenehali z njihovo obdelavo. Tako ni bil moten razvojni krog vsaj dveh rodov škodljivca, kar se je izrazilo leta 1993 v njegovi prerazmnožitvi. Podobno se je zgodilo tudi na Idrijskem – na črnovrški planoti. Na tem območju že vrsto let prevladuje monokulturni travniško-pašniški sistem pridelave, predvsem zaradi specializirane priraje mleka. Po pripovedovanju domačinov so pred tem na večjih površinah pridelovali tudi krompir, na preorano ledino pa pogosto sejali deteljo in oves. Mehanska obdelava na teh zemljiščih je očitno tolilo razvojni krog škodljivca, da v preteklosti ni prihajajo do prerazmnožitev in večje gospodarske

škode. Poleg tega so v letih po drugi vojni odrasle hrošče organizirano ročno pobirali in uničevali (parjenje hroščev, hranjenje perutnine ipd.), kar je močno zmanjšalo osnovno populacijo in posledično njihovo potomstvo (Celar in Kos, 2011).

Po letu 2000 so množičnejši pojav poljskega majskega hrošča na Idrijskem prvič opazili leta 2001. Tega leta so odrasli hrošči množično objedali listje gozdnega in sadnega drevja na območju vasi Zadlog in Idrijski Log. Bolj opazna je postala škoda v letih 2002 in 2003, ko je povprečno od 60 do 120 ogrcev na m² v stopnji L3 popolnoma uničilo travno rušo na 370 ha travnikov.

Na nekaterih zemljiščih je močan napad ogrcev povzročil popolno degradacijo travne ruše, kar je na nagnjenih zemljiščih povzročilo erozivno delovanje padavinske vode. Hrošči so ponovno množično rojili leta 2004 in povzročali občutno škodo z objedanjem listja gojenih in samoniklih listavcev. Po izleganju jajčec so s talnimi izkopi ugotovili, da je povprečno število ogrcev več kot 200 na m². Že v prvem letu so ogrci v stopnjah L1 in L2 poškodovali travno rušo do 50 %. Na vseh pregledanih travnikih je bilo spomladi leta 2005 ugotovljeno poprečno 226 ogrcev na m² v stopnji L2. Po junijski levitvi so ogrci v stopnji L3 s požrešnim hranjenjem povzročili uničenje travne ruše na 760 ha travnikov oziroma na 62 % vseh kmetijskih zemljišč na območju krajevnih skupnosti Črni vrh nad Idrijo in Godovič (Požnenel in Rot, 2006; Požnenel, 2007).

Zaradi izredne občutljivosti kraške pokrajine in ker so bila napadena zemljišča na vodovarstvenem območju, je bila edina okoljsko sprejemljiva in dolgoročna rešitev za tako občutljivo območje uporaba entomopatogene glive *Beauveria brongniartii* (Sacc.) Petch. Leta 2005 smo se odločili za poskusno biotično zatiranje škodljivca na 72 ha travnikov. Ministrstvo za okolje in prostor je na podlagi Presoje tveganja za naravo izdalo pozitivno mnenje za uporabo biotičnega pripravka Melocont-Pilzgerste[®], na podlagi entomopatogene glive *Beauveria brongniartii*.

Zaradi spodbudnih rezultatov po prvi aplikaciji entomopatogene glive leta 2005, so se leta 2007 na MKGP, UVHVVR (prej FURS), odločili za sistematično izvajanje ukrepa na večjih površinah v občinah Idrija in Logatec. V letih 2007-2009 je bilo s pripravkom Melocont- Pilzgerste[®] v dvakratni (split) aplikaciji skupaj tretiranih 1135 ha zemljišč. Povprečen hektarski odmerek pripravka pri vsakem tretiranju je bil okoli 39 kg. Na podlagi Zakona o zdravstvenem varstvu rastlin (Ur. l. RS št. 62-3350/07, uradno prečiščeno besedilo), Uredbe o izvedbi ukrepov za preprečevanje širjenja in zatiranje množičnega izbruha poljskega majskega hrošča (Ur.l. RS 71-3884/07) in Programa izvedbe ukrepov za preprečevanje širjenja in zatiranje poljskega majskega hrošča v občinah Idrija in Logatec, ki ga je julija 2007 in marca 2008 s sklepom potrdila Vlada RS, Odločbe o pooblastitvi Inštituta za fitomedicino (zdaj Laboratorij za fitomedicino) na Biotehniški fakulteti za izvajanje določenih nalog javne službe za varstvo rastlin (Ur.l. RS 38-2230/01), smo v letih 2007 do 2010 spremljali populacijsko dinamiko poljskega majskega hrošča in okoljske dejavnike, z namenom ugotavljanja praga škodljivosti glede na razvojni stadij škodljivca, ustreznega časa tretiranja z biotičnim pripravkom ter učinkovitosti izvedenega tretiranja (Celar in sod., 2009). V okviru strokovnih nalog, financiranih s strani UVHVVR, smo spremljali številčnost in dinamiko rojenja v tudi letih 2013 in 2016.

V prispevku so prikazani rezultati spremljanja štirih zaporednih množičnih rojenj poljskega majskega hrošča med letom 2007, v katerem smo aplicirali entomopatogeno glivo *Beauveria brongniartii*, in 2016. Ugotoviti smo hoteli, spremembe v številčnosti populacije poljskega majskega hrošča pred in po aplikaciji biotičnega agensa.

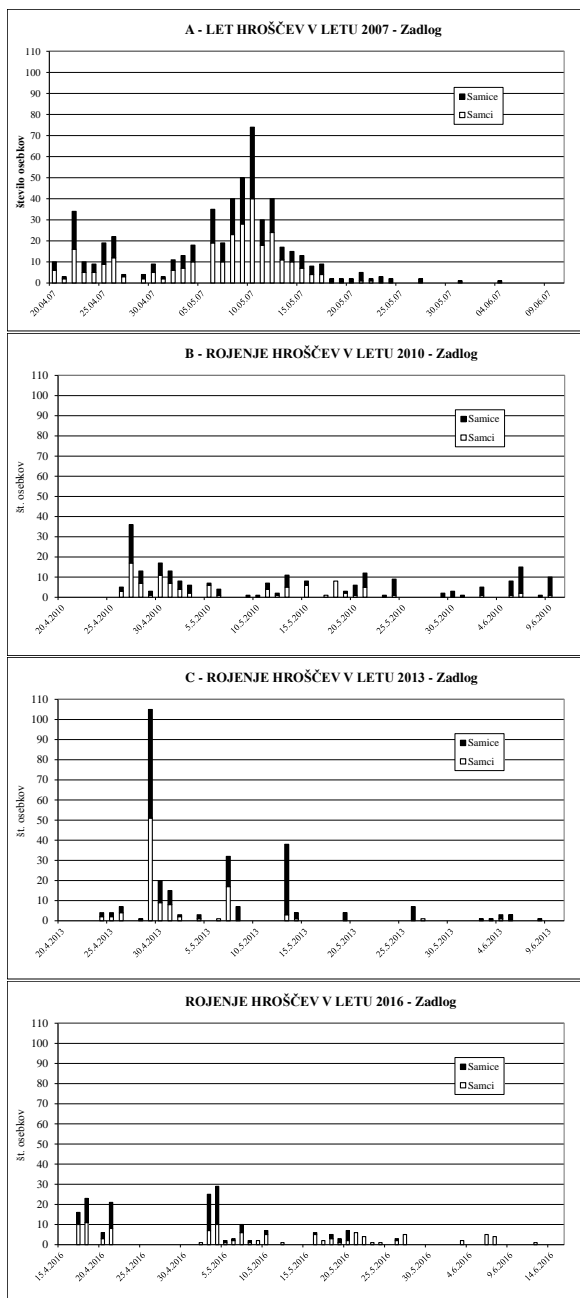
2 MATERIAL IN METODE

V letih 2007, 2010, 2013 in 2016 smo na črnovrški planoti v zaselku Zadlog s pomočjo standardne entomološke svetlobne vabe sledili rojenje odraslih osebkov poljskega majskega hrošča. Lov je potekal od 15. aprila do 30. junija od 18.00 do 0.30 ure. Vsak dan smo prešteli ulovljene hrošče in jih ločili po spolu. Dobljene rezultate smo primerjali med seboj. V letih 2007-2009 je bila na preučevanem območju apliciran mikroinsekticid Melocont-Pilzgerste® na podlagi entomopatogene glive *Beauveria brongniartii*. S primerjavo štirih zaporednih rojenj smo poskušali posredno ugotoviti uspešnost biotičnega zatiranja ogrcev poljskega majskega hrošča.

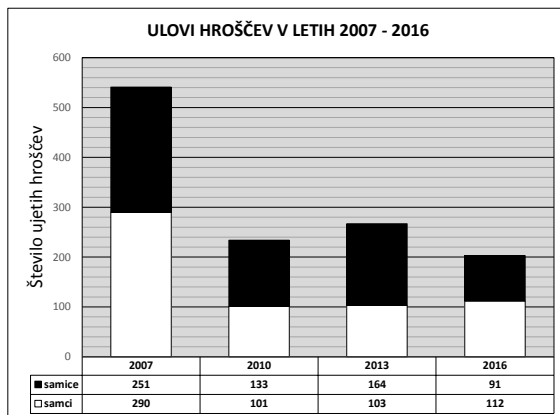
3 REZULTATI IN RAZPRAVA

Prikaz dinamike rojenja poljskega majskega hrošča v posameznih letih je prikazan na sliki 1 (A –D). Leta 2007, pred aplikacijo entomopatogene glive *B. brongniartii*, smo na svetlobno vabo ujeli največ odraslih hroščev (541). Pri naslednjem rojenju smo ugotovili za 58 % manjši ulov (234 hroščev), kar lahko deloma pripišemo uporabi entomopatogene glive, deloma pa naravnemu zmanjšanju populacije (Celar in Kos, 2011). Leta 2013 je bil ulov hroščev za 14 % večji kot pri predhodnem rojenju, vendar še zdaleč pod tistim iz leta 2007. Ujeli smo le 267 osebkov obeh spolov. Pri zadnjem spremljanju rojenja, leta 2016, je bilo število ujetih hroščev (203) v primerjavi s predhodnim rojenjem zopet manjše in to za 24 %.

Če pogledamo celo obdobje spremljanja rojenja poljskega majskega hrošča, se je od leta 2007 do 2016 število ujetih hroščev na svetlobno vabo zmanjšalo kar za 62 % (slika 2). Na splošno so hrošči v zaselku Zadlog začeli rojiti v zadnji dekadi aprila in najbolj množično leteli v prvi dekadi maja. Prišlo je tudi do zamikov za nekaj dni, predvsem zaradi neugodnih okoljskih razmer (nizke temperature, padavine in zbitost tal). Tudi razmerje med ulovljeni samci in samicami se je z leti spreminjalo.



Slika 1 : A –D; Dnevni ulovi odraslih samcev in samic poljskega majskega hrošča v štirih zaporednih množičnih rojenjih od leta 2007 do 2016.



Slika 2: Skupni ulovi poljskega majskega hrošča v posameznem letu množičnega rojenja v letih 2007, 2010, 2013 in 2016.

V letih 2007 in 2016 je bil delež samcev za 8 oziroma 10 % večji, medtem ko je bil v letih 2010 in 2013 večji delež samic, za 14 oziroma 22 % (slika 2).

175

5 ZAHVALA

Za finančno pomoč pri izvedbi raziskav se zahvaljujemo UVHVVR v okviru Ministrstva za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano.

6 LITERATURA

- Celar, F., Valič, N., Persolja, J. 2009. Preliminarni rezultati biotičnega zatiranja ogrcev poljskega majskega hrošča (*Melolontha melolontha* L.) z entomopatogeno glivo *Beauveria brongniartii* (Sacc.) Petch v občinah Idrija in Logatec. V: Maček, J. (ur.). Zbornik predavanj in referatov 9. slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin, Nova Gorica, 4.-5. marec 2009. Ljubljana, Društvo za varstvo rastlin Slovenije, 2009: 489-494.
- Celar, F., Kos, K. 2011. Primerjava rojenja poljskega majskega hrošča (*Melolontha melolontha* L.) pred in po uporabi mikroinsekticida Melocont-PilzgersteV: MAČEK, Jože (ur.), TRDAN, Stanislav (ur.). V: Maček, J. (ur.), Trdan, S. (ur.). Zbornik predavanj in referatov 10. slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin, Podčetrtek, 1.-2. marec 2011 Društvo za varstvo rastlin Slovenije, 2011: 213-217.
- Faber, W. 1961. Ergebnisse zehnjähriger Erhebungen über die Flugjahre des Maiskäfer (*Melolontha melolontha* L. und *Melolontha hippocastani* F.) in Österreich. Pflanzenschutz Berichte B. 17, H. 1/10, Wien.
- Janežič, F. 1972. Majski hrošč v Sloveniji. Zbornik Biotehniške fakultete, Kmetijstvo, Univerza v Ljubljani, Ljubljana, 19: 63-85.
- Odlomba o pooblastitvi Inštituta za fitomedicino na Biotehniški fakulteti za izvajanje določenih nalog javne službe za varstvo rastlin. Ur.l. RS 38-2230/01
- Požanel, A., Rot, M. 2006. A great increase of population of Common Cockchafer (*Melolontha melolontha* L.) in Idrija region in Slovenia. IOBC meeting, Auer/Ora, 16-18 October 2006.
- Požanel, A. 2007. Izkušnje pri zatiranju poljskega majskega hrošča (*Melolontha melolontha* L.) na Idrijskem. V: Maček, J. (ur.). Zbornik predavanj in referatov z 8. slovenskega posvetovanja

- o varstvu rastlin, Radenci, 6.-7. marec 2007. Ljubljana, Društvo za varstvo rastlin Slovenije, 2007: 72-77.
- Régnier, R. 1952. Recherches sur les hannetons : évolution de la population larvaire en fonction des cultures et du climat. Compte-rendu de l'Académie d'Agriculture de France, p. 448- 454
- Régnier, R 1941. Resultats de l'enquête et des recentes recherches sur les hannetons. Compte-rendu de l'Académie d'Agriculture de France, 27, 325-344.
- Urek, G., Milevoj, L. 1993. Ogrčja nadloga: poljedelstvo: varstvo, 61, 11: 7-8.
- Uredba o izvedbi ukrepov za preprečevanje širjenja in zatiranje množičnega izbruha poljskega majskega hrošča. Ur.l. RS 71-3884/07
- Zakon o zdravstvenem varstvu rastlin (uradno prečiščeno besedilo).Ur. l.RS št. 62-3350/07
- Zweigelt, F. 1928. Der Maiskäfer , Studien zur Biologie und zum Maiskäferorkommen im südlichen Mitteleuropa. Monographien zur angewandten Entomologie Nr. 9, Berlin.

VPLIV HERBICIDNIH KOMBINACIJ NA UČINKOVITOST ZATIRANJA PLEVELOV, PRIDELEK IN AGRONOMSKE LASTNOSTI SOJE (*Glycine max* (L.) Merr.)

Aleš KOLMANIČ¹, Robert LESKOVŠEK²

¹Kmetijski inštitut Slovenije, Oddelek za poljedelstvo, vrtnarstvo, genetiko in
žlahtnjenje Slovenije, Ljubljana

²Kmetijski inštitut Slovenije, Oddelek za kmetijsko ekologijo in naravne vire,
Ljubljana

IZVLEČEK

V letu 2016 smo v poljskem poskusu v Jabljah (osrednja Slovenija) preučevali biotično učinkovitost herbicidnih kombinacij v posevku soje. Poskus smo zasnovali kot bločni poskus z desetimi obravnavanji v štirih ponovitvah. Herbicide smo aplicirali pred vznikom in/ali po vzniku soje. Za nanos smo uporabili nahrbtno škropilnico na stisnjen zrak, porabo škropilne brozge smo nastavili na 300 l/ha. V rastni dobi smo izvedli dve ocenjevanji, kjer smo na podlagi neškropljene kontrole določali biotično učinkovitost herbicidnih kombinacij na naravno plevelno vegetacijo. Učinek herbicidov na agronomske lastnosti in pridelke soje smo določili s primerjanjem izbranih morfoloških deskriptorjev v obravnavanjih s kontrolnimi (neškropljenimi) posevki in s primerjavo z (v poskusu predpostavljenim) herbicidnim standardom (aktivni substanci (a.s.) S-metalaklor + bentazon). Pri večini preizkušenih kombinacij smo dosegli visoko (>95 %) skupno učinkovitost na naravno plevelno vegetacijo. Izjemi sta bili kombinaciji pripravkov 'Stomp Aqua' (a.s. pendimetalin) in 'Dual Gold' (a.s. S-metalaklor); skupna učinkovitost 87 %, in kombinacija pripravkov 'Harmony 75 WG' (a.s. tifensulfuron-metil) in 'Focus Ultra' (a.s. cikloksidim); skupna učinkovitost 92 %. Pri vseh herbicidnih kombinacijah, ki so vsebovale pripravek 'Plateen WG 41,5' (a.s. flufenacet in metribuzin), smo opazili močno fitotoksičnost pri rastlinah po vzniku in nad 90 % uničenje posevka. Visoko fitotoksičnost in delno propadanje rastlin smo opazili tudi pri herbicidnih kombinacijah z a.s. pendimetalin. Opaženo pripisujemo specifičnim rastnim razmeram s hladnim vremenom in obilnimi padavinami po aplikaciji herbicidov in v času vznika posevka, kar je povzročilo površinsko izpiranje herbicida, njegovo koncentracijo v nižjih plasteh tal ter povečan sprejem v mlade rastline soje. Različne a.s. so imele značilne vplive tako na morfološke lastnosti (višina rastlin, dozorevanje), kakor tudi na pridelek zrnja. Značilno najvišje pridelke, 5 in 4,9 t/ha suhega zrnja, smo izmerili v obravnavanjih, kjer smo pred vznikom uporabili pripravek 'Dual Gold' (1 l/ha), po vzniku pa 'Basagran' (2 l/ha) ali 'Harmony' (8 g/ha). Podoben pridelek, 4,7 t/ha zrnja, pa smo dosegli tudi z uporabo 'Harmony' (8 g/ha) in 'Focus Ultra' (2 l/ha) samo po vzniku.

¹ dr., Hacquetova ulica 17, SI-1000 Ljubljana, e-pošta: ales.kolmanic@kis.si

² dr., prav tam

Ključne besede: soja, pleveli, zatiranje, herbicidi, fitotoksičnost

ABSTRACT

EFFECT OF HERBICIDE COMBINATIONS ON WEED CONTROL EFFICACY, YIELD AND AGRONOMIC TRAITS OF SOYBEAN (*Glycine max* [L.] MERR.)

Biological efficacy of pre- and post-emergence herbicides and their combinations for weed control was evaluated in field trial at Jablje (central Slovenia) in 2016. Trial design was completely randomized block with ten treatments in four replications. Application of herbicides was performed with knapsack sprayer powered by the compressed air with spray volume set to 300 l/ha. Herbicide efficacy was evaluated 4 and 8 weeks after treatment. Herbicide effect on agronomic traits and yields of soybean was determined by comparison of selected morphological descriptors with non-sprayed control plots and by comparison with (in study postulated) standard herbicide treatment (active ingredients (a.i.) S-metalachlor + bentazone). High (>95%) overall efficacy in natural weed infestation conditions was observed for most of the tested herbicide combinations. Exceptions were the combinations of the products 'Stomp Aqua' (a.i. pendimethalin) and 'Dual Gold' (a.i. S-metalachlor), overall efficacy of 87%; and combination of 'Harmony 75 WG' (a.i. thifensulfuron-methyl) and 'Focus-Ultra' (a.i. cycloxdim), with overall efficacy of 92%. In all of the tested combinations with the product 'Plateen WG 41.5' (a.i. flufenacet and metribuzin) high phytotoxicity to soybean after the emergence was observed, followed by >90% destruction of the crop. High phytotoxicity and partial destruction of the plants was also observed in treatments with a.i. pendimethalin. Plant damage was caused by specific growing conditions with cold weather and intense rainfall events after the herbicide application and during soybean emergence. This led to increased surface leaching of herbicides, their concentration in the upper soil layer and increased uptake by young plant roots. Herbicide effects on the morphological characteristics (plant height, maturing etc.) and soybean yields were also determined. Significantly higher dry grain yields of 5 and 4.9 t/ha were observed in treatments with pre-emergence product 'Dual Gold' (1 l/ha) and post-emergence 'Basagran' (2 l/ha a.s. bentazone) or 'Harmony' (8 g/ha). Similarly, dry grain yield of 4.7 t/ha was observed with solely post-emergence application of 'Harmony' (8 g/ha) and 'Focus Ultra' (2 l/ha).

Keywords: soybeans, weed control, efficacy, herbicides, phytotoxicity

1 UVOD

Soja (*Glycine max* [L.] Merr.) je ena izmed svetovno najbolj razširjenih poljščin, katere pridelava tudi v Sloveniji v zadnjih dveh letih hitro narašča. Uvrščamo jo med zrnate stročnice in njena vključitev v naš kolobar je pozitivna z mnogih okoljskih in ekonomskih vidikov (Kolmanič in Bavec, 2016). Spada med okopavine s slabo tekmovalno sposobnostjo do plevelov v zgodnjih razvojnih fazah, zato je obvladovanje plevelov eden izmed najpomembnejših tehnoloških ukrepov za uspešno pridelavo soje. Zatiranje plevelov v intenzivni pridelavi soje večinoma temelji na

kemičnih ukrepov varstva rastlin, saj se soja pri nas večinoma prideluje na medvrstni razdalji 25 cm. Zaradi tega je možnost uporabe mehanskih ukrepov zatiranja plevelov omejena le na česanje in je zato toliko bolj pomembno učinkovito zatiranje plevela že v prejšnji kulturi in izvajanje preventivnih ukrepov zatiranja plevela, kot je npr. slepa setev. Pri pridelavi soje se pri nas srečujemo s težavami zaradi precej omejenega izbora kemičnih sredstev za zatiranje plevelov in pomanjkanja praktičnih izkušenj tehnologije varstva pred pleveli. Zaradi tega obstaja precejšnje tveganje za izgubo pridelka in bogatenja semenske banke v tleh, kar povečuje potrebo po ustrezni in učinkoviti rabi herbicidov, ki so na voljo našim pridelovalcem. Zaradi počasnega začetnega razvoja pleveli tekmujejo s sojo za vire (svetlobo, vlago, hranila in prostor) in lahko, glede na navedbe v literaturi, zmanjšajo pridelke le-te med 20 in 80 %. V letu 2016 je bilo pri nas registriranih osem aktivnih snovi, od tega štiri namenjene aplikaciji pred vznikom za zatiranje ozko in širokolistnih plevelov ter štiri aplikaciji po vzniku (dva pripravka za zatiranje ozkolistnih in dva pripravka za zatiranje širokolistnih). V letu 2017 je izredno dovoljenje za uporabo v soji pridobil tudi pripravek 'Pulsar', ki vsebuje a.s. imazamoks in je namenjen zatiranju širokolistnih plevelov po vzniku. Kljub temu pa z dovoljenimi a.s. zelo težko učinkovito obvladujemo vse plevelne vrste, ki se lahko pojavijo v soji. Učinkovitosti aktivnih snovi, ki so pri nas dovoljene v posevkih soje, so preizkušali že v preteklosti (Matko s sod., 2009; Šenk 2011; Vajs s sod., 2015) in tako nekaj izkušenj s tega področja že imamo. Nekoliko manj pa so bile preučevane poškodbe posevkov soje zaradi fitotoksičnosti, povzročene pri uporabi herbicidov v letih z neugodnimi vremenskimi razmerami, ki sledijo uporabi le-teh. Tako lahko v določenih okoliščinah tudi posamezni registrirani herbicidi povzročijo znatne poškodbe (fitotoksičnost) na rastlinah soje. Te so lahko vidne kot kloroze in nekroze listov, spremembe v barvi, spremembe v tkivu, poškodbe korenin ali ravnega vršička itd. V skrajnih primerih lahko prizadete rastline soje tudi propadejo. Poškodbe so pogostejše, ko okoljske razmere zmanjšajo sposobnost rastlin, da si opomorejo od herbicidnega stresa ali ko prihaja do povečanega izpiranja določenih aktivnih snovi zunaj njihove cone delovanja ali/in nanos na neciljne dele rastlin. Z uporabo herbicidov tako lahko neposredno (pojav fitotoksičnosti) ali posredno (dosežena učinkovitost) močno vplivamo na pridelek in agronomске parametre soje.

Namen poskusa je bil ugotoviti učinkovitost različnih herbicidnih kombinacij v soji na naravno plevelno floro v poskusu, njihovo fitotoksičnost ter vpliv na pridelek in nekatere pomembnejše agronomске lastnosti soje.

2 MATERIAL IN METODE DELA

Poskus je bil zasnovan v letu 2016 v Jabljah (osrednja Slovenija). Na poskusnem polju so težja ilovnato-meljasta tla, kjer v zgornjem horizontu prevladuje ilovica. Zasnova poskusa je bila v obliki naključnih blokov s štirimi ponovitvami obravnavanj. Preučevali smo devet različnih obravnavanj s kontrolo, ki so prikazane v preglednici 1. Velikost posamezne poskusne parcelice je bila 15 m² (2,5 × 6 m), vrednotili pa smo samo notranjih šest vrst. V poskusu smo uporabili sojo ES Mentor, ki je srednje zgodnja

sorta (00). Setev smo izvedli 27. maja z žitno sejalnico za setev poskusov na medvrstno razdaljo 25 cm, posevek pa je vzniknil med 5. in 6. junijem 2017. Vremenske razmere v času nanosa herbicidov in ocenjevanja so prikazane v preglednici 1. Pridobili smo jih z vremensko postajo v neposredni bližini poskusnega polja. Prikazane vrednosti so dnevna povprečja 46 meritev.

Preglednica 1: Vremenske razmere v maju, juniju in juliju 2016.

Dan	Temperatura-2 m (°C)			Padavine >0.2 mm (mm)		
	maj	junij	julij	maj	junij	julij
1	9,3	13,9	22,6	0	8	0
2	11,7	16,4 ^d	23,6	0,2	0 ^b	0
3	14,2	17,7	17,1	0	0	28,8
4	12,8	18,6	19,3	1,4	0	0
5	13,4	17,8 ^c	21	0,8	2,8 ^c	0
6	14,2	17,7 ^c	21,4	0	0,2 ^c	0
7	13,8	18,2	20,5	0	6,8	0
8	12,4	18,2	21,6	10,8	17,4	0
9	14	15,9	23	0,2	5,8	0
10	13,1	16,3	24,3	0,4	11,4	0
11	13	16,8 ^c	25	4,2	7,6	0
12	13,8	17 ^c	23,9	26	16,6 ^c	1
13	12,6	17,6 ^c	21,7	10,6	0,6 ^c	20,4
14	12,9	17 ^c	17,6	30,2	6,6 ^c	9
15	10	17,1	15,2	17,8	51,8	0,2
16	10,2	19,9	14,7	5,6	0,2	0,2
17	10,6	20,3	18,4	0	4,6	0
18	12,5	18,7	21	0	0	4,2
19	10,9	15,3	21,4	15	0,2	0
20	14,3	16,7	22,8	0,2	8,6	0
21	15,9	19,4	23,4	0	0	0
22	18,1	21,8	23,8	0	0	0
23	15,8	23,4	23,8	6,6	0	0
24	13	25,4	23,9	1,6	0	0
25	17,1	23,7	23,7	0	1,2	0
26	18,1	20,1	21,6 ^e	7	6,2	7,2 ^e
27	19,7 ^a	18,4	21,6	0 ^a	17,4	3,2
28	20,6	18,8 ^d	19,8	0	0 ^d	5,6
29	18,8	21,2	21,9	5,6	0	0
30	16,3	22,6	23,7	13,6	0,2	0
31	15,4		24,1			

^a setev poskusov, ^b prva aplikacija herbicidov, ^c vznik poskusov, ^d prve opažene poškodbe (fitotoksičnost) rastlin, ^e druga ocena učinkovitosti/druga aplikacija herbicidov, ^e druga ocena učinkovitosti herbicidov

Herbicide smo aplicirali v dveh rokih (preglednica 2). Prvič po setvi soje in pred vznikom posevka ter plevelov (2. junija) in drugič, ko so posevki razvijali prvi do drugi trojni list–BBCH 13-14 (28. junija). Za nanos smo uporabili nahrbtno škropilnico na stisnjen zrak s porabo škropilne brozge 300 l/ha. Po prvi aplikaciji so sledile obilnejše padavine v daljšem časovnem obdobju (preglednica 1). Med rastno dobo smo izvedli dve ocenjevanji (28. junija in 26. julija), kjer smo na podlagi neškropiljene kontrole ocenili biotično učinkovitost herbicidnih kombinacij na naravno plevelno vegetacijo. Sestavo le-te smo popisali na kontrolnih parcelicah, v vsakem bloku posebej. Na vseh

kontrolnih parcelicah smo naključno izbrali dve ocenjevalni mesti (vsaka po 1 m²) ter na njih določili in prešteli plevelne vrste. Na škropljenih parcelicah smo nato prav tajko izbrali dve naključni mesti v sredini parcelice (vsaka 1 m²) ter primerjali vrste in število plevelov s kontrolnimi parcelicami. Tako smo vizualno ocenili učinkovitost na posamezno plevelno vrsto v odstotkih. Učinek herbicidov na agronomske lastnosti in pridelek soje smo določili s primerjanjem izbranih morfoloških deskriptorjev v obravnavanih s kontrolnimi (neškropljenimi) posevki in s primerjavo z (v poskusu predpostavljenim) herbicidnim standardom (a.s. S-metolaklor + bentazon). Med rastno dobo smo spremljali razvoj soje kot npr. višina rastlin in drugih parametrov. Razvojne faze smo spremljali po metodologiji Ritchies in sod. (1985). V tehnološki zrelosti smo sojo poželi s parcelnim kombajnom za poskuse. Sveže pridelke zrnja smo nato stehali, izmerili vlago in posušili na 9 % vlažnost.

Preglednica 2: Seznam preučevanih herbicidnih pripravkov, njihovi odmerki, termini aplikacije in aktivne snovi.

št. obr.	Pripravek:	Odmerek ha	Termin aplikacije	Aktivna snov
1.	Kontrola			
2.	Stomp Aqua	3 l	A	pendimetalin 455 g/l
	Dual Gold 960 EC	1 l	A	S-metolaklor 960 g/l
3.	Dual Gold 960 EC	1 l	A	S-metolaklor 960 g/l
	Basagran 480	2 l	B	bentazon 480 g/l
4.	Dual Gold 960 EC	1 l	A	S-metolaklor 960 g/l
	Harmony 75 WG	8 g	B	tifensulfuron-metil 750 g/l
5.	Harmony 75 WG	8 g	B	tifensulfuron-metil 750 g/l
	Focus Ultra	2 l	B	cikloksidim 100 g/l
6.	Stomp Aqua	3 l	A	pendimetalin 455 g/l
	Frontier X2	1 l	A	dimetenamid-P 720 g/l
	Basagran 480	2 l	B	bentazon 480 g/l
7.	Plateen WG 41,5	2,5 kg	A	flufenacet 240 g/kg + metribuzin 175 g/kg
	Basagran 480	2 l	B	bentazon 480 g/l
8.	Plateen WG 41,5	2,5 kg	A	flufenacet 240 g/kg + metribuzin 175 g/kg
	Frontier X2	1 l	A	dimetenamid-P 720 g/l
	Harmony 75 WG	8 g	B	tifensulfuron-metil 750 g/l
9.	Plateen WG 41,5	2,5 kg	A	flufenacet 240 g/kg + metribuzin 175 g/kg
	Centium 36 CS	0,25 l	A	klomazon 360 g/l
	Harmony 75 WG	8 g	B	tifensulfuron-metil 750 g/l
10.	Stomp Aqua	3 l	A	pendimetalin 455 g/l
	Frontier X2	1 l	A	dimetenamid-P 720 g/l
	Pulsar 40 SL	0,7 l	B	imazamox 40 g/l
	Basagran	2 l	B	bentazon 480 g/l

A – pred vznikom soje in plevelov: BBCH 01 (2.6.2016)

B – po vzniku soje in plevelov, ob pojavu prvega/drugega trojnega lista: BBCH 12-13 (28.6.2016)

Podatke smo statistično obdelali s programom Statgraphics Centurion XVI. Kjer je bilo potrebno, smo učinkovitosti pred analizo transformirali s pomočjo arkus-sinus-kvadratni koren transformacije, da smo zagotovili normalnost porazdelitve in homogenost variance. Analizo variance smo naredili z večfaktorsko analizo variance

($\alpha=0,05$). Če je analiza pokazala statistično značilne razlike ($p \leq 0,05$), smo razlike med obravnavami ovrednotili s pomočjo Tukey-evega HSD testa za primerjavo mnogoterih obravnavanj.

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

3.1. Plevelna vegetacija

Rezultati popisa in pokrovnosti naravne plevelne vegetacije na kontrolnih (neškropljenih) parcelicah so prikazani v preglednici 3 za dva termina ocenjevanja. Prevladovali so enoletni ozkolistni in širokolistni pleveli. Pri prvem ocenjevanju je bil številčno najpogostejši zeleni muhvič, prav tako je imel tudi najvišjo pokrovnost. Skupna pokrovnost plevelov je bila pri prvem ocenjevanju 45 %, pri drugem ocenjevanju pa so se razmerja med pleveli nekoliko spremenila, saj je prišlo do medvrstne tekmovalnosti med pleveli. Številčno je še zmeraj bilo največ rastlin zelenega muhviča, najvišjo pokrovnost pa smo ugotovili pri navadni kostrebi. Mrtve koprive in navadnega tolščaka v drugem ocenjevanju nismo več zaznali, se je pa razvilo nekaj rastlin golega prosa.

Preglednica 3: Plevelna flora na kontrolnih (neškropljenih) parcelicah glede na termin ocenjevanja.

Plevelna vrsta	BAYER koda - akronim	ocena**		ocena**	
		št. m ²	pokrovnost %	št. m ²	pokrov-nost %
Bela metlika (<i>Chenopodium album</i> L.)	CHEAL	6,0	3	10,1	< 1
Mnogosemna metlika (<i>Chenopodium polyspermum</i> L.)	CHEPO	56,7	6	11,3	8,7
Prava kamilica (<i>Matricaria chamomilla</i> L.)	MATCH	29,0	7	8,2	1,2
Navadna zvezdica (<i>Stellaria media</i> L.) VILL./CRY.	STEME	28,0	2	6,8	1,8
Drobno cvetni rogovilček (<i>Galinsoga parviflora</i> CAV.)	GASPA	2,7	0,5	4,5	7
Navadni plešec (<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) MEDIK.)	CAPBP	3,3	0,5	1,8	0,9
Šrhkodlakavi ščir (<i>Amaranthus retroflexus</i> L.)	AMARE	5,3	0,6	5,8	5,6
Navadni slakovec (<i>Polygonum convolvulus</i> L.)	POLCO	2,7	0,8	1,3	2,1
Zeleni muhvič (<i>Setaria viridis</i> (L.) P.BEAUV	SETVI	114,8	12	19,3	6,7
Breskova dresen (<i>Polygonum persicaria</i> L.)	POLPE	4,7	1,5	3,0	3
Navadna kostreba (<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P.BEAUV.)	ECHCG	15,7	3	13,3	19,2
Krvavordeča srakonja (<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) SCOP.)	DIGSA	10,2	3	7,2	10
Škrlatnordeča mrtva kopriva (<i>Lamium purpureum</i> L.)	LAMPU	9,6	1	/	/
Pleveli iz rodu <i>Brassica</i> sp.	BRSG	10,2	0,5	8,9	4
Navadni tolščak (<i>Portulaca oleracea</i> L.)	POROL	5,6	3	/	/
Golo proso (<i>Panicum dichotomiflorum</i> (L.) MICHX.)	PANDI	/	/	3,7	4

Ostalo*: njivski slak (*Convolvulus arvensis* L.), njivska vijolica (*Viola arvensis* MURR.), ozkolistni trpotec (*Plantago lanceolata* L.), veliki trpotec (*Plantago major* L.), poljski mak (*Papaver rhoeas* L.), travni pleveli (*Poa* sp.), jetičniki (*Veronica* sp.)

* pleveli, ki jih nismo našli na kontrolnih (neškropljenih) parcelicah, a smo jih opazili na nekaterih škropljenih obravnavanjih. Njihovo povprečno število ni presehalo en plevel na parcelico.

** vrednosti so povprečja štirih ponovitev

Travni pleveli (muhvič in kostreba) so prevladali nad nekaterimi širokolistnimi pleveli (prava kamilica, nav. plešec, bela metlika). Skupna pokrovnost plevelov v drugem ocenjevanju je bila 79 %, pokrovnost soje pa 75 %.

3.2. Ocene učinkovitosti

Vremenske razmere v zgodnjih razvojnih fazah so bile manj ugodne za razvoj soje na težjih tleh. Pogoste in obilne padavine so večkrat povzročile zasičenost tal z vodo, tudi kratkotrajno zastajanje površinske vode. Prvo ocenjevanje smo izvedli štiri tedne po aplikaciji herbicidov s talnim delovanjem.

Preglednica 4: Učinkovitosti preučevanih herbicidov za zatiranje plevelov na poskusnem polju (%; n=4) pri prvem ocenjevanju (28.6.2016)

Obrav.:	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	
Plevelna vrsta:	Kontrola (št. na m ²)	Stomp Aqua Dual Gold 960 EC	Dual Gold 960 EC	Dual Gold 960 EC		Stomp Aqua Frontier X2	Plateen WG 41,5	Plateen WG 41,5 Frontier X2	Plateen WG 41,5 Centium 36 CS	Stomp Aqua Frontier X2	značilnost:
CHEAL	6	99,0 ^a	89,7 ^b	87,5 ^b		99,0 ^a	99,0 ^a	99,5 ^a	99,5 ^a	99,0 ^a	***
CHEPO	56,7	99,0 ^a	84,0 ^b	82,7 ^b		99,0 ^a	99,2 ^a	99,5 ^a	99,5 ^a	99,0 ^a	***
MATCH	29	12,9 ^c	0,0 ^c	1,2 ^c		25,0 ^b	85,2 ^a	87,5 ^a	87,4 ^a	32,5 ^b	***
STEME	28	99,0 ^{ab}	94,7 ^{bc}	91,7 ^c		99,0 ^{ab}	99,2 ^a	99,5 ^a	99,5 ^a	99,0 ^{ab}	***
GASPA	2,7	99	98,6	99		99	99,2	99,5	99,5	99	ns
CAPBP	3,3	99,0 ^{ab}	97,0 ^{ab}	94,5 ^b		99,0 ^{ab}	99,2 ^{ab}	99,5 ^a	99,5 ^a	99,0 ^{ab}	*
AMARE	5,3	99,0 ^{ab}	93,0 ^{bc}	92,5 ^c		99,0 ^{ab}	99,2 ^a	99,5 ^a	99,5 ^a	99,0 ^{ab}	***
POLCO	2,7	93,0 ^a	20,5 ^b	19,5 ^b		88,2 ^a	86,2 ^a	87,5 ^a	84,2 ^a	88,7 ^a	***
SETVI	114,8	97,2 ^{bc}	94,6 ^c	96,7 ^c		98,0 ^{abc}	99,2 ^{ab}	99,5 ^a	99,5 ^a	97,5 ^{bc}	***
POLPE	4,7	99,0 ^a	64,2 ^b	75,7 ^b		99,0 ^a	99,2 ^a	99,5 ^a	99,5 ^a	99,0 ^a	***
ECHCG	15,7	99,0 ^{ab}	98,0 ^b	98,5 ^{ab}		99,0 ^{ab}	99,3 ^{ab}	99,5 ^a	99,5 ^a	98,5 ^{ab}	**
DIGSA	10,2	99,0 ^{ab}	97,0 ^b	97,2 ^{ab}		99,0 ^{ab}	99,2 ^{ab}	99,5 ^a	99,5 ^a	99,0 ^{ab}	**
LAMPU	9,6	99	99	99		99	99,2	99,5	99,5	99	ns
BRSG	10,2	79,6 ^c	85,1 ^{ab}	85,7 ^{ab}		84,3 ^{abc}	84,3 ^{abc}	88,6 ^a	85,7 ^{ab}	81,2 ^{bc}	***
POROL	5,6	97	99	97		99	99	99,7	99,2	97,7	ns
Skupna učinkovitost:		95,5 ^b	90,5 ^c	88,7 ^c		97,2 ^{ab}	98,2 ^{ab}	98,7 ^{ab}	99,0 ^a	96,2 ^b	***

stopnja značilnosti: ***, $P \leq 0.001$; **, $P \leq 0.01$; *, $P \leq 0.05$; ns, ni statistično značilno.

povprečja označena z enako majhno črko se med seboj ne razlikujejo statistično značilno glede na rezultate Tukey HSD testa

Delovanje pripravkov, uporabljenih pred vznikom, je bilo razmeroma dobro, večina herbicidov je dosegla zelo visoke učinkovitosti >90 % (preglednica 4). Nekoliko slabšo, vendar še vedno zadovoljivo učinkovitost, smo ugotovili pri uporabi a.s. 'S-metolaklor' (89 in 90 % učinkovitosti). Večje razlike med a.s. smo opazili pri delovanju na posamezne plevelne vrste. Npr., 'S-metolaklor' in 'pendimetalin' sta dosegla nižjo učinkovitost na pravo kamilico (0-32 %).

Tudi ostale preučevane a.s. so pokazale na kamilico nekoliko slabše delovanje (85-87 %). 'S-metolaklor' je slabo zatrl tudi navadnega slakovca (20 %), v primerjavi s precej boljším delovanjem ostalih herbicidov (84-89 %). Nekoliko nižje učinkovitosti (80-89 %) na samonikle križnice pa smo opazili pri vseh uporabljenih pripravkih.

Preglednica 5: Stopnja učinkovitosti preučevanih herbicidov za zatiranje plevelov na poskusnem polju (% , n=4) pri drugem ocenjevanju (26.7.2016).

Obrav.:	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	
Plevelna vrsta:	Kontrola (št. na m ²)	Stomp Aqua Dual Gold 960 EC	Dual Gold 960 EC Basaگران 480	Dual Gold 960 EC Harmony 75 WG	Harmony 75 WG Focus Ultra	Stomp Aqua Frontier X2 Basaگران 480	Plateen WG 41,5 Basaگران 480	Plateen WG 41,5 Frontier X2 Harmony 75 WG	Plateen WG 41,5 Centium 36 CS Harmony 75 WG	Stomp Aqua Frontier X2 Pulsar 40 SL Basaگران 480	znač.:
CHEAL	10,1	99	99	96,2	97,5	99	99	99	99	99	ns
CHEPO	11,3	98,7 ^a	99,0 ^a	93,7 ^a _b	87,5 ^b	97,0 ^a	97,2 ^a	98,0 ^a	98,7 ^a	97,7 ^a	***
MATCH	8,2	37,5 ^b	99,0 ^a	97,7 ^a	91,5 ^a	98,7 ^a	99 ^a	99 ^a	99,0 ^a	98,2 ^a	***
STEME	6,8	99	99	97	97,7	97,7	99	99	99	99	ns
GASPA	4,5	97,5	99	94,5	98	99	97,7	99	99	99	ns
CAPBP	1,8	62,0 ^a	99,0 ^a	99,0 ^a	91,5 ^b	99,0 ^a	99,0 ^a	99,0 ^a	99,0 ^a	99,0 ^a	***
AMARE	5,8	99	98,7	99	99	99	99	99	99	99	ns
POLCO	1,3	61,2 ^c	97,5 ^a	95,0 ^a _b	87,0 ^{ab}	93,2 ^{ab}	81,7 ^b	82,5 ^b	84,7 ^{ab}	92,5 ^{ab}	***
SETVI	19,3	98,7	97	96,5	98,5	99	99	99	99	97,5	*
POLPE	3	96,2	98,2	99	99	99	99	99	99	99	ns
ECHCG	13,3	97,5	99	99	97,5	99	98,2	99	99	99	ns
DIGSA	7,2	99	99	99	99	99	99	99	99	99	ns
PANDI	3,7	53,7 ^a	94,7 ^a	95,0 ^a	98,7 ^a	56,5 ^c	99,0 ^a	98,7 ^a	98,0 ^a	79,0 ^b	***
BRSG	8,9	52,5 ^b	98,2 ^a	98,5 ^a	98,7 ^a	97,5 ^a	98,7 ^a	98,7 ^a	96,5 ^a	96,7 ^a	***
Skupna učinkovitost:		86,4 ^a	98,7 ^a	96,0 ^a _b	92,2 ^{bc}	97,2 ^a	98,3 ^a	96,7 ^a	98,5 ^a	97,7 ^a	***

stopnja značilnosti: *** , $P \leq 0.001$; ** , $P \leq 0.01$; * , $P \leq 0.05$; ns, ni statistično značilno.

poprečja označena z enako majhno črko se med seboj ne razlikujejo statistično značilno glede na rezultate Tukey HSD testa

Drugo ocenjevanje učinkovitosti smo izvedli 28 dni po drugi aplikaciji herbicidov. Rezultati so prikazani v preglednici 5. Pri večini preizkušenih kombinacijah smo ugotovili visoke (>95 %) skupne učinkovitosti na naravno plevelno floro. Kombinacija 'Harmony 75 WG' (a.s. tifensulfuron-metil) in 'Focus Ultra' (a.s. cikloksidim), aplicirana po vzniku soje in plevelov, je imela skupno učinkovitost 92 %. Najnižjo učinkovitost smo opazili pri kombinaciji pripravkov 'Stomp Aqua' (a.s. pendimetalin) in 'Dual Gold' (a.s. S-metolaklor). Skupna učinkovitost je bila še vedno zadovoljivih 87 %, a že nakazuje na ponovni razvoj nekaterih plevelnih vrst, kot npr. prava kamilica, plešec, golo proso in različne samonikle križnice. Pri tem je potrebno omeniti tudi spremenjeno interakcijo med gojeno rastlino in pleveli pri navedenem

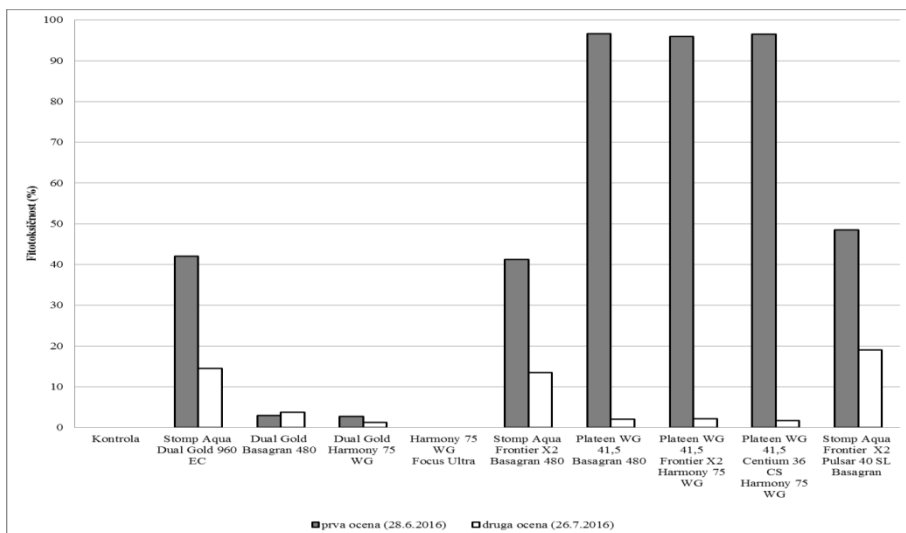
obrnnavanju. Zaradi pojava fitotoksičnosti pri uporabi a.s. 'pendimetalin' so rastline soje zaostajale v razvoju in je bila pokrovnost posevka precej nižja v primerjavi z obravnavanji brez vidnih poškodb. Soja je bila manj konkurenčna, zato so bili pleveli bistveno bolj razviti kot pri drugih obravnavanjih. Podobno smo opazili tudi pri uporabi a.s. 'flufenacet' in 'metribuzin', kjer je zaradi fitotoksičnosti prav tako večina rastlin soje propadla in omogočila neoviran razvoj plevelov.

Rezultati delovanja uporabljenih pripravkov za zatiranje plevela so deloma pričakovani, glede na izkušnje iz podobnih poskusov (Matko in sod., 2009; Šenk 2011, Vajs in sod., 2015), smo pa v našem poskusu zabeležili nekoliko višje učinkovitosti v primerjavi z že objavljenimi izsledki. To pripisujemo vremenskim razmeram z dovolj vlage, ki je sledilo aplikaciji, saj smo dosegli dobro razporeditev a.s. v zgornjem sloju tal. Vendar pa je kombinacija padavin in hladnega vremena hkrati upočasnila zgodnji razvoj soje ter povečala izpiranje a.s. na kaleče rastline soje, ki so zelo občutljive in povzročila pri nekaterih pripravkih močno fitotoksičnost.

3.3. Fitotoksičnosti in razvoj rastlin

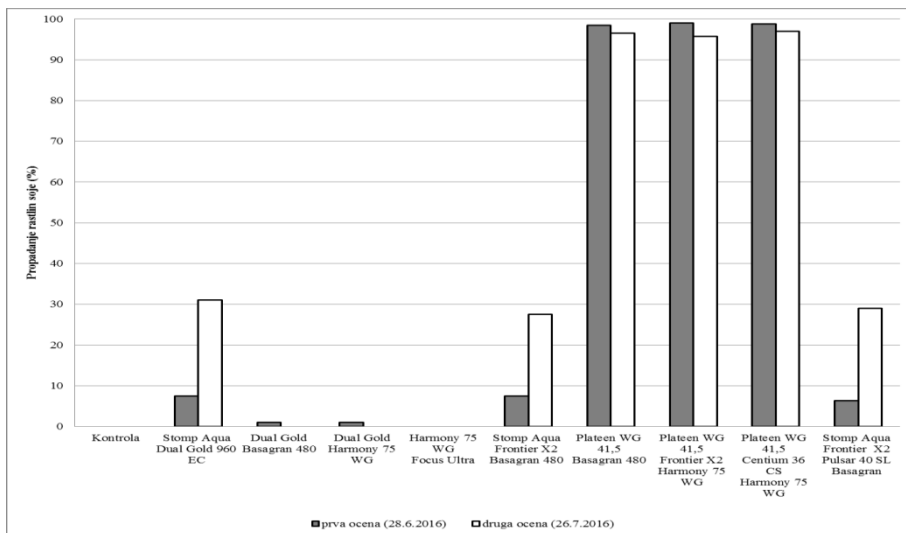
Ocene fitotoksičnosti so prikazane v preglednici 6. Pri vseh herbicidnih kombinacijah s pripravkom 'Plateen WG 41,5' smo opazili močno fitotoksičnost (kloroze in nekroze listov) po vzniku, čemur je sledilo nad 90 % propadanje soje. Močno fitotoksičnost (deloma kot kloroze in nekroze ob robovih listov ter poškodbe koreninskega sistema) in delno propadanje rastlin smo opazili tudi pri herbicidnih kombinacijah s pripravkom 'STOMP AQUA'. Fitotoksičnost smo pri obeh pripravkih opazili nekje 5-8 dni po vzniku in jih pripisujemo specifičnim rastnim razmeram s hladnejšim vremenom prek noči in obilnimi padavinami po aplikaciji herbicidov ter v času vznika posevka, kar je povzročilo pri mladih rastlinah soje precejšen stres. Prekomerne padavine so povzročile površinsko izpiranje a.s. v zgornje plasti tal in prišlo je do povišanega sprejema a.s. skozi mlade korenine, pri pripravku 'Plateen WG 41,5' pa v manjšem meri pa tudi prek rastnega vršička in kličnih listov.

Pri pripravku 'Plateen WG 41,5' je po prvih opaženih znamenjih fitotoksičnosti sledilo hitro propadanje rastlin. Približno v 10-14 dneh po opaženi fitotoksičnosti je večina rastlin soje propadla (95-97 % rastlin). Tako so bile pri prvi oceni učinkovitosti obravnavane parcelice skoraj gole. Preživele rastline pri drugem ocenjevanju niso več kazale znamenj fitotoksičnosti, a so močno zaostajale z razvojem. Opažena znamenja so značilna za način delovanja a.s. metribuzin. A.s. metribuzin spada v skupino triazinov in deluje na način inhibiranja fotosinteze z oviranjem prenosa elektronov. Aplikira se pred vznikom plevelov in posevka. Primarno mesto absorpcije so korenine, lahko pa vstopa tudi prek listov (Trebst in Wietoska 1975). O njegovi fitotoksičnosti na sojo in druge rastlinske vrste so poročali tudi drugi raziskovalci (Street in sod., 1987; Shaw in sod., 1986; Marriage in sod., 1978). Med drugim so ugotovili razlike med genotipi glede fitotoksičnosti, ki izvirajo iz mehanizmov encimatske razgradnje (Oswald in sod., 1978).



Slika 1: Ocene fitotoksičnosti (kloroze in nekroze listov) pri različnih pripravkih in času ocenjevanja (% , n=4).

186



Slika 2: Ocena propada rastlin soje glede na pripravek in čas ocenjevanja (% , n=4).

Pri pripravku 'STOMP AQUA' so po prvih opaženih znamenjih fitotoksičnosti rastline bistveno zaostale za nepoškodovanimi rastlinami in dajale videz zakrnelosti. Med prvim in drugim ocenjevanjem je bil njihov razvoj upočasnen, vendar so razvojno

fazo cvetenja začele istočasno kot nepoškodovane rastline v drugih obravnavanjih. Opaženo je v skladu z načinom delovanja a.s. pendimetalin, selektivne a.s. iz skupine dinitroanilinov. Zaradi svoje selektivnosti in načina delovanja je eden izmed najbolj razširjenih herbicidov predvsem za zatiranje plevelov pred vznikom v koruzi, krompirju, bombažu, rižu, soji, tobaku in drugih poljščinah (Smith in sod., 1995), poročila o njegovi fitotoksičnosti pa so redka (Glover in Schapaugh, 2002; El-Nady in Belal 2013). Deluje na način inhibiranja mikrotubul (Tresch, 2005), kar ovira delitev celic, predvsem v meristemskih tkivih, kot so rastni vršiček stebel in korenin. Zunanji znaki poškodovanih rastlin so zakrnelost in upočasnjen razvoj.

Preglednica 6: Povprečna višina rastlin soje, pridelek suhega zrnja in stopnja vlage ob spravilu (n=4).

št.		Višina rastlin (cm)	Pridelek suhega zrnja (kg/ha)	Vlaga ob spravilu (%)
1.	Kontrola	89,4 ^a	2969,3 ^b	20,6 ^a
2.	Stomp Aqua Dual Gold 960 EC	55,9 ^b	2825,1 ^b	21,8 ^a
3.	Dual Gold Basagran 480	91,1 ^a	5012,4 ^a	19,8 ^a
4.	Dual Gold Harmony 75 WG	89,7 ^a	4893,3 ^a	19,9 ^a
5.	Harmony 75 WG Focus Ultra	87,1 ^a	4752,4 ^a	21,5 ^a
6.	Stomp Aqua Frontier X2 Basagran 480	58,8 ^b	3215,5 ^b	21,9 ^a
7.	Plateen WG 41,5 Basagran 480	63,6 ^b	1992,8 ^c	25,4 ^b
8.	Plateen WG 41,5 Frontier X2 Harmony 75 WG	56,2 ^b	1976,0 ^c	26,1 ^b
9.	Plateen WG 41,5 Centium 36 CS Harmony 75 WG	56,4 ^b	1755,6 ^c	25,8 ^b
10.	Stomp Aqua Frontier X2 Pulsar 40 SL Basagran	61,1 ^b	2858,2 ^b	20,9 ^a
<i>značilnost:</i>		***	***	***

*stopnja značilnosti: ***, $P \leq 0.001$; *, $P \leq 0.05$*

povprečja označena z enako majhno črko se med seboj ne razlikujejo statistično značilno glede na rezultate Tukey HSD testa

Nasprotno pri pripravku 'Dual Gold 960 EC' nismo ugotovili znamenj fitotoksičnosti. Tudi zgodnji razvoj posevkov v teh obravnavanjih je bil primerljiv s kontrolo, a smo opazili odstotek propadlih rastlin, kar pa ne pripisujemo delovanju a.s. S-metolaklor. Pri herbicidih apliciranih po vzniku prav tako nismo opazili znamenj fitotoksičnosti na rastline. Vpliv herbicidnih kombinacij oz. vpliv učinkovitosti in fitotoksičnosti na

agronomske lastnosti soje je prikazan v preglednici 7. Pričakovano smo zaradi velike fitotoksičnosti opazili večje razlike med obravnavanji. Različne a.s. so imele značilne vplive tako na morfološke lastnosti (višina rastlin, dozorevanje) kakor tudi na pridelek zrnja. V povprečju je bila velikost nepoškodovanih rastlin 90 cm, od herbicidov poškodovane rastline pa so bile precej nižje (v povprečju za 30,8 cm) in imele nižje oblikovane prve stroke. Nekoliko nižje prve stroke smo presenetljivo opazili tudi v obravnavanjih s S-metolaklorom. Nasprotno so imele rastline, ki so utrpele fitotoksičnost, precej večje število strokov na rastlino, tudi do 100 strokov več kot na kontroli. Opaženo ne pripisujemo neposredno učinku aktivnih snovi, ampak bolj posrednemu učinku propada rastlin in neizkoriščenemu rastnemu prostoru. V razmerah redke setvene gostote rastline soje pridobijo grmičasto obliko rasti. Vlaga zrnja je bila pri obravnavanjih z opaženo fitotoksičnostjo značilno višja, kar pripisujemo velikemu številu strokov na rastlino in majhni listni površini rastlin. Značilno največje pridelke smo imeli v obravnavanjih, kjer smo pred vznikom uporabili pripravek 'Dual Gold' (1 l/ha) ter po vzniku 'Basagran' (2 l/ha) ali 'Harmony' (8 g/ha) ali kombinacijo 'Harmony' (8 g/ha) in 'Focus Ultra' (2 l/ha) po vzniku. Najnižje pridelke smo imeli v obravnavanjih z a.s. Plateen WG 41,5 (2,5 kg/ha) in Centium 36 CS (0,25 l/ha) pred vznikom ter Harmony 75 WG (8 g/ha) po vzniku, vendar med obravnavanji, ki so vsebovala a.s. metribuzin ni bilo značilnih razlik. Glede na prevladujočo plevelno vegetacijo pri nas, je talne herbicide priporočeno kombinirati z aplikacijo po vzniku z a.s. ki delujejo na širokolistne in ozkolistne plevela ali/ali s specifičnimi graminicidi. Ocenjene učinkovitosti so pokazale, da so bile uporabljene kombinacije v rastnih razmerah leta 2016 zelo učinkovite pri zatiranju plevelov v soji.

4 SKLEPI

Pri večini preizkušenih kombinacijah smo dosegli visoko (>95 %) skupno učinkovitost na prevladujočo plevelno floro. Izjemi sta bili kombinaciji pripravkov 'Stomp Aqua' (a.s. pendimetalin) in 'Dual Gold' (a.s. S-metolaklor); skupna učinkovitost 87 %, in kombinacija pripravkov 'Harmony 75 WG' (a.s. tifensulfuron-metil) in 'Focus Ultra' (a.s. cikloksidim); skupna učinkovitost 92 %. Pri vseh kombinacijah, ki so vsebovale pripravek 'Plateen WG 41,5' (a.s. flufenacet in metribuzin) smo opazili močno fitotoksičnost pri rastlinah po vzniku in nad 90 % uničenje posevkov. Močno fitotoksičnost in delno propadanje rastlin smo opazili tudi pri herbicidnih kombinacijah z a.s. pendimetalin. Opaženo pripisujemo specifičnim rastnim razmeram s hladnim vremenom in obilnimi padavinami po aplikaciji herbicidov in v času vznika posevka, kar je povzročilo pri mladih rastlinah soje precejšen stres. Prišlo je do površinskega izpiranja herbicida in njegove koncentracije v zgornjih plasteh tal ter povečan sprejem le-tega skozi korenine in v manjši meri tudi prek ravnega vršička. Zaradi močne fitotoksičnosti so imele različne a.s. značilne vplive tako na morfološke lastnosti (višina rastlin, dozorevanje), kakor tudi na pridelek in vlago ob spravilu. Značilno najvišje pridelke, približno 5 t/ha suhega zrnja, smo imeli v obravnavanjih, kjer smo pred vznikom uporabili pripravek 'Dual

Gold (1 l/ha) ter po vzniku 'Basagran' (2 l/ha; a.s. bentazon) ali 'Harmony' (8 g/ha) in kombinacijo 'Harmony' (8 g/ha) in 'Focus Ultra' (2 l/ha) po vzniku. Glede na dobljene rezultate velja opozoriti na precejšnje možnost pojavnosti fitotoksičnosti pri a.s. pendimetalin, v primeru obilnih padavin, ki sledijo aplikaciji. A.s. metribuzin, ki je povzročila večji propad soje, pri nas ni registrirana za uporabo v soji.

5 ZAHVALA

Za finančno pomoč pri izvedbi raziskave se zahvaljujemo Javni agenciji za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije (ARRS), ki je raziskavo sofinancirala v okviru CRP-a Soja (V4-1407) ter programski skupini Agrobiodiverziteta (P4-0072) in Trajnostno kmetijstvo (P4-0133). Za nanos herbicidov in pomoč pri ocenjevanju učinkovitosti ter fitotoksičnosti se zahvaljujemo Urošu Kavklerju (OVR-KIS). Za pomoč pri ocenjevanju agronomskih parametrov se zahvaljujemo Neji Marolt, Primožu Žigonu, Alešu Plutu (vsi OVR-KIS) ter Boštjanu Ogorevcu (IC-Jabljce).

6 LITERATURA

- El-Nady M. F., Belal E.B. 2013. Effect of Phytotoxicity of Pendimethalin Residues and its Bioremediation on Growth and Anatomical Characteristics of *Cucumis sativus* and *Echinochloa crus-galli* Plants. *Asian Journal of Crop Science*, 5: 222-237.
- Glover D.G., Schapaugh W.T. 2002. Screening of Soybean for Pendimethalin Herbicide Induced Stem Damage. *Euphytica*, 125, 3: 433-437.
- Kolmanič A., Bavec F. 2016. Suitability of selected grain legumes for production and feed in sub-alpine and pannonian growing conditions in 2015 in Slovenia. V: Đuragič O. (ur.). XVII International Symposium Feed Technology [and] III International Congress Food Technology, Quality and Safety.
- Marriage P.B., Hamill A.S., Stryk F.G. 1978. Response of soybean plants to metribuzin and interaction with atrazine residues. *Journal of Environmental Science and Health, part B. Pesticides, Food Contaminants, and Agricultural Wastes*, 13, 3: 287-297.
- Matko B., Miklavc J., Mešl M., Lešnik M., Vajs, S. 2009. Rezultati preizkušanja herbicidov proti plevelom v soji. V: Maček, J. (ur.). Zbornik predavanj in referatov 9. Slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin: 497 str.
- Oswald T.H., Smith A.E., Phillips D.V. 1978. Phytotoxicity and detoxification of metribuzin in dark-grown suspension cultures of soybean. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 8, 1: 73-83.
- Shaw D.R., Peepers T.F., Westerman R.L. 1986. Persistence of Phytotoxicity of Metribuzin and Its Ethylthio Analog. *Weed Science*, 34, 3: 409-412.
- Street J.E., Wehtje G., Walker R.H., Patterson M.G. 1987. Effects of Adjuvants on Behavior of Metribuzin in Soil and Soybean Injury. *Weed Science*, 35, 3: 422-426.
- Šenk I. 2011. Možnosti za zatiranje plevelov v posevkih soje (*Glycine max* (L.)) s herbicidi dostopnimi na slovenskem tržišču. Diplomsko delo. Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede: 42 str.
- Trebst A., Wietoska H. 1975. Mode of action and structure-activity-relationships of the aminotriazinone herbicide Metribuzin. Inhibition of photosynthetic electron transport in chloroplasts by Metribuzin. *Zeitschrift für Naturforschung. Section C, Biosciences*. 30, 4: 499-504.
- Tresch S., Plath P., Grossmann K. 2005. Herbicidal cyanoacrylates with antimicrotubule mechanism of action. *Pest Management Science*, 61, 11: 1052-1059.
- Vajs S., Lešnik M., Miklavc J., Matko B., Mešl M. 2015. Učinkovitost herbicidov za zatiranje novih invazivnih plevelov v posevkih soje. V: Trdan S. (ur.). Zbornik predavanj in referatov 12. Slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin z mednarodno udeležbo: 399 str.

OCENA ŠKODLJIVOSTI NEKATERIH ŠE NE RAZŠIRJENIH VRST RODU *Cyperus* ZA KMETIJSKO PRIDELAVO SLOVENIJE

Mario LEŠNIK¹, Stanislav VAJS²

Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede, Univerza v Mariboru

IZVLEČEK

Na podlagi pregleda literature in izvajanja herbicidnih poljskih poskusov je bila opravljena ocena škodljivosti nekaterih novih vrst invazivnih plevelov iz rodu *Cyperus*. V delu so obravnavane naslednje vrste: *Cyperus esculentus* L., *C. rotundus* L., *C. iria* L., *C. eragrostis* Lam. in *C. congestus* Vahl. Zelo verjetno se večina preučevanih vrst, glede na lokalne klimatske značilnosti in splošno tehniko pridelovanja kmetijskih rastlin, lahko trajno ohranjajo na ozemlju Slovenije. Kot najbolj škodljivi za kmetijsko pridelavo se kažeta vrsti *C. esculentus* in *C. congestus*. Rezultati herbicidnih poskusov kažejo, da z razpoložljivimi herbicidi ne moremo zagotoviti povsem zanesljivega zatiranja. Preučevane vrste se zelo uspešno razvijajo na zemljiščih v bližini vodnih virov, kar še dodatno zožuje nabor ustreznih herbicidov. Vse je potrebno uvrstiti na listo karantenskih plevelnih vrst za Republiko Slovenijo.

Ključne besede: pleveli, *Cyperus*, zatiranje, herbicidi

ABSTRACT

NOXIOUSNESS EVALUATION OF SOME NOT YET WIDESPREAD SPECIES OF THE GENUS *Cyperus* FOR AGRICULTURAL PRODUCTION IN SLOVENIA

The noxiousness status of some new invasive species from the *Cyperus* genus in Slovene agricultural production was established based on an analysis of literature sources and the performance of herbicide field trials. The following species were studied: *Cyperus esculentus* L., *C. rotundus* L., *C. iria* L., *C. eragrostis* Lam. and *C. congestus* Vahl. It is very likely, depending on the characteristics of local climate and the general techniques of cultivation in agricultural crops, that all studied species have the potential for permanent development on the territory of Slovenia. *C. esculentus* and *C. congestus* were recognised as the species with the highest level of noxious effects in agricultural production systems. Results of field trials for testing herbicide efficacy show that the herbicides available on the Slovenian market cannot guarantee completely reliable chemical control. The studied species can develop very well on land near water sources, which further narrows the choice of suitable herbicides. All studied species need to be put on the list of quarantine noxious weeds in Slovenia.

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

² viš. pred., prav tam

Key words: weed, *Cyperus*, control, herbicides

1 UVOD

V obdobju zadnjih 20 let na ozemlju RS beležimo vse pogostejše pojavljanje novih invazivnih vrst plevelov (Simončič s sod., 2012). Med vrstami, ki se k nam priseljujejo, so tudi ostrice iz rodu *Cyperus*. Na ozemlju RS imamo nekaj domorodnih vrst, ki so lokalno pomembni pleveli na njivah in travinju (npr. *C. flavescens* L. in *C. longus* L.). V svetovnem merilu v tem rodu poznamo številne zelo trdovratne plevelce, ki povzročajo velike izgube pridelkov v vseh kmetijskih panogah (Holm s sod., 1977). Primer takšnih sta vrsti *C. esculentus* L. in *C. rotundus* L. Ostrice imajo velik razmnoževalni potencial in tudi pojavi odpornosti na herbicide so že evidentirani (Tehranchian s sod., 2015). Zaradi možnosti vegetativnega razmnoževanja (npr. z gomoljčki), njihove populacije povečujemo tudi pri obdelavi kmetijskih zemljišč. Podzemne organe z orodji za obdelavo tal raznašamo od njive do njive. K razširjanju prispeva tudi trgovanje s kontaminiranimi rastnimi substrati in uporaba ostric kot okrasnih rastlin v nasadih ob umetnem vodnem okolju. Število herbicidov, ki jih imamo v RS na voljo za zatiranje ostric, je majhno. Primanjkuje nam tudi podatkov o učinkovitosti pri nas najbolj pogosto uporabljenih herbicidov. Omeniti je potrebno, da se ostrice pogosto množično razvijajo na vodovarstvenih območjih, kjer so možnosti za kemično zatiranje še posebej omejene. Herbicidi, ki dobro delujejo na ostrice, pogosto niso ustrezni za vodovarstvena območja. Prav tako so ostrice zelo nevšečne pri ekološki pridelavi, ker večina klasičnih orodij za mehansko zatiranje plevelov ni učinkovitih za zatiranje ostric. Zaradi vsega omenjenega smo v zadnjih 10 letih izvedli več poljskih poskusov, da bi ugotovili učinkovitost pri nas dostopnih herbicidov. Rezultati teh testov so predstavljeni v tem prispevku.

191

2 MATERIALI IN METODE

V obdobju med 2003 in 2016 smo v posevkih koruze, pšenice in soje izvedli poljske poskuse, v katerih smo testirali učinkovitost herbicidov pri običajnih registriranih odmerkih. Nekaj je bilo setev v travinje. Poljski poskusi so bili izvedeni na majhnih parcelicah (25 m²), naključno porazdeljenih v bločnem sistemu. Herbicide smo nanašali z nahrbtno škropilnico za škropljenje poskusov na stisnjen zrak ali na električni pogon. Navadno je pri nanosu herbicida poraba vode znašala 250 l/ha (kapljice velikosti med 180 do 230 µm). Seme preučevanih plevelov smo na parcelice posejali ročno in ga v tla vdělali z grabljami. Oceno učinkovitosti smo naredili z neposrednim vizualnim ocenjevanjem odstotka učinkovitosti glede na velikost plevelnih rastlin in stopnjo poškodovanosti njihovih organov od herbicida (Frans s sod., 1986). V tem prispevku smo združeno sintetizirali podatke iz domačih preizkušanj herbicidov, podatke iz virov literature ter na spletem omrežju dostopne podatke svetovnih farmacevtskih podjetij. Zajemali smo podatke lokalnih izpostav v državah kot so: ZDA, Kanada, Mehika, Brazilija, Argentina, Indija, Južna Afrika, Turčija, Avstralija, Španija, Italija, Nemčija, Anglija, Nizozemska in drugih. S kombiniranjem podatkov iz različnih virov smo naredili ocene povprečne pričakovane učinkovitosti za običajne odmerke aktivnih snovi. Vseh virov literature v prispevku ni možno predstaviti (več kot 100).

Tukaj omenimo le nekaj primerov virov, kot so: Mulligan in Junkins, 1976; Naber in Rotteveel, 1986; Rotteveel in Naber, 1986, 1988; Stoller in Sweet, 1987; Bendixen in Nandihalli, 1987; Pereira s sod., 1987; Gunasekera s sod., 1994; Appleby, 2000; Zandstra in sod., 2004; Dancza s sod., 2004; Brecke s sod., 2005; Bernards s sod., 2006; Webster s sod., 2008; Patton in Welsenberger, 2013; Guyer in Collet, 2013; Keller s sod., 2013, 2014; Bohren in Wirth, 2014.

Odziv lokalnih populacij plevelov je lahko zelo različen. Mi smo v naših poskusih testirali odziv mešanic semen, ki smo jih ustvarili z nabiranjem semen v zgoraj omenjenih državah. Pri vrsti *C. esculentus* je večina testiranih semen (gomoljškov) izviral iz slovenskih populacij. Nekaj semen, po izvoru iz Slovenije, smo imeli tudi pri vrstah *C. eragrostis* in *C. congestus*. Na ozemlju RS nabrane rastline smo gojili v loncih, da smo pridelali seme za setev v poskusih.

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

3.1 Razvoj preučevanih vrst in njihova tekmovalna sposobnosti do nekaterih poljščin

Za testiranje izbranih vrst smo se odločili, ker iz podatkov o pojavu invazivnih rastlin iz literature in iz lastnih opazovanj v naravi v sosednjih državah vidimo, da pri njih poteka intenzivna invazija na širšem prostoru srednje in južne Evrope. V sosednji Italiji so vse preučevane vrste že razširjene. Vrsta *C. esculentus* L. (užitna ostrica) je na ozemlju RS že precej razširjena in pridelovalci že imajo težave pri zatiranju. Ohranja se s semeni in s 5 do 15 mm velikimi svetlo rjavimi gomoljški, ki se razvijejo na konicah živic z zebastim vzorcem. Ponekod na svetu je užitna ostrica gojena rastlina, iz katere pripravljajo jedi in pijače. Po izkušnjah iz tujine (osebna komunikacija) vemo, da močna zapleveljenost s tem plevelom lahko pripelje tudi do 80 % izgube pridelka, pri kateri koli poljščini in vrtnini. Na kvadratni meter se lahko razvije več 1000 gomoljškov. Živice lahko tla prerastejo tako na gosto, da pri oranju brazda sploh ne razpade. Gomoljški v naših razmerah uspešno prezimijo in rastline se na pomlad vedno obnovijo ne glede na način obdelave tal. Sistemi konzervirajoče obdelave lahko povečajo populacije ostric, ki se množijo z gomoljški (lastna opazovanja iz severne in južne Amerike). Užitna ostrica se razvija v vseh posevkih in na travinju. Ta vrsta lahko močno zapleveli tudi razredčena ozimna žita. Iz gomoljškov vznikna v maju in potem se pospešeno razvija na strnišču po žetvi. Do jeseni naredi seme. Ocenjujemo, da pri koruzi pride do merljive izgube pridelka pri gostoti več kot 5 rastlin na m², pri soji, krompirju in sladkorni pesi pa pri gostoti več kot 3 rastline na m². Purpurna – okrogla ostrica (*C. rotundus* L.) se je v naših poskusih zelo slabo razvijala. Rastline so slabo prezimile. Praktično je večina temno rjavih raskavih, skoraj olesenelih, 8 do 20 mm velikih gomoljev čez zimo propadla. Gomolji te ostrice so nekoliko podobni gomoljem domačih vrst srpic (*Bolboschoenus planiculmis* in *B. laticarpus*), ki se tudi vedno bolj pogosto pojavljata kot plevela na njivah. Med temi vrstami pogosto pride do zamenjav. Gomolji se razvijejo kot vmesne zadebelitve živic. Med seboj so lahko verižičasto povezani na temno rjavih olesenelih živicah. Pri užitni ostrici so gomoljški vedno le na konicah živic, pri

purporni pa so v nizih na živicah. Da v podnebnih razmerah našega geografskega območja purpurna ostrica nima velike sposobnosti preživeti zimo, če tla zmrznejo, je splošno znano iz literature (Stoller, 1973). Tudi oblikovanje semen je pri nas zelo skromno. V loncih gojene rastline niso dale semen. Ta plevel se večinoma množi zgolj vegetativno, klonsko in v okviru istega klona je oprasčevanje zelo slabo (avto inkompatibilnost). Ocenjujemo, da se purpurna ostrica lahko trajno ohranja le na Primorskem. Nam najbližje večje populacije so od srednje Italije navzdol in v Makedoniji. Tudi purpurna ostrica lahko v tropskem ali mediteranskem območju pri katerikoli poljščini ali vrtnini povzroči nad 80 % izgube pridelka. Opozoriti je potrebno, da je v vrtnarstvu zelo nevšečna, ker brez težav prode skozi črno prekrivno folijo, na kateri navadno gojimo vrtnine. Dodatno imajo živice obeh vrst ostric sposobnost da prevrtajo korenine, korene in gomolje vrtnin in poljščin. Preprosto naredijo luknjo skozi njih in to dodatno zmanjša kvaliteto in otežuje spravilo. Za naše razmere ocenjujemo, da zaradi nezmožnosti prezimovanja, ne predstavlja pomembnega plevela. Manjše škode bi se lahko pojavile na njivah z vrtninami tik v obmorskem pasu (npr. zaledje Kopra ali Sečovelj). Enoletna – rižasta ostrica (*Cyperus iria* L.) se je v poskusih pokazala kot nizko tekmovalna vrsta z velikimi zahtevami po toploti. V sestojih koruze navadno ne uspe narediti semen. V vrtninah in v posevkih poznih sorte soje ji uspe narediti nekaj semen. Ocenjujemo, da pri nas ne more biti pomemben plevel. V Slovenijo jo vnašamo z uvozom eksotičnih okrasnih lončnic, kjer je seme primes rastnih substratov. Lahko je tudi okrasna rastlina. Ocenjujemo, da bi se lahko ohranjala na vrtnarskih zemljiščih na Primorskem. Kljub temu, da je to bistveno manj robustna rastlina od dveh prej omenjenih vrst, je ni za podcenjevati, ker so opisni pojavi odpornosti na nekatere pogosto uporabljene herbicide (glej na <http://www.weedscience.org/Summary/Species.aspx?WeedID=2669>). Je že običajen plevel riževih polj v severni Italiji.

Kosmatkasta ostrica (*Cyperus eragrostis* Lam.) je že bila najdena na ozemlju RS (Dakskobler in Vreš, 2009). Seme za poskuse smo nabrali tudi na rastišču, ki ga opisuje omenjeno znanstveno delo. Ostrica se počasi širi po celotni vasi Podsabotin. Rastlina je zanimiva kot okrasna rastlina ob vodah. Čez zimo se ohrani z brsti, ki obraščajo podzemno razrastišče. V osrčju razrastišča so vidne številne čebulasto gladiolaste tvorbe z obročki in zametki popkov. Iz njih spomladi poženejo nove rastline. Ta ostrica nima izgrajenega sistema živic in gomoljčkov. V južno ameriških opisih omenjajo neke gomoljčkom podobne tvorbe, ki jih mi nismo opazili. Podzemni del večine rastlin pri klasičnem oranju čez zimo propade in se zato spomladi le malo rastlin obnovi. Ta vrsta slabo prenaša mehansko obdelovaje tal. Pri sajenju na travnik in v vinograd se dobro ohranja več let. Srednje dobro prenese tudi košnjo. Po naši oceni je pomemben plevel na zamočvirjenem travinju. Ne ocenjujemo, da bi lahko bila pomemben njivski plevel. Za okrasne namene je uvoz te rastline prepovedan, ker je lahko gostitelj karantenske bakterije *Xyllela fastidiosa*.

Zgoščenocvetno ostrico (*Cyperus congestus* Vahl) smo našli v zaledju luke Koper. Za to vrsto sumimo, da je njeno seme primes v mešanicah travnih semen, ki jih uvažamo v Slovenijo. Je svetovno razširjen plevel predvsem na travinju, na ruderalnih rastiščih in v trajnih nasadih. Lahko se pojavlja tudi na njivah.

Preglednica 1: Stopnje učinkovitosti herbicidov za zatiranje plevelov rodu *Cyperus*.

(rastline iz SEMEN) Aktivna snov: L – list KL – klični list	Odm. g/ha	<i>C. iria</i> 4L – 8L	<i>C. iria</i> KL – 3L	<i>C. eragrostis</i> 4L – 8L	<i>C. eragrostis</i> KL – 3L	<i>C. congestus</i> 4L – 8L	<i>C. congestus</i> KL – 3L	<i>C. esculentus</i> 4L – 8L	<i>C. esculentus</i> KL – 3L
2,4-D	1000	4-5	4-5	3-4	3-5	4-5	4-5	4-6	4-5
DIKAMBA	350	5-7	5-7	5-7	4-5	6-7	6-7	5-6	6-7
FLUROKSIPIR	700	2-3	3-4	2-3	3-4	3-4	3-4	2-3	3-4
KLOPIRALID	140	1-2	3-4	1	2-3	1	2-4	1	2-3
BENTAZON	1100	4-5	5-7	6-7	7-8	3-4	4-5	3-4	7-8
BROMOKSINIL	350	3-4	6-7	2-3	2-4	2	4-5	1-3	3-4
FORAMSULFURON	60	6-7	7-9	5-6	7-9	4-5	7-8	5-6	6-8
IMAZAMOKS	50	4-5	4-5	2-3	3-5	3-5	4-5	2-3	3-5
NIKOSULFURON	50	4-5	4-5	3-4	3-4	4-5	5-6	4-5	5-6
PROSULFURON	25	3-4	4-5	2-3	3-4	3-4	3-4	3-4	5-6
RIMSULFURON	18	4-5	7-8	4-5	7-8	3-4	5-6	3-4	7-8
TIFENSULFURON-M.	15	4-5	5-6	3-4	5-6	2-3	4-5	2-3	4-5
AMIDOSULFURON	45	3-4	4-5	3-4	3-4	2-3	2-3	2-3	3-4
METSULFURON-M.	6-8	3-4	2-3	2-3	3-4	3-4	3-4	2-3	2-3
DESMEDIFAM	250	1-3	1-3	1-3	3-4	1-3	3-4	1-3	3-4
FENMEDIFAM	250	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	2-3
TOPRAMEZON	50	2-3	6-7	3-4	6-7	2-3	5-6	3-4	6-7
(rastline iz SEMEN) Aktivna snov: L – list KL – klični list PRE-EM – pred vznikom	Odm. g/ha	<i>C. iria</i> PRE-EM	<i>C. iria</i> KL – 3L	<i>C. eragrostis</i> PRE-EM	<i>C. eragrostis</i> KL – 3L	<i>C. congestus</i> PRE-EM	<i>C. congestus</i> KL – 3L	<i>C. esculentus</i> PRE-EM	<i>C. esculentus</i> KL – 3L
IZOKSAFLUTOL	100	7-8	3-4	5-6	2-3	6-7	3-4	7-8	2-3
FLUFENACET	700	6-7	2-3	5-6	2-3	5-6	2-3	5-6	1-2
LINURON	900	4-5	3-4	4-5	3-4	5-6	3-4	3-4	3-4
METRIBUZIN	500	5-6	4-5	4-5	4-5	4-5	2-3	5	3-4
PENDIMETALIN	1900	5-6	1-2	4-6	1-2	3-4	1	4-6	2-3
TERBUTILAZIN	800	4-5	2-3	4-5	2-4	3-4	3-4	4-5	3-5
TIENKARBAZON – M.	50	7-8	7-8	4-5	6-7	4-5	6-7	5-6	7-8
MEZOTRION	150	7-8	7-8	6-7	4-5	8-9	6-7	4-5	7-8
TEMBOTRION	110	3-4	3-4	4-5	5-6	2-3	4-5	4-5	6-7
KLOMAZON	400	4-5	1-3	3-4	4-5	4-5	4-5	4	2-3
PROSULFOKARB	4000	5-6	2-3	4-5	1-2	2-3	2-3	3-4	2-3
ETOFUMESAT	500	6-7	3-4	5-6	3-4	5	3-4	5-6	2-3
METAMITRON	2000	3-4	3-4	4-5	4-5	4-5	3-4	4-5	4-5
METOLAKLOR	1250	6-7	2-3	7-8	2-3	6-7	1-2	7-8	2-3
DIMETENAMID	1000	6-7	2-3	7	2	7-8	2	7-8	2

Vrednosti za posamezne ocene učinkovitosti so: 10 = 95 – 100 %, 9 = 90-95 %, 8 = 85-90 %, 7 = 80 – 84 %, 6 = 70 – 79 %, 5 = 60 – 69 %, 4 = 45 – 59 %, 3 = 30 – 44 %, 2 < 30 %, 1 = brez učinka.

Preglednica2: Stopnje učinkovitosti herbicidov za zatiranje plevelov rodu *Cyperus*.

(rastline iz VEGETATIVIH ORGANOV) Aktivna snov: L – list KL – klični list	Odm. g/ha	<i>C. rotundus</i>	<i>Cyperus rotundus</i>	<i>C. eragrostis</i>	<i>C. eragrostis</i>	<i>C. congestus</i>	<i>C. congestus</i>	<i>C. esculentus</i>	<i>C. esculentus</i>
		4L–8L	1L–3L	4L–8L	1L–3L	4L–8L	1L–3L	4L–8L	1L–3L
2,4-D	1000	6-7	4-5	4-5	3-5	5-6	4-5	6-7	4
DIKAMBA	350	5-7	5-6	5-7	4	6-7	5-6	5-6	5-6
FLUROKSIPIR	700	2-3	1	2-3	1	3-4	1	3-4	1
KLOPIRALID	140	1-2	1	1	1	1-2	1	1	1
BENTAZON	1100	4-6	5	5-6	5	3-4	3	3	2-3
BROMOKSINIL	350	3-4	6	2-3	2	2	2	1-3	2
FORAMSULFURON	60	6-7	5	5-6	4-5	4-5	4-5	5-6	4
IMAZAMOKS	50	4	3	4-5	3	3-4	3	3-4	3-4
NIKOSULFURON	50	4-5	2	3-4	2	4-5	3	4-5	3
PROSULFURON	25	3-4	1-2	2-3	1-2	3-4	2	3-4	3
RIMSULFURON	18	4-5	4	4	3	3-4	3	3-4	3
TIFENSULFURON-M.	15	3	2	3-4	3	2-3	1-2	2-3	2
AMIDOSULFURON	45	2	1	2-3	2	2	1-2	2-3	1-2
METSULFURON-M.	6-8	3-4	1	2-3	1-2	3	1-2	2-3	1
DESMEDIFAM	250	1-3	1	1	3-4	1	1	1-3	1
FENMEDIFAM	250	1-2	1	1-1	1	1-2	1	1-2	1
TOPRAMEZON	50	3-4	3	3-4	2	3	2-3	3	2
(rastline iz VEGETATIVNIH ORGANOV) Aktivna snov: L – list, KL – klični list, PRE-EM – pred vznikom	Odm. g/ha	<i>C. rotundus</i> PRE-EM	<i>Cyperus rotundus</i>	<i>C. eragrostis</i> PRE-EM	<i>C. eragrostis</i> 1L–3L	<i>C. congestus</i> PRE-EM	<i>C. congestus</i> 1L–3L	<i>C. esculentus</i> PRE-EM	<i>C. esculentus</i> 1L–3L
IZOKSAFLUTOL	100	6-7	2-3	5-6	1-2	4-5	2-3	4	2
FLUFENACET	700	5	2	5	2	4	2-3	4	1
LINURON	900	3	1	2-3	1	4	3	3	2-3
METRIBUZIN	500	5-6	4-5	4-5	2-3	4-5	1-2	5	3
PENDIMETALIN	1900	4	1	4	1	3	1	4	1
TERBUTILAZIN	800	4	2-3	4-5	2-4	3-4	3-4	4	3
TIENKARBAZON – M.	50	5	3-4	4	4	4	3	4	3
MEZOTRION	150	6	4	6	3-4	5	3	3	2-3
TEBOTRION	110	3	1-2	3	1-2	2	1-2	4	3
KLOMAZON	400	3	1-2	3	2-3	4	2	3	2
PROSULFOKARB	4000	4	2	5	1-2	4	2	3	1-2
ETOFUMESAT	500	4	2	4	2	4	2	3	1-2
METAMITRON	2000	3-4	3	4-5	4	3	3-4	4	3-4
METOLAKLOR	1250	4	1	5	2	4	1-2	3	1-2
DIMETENAMID	1000	3	1	4	2	4	2	3	1-2

Vrednosti za posamezne ocene učinkovitosti so: 10 = 95 – 100 %, 9 = 90-95 %, 8 = 85-90 %, 7 = 80 – 84 %, 6 = 70 – 79 %, 5 = 60 – 69 %, 4 = 45 – 59 %, 3 = 30 – 44 %, 2 < 30 %, 1 = brez učinka.

Razvija se hitro, in v vrtninah in posevkih soje ter buč, lahko pri nas pred prvo slano oblikuje seme. Nekatere rastline se razvijajo kot enoletne, nekatere kot dvoletne. Cvetno steblo (na preseku trikotno) je do 60 cm visoko. Pogosto ima ena rastlina le eno centralno cvetno steblo, ki požene iz čebulaste zadebelitve. Šopast koreninski sistem ima blede rjavo ali rjavo rdečkasto barvo. Ta vrsta lahko uspeva tudi v zelo sušnem okolju. Se dobro obnovi po košnji, a pokošena ne naredi veliko semen. Verjetno se bo uspešno razvijala na slanih tleh ob cestah. O njej že poročajo tudi iz Avstrije, kjer je bila najdena ob cesti in na vrtnarijah (Hohla s sod., 2015). Po avstrijskih podatkih rastlina ne prezimi, v naših poskusih je nekaj rastlin v vinogradu in na travniku uspešno prezimilo. V koruzi se slabo razvija in ne naredi semen. Na neobdelanih žitnih strniščih lahko do jeseni naredi nekaj semen. Potencialno bi ta ostrica lahko bila srednje pomemben enoletni plevel okopavin z manjšo tekmovalno sposobnostjo (npr. soja, buče, sladkorna pesa, vrtnine, ...).

3.2 Komentar rezultatov glede učinkovitosti herbicidov

Ocene učinkovitosti herbicidov so prikazane v preglednicah 1 in 2. Osnovna informacija, ki je opazna je ta, da v preglednicah prevladujejo ocene pod 7. To je znak, da pri zatiranju z herbicidi pri številnih pripravkih ne dosežemo takšne stopnje učinkovitosti, da bi posevke povsem obvarovali pred izgubo pridelka. V preglednici 1 so podatki o delovanju herbicidov na rastline, ki se razvijajo iz semen. Pri vrstah *C. iria* in *C. congestus* je razvoj iz semen bolj pomemben od razvoja iz vegetativnih organov, pri ostalih treh je obratno, za ohranjanje je bolj pomembno vegetativno razmnoževanje.

V preglednicah vidimo, na katere herbicide lahko računamo v naših razmerah glede na dostopnost na našem trgu. V posevkih koruze po vzniku so to mešanice ali ločene zaporedne aplikacije herbicidov na podlagi snovi mezotrion, foramsulfuron, rimsulfuron, tienkarbazon in topramezon s hormonskima herbicidoma 2,4-D in dikamba. Od talnih herbicidov ustreznih za uporabo v koruzi se kot bolj učinkoviti kažejo izoksafutol, metolaklor in demetenamid. Lahko uporabimo tudi kombinacijo 2,4-D in snovi bentazon, ki pa ni ustrezna za vodovarstvena območja. Za VVO so najbolj ustrezne mešanice aktivnih snovi mezotrion, izoksafutol, teinkarbazon in pozneje 2,4-D v estrski obliki. V krompirju računamo na kombinacije snovi metribuzin in flufenacet in pozneje sledi uporaba kombinacij snovi bentazon in rimsulfuron. Za VVO nimamo ustreznih rešitev. Na koncu pred pravilom lahko ostrice oslabimo z uporabo snovi dikvat. V posevkih soje pred vznikom uporabimo metolaklor in nato po vzniku v deljenih odmerkih kombinacije snovi imazamoks in bentazon. Na VVO v soji uporabimo mešanico klomazona in linurona in pozneje deljene odmerke snovi imazamoks in tifensulfuron-metil. V zapleveljenih razredčenih žitih lahko spomladi uporabimo metsulfuron v kombinaciji z drugimi registriranimi sulfonilsečninami z dodatkom 2,4-D v estrski obliki. Pri njivah, namenjenih za gojenje vrtnin, se priporoča, da v obdobjih med menjavo rastlinskih vrst, izvajamo redno zatiranje z uporabo pripravkov na podlagi snovi glifosat z dodatki ustreznih močil. Glifosat je učinkovit pri mladih rastlinah v stadiju bujne rasti.

V trajnih nasadih so za zatiranje ostric zelo uporabne kombinacije aktivnih snovi glifosat in flazasulfuron. Večina omenjenih kombinacij herbicidov, z izjemo kombinacije snovi glifosat in flazasulfuron, ostric ne zatre temeljito. Pri nas na trgu nimamo herbicidov, ki imajo visoko učinkovitost za zatiranje ostric (npr. halosulfuron, MSMA, klorimuron, sulfentrazon, triklorpir, trifloksisulfuron, sulfosulfuron, karfentrazon, imazakvin, imazapir, ...). Ker teh nimamo, lahko, predvsem pri užitni ostrici, pričakujemo hitro širjenje, še posebej v razmerah pogostih vremenskih stresov zaradi izmenjujočih se suš in začasnih obdobj zastajanja vode.

4 SKLEPI

Glede na razvoj in ohranjanje preučevanih ostric na njivah, v koruzi, soji, žitih in na travniku v naših poskusih, ocenjujemo, da je najbolj škodljiva vrsta užitna ostrica, ki se hitro širi. Purpurni ostrici naše podnebne razmere ne ustrezajo in čez zimo večji del rastlin propade. Populacije se iz ostankov redkih prezimelih gomoljev ne obnovijo. Verjetno bi se ta vrsta v manjših populacijah lahko ohranjala na Primorskem.

Rezultati poskusov kažejo, da imamo med herbicidi, dostopnimi na slovenskem tržišču, le malo takšnih, ki imajo visoko učinkovitost. Žal tudi herbicidi, ki so navadno zelo učinkoviti za zatiranje trav, ostric ne zatirajo učinkovito. V praksi je velikokrat zmotno prepričanje, da so herbicidi za zatiranje trav, tako imenovani specifični listno delujoči graminocidi (npr. cikloksidim ali fluzazifop), učinkoviti tudi pri zatiranju ostric.

Kar imamo malo visoko učinkovitih herbicidov, je potrebno populacije novih vrst ostric spremljati in pristopiti k sistematičnemu zatiranju, čim bolj zgodaj ob pojavu. Pravočasno je potrebno začeti z registracijskimi postopki za nekatere učinkovite herbicide (npr. halosulfuron), da bo možno pravočasno ukrepanje pri inicialnih populacijah. Graditi strategijo zatiranja zgolj na uporabi herbicidov s stranskim učinkom v kombinaciji z uporabo mehaničnih metod je tvegano in lahko vodi v pojav hitrega povečevanja populacij ostric.

5 LITERATURA

- Appleby, A. 2000. Weed control. XI. Yellow nutsedge (*Cyperus esculentus*). Oregon State University Extension Service, Crop and Soil News, 14 s.
- Bohren, C. in Wirth, J. 2014. Die Verbreitung von Erdmandelgras (*Cyperus esculentus* L.) betrifft alle. Agrarforshung Schweiz. 6(9): 384-391.
- Bendixen, L.E., Nandihalli, U.B. 1987. "World-wide distribution of purple and yellow nutsedge (*Cyperus rotundus* and *C. esculentus*)". Weed Technology. 1: 61-65.
- Bernards, M.L., Knežević, S.Z., Gaussoin, R.E in sod. 2006. Guide for Weed Management in Nebraska. University of Nebraska – Lincoln. DigitalCommons@University of Nebraska – Lincoln. 198 s.
- Brecke, B.J., Stephenson, D.O., Unruh, J.B. 2005. Control of purple nutsedge (*Cyperus rotundus*) with herbicides and mowing. Weed Technology. 19(4): 809-814.
- Dakskobler, I. in Vreš, B. 2009. *Cyperus eragrostis* Lam. - A New Adventitious Species in the Flora of Slovenia. Hacquetia. 8(1): 79-90.

- Dancza, I., Pathy Hofmann, Z., Doma, C. 2004. *Cyperus esculentus* (yellow nutsedge)- a new weed in Hungary. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, Sonderheft XIX. 223-229.
- Frans, R., Talbert, R., Marx, D., Crowley, H. 1986. Experimental design and techniques for measuring and analyzing plant responses to weed control practices. (Urednik: Camper, N.D., Research Methods in Weed Science. 3rd ed.), Southern Weed Science Society. s. 29–46.
- Gunasekera, T.G.L.G in Fernando, D.N.S. 1994. Agricultural importance, biology, control and utilisation of *Cyperus rotundus*. The Planter, 7: 537-544.
- Guyer, U., Collet, L. 2013. Strategie Erdmandelgrasbekämpfung. Merkblatt. (<http://www.pagch.ch/de/arbeitsgruppen/souchet-comestible/>) (20. 4. 2017).
- Hohla, M., Diewald, W., Király, G. 2015. *Limonium gmelini* – eine Steppenpflanze an österreichischen Autobahnen sowie weitere Neuigkeiten zur Flora Österreichs. Neuigkeiten zur Flora Österreichs – STAPFIA. 103: 127–150.
- Holm, L.G., Plucknett, D.L., Pancho, J.V., Herberger, J.P. 1977. The World's Worst Weeds. Distribution and Biology. Honolulu, Hawaii, USA: University Press of Hawaii. 621 s.
- Keller, M., Total, R., Bohren, C., Baur, B. 2013. Problem Erdmandelgras: früh erkennen – nachhaltig bekämpfen. Merkblatt Agroscope. (<https://www.agroscope.admin.ch/agroscope/>).
- Keller, M., Total, R., Krauss, J., Neuweiler, R. 2014. Erdmandelgras: Mais als mögliche Sanierungskultur. Agrarforschung Schweiz. 5(11-12): 474-481.
- Mulligan, G.A., Junkins, B.E. 1976. The biology of Canadian weeds. 17. *Cyperus esculentus* L. Canadian Journal of Plant Science. 56(2): 339-350.
- Naber, H., Rotteveel, A.J.W. 1986. Legal measures concerning *Cyperus esculentus* L. in the Netherlands. Med. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent, 51(2a): 355-357.
- Parsons, W.T. in Cuthbertson, E.G. 2001. Noxious Weeds of Australia. Second Edition. CSIRO Publishing, Collingwood, Melbourne. 698 s.
- Patton, A. in Welsenberger, D. 2013. Yellow Nutsedge Control. Purdue Extension – Turfgrass Management. 6 s.
- Pereira, W., Crabtree, G., William, R.D. 1987. Herbicide Action on Purple and Yellow Nutsedge (*Cyperus rotundus* and *C. esculentus*). Weed Technology. 1(1): 92-98.
- Rotteveel, A.J.W., Naber, H. 1986. Chemical control of *Cyperus esculentus* in maize under Dutch conditions. Med. Fac. Landbouwwet. Gent. 51(2)a: 359-367.
- Rotteveel, A.J.W., Naber, H. 1988. Changes in the chemical control of yellow nutsedge (*Cyperus esculentus* L) in maize. Med. Fac. Landbouwwet. Gent, 53(3b): 1241-1249.
- Simončič, A. in sod. 2012. Invazivne tujerodne rastlinske vrste v Sloveniji ter vpliv na ohranjanje biotske raznovrstnosti in trajnostno rabo virov. CRP »Konkurenčnost Slovenije 2006-2013«. Končno poročilo. 188 s.
- Stoller, E.W. 1973. Effect of minimum soil temperature on differential distribution of *Cyperus rotundus* and *C. esculentus* in the United States. Weed Research. 13: 209- 217.
- Stoller, E.W. in Sweet, R.D. 1987. Biology and Life Cycle of Purple and Yellow Nutsedges (*Cyperus rotundus* and *C. esculentus*). Weed Technology. 1: 66-73.
- Tehranian, P., Norsworthy, J.K., Nandula, V., McElroy, S., Chen, S., Scott, R.C. 2015. First report of resistance to acetolactate-synthase-inhibiting herbicides in yellow nutsedge (*Cyperus esculentus*): confirmation and characterization. Pest. Manag. Sci. 71: 1274–1280.
- Webster, T.M., Grey, T.L., Davis, J.W., Culpepper, A.S. 2008. Glyphosate Hinders Purple Nutsedge (*Cyperus rotundus*) and Yellow Nutsedge (*Cyperus esculentus*) Tuber Production. Weed Science. 56: 735-742.
- Zandstra, B., Particka, M., Masabni, J. 2004. Guide to Tolerance of Crops and Susceptibility of Weeds to Herbicides. Michigan State University Extension Bulletin No. 2833. 147 s.

VIRUSI NA BUČEVKAH V SLOVENIJI

Nataša MEHLE¹, Larisa GREGUR², Magda TUŠEK ŽNIDARŠIČ³, Anja PECMAN⁴,
Denis KUTNJAK⁵, Mojca VIRŠČEK MARN⁶, Maja RAVNIKAR⁷

^{1,2,3,4,5,7} Nacionalni inštitut za biologijo, Ljubljana

⁶ Kmetijski inštitut Slovenije, Ljubljana

IZVLEČEK

V letu 2016 so bili v okviru stalnega nadzora škodljivih organizmov, ki ga vrši Uprava RS za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin, in v sklopu programa preiskav o zastopanosti newdelhijskega virusa kodravosti listov paradižnika (ToLCNDV; rod *Begomovirus*), ki ga koordinira Kmetijski inštitut Slovenije, pregledani nasadi bučevk v Sloveniji. Na Nacionalnem inštitutu za biologijo je bilo v letu 2016 skupaj analiziranih 25 vzorcev rastlin z bolezenskimi znamenji značilnimi za virusne okužbe z ELISA testom (virus rumenega mozaika bučke - ZYMV, virus mozaika kumare - CMV, virus mozaika lubenice - WMV) ter s PCR (ToLCNDV). Na vzorcih oljne buče je bilo ugotovljeno, da je le-ta v Sloveniji pogosto okužena z ZYMV, saj je bil ta virus potrjen v vseh 15 analiziranih vzorcih. V sedmih vzorcih, okuženih z ZYMV, je bila potrjena sočasna okužba tudi z WMV ter v dveh vzorcih dodatno še okužba s CMV. Za vse tri viruse je značilno, da se širijo mehansko s sokom okuženih rastlin in z listnimi ušmi. Zastopanost ToLCNDV v vzorcih, analiziranih z molekularnimi metodami, ni bila potrjena. V dveh vzorcih kumar smo z elektronsko mikroskopijo našli delce, ki jih po morfologiji lahko uvrstimo v rod begomovirusov. Identifikacija virusov opaženih v vzorcih kumar s sekvenciranjem naslednje generacije je v teku. V prispevku so predstavljeni virusi, ki ogrožajo pridelavo bučevk v Sloveniji in drugod po Evropi, vključno z možnostmi za preprečevanje širjenja okužb.

Ključne besede: bolezenska znamenja, bučevke, diagnostika, nadzor, virus

ABSTRACT

VIRUSES INFECTING CUCURBITS IN SLOVENIA

¹ dr., Večna pot 111, SI-1000 Ljubljana, e-pošta: natasa.mehle@nib.si

² prav tam

³ dr., prav tam

⁴ prav tam

⁵ asist. dr., prav tam

⁶ dr. agr. znan., Hacquetova 17, SI-1000 Ljubljana

⁷ prof., dr. biol. znan., Večna pot 111, SI-1000 Ljubljana

In 2016, cucurbits have been inspected for harmful pathogens under the survey carried out by the Administration of the Republic of Slovenia for food safety, veterinary and plant protection, and in the frame of monitoring of *Tomato leaf curl New Delhi virus* (ToLCNDV; genus *Begomovirus*), coordinated by the Agriculture Institute of Slovenia. Samples with typical symptoms of virus infection have been analysed at the National Institute of Biology by ELISA (*Zucchini yellow mosaic virus* – ZYMV, *Watermelon mosaic virus* – WMV, *Cucumber mosaic virus*- CMV) and by PCR (ToLCNDV). ZYMV has been detected in all of the fifteen analysed samples of oil pumpkins. Additionally, WMV has been detected in seven samples; two of these samples were also infected with CMV. All three viruses detected in oil pumpkins are transmissible mechanically and by aphids. ToLCNDV has not been confirmed in any of the samples. In two samples of cucumber, begomovirus-like particles have been observed under electron microscope. Next generation sequencing is in progress for identification of this virus. In the presentation, we are focusing on viruses that threaten cucurbits production in Slovenia and elsewhere in Europe, including the possibility of preventing the spread of infections.

Key words: control, cucurbits, diagnosis, symptoms, viruses

1 UVOD

200

Količina in kakovost pridelka rastlin iz družine bučevk se lahko močno zmanjša zaradi napada žuželk, ogorčic, poškodb ob nepravilni uporabi fitofarmaceutskih sredstev, zmrzali, vetra in drugih abiotskih dejavnikov, ali zaradi bolezni, ki jih povzročajo bakterije, glive in virusi. Škoda zaradi povzročiteljev bolezni je odvisna od občutljivosti rastlinske vrste in okoljskih razmer (Zitter in sod., 1998; Koike in sod., 2007).

Virusi sodijo med povzročitelje bolezni, ki jih je težko nadzirati. Ena od možnosti je sajenje odpornih kultivarjev, ki jih ni na voljo veliko. Rastlinskih virusov ne moremo zatirati s kemičnimi sredstvi, lahko pa širjenje virusov omejimo s kemičnim ali biotičnim zatiranjem njihovih prenašalcev. Preprečevanje širjenja virusov s kemičnimi sredstvi je pogosto neučinkovito, saj lahko na primer žuželke hitro razvijejo odpornost na insekticide ali pa so kemična sredstva premalo učinkovita. Številni rastlinski virusi lahko preživijo in se celo namnožijo v plevelnih vrstah in tako premostijo čas, ko ni na voljo gojenih rastlin, ki jih okužujejo. Za omejevanje obsega virusne okužbe je zato nujno zatiranje plevelov. Za nekatere viruse je bilo dokazano, da lahko preživijo tudi v rastlinskih ostankih, na delovnih orodjih in v vodi, zato so za preprečevanje širjenja nujni tudi drugi ustrezni higienski ukrepi, kot na primer odstranjevanje rastlinskih ostankov, razkuževanje delovnih orodij in oblačil, ter dekontaminacija voda, vključno s celotnim sistemom za namakanje. Najpomembnejše v boju proti virusom pa je uporaba zdravega razmnoževalnega materiala. Virusni so v sadilnem materialu lahko zastopani brez vidnih znamenj okužbe in pogosto v nizki koncentraciji, ki pa je zadostna za poznejši izbruh bolezni. Zato za potrditev zdravega sadilnega materiala in tudi za zgodnje odkrivanje povzročiteljev bolezni, tako v rastlinah kot tudi v drugih možnih virih okužb, potrebujemo visoko

občutljive in zanesljive diagnostične metode (Zitter in sod., 1998; Koike in sod., 2007; Mehle in Ravnikar, 2012; DPV, 2017).

Bučevke lahko okužijo virusi iz številnih taksonomskih skupin (Zitter in sod., 1998). Določitev vrste virusa ni mogoča na podlagi bolezenskih znamenj, saj so le-ta pogosto podobna znamenjem, ki nastanejo zaradi okužbe z drugimi virusi ali drugimi povzročitelji bolezni, zaradi raznih poškodb, fizioloških, genetskih ali abiotskih dejavnikov. Različni virusi se razlikujejo med seboj po škodi, ki jo povzročajo, številu gostiteljskih rastlin in po načinu širjenja. Virus, ki okužuje bučevke, se prenašajo bodisi mehansko, z listnimi ušmi, resarji, s ščitkarji, z glivami, ogorčicami, s semenom, itd. Natančna določitev povzročitelja bolezni je predpogoj za načrtovanje učinkovitega načina izkoreninjanja oziroma preprečevanja širjenja okužb, ker je ta povezan z epidemiologijo virusa. V prispevku predstavljamo viruse, ki že ogrožajo pridelavo bučevk v Sloveniji in tiste, ki predstavljajo potencialno grožnjo v prihodnosti.

2 MATERIAL IN METODE

V obdobju od leta 2000 do leta 2016 je bilo zaradi suma na okužbo z virusi vzorčenih in testiranih 59 vzorcev rastlin iz družine bučevk, od tega 25 v letu 2016: 15 vzorcev oljne buče (*Cucurbita pepo* var. *syriaca* Greb.) iz različnih nasadov iz SV dela Slovenije, vzorec buče (*Cucurbita maxima* var. *Hokkaido*) in kumare (*Cucumis sativus*) iz okolice Ljubljane, šest vzorcev kumar iz rastlinjaka v okolici Maribora, vzorec kumare iz nasada na JV Slovenije in vzorec melone (*Cucumis melo*) iz nasada na JZ Slovenije. Vzorci so bili nabrani v okviru stalnega nadzora škodljivih organizmov, ki ga vrši Uprava RS za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin, in v sklopu programa preiskav o zastopanosti newdelhijskega virusa kodravosti listov paradižnika (ang. *Tomato leaf curl New Delhi virus*; ToLCNDV; rod *Begomovirus*), ki ga koordinira Kmetijski inštitut Slovenije.

Vzorci smo na Nacionalnem inštitutu za biologijo analizirali po shemi, ki vključuje kombinacijo različnih metod od serologije, elektronske mikroskopije, testnih rastlin, molekularnih tehnik na podlagi verižne reakcije s polimerazo (PCR) in tudi s sekvenciranjem naslednje generacije (NGS).

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

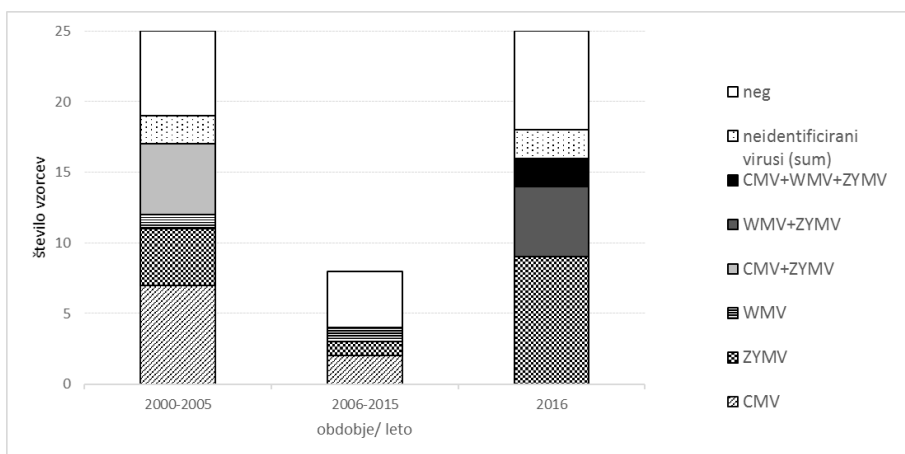
3.1 Najpogosteje najdeni virusi na rastlinah iz družine bučevk v Sloveniji

Virusi, ki smo jih identificirali v vzorcih bučevk iz Slovenije, so virus mozaika kumare (*Cucumber mosaic virus*; CMV), virus rumenega mozaika bučke (*Zucchini yellow mosaic virus*; ZYMV) in virus mozaika lubenice (*Watermelon mosaic virus*; WMV) (Slika 1).

V vzorcih bučevk iz leta 2016 smo z encimskoimunskim testom (ELISA) ZYMV potrdili v vzorcu buče in v vseh analiziranih vzorcih oljne buče. V sedmih vzorcih oljnih buč okuženih z ZYMV smo potrdili sočasno okužbo z WMV ter v dveh vzorcih dodatno še okužbo s CMV. Bolezenska znamenja na rastlinah, okuženih z ZYMV, so bila izražena v obliki razbarvanj in nekroz na listih, listi so bili pogosto nagubani ali

deformirani, pri vzorcu buče pa je bilo nagubano tudi površje plodov. V primeru sočasnih okužb z WMV in CMV so bila bolezenska znamenja izrazitejša.

ZYMV, CMV in WMV določimo na bučevkah v Sloveniji že več kot 10 let (slika 1) in so razširjeni po vsem svetu, kjer gojijo bučevke (Zitter in sod., 1998; Koike in sod., 2007). Iz številnih držav poročajo tudi o velikih izgubah pridelka zlasti zaradi okužbe z ZYMV (Koike in sod., 2007; Kone in sod., 2010; Trkulja in sod., 2014; Spadatti in sod., 2015). ZYMV smo v preteklih letih v Sloveniji potrdili v štirih vzorcih bučk (*Cucurbita pepo* L. subsp. *pepo* cv. group 'Zucchini') in v vzorcu kumare, CMV v petih vzorcih kumar, treh vzorcih bučk in v vzorcu buče, WMV pa v vzorcu bučke in v vzorcu melone. Tudi v preteklih letih smo že odkrili mešane okužbe, in sicer smo sočasno zastopanost ZYMV in CMV potrdili v dveh vzorcih lubenice (*Citrullus* sp.), dveh vzorcih bučk in v vzorcu okrasne buče.



Slika 1: Prikaz razporeditve najdb virusov v vzorcih bučevk, testiranih v obdobju od 2000 do 2016.
Figure 1: Viruses found on Cucurbitaceae in the period 2000-2016.

ZYMV in WMV uvrščamo med potyvirusse, CMV pa med cucumovirusse. Za vse tri viruse je značilno, da se širijo mehansko s sokom okuženih rastlin in z listnimi ušmi. Poleg tega lahko vir okužbe z ZYMV in CMV predstavlja tudi okuženo seme (Zitter in sod., 1998). Infektivne delce virusa CMV so potrdili v vodi iz reke v Italiji (Piazzolla in sod., 1986), zato je možen vir okužbe rastlin okužena voda, če se uporablja za namakanje (Mehle in Ravnikar, 2012). Vir okužbe so lahko tudi druge rastline, ki rastejo v bližini nasada, ali njihovi ostanki. CMV lahko okuži več kot 800 rastlinskih vrst (Koike in sod., 2007). V Sloveniji smo razen v bučevkah CMV dokazali tudi na rastlinah paprike, paradižnika, jajčevca in na okrasnih rastlinah (ajuga, viola, vodenka, budleja). Podobno smo ZYMV poleg na bučevkah dokazali tudi v dveh vzorcih begonij. Z mehansko inokulacijo lahko ZYMV prenesemo na številne rastlinske vrste iz različnih družin, dokazane pa so tudi naravne okužbe drugih okrasnih in plevelnih rastlin (Zitter in sod., 1998; EPPO, 2017). WMV sicer v

Sloveniji še nismo potrdili na drugih rastlinah, vendar je tudi zanj znano, da krog gostiteljev ni omejen samo na bučevke, temveč lahko okuži tudi na primer metuljnice, slezenovke, lobodovke (Zitter in sod., 1998; Koike in sod., 2007).

Nekatere gostiteljske rastline ob okužbi z ZYMV, CMV ali WMV ne izražajo bolezenskih znamenj ali pa so le-ta netipična. Takšne gostiteljske rastline pogosto spregledamo, posledično jih ne odstranjujemo, zato lahko predstavljajo neprestan vir za nove okužbe. Nasprotno pa lahko neko rastlinsko vrsto okuži veliko število različnih virusov, ki povzročajo bolj ali manj podobna bolezenska znamenja. To je lahko eden izmed dejavnikov, ki otežuje diagnostiko, saj je tarčno testiranje na vse možne viruse dolgotrajno in drago. Določanje večjega števila rastlinskih povzročiteljev bolezni v eni reakciji je ustrežnejše, saj s tem prihranimo pri času, potrebnem materialu in kemikalijah. V zadnjem času zato vzorce, pri katerih s presejalnimi analizami ne uspemo nedvoumno potrditi odsotnosti virusa ali določiti njegove identitete, analiziramo s sekvenciranjem naslednje generacije - NGS. NGS smo uspešno uporabili tudi v nekaterih zgoraj omenjenih primerih, in sicer za določitev okužbe jajčevca s CMV in za določitev okužbe begonije z ZYMV.

3.2 Drugi virusi, ki lahko ogrozijo gojenje bučevk

Med virusi, ki lahko okužijo bučevke, so tudi takšni, ki so uvrščeni na sezname škodljivih organizmov v Evropski skupnosti (direktiva 2000/29/ES) in/ ali na sezname organizmov, ki ga pokriva Evropska organizacija za varstvo rastlin v Evropi in na Mediteranu (EPPO). Nobenega od virusov, navedenih v teh seznamih, na rastlinah bučevk v Sloveniji do sedaj še nismo potrdili. Med te viruse sodi tudi virus pegavosti in uvelosti paradižnika (*Tomato spotted wilt virus*; TSWV), ki je sicer zelo pogost virus v Sloveniji tako na vrtninah kot tudi na okrasnih rastlinah (Ravnikar in sod., 2017).

V letu 2016 smo začeli z izvajanjem programa preiskav o zastopanosti newdelhijskega virusa kodravosti listov paradižnika (*Tomato leaf curl New Delhi virus*; ToLCNDV), virusa iz rodu *Begomovirus* (družina *Geminiviridae*), ki je od leta 2015 uvrščen na seznam organizmov, ki bi bili lahko nevarni za EPPO območje (EPPO, 2017). ToLCNDV prenaša tobakov ščitkar (*Bemisia tabaci*). Prenaša se tudi z okuženimi sadikami ter za razliko od drugih begomovirusov tudi mehansko, s sokom okuženih rastlin (Lopez in sod., 2015). Okužuje bučevke, razhudnikovke (paradižnik, jajčevci, paprika in krompir) ter druge rastline, med katere sodijo tudi plevelne vrste (EPPO, 2017). Okužbe so potrdili v več azijskih državah (EPPO, 2017), nedavno pa tudi v Španiji in v Italiji (Juarez in sod., 2014; Ruiz in sod., 2015; Panno in sod., 2016). Bolezenska znamenja na okuženih rastlinah bučevk so rumeni mozaik ali lisavost in zvijanje listov, povečanje listnih žil in zakrnela rast. Če so rastline okužene v zgodnjih fazah razvoja, močno zakrnijo in imajo bistveno znižan pridelek ali pa pridelka sploh ni. Znamenja na plodovih bučevk se izrazijo kot podolžno pokanje in hrapavost povrhnjice. Plitve razpoke na plodovih smo našli tudi na kumarah iz rastlinjaka iz okolice Maribora. Z elektronsko mikroskopijo smo v dveh vzorcih iz tega rastlinjaka našli izometrične delce, ki spominjajo na viruse iz družine

Geminiviridae. Virusa ToLCNDV nismo dokazali z molekularnimi metodami na podlagi PCR v analiziranih vzorcih, zato smo vrsto opaženih delcev skušali ugotoviti z metodo NGS malih RNA, a je bila analiza negativna, zato so v teku še drugi pristopi analize z NGS. Neidentificirane izometrične delce, s podobno morfologijo kot pri vzorcih iz leta 2016, smo z elektronsko mikroskopijo našli v vzorcu buče (vzorec iz okolice Žalca) in v vzorcu kumare (vzorec iz okolice Nove Gorice) tudi leta 2002. Med virusi, ki lahko ogrozijo gojenje bučevk, moramo izpostaviti tudi virus zelene lisavosti in mozaika kumare (*Cucumber green mottle mosaic virus*; CGMMV; rod *Tobamovirus*). CGMMV je izredno stabilen virus, saj na primer v kompostu ostane kužen več kot šest mesecev in se zlahka širi mehansko z dotikom ali okuženim orodjem, zelo verjetno pa tudi z okuženo vodo in zemljo (Koenig, 1986; Büttner in sod., 2008). Pomemben način širjenja okužbe s CGMMV predstavlja tudi okuženo seme in pelod (Liu in sod., 2014). Na listih bučevk, okuženih s CGMMV, se pogosto pojavi mozaik, lisavost, plodovi so deformirani, posledično se zmanjša količina in kakovost pridelka (Liu in sod., 2014; Reingold in sod., 2016). V zadnjih letih poročajo o najdbah tega virusa iz Amerike in Avstralije (Tian in sod., 2014; Tesoriero in sod., 2016), v Evropi pa je CGMMV zastopan že več kot 40 let (DPV, 2017). Podatkov o zastopanosti tega virusa za Slovenijo nismo imeli, zato smo vse vzorce bučevk iz leta 2016 analizirali na CGMMV z ELISA ali s PCR v realnem času. V nobenem izmed analiziranih vzorcev bučevk nismo dokazali CGMMV. V teku so analize dodatnih vzorcev bučevk in vzorcev okoljskih voda z NGS, v katere se lahko virusi sproščajo iz okuženih rastlin, gospodinjskih in industrijskih odpadkov. Na takšen način bomo dobili vpogled v zastopanost različnih virusov na relativno širokem geografskem območju.

4 SKLEPI

Virusi, ki so bili odkriti na vzorcih bučevk v Sloveniji, so ZYMV, CMV in WMV. Poleg teh drugod po svetu gojenje bučevk otežujejo tudi številni drugi virusi. Virusi se razlikujejo po načinu širjenja, krogu gostiteljev, itd., zato je za načrtovanje zatiranja, v smislu preprečevanja širjenja in izkoreninjanja okužb, potrebna natančna določitev povzročitelja bolezni.

5 ZAHVALA

Zahvaljujemo se vzorčevalcem iz Fitosanitarnе inšpekcije in preglednikom z javnim pooblastilom za izvajanje javne službe zdravstvenega varstva rastlin za nabrane vzorce. Raziskave so potekale v okviru Strokovne naloge, ki jo financira Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano. Razvoj NGS, ki smo ga nato uspešno vpeljali v diagnostiko, je bil izveden v okviru ARRS projekta Študij epidemiologije in raznolikosti mikrobnih povzročiteljev bolezni rastlin (L4-5525). Analize na CGMMV smo izvedli v okviru raziskovalnega programa Biotehnologija in sistemska biologija rastlin.

6 LITERATURA

- Büttner, C., Bandte, M., Echevarria Laza, H.J., Paschek, C., Ulrichs, D., Schwarz, D., Pestemer, W. 2008. Transmission of viruses in soilless cultivation systems. V: 9th International Congress of Plant Pathology, Turin 24-28th August: 1 str.
- DPV. 2017. Descriptions of plant viruses. Antoniw, J., Adams, M. (ur.). Warwick, Commonwealth Mycological Institute/ Association of Applied Biologists. <http://www.dpvweb.net> (6.3.2017): podatkovna baza
- EPPO. 2017. EPPO Global Database. <https://gd.eppo.int> (6.3.2017): podatkovna baza
- Juárez, M., Tovar, R., Fiallo-Olivé, E., Aranda, M.A., Gosálvez, B., Castillo, P., Moriones, E., Navas-Castillo, J. 2014. First detection of *Tomato leaf curl New Delhi virus* infecting zucchini in Spain. *Plant Disease*, 98: 857.
- Koenig, R. 1986. Plant viruses in rivers and lakes. *Advances in Virus Research*, 31: 321-333.
- Koike, S.T., Gladders, P., Paulus, A.O. 2007. *Vegetable diseases. A colour handbook*. London, Manson Publishing Ltd: 448 str.
- Kone, D., Ake, S., Abo, K., Soro, S., N'Guessan, C.A., Wipf-Scheibel, C., Chandeysson, C., Desbiez, C., Lecoq, H. 2010. First report of *Zucchini yellow mosaic virus* in cucurbits in Ivory Coast. *Plant disease*, 94, 11: 1378.
- Liu, H.W., Luo, L.X., Li, J.Q., Liu, P.F., Chen, X.Y., Hao, J.J. 2014. Pollen and seed transmission of *Cucumber green mottle mosaic virus* in cucumber. *Plant Pathology*, 63: 72-77.
- López, C., Ferriol, M., Belén Picó, M. 2015. Mechanical transmission of *Tomato leaf curl New Delhi virus* to cucurbit germplasm: selection of tolerance sources in *Cucumis melo*. *Euphytica*, 204: 679-691.
- Mehle, N., Ravnikar, M. 2012. Plant viruses in aqueous environment: survival, water mediated transmission and detection. *Water Research*, 46, 16: 4902-4917.
- Panno, S., Iacono, G., Davino, M., Marchione, S., Zappardo, V., Bella, P., Tomassoli, L., Accotto, G.P., Davino, S. 2016. First report of *Tomato leaf curl New Delhi virus* affecting zucchini squash in an important horticultural area of southern Italy. *New Disease Reports*, 33: 6.
- Piazzolla, P., Castellano, M.A., De Stradis, A. 1986. Presence of plant viruses in some rivers of southern Italy. *Journal of Phytopathology*, 116: 244-246.
- Ravnikar, M., Gregur, L., Mehle, N. 2017. Virus pegavosti in uvelosti paradižnika resno ogroža pridelavo vrtnin ter gojenje okrasnih rastlin v Sloveniji. V: Izvlečki referatov z 13. slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin z mednarodno udeležbo, Rimske toplice, 7.-8. marec 2017. Ljubljana, Društvo za varstvo rastlin Slovenije: 31-32.
- Reingold, V., Lachman, O., Belausov, E., Koren, A., Mor, N., Dombrovsky, A. 2016. Epidemiological study of Cucumber green mottle mosaic virus in greenhouses enables reduction of disease damage in cucurbit production. *Annals of Applied Biology*, 168: 29-40.
- Ruiz, M.L., Simón, A., Velasco, L., García, M.C., Janssen, D. 2015. First report of *Tomato leaf curl New Delhi virus* infecting tomato in Spain. *Plant Disease*, 99: 894.
- Spadotti, D.M.A., Wassano, D.T., Rezende, J.A.M., Camargo, L.E.A., Inoue-Nagata, A.K. 2015. Biological and molecular characterization of Brazilian isolates of Zucchini yellow mosaic virus. *Scientia Agricola*, 72, 2: 187-191.
- Tesoriero, L.A., Chambers, G., Srivastava, M., Smith, S., Conde, B., Tran-Nguyen, L.T.T. 2016. First report of cucumber green mottle mosaic virus in Australia. *Australasian Plant Disease Notes*, 11: 1.
- Tian, T., Posis, K., Maroon-Lango, C. J., Mavrodieva, V., Haymes, S., Pitman, T.L., Falk, B.W. 2014. First Report of *Cucumber green mottle mosaic virus* on Melon in the United States. 2014. *Plant disease*, 98, 8: 1163.
- Trkulja, V., Jošić Kovačić, D., Mihić Salapura, J., Stanković, I., Vučurović, A., Bulajić, A., Krstić, B. 2014. First Report of Zucchini yellow mosaic virus in Watermelon in Bosnia and Herzegovina. *Plant Disease*, 98, 6: 858.
- Zitter, T.A., Hopkins, D.L., Thomas, C.E. 1998. *Compendium of cucurbit diseases*. ZDA, APS Press: 87 str.

DOMORODNI PARAZITOIDI KOSTANJEVE ŠIŠKARICE (*Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu) IN OSTALIH ŠIŠKARIC V SLOVENIJI (2010-2016)

Katarina KOS¹, George MELIKA², Franci Aco CELAR³

^{1,3}Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Ljubljana

²National Food Chain Safety Office, Plant Health and Molecular Biology Laboratory
Directorate of Plant Protection

IZVLEČEK

Naravni sovražniki so pogosto edini učinkovit način naravnega in umetno spodbujenega omejevanja populacij škodljivih organizmov. Vendar pa so domorodni naravni sovražniki pogosto premalo učinkoviti v boju z invazivnimi tujerodnimi škodljivimi vrstami. Tako je tudi v primeru kostanjeve šiškarice (*Dryocosmus kuriphilus*) v Evropi. V letih 2010-2016 smo poleg kostanjeve šiškarice vzorčili tudi šiške ostalih os šiškaric, predvsem na hrastih in šipkih. Našli smo številne vrste domorodnih parazitoidov, ki so se pojavljale tako na kostanjevi, kot tudi na ostalih šiškaricah. Na kostanjevi šiškarici smo v sedmih letih našli in določili 35 vrst domorodnih parazitoidov in tujerodno vrsto *Torymus sinensis*, na šipkovi in hrastovih šiškaricah pa je bilo potrjenih le 33 domorodnih vrst parazitoidov.

Ključne besede: ose šiškarice, hrast, kostanj, domorodni parazitoidi, Slovenija

ABSTRACT

NATIVE PARASITOIDS OF CHESTNUT GALL WASP (*Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu) AND OTHER CYNIPIDS IN SLOVENIA (2010-2016)

Natural enemies are often the only efficient method how to naturally or artificially reduce the populations of pest species. However, native natural enemies are often inefficient regarding invasive alien pests. And this is also the case of Chestnut gall wasp - CGW (*Dryocosmus kuriphilus*) in Europe. From 2010-2016 galls from CGW and other Cynipid wasps (on oaks and roses) were sampled in order to find native parasitoids and their relations among the hosts. On CGW 35 native parasitoid species were found and one alien species (*Torymus sinensis*), meanwhile on rose and oak galls there were 33 native and no alien species.

Key words: Cynipid wasps, oak, chestnut, native parasitoids, Slovenija

1 UVOD

¹ doc. dr., Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana, e-pošta: katarina.kos@bf.uni-lj.si

² dr., Budaörsi u. 141-145, H-1118 Budapest, Hungary

³ izr. prof., dr., Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana

Rastlinske šiške (cecidiji) so zelo številčne, pogoste in splošno razširjene. Nastanejo kot rezultat napada parazita, ko se izredno poveča število rastlinskih celic, ali pa se te nenormalno povečajo. Najbolj raznolike in kompleksne so ravno šiške os šiškaric iz družine Cynipidae (Darlington, 1968). V svetu je znanih okoli 1000 vrst os šiškaric, od tega je kar 26 rodov os zastopanih na hrastih (Melika in Abrahamson, 2001). Združba os, ki jih najdemo v hrastovih šiškah, vključuje pleme Cynipini, ki oblikujejo šiške, številne prisklednike iz družine Cynipidae in številne parazitoide (Hymenoptera, Chalcidoidea), ki parazitirajo ose šiškarice, inkviline in druge parazitoide. Priskledniki so izgubili sposobnost oblikovanja šišk, vendar pa lahko še vedno bolj ali manj vplivajo na morfologijo gostiteljske šiške (Askew in sod., 2013). Kostonjeva šiškarica je v svetu najpomembnejši škodljivec na vrstah z rodu *Castanea*. Izmenjava kultivarjev kostonja med gojitelji in partenogenetsko razmnoževanje škodljivca sta omogočila hitro širjenje kostonjeve šiškarice v Aziji, Severni Ameriki in Evropi. Velika škoda nastaja v travniških in intenzivnih nasadih kostonja, saj lahko napad zmanjša pridelek plodov za 50-75 %, tudi do 85 % (Bosio in sod., 2013), ob močnem napadu pa je zmanjšana vitalnost drevesa, prirast lesa, takšno drevo lahko celo propade.

Raziskave, povezane z iskanjem domorodnih naravnih sovražnikov kostonjeve šiškarice, potekajo tudi v sosednjih državah (Italija, Hrvaška), kjer imajo podobne rezultate kot pri nas (Kos in Melika, 2015; Kos in sod., 2015; Matošević in sod., 2014, Melika in sod., 2013, 2014; Kriston in sod. 2014; Panzavolta in sod., 2013). Domorodni parazitoidi hrastovih šiškaric so se deloma prilagodili novemu gostitelju, vendar je njihovo učinkovitost parazitiranja oz. njihovo prilagodljivost potrebno še raziskati, ocenjena pa je na manj kot 2 % (rezultati naših raziskav in Aebi in sod., 2007). V posameznih letih lahko parazitiranost doseže tudi večjo učinkovitost, do 10 %, vendar ta naslednje leto drastično pade (tudi pod 1 %) (Francati in sod. 2015). Do leta 2014 smo na kostonjevi šiškarici potrdili že 32 vrst domorodnih parazitoidov iz 6 družin (Kos in Melika, 2015) in 19 vrst na šiškah hrastov ter šipkov (Kos in sod., 2015). Doslej je edina dovolj učinkovita vrsta, ki lahko zmanjša škodo in drži škodljivca pod pragom gospodarske škode vsaj večino let, tujerodna vrsta *Torymus sinensis* Kamijo. Ta je bila v Slovenijo vnesena v letih 2015 in 2016 s strani KGZS Nova Gorica in Zavoda za gozdove Slovenije na podlagi posebnih dovoljenj za vnos te vrste (UVHVVR, 2015,2016).

V prispevku predstavljamo skupino parazitoidov, ki smo jih našli na kostonjevi šiškarici in na ostalih osah šiškaricah na hrastih in šipku.

2 MATERIAL IN METODE

V letih 2010-2016 smo vzorčili stare (šiške, ki so nastale v preteklem letu) in novonastale šiške kostonjeve šiškarice in šiške na hrastih in šipku na lokacijah po celi Sloveniji. V vseh teh letih smo vzorčili šiške kostonjeve šiškarice na več kot 40. lokacijah po Sloveniji, nekatere so ostale stalne lokacije, kjer vzorčimo že vsaj 4 leta, pozneje pa so bile dodane še lokacije, kjer je bil izpuščen parazitoid *T. sinensis*. Šiške smo hranili ločeno glede na vrsto/obliko šiške in spremljali izlet os. Izletele ose smo

shranili v 96 % etanolu in jih poslali v identifikacijo dr. Georgeu Meliki (National Food Chain Safety Office, Plant Health and Molecular Biology Laboratory Directorate of Plant Protection, Budimpešta, Madžarska).

3 REZULTATI

V sedmih letih vzorčenja smo uspeli najti 35 vrst domorodnih parazitoidov, ki so kostanjevo šiškaričo sprejeli kot alternativnega gostitelja (preglednica 1) in tujerodno vrsto *T.sinensis*, ki pa je bila najdena tudi že pred prvim izpustom leta 2015 v Sloveniji.

Preglednica 1: Seznam vrst parazitoidov, najdenih na kostanjevi šiškariči v Sloveniji v obdobju 2010-2016.

1	<i>Aprostocetus biorrhizae</i>	19	<i>Mesopolobus fasciiventris</i>
2	<i>Aprostocetus aethiops</i>	20	<i>Mesopolobus sericeus</i>
3	<i>Aprostocetus glandicola</i>	21	<i>Mesopolobus tarsatus</i>
4	<i>Aulogymnus skianeuros</i>	22	<i>Mesopolobus tibialis</i>
5	<i>Baryscapus sp.</i>	23	<i>Ormyrus nitidulus</i>
6	<i>Cecidostiba fungosa</i>	24	<i>Ormyrus pomaceus</i>
7	<i>Cecidostiba semifascia</i>	25	<i>Pediobius saulius</i>
8	<i>Eupelmus annulatus</i>	26	<i>Sycophila biguttata</i>
9	<i>Eupelmus rostratus</i>	27	<i>Sycophila flavicollis</i>
10	<i>Eupelmus splendens</i>	28	<i>Sycophila iracemae</i>
11	<i>Eupelmus urozonus</i>	29	<i>Sycophila variegata</i>
12	<i>Eupelmus (=Macroneura) vesicularis</i>	30	<i>Torymus auratus</i>
13	<i>Eurytoma brunniventris</i>	31	<i>Torymus flavipes</i>
14	<i>Eurytoma pistacina</i>	32	<i>Torymus formosus</i>
15	<i>Megastigmus dorsalis</i>	33	<i>Torymus geranii</i>
16	<i>Megastigmus dumicola</i>	34	<i>Torymus notatus</i>
17	<i>Mesopolobus albitarsus</i>	35	<i>Torymus scutellaris</i>
18	<i>Mesopolobus amaenus</i>	36	<i>Torymus sinensis</i> *

Skupaj smo na kostanju, hrastih in šipku našli 48 vrst parazitoidov (47 domorodnih in 1 tujerodno vrsto). 25 vrst domorodnih parazitoidov smo našli tako na kostanjevi šiškariči, kot tudi na kompleksu hrastovih šišk (preglednica 2). O kompleksu govorimo, saj so poleg hrastovih šiškarič, ki tvorijo šiško, zastopani tudi inkvilini, ki so sami pogosto tudi lahko gostitelji parazitoidnih vrst. V hrastovih šiškah smo našli 5 vrst prisklednikov iz družine Cynipidae (*Synergus gallaepomiformis*, *Synergus pallidipennis*, *Synergus thaumacerus*, *Synergus umbraculus*, *Ceroptres cerri*), na šipku le eno vrsto (*Periclistus brandtii*). Na 34 vrstah določenih hrastovih šiškarič, na socvetjih in v brstih hrasta, je bilo tudi 34 vrst parazitoidov iz 5 družin (Eulophidae, Eupelmidae, Eurytomidae, Pteromalidae in Torymidae) in 13 rodov (*Aprostocetus*, *Aulogymnus*, *Baryscapus*, *Cecidostiba*, *Chalcimerus*, *Eupelmus*, *Eurytoma*,

Megastigmus, *Mesopolobus*, *Ormocerus*, *Ormyrus*, *Sycophila* in *Torymus*). Kot kaže je kompleks os na šipku izredno samosvoj, saj smo na šipkarici (*Diplolepis rosae*) poleg posebnega inkvilina, našli tudi 3 vrste domorodnih parazitoidov (*Eurytoma rosae*, *Glyphomerus stigma* in *Torymus bedeguaris*), ki jih nismo našli ne na kostanju in tudi ne na hrastih. Kar 11 vrst domorodnih parazitoidov smo našli le na kostanjevi šiškarici, ki pa so privzeli kostanjevo šiškarico kot alternativno gostiteljsko vrsto in jih tako lahko pričakujemo v vzorcih hrastovih šiškaric.

Preglednica 2: Seznam vrst parazitoidov najdenih v Sloveniji glede na gostitelja (zastopane na kostanju in hrastih – 25 vrst, **krepko: zastopane le na kostanju – 11 vrst**, *zastopane le na hrastu – 9 vrst, **zastopane le na šipku – 3 vrste.

1	<i>Aprostocetus aethiops</i>	25	<i>Mesopolobus fasciventris</i>
2	<i>Aprostocetus biorrhizae</i>	26	<i>Mesopolobus fuscipes</i> *
3	<i>Aprostocetus glandicola</i>	27	<i>Mesopolobus mediterraneus</i> *
4	<i>Aulogymnus skianeuros</i>	28	<i>Mesopolobus sericeus</i>
5	<i>Aulogymnus trilineatus</i> *	29	<i>Mesopolobus tarsatus</i>
6	<i>Baryscapus pallidae</i>	30	<i>Mesopolobus tibialis</i>
7	<i>Cecidostiba atra</i> *	31	<i>Ormocerus latus</i> *
8	<i>Cecidostiba fungosa</i>	32	<i>Ormyrus nitidulus</i>
9	<i>Cecidostiba saportai</i> *	33	<i>Ormyrus pomaceus</i>
10	<i>Cecidostiba semifascia</i>	34	<i>Pediobius saulius</i>
11	<i>Chalcimerus borceai</i> *	35	<i>Sycophila biguttata</i>
12	<i>Eupelmus annulatus</i>	36	<i>Sycophila flavicollis</i>
13	<i>Euplemus rostratus</i>	37	<i>Sycophila iracemae</i>
14	<i>Eupelmus splendens</i>	38	<i>Sycophila variegata</i>
15	<i>Eupelmus urozonus</i>	39	<i>Torymus auratus</i>
16	<i>Eupelmus(=Macroneura) vesicularis</i>	40	<i>Torymus bedeguaris</i> **
17	<i>Eurytoma brunniventris</i>	41	<i>Torymus erucarum</i> *
18	<i>Eurytoma pistacina</i>	42	<i>Torymus flavipes</i>
19	<i>Eurytoma rosae</i> **	43	<i>Torymus formosus</i>
20	<i>Glyphomerus stigma</i> **	44	<i>Torymus geranii</i>
21	<i>Megastigmus dorsalis</i>	45	<i>Torymus nobilis</i> *
22	<i>Megastigmus dumicola</i>	46	<i>Torymus notatus</i>
23	<i>Mesopolobus albitarsus</i>	47	<i>Torymus scutellaris</i>
24	<i>Mesopolobus amaenus</i>	48	<i>Torymus sinensis</i>

4 SKLEPI

Favna domorodnih parazitoidov kostanjeve šiškarice je v Sloveniji izredno pestra, tudi v primerjavi z rezultati raziskav iz sosednjih držav (Aebi in sod., 2006, 2007; Askew in sod., 2013, Colombari in Battisti, 2016; Matošević in sod., 2014, Melika in sod., 2013, 2014; Kriston in sod. 2014; Panzavolta in sod. 2013; Quacchia in sod.

2012). Ta pestrost pa se navezuje na pestrost favne hrastovih in ostalih os šiškarič pri nas, njihovih inkvilinov in parazitoidov.

Kljub velikemu številu že potrjenih vrst domorodnih parazitoidov na vseh večjih gostiteljih šiškarič pri nas pa lahko v naslednjih letih pričakujemo še dodatne potrditve parazitoidov. Nekaj na račun potrjenih vrst v sosednjih državah (neobjavljeni podatki iz Hrvaške in Madžarske), nekaj pa še tudi glede na število vrst na hrastih. Kar 11 vrst parazitoidov smo našli le na kostanju, tako da jih vsaj nekaj pričakujemo tudi v vzorcih hrastovih šiškarič v prihodnjih letih. Poseben kompleks predstavljajo šiške na šipku, saj se tamkajšnji gosti šišk ne pojavljajo na šiškah hrastov in kostanja.

Pričakujemo lahko, da bo prispela in vnesena tujerodna vrsta *T. sinensis* uspešno sobivala s kostanjevo šiškaričo ter tako opravila svojo nalogo pri ohranjanju populacij tega škodljivca pod pragom gospodarske škode. Svoj del, predvsem pri novonastalih šiškah, pa bodo s parazitiranjem opravile tudi domorodne vrste.

5 ZAHVALA

Za finančno pomoč pri izvedbi raziskav se zahvaljujemo Upravi za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin v okviru Ministrstva za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano.

6 LITERATURA

- Aebi, A., Schönrogge, K., Melika, G., Alma, A., Bosio, G., Quacchia, A., Picciau, L., Abe, Y., Moriya, S., Yara, K., Seljak, G. & Stone, G.N. 2006. Parasitoid recruitment to the globally invasive chestnut gall wasp *Dryocosmus kuriphilus*. In: Ozaki, K., Yukawa, J., Ohgushi, T. & Price, P.W. (Eds) Gallings arthropods and their associates; ecology and evolution). Springer, Tokyo, pp. 103–122.
- Aebi, A., Schönrogge, K., Melika, G., Quacchia, A, Alma, A. & Stone, G.N. 2007. Native and introduced parasitoids attacking the invasive chestnut gall wasp *Dryocosmus kuriphilus*. OEPP/EPPO, Bulletin, 37, 166–171.
- Askew R.R., Melika G., Pujade-Villar J., Schonrogge K., Stone G.N., Nieves-Aldrey J.L. 2013. Catalogue of parasitoids and inquiline in cynipid oak galls in the West Palaearctic. Zootaxa 3643 (1): 001–133
- Bosio G., Armando M. in Moriya S. 2013. Verso il controllo biologico del cinipide del castagno. Colombari F. in Battisti A. 2016. Native and introduced parasitoids in the biocontrol of *Dryocosmus kuriphilus* in Veneto (Italy). Bulletin OEPP/EPPO Bulletin (2016) 46 (2), 275–285
- Darlington A. 1968. The pocket encyclopedia of plant galls in colour. Blandford press, London, UK. 191 str.
- Francati S., Alma A., Ferracini C., Pollini A., Dindo M.L. 2015. Indigenous parasitoids associated with *Dryocosmus kuriphilus* in a chestnut production area of Emilia Romagna (Italy). Bulletin of Insectology 68 (1): 127-134.
- Kos K., Melika G. 2015. Kostanjeva šiškariča – kakšni so obeti za reševanje problematike v Sloveniji? V: Zbornik predavanj in referatov 12. Slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin z mednarodno udeležbo. Ptuj, 3.-4. Marec 2015. 248-256.
- Kos K., Kriston E., Melika G. 2015. Invasive chestnut gall wasp *Dryocosmus kuriphilus* (Hymenoptera: Cynipidae), its native parasitoid community and association with oak gall wasps in Slovenia. Eur. J. Entomol. 112(4): 698–704
- Kriston E., Matošević D., Kos K., Seljak G., Bosio G., Quacchia A., Krizbai L., Bozsó M., Csóka G., Melika G. 2014. Native parasitoid assemblages of chestnut gallwasp, *Dryocosmus kuriphilus* (Hym.: Cynipidae) in Europe. VII Congress on plant protection, Zlatibor (Serbia), 24-28 November 2014.

- Matošević D., Quacchia A., Kriston E., Melika G. 2014. Biological Control of the Invasive *Dryocosmus kuriphilus* (Hymenoptera: Cynipidae) - an Overview and the First Trials in Croatia. SEEFOR 5 (1): 3-12, DOI: <http://dx.doi.org/10.15177/seefor.14-05>
- Melika G., Matošević D., Kos, K., Bosio G., Kriston E., Krizbai L., Bozsó M., Csóka G., Péntes Zs., Quacchia A. 2013. Native Parasitoids attacking the Chestnut Gallwasp, *Dryocosmus kuriphilus* (Hymenoptera: Cynipidae), across Italy – Slovenia – Croatia – Hungary. II. European Congress On Chestnut, 09-12. October, 2013, Debrecen-Baia Mare-Modry Kamen.
- Melika, G., Matošević, D., Kos, K., Bosio, G., Kriston, E., Krizbai, L., Bozsó, M., Csóka, G., Péntes, Zs., Quacchia, A. 2014. Native parasitoid recruitment to chestnut gallwasp, *Dryocosmus kuriphilus* (Hymenoptera: Cynipidae), across Italy, Slovenia, Croatia and Hungary. 8th International Congress of Hymenopterists 20-25 July 2014, Cusco (Peru)
- Melika G., Abrahamson, W.G. 2001. Review of the world genera of oak Cynipid wasps. V: Parasitic Wasps. Evolution, Systematics, Biodiversity and Biological Control (Ur. Melika in Thuroczy). International Symposium, 14-17 May 2001, Kozseg, Hungary : 150-190.
- Panzavolta T, Bernardo U, Bracalini M, Cascone P, Croci F, Gebiola M. 2013. Native parasitoids associated with *Dryocosmus kuriphilus* in Tuscany, Italy. Bulletin of Insectology 66, 195–201.
- Quacchia, A., Ferracini, C., Nicholls, J.A., Piazza, E., Saladini, M.A., Tota, F., Melika, G. & Alma, A. 2012. Chalcid parasitoid community associated with the invading pest *Dryocosmus kuriphilus* in north-western Italy. Insect Conservation and Diversity, 6, 1–10.
- UVHVVR – Uprava za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin. 2015. Dovoljenje za vnos in uporabo tujerodne vrste *Torymus sinensis* Kamijo za namen biotičnega zatiranja kostanjeve šiškarice *Dryocosmus kuriphilus*. Izdano dne: 18.2.2015
- UVHVVR – Uprava za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin. 2016. Dovoljenje za vnos in uporabo tujerodne vrste *Torymus sinensis* Kamijo za namen biotičnega zatiranja kostanjeve šiškarice *Dryocosmus kuriphilus*. Izdano dne: 30.3.2016

SIMULACIJA POTENCIALNEGA ŠIRJENJA BOROVEGA SMOLASTEGA RAKA (*Fusarium circinatum*) V SLOVENIJI

Nikica OGRIS¹

Gozdarski inštitut Slovenije, Ljubljana

IZVLEČEK

Gliva *Fusarium circinatum* povzroča bolezen borov, ki jo po značilnih rakastih razjedah na deblu in vejah ter obilnem izcejanju smole imenujemo borov smolasti rak. Podnebne razmere za ustalitev bolezni v Sloveniji so ustrezne in njeni gostitelji so zelo razširjeni, zato obstaja veliko tveganje njenega vnosa in širjenja. Njeno širjenje in verjetnost naselitve v Sloveniji smo simulirali z modelom, ki so ga razvili Mõykkynen *et al.* (2015) v obliki računalniške aplikacije. Model je stohastičen celičen avtomat, pri katerem lahko uporabnik nastavi vrsto vhodnih parametrov (gostitelji, ekoklimatski indeks, začetne lokacije širjenja in datoteko z osnovnimi parametri). Rezultat modela je karta tveganja, ki nam poda verjetnost, da se je bolezen razširila na določeno lokacijo do določenega časa. Prostorska ločljivost modela je 1 km × 1 km. Širjenje bolezni smo simulirali iz štirih lokacij (Muta, Prestranek, Koper in Tolmin) v obdobju 20 let. Simulacijo smo ponovili 10-krat. Izračunali smo ekoklimatski indeks za *F. circinatum* na območju Slovenije, ki je bil optimalen samo na 0,6 %, ustrezen na 28 % in neustrezen na 45,7 % površine Slovenije. V simulacijah se je borov smolasti rak v 20 letih razširil na 47,1 % modelskih celic, kjer se pojavljajo gostitelji. Iz Mute bi se bolezen razširila do Brnika na zahodu in do Ljutomera na vzhodu, tj. 65–85 km od izhodišča, kar v povprečju pomeni 3,3–4,3 km/leto. Najhitreje širjenje borovega smolastega raka je bilo v prvih 5–7 letih, ko se je okužilo 20,7 % modelskih celic. Uporabnost modela se bo pokazala predvsem v primeru, ko bo škodljivi organizem vnesen v Slovenijo. Takrat bomo lahko model ponovno zagnali in simulirali verjetnost širjenja iz dejanske točke vnosa, kar nam bo lahko v pomoč pri postavitvi prioritetenih območjih, kjer naj se intenzivirajo fitosanitarni pregledi in ostali ukrepi proti zaustavljanju ter izkoreninjanju tega škodljivega organizma.

Ključne besede: model, simulacija, ekoklimatski indeks, *Gibberella circinata*, Slovenija

ABSTRACT

THE SIMULATION OF POTENTIAL SPREAD OF PINE PITCH CANKER (*Fusarium circinatum*) IN SLOVENIA

¹ dr., Večna pot 2, SI-1000 Ljubljana, e-pošta: nikica.ogris@gozdis.si

The fungus *Fusarium circinatum* causes pine pitch canker disease. Climatic conditions for the disease establishment in Slovenia are favourable and its' hosts are widespread, therefore, there is high risk of its' introduction and spread. We simulated potential spread and probability of the disease establishment in Slovenia with a model, that was developed by Möykkynen *et al.* in the form of computer application. The model is stochastic cellular automata, where a user can control number of input parameters (hosts, ecoclimatic index, introduction locations and a file with basic model settings). A result of the model is a risk map that shows probability that the pathogen has reached a certain location by certain year. The spatial resolution of the model is 1 km × 1 km. We simulated the disease spread from four locations (Muta, Prestranek, Koper and Tolmin) in the period of 20 years. The simulation was repeated 10 times. We calculated ecoclimatic index for *F. circinatum* in Slovenia, that was optimal on 0.6 %, suitable on 28 %, and unsuitable on 45.7 % of the whole area of Slovenia. The pine pitch canker has spread in 47.1 % of model cells in 20 years of the simulations. The disease would spread from Muta to Brnik on the west and to Ljutomer on the east, i.e. 65–85 km from the introduction point, i.e. the average spread rate was 3.3–4.3 km/year. The fastest spread of the pine pitch canker was in the first 5–7 years of the simulations, when 20.7 % of suitable model cells were infected. An applicability of the model will be best demonstrated in a case, when the fungus will be actually introduced into Slovenia. Then we will be able to run the model again to simulate the probability of the spread from actual introduction location. This will enable to plan priority locations for phytosanitary surveys and other measures for limiting further spread and eradication of the disease accordingly.

Key words: model, simulation, ecoclimatic index, *Gibberella circinata*, Slovenia

1 UVOD

Borov smolasti rak je bolezen borov, ki ga povzroča gliva *Fusarium circinatum* Nirenberg & O'Donnell. V Evropski skupnosti je bolezen regulirana z Odločbo Komisije o začasnih nujnih ukrepih za preprečevanje vnosa glive *Gibberella circinata* Nirenberg & O'Donnell v Skupnost in njenega širjenja v Skupnosti (2007/433/ES) (Ogris *et al.*, 2015).

Gliva verjetno izvira iz Severne Amerike. Bolezen so prvič ugotovili leta 1946 v Severni Karolini v ZDA, nato v Kaliforniji (1986), na Japonskem (1990), v Južni Afriki (1994), Mehiki (1999) in Čilu (2001). V Evropo je bila vnesena na začetku 21. stoletja. Leta 2005 so jo prvič zasledili v Španiji, pozneje pa še v Italiji, Franciji in na Portugalskem. V Italiji in Franciji so jo izkoreninili.

Okužuje bore (*Pinus* spp.) in navadno ameriško duglazijo (*Pseudotsuga menziesii*). Duglazija je pomembna za prenos bolezni, vendar se na njej poškodbe ne pojavljajo.

Gliva *F. circinatum* okužuje borovo skorjo in povzroča njeno odmiranje, smolenje in nastanek raka. Okužba se opravi z makrokonidiji in/ali mikrokonidiji, ki jih prenaša veter ali žuželke. Teleomorf (spolna oblika z askosporami) gliva oblikuje le v čisti kulturi, v naravi ga še niso našli. Gliva okuži gostiteljsko drevo samo skozi rano, ne pa tudi skozi nepoškodovano skorjo.

Žuželke imajo pri širjenju borovega smolastega raka dvojni pomen: (1) lahko prenašajo trose, (2) s svojim delovanjem povzročajo rane, skozi katere gliva lahko okuži drevo. Najpogostejši prenašalci konidijev glive *F. circinatum* so naslednje žuželke: *Pityophthorus* spp., *Ips* spp., *Conophthorus* spp., *Ernobius punctulatus*, *Rhyacionia* spp., *Pissodes nemorensis* in *Aphrophora canadensis*.

Za uspešno okužbo je neobhodna vlaga. Borov smolasti rak je pogostejši na lokacijah z večjo zračno vlažnostjo in višjimi temperaturami, kot je npr. priobalna Kalifornija. Okuženi so lahko tudi storži in semena, poleg tega pa so trosi glive tudi na površju semena. Uporaba okuženega semena povzroči poleganje klic in propad sejank.

V oceni tveganja, ki jo je za borov smolasti rak izdelala EFSA (2010), ugotavljajo, da so možnosti za širjenje glive na območju Evropske skupnosti razmeroma velike. Gostitelji glive so razširjeni na celotnem območju skupnosti, tudi podnebne razmere so zlasti na Portugalskem, severu in vzhodu Španije, v južnih in priobalnih predelih Francije in Italije ter v Grčiji ustrezne za razvoj in razmnoževanje glive. Borov smolasti rak v Sloveniji do sedaj še ni bil najden. Podnebne razmere za ustalitev bolezni v Sloveniji so ustrezne in njeni gostitelji so splošno razširjeni, zato predvidoma obstaja veliko tveganje za vnos in širjenje borovega smolastega raka tudi pri nas.

Möykkynen *et al.* (2015) so v okviru projekta ISEFOR (Pukkala in Möykkynen, 2014) razvili simulator širjenja in verjetnosti naselitve borovega smolastega raka v Evropi. Cilj naše raziskave je bil uporabiti njihov model in simulirati širjenje borovega smolastega raka iz štirih točk v Sloveniji.

214

2 MATERIALI IN METODE

Model za simulacijo širjenja in verjetnosti naselitve borovega smolastega raka je celični avtomat, pri katerem lahko uporabnik nastavi vrsto vhodnih parametrov. Model je stohastične narave, kar pomeni, da ena simulacija predstavlja samo eno od možnosti, zato moramo simulacije ponoviti, da dobimo končni rezultat. Rezultat modela je karta tveganja, ki nam poda verjetnost, da se je bolezen razširila na določeno lokacijo do določenega časa. V nadaljevanju podajamo kratek opis simulatorja, detajlni opis modela pa je na voljo v izvirnem prispevku Möykkynen *et al.* (2015).

2.1 Vhodni parametri

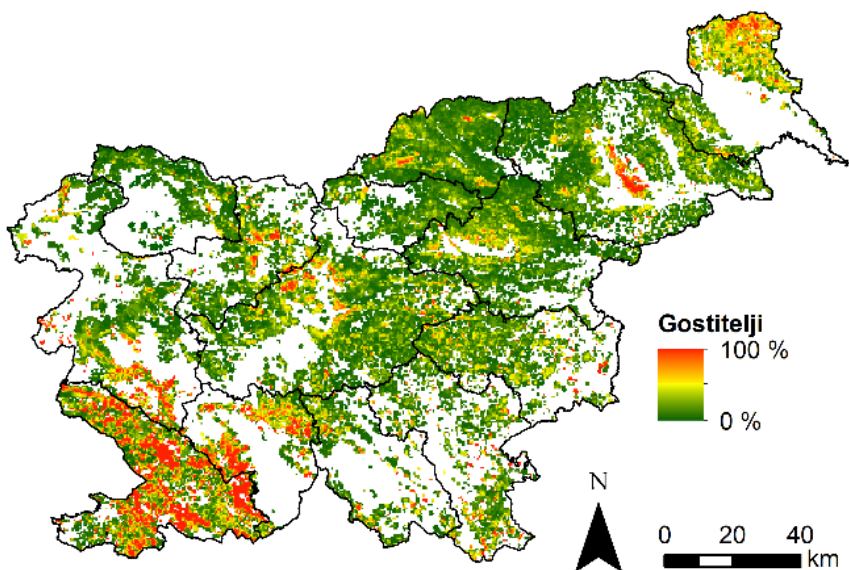
Vhodni parametri za simulator širjenja *F. circinatum* so naslednje spremenljivke: gostitelji, ekoklimatski indeks in vhodne lokacije. Vhodne parametre modela lahko nastavimo v grafičnem uporabniškem vmesniku, kjer nastavimo nazive vhodnih in izhodnih datotek. Poleg slednjih lahko nastavimo tudi število simulacij, število let v posamezni simulaciji in vrednost prvega leta simulacije.

Ločljivost rezultatov modela ISEFOR je privzeto dvakratna ločljivost rastra gostiteljev. Izhodno ločljivost lahko nastavimo v nastavitveni datoteki kot večkratnik izvirne ločljivosti rastra gostiteljev.

2.2 Gostitelji

Pripravili smo karto razširjenosti gostiteljev v ločljivosti 500 × 500 m. Karto razširjenosti gostiteljev smo pripravili na podlagi podatkovne zbirke Gozdni fondi (ZGS, 2015a) in karte gozdnih sestojev (ZGS, 2015b), ki ju ureja Zavod za gozdove Slovenije. Vrednost rastrske celice pomeni delež lesne zaloge gostiteljev v celici (slika 1). Za borov smolasti rak smo upoštevali naslednje gostiteljske rastline: *Pinus nigra*, *Pinus sylvestris*, *Pinus mugo*, *Pinus strobus*, ostali bori in *Pseudotsuga menziesii*. V eni celici lahko nastopa več gozdnih sestojev z različnimi gostitelji. Skupen delež gostiteljev v lesni zalogi modelske celice smo izračunali kot ponderirano vrednost deležev lesne zaloge gostiteljev v gozdnih sestojih, kjer je bila utež površina gozdnega sestoja. Rastrsko mrežo gostiteljev smo uskladili z mrežo podnebnih spremenljivk.

215



Slika 1: Gostitelji borovega smolastega raka (*Fusarium circinatum*) v Sloveniji (izraženo v deležu lesne zaloge v modelski celici) (pripravil N. Ogris, grafična podlaga GGO, ZGS).

2.3 Ekoklimatski indeks (EI)

Ekoklimatski indeks (EI) smo izračunali po metodologiji modela CLIMEX (Kriticos *et al.*, 2015). Nismo uporabili programske opreme CLIMEX, ker je bila prostorska ločljivost produktov preslaba, tj. 10 km × 10 km. Naš cilj je bil izdelati ekoklimatski indeks obravnavanih škodljivih organizmov v ločljivosti 1 km × 1 km. Zato smo uporabili metode in formule modela CLIMEX in razvili svoje algoritme za izračun EI v programskem okolju Microsoft Visual Studio 2015, programskega okvirja Microsoft .NET Framework 4.5 in knjižnice GDAL (2016).

Ekoklimatski indeks vključuje indeks letne rasti (GI_A), ki opisuje potencial rasti populacije, letne strese, ki omejujejo preživetje skozi neugodne razmere in kateri koli omejujoči dejavnik, npr. dolžina sezone rasti, diapavza. Zelo majhno število podnebnij je

100 % ustreznih za razvoj škodljivega organizma skozi celo leto, zato vrednost GI_A redko doseže svoj absolutni potencial, kar posledično omejuje maksimalno vrednost EI. Zato je EI splošna mera za potencial določene lokacije, ki omogoča trajni razvoj populacije obravnavanega organizma.

EI ima vrednosti na intervalu med 0 in 100, kjer vrednosti blizu 0 označujejo lokacijo, ki ni ustrezna za dolgoročno preživetje vrste. EI vrednosti 100 so dosežene samo v konstantnih in idealnih razmerah, kot so npr. v inkubatorjih. EI večji kot 20 predstavlja zelo ustrezno podnebje za preživetje obravnavane vrste.

2.4 Parametri simulacije *Fusarium circinatum*

Poleg gostiteljev in ekoklimatskega indeksa so vhodni parametri še osnovni parametri (preglednica 1) in vhodne lokacije (preglednica 2). Za vhodne lokacije smo izbrali dve gozdni drevesnici v Muti in Prestranku, Luko Koper (mednarodna trgovina) in Tolmin, kjer je ekoklimatski indeks zelo ugoden za razvoj *F. circinatum*.

Preglednica 1: Parametri modela *Fusarium circinatum* (Möykkynen et al., 2015).

Parameter	Vrednost	Vir vrednosti parametra
maksimalna razdalja letenja trosov	1.300 m	literatura
povprečna razdalja letenja trosov	280 m	literatura
maksimalna razdalja transporta sadik iz drevesnic	260 km	spremenljivka
število prenosov trosov na okuženo pošiljko sadik	100	predpostavka, spremenljivka
največja gostota gostiteljev	500 dreves/ha	spremenljivka
število okuženih žuželk na drevo, ki lahko prenesejo bolezen	1	predpostavka
število poskusov napada žuželke, da najde primerno drevo gostitelja	10	predpostavka
maksimalna dolžina leta žuželke	4.500 m	literatura
povprečna dolžina leta žuželke	1.000 m	literatura
število let, ko okuženo drevo ostane okuženo s potencialom nadaljnega širjenja bolezni	5 let	predpostavka

*Vse parametre lahko spreminjamo.

Preglednica 2: Vstopne lokacije *Fusarium circinatum* uporabljene v naši raziskavi.

Kraj	X (m)	Y (m)	Št. prenosov	Prvo leto prenosa	Zadnje leto prenosa
Muta	511930	161740	10	1	20
Prestranek	436900	066800	10	1	20
Koper	402000	046000	10	1	20
Tolmin	403500	116000	10	1	20

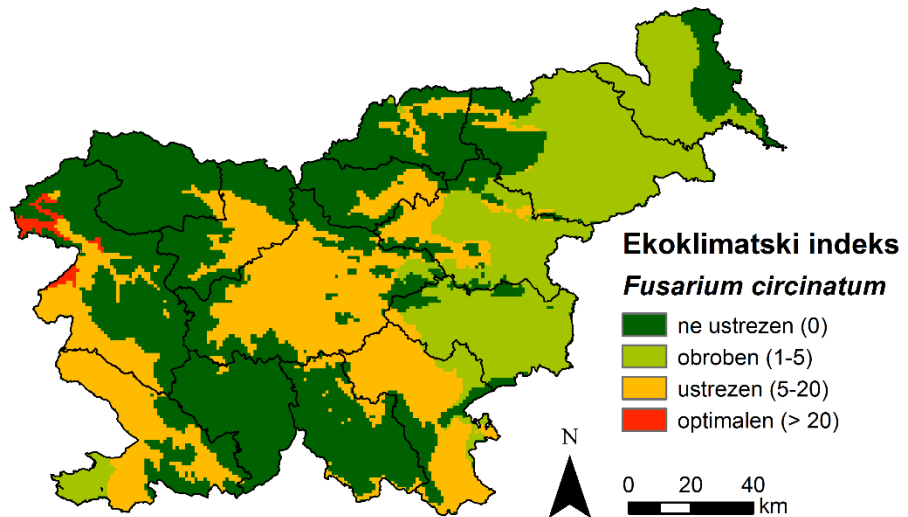
Trajanje simulacije smo nastavili na 20 let. Simulacijo smo ponovili 10-krat. Rezultat je bila karta verjetnosti okužbe s *F. circinatum*. Rezultat simulatorja je bila tudi rastrska karta s prvim letom okužbe, ki omogoča vizualizacijo časovnega poteka širjenja bolezni. Dodaten rezultat je karta, ki prikazuje število okuženih dreves v vsaki celici.

Rezultat simulatorja je tudi podatek o številu dreves, ki lahko širijo bolezen v določenem letu simulacije.

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

Ekoklimatski indeks (EI) za *F. circinatum* je bil optimalen samo na 0,6 % Slovenije in se navezuje na območje Posočja od Bovca do Nove Gorice (slika 2, preglednica 3). Ustrezen EI je pokrival 28 % površine Slovenije in je obsegal predele v zahodni in osrednji Sloveniji razen v vzhodnem in severovzhodnem delu. Največji delež površin z ustreznim EI je bil v GGO Ljubljana, Novo mesto, Sežana in Tolmin. Obrobni EI je obsegal 25,7 % površine Slovenije in je obsegal predele ob morju in vzhodni Sloveniji. Neustrezen EI za *F. circinatum* je obsegal skoraj polovico Slovenije (45,7 %), tj. vse višje ležeče predele kot so Alpe, Karavanke in Dinarsko gorstvo ter predel s celinskim podnebjem, tj. skrajni severovzhodni del. Izračunan EI za *F. circinatum* v Sloveniji je razkril naravno oviro, ki bi lahko preprečila naravno širjenje borovega smolastega raka iz zahodne in jugozahodne Slovenije v notranjost države oz. obratno, tj. Dinarsko gorstvo in Alpe.

217



Slika 2: Ekoklimatski indeks za *Fusarium circinatum* v Sloveniji (pripravil N. Ogris).

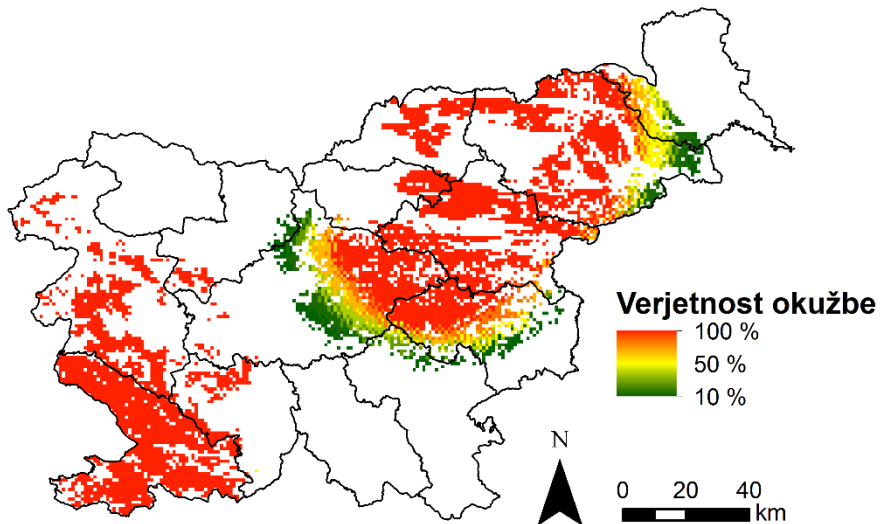
Simulirali smo širjenje *F. circinatum* iz štirih lokacij (Muta, Prestranek, Koper in Tolmin) v obdobju 20 let. Simulacijo smo ponovili 10-krat. V tem času bi se verjetno borov smolasti rak razširil na 47,1 % modelskih celic, kjer se pojavljajo primerni gostitelji (bor in duglazija) (slika 3). Iz Mute se bi bolezen razširila do Brnika na zahodu in do Ljutomera na vzhodu, tj. 65–85 km od izhodišča, kar v povprečju pomeni 3,3–4,3 km/leto. V večjem deležu (75 %) modelskih celic bi do okužbe prišlo zagotovo (100 % verjetnost). Na zahodnem predelu Slovenije, kjer smo predvideli tri

začetna izhodišča širjenja *F. circinatum* (Tolmin, Koper, Prestranek) so imele modelske celice 100 % verjetnost okužbe.

Preglednica 3: Ekoklimatski indeks za *Fusarium circinatum* v Sloveniji v deležu skupne površine.

GGO	Ne ustrezen (EI = 0)	Obroben (EI 1-5)	Ustrezen (EI 5-20)	Optimalen (EI > 20)	Skupaj
BLED	4,7	0,0	0,3	0,0	5,0
BREŽICE	0,8	5,7	0,2	0,0	6,7
CELJE	1,4	4,5	1,7	0,0	7,6
KOČEVJE	5,0	0,0	0,8	0,0	5,8
KRANJ	3,5	0,0	1,9	0,0	5,3
LJUBLJANA	3,9	0,3	8,1	0,0	12,3
MARIBOR	2,2	8,8	0,4	0,0	11,5
MURSKA SOBOTA	2,1	4,5	0,0	0,0	6,6
NAZARJE	2,4	0,0	1,0	0,0	3,4
NOVO MESTO	1,4	1,0	5,2	0,0	7,5
POSTOJNA	5,2	0,0	0,1	0,0	5,3
SEŽANA	2,2	0,9	4,5	0,0	7,5
SLOVENJ GRADEC	3,6	0,0	0,7	0,0	4,4
TOLMIN	7,2	0,0	3,2	0,6	11,0
Skupaj	45,7	25,7	28,0	0,6	100,0

218

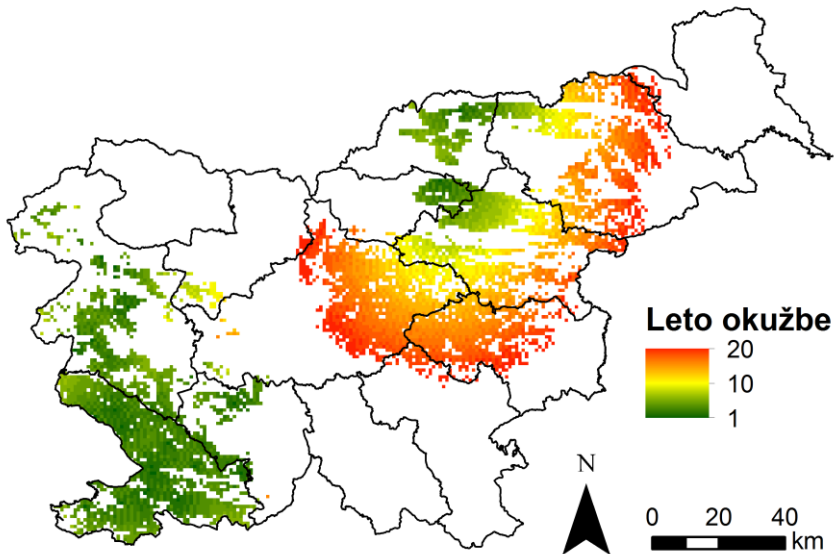


Slika 3: Verjetnost širjenja *Fusarium circinatum* v 20 letih glede na 10 simulacij iz štirih točk (Muta, Prestranek, Koper, Tolmin) (pripravil N. Ogris).

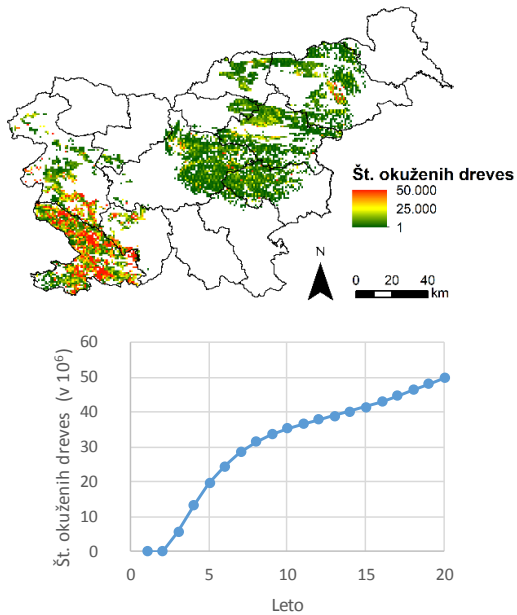
Širjenje iz Mute pa bi modelske celice v 20 letih bile zagotovo okužene v razdalji 55–72 km od izhodišča in le najbolj oddaljeni predeli od izhodišča so imeli manjšo verjetnost okužbe. Na karti verjetnosti okužbe s *F. circinatum* (slika 3) so dobro razvidna območja, kjer bi glede na oddaljenost od izhodišč širjenja moralo priti do okužbe gostiteljev, vendar se to ni zgodilo zaradi neustreznih ekoklimatskih razmer (slika 2), npr. Pohorje, Karavanke, Dinaridi in Alpe.

Najhitreje širjenje borovega smolastega raka je bilo v prvih 5–7 letih (slika 4, slika 6), ko se je okužilo 20,7 % modelskih celic z ustreznimi gostitelji. Delež celic, iz katerih se je *F. circinatum* aktivno širil, je naraščal do 8. leta, ko je dosegel 20,7 % modelskih celic z gostitelji, potem je do 12. leta to število upadlo na 16,6 %, nakar se je počasi ponovno začelo dvigovati in je v 20. letu doseglo 29 % modelskih celic z gostitelji. Število okuženih dreves je strmo naraščalo do sedmega leta simulacije (28×10^6 dreves), potem pa se je položilo in v 20. letu simulacije je bilo okuženih skoraj 50×10^6 dreves (slika 5). V posamezni modelski celici je bilo okuženih do 50.000 dreves, kar je neposreden izraz karte gostiteljev (slika 1) in parametra modela, ki določuje največjo gostoto gostiteljev (v našem primeru 500 dreves/ha, preglednica 1). Število novih prenosov bolezni je doseglo vrhunec že v drugem letu simulacije, ko se je zgodilo skoraj 1600 prenosov, potem pa je število novih prenosov na nova območja pričelo naglo padati in v sedmem letu simulacije jih je bilo še samo 74 (slika 6).

219

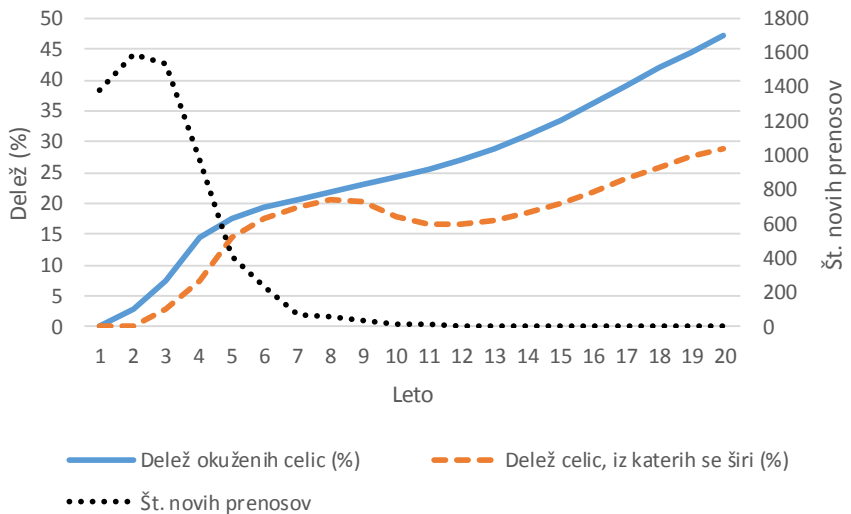


Slika 4: Leto okužbe s *Fusarium circinatum* v 20 letih glede na 10 simulacij iz štirih točk (Muta, Prestranek, Koper, Tolmin) (pripravil N. Ogris).



220

Slika 5: Število okuženih dreves s *Fusarium circinatum* v 20 letih glede na 10 simulacij iz štirih točk (Muta, Prestranek, Koper, Tolmin): karta števila okuženih dreves v 20. letu simulacije (levo), grafikon poteka števila okuženih dreves (desno) (pripravil N. Ogris).



Slika 6: Časovni potek širjenja *Fusarium circinatum* v 20 letih glede na 10 simulacij iz štirih točk (Muta, Prestranek, Koper, Tolmin). Delež se nanaša na delež modelskih celic, kjer se pojavljajo gostitelji.

4 SKLEPI

Ekoklimatski indeks za *F. circinatum* je bil optimalen samo na 0,6 % Slovenije in se navezuje na območje Posočja od Bovca do Nove Gorice. Ustrezen EI je pokrival 28 % površine Slovenije in je obsegal predele v zahodni in osrednji Sloveniji, razen v vzhodnem in severovzhodnem delu. Izračunan EI v Sloveniji je razkril naravno oviro, ki bi lahko preprečila naravno širjenje borovega smolastega raka iz zahodne in jugozahodne Slovenije v notranjost države oz. obratno, tj. Dinarsko gorstvo in Alpe. Simulirali smo širjenje *F. circinatum* iz štirih lokacij (Muta, Prestranek, Koper in Tolmin) v obdobju 20 let. Simulacijo smo ponovili 10-krat. V tem času se bi verjetno borov smolasti rak razširil na 47,1 % modelskih celic, kjer se pojavljajo ustrezni gostitelji (bor in duglazija). Povprečna hitrost širjenja je bila 3,3–4,3 km/leto. Najhitrejša širjenje borovega smolastega raka je bilo v prvih 5-7 letih, ko se je okužilo 20,7 % modelskih celic z ustreznimi gostitelji.

Prednost simulatorja se bo pokazala predvsem v primeru, ko bo škodljivi organizem vnesen v Slovenijo. Takrat bomo lahko model ponovno zagnali in simulirali verjetnost širjenja iz dejanske točke vnosa, kar nam bo lahko v pomoč pri postavitvi prioriteten območij, kjer naj se intenzivirajo fitosanitarni pregledi in ostali ukrepi proti zaustavljanju ter izkoreninjanju borovega smolastega raka.

221

5 ZAHVALA

Raziskava je nastala v okviru projekta Razvoj novih metod detekcije, diagnostike in prognoz za tujerodne gozdu škodljive organizme (V4-1439), delovni sklop 3 Prognozične metode. Projekt sta financirala Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano ter Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije. Projekt je potekal v okviru Raziskovalne/programske skupine za gozdno biologijo, ekologijo in tehnologijo (0404-003).

6 LITERATURA

- EFSA 2010. Risk assessment of *Gibberella circinata* for the EU territory and identification and evaluation of risk management options. EFSA Journal, 8, 6: 1620 (93).
- GDAL 2016. GDAL - Geospatial Data Abstraction Library: Version 1.1.1, Open Source Geospatial Foundation.
- Kriticos, D. J., Maywald, G. F., Yonow, T., Zurcher, E. J., Herrmann, N. I., Sutherst, R. W. 2015. CLIMEX Version 4: Exploring the Effects of Climate on Plants, Animals and Diseases. Canberra, CSIRO: 184 str.
- Möykkynen, T., Capretti, P., Pukkala, T. 2015. Modelling the potential spread of *Fusarium circinatum*, the causal agent of pitch canker in Europe. Annals of Forest Science, 72, 2: 169-181.
- Ogris, N., Piškur, B., Jurc, D. 2015. Borov smolasti rak (teleomorf *Gibberella circinata* Nirenberg & O'Donnell, anamorf *Fusarium circinatum* Nirenberg & O'Donnell; veljavno ime *Fusarium circinatum*). Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije in Uprava za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin: 2.
- Pukkala, T., Möykkynen, T. 2014. Cellular automaton models for selected invasive pests and pathogens. http://www.uef.fi/documents/287336/902833/ModelDescriptionsAllSeven_2014.pdf. Joensuu, University of Eastern Finland.
- ZGS 2015a. Gozdni fondi. Podatkovna zbirka, Zavod za gozdove Slovenije.
- ZGS 2015b. Sestojna karta. Grafični sloj, Zavod za gozdove Slovenije.

NEW FINDINGS OF RUSTS (Pucciniales) ON TREES AND OTHER PLANTS IN SLOVENIA

Barbara PIŠKUR¹, Dušan JURČ²

Gozdarski inštitut Slovenije, Oddelek za varstvo gozdov, Ljubljana

ABSTRACT

Rusts (Pucciniales) are obligate biotrophs, representing one of the largest groups of plant pathogenic fungi and are one of the most economically important pathogens of many native and cultivated plants. Introduction of alien rusts to new environments can lead to large-scale epiphytotic. Their life cycle is complex, requiring usually more than one host to be completed. The taxonomy and identification of rusts is notoriously difficult, and only the implementation of morphological and molecular data can reveal the correct taxonomic emplacement. From 2014 to 2016 trees and other plants with rust infections were sampled. Identifications of rusts were performed based on morphological characteristics and phylogenetical comparisons to reference ITS-rDNA sequences. First official records of alien rust species *Melampsorium hiratsukanum* and *Phragmidium mexicanum* are reported.

Keywords: alien species, *Melampsorium hiratsukanum*, *Phragmidium mexicanum*, phylogeny, rusts, trees

IZVLEČEK

NOVE NAJDBE RIJ (Pucciniales) NA DREVESNIH IN DRUGIH VRSTAH V SLOVENIJI

Rje (Pucciniales) so obligatni biotrofi in predstavljajo največjo skupino glivnih patogenov rastlin, ki povzročajo ekonomske izgube tako pri gojenih kot tudi samoniklih rastlinah. Vnos tujerodnih rij v nova okolja lahko vodi do epifitocij velikih razsežnosti. Življenjski krog rij je zapleten in številne vrste potrebujejo več kot le enega gostitelja. Taksonomija in identifikacija rij je težavna in je pogosto možna le z uporabo tako morfoloških kot molekularnih podatkov. V obdobju od 2014 do 2016 smo vzorčili drevesne in druge rastline z znaki okužb z rjami. Identifikacijo vzorcev rij smo izvedli na podlagi filogenetske primerjave z referenčnimi nukleotidnimi zaporedji regije ITS-rDNA ter z opazovanjem mikromorfoloških struktur urediniospor. V Sloveniji smo tako prvič zabeležili zastopanost tujerodnih vrst rij *Melampsorium hiratsukanum* in *Phragmidium mexicanum*.

¹ dr., Večna pot 2, SI-1000 Ljubljana, e-pošta: barbara.piskur@gozdis.si

² prof. dr., prav tam

Ključne besede: drevesa, filogenija, *Melampsorium hiratsukanum*, *Phragmidium mexicanum*, rje, tujerodne vrste

1 INTRODUCTION

The most comprehensive work about rust fungi and their distribution and hosts in Slovenia is a publication from 19th century (Voss, 1889-1892). Afterwards, few data was published by Janežič (Janežič, 1953; 1955; 1957; 1970), Maček (Maček, 1965; 1968; 1969; 1970; 1974) and in some reports gathered in Public Forestry Service at Slovenian Forestry Institute or by individuals (Jurc, 1995; Jurc in Weber, 2001; Jurc, 2007a; b; Ogris in Jurc, 2008).

From 2014 to 2016 we have performed a survey of rusts connected to woody plants in Slovenia and samples of rusts infecting willows (*Salix* spp.), poplars (*Populus* spp.), adlers (*Alnus* spp.), silver birch (*Betula pendula*) and some other plants (eg. *Potentilla indica*) were collected.

Here we present the phylogenetic based identification of two new rusts for Slovenia, which were found on grey alder (*Alnus incana*) and mock strawberry (*Potentilla indica*). Also, occurrence of species from the genus *Melampsorium* on different hosts in Slovenia is unraveled with this contribution.

223

2 MATERIALS & METHODS

Infected leaves, showing yellow pustules, were collected from *Alnus incana*, *A. glutinosa*, *Betula pendula* (nine locations) and from *Potentilla indica* (one location). Leaves were dried and herbarized and representative specimens were deposited in Mycotheca and Herbarium of Slovenian Forestry Institute (LJF).

Pieces cca. 2 mm × 2 mm were excised from fresh or dried leaves infected with rusts and dipped into liquid propane cooled by liquid nitrogen and followed by lyophilization. Small pieces of leaves were then attached to specimen stubs with carbon conductive tape and affixed with colloidal silver paint. Samples were sputter coated with platinum in a pure argon atmosphere (sputter coater SCD 050, BAL-TEC, Germany). Images were taken randomly at various magnifications with scanning electron microscope JSM-7500F (JEOL, Japan).

Table1. PCR conditions used in this study (Vilgalys in Hester, 1990; White in sod., 1990; Gardes in Bruns, 1993; Moncalvo in sod., 1995; Aime, 2006). All listed primers were used for PCRs and sequencing, except those indicated with (*) were used only for sequencing.

Region	Primers (Sequencing)	Annealing T (°C)
ITS2 & 28S rRNA gene	Rust2inv, LR6, LR0R*, LR3*, LR5*	57
18S rRNA gene	Rust18S-R, NS1	57
18S rRNA gene, ITS1, 5.8S rRNA gene, ITS2 & 28S rRNA gene	ITS1F, ITS4B	60–50 (touch down PCR)

The extraction of DNA, PCR mixtures, sequencing of PCR products and phylogenetic analyses were performed as described by Piškur (2016). The primer combinations and PCR conditions used in this study are listed in Table 1. Sequences were deposited in

GenBank under Accession Numbers LN795901–LN795902 (for *Phragmidium mexicanum*) and KY607916–KY607932 (for *Melampsorium* sp.). Selected sequences were used for BLASTn search at the NCBI website. Additional reference sequences from publicly available databases were included in phylogenetic analyses.

3 RESULTS & DISCUSSION

Phragmidium mexicanum (Mains) H.Y. Yun, Minnis & Aime on *Potentilla indica* (Ljubljana, 30 May 2014, leg. D. Jurc, det. D. Jurc, B. Piškur, LJF5282, GenBank LN795901, LN795902)

The rust infection – small orange pustules of uredinia and brown telia – on the lower side of leaves of *Potentilla indica* have been observed since 2008 in Ljubljana in near vicinity of Slovenian Forestry Institute. Since then, different intensities of fungal infections have been observed every year during growth periods. Uredinia are always present, but telia can be seen only occasionally from spring to autumn on longer infected leaves. We suppose that environmental conditions (ti. long periods of wet weather) delaye withering and dieback of the infected leaves and fungus has thus enough time to form telia.

224

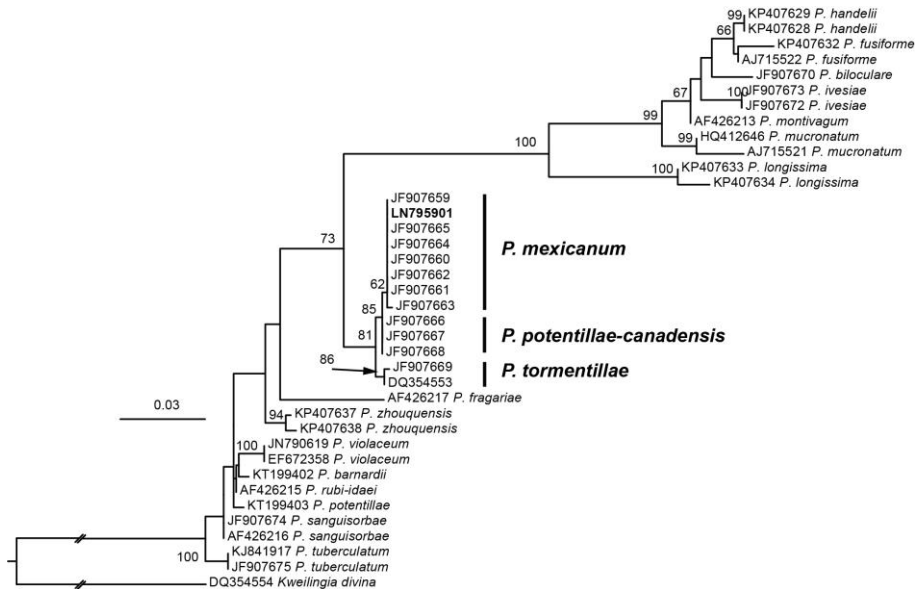


Figure 1: *Phragmidium* – the maximum likelihood tree based on the 28S rDNA dataset. Tree topology was obtained after 1,000 runs. *Kweilingia divina* was selected as an outgroup. The bootstrap values (> 50 %) are indicated at the nodes. Representative sequence from Slovenia is printed in bold.

The closest BLASTn hit for 28S rDNA sequence was sequence *Phragmidium mexicanum* JF907659. Phylogenetic analysis was based only on 591 bp of 28S rDNA

On alders three morphologically similar species from the *Melampsorium* genus can appear: *M. betulinum* (Fr.) Kleb., *M. alni* (Thümen) Dietel, and *M. hiratsukanum*. The first species is believed to be native to Europe and the latter two in Asia (Hantula in sod., 2009). *M. hiratsukanum* has been spreading throughout Europe from around 1996. Species *M. alni* is believed to be restricted to eastern Asia and there are no reports about its presence in Europe (summarized after Hantula in sod., 2009). Alders, infected by *M. hiratsukanum*, can be strongly affected, as was reported from Austria, Italy, and Hungary, resulting in early defoliation already in August (Hantula in Scholler, 2006; Moricca in Maresi, 2010). With phylogenetically (Fig. 2) and morphologically (Fig. 3) based identification we have resolved the *Melampsorium* occurrence in Slovenia.

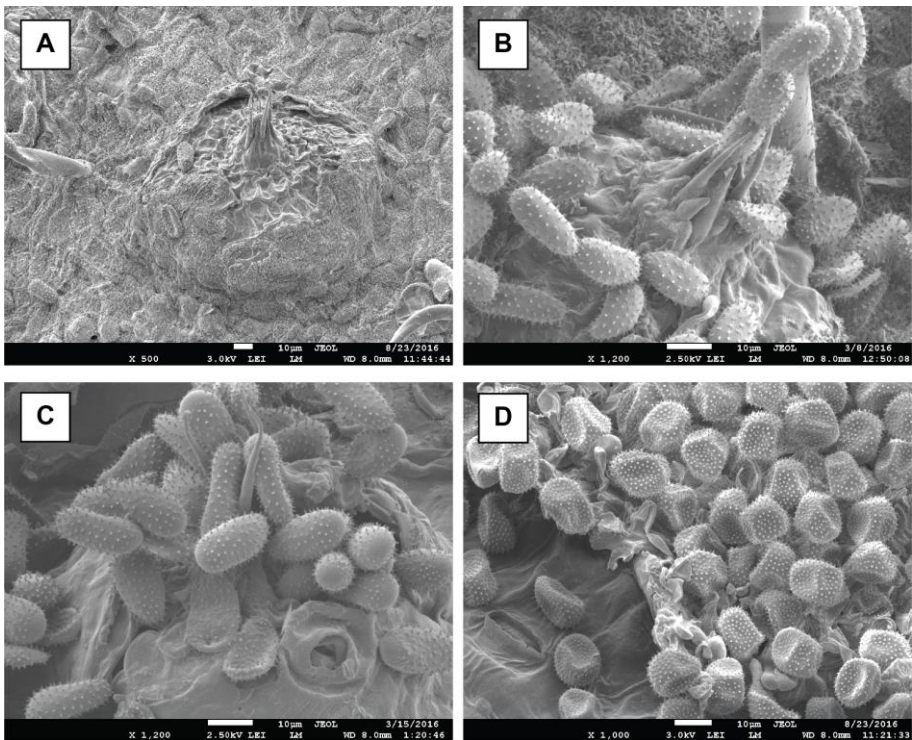


Figure 3: Scanning electron microscopy of: *Melampsorium hiratsukanum* – uredinium, peridial pore with ostiolar spines and urediniospores pressed out in chains. Urediniospores are regulary echinulate, ovoid to ellipsoid, can be arranged in chains (A, B). *M. betulinum* – urediniospores around peridial pore with ostiolar spines. Urediniospores are echinulate, smooth at one end, ovoid to ellipsoid (C). *Phragmidium mexicanum* – part of subepidermal uredinium with peripheral paraphyses and central mass of urediniospores (uniformly echinulate, non-catenulate and globoid) (D).

All rust infected samples of *A. incana* were identified as *M. hiratsukanum*. On *A. glutinosa* and *Betula pendula* only *M. betulinum* was found. Rust *M. alni* was not detected during our survey. This is the first written report of *M. hiratsukanum* in Slovenia.

Human activities, like global trade, are spreading fungi into new environments. Successful rust infection leads to extensive changes in host metabolism and can alter gene expressions in far remote organs of the infected host (Voegelé in sod., 2009). Asexual spores (urediniospores) are produced in massive amounts and their physiology enables a quick and successful adhesion to the host surface (Voegelé in sod., 2009) or to the occasional carriers. 18S ITS rDNA nucleotide sequence (LN795902) from our study showed 100% sequence identity to sequences from fungal clones obtained from swab from human skin on plantar heel (Findley in sod., 2013). This indicates that spores of *P. mexicanum* and other rusts can attach to human skin and can be as such long-distance dispersed. *M. hiratsukanum* is hypothesized to arrive in Europe with contaminated seedlings of ornamental *Alnus* spp. or forest trees and is believed to be spreading in Europe via urediniospores, dispersed by eg. wind (Hantula in Scholler, 2006). The similarity of *Melampsoridium* sequences to some sequences from publicly accessed databases showed that *Melampsoridium* spores can be found in environmental samples, like air samples and indoor house dust.

With this inventory, we got an insight into recent diversity of rusts in Slovenia, and gained diagnostic experience for further work with this challenging fungal group (Piškur, 2016).

227

4 CONCLUSIONS

- Rusts *Melampsoridium hiratsukanum* and *Phragmidium mexicanum* are reported for the first time from Slovenia.
- Rust specimens from *Melampsoridium* and *Phragmidium* can be identified to the species level based on selected gene regions and valuable information can be obtained from SEM microphotographs.
- This study was part of a first comprehensive inventory of rusts on trees in Slovenia.

5 ACKNOWLEDGEMENTS

Study was financially supported by the Slovenian Research Agency through postdoctoral research project Z4-5518: Molecular identification of pathogen-host relations on an example of *Melampsora* rusts in Slovenia. Scanning electron microscopy was performed at infrastructural center „Mikroskopija bioloških vzorcev“ at Department of Biology, University of Ljubljana (Prof Dr Kazimir Drašler) and at Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald (BFW) in Vienna (Martin Brandstetter). Part of genetic and phylogenetic analyses were done at University of Tübingen.

6 REFERENCES

- Aime, M.C. 2006. Towards resolving family-level relationships in rust fungi (Uredinales). *Mycoscience*, 47: 112-122.
- Findley, K., Oh, J., Yang, J., Conlan, S., Deming, C., Meyer, J.A., Schoenfeld, D., Nomicos, E., Park, M., Kong, H.H., Segre, J.A., Comp, N.I.S.C. 2013. Topographic diversity of fungal and bacterial communities in human skin. *Nature*, 498: 367-370.
- Gardes, M., Bruns, T.D. 1993. ITS primers with enhanced specificity for basidiomycetes - application to the identification of mycorrhizae and rusts. *Molecular Ecology*, 2: 113-118.
- Hantula, J., Scholler, M. 2006. NOBANIS - Invasive Alien Species Fact Sheet - *Melampsorium hiratsukanum*. <http://www.nobanis.org> (25.02.2011)
- Hantula, J., Kurkela, T., Hendry, S., Yamaguchi, T. 2009. Morphological measurements and ITS sequences show that the new alder rust in Europe is conspecific with *Melampsorium hiratsukanum* in eastern Asia. *Mycologia*, 101: 622-631.
- Janežič, F. 1953. Drugi prispevek k poznavanju mikološke flore Slovenije. *Biološki Vestnik*, 2: 59-65.
- Janežič, F. 1955. Prispevek k poznavanju mikoflore Slovenije. III. *Biološki Vestnik*, 4: 3-6.
- Janežič, F. 1957. Indeks rastlinskih bolezni v Sloveniji. Zbornik fakultete za agronomijo, gozdarstvo in veterino, 3: 39-86.
- Janežič, F. 1970. Dodatek k indeksu rastlinskih bolezni v Sloveniji. Zbornik Biotehniške fakultete, 17: 77-87.
- Jurc, D., Weber, R.W.S. 2001. *Puccinia distincta* and *Puccinia lagenophorae*, two rust fungi of Asteraceae recently introduced into Slovenia. V: Dobrovoljc, D., Urek, G., Maček J, (ur.). Zbornik predavanj in referatov 5. slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin, Čatež ob Savi, 6.-8. marec 2001, Društvo za varstvo rastlin Slovenije, 2001: 146-154.
- Jurc, D. 2007a. Bori - *Pinus* spp.: bolezni poganjkov, vej in debela: *Gremeniella abietina*, *Cronartium flaccidum*, *Melampsora pinitorqua*. *Gozdarski Vestnik*, 65: 145-160.
- Jurc, D. 2007b. Bori - *Pinus* spp.: bolezni iglic: *Coleosporium tussilaginis*, *Thyriopsis halepensis*, *Meloderma desmazieri*. *Gozdarski Vestnik*, 65: 393-408.
- Jurc, M. 1995. Mehurjevka iglic rdečega bora (*Coleosporium* sp.) Gozdarski inštitut Slovenije in Gozdarski oddelek Biotehniške fakultete, Ljubljana: 2 str.
- Maček, J. 1965. Pomen ecidijev v razvojnem krogu *Tranzschelia pruni spinosae* (Pers.) Diet v Sloveniji. *Biološki Vestnik*, 13: 31-33.
- Maček, J. 1968. Rje na gojenih in samoniklih rastlinah v Sloveniji, Poročilo za Sklad Borisa Kidriča za leto 1967, Ljubljana: 11 str.
- Maček, J. 1969. Rđa geranijuma (*Puccinia pelargonii-zonalis* Doidge) nova boleš u Jugoslaviji. *Zaštita bilja*, 105: 269-276.
- Maček, J. 1970. Rje gojenih in samoniklih rastlin v Sloveniji. Poročilo za sklad Borisa Kidriča za leto 1969, Ljubljana: 12 str.
- Maček, J. 1974. Zgodovinski oris raziskovanja mikromicetov v Sloveniji do druge svetovne vojne. *Biološki Vestnik*, 22: 115-121.
- Moncalvo, J.M., Wang, H.H., Hseu, R.S. 1995. Phylogenetic-relationships in *Ganoderma* inferred from the internal transcribed spacers and 25S ribosomal DNA-sequences. *Mycologia*, 87: 223-238.
- Moricca, S., Maresi, G. 2010. *Melampsorium hiratsukanum* reported for the first time on grey alder in Italy. *New Disease Reports*, 21: 17.
- Ogris, N., Jurc, D. 2008. Slečeva rja (*Chrysomyxa rhododendri*) je zelo močno poškodovala smrekovo mladje na severnem pobočju Kriške gore. *Gozdarski inštitut Slovenije*, Ljubljana: 8 str.
- Piškur, B. 2016. Rusts - hidden threat to woody plants in Slovenia? V: Jurc M. (Ed.), *Invasive alien species in forests and their impact on the sustainable use of forest resources/XXXIII. Forestry Study Days, Biotechnical Faculty, Ljubljana*. pp. 71-78.
- Tykhonenko, Y., Korytnyanska, V.G. 2012. *Phragmidium mexicanum* (Mains) H.Y.Yun, Minnis et Aime (Pucciniales) - a new for Ukraine rust fungus. *Ukrainian botanical review*, 69: 433-437.
- Vilgalys, R., Hester, M. 1990. Rapid genetic identification and mapping of enzymatically amplified ribosomal DNA from several *Cryptococcus* species. *Journal of Bacteriology*, 172: 4238-4246.

- Voegelé, R.T., Hahn, M., Mendgen, K. 2009. The Uredinales: cytology, biochemistry, and molecular biology. V: The Mycota, 5. Plant relationships. Deising, H.B. (ur.), Springer, Berlin, 69-98.
- Voss, W. 1889-1892. Mycologia Carniolica. Ein Betrag zur Pilzkunde des Alpenlandes. Friedländer, Berlin: 302 str.
- White, J.J., Bruns, T., Lee, S., J., T. 1990. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetic. V: PCR protocols: A Guide to Methods and Applications. In: M.A., Gelfand, D.H., Snisky, J.J., White T.J. (ur.), Academic Press, San Diego, 315-322.
- Wolczanska, A., Platek, M. 2010. First finding of *Frommeella mexicana* var. *indicae* causing rust disease of *Duchesnea indica* in Poland. Plant Pathology, 59: 407-407.
- Yang, T., Chang, W., Cao, B., Tian, C.M., Zhao, L., Liang, Y.M. 2015. Two new *Phragmidium* species identified on *Rosa* plants native to China. Phytotaxa, 217: 182-190.
- Yun, H.Y., Minnis, A.M., Kim, Y.H., Castlebury, L.A., Aime, M.C. 2011. The rust genus *Frommeella* revisited: a later synonym of *Phragmidium* after all. Mycologia, 103: 1451-1463.

ZDRAVJE SLOVENSКИH GOZDOV TRETJE LETO PO ŽLEDOLOMU V LETU 2014

Marija KOLŠEK¹

ZGS, Zavod za gozdove Slovenije, Ljubljana

IZVLEČEK

Posledice katastrofalnega žledoloma, ki je v letu 2014 prizadel več kot polovico slovenskih gozdov, se odražajo tudi v zdravju gozda. Žledolomu je pričakovano sledila namnožitev podlubnikov, predvsem osmerozobega smrekovega lubadarja (*Ips typographus*). Gre za največjo znano namnožitev podlubnikov v gozdovih Slovenije. S podlubniki so najbolj prizadeta v žledolomu najbolj poškodovana območja. To so gozdovi v gozdnogospodarskih območjih Postojna, Ljubljana, Tolmin in Kranj, ter gozdovi na robnih območjih v GGO Bled in Kočevje. Če je bilo zaradi posledic žledoloma treba posekati 3 milijone m³ močno poškodovanih iglavcev, jih je bilo treba v treh letih po žledolomu posekati več kot 4 milijone m³, večinoma smreke. Namnožitev podlubnikov se bo predvidoma nadaljevala tudi v letu 2017. Na poškodovanem območju nastajajo bolj ali manj velike izsekane gozdne površine, kjer bo treba gozd obnoviti. Večinoma bo obnova poškodovanih gozdov v žledolomu in namnožitvi podlubnikov potekala po naravni poti, v manjši meri s sajenjem sadik gozdnega drevja.

Ključne besede: zdravje gozda, žled, podlubniki, Slovenija

ABSTRACT

SLOVENIAN FOREST HEALTH THREE YEARS AFTER THE CATASTROPHIC ICE STORM FROM 2014

The catastrophic ice storm, which damaged over a half of Slovenian forests in 2014, had huge implications for the future health of the forests. As expected, the ice storm was followed by an outbreak of bark beetles, especially the species *Ips typographus*. This outbreak is the largest known outbreak of bark beetles in Slovenia. The degree of damaged forest by the ice storm had a large impact on the damage by bark beetles. The most affected forests are in management units Postojna, Ljubljana, Tolmin and Kranj, as well as management units on the boundary of these area, Bled and Kočevje. Though more than 3 million heavily damaged cubic meters of conifers had had to be cut down because of the ice storm, more than 4 million cubic meters had to be cut down due to bark beetles. The outbreak is expected to continue in 2017. Small or large clear cut areas are forming in damaged forests, where the forest needs to be regenerated. The natural regeneration will be used mostly.

Key words: forest health, ice storm, bark beetles, Slovenia

¹ univ. dipl. inž. gozd., Večna pot 2, SI-1000 Ljubljana, e-pošta: marija.kolsek@zgs.si

1 UVOD

Smo v obdobju največje namnožitve podlubnikov, ki je posledica poškodb gozdov od žleda v letu 2014. Namnožitev podlubnikov v drugem letu po žledu je bila pričakovana, saj sledi vsaki obsežnejši naravni ujmi, v kateri je poškodovana večja količina smreke. Žled v letu 2014 je zajel dobro polovico slovenskih gozdov (51 % gozdne površine). Ocena potrebnega sanitarnega poseka močno poškodovanih dreves od žleda, ki jo je v prvih mesecih po žledu izdelal Zavod za gozdove Slovenije (v nadaljevanju: ZGS), je bila 9,3 milijona m³ drevja. To je 2,4-krat toliko, kot ga je Slovenija letno posekala v letih pred žledolomom (3,9 mio m³). Od žleda so bili najbolj poškodovani gozdovi v Gozdnogospodarskih območjih (v nadaljevanju: GGO) Postojna, Ljubljana, Tolmin in Kranj.

Če je bilo zaradi posledic žledoloma treba posekati 3 milijone m³ močno poškodovanih iglavcev, jih je bilo treba v treh letih po žledolomu zaradi poškodb od podlubnikov posekati še dodatnih 4,3 milijone m³, večinoma smreke. Največ poškodb med vsemi podlubniki namreč povzroča osmerozobi smrekov lubadar (*Ips typographus*), ki je vzrok za 98 % vsega evidentiranega poseka zaradi gozdnemu drevju škodljivih žuželk. Namnožitev podlubnikov se bo predvidoma nadaljevala tudi v letu 2017. Na poškodovanem območju nastajajo bolj ali manj velike izsekane gozdne površine, kjer bo treba gozd obnoviti. Po ocenah ZGS iz konca leta 2016 bo treba obnoviti več kot 20.000 ha gozdov. Večinoma bo obnova poškodovanih gozdov v žledolomu in namnožitvi podlubnikov potekala po naravni poti. S sajenjem sadik gozdnega drevja bo treba obnoviti 8 % površine za obnovo (1.700 ha).

231

2 MATERIALI IN METODE

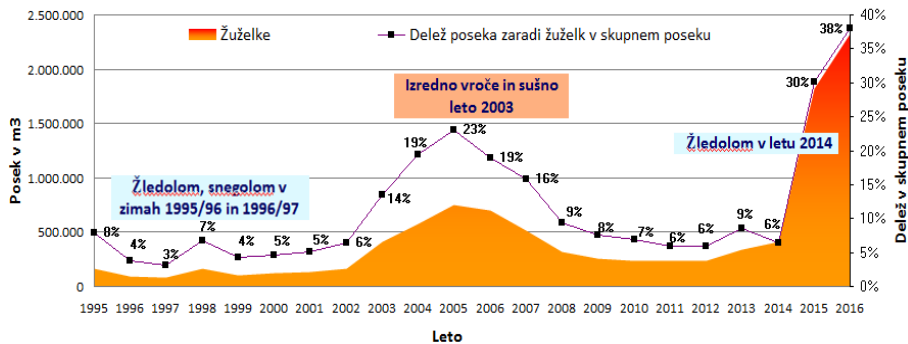
Zdravje slovenskih gozdov tretje leto po žledolomu iz leta 2014 smo ocenili iz podatkov ZGS o izbiri drevja za sanitarni posek (v nadaljevanju: odkazilo) ter iz evidence poseka drevja (v nadaljevanju: posek). Potrebna gozdnogojitvena in varstvena dela za obnovo poškodovanih gozdov so določena z načrti sanacije poškodovanega gozda, ki jih izdeluje ZGS.

ZGS evidentira posek oziroma odkazilo po vzrokih za posek ločeno po drevesnih vrstah. Posek oziroma odkazilo sta locirana po najnižjih ureditvenih enotah (odsekih) ter časovno določena. Podatki o izbiri drevja za posek se zbirajo za namen izdaje odločb za posek po Zakonu o upravnem postopku. Evidence vodi in vzdržuje ZGS v okviru rednih nalog javne gozdarske službe.

Iz slike 1, ki po letih 1995-2016 prikazuje posek dreves zaradi gozdnemu drevju škodljivih žuželk (podlubniki so v poseku zaradi žuželk udeležni z več kot 99 %), je razvidno, kako izredna je namnožitev podlubnikov po žledolomu iz leta 2014.

Načrti sanacije poškodovanih gozdov vsebujejo opis dogodka, opis območja za sanacijo, oceno obsega, vrste in stopnje poškodovanosti gozda, oceno vpliva poškodb na funkcije gozda, predvidene ukrepe za izvedbo sanacije ter prioritete sanacije in dinamiko izvajanja del. Izdelavo načrta in vsebin načrta določa Pravilnik o varstvu gozdov (38. čl., Uradni list RS, št. 114/09 in 31/16). Načrt sanacije poškodovanih gozdov v žledolomu 30. 1. -10. 2. 2014 je bil izdelan na podlagi podatkov ZGS o poškodbah, zbranih v prvih dveh mesecih po žledu. Načrt, ki določa tudi vire denarnih

sredstev za izvedbo načrtovanih sanacijskih del, je bil s strani pristojnega ministra potrjen v juliju 2014. V letu 2017 bo izdelana dopolnitev načrta za sanacijo poškodb, ki so nastale zaradi namnožitve podlubnikov.



Slika 1: Pošek zaradi gozdnemu drevju škodljivih žuželk oziroma podlubnikov po letih v obdobju 1995-2016 v gozdovih Slovenije.

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

232

Po evidenci ZGS je bilo do konca leta 2016 posekanih 5,5 mio m³ od žleda močno poškodovanega drevja (60 % ocenjenega potrebnega poseka), od tega 2,5 mio m³ iglavcev (81 % ocenjenega potrebnega poseka) in 3 mio m³ listavcev (49 % ocenjenega potrebnega poseka).

Drevesa z manjšimi vidnimi poškodbanmi krošenj se je v okviru izvajanja sanacijskih sečenj puščalo v gozdu (npr. odlomljeni vrhovi v dolžini manjši od 1/3 krošnje). Žled je povzročil tudi nevidne poškodbe, ki so oslabile posamezna drevesa, npr. zaradi natrganih korenin, ki jih je povzročila teža ledenega oklepa. Velika količina poškodovanega in oslabelega drevja je bila vzrok za namnožitev podlubnikov v drugem letu po žledolomu, to je v letu 2015. V letu 2014 so podlubniki namreč naseljevali od žleda močno poškodovana drevesa, v letu 2015 pa tudi manj poškodovana in navidezno nepoškodovana drevesa. Najbolj so se namnožili smrekovi podlubniki, še posebno osmerozobi smrekov lubadar (*Ips typographus*). Proti pričakovanjem se ni nadaljevala gradacija jelovih podlubnikov, ki se je začela v letu 2012. Borovi podlubniki večjih poškodb niso povzročili.

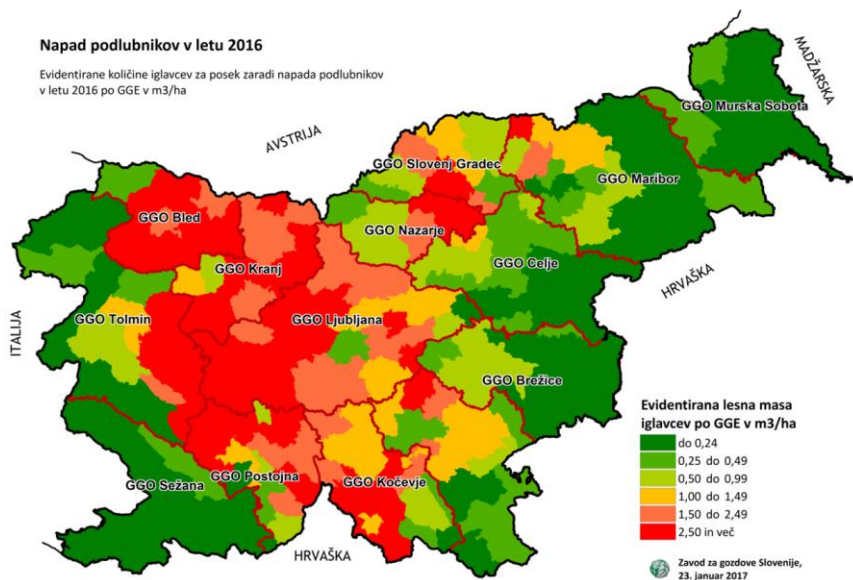
Skupaj je bilo zaradi podlubnikov v letih 2014, 2015 in 2016 posekanih že za 4,3 mio m³ drevja. Obseg škode zaradi podlubnikov v letu 2015 je bil zaradi nadpovprečno toplega poletja večji od pričakovanega. Namnožitev podlubnikov je bila pričakovano največja na območjih smrekovih sestojev, ki so bili v žledu najbolj poškodovani (GGO Ljubljana, Postojna, Tolmin, Kranj). Glede na leto 2014 se je obseg poškodb zaradi podlubnikov v letu 2015 povečal tudi v vseh drugih GGO, najbolj v GGO Bled in Kočevje, sledijo GGO Novo mesto, Slovenj Gradec, Nazarje in Maribor.

V letu 2016 je bil posek zaradi podlubnikov še večji kot v letu 2015, medtem ko se količina izbranega drevja za posek zaradi podlubnikov ni veliko povečala. To kaže na umirjanje namnožitve na ravni Slovenije (preglednica 1). V letu 2016 so se poškodbe glede na leto 2015 močno povečale v GGO Bled. Povečale so se tudi v GGO Tolmin in Sežana. V GGO Postojna, Novo mesto, Brežice in Celje se je obseg poškodb zmanjšal, na drugih GGO je ostal približno na ravni iz leta 2015.

Preglednica 1: Odkazilo in posek drevja zaradi podlubnikov v gozdovih Slovenije v letih 2014, 2015 in 2016.

LETO	Izbira drevja za posek zaradi podlubnikov v mio m ³	Posek drevja zaradi podlubnikov v mio m ³
2014	0,42	0,41
2015	2,15	1,82
2016	2,21	2,32

233



Slika 2: Izbrano drevje za posek zaradi podlubnikov po gozdnogospodarskih enotah v letu 2016 v m³/ha gozdne površine.

Za leto 2016 je bila izdelana napoved gibanja številčnosti vrste *Ips typographus*, napoved iz podatkov o ulovu v kontrolne pasti. Model, ki ga je izdelal Gozdarski inštitut Slovenije, je napovedal povečanje številčnosti *Ips typographus* v primerjavi s preteklima letoma za GGO Bled, Kočevje, Kranj, Ljubljana, Novo mesto in tudi Nazarje. Nobena od prognoz ni predvidela enormnega povečanja poškodb (izraženih

v m³ lubadark) v GGO Bled, tudi se ni uresničila napoved povečanja številčnosti vrste *Ips typographus* v GGO Novo mesto, Brežice in Celje.

Na obseg poškodb od podlubnikov v letu 2017 bodo vplivale temperaturne razmere in morebitne naravne ujme tekočega leta ter uspešnosti obvladovanja podlubnikov z izvajanjem zatiralnih ukrepov. Iz podatkov o evidenci potrebnega poseka zaradi podlubnikov sklepamo, da v kolikor ne bo obsežnejših vetrolomov ali vročega in sušnega poletja, se bo namnožitev podlubnikov z naraščajočim trendom nadaljevala v GGO Bled, v drugih GGO bo trend namnožitve mirujoč ali padajoč.

S podobnimi scenariji namnožitve podlubnikov se po obsežnejših naravnih ujmah srečujejo tudi drugod po Evropi. Preglednica 2 prikazuje sekundarno škodo zaradi podlubnikov po vetrolomu iz leta 2004 na Slovaškem.

Preglednica 2: Obsežna sekundarna škoda zaradi namnožitve podlubnikov po obsežni naravni ujmi na primeru vetroloma iz leta 2004 na Slovaškem in primerjava s škodo po žledolomu iz leta 2014 v Sloveniji.

Država	Naravna ujma	Močno poškodovane smreke v ujmi	Sekundarna škoda od podlubnikov	Obdobje namnožitve podlubnikov
Slovaška	Vetrolom 19. 11. 2004	5,3 mio m ³	15 mio m ³	2005-2010
Slovenija	Žledolom 31. 1.-10. 2. 2014	1,8 mio m ³	4,3 + ? mio m ³	2015-2017?

234

Glavni ukrep obvladovanja podlubnikov je izvedba pravočasnega poseka s podlubniki naseljenih dreves (lubadark) ter odvoz gozdnih lesnih sortimentov iz gozda v lupljenje in predelavo pred izletom nove generacije podlubnikov izpod skorje teh dreves.

Drugi preprečevalno-zatiralni ukrepi so postavitve in vzdrževanje kontrolnih (feromonskih) pasti za smrekove podlubnike (gozd, skladišča gozdnih lesnih sortimentov), postavitve in pravočasna izdelava kontrolno-lovnih nastav ter uničevanje zalege podlubnikov z lupljenjem debel, kurjenjem ali drobljenjem s podlubniki napadenih vej, skorje in drugih sečnih ostankov v gozdovih, na skladiščih in na lesno-predelovanih obratih. Uporaba fitofarmaceutskih sredstev oziroma insekticida za uničenje podlubnikov je v gozdu izjemoma dovoljena v gozdovih le na skladiščih ob cestah kot skrajni ukrep. Da je izvajanje ukrepov obvladovanja podlubnikov učinkovito, mora biti pravočasno, hitro in pravilno.

4 SKLEPI

Žledolom in namnožitve podlubnikov so lastnikom gozdov povzročili veliko škodo. Z vidika narave pa posledice žledoloma niso samo negativne, temveč tudi pozitivne.

Gozd ostaja, a njegova podoba bo drugačna. Drevesna sestava gozdov bo naravnejša in pestřejša. Več bo pionirskih, toploljubnih in svetloboljubnih vrst, manjši bo delež smreke v nižinah in na prisojnih legah. Zgradba gozdov bo bolj razgibana, povečal se bo delež mladega gozda. Več lesne mase bo prepuščene naravnemu razkroju, več bo mirnih con za prosto živeče živali (mlad gozd, težje prehodan gozd zaradi podrtic),

izboljšale se bodo prehrabne kapacitete za ves živalski del gozdnega ekosistema. Te spremembe bodo povečale stabilnost gozdov, ohranilo se bo biotsko ravnovesje, večja bo odpornost gozdov na podnebne spremembe.

Velikopovršinske sanitarne sečnje zaradi žleda in podlubnikov pomenijo tudi grožnjo gozdu za jutri. Na izsekanih območjih so okrnjene funkcije varovanja gozdnih zemljišč in sestojev na plazovitih in erodibilnih območjih (kras, hudourniška območja). Povečana površina mladega gozda pomeni povečano požarno ogroženost pomlajenih gozdov. Na površinah za obnovo obstaja nevarnost razrasti nekaterih tujerodnih rastlinskih vrst, ki lahko onemogočijo oziroma otežijo obnovo gozda z domačimi drevesnimi vrstami.

To so večinoma kratkotrajne grožnje, ki se jim lahko izognemo oz. jih lahko delno preprečimo z izvajanjem potrebnih gozdnogojitvenih del na zaradi žleda in podlubnikov izsekanih gozdnih površinah, kjer je gozd prešel v obnovo. Zato bodo za izvedbo potrebnih del v naslednjih letih potrebna večja vlaganja v gozdove. Usmerjanje obnove in razvoja mladega gozda je potrebno tudi za pospeševanje lesno proizvodne funkcije.

5 ZAHVALA

Za strokovni pregled članka se zahvaljujem Zoranu Greclu, vodji oddelka za gojenje in varstvo gozdov na Zavodu za gozdove Slovenije.

6 LITERATURA

Baza podatkov Zavoda za gozdove Slovenije o poseku za leta 1995-2016.

Baza podatkov Zavoda za gozdove Slovenije o izbiri drevja za posek za leta 2014-2016.

Baza podatkov Zavoda za gozdove Slovenije o površin za obnovo zaradi posledic žledoloma in namnožitve podlubnikov, 2017.

Zavod za gozdove Slovenije, 2014. Načrt sanacije poškodovanih gozdov v žledolomu 30. 1. -10. 2. 2014. Zavod za gozdove Slovenije.

THE LEVEL OF GRAPEVINE PATHOGEN INFECTION RATE REDUCTION IN THE APPLICATION OF TITANIUM AND SILICON- BASED PLANT STRENGTHENERS

Mario LEŠNIK¹, Žiga ŠERBINEK², Stanislav VAJS³

Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede, Univerza v Mariboru

ABSTRACT

Field experiments were carried out in the vineyards to study the effect of adding Tytanit® (MgO 65 g/l, SO₃ 130 g/l, Ti 8.5 g/l) and Optysil® (SiO₂ 200 g/l, Fe 24 g/l) plant straighteners to fungicides, constituting the integrated spray program on the level of reduction of pathogen infection rate (*Peronospora*, *Botrytis*, *Oidium*). Adding a preparation of Optysil 3 to 4 times a season at a dose of 0.5 l / ha to fungicide sprays in a standard integrated spray program during a seasons with moderately favourable conditions for the development of the diseases, can reduce the downy mildew infection rate on leaves up to 27% and on bunches up to 33%, the powdery mildew rate on leaves up to 55% and on bunches up to 64 % and the grey mould rate from 42 to 49%. Adding a preparation of Tytanit 2 to 3 times a season at a dose of 0.2 l / ha, to fungicide sprays can reduce the downy mildew infection rate on leaves up to 33% and on bunches up to 39%, the powdery mildew rate on leaves up to 28 % and on bunches up to 33% and the grey mould rate from 21 to 29%. With frequent use of the preparations Tytanit and Optysil, the amount of applied conventional fungicides could be slightly reduced. Frequent combined use of both products can increase the yield of grapes for at least 12,9 to 17,7%.

Key words: grapevine, plant biostimulators, diseases

IZVLEČEK

STOPNJA ZMANJŠANJA OKUŽBE OD POVZROČITELJEV BOLEZNI VINSKE TRTE PRI UPORABI TITANOVIH IN SILICIJEVIH PRIPRAVKOV ZA KREPITEV RASTLIN

V poljskih poskusih izvedenih v vinogradih smo analizirali vpliv dodajanja pripravkov za krepitev rastlin Tytanit® (MgO 65 g/l, SO₃ 130 g/l, Ti 8,5 g/l) in Optysil® (SiO₂ 200 g/l, Fe 24 g/l) integriranim škropilnim programom na stopnjo zmanjšanja okužbe od povzročiteljev bolezni (*Peronospora*, *Botrytis*, *Oidium*). Dodajanje pripravka Optysil 3 do 4-krat letno v odmerku 0,5 l/ha siceršnjim integriranim škropilnim programom v povprečno ugodnih razmerah za razvoj bolezni lahko zmanjša stopnjo okužbe pri

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

² študent, prav tam

³ viš. pred., prav tam

peronospori na listju do 27 % in na grozdju do 33 %, pri oidiju trte na listju do 55 % in na grozdju do 64 % in pri sivi plesni na grozdju za 42 do 49 %. Dodajanje pripravka Tytanit 2 do 3-krat letno v odmerku 0,2 l/ha siceršnjim integriranim škropilnim programom v enakih razmerah za razvoj bolezni lahko zmanjša stopnjo okužbe pri peronospori pri listju do 33 % in pri grozdju do 39 %, pri oidiju trte na listju do 28 % in na grozdju do 33 % ter za 21 do 29 % pri sivi plesni na grozdju. Pri pogosti uporabi pripravkov Tytanit in Optysil bi bilo mogoče nekoliko zmanjšati porabo klasičnih fungicidov. Pogosta uporaba obeh pripravkov hkrati lahko poveča pridelek grozdja vsaj za 12,9-17,7 %.

Ključne besede: vinska trta, stimulatorji, bolezni

1 INTRODUCTION

To control grapevine fungal diseases fungicides are applied quite frequently throughout a season. During the last years, grape growers have been trying to reduce the number of fungicide treatments per season to lower the pressure of agrochemicals on the environment and human health. One possibility to lower the amount of fungicides applied to vineyards is to apply plant stimulators which change the grapevine's disease defence response. Due to the changed grapevine defence response, we can protect it against diseases with much less fungicide applications per season. Often plant biostimulators are formulated as foliar fertilisers. This approach makes the registration process easy. In our trial we tested the effects of applying soluble titanium Ti (Tytanit) and silicon oxide SiO₂ (Optysil) based products on the rate of grapevine fungal disease control. Products were tested as additives to fungicide spray programs and not as direct disease control agents. According to legislation, plant stimulators cannot be directly advertised as disease control agents. At the moment, hundreds of different plant stimulators are available which confuses grape producers. As many as possible tests need to be carried out to provide information about the biostimulants' real efficacy level at lowering the fungal disease pressure. The potential of Tytanit and Optysil for disease suppression was proven in a filed crop and vegetable production system (Zbigniew, 2014). Only very few data are available about the effects on grapevine diseases (Bunescu, 2014). Mechanisms of titanium and silicon plant stimulation are different (Whitted-Haag *et al.*, 2014). The titanium modifies the plants' nutrient intake and partitioning of nutrients in plants, photosynthetic activity, enhances the pollination process by acting in receptacles and the pollinic tube and increases the capacity of the plant to tolerate both biotic and abiotic stresses (Carvajal and Alcaraz, 1998; Hruby *et al.*, 2002; Kuzel *et al.*, 2003; Anonymus, 2016). Silicon, on other hand, interferes with the plants' cuticle formation. It regulates the mechanical resistance of the cuticle to pest and pathogen injuries and influences the fluxes of water through the stomata and plant surfaces (Savvas *et al.*, 2009; Kamenidou *et al.*, 2011; Whitted-Haag *et al.*, 2014). By regulating the water consumption and storage, it helps the plant to survive the drought stress. Both Ti and Si have multiple, so called, anti-stress effects. There is not enough

data available about the potential of these two stimulators for the suppression of fungi causing grapevine diseases, therefore we decided to test their potential.

2 MATERIALS AND METHODS

2.1 Trial design

Two trials were carried out in the 2016 season. One at the location Meranovo and another at the location Ploderšnica. The trials were designed as field trials with small randomly arranged plots over four repetitions. The individual plot area was 40 m² (24 vine stocks in a row). At both locations vines were trained in a single-Guyot training system. Three spray programmes based on the applications of foliar fertilisers were compared with an untreated control plot (no treatments with foliar fertilisers).

Table 1: Characteristics of grapevine plantations at trial locations.

Location:	GIS location:	Cultivar (age years) and rootstock:	Planting density:	No. of vines per ha
Meranovo	46°32'16.99"N 15°33'23.51"E	Italian Riesling (17y.) Kober 5BB	2.4 m (between rows) x 0.95 m (within a row)	4.300
Ploderšnica	46°38'42.32"N 15°45'49.23"E	Sauvignon (9 years) Kober 5BB	2.3 m (between rows) x 0.90 m (within a row)	4.800

2.2 Tested foliar fertilisers and application technique

Foliar fertilisers were applied with the backpack sprayer Stihl which delivered 400 l of spray per hectare. At both locations we had three different spray programs and untreated control plots (not treated with fertilisers). The data about applications and use of fertiliser preparations are presented in Tables 2 and 3. All experimental plots at the individual locations were treated with the exact same fungicide spray programme.

Table 2: Nutrient composition of tested fertiliser preparations.

Commercial brand code:	Content of nutrients:
INTERMAG Ltd	
Tytanit	0.8 % Ti (m/m), i.e. 8.5 g Ti in 1 litre of product + 5 % MgO (m/m) + 10 % SO ₃ (m/m)
Optysil	2.0% Fe (m/m), i.e. 24 g Fe in 1 litre + 16.5% SiO ₂ (m/m), i.e. 200 g SiO ₂ in 1 litre
Mikrovit Bor	Boron ethanol amine 150 g B / l
Mikrochelat Fe	Fe EDTA chelated 150 g / l
Plonvit Loza	B 2.8 g/l, Cu EDTA chelated 1.5 g/l, Fe EDTA chelated 24 g/l, Mn EDTA chelated 10 g/l, Mo 0.54g/l, Zn EDTA chelated 3.5 g/l
Plonvit Fosfor	NH ₂ (amid form) 70 g/l, P ₂ O ₅ 500 g/l
Plonvit Kalij	NH ₂ (amid form) 44 g/l, K ₂ O 400 g/l
Plonvit Kalcij	NO ₃ (nitrate form) 150 g/l, CaO 260 g/l, B 0.75g/l, Cu 0.3 g/l, Mo 0.015g/l, Zn 0.3g/l
Mikrochelat Zn	Zn EDTA chelated 150 g / l

Table 3: Periods of fertiliser applications and rates.

Growth stage / date Ploderšnica	Growth stage / date Meranovo	Type of fertiliser and dose (l/ha)
Spray program Optysil		
BBCH 11, 26.04.2016		Optysil 0,5 l/ha
	BBCH 13, 04.05.2016	Optysil 0,5 l/ha
BBCH 67–71, 27.06.2016		Optysil 0,5 l/ha
BBCH 75, 06.07.2016	BBCH 75, 06.07.2016	OptySil 0,5 l/ha
BBCH 81, 2.08.2016	BBCH 81, 02.08.2016	OptySil 0,5 l/ha
Spray program Tytanit		
BBCH 13, 04.05.2016	BBCH 17, 11.05.2016	Tytanit 0,2 l/ha
BBCH 17, 11.05.2016	BBCH 53, 26.05.2016	Tytanit 0,2 l/ha
Spray program Intermag IM		
BBCH 11, 26.04.2016	BBCH 13, 04.05.2016	Mikrovit Bor – 1 l/ha
		Mikrochelat Fe-5 – 1 l/ha
		OptySil – 0,5 l/ha
BBCH 13, 04.05.2016	BBCH 15, 09.05.2016	Plonvit Loza – 1,5 l/ha
		Mikrochelat Fe-5 – 1 l/ha
		Tytanit – 0,2 l/ha

Table 3: Continued - Periods of fertiliser applications and rates.

Growth stage / date Ploderšnica	Growth stage / date Meranovo	Type of fertiliser and dose (l/ha)
Spray program Intermag IM		
BBCH 17, 17.05.2016	BBCH 17, 11.05.2016	Plonvit Loza – 1,5 l/ha
		Mikrovit Bor – 1 l/ha
		Mikrochelat Fe-5 – 1 l/ha
		Mikrochelat Zn-6 – 1 l/ha
		Tytanit – 0,2 l/ha
BBCH 53, 31.05.2016	BBCH 53, 26.05.2016	Plonvit Fosfor – 2 l/ha
		Mikrochelat Mn-6 – 1 l/ha
BBCH 67, 27.06.2016	BBCH 65, 27.06.2016	Plonvit Loza – 1,5 l/ha
		Plonvit Kalij – 3 l/ha
		Mikrochelat Mn-6 – 1 l/ha
		Mikrochelat Fe-5 – 1 l/ha
		OptySil – 0,5 l/ha
BBCH 75, 06.07.2016	BBCH 75, 06.07.2016	Plonvit Kalij – 3 l/ha
		OptySil – 0,5 l/ha
BBCH 77, 19.7.2016	BBCH 77, 19.07.2016	Plonvit Kalcij – 5 l/ha
		Mikrochelat Zn-6 – 1 l/ha
		Mikrochelat Cu-9 – 1 l/ha
BBCH 81, 2.08.2016	BBCH 81, 5.08.2016	Plonvit Kalij – 3 l/ha
		Mikrovit Bor – 1 l/ha
		OptySil – 0,5 l/ha

2.3 Fungicide spray programs and application technique

All experimental plots at the individual locations were treated with the exact same fungicide spray programme. In season 2016 the conditions for disease development were good. At the Ploderšnica location spraying was carried out very frequently to

ensure a high level of disease control and at the Meranovo location it was done less frequently to perform less intensive disease control. Data about applications and used preparations are presented in Tables 4 and 5. Fungicides were applied by a standard tractor mounted axial fan sprayer which delivered 300 l of spray solution per hectare.

Table 4: Periods of fungicide applications and fungicide rates (location Meranovo).

Date:	Applied product:	Product composition (a.i.):	Hectare dose:
18.5.	Pergado F	folpet 40% mandipropamid 5%	0,5 kg/ha
	Cosan	sulphur 79.6%	1,7 kg/ha
9.6.	Pergado F	folpet 40% mandipropamid 5%	1 kg/ha
	Karathan gold	metildinokap 35%	0,33 l/ha
17.6.	Univerzalis	azoksistrobin 9,35% folpet 50%	1 l/ha
	Cosan	sulphur 79.6%	2,5 kg/ha
18.8.	Mildicut	ciazofamid 2,5%	2 l/ha
	Cosan	sulphur 79.6%	3 kg/ha
	Switch	ciprodinil 37,5% fludioksonil 25%	1 kg/ha

2.4 Fungal disease assessment

240

Three fungal diseases were assessed: powdery mildew (*Uncinula necator*), downy mildew (*Plasmopara viticola*) and grey mould (*Botrytis cinerea*). The disease rate was determined via visual scouting for % of attacked area. In each assessment, 200 leaves or 100 clusters were randomly selected per plot. The methodology was conducted following the EPPO standards (European Plant Protection Organisation; <http://archives.eppo.int/EPPOStandards/efficacy.htm>). The EPPO standards used were: powdery mildew PP1 1/4(4), downy mildew PP1 1/31(3) and grey mould PP1 1/17(2).

2.5 Weather conditions and disease pressure

At the beginning of the growing period the weather condition were very bad. We had long periods of low temperatures and several nights with temperatures below 0 °C and the grapevine suffered moderate frost damage. The plants were damaged by frost four times and the first part of May was cold and rainy. The grapevine developed slowly and flowering started with a delay. The temperatures in June were suitable for grape development. Rain fall was frequent and the plants had a very good supply of water. During the summer, the plants were not exposed to drought conditions. At the end of summer, there was a lot of rain again which enabled disease development and decreased the plant photosynthetic activity. The ripeness period of the grapes started in the middle of September and the grapes were fully ripe after 20. September. At the first part of the season until the end of June, there were no notable infections by any of the usual grape fungal pathogens. First infections started at the end of June. Disease pressure was higher at the end of the season, because during the second part of summer of 2016 we had many longer rainy periods.

Table 5: Periods of fungicide applications and fungicide rates (location Ploderšnica).

Date:	Applied product:	Product composition (a.i.):	Hectare dose:
12. 4.	Pepelin	sulphur 79.6%	8 kg/ha
23. 4.	Delan Pepelin	dithianon 70% sulphur 79.6%	0.75kg/ha 8 kg/ha
07. 5.	Delan	dithianon 70%	0.75 kg/ha
18. 5.	Pergado F Topas 100EC Pepelin	folpet 40% mandipropamid 5% penconazol 10% sulphur 79.6%	2.5 kg/ha 0.3 l/ha 3 kg/ha
27. 5.	Orvego Pepelin Domark	ametoktradin 30% dimetomorph 22.5% sulphur 79.6% tetraconazol 10%	0.8 l/ha 8 kg/ha 0.3 l/ha
07. 6.	Mikal premium Collis Break Thru	folpet 25% fosetil-Al 50% iprovalicarb 4% boscalid 20% krezoxyim- methyl 10% adjuvant	3 kg/ha 0.4 l/ha
18. 6.	Mikal flash Domark	folpet 25% fosetil-Al 50% tertaconazole 10%	4 kg/ha 0.3 l/ha
29. 6.	Mikal flash Nativo Break Thru	folpet 25% fosetil-Al 50% tebuconazol 50% trifloxystrobin 25% adjuvant	4 kg/ha 0.16 kg/ha
12. 7.	Orvego Nativo Pepelin	ametoktradin 30% dimetomorph 22.5% tebuconazol 50% trifloxystrobin 25% sulphur 79.6%	0.8 l/ha 0.16 kg/ha 8 kg/ha
12. 7.	Pyrinex Break Thru	chlorpyrifos-methyl 22.5% adjuvant	1 l/ha
25.7.	Antracol combi Falcon Pepelin Break Thru	propineb 58% cymoxanil 4.8% spiroxamin 25% tebuconazol 16.7% triadimenol 4.3% sulphur 79.6% adjuvant	2.5 kg/ha 0.4 l/ha 8 kg/ha
08.8.	Champion Falcon Break Thru	Copper in form of Cu-hydroxide 50% spiroxamin 25% tebuconazol 16.7% triadimenol 4.3% adjuvant	2 kg/ha 0.4 l/ha

3 RESULTS AND DISCUSSION

3.1 Disease rate assessment

The weather conditions of the 2016 season were moderately favourable for the development of downy mildew (*Peronospora*) at both locations. First easily visible infections were noticed at Meranovo in the middle of July when we reduced the application of fungicides to provoke the disease. Since we stopped applying fungicides in the middle of July we got increased infection rates at the second assessment. 3 – 6% of leaf and cluster areas were attacked at that time. The highest infection rate was in the IM plots and the lowest in the Tytanit plots. The Tytanit treatments provided better results than the Optysil treatments. In August, the disease attack rate increased fast in the leaves, but not in the bunches. The differences between Tytanit and the other two spray variants increased. At Ploderšnica location the downy mildew pressure was higher than in Meranovo. In 2016 at the location Ploderšnica we had many periods of rain and dry weather following each other in cycles. In the middle of June, at the first assessment, the downy mildew just started to develop and the infections exploded at the beginning of July. The frequency of fungicide application was increased to save the bunches. A few layers of leaves at the top of the canopy were heavily infected. The highest protective effect was observed in Tytanit plots. The reduction of infected area was surprisingly high (70 %). The attack rate in IM plots was grater because the vigorousness of plants was higher there. Prior to the harvest, the infection rate on the new grown leaves fell because of the very intensive fungicide applications. Also, prior the harvest the lowest infection rate was observed in Tytanit plots and the highest in control plots. The level of infection rate was directly related to the level of plant vigorousness. It looks like Tytanit's plant strengthening effect against the downy mildew is stronger than the effect of Optysil. Optysil has a stronger effect against the powdery mildew.

Table 6: Downy mildew attack rate (%) in relation to the spraying programme.

Program:	Location Ploderšnica		Location Meranovo	
	% leaf area	% cluster area	% leaf area	% cluster area
1. assessment	(15. 06. BBCH 62)			
TYTANIT	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a
OPTYSIL	0.05 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a
IM PROGRAMME	0.07 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a
CONTROL	0.15 a	0.02 a	0.05 a	0.00 a
2. assessment	(10. 07. BBCH 75-76)			
TYTANIT	4.59 b	0.45 c	0.12 b	0.05 b
OPTYSIL	5.22 b	0.60 c	0.18 b	0.08 b
IM PROGRAMME	6.90 b	2.55 b	0.23 b	1.03 ab
CONTROL	15.20 a	5.15 a	4.36 a	3.45 a
3. assessment	(22. 09. BBCH 88)			
TYTANIT	2.16 b	1.45 b	6.50 c	0.80 b
OPTYSIL	3.38 ab	2.60 b	8.33 b	1.53 ab
IM PROGRAMME	5.23 ab	3.55 ab	9.57 ab	3.04 a
CONTROL	6.43 a	4.15 a	11.55 a	2.37 a

*Values marked with the same letter do not differ significantly statistically (Tukey Hsd test; $\alpha < 0.05$).

Compare values within the same location and the same assessment period.

At the Meranovo location, powdery mildew started to develop slowly in the middle of June. At the second assessment, the attack rate on the leaves was low (3 – 7% of leaf area). The differences among spray variants were very small at that time. In July we stopped the fungicide applications and caused an increase of the powdery mildew attack rate. Fungus also started to develop on bunches. The effect of applying Optysil was already visible at that time. We observed significantly less mildew on Optysil treated plots. The Tytanit effect was not comparable to the effect of Optysil, but we were surprised because the effect was still strong, when compared to the control plots (compare 3.55 % with 12.50 %). We did not expect such a high reduction in disease attack rate. In September, the mildew increased fast and the attack rate on the leaves reached 30% and in the bunches from 3 to 7%. The increase in mildew attack rate influenced the photosynthetic activity of the leaves.

Table 7: Powdery mildew attack rate (%) in relation to the spray programme.

Program:	Location Ploderšnica		Location Meranovo	
	% leaf area	% cluster area	% leaf area	% cluster area
1. assessment	(15. 06. BBCH 62)			
TYTANIT	0.10 a	0.00 a	0.15 b	0.03 c
OPTYSIL	0.00 a	0.00 a	0.00 b	0.00 c
IM PROGRAMME	0.14 a	0.00 a	0.19 b	0.95 b
CONTROL	0.80 a	0.10 a	3.99 a	1.94 a
2. assessment	(10. 07. BBCH 75-76)			
TYTANIT	2.14 c	1.03 b	3.55 bc	0.93 c
OPTYSIL	0.80 c	0.27 c	1.40 c	0.13 d
IM PROGRAMME	4.87 b	0.95 b	6.07 b	3.50 b
CONTROL	5.45 a	2.12 a	12.50 a	7.25 a
3. assessment	(22. 09. BBCH 88)			
TYTANIT	4.14 b	2.97 b	24.6 ab	4.06 b
OPTYSIL	0.74 c	0.21 c	16.2 c	1.83 c
IM PROGRAMME	3.04 b	2.90 b	21.77 b	2.67 c
CONTROL	6.15 a	3.92 a	31.1 a	8.42 a

*Values marked with the same letter do not differ significantly statistically (Tukey Hsd test; $\alpha < 0.05$).
Compare values within the same location and the same assessment period.

At Ploderšnica, the powdery mildew attack rate at the beginning of the season (June and the first part of July) was also moderate because of the high frequency of fungicide applications. In the middle of July, the infections started to become more visible and afterwards disease increased all the time until harvest. At first assessment, differences among treatments were not significant. At the second assessment date (10. 07.) we noticed an increase in infection rate at the control plots and at IM program plots. The difference between the Tytanit and Optysil effect was significant. Optysil had a much higher protection rate against powdery mildew when compared to Tytanit. It seems that Optysil stimulates the formation of strong leaf and berry cuticles which causes a higher resistance to powdery mildew infections. The same conclusions can be drawn for the third disease attack rate assessment. The powdery mildew attack rate influenced the marketable yield.

Table 8: Grey mould attack rate in relation to the spray programme.

Program:	Location Ploderšnica		Location Meranovo	
	% leaf area	% cluster area	% leaf area	% cluster area
1. assessment	(10. 08. BBCH 81)		(8. 08. BBCH 78)	
TYTANIT	/	0.93 a	/	1.40 b
OPTYSIL	/	0.44 a	/	1.93 b
IM PROGRAMME	/	0.94 a	/	2.49 ab
CONTROL	/	1.05 a	/	2.81 a
2. assessment	(22. 9. BBCH 88)		(28. 9. BBCH 89)	
TYTANIT	/	2.94 ab	/	3.28 b
OPTYSIL	/	2.10 b	/	2.46 c
IM PROGRAMME	/	3.18 ab	/	3.59 ab
CONTROL	/	3.98 a	/	4.20 a

*Values marked with the same letter do not differ significantly statistically (Tukey Hsd test; $\alpha < 0.05$).
Compare values within the same location and the same assessment period.

Weather conditions for grey mould development were moderately favourable in 2016 at both locations. In August and September, it rained quite often. The grape berries did not crack due to sudden increase in berry juice pressure. The attack rate on bunches was low at both assessment periods. During the first assessment period in the beginning of August, the lowest attack rate was noticed in the Tytanit treated plots. The differences among variants were small. Prior to harvesting, the disease attack rate increased a little. The best result was obtained with the Optysil application. The results show that spraying with silicon can make the berry skin stronger and less susceptible to grey mould. Differences between the attack rates on Tytanit or Optysil treated plots were significant. At IM program the attack rate was a little higher. This is due to the more vigorous growth of vines that were treated with a full fertiliser program.

It was raining many times during September at Ploderšnica location. The green wall was well managed and bunches were developing in the zone which had very good aeration. During the first assessment, on 10. August, the attack rate was very low and differences among different treatments were not significant. The attack rate of fungus was also low at harvest. The highest decrease in the attack rate was observed in plots treated with Optysil. The silicon in Optysil reinforced the cuticle of the berries and that increased the resistance of the bunches to infection by Botrytis fungus. The protective effect of Optysil was not significantly greater than that of Tytanit.

3.2 Yield assessment

The grapes were harvested on September 30th at the Ploderšnica location. At harvesting time, all clusters were removed carefully and their ripening statuses and disease attack rate status were determined. Clusters developed on the lateral shoots with low sugar contents (less than 60 °Oe) were separated (category unripe clusters) and the parts of clusters heavily diseased by grey mould or powdery mildew were

removed with scissors and weighed separately (category diseased clusters). The yield in 2016 was surprisingly high considering the facts that the vineyard was exposed to frost during sprouting. The highest marketable yield was determined to be in the IM plots (see Table 9). It was 1.096 kg/ha higher than in the control plots (compare 12184 with 11088 kg/ha in Table 9). The differences between the Optysil program and the IM program were not significant, but were significant between the Tytanit and IM program. The same also goes for the comparisons on marketable yield.

Table 9: Yield per hectare.

TRIAL VARIANT:	Total yield (Kg/ha)	Marketable yield (Kg/ha)	Diseased clusters (Kg/ha)	Unripe clusters (Kg/ha)
Location Ploderšnica (26. 09. BBCH 89)				
TYTANIT	11108.4 b	11035.0 b	60.2 b	13.2 a
OPTYSIL	11650.8 ab	11621.0 ab	19.8 b	10.0 a
IM PROGRAM	12258.6 a	12184.0 a	54.8 b	19.8 a
CONTROL	11386.0 b	11088.0 b	278.2 a	19.8 a
Location Meranovo (29. 09. BBCH 89)				
TYTANIT	7468.3 ab	7105.8 b	271.9 a	90.5 b
OPTYSIL	8217.1 a	7886.3 ab	43.6 b	200.6 a
IM PROGRAM	8796.2 a	8153.1 a	158.8 ab	84.2 b
CONTROL	6784.5 b	6385.5 c	240.4 a	158.5 ab

*Values marked with the same letter do not differ significantly statistically (Tukey Hsd test; $\alpha < 0.05$). Compare values within the same location.

245

At Meranovo, the harvest was carried out on September 29th when the ripening stage of the grapes was suitable for processing into standard wine. The grape yield in 2016 was lower than in previous years. The reason lies in the delay of plant development during the first part of the season, in a smaller number of inflorescences per stock and in a higher disease pressure as a consequence of less frequent fungicide applications. The highest losses caused due to the disease attack were observed in the Tytanit program (see Table 9). Loses in the Tytanit program were higher than in the Optysil program and were also a little bit higher than in the control plots. The diseases influenced the results significantly (especially powdery mildew). A lower powdery mildew attack rate on bunches at Optysil plots attributed to better result in this variant than in the Tytanit program. The Optysil treatment provided a much better result than the Tytanit treatment. The sugar content in 2016 was much lower than in previous years (data not shown). The reason lies mostly in less photosynthetic activity in September and in the powdery mildew attack rate on the leaves. Powdery mildew reduced the photosynthetic activity of leaves and that caused a lower accumulation of sugar in the grapes. The differences between Tytanit treated plants and the IM program treated plants were bigger than the differences between Optysil treated plants and IM program. When analysing the yield and marketable yield we can see that the best results were obtained in the IM programme.

4 CONCLUSIONS

Trial results show measurable effects of adding the stimulators Optysil and Tytanit to the standard fungicide spray program to control grapevine fungal diseases. The effect on the yield was also measurable. At the Plodrešnica location the application of tested foliar fertilisers increased the marketable yield from 11088 kg/ha achieved at control plots to 12184 kg/ha with the IM program and to 11621 kg/ha with the Optysil program. At the Meranovo location the increase in yield was also quite high. In the IM program it increased from 6385.5 kg/ha at control to 8153.1 kg/ha.

The effect of Tytanit (titanium) was not the same as the effect of Optysil (silicon oxide). With Tytanit we can expect better suppression of downy mildew and with Optysil a better suppression of powdery mildew. Optysil can also provide better results in the suppression of grey mould.

The effects of the stimulators depend on the disease pressure and the yielding capacity of a specific vineyard. When the yielding capacity of the vineyard is very high and disease pressure is low, we do not expect such a significant effects of stimulators as in situations where the grapevine is under stress caused by diseases, nutrient lack and harsh weather conditions.

The increase in yield achieved in our trial and ratio between prices of fertilisers (stimulators) and grapes in season 2016 show that the application of stimulators is feasible.

Additional trials are needed to check the consequences of significant reduction in number of fungicide treatments and the replacement with applications of biostimulators.

246

5 LITERATURE

- Anonymous 2016. Tytanit® Crop Biostimulant – Arista Life Science – Tech. Bulletin. 9 s.
- Bunescu, C. 2014. The impact of fertilization and foliar stimulation products both on increasing the resistance to major phytopathogens attacks, and on increasing the quantity and quality of wine grapes harvest. *Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*. 14 (4): 35-38.
- Savvas, D., Giotis, D., Chatzieustratiou, E., Bakea, M., Patakioutas, G. 2009. Silicon supply in soilless cultivations of zucchini alleviates stress induced by salinity and powdery mildew infections. *Environ. Exp. Bot.* 65: 11-7.
- Carvajal, M., Alcaraz, C.F. 1998. Why titanium is a beneficial element for plants. *J. Plant. Nutr.* 21: 655-64.
- Grajkowski, J., Ochmian, I. 2007. Influence of three biostimulants on yielding and fruit quality of three primocane raspberry cultivars. *Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus.* 6(2): 29-36.
- Kuzel, S., Hruby, M., Cigler, P., Tlustos, P., Van, P.N. 2003. Mechanism of physiological effects of titanium leaf sprays on plants grown on soil. *Biol. Trace. Elem. Res.* 91: 179-89.
- Kamenidou, S., Cavins, T., Marek, S. 2011. Correlation between tissue and substrate silicon concentrations of greenhouse produced ornamental sunflowers. *J. Plant Nutr.* 34: 217-23.
- Hruby, M., Cigler, P., Kuzel, S. 2002. Contribution to understanding the mechanism of titanium action in plants. *J. Plant Nutr.* 25: 577-98.
- Whitted-Haag, B., Kopsell, D.E., Kopsell, D.A., Rhykerd, R.L. 2014. Foliar Silicon and Titanium Applications Influence Growth and Quality Characteristics of Annual Bedding Plants. *The Open Horticulture Journal (Bentham Open)*. 7: 6-15.
- Zbigniew, J. 2014. The effect of silicon application and type of medium on yielding and chemical composition of tomato. *Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus.* 13(4): 171-183.

POJAV SIVE GROZDNE PLESNI NA GROZDJU KOT POSLEDICA NAPADA DRUGEGA RODU GROZNIH SUKAČEV

Marjeta MIKLAVC¹, Jože MIKLAVC², Boštjan MATKO³, Miro MEŠL⁴

Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije, Zavod Maribor

IZVLEČEK

V prispevku prikazujemo rezultate preizkušanj insekticidov za zatiranje drugega rodu groznih sukačev v letih 2011 in 2016 v povezavi s stopnjo okužbe s sivo grozno plesnijo. V letu 2011 so bili preizkušeni naslednji pripravki: z enim škropljenjem Reldan 22 EC, Pynex 25 CS, Coragen in Steward, z dvema škropljenjema Affirm. Poleg zgoraj omenjenih pripravkov so bili v letu 2016 preizkušeni še Runner 240 SC, Vertimec PRO z enim škropljenjem in Lepinox plus z dvema škropljenjema. Rezultati preizkušanj so pokazali, da obstaja povezava med stopnjo okužbe s sivo grozno plesnijo in številom napadenih grozdov. V letu 2011 je bil determinacijski koeficient med stopnjo okužbe s sivo grozno plesnijo in številom gosenic 69,4 % v letu 2016 51,2 %.

247

Ključne besede: determinacijski koeficient, grozni sukači, insekticidi, siva grozдна plesen, vinska trta

ABSTRACT

THE EMERGENCE OF GRAY MOULD ON GRAPES AS A RESULT OF ATTACK OF SECOND GENERATION OF GRAPE MOTHS

In the article we present results of testing different insecticides against second generation of grape moths. The trials were made in year 2011 and 2016. In year 2011 the follow insecticides were testing: Reldan 22 EC, Pynex 25 CS, Coragen and Steward with single application and Affirm with two applications. In year 2016 the same insecticides were used in trial and also Runner 240 SC, Vertimec PRO, with single application and Lepinox plus with two applications. The results have shown connection between the level of infection with gray mould and number of damaged grape clusters. The coefficient of determination between the level of infection with gray mould and number of damaged grapes clusters was 69.4 % in the year 2011 and 51.2 % in year 2016.

Key words: gray mould of grape, grape moths, insecticide, wine grape, coefficient of determination

¹ univ. dipl. inž. agr., Vinarska ulica 14, SI-2000 Maribor, e-pošta: Marjeta.Miklavc@kmetijski-zavod.si

² mag. agr. znan., prav tam

³ mag. agr. znan., prav tam

⁴ univ. dipl. inž. agr., prav tam

1 UVOD

Siva grozdna plesen (*Botrytis cinerea*) – botritis spada med pomembnejše bolezni vinske trte. Občasno se lahko v mokrih letih pojavi že na kabrnkih, vendar je v tej fazi ne zatiramo, saj imajo redna škropljenja proti peronospori zaviralni učinek na sivo grozdno plesen. Gospodarsko pomembna za vinogradnika je takrat, ko se začne pojavljati na dozorevajočem grozdju. Pogosteje jo srečamo v prekomerno gnojnih vinogradih z dušikom, tam, kjer niso pravočasno opravljena zelena dela, ter v letih z neugodnimi vremenskimi razmerami. Gliva vdira v grozde, kjer nastanejo rane, ter se ob neustreznih vremenskih razmerah v času trgatve lahko močno razvije. Sredstva za zatiranje sive plesni uporabimo pri občutljivih sortah in glede na lego vinograda. Prvo zatiranje sive grozdne plesni opravimo preden se jagode v grozdičih strnejo. Nujno pa je potrebno skrbeti za redno opravljanje zelenih del v vinogradu in poskrbeti za zračnost trsov. Drugo škropljenje z botricidi opravimo, ko se jagode barvajo oziroma mehčajo. Za uspešno zatiranje sive grozdne plesni moramo poskrbeti za učinkovito zatiranje grozdnih sukačev, saj rane, ki nastanejo na grozdnih jagodah, predstavljajo vdorna mesta za glivo, povzročiteljico sive grozdne plesni.

Pasastni grozdni sukač (*Eupoecilia ambiguella* Hübner) in križasti grozdni sukač (*Lobesia botrana* Denis & Schiffermüller) sta redna in pomembna škodljivca vinske trte, pasasti ima dve do tri rodove, pri križastem pa se praviloma pojavljajo trije rodovi. Gosenice prvega rodu se hranijo s kabrniki in s cvetovi, pragovi škodljivosti ponavadi niso preseženi. Gosenice drugega rodu delajo škodo na dozorevajočih jagodah, rane, ki nastanejo, pa so vdorna mesta za glivo sive grozdne plesni.

Pri poskusu nas je zanimal pojav sive grozdne plesni kot posledica napada gosenic drugega rodu grozdnih sukačev. V ta namen smo preizkusili učinkovitost delovanja različnih insekticidov za zatiranje gosenic sukačev ter s pojavom sive plesni v posameznih insekticidnih postopkih.

2 MATERIAL IN METODE

Poskus zatiranja grozdnih sukačev in pojav sive grozdne plesni na grozdju smo izvedli na dveh lokacijah. V letu 2011 je bil poskus opravljen v vinogradu v Nebovi, na sorti 'Laški rizling', velikost vinograda 50 ar, starost 36 let, velikost poskusa 20,8 ar, velikost posamezne parcelice je bila 1,3 ar, v štirih ponovitvah, obravnavanih je bilo 6 postopkov in kontrola - neškropljeno.

V letu 2016 smo poskus izvedli v vinogradu v Celestrini na sorti 'Renski rizling', starost vinograda 35 let v dobri kondiciji na južni sončni in vetrovni legi, ki je oddaljen 800 m zračne linije od vinograda v Nebovi. V Celestrini je bil vinograd v velikosti 30 ar, poskus pa na 18,9 arih, velikost posamezne parcelice 70 m² v treh ponovitvah, ter 8 obravnavanj in kontrola - neškropljeno.

Oba poskusa sta bila zasnovana kot bločna poskusa s tremi in štirimi ponovitvami. V obeh letih smo ocenili 50 grozdov na ponovitev, skupaj 150 oziroma 200 grozdov na postopek. Ugotavljali smo številčnost gosenic oziroma poškodb na grozdih, ki so nastale zaradi gosenic drugega rodu sukačev. Učinkovitost delovanja insekticidov smo izračunali po Abbottu, za statistično obdelavo je bila uporabljena ANOVA in Duncanov

test. Stopnje okužbe s sivo plesnijo so bile izračunane po Townsend in Heubergerju in tudi učinkovitost po Abbottu.

Škropljenje v poskusih je bilo izvedeno s traktorsko nošeno škropilnico Zupan, prilagojeno za izvajanje poskusov, šobe so bile ALBUZ ATR «rumene», z uporabo vode 480 l/ha, pri tlaku 10 barov. V spodnjih dveh preglednicah so prikazani podatki o posameznih obravnavanjih: pripravki, aktivne snovi, odmerki in termini zatiranja.

Preglednica 1.: Pripravki, aktivne snovi, odmerki in datumi zatiranja pri poskusu zatiranja grozdnih sukačev v Nebovi v letu 2011.

Pripravek – obravnavanje	Aktivna snov	Odmerek	Termin zatiranja
Affirm	emamektin 9,5 g/kg	1,5 kg/ha	8.7.2011 15.7. 2011
Affirm	emamektin 9,5 g/kg	1,5 kg/ha	8.7.2011
Reldan 22 EC	klorpirifos-metil 225g/l	1 l/ha	15.7. 2011
Reldan 22 EC	klorpirifos-metil 225g/l	1,6 l/ha	15.7. 2011
Steward	indoksakarb 150 g/kg	0,15 kg/ha	8.7.2011
Pyrinex 25 CS	klorpirifos 250 g/kg	1 l/ha	15.7. 2011
Coragen	klorantraniliprol 200g/l	0,15 l/ha	8.7.2011
Kontrola-neškropljeno	-	-	-

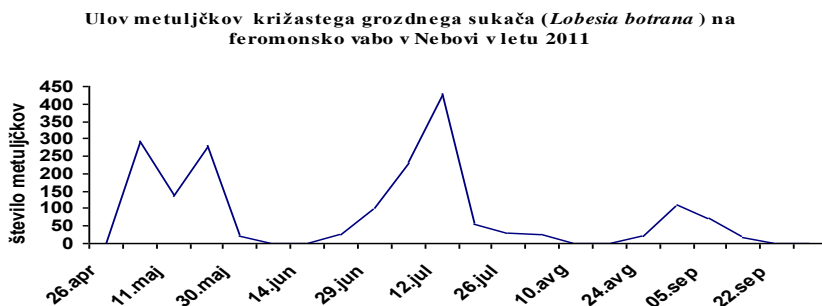
Preglednica 2. Pripravki, aktivne snovi, odmerki in datumi zatiranja pri poskusu zatiranja grozdnih sukačev v Celestrini v letu 2016.

Pripravek – obravnavanje	Aktivna snov	Odmerek	Termin zatiranja
Affirm	emamektin 9,5 g/kg	1,5 kg/ha	1.7.2016
Reldan 22 EC	klorpirifos-metil 225g/l	1 l/ha	12.7.2016
Vertimec PRO	abamektin 1,8%	0,75 l/ha	12.7.2016
Steward	indoksakarb 150 g/kg	0,125 kg/ha	1.7.2016
Pyrinex 25 CS	klorpirifos 250 g/kg	1 l/ha	12.7.2016
Lepinox plus	Bacillus thuringiensis var. Kurstaki 15%	1 kg/ha	1.7.2016 12.7.2016
Coragen	klorantraniliprol 200g/l	0,15 l/ha	1.7.2016
Runner 240 SC	metoksifenozid 24%	0,3 l/ha	1.7.2016
Kontrola-neškropljeno	-	-	-

V obeh poskusih v vseh obravnavanjih je bil za zatiranje sive plesni uporabljen fungicid Switch 0,8 kg/ha; v Nebovi v času mehčanja jagod (12.8.2011), v Celestrini pa v času dotikanja jagod (12.7.2016).

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

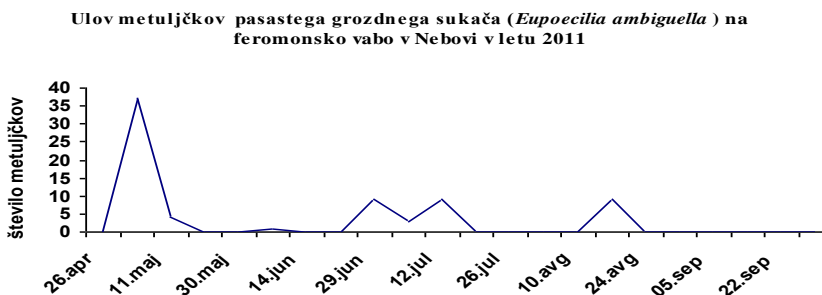
Na obeh poskusnih parcelah smo v obeh letih preizkušanja spremljali ulove grozdnih sukačev. V slikah 1 in 2 so prikazani ulovi metuljkov križastega in pasastega grozdnega sukača na feromonske vabe v letih 2011 in 2016 v Nebovi pri Mariboru.



Slika 1: Ulovi metuljkov križastega grozdnega sukača na feromonsko vabo v Nebovi v letu 2011.

V letu 2011 so se v Nebovi na feromonsko vabo začeli loviti metuljčki križastega sukača 26. aprila. Populacija metuljkov prvega rodu je strmo naraščala, vrh ulovljenih 300 sukačev je dosegla 11. maja, vse do konca maja se je populacija gibala od 250-300 metuljkov na teden na vabo. V začetku junija ni bilo več ulova samcev prvega rodu. Drugi rod sukačev se je začel loviti 29. junija in se končal konec julija, vrh je dosegel 12. julija, ko je bilo ulovljenih kar 400 metuljkov. Pojavil se je še tretji rod, ki je trajal od konca avgusta do sredine septembra, vrh je dosegel 5. septembra z ulovljenimi 100 metuljčki.

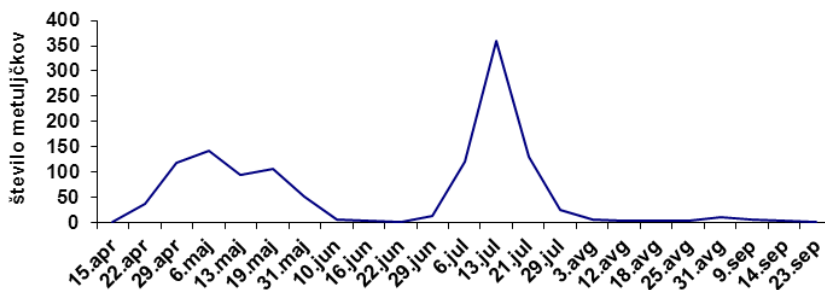
250



Slika 2: Ulovi metuljkov pasastega grozdnega sukača na feromonsko vabo v Nebovi v letu 2011.

Ulov pasastega grozdnega sukača je bil desetkrat manjši od križastega, v letu 2011 so bili prisotni trije rodovi, v podobnem časovnem obdobju kot pri križastemu grozdnemu sukaču.

Ulov metuljkov križastega grozdnega sukača (*Lobesia botrana*) na feromonsko vabo v Nebovi v letu 2016



Slika 3: Ulovi metuljkov križastega grozdnega sukača na feromonsko vabo v Nebovi v letu 2016.

V letu 2016 je imel križasti grozdni sukač tri rodove, prvi je bil dlje prisoten kot leta 2011, trajal je od 15. aprila do 10. junija, z vrhom 6. maja, ko je bilo ulovljenih 150 metuljkov na teden. Drugi rod je začel letati 29. junija in se je pojavljal do 29. julija, s strmim vrhom 13. julija, ko je bilo ulovljenih 350 metuljkov. Tretji rod se je v nižjem ulovu pojavil konec avgusta.

Rezultate poskusa zatiranja grozdnih sukačev in stopnjo napada s sivo grozdnjo plesnijo v Nebovi v letu 2011 prikazuje preglednica 3.

Preglednica 3: Povprečno število gosenic na pregledanih grozdih, učinkovitost delovanja insekticidov na gosenice drugega rodu grozdnih sukačev, stopnja okužbe s sivo grozdnjo plesnijo, učinkovitost na sivo grozdnjo plesen, izračun statističnih razlik v Nebovi v letu 2011.

Priprave - obravnavanje	Povprečno število gosenic na ponovitev	Učinkovitost delovanja insekticidov v %	Povprečna stopnja okužbe s sivo grozdnjo plesnijo v %	Učinkovitost na sivo grozdnjo plesen v %	Statistika
Affirm	3	95,6	0,73	98,9	A*, a**
Affirm Reldan 22 EC	3,75	94,5	0,85	98,8	A, a
Reldan 22 EC	9	86,9	5,55	92,3	B, c
Steward	13	81,1	5,15	92,8	C, c
Pyrinex 25 CS	13	81,1	8,33	88,4	C, d
Coragen	11,5	83,3	3,65	94,9	BC, b
Kontrola-neškropjeno	69	-	72,2	-	-

* primerjava med povprečnim številom gosenic

** primerjava med stopnjo okužbe s sivo plesnijo

Prag škodljivosti pri drugem rodu grozdnih sukačev znaša 5 gosenic na 100 pregledanih grozdov. V poskusu v Nebovi je bilo povprečno 69 gosenic oziroma njihovih poškodb na 50 pregledanih grozdih v štirih ponovitvah, kar je za 27-krat presežen prag škodljivost. Tudi stopnja okužbe v kontroli je bila zelo visoka in je znašala kar 72,2 %. Zatiranje sukačev je bilo v tem vinogradu vsekakor upravičeno. Pri vseh obravnavanjih je uporaba insekticidov bistveno zmanjšala številčnost gosenic. Učinkovitost delovanja insekticidov znaša od 81,1 do 95,6 %. Najboljšo učinkovitost kažeta obravnavanji pod zaporednima številčkama 1 in 2, kjer je dvakratna raba insekticidov v dveh terminih, in sicer: Affirm 2x z učinkovitostjo 95,6 % in Affirm + Reldan 22 EC z učinkovitostjo 94,5 %; tudi stopnja okužbe s sivo grozdno plesnijo znaša tukaj le 0,78 in 0,85 %.

Korelacijski koeficient znaša 0,83, kar kaže na visoko povezanost med št. gosenic oz. poškodb in stopnjo okužbe s sivo grozdno plesnijo, kar pokaže tudi determinacijski koeficient, ki znaša 69 %.

Rezultate poskusa zatiranja grozdnih sukačev in stopnjo napada s sivo grozdno plesnijo v Celestrini v letu 2016 prikazuje preglednica 4.

Preglednica 4: Povprečno število gosenic na pregledanih grozdih, učinkovitost delovanja insekticidov na gosenice II. rodu grozdnih sukačev, stopnja okužbe s sivo grozdno plesnijo, učinkovitost na sivo grozdno plesen, izračun statističnih razlik v Celestrini v letu 2016.

252

Pripravek – obravnavanje	Povprečno število gosenic na ponovitev	Učinkovitost delovanja insekticidov v %	Povprečna stopnja okužbe s sivo grozdno plesnijo v %	Učinkovitost na sivo grozdno plesen v %	Statistika
Affirm	3,3	88	16,4	44	A, ab
Reldan 22 EC	4,3	84	16,4	44	A, ab
Vertimec PRO	14	48	23,4	20	B, cd
Steward	4,3	84	20,9	29	A, bc
Pyrinex 25 CS	7,7	71	18,7	36	A, abc
Lepinox plus	12,7	52	19,2	35	B, abc
Coragen	5,3	80	12,6	57	A, a
Runner 240 SC	3,3	88	22,2	24	A, bc
Kontrola- neškropljeno	26,7	-	29,4	-	-

* primerjava med povprečnim številom gosenic

** primerjava med stopnjo okužbe s sivo plesnijo

V letu 2016 v Celestrini ni bilo tako močnega napada gosenic drugega rodu grozdnih sukačev kot v Nebovi, v kontroli je bilo 26,7 napadenih grozdov, stopnja okužbe s

sivo grozdno plesnijo pa je znašala 29,4 %. Učinkovitost insekticidov za zatiranje gosenic je znašala od 48 do 88 %. Najboljši sta bili obravnavanje pod številko 1 (Affirm) in 8 (Runner) z 88 % učinkovitostjo, sledila sta pripravka Reldan 22 EC in Steward s 84 % učinkovitostjo ter pripravke Coragen s 80 % učinkovitostjo, pripravke Pyrinex 25 SC je pokazal 71 % učinkovitost, pripravek Lepinox plus 52 % učinkovitost in na koncu pripravek Vertimec PRO z 48 % učinkovitostjo. Stopnja okužbe s sivo grozdno plesnijo je v kontroli znašala 29,4 %.

Korelacijski koeficient znaša 0,71, kar kaže na visoko povezanost med številom gosenic in stopnjo okužbe s sivo plesnijo, determinacijski koeficient pa znaša 51 %.

4 SKLEPI

Rezultati preizkušanj so pokazali, da obstaja visoka povezava med številom napadenih grozdov od gosenic drugega rodu grozdnih sukačev in stopnjo okužbe s sivo grozdno plesnijo. V letu 2011 je bil determinacijski koeficient med stopnjo okužbe s sivo grozdno plesnijo in številom gosenic 69,4 % v letu 2016 pa 51,2 %. Vsekakor priporočamo zatiranje gosenic drugega rodu grozdnih sukačev, da zmanjšamo število poškodb na grozdju in s tem zmanjšamo stopnjo okužbe s sivo grozdno plesnijo. Problematika se bo lahko izrazila pri vinogradnikih, ki so vključenih v program KOPOP v izbirno zahtevo: brez uporabe insekticidov, kjer se bo lahko populacija metuljčkov z leti močno povečala in s tem posledično stopnja okužbe s sivo grozdno plesnijo v neugodnih vremenskih razmerah v času dozorevanja grozdja.

5 ZAHVALA

Zahvaljujemo se vinogradnikoma, kjer smo lahko opravili oba poskusa ter sodelavcem iz Oddelka za varstvo rastlin.

6 LITERATURA

Tehnološka navodila za integrirano pridelavo grozdja za leto 2017

ZAČASEN ZNAČAJ KARANTENSKE KATEGORIJE NA ZGLEDU PLODOVIH MUH (Tephritidae)

Vlasta KNAPIČ¹, Gabrijel SELJAK²

¹Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, Uprava RS za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin, Ljubljana

²Kmetijsko gozdarski zavod Nova Gorica

IZVLEČEK

Plodove muhe so med najpomembnejšimi škodljivci v pridelavi sadja in zelenjave na svetu. Opisanih je nad 4000 vrst. Mnoge so polifagne. Družina Tephritidae ima kar 500 rodov, ki imajo vsak svoje domorodno območje. Med gospodarsko najpomembnejše rodove spadajo: *Anastrepha* (domorodne vrste pretežno v Južni in Srednji Ameriki), *Bactrocera* (Bližnji vzhod in območje Avstralazije), *Ceratitidis* (tropska Afrika) in *Rhagoletis* (domorodne vrste v zmerno toplem pasu Amerike, Evrope in Azije). Mnoge vrste iz teh rodov so tudi invazivne in povzročajo veliko škodo ob vnosu na nova območja, kar se zaradi mednarodne trgovine dogaja vse pogosteje. Po tej poti so se k nam verjetno vnesle breskova muha (*Ceratitidis capitata*), oljkova muha (*Bactrocera oleae*), višnjeva muha (*Rhagoletis cingulata*) in orehova muha (*Rh. completa*). Od skoraj 200 znanih škodljivih vrst plodovih muh pa jih večina še ni zastopanih v Evropi, zato jih je mogoče obdržati na karantenski listi in predpisati uvozne zahteve za plodove, s katerimi se v EU lahko vnesejo. V prispevku so opisane regulirane vrste plodovih muh v Sloveniji in v Evropski uniji za obdobje 1977 do 2017 in posebnosti pri tem preventivnem ukrepu varstva rastlin.

Ključne besede: plodove muhe, Tephritidae, karantenski ukrepi, uvoz, zdravje rastlin

ABSTRACT

TEMPORARY NATURE OF QUARANTINE PEST CATEGORIES USING THE EXAMPLE OF THE Tephritidae FRUIT FLIES

Globally, fruit flies belong to the most significant pests in the production of fruits and vegetables. Over 4000 species have been described, and many thereof are polyphagous. The Tephritidae family comprises 500 genera, and each thereof has a specific native distribution range. The economically most significant genera include: *Anastrepha* (native in the Southern and Central America), *Bactrocera* (the Middle East and Australasia), *Ceratitidis* (tropical range of Africa) and *Rhagoletis* (native species in the temperate zones of America, Europe and Asia). Many species of these genera are invasive and highly damaging to other crops on their introduction into new areas,

¹ univ. dipl. inž. agr., Dunajska 22, SI-1000 Ljubljana, e-pošta: vlasta.knacic@gov.si

² mag. agr. znan., upokojenec

which is more and more the case in international trade. This same route of introduction into and establishing in our territory served for instance to the Mediterranean fruit fly (*Ceratitis capitata*), olive fruit fly (*Bactrocera oleae*), cherry fruit fly (*Rhagoletis cingulata*), and walnut husk fly (*Rh. completa*). Of the nearly 200 known harmful species of fruit flies, majority is not yet present in Europe, so they can be regulated on the quarantine list with import requirements for fruits, which are a pathway for their introduction into the EU. Regulated species of fruit flies are described for Slovenia and the European Union in the period 1977 to 2017, including specific issues of this preventive plant health measure.

Key words: Fruit flies, Tephritidae, Quarantine measures, Import, Plant health

1 UVOD

Plodove muhe (Diptera: Tephritidae) vključujejo nekaj svetovno najbolj pomembnih škodljivih vrst v kmetijski pridelavi. Povzročajo neposredne izgube pri pridelavi različnih plodov sadja (npr. agrumi, jabolka, mango), zelenjave (buče, kumare, jajčevci) in cvetočih rastlin (sončnice), ki segajo v milijarde dolarjev letno, hkrati pa omejujejo trženje kmetijskih pridelkov v mnogih državah zaradi uvedenih karantenskih ukrepov, namenjenih preprečevanju njihovega širjenja na nova območja. Od več kot 4400 vrst, znanih po vsem svetu, jih je skoraj 200, ki jih štejejo za škodljivce (Carroll, 2002). Ker obstaja toliko vrst, od katerih so si mnoge zelo podobne, je identifikacija škodljivih plodovih muh težavna tudi za profesionalne entomologe. Ameriška fitosanitarna služba USDA Aphis-PPQ je za svoje pristaniške strokovnjake razvila spletni sistem, ki shranjuje najbolj ažurne taksonomske informacije o vrstah škodljivih plodovih muh v obliki opisov in interaktivnih ključev DELTA, ki je postala referenčna zbirka (Carroll in sod, 2002-), uporabna tudi pri stalnem pregledu reguliranih vrst (Bartlett in sod., 2006).

2 METODE DELA

Po vsem svetu so za plodove muhe sprejeti karantenski predpisi, ki preventivne fitosanitarne ukrepe uvajajo za različne vrste plodov, s katerimi se lahko prenašajo zlasti pri medcelinskem tržnem transportu. Fitosanitarne predpise, ki vplivajo na prost pretok blaga, sme vsaka država sprejeti po predhodni najavi na Svetovno trgovinsko organizacijo (WTO), da imajo države, trgovinske partnerice, možnost pripomb na neupravičene ukrepe. Upravičenost ukrepov se presoja glede na določbe Mednarodne konvencije o varstvu rastlin (IPPC) in standardov za fitosanitarne ukrepe (ISPM), sprejetih na njeni podlagi, ki jih Sanitarno-fitosanitarni sporazum WTO priznava kot edine merodajne za vidik upravljanja s tveganji, ki jih za zdravje rastlin povzročajo škodljivi organizmi.

Do vstopa v Evropsko unijo (EU) je Slovenija samostojno sprejemala uvozne predpise, od leta 2004 dalje pa je to pristojnost prenesla na EU, kjer je še zlasti z uveljavitvijo libonske pogodbe o delovanju EU od leta 2012 zunanje-trgovinska politika v rokah Evropske komisije. Uvozne predpise EU sprejemajo Evropski Parlament, Svet EU in Evropska komisija, ki jih tudi notificira na WTO in brani upravičenost fitosanitarnih ukrepov, bodisi na znanstveni podlagi bodisi na podlagi mednarodnih standardov IPPC

(WTO-SPS, 1995). Znanstvene podlage priskrbijo strokovne institucije držav članic EU, v sodelovanju z Evropsko in mediteransko organizacijo za varstvo rastlin, ter od leta 2006 dalje tudi Evropska agencija za varnost hrane. Znanstvene podlage vključujejo zlasti biologijo in ekologijo škodljivega organizma, gostiteljske rastline, ki jih na ciljnem območju lahko napada, in njihove dele, s katerimi se lahko v transportu prenaša, ter izvedljive ukrepe za obvladovanje tveganja prenosa z rastlinskim blagom. Slednje v EU za lažje razumevanje razvrščamo v sezname kot fitosanitarne uvozne zahteve za rastline in rastlinske proizvode, ki jih določa direktiva Sveta 2000/29/ES z izvedbenimi akti, prenesena v slovenski pravni red z zakonom o zdravstvenem varstvu rastlin in predpisi, izdanimi na njegovi podlagi. Tako velja za celotno območje EU:

- prepoved vnosa karantenskih škodljivih organizmov (seznama I.A.I in I.A.II, seznama II.A.I in II.A.II ter organizmi, določeni z nujnimi ukrepi)
- prepoved vnosa določenih rastlin, rastlinskih proizvodov in drugih predmetov iz določenih držav (seznam III.A in začasne prepovedi iz določenih držav)
- posebne fitosanitarne zahteve (seznam IV.A.I ter zahteve, določene z nujnimi ukrepi)
- seznam nadzorovanih rastlin in rastlinskih proizvodov, za katere mora biti opravljen fitosanitarni pregled pošiljk na prvi vstopni točki v EU in jih mora spremljati fitosanitarno spričevalo (seznam V.B ter nujni ukrepi).

3 REZULTATI

256

Od leta 1977, ko je bil sprejet prvi uvozni predpis EU (Direktiva 77/93/EEC, 1992), so se zaradi prepoznanih novih tveganj sezname I. do V. spremenili povprečno vsakih šest mesecev, in sicer:

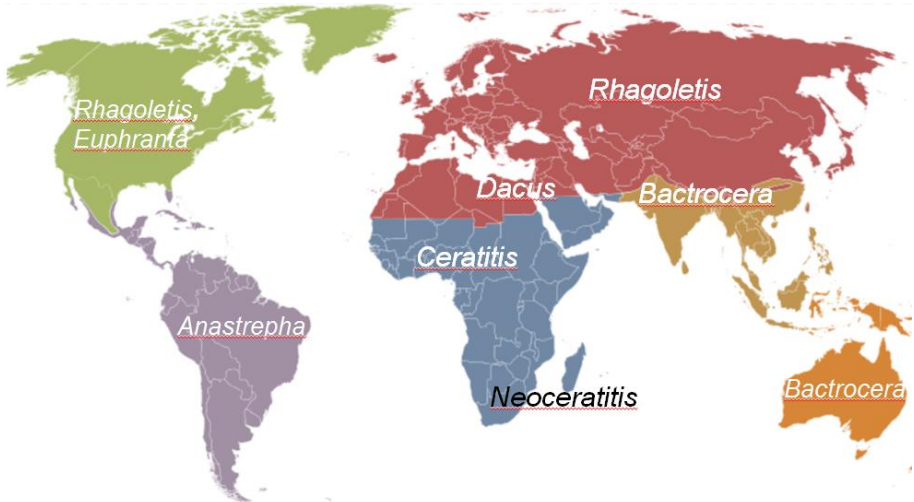
- Devetintridesetkrat do leta 2000, ko je bila sprejeta uradna prečiščena direktiva 2000/29/ES;
- Triintridesetkrat pa se je spremenila direktiva 2000/29/ES, nazadnje z direktivo (EU) 2017/1279 z datumom uveljavitve 1. januarja 2018.

Kljub rednemu prilagajanju uvoznih predpisov pa se v entomološki literaturi množijo opisi pojavov in izbruhov novih, s človekovo dejavnostjo vnesenih vrst. V Evropi je bilo med plodovimi muhami zabeleženih več severnoameriških vrst rodu *Rhagoletis*, ki so se vnesle in naselile v zadnjih desetletjih (EFSA, 2014). Vendar pa v Evropi še veliko škodljivih neevropskih vrst iz družine Tephritidae ni navzočih, zato take ostajajo na karantenskih seznamih. Od pričetka skupnega trga EU leta 1993 je vnos vseh neevropskih vrst plodovih muh prepovedan, pod fitosanitarnim nadzorom na zunanji meji EU pa so zlasti pošiljke plodov, s katerimi se lahko vnesejo (Direktiva 77/93/EEC, 1992).

3.1 Regulirani plodovi in vrste plodovih muh

Plodove muhe so si morfološko tako podobne, da zgolj taksonomski opisi pripeljejo do dvoma, ali predstavljajo različne biološke vrste ali zgolj geografske variante iste vrste. Določevanje z molekularnimi analizami, ki se je razvilo po letu 2000, omogoča zanesljivejšo determinacijo, ki je pomembna zaradi razvoja in izvedbe ukrepov,

vezanih na biologijo vrst, kot je npr. tehnika sproščanja sterilnih žuželk. Z znanstvenim razvojem pa je bilo mogoče tudi natančneje določiti regulirane vrste tako plodovih muh kot tudi poti njihovega vnosa z drugih celin (slika 1).



Slika 1: Najbolj škodljivi rodovi plodovih muh (Tephritidae) s pripadajočimi domorodnimi območji.

257

3.1.1 Karantenske vrste v obdobju od 1977 do 1992

V takratni Evropski gospodarski skupnosti (EGS) je karantenske sezname določala direktiva 77/93/EES, in sicer je v prilogi I.A navajala vrste *Ceratitis capitata* (Wied.), *Rhagoletis cingulata* (Loew), *Rhagoletis fausta* (Osten Sacken) in *Rhagoletis pomonella* (Walsh), v prilogi II.A pa še vrsto *Rhagoletis cerasi* L. na plodovih češenj in višenj.

Ustanovne članice EGS (od 25. marca 1957: Belgija, Francija, Zahodna Nemčija, Italija, Luksemburg, Nizozemska) in 1. januarja 1973 pridružene Danska, Irska in Združeno kraljestvo so tudi v medsebojni trgovini izdajale fitosanitarna spričevala za plodove agrumov *Citrus* (razen limone), kutin *Cydonia*, jablan *Malus*, koščičastih vrst rodu *Prunus* in hrušk *Pyrus*. Italija je na karantenski listi obdržala še tri vrste plodovih muh, očitno pomembnih za domačo pridelavo: *Anastrepha fraterculus* (Wied.), *Anastrepha ludens* (Louw) in *Dacus dorsalis* Hefide. V Sloveniji je v tem obdobju veljala jugoslovanska karantenska lista, saj sta bili na zvezni ravni urejeni notranja in zunanja trgovina, na republiški ravni pa sta bili urejeni predvsem pridelava in notranja trgovina ter konkretni ukrepi za obvladovanje karantenskih škodljivcev in bolezni na območju Republike Slovenije (Zakon, 1989).

3.1.2 Karantenske vrste v obdobju od 1993 do 2017

Leta 1993 je bil v EU uveden skupni evropski trg, ki je med državami članicami uvedel princip prostega pretoka vsega blaga. Tako tudi za rastline in rastlinske plodove s seznama V. države članice niso več izdajale fitosanitarnih spričeval in ustavljale pošiljk na meji, ampak je te ovire v prosti trgovini nadomestil sistem rastlinskega potnega lista, izdanega za tvegano rastlinsko blago s seznama V.A, še preden je zapustilo mesto pridelave. Na karantenski seznam I.A.I pa so se uvrstile neevropske vrste iz družine Tephritidae z naštetimi škodljivimi rodovi (Preglednica 1).

V Sloveniji je do uveljavitve novega zakona o zdravstvenem varstvu rastlin in pravilnika o uvozu rastlin leta 2001 veljala podobna karantenska lista, na kateri so bile tudi neevropske vrste iz rodov *Anastrepha*, *Bactrocera* in *Rhagoletis*, *Ceratitis quinaria* (Bezzi), *Ceratitis rosa* (Karsch) ter *Dacus ciliatus* (Loew) (Pravilnik, 1996). Glede na vedno nova tveganja zaradi novih trgovskih poti iz neevropskih držav je skoraj nemogoče določiti končno listo gospodarsko pomembnih vrst plodovih muh, čeprav se je zaradi učinkovitejših prestrežb pošiljk in znanstvenega napredka pri določanju vrst taksonomija izboljšala. V uvoznih predpisih bi bilo pravilno naštet karantenske vrste družine Tephritidae, čeprav se taksonomija spreminja. Na primer od leta 2003 so poročali o novi vrsti plodovih muh, ki napada tropsko sadje (mango, guava, papaja, agrume, idr.), se hitro širi po vsej podсахarski Afriki, izpodriva domorodno mangovo muho in je morfološko zelo podobna *B. dorsalis*. Leta 2005 so vrsto opisali kot *Bactrocera invadens* Drew, Tsuruta & White (Drew *et al.*, 2005), kasneje pa uvrstili v kompleks vrst *B. dorsalis* (Khamis *et al.*, 2012). EU je sicer imela formalno podlago za ustavljanje pošiljk na meji in fitosanitarne preglede, saj je bila na karantenski listi med naštetimi primeri neevropskih vrst pod sinonimom *Dacus dorsalis* Hendel.

Sedanje taksonomske razprave o kompleksih vrst so glede na njihov gospodarski in regionalni pomen ter potencialno uporabo tehnike sterilizacije določile tri komplekse in en verjeten kompleks vrst (De Meyer, 2015):

- *Anastrepha fraterculus complex*, razširjen v Južni in Srednji Ameriki, združuje vrste: *A. fraterculus*, *A. fraterculus ligata* in *A. fraterculus mombinpraeoptans*;
- *Bactrocera cucurbitae* (domnevni kompleks), melonina muha, razširjena v zahodni in osrednji Afriki;
- *Bactrocera dorsalis complex* (verjetni sinonimi *B. invadens*, *B. papayae* in *B. philippinensis*; 2015), razširjen na Indijskem in Korejskem polotoku, v Indoneziji in sedaj tudi v Afriki;
- *Ceratitis FAR complex* (*C. fasciventris*, *C. anonae*, *C. rosa*), razširjen v osrednji in južni Afriki.

3.2 Plodove muhe v Sloveniji

Plodove muhe so razmeroma velike žuželke brez značilnega razlikovalnega vzorca življenja. Različne vrste najdemo v zmernih, zmerno toplih in tropskih okoljih. Nekatere so univoltine in druge multivoltine, nekatere so izredno polifagne, medtem ko so druge monofagne. Skupno jim je, da so ličinke škodljivci plodov, pri večini pa

je njihov razvoj vezan tudi na tla, kjer se zabubijo in preživijo vmesna ali neugodna obdobja razvojnega kroga. Veliko število vrst je zelo škodljivih, zlasti tistih, pri katerih se ličinke hranijo z mesom plodov pri sadju in zelenjavi, kar se posebej pokaže po vnosu in vzpostavitvi populacij na novih geografskih območjih.

V Sloveniji je sicer šest vrst plodovih muh, ki se lahko štejejo za pomembne škodljivce v slovenskem kmetijstvu, in sicer so po njihovem relativnem pomenu to: oljkova muha (*Bactrocera oleae*), češnjeva muha (*Rhagoletis cerasi*), višnjeva muha (*Rh. cingulata*), orehova muha (*Rh. completa*), breskova muha (*Ceratitis capitata*) in špargljeva muha (*Plioreocepta poeciloptera*) (Seljak, 2012). *Rhagoletis cerasi* in *Plioreocepta poeciloptera* sta avtohtoni vrsti, ali pa sta se naselili v teh severnih regijah dolgo nazaj, medtem ko so se nedavno vnesle: *Ceratitis capitata* leta 1958 (Peyrek, 1960), *Rhagoletis completa* leta 1997 (Seljak in Žezlina, 1999) in *Rh. cingulata* leta 2007 (Seljak in Bjeliš, 2008).

259

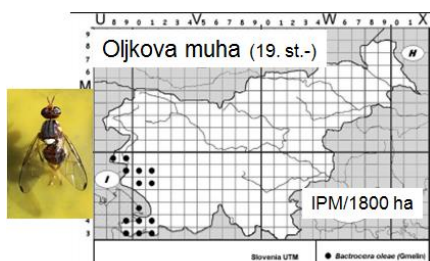


Fig. 1: Distribution of *Bactrocera oleae* in Slovenia

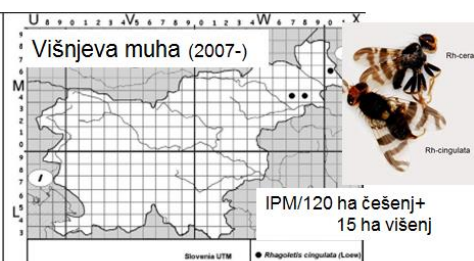


Fig. 2: Current known distribution of *Rhagoletis cingulata* in Slovenia

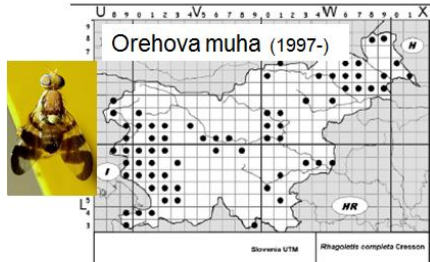


Fig. 3: Current known distribution of *Rhagoletis completa* in Slovenia

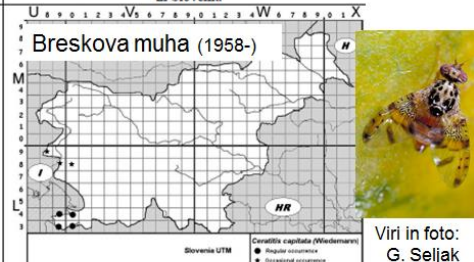


Fig. 4: Occurrence of *Ceratitis capitata* in Slovenia

Slika 2: Prve najdbe in razširjenost neevropskih vrst plodovih muh v Sloveniji: *Bactrocera oleae* (19. stol.), *Rhagoletis completa* (1997), *Rhagoletis cingulata* (2007) in *Ceratitis capitata* (1958) (Seljak, 2012)

V Sloveniji so plodove muhe vseskozi spremljali predvsem entomologi Kmetijsko gozdarskega zavoda Nova Gorica. O prvotnih karantenskih vrstah *Rhagoletis fausta* (Osten Sacken) in *Rhagoletis pomonella* (Walsh) niso nikoli poročali. Prve ciljne državne monitoringe so v Sloveniji izvedli v letih 2015/2016, ko tudi ni bilo najdb, ko so preiskovalci na terenu iskali naslednje vrste plodovih muh:

- *Bactrocera dorsalis* v nasadih breskev, sliv, jablan in hrušk v Slovenski Istri (drugod ta tropska vrsta ne prezimi);

- *Bactrocera invadens* v nasadih breskev in agrumov v Slovenski Istri;
- *Bactrocera latifrons* razhudnikova muha, ki ogroža zlasti paradižnik, jajčevac, papriko, kumare in melone.
- *Pterandrus (Ceratitis) rosa* v nasadih breskev, marelic, sliv, fig, jablan in hrušk v Slovenski Istri;
- *Rhagoletis fausta* v nasadih češenj, višenj in japonskih sliv v Slovenski Istri, Vipavski dolini in Goriških Brdih;
- *Rhagoletis pomonella* v nasadih jablan;
- *Strauzia longipennis* Weidemann sončnična stebelna vrtalka; v sončnicah in topinamburju v severovzhodni Sloveniji.

Nobena od teh vrst doslej ni bila potrjena na ozemlju Slovenije. V uradnih evidencah pa so zabeležene naselitve naslednjih novih vrst (Slika 2):

- Breskova muha, *Ceratitis capitata* (Wied.), je bila prvič najdena v Slovenski Istri leta 1958 (Peyrek, 1960; Seljak, poročilo MKGP 2001), kjer se je širila ter povzročala škodo na kakiju in breskvah, občasno pa tudi v Vipavski dolini. Drugod po Sloveniji njen pojav ni bil zabeležen. Obveznost poročanja pristojnemu ministrstvu o njenem pojavu je prenehala z novim pravilnikom, ki je leta 2001 prevzel EU karantensko listo in izbrisal vrsto s slovenske karantenske liste. Ker eradikacijski ukrepi niso poznani, se ti niso izvajali, za preprečevanje škode v pridelavi pa so se razvile različne metode integriranega varstva rastlin.
- Višnjeva muha, *Rhagoletis cingulata* (Loew), se je prvič ulovila na pasti v Podravju leta 2007, škodo pa dela v severovzhodni Sloveniji (Seljak in Bjeliš, 2008). Ker ima omejene zmogljivosti za let, se širi predvsem z ličinkami pri trženju plodov in eventualno s prenosom zemlje, v kateri prezimujejo bube. Napada vse gojene in divje češnje in višnje, še posebej veliko škodo dela pri pozno zorečih sortah, predvsem višenj. Možnosti za njeno obvladovanje so prav tako omejene kot za domorodno češnjevo muho *Rhagoletis cerasi*, zaradi invazivnosti pa dela še večjo škodo. Že majhen odstotek napadenih plodov lahko povzroči zavrnitev odkupa, saj EU regulativa za kakovost češenj in višenj dovoljuje do 4% črvivih plodov (EFSA, 2014). Pridelovalci v EU pa imajo težave tudi pri integriranem varstvu rastlin zaradi vse manjšega izbora učinkovitih fitofarmaceutskih sredstev. Francija je prišla v postopek pred WTO, ker je leta 2016 prepovedala uvoz češenj in višenj, tretiranih proti plodovim muham z dimetoatom – uradno zaradi manjkajoče ocene tveganja, ali je uživanje takih plodov varno, saj sredstva s to aktivno snovjo niso več registrirana v državah pridelovalkah, kot so Francija, Italija, Španija in tudi Slovenija.
- Orehova muha, *Rhagoletis completa*, se je iz Kalifornije in zahodnega dela ZDA zanesla v zahodno Evropo. Pri nas je bila najdena leta 1997 na Goriškem in v Vipavski dolini (Seljak in Žežlina, 1999). V severovzhodni Sloveniji so jo prvič ulovili leta 2003, po desetih letih pa so močan napad beležili zlasti na poznih sortah oreha, ko je bila napadenost plodov 50 do 70%, ponekod celo 90% (Miklavc in sod., 2013).

- Oljkova muha, *Bactrocera oleae*, je v Slovenski Istri znana že iz sredine prejšnjega stoletja kot eden glavnih škodljivcev v oljčnih nasadih. Sicer je škodljivec oljk po celem svetu, kjer te uspevajo, njene učinkovite naravne sovražnike pa so našli pod Himalajo, kjer naj bi bila *B. oleae* domorodna vrsta. Pri nas razvije dva do tri rodove letno, ki jih pridelovalci obvladujejo z različnimi metodami integriranega varstva rastlin. V ugodnih letih lahko napade prek 90% plodov ter značilno zmanjšuje količino in kakovost pridelka. Nedavne analize so potrdile obstoj ene same populacije oljčne muhe v Sloveniji (Knap, 2014), kar nakazuje na naravno širjenje po vnosu.

3.3 Omejevanje širjenja breskove muhe *Ceratitis capitata*

Breskova muha je najbolj resen škodljivec agrumov in mnogih drugih plodov v večini držav, ki imajo toplo, sredozemsko, tropsko ali subtropsko podnebje (EPPO/CABI, 1997). Domorodna je v podsaharski Afriki, od koder se je invazivno razširila na območje Sredozemlja, Avstralije ter Srednje in Južne Amerike, kjer napada tako rekoč vse vrste sadja, od breskev, agrumov, jabolk, hrušk, do kivijev, fig in avokada. Agrumi so vrste plodov, ki jih neprestano uvažamo in izvažamo vsevprek, z južne poloble na severno in v obratni smeri, tako da so prepoznani kot fitosanitarno tvegana pot prenosa, ki jo države pridelovalke severne poloble regulirajo.

V EU je najdlje regulirana pot prenosa ravno uvoz agrumov: od leta 1977 je posebna zahteva na seznamu IV za plodove rodov *Citrus*, *Fortunella*, *Poncirus* in njihovih križancev, ki izvirajo iz neevropskih držav, kjer se pojavljajo neevropske vrste iz družine Tephritidae. Kot pot prenosa pa lahko služijo agrumi naslednjim vrstam muh, ki so določene kot karantenske za ZDA:

- Breskova (mediteranska) muha, *Ceratitis capitata*; navzoča v EU; prvič uradno omenjena na teritoriju EU leta 1994 v Italiji, kjer je razširjena tako na Apeninskem polotoku kot na Sardiniji in Siciliji že od leta 1873 dalje. V zbirki EPPO Global Database (<https://gd.eppo.int/>) najdemo naslednjo razprostranjenost: razširjena na Cipru, Malti, v Grčiji, Italiji, Portugalski in Španiji; v Avstriji je prehodno navzoča vrsta, pod izkoreninjanjem, medtem ko je v Franciji, na Hrvaškem, v Sloveniji in v Švici navzoča na omejenem območju, kjer ji dopuščajo klimatske razmere. V severnejših državah EU se populacija v naravi ne more vzpostaviti.
- Južnoameriška plodova muha, *Anastrepha fraterculus*; ni navzoča v EU (karantenska za EU)
- Mehiška plodova muha, *Anastrepha ludens*, ni navzoča v EU (karantenska za EU)
- Orientalška plodova muha, *Bactrocera dorsalis*, ni navzoča v EU (karantenska za EU)
- Afriška invazivna plodova muha, *Bactrocera invadens*, ni navzoča v EU (karantenska za EU)
- Kitajska agrumova muha, *Bactrocera minax*, ni navzoča v EU (karantenska za EU)

- Avstralska plodova muha, *Bactrocera tryoni*, ni navzoča v EU (karantenska za EU)
- Japonska pomarančna muha, *Bactrocera tsuneonis*, ni navzoča v EU (karantenska za EU)
- Rodezijska plodova muha, *Ceratitits quinaria*, ni navzoča v EU (karantenska za EU)
- Južnoafriška plodova muha, *Ceratitits rosa*, ni navzoča v EU (karantenska za EU).

EU in ZDA imata tako skoraj enake zahteve za uvoz agrumov iz južne poloble, razen za breskovo muho, ki je bila zaradi naselitve v Sredozemlju umaknjena s karantenske liste EU leta 1993. Posledica tega je, da ZDA za uvoz agrumov, breskev, jabolk in drugih gostiteljskih plodov z območij, kjer je breskova muha navzoča, zahtevajo tretiranje, ki zagotovi pošiljko brez škodljivca, sposobnega za nadaljnji razvoj (preglednica 2).

Preglednica 2: Predpisan postopek hladnega tretiranja proti plodovim muham (*Ceratitits capitata* in *C. rosa*), ki omogoča izdajo fitosanitarnega spričevala za plodove pred uvozom v ZDA (vir: APHIS T107).

Temperatura	Čas izpostavljenosti plodov
1,11 °C ali manj	14 dni
1,67 °C ali manj	16 dni
2,22 °C ali manj	18 dni

262

3.4 Neregulirane škodljive vrste v EU

Pri revidiranju karantenskih vrst plodovih muh na seznamu I.A.I, katerih vnos v EU je prepovedan, je bil podan tudi predlog, da so to vse neevropske škodljive vrste iz družine Tephritidae, razen v Evropi navzočih vrst, ki so (Bartlett in sod., 2006):

- *Euleia separata* (Becker)
- *Acanthophilus helianthi* (Rossi)
- *Anomoia purmunda* (Harris)
- **Bactrocera oleae* (Rossi)
- *Campiglossa misella* (Loew)
- *Capparimya savastani* (Martelli)
- *Carpomya incompleta* (Becker)
- *Carpomya schineri* (Loew)
- *Carpomya vesuviana* Costa
- **Ceratitits capitata* (Wiedemann)
- *Chaetorellia carthami* Stackelberg
- *Ensina sonchi* (Linnaeus)
- *Euleia heraclei* (Linnaeus)
- *Euphranta connexa* (Fabricius)
- *Plioreocepta poeciloptera* (Schrank)

- *Rhagoletis alternata* (Fallén)
- *Rhagoletis cerasi* (Linnaeus)
- **Rhagoletis cingulata* (Loew)
- **Rhagoletis completa* Cresson
- *Trupanea amoena* (Frauenfeld)
- *Trupanea stellata* (Fuesslin)
- *Trypeta artemisiae* (Fabricius)
- *Trypeta zoe* Meigen.

Vrste, zgoraj označene z zvezdico, po izvoru niso evropske vrste, pač pa so se kot tujerodne vnesle in nedavno naselile. Na primer *Rhagoletis cingulata* je bila v obdobju 1993-2017 še na karantenskem seznamu I.A.I za EU, a že navzoča vrsta v osmih državah članicah, zato je na prenovljenem karantenskem seznamu ne bo več.

Drug mejni primer vrste, ki ne sodi na karantenski seznam, je *Rhagoletis ribicola*, ki je bila v obdobju 1993-2017 še na karantenskem seznamu IAI za EU (Preglednica 1). Na območju zahodne Severne Amerike, kjer je vrsta domorodna, na gostiteljskih rastlinah iz rodu *Ribes*, ki rastejo v podobnih ekoloških razmerah, kot v Evropi, v spremljanju v 70 letih ni bilo objavljenih nobenih primerov škode na plodovih (EFSA, 2014).

263

Preglednica 1. Karantenske vrste neevropskih plodovih muh Tephritidae (karantenski seznam I.A.I št. 25. v direktivi Sveta 2000/29/ES in njeni predhodnici direktivi Sveta 1977/93/ES, dopolnjeni leta 1993).

Karantenski seznam 1993 - 2017 Tephritidae (neevropske), kot so:	Nova spoznanja, ki jih je treba upoštevati pri bodočem reguliranju	Gostiteljski plodovi
(a) <i>Anastrepha fraterculus</i> (Wiedemann)	<i>A. fraterculus</i> prepoznana kot kompleks več kriптиčnih vrst	<i>Citrus</i> , <i>Malus</i> , <i>Mangifera indica</i> , <i>Prunus domestica</i> , <i>Prunus persica</i> , <i>Psidium guajava</i> , <i>Pyrus</i>
(b) <i>Anastrepha ludens</i> (Loew)	Nespremenjeno	<i>Citrus</i> , <i>Mangifera indica</i> , <i>Prunus persica</i> , drugo
(c) <i>Anastrepha obliqua</i> Macquart	Nespremenjeno	<i>Mangifera indica</i> , drugo sadje
(d) <i>Anastrepha suspensa</i> (Loew)	Nespremenjeno	<i>Annona</i> , <i>Psidium guajava</i> , drugo sadje
(e) <i>Dacus ciliatus</i> Loew	Nespremenjeno	<i>Citrus</i> , <i>Cucumis</i> , <i>Cucurbita</i> , Cucurbitaceae
(f) <i>Dacus curcurbitae</i> Coquillet	<i>Zeugodacus cucurbitae</i>	<i>Citrus</i> , <i>Cucumis</i> , <i>Cucurbita</i> , Cucurbitaceae
(g) <i>Dacus dorsalis</i> Hendel	<i>Bactrocera dorsalis</i> (B. <i>invadens</i> , B. <i>papayae</i> in B. <i>philippinensis</i> so morda <i>sinonimi</i>)	<i>Annona</i> , <i>Citrus</i> , <i>Fortunella</i> , <i>Malus</i> , <i>Mangifera indica</i> , <i>Prunus domestica</i> , <i>Prunus persica</i> , <i>Psidium guajava</i> , <i>Pyrus</i>
(h) <i>Dacus tryoni</i> (Froggatt)	<i>Bactrocera tryoni</i>	<i>Annona</i> , <i>Fortunella</i> , <i>Malus</i> , <i>Mangifera indica</i> , <i>Persea americana</i> , <i>Prunus domestica</i> , <i>Prunus persica</i> , <i>Psidium guajava</i> , <i>Pyrus</i>

(i) <i>Dacus tsuneonis</i> Miyake	<i>Bactrocera tsuneonis</i>	<i>Citrus & Fortunella</i>
(j) <i>Dacus zonatus</i> Saund.	<i>Bactrocera zonata</i>	<i>Mangifera indica, Prunus persica, Psidium guajava</i>
(k) <i>Epochra canadensis</i> (Loew)	<i>Euphranta canadensis</i>	<i>Ribes</i>
(l) <i>Pardalaspis cyanescens</i> Bezzi	<i>Neoceratitis cyanescens</i>	<i>Solanum lycopersicum</i>
(m) <i>Pardalaspis quinaria</i> Bezzi	<i>Ceratitidis quinaria</i>	<i>Citrus, Prunus, Psidium guajava</i>
(n) <i>Pterandrus rosa</i> (Karsch)	<i>Ceratitidis rosa</i>	<i>Carica papaya, Citrus & Fortunella</i>
(o) <i>Rhacochlaena japonica</i> Ito	<i>Euphranta japonica</i>	<i>Prunus cerasifera - mirobalana</i>
(p) <i>Rhagoletis cingulata</i> (Loew)	izbris (navzoča v EU)	<i>Prunus avium, P. cerasus</i>
(q) <i>Rhagoletis completa</i> Cresson	izbris (navzoča v EU)	<i>Juglans</i>
(r) <i>Rhagoletis fausta</i> (Osten-Sacken)	Nespremenjeno	<i>Prunus avium, P. cerasus, P. salicina</i>
(s) <i>Rhagoletis indifferens</i> Curran	Nespremenjeno	<i>Prunus avium, P. cerasus, P. salicina</i>
(t) <i>Rhagoletis mendax</i> Curran	Nespremenjeno	<i>Vaccinium</i>
(u) <i>Rhagoletis pomonella</i> Walsh	Nespremenjeno	<i>Malus, Crataegus</i>
(v) <i>Rhagoletis ribicola</i> Doane	izbris (EFSA: ni škodljiva vrsta)	<i>Ribes</i>
(w) <i>Rhagoletis suavis</i> (Loew)	Nespremenjeno	<i>Juglans</i>
(z) druge škodljive vrste*	<i>Anastrepha distincta</i> Greene, <i>Anastrepha serpentina</i> (Wied.), <i>Anastrepha striata</i> Schiner, <i>Bactrocera atrisetosa</i> (Perkins), <i>Bactrocera carambolae</i> Drew, <i>Bactrocera caryeae</i> (Kapoor), <i>Bactrocera correcta</i> (Bezzi), <i>Bactrocera cucumis</i> (French), <i>Bactrocera curvipennis</i> (Froggatt), <i>Bactrocera decipiens</i> (Drew), <i>Bactrocera frauenfeldi</i> (Schiner), <i>Bactrocera jarvisi</i> (Tryon), <i>Bactrocera kandiensis</i> Drew, <i>Bactrocera kirki</i> (Froggatt), <i>Bactrocera latifrons</i> (Hendel), <i>Bactrocera melanotus</i> (Coquillett),	<i>Bactrocera facialis</i> (Coquillett), <i>Bactrocera occipitalis</i> (Bezzi), <i>Bactrocera papayae</i> Drew & Hancock, <i>Bactrocera passiflorae</i> (Froggatt), <i>Bactrocera philippinensis</i> Drew & Hancock, <i>Bactrocera psidii</i> (Froggatt), <i>Bactrocera tau</i> (Walker), <i>Bactrocera trivialis</i> (Drew), <i>Bactrocera tuberculata</i> (Bezzi), <i>Bactrocera umbrosa</i> (Fabricius), <i>Bactrocera xanthodes</i> (Broun), <i>Carpomya pardalina</i> (Bigot), <i>Ceratitidis catoirii</i> Guérin-Méneville, <i>Ceratitidis cosyra</i> (Walker), <i>Dacus demmerezi</i> (Bezzi), <i>Dacus frontalis</i> Becker, <i>Dacus solomonensis</i> Malloch, <i>Monacrostichus citricola</i> Bezzi, <i>Toxotrypana curvicauda</i> Gerstaecker, <i>Trirhithrum coffeae</i> Bezzi,

Bactrocera minax (Enderlein), *Zonosemata electa* (Say).
Bactrocera musae (Tryon),
Bactrocera neohumeralis
(Hardy),
Bactrocera depressa (Shiraki),

*v direktivah druge vrste niso našteje, pač pa dikcija »Tephritidae (neevropske), kot so« pušča odprto interpretacijo za vsako ugotovljeno škodljivo vrsto neevropskega izvora

4 RAZPRAVA IN SKLEPI

Mednarodna trgovina s kmetijskimi proizvodi presega letno vrednost 1.765 milijard ameriških dolarjev iz leta 2013 in nezadržno raste. Samo globalni pomorski promet je skoraj štirikrat večji kot pred 25 leti: število ladij je v obdobju 1992 do 2002 naraslo za 60%, nato pa do leta 2011 po 10% na leto. V Indijskem oceanu, kjer so locirane največje pomorske linije, se je v obdobju 1992 do 2012 promet povečal za več kot 300% (WTO-SPS, 1995).

Po podatkih evropskega združenja Freshfel EU ostaja največja uvoznica sadja in zelenjave na svetu. Leta 2014 je EU uvozila približno 13,1 milijona ton sadja in zelenjave (v vrednosti 12,5 milijarde evrov). Od tega je bilo 87% uvoženega obsega sadje, in sicer banane, ananas, jabolka in hruške iz južne poloble, pa tudi namizno grozdje in agrumi. EU ostaja neto uvoznik, saj obseg uvoza presega obseg izvoza. Največji dobavitelji so: Južna Afrika, Kostarika, Maroko, Turčija, Ekvador, Čile, Kolumbija, Peru, Brazilija, Nova Zelandija, Argentina, Izrael, Egipt in Dominikanska republika.

Na drugi strani pridelava plodov v EU predstavlja 17% vrednosti kmetijske proizvodnje. V dobavni verigi sadja in zelenjave v EU je ocenjen promet v višini več kot 120 milijard €, zaposluje pa več kot 550.000 zaposlenih in okoli 1,4 milijona pridelovalcev. Ocenjujejo, da letne izgube zaradi plodovih škodljivcev in patogenov v EU znašajo več kot 10 milijard € in izgubo 3 milijonov ton plodov v pridelavi. Vnosi novih škodljivih vrst take izgube povečajo. Plodova vinska mušica *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae), ki je bila v Evropo zanesena komaj pred desetletjem, že povzroča škodo v vrednosti več kot 8 milijonov € pri sadnih rastlinah v severni Italiji v letih 2010 in 2011 in več kot 1,5 milijona € za francosko jagodičevje v letu 2011 (*Fragaria*, *Prunus*, *Rubus*, *Vaccinium*, *Vitis vinifera*; <http://dropsaproject.eu/>). Torej je ekonomsko še kako upravičeno izvajati preventivne karantenske ukrepe, da bi preprečili vnos novih škodljivcev plodov. Težave pri odločanju nastanejo zlasti po prvih najdbah novih vrst v naravi, ko je izkoreninjenje še mogoče in bi bilo treba izvajati karantenske ukrepe, pa pogosto ni na voljo ne razpoložljivih človeških ne finančnih virov.

V EU je bilo do leta 1993 nejasno, ali so evropske vrste regulirane, kadar so bile prestrežene na proizvodih, ki niso evropskega porekla. Glavno vprašanje je bilo za polifagno toploljubno vrsto *Ceratitis capitata*, ki se je kljub fitosanitarnim ukrepom v EU vse bolj širila. Kljub temu, da povzroča veliko gospodarsko škodo v pridelavi sadja, so se regulatorji v EU strinjali, da ni ustrezno predpisati zahtev za evropske in neevropske populacije (Bartlett in sod., 2006). Tako je bila vrsta razglašena za

navzočo v EU in leta 1993 umaknjena s karantenske liste EU. To se je v Sloveniji zgodilo šele leta 2001, čeprav ukrepov izkoreninjanja tudi ni bilo mogoče izvajati. V okviru priprav na enotni trg je imela celotna EU (takrat 15 držav) podobne zakonodajne določbe, a samo za agrume predpisane fitosanitarne zahteve, da uradno potrjeno izvirajo z nenapadenih območij, z nenapadenih mest pridelave ali pa so podvržene sistemskemu pristopu in učinkovitemu tretmaju po spravi. Seznam reguliranih plodov V.B je nastal na podlagi vrednotenja glavnih gostiteljskih vrst, ki so jih uvažali, in tistimi, ki so bile ogrožene v EU kot glavni gostitelji, in sicer pri uvozu iz neevropskih držav plodovi: *Annona* L., *Cydonia* Mill., *Diospyros* L., *Malus* Mill., *Mangifera* L., *Passiflora* L., *Prunus* L., *Psidium* L., *Pyrus* L., *Ribes* L., *Syzygium* Gaertn. in *Vaccinium* L. ter iz vseh držav agrumi. Šele leta 2005 so se agrumom pridružili plodovi bučk *Momordica* L. in jajčevcev *Solanum melongena* L., tako da se pri nas še vedno uporablja naziv »sadne« namesto plodove muhe.

Poročila Evropske komisije (Non-EU trade alert list)³, ki temeljijo na obsežnih rezultatih fitosanitarnih pregledov ob uvozu in zadržanih neskladnih pošiljk na zunanji meji EU v državah članicah v letih 2014 do 2016, kažejo, da je bilo letno prestreženih povprečno 7072 pošiljk, neskladnih s fitosanitarnimi predpisi. Od tega so bili v 2162 pošiljkah (31%) najdeni živi škodljivi organizmi. Skoraj tri četrtine teh infestiranih pošiljk je bilo iz kategorije sadja in zelenjave (1515 ali 70% infestiranih pošiljk), ki se je pokazala kot glavna pot vnosa škodljivih organizmov. Plodove muhe pa so se pokazale kot najpogostejši skrivni potniki, saj so bile potrjene pri skoraj tretjini infestiranih pošiljk sadja in zelenjave (486 ali 32%).

Če bi v okviru Mednarodne konvencije o varstvu rastlin (IPPC) pripravili spisek globalnih karantenskih škodljivih organizmov, bi bile plodove muhe prav gotovo na njem. Tak spisek prijavljivih bolezni, ki jih je treba izkoreninjati, ima npr. Svetovna organizacija za zdravje živali (<http://www.oie.int/animal-health-in-the-world/oie-listed-diseases-2017/>). V okviru IPPC pa so pripravljene številni mednarodni standardi, ki pomagajo državam pridelovalkam vzpostaviti celosten (integriran) način pridelave in dodelave plodov, da ne predstavljajo tveganja za vnos tujerodnih vrst plodovih muh v državo uvoza.

Glavna ovira pri vstopu sadja in zelenjave na tuje trge so ostanki fitofarmaceutskih sredstev, uporabljenih v pridelavi za obvladovanje škodljivih organizmov, in škodljivi organizmi sami, ki se z rastlinskim blagom lahko prenesejo na nova območja. Države zato, pravilom WTO o prosti trgovini navkljub, predpisujejo uvozne zahteve, ki jih mora sadje in zelenjava ob uvozu izpolnjevati, da ne ogroža zdravja potrošnikov oziroma zdravja rastlin v drugem primeru.

Trgovinskih tokovi v zadnjih desetletjih se značilno spreminjajo, zato je pri revidiranju karantenskih list potrebno analizirati tveganja glede na količine in vrste plodov ter razviti učinkovitejše metode fitosanitarnih tretiranj na mednarodni ravni, saj je problematika globalna. Pri tem imajo škodljive vrste iz družine Tephritidae že sedaj prednost pri standardizaciji tretiranja v okviru IPPC.

³ https://ec.europa.eu/food/plant/plant_health_biosecurity/non_eu_trade/alert_list_en

Preventivni karantenski ukrepi so mogoči za škodljive vrste, ki v naravi niso navzoče in še to za neko omejeno obdobje od prepoznanega tveganja z neko trgovsko potjo do naselitve nove vrste v državah uvoznicah, kar nazorno prikazuje opisan primer plodovih muh. Karantenski ukrepi ob uvozu in vzpostavitvev npr. nenapadenih območij (ISPM 26) za te vrste niso več primerni, zato je za obvladovanje škodljivcev treba zagotoviti sistemski pristop z integriranim varstvom rastlin (ISPM 35), uporabiti ukrepe na tržnih gostiteljskih plodovih (ISPM 28) ter s spremljanjem določiti gostiteljski status plodov (sadja, paprik, buč, jajčevcev itd.) in tveganje, ki ga predstavljajo (ISPM 37).

Vse bolj očitno je dejstvo, da fitosanitarne službe zmorejo zadrževati vnose karantenskih boleznin in škodljivcev, ne pa jih preprečiti. Usposobljene morajo biti vključno z laboratoriji za zgodnje prepoznavanje in ukrepanje. Že v času prestrezanja novih vrst na pošiljkah pa bi države morale pričeti iskati druge možnosti obvladovanja škodljivih organizmov, za kar so v prvi vrsti najprej potrebne raziskave: od biologije, razkuževanja, tretiranja do žlahtnjenja odpornih rastlin, da bi nato ob vzpostavitvi nove škodljive vrste pridelovalci imeli možnost nadaljnjega kmetovanja, družba pa možnost ohranjanja gozdov in narave.

Ob prenovi fitosanitarnega sistema EU v letih 2016 do 2018 imamo možnost razvoja učinkovitejšega ocenjevanja tveganja za vnos novih vrst s plodovi in drugim blagom ter priprave seznama karantenskih vrst in ukrepov zanje, ki bi vsaj nekoliko priprli vrata za vstopanje novih problemov za zdravje rastlin v pridelavi in naravi. V nobenem primeru pa karantenski sezname niso fiksni in trajni, ampak začasnega značaja, da omogočijo nekaj dekad dolgo časovno okno za prilagoditev na nove rastlinske bolezni in škodljivce ter škodljive rastline.

267

5 LITERATURA

- Bartlett, P., I. Akesson, H. Baginska, M. Hnizdl, N. Horn, V. Knapič, A. Orlinski, C. Perez, C. Pacheco, A. Sarens, G. Schrader, H. Arijs, M. Vereecke (2006). Tephritidae fruit flies.- Plant Health Commission Working Group Report on Review of Annexes I, II, IV and V to Council Directive 2000/29/EC; Bruselj; 12 str.
- Carroll, L.E., I.M. White, A. Freidberg, A.L. Norrbom, M.J. Dallwitz, and F.C. Thompson (2002-). Pest fruit flies of the world. 2002 onwards, Version: 8th December 2006. <http://delta-intkey.com/ffa/index.htm>
- Direktiva 77/93/EEC (1992) COUNCIL DIRECTIVE of 21 December 1976 on protective measures against the introduction into the Member States of harmful organisms of plants or plant products. Official Journal of the European Communities No L 26/29; spr. O L 363/4 p. 0020 – 0054; Official Journal of the European Communities 11.12.92, <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX:32000L0029>
- De Meyer, M., A.R. Clarke, M.T. Vera, J. Hendrichs (2015) Resolution of Cryptic Species Complexes of Tephritid Pests to Enhance SIT Application and Facilitate International Trade. Joint FAO/IAEA Division of Nuclear Techniques in Food and Agriculture; ZooKeys 540: 1–3. doi: 10.3897/zookeys.540.6506
- Drew, R.A.I., K. Tsuruta, I.M. White (2005). A new species of pest fruit fly (Diptera: Tephritidae: Dacinae) from Sri Lanka and Africa. African Entomology. 2005;13:149–154.
- EFSA Panel Plant Health (2014) Scientific Opinion on the pest categorisation of *Rhagoletis ribicola*. EFSA Journal 2014;12(12):3914, 19 pp. doi:10.2903/j.efsa.2014.3914
- EFSA Panel on Plant Health (2014) Scientific Opinion on the pest categorisation of *Rhagoletis cingulata* (Loew). EFSA Journal 2014;12(10):3854, 27 pp. doi:10.2903/j.efsa.2014.3854

- Freshfel Activity Report 2015 & 2016.- Freshfel – European Fresh Produce Association, Brussels
<http://freshfel.org/about-freshfel/activity-reports/>
- Knap, T. (2014) Analiza populacijske strukture oljčne muhe (*Bactrocera oleae* Gmelin) v Slovenski Istri z mikrosateliti. Univerza na Primorskem, Fakulteta za matematiko, naravoslovje in informacijske tehnologije, Koper, 2014, 54 s.
- Khamis FM, Masiga DK, Mohamed SA, Salifu D, de Meyer M, *et al.* (2012) Taxonomic Identity of the Invasive Fruit Fly Pest, *Bactrocera invadens*: Concordance in Morphometry and DNA Barcoding. PLoS ONE 7(9): e44862. doi:10.1371/journal.pone.0044862
- Miklavc, J., M. Mešl, B. Matko, A. Solar, S. Trdan (2013) Izkušnje z zatiranjem orehove muhe (*Rhagoletis completa* Cresson) v Sloveniji v letih 2011 in 2012.- Zbornik predavanj in referatov 11. Slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin z mednarodno udeležbo Bled, 5.– 6. marec 2013 Ljubljana, Društvo za varstvo rastlin Slovenije (Plant Protection Society of Slovenia), s. 114-119.
- Peyrek, B. (1960) Experiments with *Ceratitidis capitata* in Slovensko primorje region in 1959. Biljna zaščita 3, 66-70.
- Pravilnik (1996) Pravilnik o zdravstveni kontroli pošiljk rastlin pri trgovanju čez državno mejo in na notranjem tržišču. Uradni list Republike Slovenije, št. 38/1996, 57/2000, 69/2001, 93/2001 in 4/2002
- Seljak G., Bjeliš M. (2008) *Rhagoletis cingulata*, a new quarantine pest in Slovenia and Croatia. Glasilo biljne zaščite, VIII (1) supl.; 14.
- Seljak G, Žežlina I. (1999) Occurrence and distribution of walnut husk fly (*Rhagoletis completa* Cresson) in Slovenia. V Maček J. (ured.): Zbornik pred. in ref. 4. slov. posv., Portorož 1999; 231-238..
- Seljak G. (2012): Fruit flies of economic importance and their containment in Slovenia. In Papadopoulos N. & al. edit: Biological invasion of Tephritidae: ecological and economic impacts. Abstracts of TEAM 2nd International meeting, Kolymbari (Crete), 3. - 6. julij, 2012; str. 135.
- WTO-SPS (1995) Sanitarno-fitosanitarni sporazum Svetovne trgovinske organizacije
https://www.wto.org/english/tratop_e/sps_e/sps_e.htm
- Zakon (1989) Zakon o varstvu rastlin pred boleznimi in škodljivci, ki ogrožajo vso državo (Uradni list SFRJ, št. 74/89) in Zakon o varstvu rastlin pred boleznimi in škodljivci (Uradni list SRS, št. 16/77 in 42/86)

NAČRTOVANI PROGRAMI PREISKAV ZA UGOTAVLJANJE NAVZOČNOSTI ŠKODLJIVIH ORGANIZMOV RASTLIN

Primož PAJK¹, Alenka ZUPANČIČ², Erika OREŠEK³, Anita BENKO
BELOGLAVEC⁴, Simona PERME⁵

Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, Uprava Republike Slovenije za
varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin, Ljubljana

Zgodnje odkritje škodljivih organizmov rastlin je nujno za zagotavljanje učinkovitega ukrepanja pri njihovem izkoreninjenju. Z rednim spremljanjem zdravstvenega stanja rastlin in načrtnim izvajanjem programov preiskav za ugotavljanje navzočnosti škodljivih organizmov se lahko zmanjša število ter obseg izbruhov škodljivih organizmov, ki pomenijo veliko tveganje za zdravje rastlin. Pravočasno odkrivanje škodljivih organizmov je zaradi skupnega trga pomembno tudi za celotno območje Evropske Unije. Zato nova Uredba (EU) 2016/2031 o ukrepih varstva pred škodljivimi organizmi rastlin in o spremembi ter razveljavitvi določenih aktov na področju zdravja rastlin (UL L 317, z dne 23.11.2016, s. 4-104) predpisuje obvezne programe preiskav za vse karantenske škodljive organizme. Za pomoč pri izvajanju novih pravil je bila leta 2014 sprejeta Uredba Evropskega parlamenta in Sveta št. 652/2014 o določbah za upravljanje odhodkov v zvezi s prehransko verigo, zdravjem in dobrobitjo živali ter v zvezi z zdravjem rastlin in rastlinskim razmnoževalnim materialom (UL L 189, z dne 27.6.2014, s. 1-32), ki državam članicam omogoča sofinanciranje programov preiskav za ugotavljanje navzočnosti škodljivih organizmov iz proračuna EU. Postopke vzorčenja in izvajanje diagnostičnih preiskav opredeljuje pred kratkim sprejeta Uredba Evropskega parlamenta in Sveta št. 625/2017 o uradnem nadzoru. Na podlagi navedenih uredb Evropska Komisija sprejme delovni program s seznamom škodljivih organizmov, za katere se iz proračuna EU sofinancira programe preiskav. Direktor Uprave za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin z letnim Programom preiskav za ugotavljanje navzočnosti škodljivih organizmov rastlin določi škodljive organizme, ki so vključeni v program. Pri pripravi in izvajanju programa se upoštevajo znanstvena in strokovna dognanja ter druge ustrezne informacije v zvezi z biologijo in navzočnostjo zadevnih škodljivih organizmov. V programu sodelujejo nosilci javnih pooblastil s področja zdravstvenega varstva rastlin v Republiki Sloveniji, ki opravljajo zdravstvene preglede in vzorčenja rastlin, rastlinskih proizvodov in nadzorovanih predmetov ter izvajajo laboratorijske preiskave zaradi diagnostike škodljivih organizmov. Za vsak program preiskave je določen koordinator, ki ima povezovalno in svetovalno vlogo ter pripravi vmesna in končna poročila na podlagi enotne evidence vpisov v informacijski sistem Evidenca o pojavih

269

¹ univ. dipl. inž. agr., Dunajska 22, SI-1000 Ljubljana, e-pošta: primo.zupancic@gov.si

² dr. agr. znan., prav tam, e-pošta: a.zupancic@gov.si

³ mag. agr. znan., prav tam, e-pošta: erika.oresek@gov.si

⁴ univ. dipl. inž. agr., prav tam, e-pošta: anita.benko@gov.si

⁵ mag. agr. znan., prav tam, e-pošta: simona.perme@gov.si

in ugotovitvah škodljivih organizmov, kamor so vneseni podatki iz pregledov in vzorčenj ter podatki o laboratorijskih analizah. Javni del teh podatkov je objavljen na Fitosanitarnem prostorskem portalu Slovenije: <http://fito-gis.mko.gov.si/dat/Razm.htm>. Na podlagi te evidence so opredeljeni statusi škodljivih organizmov v Sloveniji. V letu 2017 se izvaja 44 programov preiskav, od teh 39 programov sofinancira EU v višini 75 %.

Gljučne besede: programi preiskav, status škodljivih organizmov rastlin, podatkovna baza, Fitosanitarni prostorski portal Slovenije

ABSTRACT

PLANNED SURVEY PROGRAMMES OF HARMFUL ORGANISMS

Early detection of harmful organisms of plants is of key importance for effective eradication. Regular monitoring of plant health status, and planned survey programmes for detecting the presence of harmful organisms, reduce the number and extent of outbreaks constituting a significant risk to plant health. Early detection of harmful organisms due to the Single Market is important for the entire territory of the European Union. New Regulation (EU) 2016/2031 on protective measures against pests of plants and amending and repealing certain acts in the field of plant health (OJ L 317, 23.11.2016, p. 4–104) requires mandatory survey programmes for all the quarantine pests. Regulation (EU) No. 652/2014 of the European Parliament and of the Council of 15 May 2014 laying down provisions for the management of expenditure relating to the food chain, animal health and animal welfare, and relating to plant health and plant reproductive material (OJ L 189, 27.6.2014, p. 1–32) was adopted as aid in implementing the survey programmes. It facilitates the Union co-financing of survey programmes conducted by the Member States. To this end, the European Commission adopts the work programme comprising the lists of harmful organisms involved in survey programmes. Within the Annual Survey Programme of Harmful Organisms, the Director General of the Administration for Food Safety, Veterinary Sector and Plant Protection (AFSVSPP) shall define the species of harmful organisms to be covered by the survey. These surveys shall take into account the recognized scientific and technical evidence and any other relevant information on the occurrence of harmful organisms. The survey programme involves all the institutions with public authorisations in plant health for conducting the health checks and sampling of plants, plant products and regulated articles, and laboratory testing for diagnosing harmful organisms. A coordinator shall be earmarked for each survey for the presence of a harmful organism, playing an interlinking and advisory role, and preparing the interim and final reports based on uniform records of entries made in the information system, "Records of occurrences and findings of harmful organisms". These records shall comprise all the data of surveys, sampling and laboratory analyses. Data made accessible to the general public are already published on the "Plant Health GIS Portal of Slovenia": <http://fito-gis.mko.gov.si/dat/Razm.htm>. In 2017, 44 survey programmes will be implemented and 39 thereof will be co-financed by the Union up to a level of 75 %.

270

Keywords: survey programme, status of pest, database, Plant Health GIS Portal of Slovenia

1 UVOD

Zdravje rastlin je zelo pomembno za kmetijsko pridelavo, gozdove, naravna in zasajena območja, naravne ekosisteme in biotsko raznovrstnost v Evropski Uniji (v nadaljevanju: EU). Odgovorni organ za zdravje rastlin v Sloveniji je od leta 2013 Uprava za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin. V Sloveniji fitosanitarni inšpektorji in organizacije, ki jim je bilo podeljeno javno pooblastilo, redno izvajajo zdravstveni nadzor gojenih rastlin ter rastlin v predelavi in prodaji. Na območju EU potekajo aktivnosti za preprečevanje vnosa in širjenja ter posledično zatiranja škodljivih organizmov (v nadaljevanju: ŠO). Še zlasti strogo se nadzoruje vnos rastlin iz tretjih držav. Na območju EU deluje sistem obveščanja o prestrežbah in najdbah ŠO, ti. sistem EUROPHYT, ki omogoča ustrezno in pravočasno obveščanje med državami članicami glede možnih tveganj in o najdbah ŠO. Pretok informacij med državami članicami je zaradi skupnega trga pomemben za celotno območje EU. Pravočasno odkrivanje navzočnosti ŠO je nujno za hitro ukrepanje za njihovo izkoreninjenje, da ne povzročijo okoljske ali gospodarske škode.

Možnost zgodnjega odkritja je večja z načrtovano izvedbo programov preiskav ŠO. Pri njihovem načrtovanju in izvajanju sledimo mednarodnim standardom za fitosanitarne ukrepe (v nadaljevanju: ISPM standardi), sprejetih s strani IPPC (Mednarodna konvencija o varstvu rastlin). Osnovni ISPM standard pri načrtovanju programov preiskav je ISPM 6 »Smernice za spremljanje škodljivih organizmov«. Namen programov preiskav je predvsem ugotoviti navzočnost ali odsotnost ŠO na določenem območju (npr. v državi članici), na podlagi vizualnih pregledov rastlin oziroma vzorčenj zaradi suma ali na latentno navzočnost ŠO. To je tudi podlaga za določitev statusa ŠO na območju države ali dela države, ki je pomembna informacija za sprejem odločitev o ukrepih in potrjevanje izvoznih pošiljk rastlin. Status se določi na podlagi mednarodnega standarda ISPM št. 8 »Določitev statusa škodljivega organizma v določenem območju«. V primeru, da v programu preiskave ugotovimo odsotnost ŠO, je to tudi dokaz, da je bilo s pregledi deleža gostiteljskih rastlin potrjeno, da je država ali območje prosto ŠO. Program preiskave se vedno izvaja v določenem časovnem obdobju na vnaprej načrtovanih lokacijah, kjer se ugotavljajo značilnosti populacije ŠO.

Z rednim spremljanjem zdravstvenega stanja rastlin in načrtnim izvajanjem programov preiskav za ugotavljanje navzočnosti ŠO se lahko zmanjša število ter obseg izbruhov ŠO, ki pomenijo veliko tveganje za zdravje rastlin.

2 ZAKONODAJA

Nova Uredba (EU) 2016/2031 o ukrepih varstva pred škodljivimi organizmi rastlin in o spremembi ter razveljavitvi določenih aktov na področju zdravja rastlin (UL L 317, z dne 23.11.2016, s. 4-104) predpisuje obvezne programe preiskav za vse karantenske

škodljive organizme. Leta 2014 je bila sprejeta Uredba Evropskega parlamenta in Sveta št. 652/2014 o določbah za upravljanje odhodkov v zvezi s prehransko verigo, zdravjem in dobrobitjo živali ter v zvezi z zdravjem rastlin in rastlinskim razmnoževalnim materialom (UL L 189, z dne 27.6.2014, s. 1–32), ki državam članicam omogoča sofinanciranje programov preiskav navzočnosti ŠO iz proračuna EU. Na podlagi navedene uredbe Evropska komisija sprejme delovni program s seznamom ŠO (Preglednica 2), za katere je v določenem letu mogoče pridobiti sofinanciranje EU. V uredbi so v členih 19-24 opredeljeni postopki za pridobitev EU sredstev in upravičeni stroški, ki jih države članice lahko uveljavljajo pri izvedbi programov preiskav za ŠO, ki so navedeni v delovnem programu. V letu 2017 pa je bila sprejeta še Uredba o uradnem nadzoru (UL L 95, z dne 7.4.2017, str. 1–142), ki določa pravila za nacionalne in referenčne laboratorije ter opredeljuje redno spremljanje zdravstvenega varstva rastlin.

Z letnim Programom preiskav za ugotavljanje navzočnosti škodljivih organizmov rastlin generalni direktor Uprave za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin (v nadaljevanju: letni program) določi ŠO, ki so vključeni v program v določenem letu. Pri pripravi in izvajanju letnega programa se upoštevajo znanstveni in strokovni dokazi ter vse druge ustrezne informacije v zvezi z biologijo in navzočnostjo zadevnih škodljivih organizmov. Letni program za leto 2017 je sestavljen iz dveh delov. Prvi del vsebuje programe preiskav, ki so pomembni za celotno EU, in se izvajajo v skladu z Izvedbenim sklepom Komisije št. C 2465/2016 z dne 18.8.2016 o sprejetju delovnega programa za leti 2017 in 2018 za izvajanje programov preiskav na škodljive organizme. Za izvajanje programov preiskav za te ŠO v letih 2017 in 2018 je možno pridobiti sofinanciranje EU. Drugi del vsebuje programe preiskav, ki so pomembni za zdravje rastlin v Sloveniji (t.i. nacionalni programi preiskav), teh programov preiskav EU ne sofinancira.

V Sloveniji je izvedba programov preiskav opredeljena v Zakonu o zdravstvenem varstvu rastlin (UL RS, št. 62/2007, 36/2010 in 40/2014-ZIN-B) (v nadaljevanju: zakon) ter v Pravilniku o varovanih območjih in izvajanju uradnih sistematičnih raziskav na posebno nadzorovanih območjih (Uradni list RS, št. 91/03, 82/05, 85/2010 in 94/13). Zakon določa pravila za zagotavljanje zdravja rastlin in zahteve v zvezi s preprečevanjem vnosa in širjenja ter zatiranjem ŠO, ki lahko povzročijo poleg velikih negativnih gospodarskih učinkov na kmetijsko pridelavo in gozdarstvo, tudi resne negativne vplive na naravo in biotsko raznovrstnost.

Za določene ŠO, npr. fitoftorno sušico vejic (*Phytophthora ramorum*), se programi preiskav izvajajo tudi zaradi zahtev, ki so opredeljene v Izvedbenih sklepih EU. Za nekatere škodljive organizme, npr. hrušev ožig (*Erwinia amylovora*), se program preiskave izvaja zaradi ohranitve statusa varovanega območja v Sloveniji.

V letu 2017 se izvaja 44 programov preiskav. Od teh je 39 programov preiskav sofinanciranih s strani Evropske Unije v višini 75 %. Programe preiskav ŠO izvajajo nosilci javnih pooblastil ob koordinaciji Uprave Republike Slovenije za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin. Za vsak program preiskave je določen koordinator, ki vsebinsko uskladi pripravo programa in ima povezovalno in svetovalno vlogo. Koordinator poskrbi tudi za pripravo vmesnih in končnih poročil o izvedbi programa

preiskave. Pooblaščenim izvajalcem, ki so vključeni v posamezne programe preiskav (preglednica 1), jemljejo vzorce rastlin, rastlinskih proizvodov in nadzorovanih predmetov. Z vizualnimi pregledi in vzorčenjem je pokrito celotno območje Slovenije, zato je načrtovanje prilagojeno teritorialni razdelitvi po območjih delovanja javne službe (slika 3).

Preglednica 1: Pooblaščenim izvajalcem na področju zdravstvenega varstva rastlin.

KIS-OVR	Kmetijski inštitut Slovenije, Oddelek za varstvo rastlin
KIS-SUP	Kmetijski inštitut Slovenije, Služba za uradno potrjevanje
IHPS	Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije
KGZS-GO	Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije, Kmetijsko gozdarski zavod Nova Gorica
KGZS-NM	Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije, Kmetijsko gozdarski zavod Novo mesto
KGZS-MB	Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije, Kmetijsko gozdarski zavod Maribor
GIS	Gozdarski inštitut Slovenije
NIB	Nacionalni inštitut za biologijo
BF	Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo
BF-G	Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire
ZGS	Zavod za gozdove Slovenije

3 IZVEDBA

273

V zadnjih dveh letih je izvedba programov preiskav za ugotavljanje navzočnosti ŠO rastlin vezana na sofinanciranje s strani EU. Sicer pa programe preiskav v Sloveniji izvajamo že vsaj od uveljavitve zakona.

Podlaga za izvajanje programov preiskav za ugotavljanje navzočnosti ŠO rastlin je letni program. V njem so določeni ŠO, ki so vključeni v izvedbo. Finančni okvir izvajanja letnega programa je opredeljen v strokovnih nalogah s področja zdravstvenega varstva rastlin.

Preglednica 2: Seznam ŠO, ki so v Sloveniji v obdobju 2017-2018 vključeni v izvedbo programov preiskav glede na prioriteto skupino tveganj (EU so-financiranje) in po nacionalnih prioritetah.

SKUPINA	A: ŠO iz seznamov I.A.I in I.A.II Direktive Sveta 2000/29/ES
1	<i>Agrilus anxius</i>
2	<i>Agrilus planipennis</i>
3	<i>Aleurocanthus</i> sp.
4	<i>Anthonomus eugeni</i>
5	<i>Atropellis</i> spp.
6	<i>Dacus dorsalis</i>
7	<i>Dendrolimus sibiricus</i>
8	<i>Diaporthe vaccinii</i>
9	<i>Erwinia stewartii</i>
10	<i>Monochamus</i> spp. (neevropski)
11	<i>Pissodes</i> spp. (neevropski)
12	<i>Pterandrus rosa</i>
13	<i>Rhagoletis fausta</i>
14	<i>Scirtothrips</i> spp.

SKUPINA	B: ŠO, za katere je obvezna izvedba nujnih ukrepov na podlagi izvedbenih sklepov Komisije
1	<i>Anoplophora chinensis</i>
2	<i>Anoplophora glabripennis</i>
3	<i>Bursaphelenchus xylophilus</i>
4	<i>Epitrix cucumeris</i> , <i>Epitrix papa</i> , <i>Epitrix subcrinita</i> in <i>Epitrix tuberis</i>
5	<i>Gibberella circinata</i>
6	<i>Pomacea</i> spp.
7	<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>actinidiae</i>
8	<i>Xylella fastidiosa</i>
SKUPINA	C: ŠO, zaradi katerih lahko nastanejo gospodarske ali okoljske posledice v EU in ŠO, ki predstavljajo tveganje vnosa iz tretjih držav
1	<i>Clavibacter michiganensis</i> ssp. <i>sepedonicus</i>
2	<i>Eotetranychus lewisi</i>
3	<i>Globodera pallida</i>
4	Fitoplazma Grapevine flavescence dorée
5	<i>Popilia japonica</i>
6	<i>Ralstonia solanacearum</i>
7	Tomato leaf curl New Delhi virus (ToLCNDV)
SKUPINA	D: ŠO, ki niso na seznamih Direktive Sveta 2000/29/ES, vendar predstavljajo neposredno nevarnost za zdravje rastlin
1	<i>Agrilus auroguttatus</i>
2	<i>Aromia bungii</i>
3	Candidatus <i>Liberibacter solanacearum</i>
4	<i>Geosmithia morbida</i> in prenašalec <i>Pityophthorus juglandis</i>
5	Citrus bark cracking viroid (CBCVd) in Hop Stunt Viroid (HSVd)
6	<i>Polygraphus proximus</i>
7	<i>Scaphoideus titanus</i>
8	<i>Thaumatotibia leucotreta</i>
9	<i>Thrips setosus</i>
10	<i>Xylosandrus crassiusculus</i>
ŠO, določeni na nacionalnem nivoju	
1	<i>Phytophthora ramorum</i>
2	<i>Gnomoniopsis smithogilyi</i>
3	<i>Erwinia amylovora</i>
4	<i>Meloidogyne ethiopica</i>
5	<i>Ceratocystis platani</i>

274

Pri izvedbi se upoštevajo znanstveni in strokovni dokazi ter vse druge ustrezne informacije v zvezi z navzočnostjo spremljanih ŠO, zlasti pa:

- biologija ŠO: patogen, gostiteljska rastlina in vektor,
- status ŠO: odsoten/navzoč (patogen),
- metode ugotavljanja: načrtovani vizualni pregledi/vzorčenja, vabe (RLP, feromonske),
- lokacija: območja izvajanja, mesta/enote pridelave, pregledana površina,
- identifikacija tveganja: največje/srednje/majhno tveganje,
- izvedba: koordinacija, vodenje podatkovne baze, obveščanje in poročanje.

Program preiskave je izdelan za posamezen ŠO in razdeljen na dva vsebinska sklopa. V prvem sklopu (splošni del) se opredeli uvrstitev ŠO v karantenske sezname, navedba pravne podlage, cilje in kazalnike, območje in status in časovno obdobje

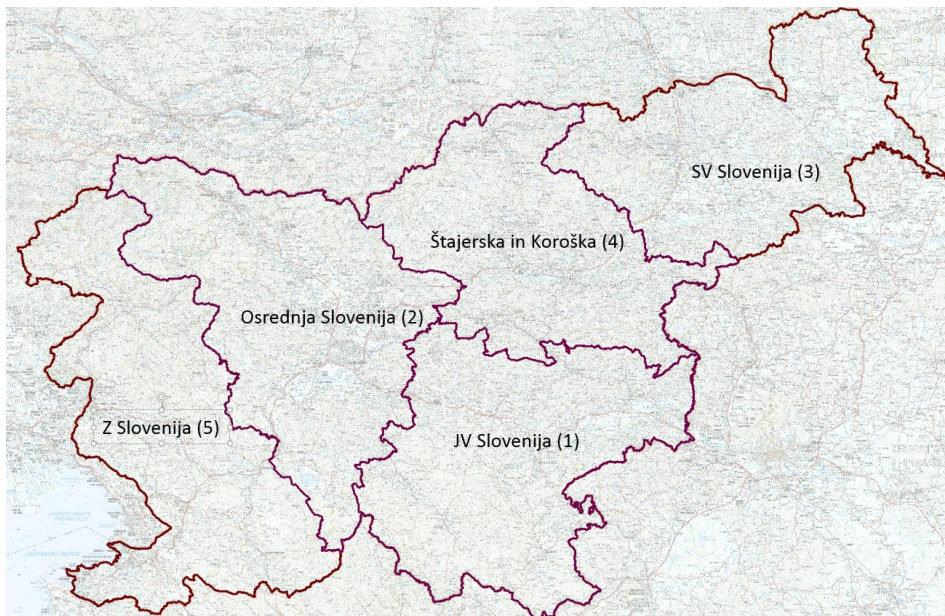
izvajanja. Drugi sklop (izvedbeni del) vsebuje biologijo ŠO, koordinacijo in izvajalce, časovno in lokacijsko izvedbo. Pomemben del je opredelitev lokacije pregleda, ki je vezana na stopnjo tveganja in predmet preiskave (npr. gostiteljska rastlina, voda, zemlja) ter tip lokacije (njiva, gozd, gozdna/okrasna drevesnica, vrt, rastlinjak, oljčnik, nasad, park, vinograd, skladišče, skladišče (semenski krompir), voda, skladišče lesenega pakirnega materiala). V tem delu je natančno opisan postopek izvedbe zdravstvenih pregledov in vzorčenj ter diagnostičnih preiskav.

V programu preiskave je zdravstveni pregled rastlin opredeljen kot vizualni pregled ene lokacije za določen ŠO na določen datum. Vizualni pregled, kjer je to ustrezno, lahko vključuje tudi vzorčenje oziroma pregled pasti ali rumenih lepljivih plošč.

Lokacija je opredeljena kot:

- GERK ali parcela ali gozdni odsek,
- več GERK-ov ali parcel ali gozdnih odsekov,
- točka na določenem poligonu (npr. naselje, park, močvirni ekosistem, jezero...), pri čemer se uporablja x,y koordinata: GPS koordinata ali naslov ali določitev koordinat iz karte (npr. parki, vrtovi, druge javne in zasebne površine, varovalni pas drevesnice/matičnega nasada, brežine,...),
- točka pregleda (x,y koordinata): GPS koordinata ali naslov ali pa so koordinate določene iz karte.

275



Slika 1: Območja delovanja javne službe zdravstvenega varstva rastlin v Sloveniji.

4 PODATKOVNA BAZA IN POROČANJE

Podatkovna baza pregledov in vzorčenj v okviru programa preiskav se vodi v enotni aplikaciji UVH-apl, ki omogoča evidentiranje podatkov iz pregledov in vzorčenj in je na področju zdravja rastlin aplikacija Uprave za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin, v katero se vpisujejo posamezni pregledi in analize. Evidentiranje v podatkovno bazo je podlaga za izplačilo zahtevkov in za pripravo poročil za Evropsko komisijo, zato morajo biti vnosi točni in pravočasni ter ustrezno dokumentirani.

Na podlagi zbirk podatkov o gostiteljskih rastlinah, evidentiranih pregledov in vzorčenj v preteklih letih in ocen tveganj se pripravi zemljevid za namen načrtovanja pregledov. Podatki o izsledkih iz programov preiskav so neposredno dostopni na Fitosanitarnem prostorskem portalu Slovenije: <http://fito-gis.mko.gov.si/dat/Razm.htm>.

V podatkovni bazi se vodijo naslednji podatki:

- število pregledov,
- število odvzetih vzorcev,
- število pasti,
- število analiz,
- organizacija, ki izvaja pregled,
- ime in priimek preglednika,
- datum pregleda,
- kraj pregleda,
- lokacija pregleda,
- vrsta pregledanega objekta,
- ocenjena velikost pregledanega poligona ali število pregledanih dreves/sadik/podlag,
- koordinate ali (in) poligon: GERK, parcela (parcelna številka/katastrska občina) ali gozdni odsek,
- lastnik oz. imetnik objekta (ob primeru najdbe),
- izvor materiala (ob uvozu).

Pri poročanju EU in pripravi analiz tveganja ob najdbah ŠO se uporabljajo podatki iz uradnih evidenc:

- trajni nasadi, FITO/SEME register, register kmetijskih gospodarstev,
- podatki iz predhodnih programov preiskav,
- statistični podatki,
- podatki s strani Evropske in Mediteranske organizacije za varstvo rastlin (EPPO), EUROPHYT in TRACES,
- podatki iz drugih držav članic o najdbah ŠO,
- znanstvena literatura,
- podatki o trgovskih poteh.

Informacije glede preiskav ŠO, ki jih financira EU so dostopni na strani:
https://ec.europa.eu/food/funding/plant-health/survey-programmes_en.

5 SKLEPI

Izvedba programov preiskav v Sloveniji omogoča načrtovano in sistematično ugotavljanje ŠO z namenom ugotovitve odsotnosti ali navzočnosti in zgodnjega odkrivanja ŠO, v primeru najdbe pa hitrega ukrepanja z namenom izkoreninjenjem oziroma preprečevanja širjenja. V načrtovanje programov preiskav lahko vključujemo različne podatkovne baze, kot npr. podatke iz registra kmetijskih gospodarstev, letne prijave pridelave, podatke iz neposrednih plačil, podatke iz lesnih zalog in druge. Velik pomen izvajanja programov preiskav na področju zdravja rastlin je v zadnjih letih zaradi skupnega trga ugotovila tudi EU in s sofinanciranjem posameznih programov preiskav finančno pomaga državam članicam za njihovo izvedbo.

6 ZAHVALA

Zahvaljujemo se koordinatorjem in izvajalcem programov preiskav.

7 LITERATURA

277

Pravilnik o varovanih območjih in izvajanju uradnih sistematičnih raziskav na posebno nadzorovanih območjih (UL RS 91/03, 82/05, 85/2010 in 94/2013).

Survey Programme (2017): https://ec.europa.eu/food/funding/plant-health/survey-programmes_en

UVHVVR, 2017. Programi preiskav za ugotavljanje navzočnosti škodljivih organizmov rastlin za leto 2017. 356 str.

Zakon o zdravstvenem varstvu rastlin (Uradni list RS, št. 45/2001, 45/2004-ZdZPKG, 86/2004, 61/2006-ZDru-1, 40/2007, 62/2007-ZZVR-1-UPB2, 36/2010 in 40/14 - ZIN-B).

Uredba (EU) 2016/2031 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 26. oktobra 2016 o ukrepih varstva pred škodljivimi organizmi rastlin, spremembi uredb (EU) št. 228/2013, (EU) št. 652/2014 in (EU) št. 1143/2014 Evropskega parlamenta in Sveta ter razveljavitvi direktiv Sveta 69/464/EGS, 74/647/EGS, 93/85/EGS, 98/57/ES, 2000/29/ES, 2006/91/ES in 2007/33/ES (UL L št. 317, 23. november 2016)

Uredba (EU) št. 652/2014 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 15. maja 2014 o določbah za upravljanje odhodkov v zvezi s prehransko verigo, zdravjem in dobrobitjo živali ter v zvezi z zdravjem rastlin in rastlinskim razmnoževalnim materialom, spremembi direktiv Sveta 98/56/ES, 2000/29/ES in 2008/90/ES, uredb (ES) št. 178/2002, (ES) št. 882/2004 in (ES) št. 396/2005 Evropskega parlamenta in Sveta, Direktive 2009/128/ES Evropskega parlamenta in Sveta in Uredbe (ES) št. 1107/2009 Evropskega parlamenta in Sveta ter razveljavitvi sklepov Sveta 66/399/EGS in 76/894/EGS ter Odločbe Sveta 2009/470/ES (UL L, št. 189, 27. junij 2014)

**RESULTS OF A TWO YEAR SURVEY (2015-2016) OF QUARANTINE
WHITEFLY SPECIES FROM GENUS *Aleurocanthus* Quaintance & Baker
1914 ON CITRUS IN CROATIA**

Mladen ŠIMALA¹, Maja PINTAR², Tatjana MASTEN MILEK³,
Vjekoslav MARKOTIĆ⁴

Croatian Centre for Agriculture, Food and Rural Affairs – Institute for Plant
Protection, Zagreb, Republic of Croatia

ABSTRACT

Citrus production in Croatia is of great importance in agriculture and national economy. The most important production areas are located in central and southern Dalmatia, with mandarin production in the Neretva river valley being of greatest importance. Whiteflies (Hemiptera: Aleyrodidae), in particular non-European invasive species have become increasingly important pests of citrus in the Mediterranean basin, including Croatia. The greatest phytosanitary threat to the production of citrus in Croatia and other Mediterranean countries from the insect family Aleyrodidae represent quarantine species *Aleurocanthus spiniferus* Quaintance, 1903 and *Aleurocanthus woglumi* Ashby, 1915. High risk of introduction of these quarantine species was one of the main reasons for their inclusion on the list of priorities for survey during 2015 and 2016, which was implemented as a part of the national surveillance programme of citrus harmful organisms listed in Annex IAI and IIAI of Directive 2000/29/EC. The main objective of the two year survey in citrus plantations was to determine the possible presence and current status of quarantine whitefly species from genus *Aleurocanthus* in four coastal counties (Zadar, Šibenik-Knin, Split-Dalmatia and Dubrovnik-Neretva), particularly after the first finding and successful eradication of species *A. spiniferus* in Croatia in 2012. Presence of *A. spiniferus* and *A. woglumi* was investigated in citrus orchards, gardens and public areas on a total of 50 localities on the coast and on the islands. Visual inspections with sampling of leaves infested with whitefly larvae were combined with trapping of adults using yellow sticky traps. The whiteflies collected in leaves' samples were identified to the species level on the basis of morphological characters of puparium and pupal case, using classical identification method according to the relevant morphological keys. *Aleurocanthus* species were not recorded in Croatia in 2015 and 2016. The most common species in samples of collected leaves was *Dialeurodes citri* Ashmead, 1885, a very important pest on all *Citrus* species throughout the citrus growing area in Croatia. Another very commonly identified whitefly species was

278

¹ dr. sc., Gorice 68b, HR-10000 Zagreb, Croatia, e-mail: mladen.simala@hcphs.hr

² dipl. ing., ibid.

³ dr. sc., ibid.

⁴ dipl. ing., ibid.

Aleurothrixus floccosus Maskell, 1896. Japanese bayberry whitefly *Parabemisia myricae* (Kuwana, 1927) was found for the first time in Croatia in 2015 in lemon plantation, in Lumbarda on the island of Korčula.

Key words: *Aleurocanthus*, Aleyrodidae, citrus, Croatia, survey

1 INTRODUCTION

In Croatia, citrus are commercially grown in the southern coastal region of Dalmatia, including the islands. This region lies between 42° and 44° of the northern latitudes and represents probably the northernmost commercial citrus growing area in the world. Citrus production is mostly limited to the cold tolerant Satsuma mandarin plantation in the Neretva river valley, with annual production of about 40 000 tons of fruits on around 1500 hectares, while lemon and sweet orange are grown in warmer micro-locations (Škorić et al., 2002). The whitefly genus *Aleurocanthus* currently comprises around 80 described species worldwide (Martin & Mound 2007; Evans 2008). It is well represented in the Oriental region, with about 50 described species. Species *A. spiniferus* and *A. woglumi* are serious citrus pests of Asian origin, regulated (as *Aleurocanthus* species) by EU Annex IIA1 Council Directive 2000/29/EC (Anonymous, 2000), which prevents the introduction and spreading of all the species within the genus in all member states. In Europe, *A. spiniferus* has so far been detected in Italy in 2008 (Porcelli, 2008), in Croatia in 2012 (Šimala & Masten Milek, 2013) and in Montenegro in 2013 (Radonjić & al., 2014). For now, it has a status of eradicated species in Croatia. *A. woglumi* has so far not been introduced in the EPPO area. Both species are extremely polyphagous, with strong preference to citrus as host plants. They feed on plant sap and excrete copious amounts of sticky honeydew, which coats the leaves, branches and fruit surfaces. Black sooty mould develops on honeydew, reducing respiration and photosynthesis. As a result, contaminated foliage may drop, young leaf growth is damaged, fruit set may be reduced, and already formed fruits are unmarketable. High risk of a reintroduction of species *A. spiniferus* and first introduction of *A. woglumi* into Croatia, especially with imported ornamental citrus cultivars, but also with other host plants, and their potential phytosanitary threat to the mandarin production in the Neretva river valley, were the reasons for starting a survey in 2015.

2 MATERIALS AND METHODS

A survey of quarantine whitefly species *A. spiniferus* and *A. woglumi* was conducted in 2015 and 2016 in citrus plantations in Zadar, Šibenik-Knin, Split-Dalmatia and Dubrovnik-Neretva counties. Citrus plantations were inspected rarely once, mostly twice and in 2016 even four times during the vegetation. Possible presence of dark adult whiteflies from genus *Aleurocanthus* was established by hanging of 5 yellow sticky traps per plantation, which represented one sample from a certain location. Yellow sticky traps were afterwards analysed in the laboratory under stereomicroscope Olympus SZX 7. Whitefly nymphal and pupal instars were collected during visual

inspections of the leaves' under-surface. Ten to twenty trees in each citrus orchard were inspected, with the help of a magnifying lens of 10 times magnification. Samples of 5-10 infested leaves were collected and stored dry in envelopes until whitefly laboratory examination (Martin, 1987; 1999). A series of several puparia and/or empty pupal cases from each collected sample were slide mounted in Canada balsam according to modified Watson & Chandler (1999) method, examined using an Olympus BX 51 high power microscope (magnification x100-400) and identified on the basis of morphological characteristics using the descriptions and keys provided by Martin & *al.*, 2000 and Uygun *et al.*, 2010. Identity of the whitefly species *Parabermisia myricae* (Kuwana 1927) was confirmed at KGZS, Nova Gorica, Slovenia. Slide-mounted specimens were deposited in the collection of the laboratory for zoology of the Institute for Plant Protection - Croatian Centre for Agriculture, Food and Rural Affairs.

3 RESULTS AND DISCUSSION

During 2015 and 2016, a survey of quarantine whitefly species *A. spiniferus* and *A. woglumi* was conducted in mandarine, lemon and orange plantations on a total of 50 localities (30 in Dubrovnik-Neretva county, 18 in Split-Dalmatia and 1 locality in Zadar, and Šibenik-Knin counties, respectively) on the coast and on the islands (Figure 1).



Figure 1: Localities where survey of *Aleurocanthus* spp. was conducted in 2015 and 2016.

Possible presence of both whitefly species was checked by visual inspections of host plant leaves on the infestation of larvae and by hanging of yellow sticky boards on citrus plants for the purpose of catching adult whiteflies. Altogether 36 samples of yellow sticky boards were collected from citrus plantations for laboratory analysis during a two year survey (Figure 2). Adult whiteflies of species *A. spiniferus* and *A. woglumi* were not determined in any of the analysed samples. Since the taxonomy of Aleyrodidae is mainly based on the morphology of slide-mounted puparia or empty pupal cases, presence of dark whitefly adults on yellow sticky boards would just be

the sign of *Aleurocanthus* spp. infestation in specific citrus plantation, but not scientific evidence.

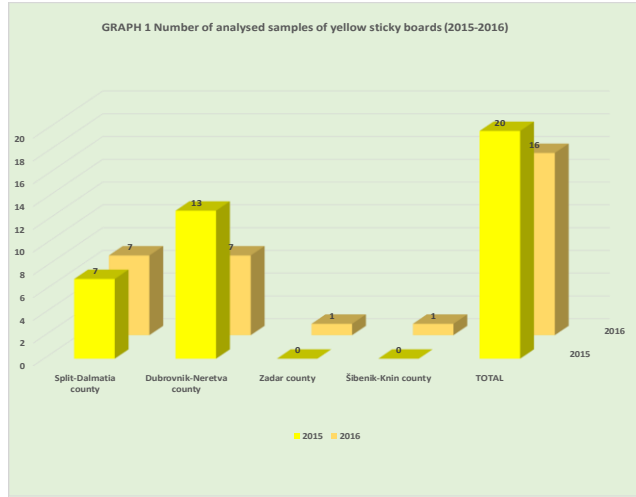


Figure 2: Number of analysed samples of yellow sticky boards (2015-2016).

281

Whiteflies from a total of 60 leaf samples collected during 2015 and 2016 were identified to the species level, on the basis of morphological characteristics of puparia and/or empty pupal cases (Figure 3). All collected leaf samples were negative for the presence of quarantine whitefly species.

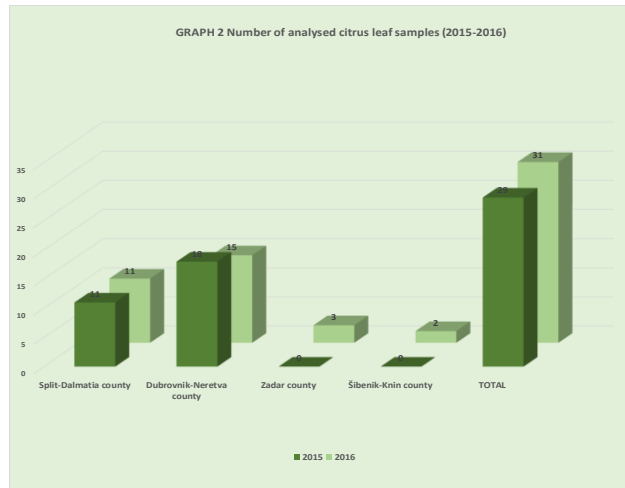


Figure 3: Number of analysed citrus leaf samples (2015-2016).

According to Uygun *et al.* (2010), six species of whiteflies are major citrus pests in the Mediterranean area. Survey in citrus plantations in Croatia has resulted in finding of three of them (Figure 4).

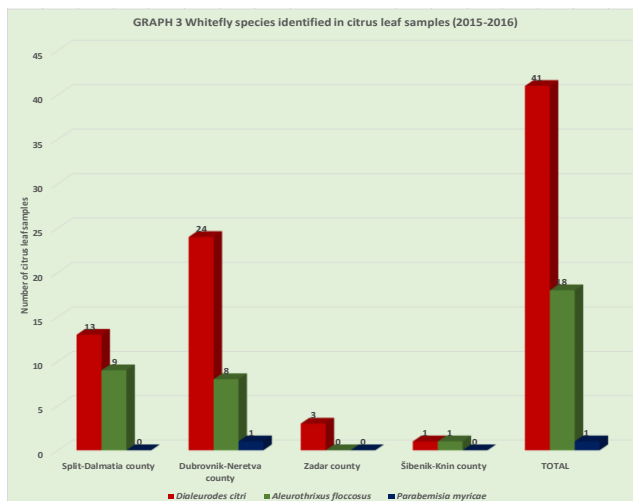


Figure 4: Whitefly species identified in citrus leaf samples (2015-2016).

D. citri was the most common whitefly species in samples of collected leaves. It invaded citrus plantations in Croatia in 1997 (Bakarić, 1983) and soon after it became the most important whitefly pest on all *Citrus* species throughout the citrus growing area. Citrus whitefly is still dominant whitefly species on citrus in Croatia. Another very commonly identified whitefly species was *A. floccosus*. Woolly whitefly was recorded in Croatia in 2007 on citrus in limited area of the Croatian Middle Adriatic region (Žanić, 2007). However, according to the results of the survey, this species expanded its distribution to the majority of citrus production areas in central and southern Dalmatia. The third recorded whitefly species was *P. myricae*. This East Palearctic whitefly species native to Japan, was first found in Croatia in September 2015 on lemon trees in Lumbarda (N 42°55'20.9" E 17°10'16.8") on the island of Korčula (red mark on Figure 1). *P. myricae* is a polyphagous pest, widely distributed across the Mediterranean Basin, where avocado and citrus are major hosts. It represents a potential phytosanitary risk for citrus production in Croatia. In the field, the puparium of *P. myricae* is broadly suboval and flatten, white to yellowish, with a translucent wax fringe that borders the body. Slide-mounted pupal case has an outer submargin with a row of 14 pairs, including caudal pair of evenly spaced and even-sized setae. Vasiform orifice is triangular to elongate-cordate with operculum occupying its basal half and elongated lingula with characteristic two blunt laterobasal lobes and two long setae.

4 CONCLUSIONS

A two year survey of quarantine whitefly species *A. spiniferus* and *A. woglumi* conducted in citrus plantations in 2015 and 2016 on a total of 50 localities in four coastal counties of Croatia has not resulted in their finding. Altogether 60 leaf samples and 36 samples of yellow sticky boards were collected from citrus plantations for laboratory analysis and whitefly species identification. Species *A. spiniferus* and *A. woglumi* were not determined in any of the analysed samples. Species *D. citri*, *A. floccosus* and *P. myricae* were identified in collected citrus leaf samples. *P. myricae* was found for the first time in Croatia.

5 ACKNOWLEDGEMENT

Thanks are due to M.Sc. Gabrijel Seljak from Kmetijsko gozdarski zavod Nova Gorica, Slovenija, who confirmed the species *P. myricae* identification.

6 REFERENCES

- Anonymous, 2000. Council Directive 2000/29/EC of 8 May 2000 on protective measures against the introduction into the Community of organisms harmful to plants or plant products and against their spread within the Community + Annexes I-IX. Official Journal of the European Communities, L 169/29.
- Bakarić, P. 1983. Uzgoj mandarine unšiu. Stanica za južne kulture, Dubrovnik: 338 pp.
- Evans, G.A. 2008. The whiteflies (Hemiptera: Aleyrodidae) of the world and their host plants and natural enemies. USDA/ Animal Plant Health Inspection Service (APHIS): 715 pp.
- Martin, J.H. 1987. An identification guide to common whitefly pest species of the world (Homoptera, Aleyrodidae). Tropical Pest Management 33 (4): 298-322.
- Martin, J.H. 1999. The whitefly fauna of Australia (Sternorrhyncha: Aleyrodidae). A taxonomic account and identification guide. Technical Paper 38, CSIRO Australia: 197 pp.
- Martin, J.H., Mifsud, D., Rapisarda, C. 2000. The whiteflies (Hemiptera: Aleyrodidae) of Europe and the Mediterranean Basin. Bulletin of Entomological Research 90: 407-448.
- Martin, J.H., Mound, L.A. 2007. An annotated check list of the world's whiteflies (Insecta: Hemiptera: Aleyrodidae). Zootaxa, 1492: 1-84.
- Porcelli, F. 2008. First record of *Aleurocanthus spiniferus* (Homoptera: Aleyrodidae) in Apulia, Southern Italy. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin 38: 518-520.
- Radonjić S., Hrnčić S., Malumphy, C. 2014. First record of *Aleurocanthus spiniferus* (Quaintance) (Hemiptera Aleyrodidae) in Montenegro. Redia 77: 141-145.
- Šimala, M., Masten Milek, T. 2013. Prvi nalaz karantenske vrste štitastog moljca *Aleurocanthus spiniferus* Quaintance, 1903 (Hemiptera: Aleyrodidae) u Hrvatskoj. Glasilo biljne zaštite 13 (6): 425-433.
- Škorić, D., Krajačić, M., Harti, D., Gatin, Ž. 2002. The past and the present of citrus certification in Croatia. Proceedings of the Mediterranean research network on certification of citrus (MNCC):1998-2001, Bari: CIHAEM: 45-47.
- Uygun, A.N., Porcelli, F., Baspinar, H. 2010. Aleyrodidae (Rhynchotha, Homoptera). Integrated Pest Management in Mediterranean Citrus 3: 1-14.
- 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.
- Žanić, K. 2007. First report of *Aleurothrixus floccosus* in Croatia.
URL:http://www.whitefly.org/whiteflyforum/forum_posts.asp?TID=117.

INVENTARIZACIJA TALNIH HROŠČEV V SADOVNJAKU BRDO

Špela MODIČ¹, Andrej KAPLA², Primož ŽIGON³, Matic NOVLJAN⁴, Aleš PLUT⁵,
Neja MAROLT⁶, Andrej VONČINA⁷, Roman MAVEC⁸, Jaka RAZINGER⁹, Gregor
UREK¹⁰

^{1, 3-10}Kmetijski inštitut Slovenije, Ljubljana

²Nacionalni inštitut za biologijo, Ljubljana

IZVLEČEK

Zastopanost in številčnost talnih vrst hroščev v sadovnjaku, ki imajo lahko tudi pomembno vlogo v kmetijskem ekosistemu, pri nas še ni bila raziskana. S tem namenom smo v letu 2016 v okviru strokovne naloge nacionalnega akcijskega programa integriranega varstva rastlin (NAP-IVR) v sadovnjaku na Brdu pri Lukovici spremljali vrstno pestrost in številčnost na tleh aktivnih vrst hroščev. Talne hrošče smo vzorčili v ekološki in integrirani pridelavi jabolk s talnimi pastmi (vinski kis z dodanim etilen glikolom) v dvotedenskih razmikih od začetka maja do konca oktobra. V talne pasti so se najpogosteje lovile vrste hroščev iz družine krešičev (Carabidae): *Harpalus rufipes*, *Pterostichus melas*, *Nebria brevicollis*, *Poecilus cupreus* in družine sijajnikov (Nitidulidae): *Stelidota geminata*, *Glischrochilus quadrisignatus* in *Epurea* sp. Potrdili smo tudi zastopanost drugih manj pogostih vrst hroščev. Na podlagi podatkov smo izračunali vrstno pestrost, številčnost ter Shannon-Wienerjev diverzitetni indeks za posamezna obravnavanja. Vpliv različne obdelave tal in načina pridelave na izračunane parametre je bil majhen. Največji Shannon-Wienerjev diverzitetni indeks, največjo vrstno pestrost ter največjo številčnost smo zabeležili v obravnavanju integrirano varstvo rastlin (IVR), a zaradi zasnove poskusa ne moremo govoriti o značilnih razlikah med obravnavanji.

Ključne besede: hrošči, Coleoptera, krešiči, Carabidae, integrirano varstvo rastlin, sadovnjak

ABSTRACT

GROUND BEETLE INVENTARISATION IN BRDO ORCHARD

¹ mag. agr. znan., Hacquetova ulica 17, SI-1000 Ljubljana, e-pošta: spela.modic@kis.si

² Večna pot 111, SI-1000 Ljubljana

³ mag. inž. agr., Hacquetova ulica 17, SI-1000 Ljubljana

⁴ mag. inž. agr., prav tam

⁵ mag. inž. agr., prav tam

⁶ mag. inž. agr., prav tam

⁷ dr., prav tam

⁸ prav tam

⁹ dr., prav tam

¹⁰ dr. agr. znan., prav tam

Abundance and diversity of ground beetles was investigated in Brdo orchard in 2016. Inventory of beetle fauna was one of the tasks within National action plan-Integrated pest management (NAP-IVR) which aimed at providing information on species diversity and abundance of ground beetles. Field sampling in research orchard in Brdo (Lukovica) was carried out in different apple production systems (organic and integrated). Beetles were sampled with pitfalls (containing vinegar and ethylene glycol) in two weeks intervals from the beginning of May until the end of October. Beetles were sampled with pitfalls (containing vinegar and ethylene glycol) in two weeks intervals from the beginning of May until the end of October. The most abundant were beetles from Carabidae family (*Harpalus rufipes*, *Pterostichus melas*, *Nebria brevicollis*, *Poecilus cupreus*) and Nitidulidae family (*Stelidota geminata*, *Glischrochilus quadrisignatus* and *Epurea* sp.). We also identified other less common species. From the results we calculated Shannon-Wiener diversity indexes for all treatments. The impact of ground management and production system on biotic diversity and beetle abundance was minor. Highest Shannon-Wiener index was recorded in IVR treatment. Unfortunately, due to experimental design, we cannot derive conclusions on statistical significance of the treatments' on the beetle diversity and abundance.

Keywords: apple orchard, ground beetles, Coleoptera, Carabidae, integrated pest management

1 UVOD

285

Pri obvladovanju škodljivcev v agroekosistemu imajo pomembno vlogo plenilske vrste hroščev iz družine krešičev (Carabidae) in kratkokrilcev (Staphylinidae) (Holland, 2002; Pfiffner in Luka, 2000). Na njihovo številčnost in porazdelitev vpliva več dejavnikov kot so: rastlinje, temperatura, vlaga, vir hrane in njihov razvojni krog (Kromp, 1999). Z različnimi ukrepi varstva rastlin in drugo kmetijsko prakso lahko posegamo tudi v življenjski prostor žuželk in vplivamo na njihov vrstni sestav, številčnost in porazdelitev vrst (Lovei in Sunderland 1996). V Evropi je bilo opravljenih že veliko ekoloških raziskav krešičev (Carabidae) (Ferlin, 2003; Gábor in Keith, 1996). V raziskavi smo ugotavljali vrstno pestrost in številčnost na tleh aktivnih hroščev v sadovnjaku. Prav tako nas je zanimala sezonska dinamika pojava pogostih vrst hroščev v sadovnjaku. S tem namenom smo v letu 2016 v okviru strokovne naloge nacionalnega akcijskega programa (NAP-IVR) v sadovnjaku na Brdu pri Lukovici spremljali hrošče (Coleoptera) s talnimi pastmi v ekološki in integrirani pridelavi jabolk.

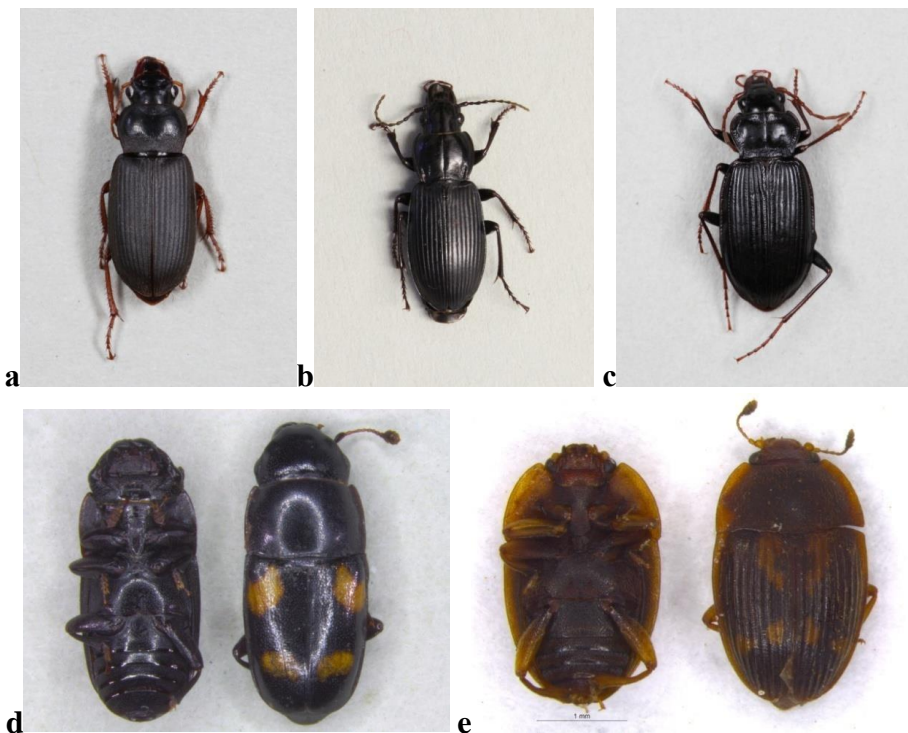
2 MATERIAL IN METODE

V ekološki pridelavi jabolk, kjer v času vzorčenja nismo izvajali varstva pred škodljivci, smo izvedli dva različna načina obdelave podrasti v medvrstnem prostoru: v obravnavanju EKOn smo mulčili 2-krat, v obravnavanju EKOk pa 5-krat. V obravnavanju EKOk je bil pas pod drevesi mehansko obdelan, v EKOn pa ne. V integrirani pridelavi jabolk (obravnavanje IVR), smo medvrstni prostor mulčili 5-krat, v pasu pod drevesi pa je bil uporabljen herbicid (a.s. glifosat). Poleg mulčenja smo v obravnavanju IVR med rastno dobo uporabili tudi insekticid za zatiranje listnih uši,

predvsem krvave uši (*Eriosoma lanigerum*) in jabolčnega zavijača (*Cydia pomonella*). Hrošče smo vzorčili s talnimi pastmi (vinski kis z dodanim etilen glikolom) v dvotedenskih razmikih od začetka maja do konca oktobra v ekološki in integrirani pridelavi jabolk. V posamezno obravnavanje smo med drevesa namestili po tri talne pasti v oddaljenosti 20 m. To so prozorne, 1500 ml plastične posode, ki smo jih zakopali v tla do roba. Za zaščito pred dežjem smo položili na pasti plastične podstavke, ki smo jih dvignili od tal z distančniki, da so lahko hrošči nemoteno vstopali vanje. V posamezno past smo natočili približno 2 dl vinskega kisa in dodali fiksativ etilen glikol. Ob vsakem pregledu smo pobrali ulovljene hrošče in zamenjali vsebino lončka. Vse ulovljene hrošče smo ustrezno shranili za nadaljnjo identifikacijo. Posamezne primerke vrst smo preparirali in klasificirali ter shranili v entomološko zbirko Kmetijskega inštituta Slovenije. Iz podatkov vrstne pestrosti in številčnosti smo izračunali Shannon-Wienerjeve diverzitetne indekse za posamezna obravnavanja (Begonin sod., 2006).

3 REZULTATI IN DISKUSIJA

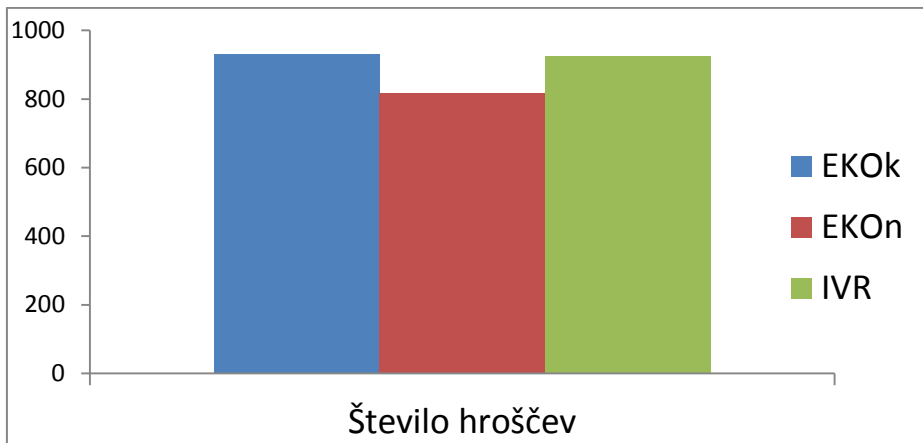
286



Slike (a-e): Najpogostejše in najštevilčnejše zastopane vrste hroščev v sadovnjaku na Brdu pri Lukovici: a (*Harpalus rufipes*) -14 mm, b (*Pterostichus melas*) -16 mm, c (*Nebria brevicollis*) -13 mm, d (*Glischrochilus quadrisignatus*) -6 mm, e (*Stelidota geminata*) -3 mm.

Preglednica 1: Vrste hroščev, ki smo jih določili v sadovnjaku na Brdu pri Lukovici v letu 2016.

Družina	Vrsta	Št. osebkov
Carabidae	<i>Anchomenus dorsalis</i>	44
Carabidae	<i>Calathus fuscipes</i>	6
Carabidae	<i>Carabus coriaceus</i>	1
Carabidae	<i>Chlaenius nitidulus</i>	4
Carabidae	<i>Diachromus germanus</i>	4
Carabidae	<i>Harpalus affinis</i>	7
Carabidae	<i>Harpalus griseus</i>	2
Carabidae	<i>Harpalus rufipes</i>	478
Carabidae	<i>Nebria brevicollis</i>	213
Carabidae	<i>Poecilus cupreus</i>	50
Carabidae	<i>Pterostichus melas</i>	298
Carabidae	<i>Bembidion lampros</i>	8
Carabidae	<i>Amara</i> sp. (1)	1
Carabidae	<i>Amara</i> sp. (2)	8
Carabidae	<i>Amara</i> sp. (3)	5
Carabidae	<i>Anisodactylus binotatus</i>	1
Curculionidae	<i>Phyllobius oblongus</i>	11
Elateridae	<i>Agriotes</i> sp. (1)	9
Elateridae	<i>Agriotes</i> sp. (2)	5
Nitidulidae	<i>Epuraea</i> sp.	65
Nitidulidae	<i>Glischrochilus quadrisignatus</i>	407
Nitidulidae	-	5
Nitidulidae	<i>Stelidota geminata</i>	1029
Scolytidae	-	1
Silphidae	<i>Silpha obscura</i>	3
Staphylinidae	<i>Ocypus olens</i>	5
Staphylinidae	-	1
Staphylinidae	-	4
Skupna vsota		2675



Slika 6: Prikaz skupnega števila ulovljenih hroščev po obravnavanjih.

Razlike med številčnostjo ulova so majhne. Največ hroščev smo ulovili v EKO (930 osebkov), sledita IVR (927) in EKO (818).

288



Slika 7: Prikaz vrednosti Shannon-Wienerjevega diverzitetnega indeksa po obravnavanjih.

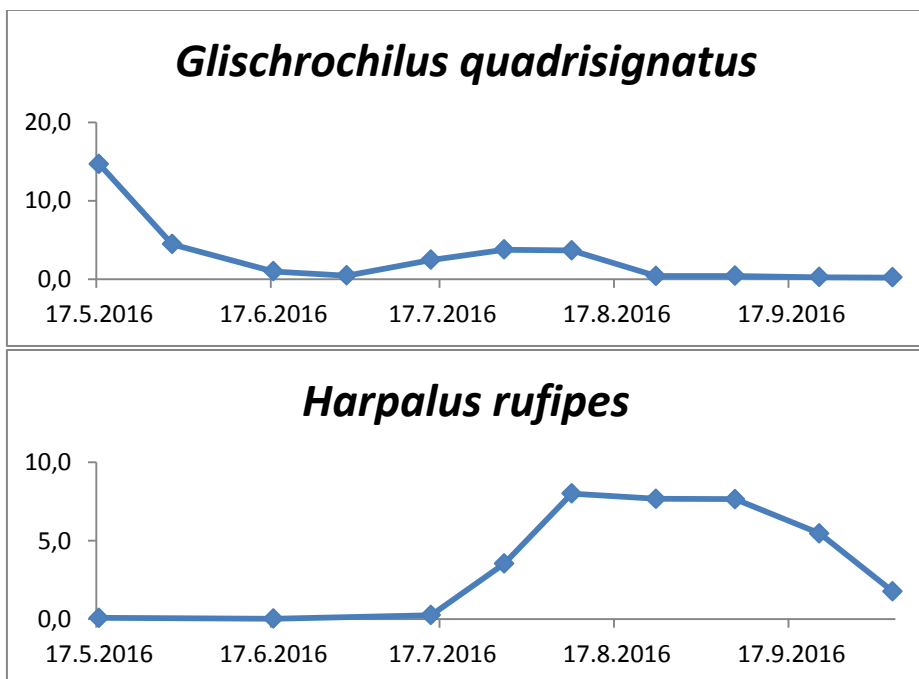
Ob primerjavi vrednosti Shannon-Wienerjevega indeksa med obravnavanji, so dobljene vrednosti precej podobne.



Slika 8: Prikaz vrstne pestrosti po obravnavanjih.

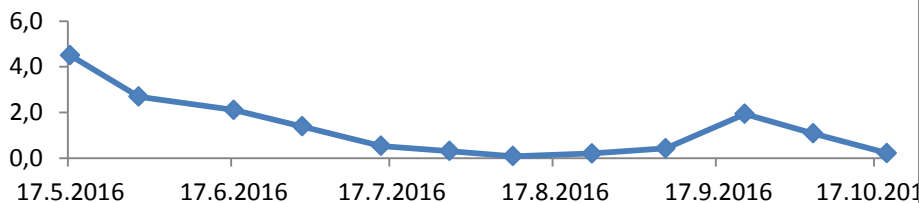
Največ vrst hroščev je bilo obravnavanju IVR (22 vrst), sledita EKO (21) in EKO (16).

289

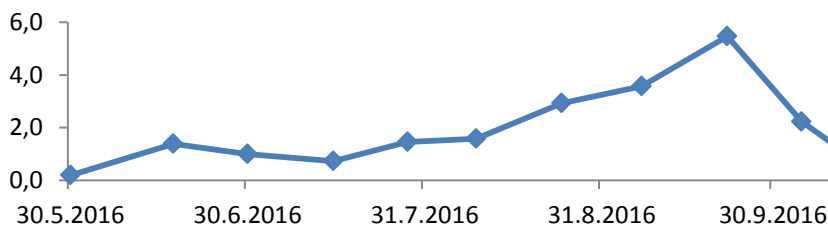


Sliki 9-10: Prikaz sezonske dinamike aktivnosti hroščev *Glischrochilus quadrisignatus* in *Harpalus rufipes* v sadovnjaku na Brdu pri Lukovici v obdobju od začetka maja do konca oktobra 2016.

Nebria brevicollis



Pterostichus melas



Sliki 11-12: Prikaz sezonske dinamike aktivnosti hroščev *Nebria brevicollis* in *Pterostichus melas* v sadovnjaku na Brdu pri Lukovici v obdobju od začetka maja do konca oktobra 2016.

4 SKLEPI

V sadovnjaku na Brdu smo skupno določili 28 vrst hroščev (Coleoptera). Od teh so se v talne pasti najpogosteje in najštevilčnejše ulovile vrste hroščev krešičev (Carabidae): *Harpalus rufipes*, *Pterostichus melas*, *Nebria brevicollis*, in sijajnikov (Nitidulidae): *Stelidota geminata* in *Glischrochilus quadrisignatus*.

Različna obdelava tal v sadovnjaku ni močno vplivala na Shannon-Wienerjev diverzitetni indeks.

Pridobili smo v pogled v vrstni sestav hroščev v sadovnjaku na Brdu pri Lukovici (Preglednica 1) in njihovo sezonsko dinamiko aktivnosti.

5 LITERATURA

Begon, M., Townsend, C.R., Harper, J.L. 2006: Ecology - From Individuals to Ecosystems, Fourth edition. Blackwell Publishing Ltd., Malden, MA, USA.

Ferlin, F. 2003. Razvoj mednarodno primerljivih kazalcev biotske pestrosti v Sloveniji in nastavitve monitoringa teh kazalcev - na podlagi izkušenj iz gozdnih ekosistemov: končno poročilo - posebni del (II). Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 2003. 114 str.

- Gábor, L.L., Keith, D.S. 1996. Ecology and behavior of ground beetles (Coleoptera: Carabidae). *Annu. Rev. Entomol.* 41: 231-256.
- Holland, J.M. 2002. Carabid beetles: their ecology, survival and use in agroecosystems, str. 1-40
In J. M. Holland [ed.], *The Agroecology of Carabid Beetles*. Andover, Intercept. 356 str.
- Kromp, B. 1999. Carabid beetles in sustainable agriculture: a review on pest control nefficacy, cultivation impacts and enhancement. *Agric. Ecosys. Environ.*74: 187-228.
- Lövei, G.L., Sunderland K.D. 1996. Ecology and behavior of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) .*Annu. Rev. Entomol.* 41: 231-256.
- Pfiffner, L., Luka, H. 2000. Overwintering of arthropods in soils of arable fields and adjacent seminatural habitats. *Agric. Ecosys. Environ.* 78: 215-222.

**SEZONSKA DINAMIKA JABOLČNEGA ZAVIJAČA (*Cydia pomonella* [L.])
IN BRESKOVEGA ZAVIJAČA (*Grapholita molesta* [Busck]) V
INTENZIVNEM NASADU JABLAN V BRKINIH**

Julija DARIŽ¹, Ivan ŽEŽLINA², Stanislav TRDAN³

¹Kozina

²KGZS, Kmetijsko gozdarski zavod Nova Gorica, Nova Gorica

³Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Ljubljana

IZVLEČEK

Od sredine marca do začetka oktobra 2014 smo v intenzivnem sadovnjaku jablan v vasi Beka preučevali pojavljanje jabolčnega zavijača (*Cydia pomonella*) in breskovega zavijača (*Grapholita molesta*). Njuno številčnost smo spremljali s feromonskimi vabami Csalomon (tipa RAG) madžarskega proizvajalca (Plant Protection Institute, Hungarian Academy of Sciences) in vabami Trapview slovenskega proizvajalca (EFOS d.o.o., Razdrto). Metulji breskovega zavijača so se množično lovili že v prvem terminu spremljanja, sredi marca, in dosegli vrh pojavljanja (20,6 osebkov/vabo/dan). Škodljivec se je v sadovnjaku pojavljal do 2. dekade septembra. Najštevilčnejši je bil ulov metuljev 1. rodu. Zaznavnejše število samcev 2. rodu smo zabeležili od konca aprila do začetka maja, število ulovljenih metuljev poznejših rodov pa ni več preseгло 0,4 osebkov na dan. Prve samce jabolčnega zavijača smo na ploščah našli v 1. dekadi aprila, nato pa njihov pojav beležili vse do prve polovice septembra. Škodljivec je imel 2 rodova. Najštevilčnejši ulov masovnejšega 1. rodu smo beležili od sredine do konca junija (4,4 osebkov/vabo/dan). Metulji 2. rodu so bili najštevilčnejši od začetka do sredine avgusta. Ulov obeh škodljivcev je bil večji na elektronskih vabah Trapview. Na pojav in številčnost metuljev so vplivali tudi temperatura, padavine in zračna vlaga.

Ključne besede: *Cydia pomonella*, feromonske vabe, *Grapholita molesta*, jablana, sezonska dinamika

ABSTRACT

**SEASONAL DYNAMICS OF CODLING MOTH (*Cydia pomonella* [L.]) AND
ORIENTAL FRUIT MOTH (*Grapholita molesta* [Busck]) IN AN INTENSIVE APPLE
ORCHARD IN BRKINI**

From the middle of March to the beginning of October 2014, the occurrence of codling moth (*Cydia pomonella*) and oriental fruit moth (*Grapholita molesta*) was investigated

¹ mag. inž. hort., Nasirec 17b, SI-6240 Kozina, e-pošta: julija.dariz@gmail.com

² dr., Pri hrastu 18, SI-5000 Nova Gorica

³ prof. dr., Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana

in an intensive apple orchard in the village Beka. The abundance of both pests was monitored by Csalomom pheromone traps (type RAG) of Hungarian producer (Plant Protection Institute, Hungarian Academy of Sciences), and electronic traps Trapview of Slovenian producer (EFOS d.o.o., Razdrto). The first and most numerous occurrence of oriental fruit moth (20.6 males/trap/day) was established already in the first monitoring period in mid-March, and the pest appeared in the orchard until the 2nd decade of September. Moths of the 1st generation were the most numerous. A notable number of males of the 2nd generation was recorded from the end of April to the beginning of May, while the number of captured males of later generations was not higher than 0.4 specimens per day. First males of codling moth were found on plates in the 1st decade of April, and their occurrence was recorded until the first half of September. The pest had 2 generations. The most numerous catch of mass 1st generation was noted from the middle to the end of June (4.4 males/trap/day). Moths of the 2nd generation were the most numerous from the beginning until the middle of August. Catches of both pests were higher on the electronic traps Trapview. The occurrence and abundance of moths were also influenced by temperature, precipitation and humidity.

Key words: apple, *Cydia pomonella*, *Grapholita molesta*, pheromone baits, seasonal dynamics

1 UVOD

293

Jabolčni zavijač (*Cydia pomonella* [L.]) je svetovno razširjen in gospodarsko najpomembnejši škodljivec jablan, napada pa še orehe, hruške in druge sadne vrste iz družine rožnic (Wearing et al., 2001). Breskov zavijač (*Grapholita molesta* [Busck]) je najbolj znan kot povzročitelj poškodb na breskvah in nektarinah, vse pogosteje se pojavlja tudi na jablanah, kutinah, marelicah, slivah, češnjah, hruškah in mandljih (Hughes in Dorn, 2002). Škodljivca v enem letu razvijeta več rodov. Število rodov je odvisno od podnebnih razmer, predvsem od temperature (Stoekli et al., 2012). V Sloveniji ima breskov zavijač 4-5 prekrivajočih se rodov letno (Kos et al., 2004), jabolčni zavijač pa navadno 2, v nadpovprečno toplih letih je možen tudi tretji rod (Matis et al., 2007). Oba škodljivca imata veliko sposobnost prilagajanja različnim lokalnim podnebnim razmeram (Saethre in Hofsvang, 2002; Ahn et al., 2011). V zadnjih letih so vremenske razmere za njun razvoj zelo ugodne. V nasadih jablan se zato neprekinjeno pojavljata skozi vedno daljše časovno obdobje, pridelovalci, ki se srečujejo zelo številčnimi populacijami, pa posledično opažajo vse večjo škodo (Kos et al., 2004; Matis, 2009).

Gosenice breskovega in jabolčnega zavijača povzročajo na jabolkih podobne poškodbe (Vrabl, 1999). Po izvalitvi iz jajčeca se zavrtajo v plod, gosenica jabolčnega zavijača nato vrta spiralen rov proti peščišču plodu, navadno napade tudi peščišče, hrani se s pečkami in notranjost napolni z iztrebki. Zgodaj napadeni plodiči navadno odpadejo, pozneje poškodovani plodovi prehitro dozoriijo in nato prav tako odpadejo, plodovi napadeni pozno v rastni dobi pa ostanejo na drevesu, a škoda je še vedno nepopravljiva. Breskov zavijač povzroča črvičnost jabolk predvsem v zadnji dekadi avgusta in v septembru, gosenica vrta rove, ki so po plodu razporejeni bolj

Ljubljana, Društvo za varstvo rastlin Slovenije (Plant Protection Society of Slovenia), 2017

neenakomerno in naključno, navadno ne vodijo do peščišča (Vrabl, 1999; Kos et al., 2004).

2 MATERIALI IN METODE

Sezonsko dinamiko samcev jabolčnega zavijača in breskovega zavijača smo v letu 2014 spremljali v intenzivnem sadovnjaku jablan, ki leži jugovzhodno od vasi Beka na meji med Brkini in Istro. Poskus je potekal od sredine marca do sredine oktobra 2014. Samce obeh zavijačev smo lovili s feromonskimi vabami. Uporabili smo po dve feromonski vabi Csalomon (tipa RAG) madžarskega proizvajalca Plant Protection Institute (Inštitut za varstvo rastlin, Hungarian Academy of Science, Budapest) in po dve elektronski pasti Trapview slovenskega proizvajalca EFOS d.o.o. iz Razdrtega. Vseh 8 vab smo 15. marca enakomerno razporedili po sadovnjaku in obesili med veje v krošnje jablan.

Vabe Csalomon tipa RAG so sestavljene v obliki preproste prozorne plastične hišice, plošče z nanesenim lepilom in s feromonom prepojene feromonske kapsule. Elektronske pasti Trapview pa sestavlja zeleno plastično ohišje, bela lepljiva podlaga, s feromonom prepojena feromonska kapsula in vgrajena elektronska oprema, ki vsakodnevno posname sliko ulovljenih žuželk na lepljivi plošči in jo po GPRS protokolu pošlje strežniku v obdelavo. Naprava se sama napaja s pomočjo solarnega panela. Uporabnik si lahko posnete slike ogleda prek spletne ali mobilne aplikacije.

V vabah smo enkrat mesečno menjavali feromonske kapsule s specifičnim feromonom samic vrst *Cydia pomonella* oziroma *Grapholita molesta*, lepljive ploščice smo menjevali po potrebi glede na številčnost ulova zavijačev in vremenske razmere, ulovljene samčke pa smo šteli in odstranjevali na vsakih 10 dni. Spletna aplikacija Trapview omogoča avtomatsko detekcijo, prepoznavanje škodljivca in shranjevanje podatkov, zato neposredno štetje metuljkov ujetih na elektronske pasti v sadovnjaku ni bilo potrebno. Vremenske razmere smo beležili s pomočjo ene izmed elektronskih vab Trapview, opremljene z merilnikom relativne vlažnosti in temperature zraka. Za analizo vpliva padavin smo podatke pridobili na spletni strani Agencije Republike Slovenije za okolje iz meteorološke postaje Kozina, ki je najbližja poskusni lokaciji.

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

Rezultati spremljanja sezonske dinamike jabolčnega in breskovega zavijača so potrdili zastopanost obeh vrst. Med potekom poskusa se je v vabe ujelo skupno 1473 metuljev breskovega zavijača in 889 samcev jabolčnega zavijača. Za bolj učinkovite kot feromonske vabe Csalomon tipa RAG so se v poskusu izkazale elektronske pasti Trapview. Na Trapview se je ujelo 143 samcev več breskovega zavijača in 393 samcev več jabolčnega zavijača kot na vabe Csalomon tipa RAG (preglednica 1). Začetek pojavljanja prvih metuljev prvega rodu breskovega zavijača smo nekoliko zamudili, saj so se samci na feromonske vabe lovili že takoj po postavitvi poskusa, 15. marca. V terminu od 15. marca do 25. marca, ko je povprečna temperatura zraka dosegla 9,9 °C, se je na vabe ujelo daleč največ metuljkov (v povprečju 20,6 samcev na vabo na dan). Let samčkov prvega rodu se je zaključil do sredine aprila. Glede na navadne ulove breskovega zavijača zgođen in zelo številčen ulov samcev prvega rodu

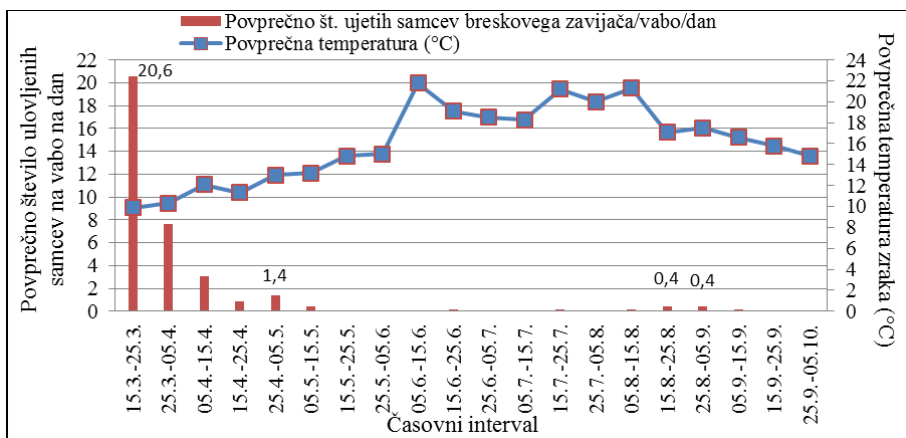
prpisujemo mili zimi ter relativno visokim dnevnim temperaturam v marcu 2014, ki so najverjetneje pospešile izleganje metuljkov iz bub.

Preglednica 1: Primerjava številčnosti ulova samcev breskovega zavijača in jabolčnega zavijača na vabah Csalomon tipa RAG in elektronskih vabah Trapview.

	BRESKOV ZAVIJAČ		JABOLČNI ZAVIJAČ	
Obdobje lovljenja	15.3.-15.9.2014		5.4.-5.9.2014	
Feromonska vaba	Trapview	Csalomon	Trapview	Csalomon
Število ujetih samcev	808	665	641	248

Številčnost populacije drugega rodu breskovega zavijača je bila bistveno manjša, najštevilčnejši ulov smo zabeležili v terminu od 25. aprila do 5. maja (1,4 osebk/a/vabo/dan). Pojav metuljev 3. in 4. rodu je bil nato sicer stalen in enakomeren, a število ni preseglo 0,4 osebkov na dan. Najverjetnejši vzrok za tako zmanjšano število ujetih samcev breskovega zavijača delno prisojamo neuspešnemu parjenju osebkov prvega rodu, zaradi še prenizkih večernih temperatur (pod 16 °C) ob koncu marca in v začetku aprila, in posledično majhnemu številu odloženih jajčec.

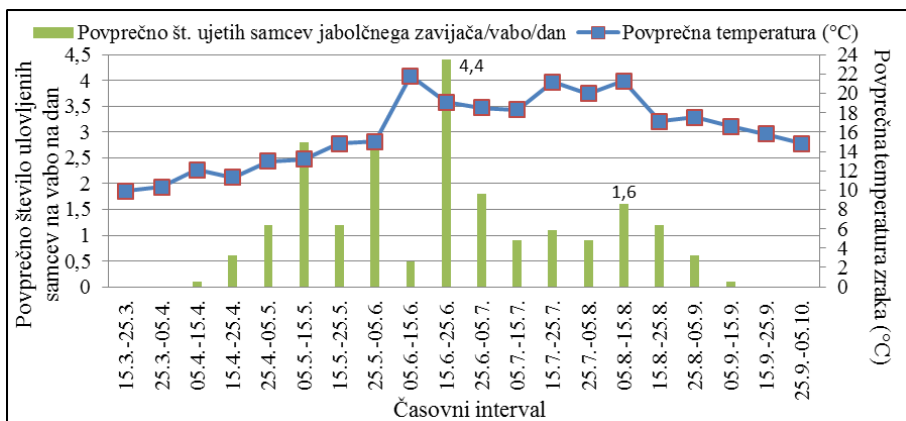
295



Slika 1: Povprečno število ujetih samcev breskovega zavijača leta 2014 glede na povprečno temperaturo zraka.

Znano je namreč, da je številčnost drugega rodu v tesni povezavi s temperaturami v času parjenja prvega rodu (Rot in Blažič, 2005). Za uspešno parjenje in odlaganje jajčec, ki nastopita ob mraku, so potrebne temperature med 15 in 17 °C (Notter-Hausmann in Dorn, 2010), ki pa v našem primeru niso bile dosežene. Drugi razlog pa je najverjetneje v optimalnem času opravljeno škropljenje z insekticidi, ki je najbrž tudi preprečilo razvoj breskovega zavijača in povzročilo zmanjšanje številčnosti osebkov naslednjih rodov. Zadnji ulov samcev breskovega zavijača smo zabeležili v intervalu od 15. do 25. septembra, pri povprečni temperaturi 15,8 °C (slika 1).

Jabolčni zavijač se je po pričakovanjih pojavil pozneje in pri višji povprečni temperaturi kot breskov zavijač. Prve samce smo na vabe ujeli v obdobju od 5. aprila do 15. aprila pri povprečni temperaturi zraka 12,1 °C. Škodljivec je razvil dva rodova, ki sta se med seboj prekrivala. Prvi rod se je pojavljal do prve dekade julija, ko so se že začeli loviti tudi metulji drugega rodu. Pojav metuljkov prvega rodu jabolčnega zavijača je bil številčnejši, z vrhom v obdobju od 15. junija do 25. junija (4,4 osebkov/vabo/dan). Drugi rod je vrh pojavljanja dosegel v terminu od 5. do 15. avgusta (1,6 osebkov/vabo/dan). Let metuljev jabolčnega zavijača je segel v september, zadnji ulov smo zabeležili v obdobju od 5. do 15. septembra, pri povprečni temperaturi 16,6 °C. Najverjetneje je šlo za predstavnike nekoliko zapoznelega drugega rodu, mogoč pa je tudi pojav delnega tretjega rodu, kot posledica še vedno visokih temperatur (slika 2).



Slika 2: Povprečno število ujetih samcev jabolčnega zavijača leta 2014 glede na povprečno temperaturo zraka.

Rezultati poskusa so potrdili velik vpliv temperature zraka, najpomembnejšega okoljskega dejavnika, na pojavljanje obeh proučevanih škodljivcev. V letu 2014 so bile temperaturne razmere na lokaciji poskusa ugodne predvsem za razvoj in let metuljev jabolčnega zavijača.

Na populacijsko dinamiko breskovega zavijača in jabolčnega zavijača sta vplivali tudi množina padavin in zračna vlaga. Največji ulov jabolčnega zavijača na feromonske vabe je bil zabeležen v intervalu, ko je v celotnem obdobju lovljenja padlo najmanj dežja in je bila izmerjena najnižja zračna vlaga. V intervalih s povečano količino padavin (med 10 in 12 mm dnevno) pa je bil ulov izrazito zmanjšan.

4 SKLEPI

1. Breskov zavijač se je v letu 2014 v intenzivnem nasadu jablan na Beki pojavljal že v prvi polovici marca, let samcev pa se je zaključil v drugi dekadi septembra, populacija osebkov prvega rodu je bila najštevilčnejša, ostalih rodov pa bistveno manjša.
2. Jabolčni zavijač se je v nasadu neprekinjeno pojavljal od prve dekade aprila do sredine septembra, razvil je dva rodova, ki sta se prekrivala, številčnejši je bil prvi rod.
3. Na elektronskih pasteh Trapview se je skupno ujelo 143 samcev več breskovega zavijača in 393 samcev več jabolčnega zavijača kot na feromonskih vabah Csalomon tipa RAG.
4. Temperature zraka so imele vpliv na pojav breskovega zavijača in jabolčnega zavijača, v letu 2014 so bile temperaturne razmere na poskusni lokaciji ugodne predvsem za pojav metuljev jabolčnega zavijača.

5 ZAHVALA

Za posojilo elektronskih vab Trapview in tehnično pomoč se avtorji zahvaljujemo podjetju EFOS d.o.o. iz Razdrtega.

6 LITERATURA

297

- Ahn, J. J., Yang, C. Y., Jung, C. 2011. Model of *Grapholita molesta* spring emergence in pear orchards based on statistical information criteria. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 15: 589-593.
- Hughes, J., Dorn, S. 2002. Sexual differences in the flight performance of the oriental fruit moth, *Cydia molesta*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 103, 2: 171-182.
- Kos, A., Majcen, D., Širca, M. 2004. Kompleksno zatiranje jabolčnega zavijača (*Cydia pomonella*) in breskovega zavijača (*Cydia molesta*) v nasadih jablan s programom podjetja Karsia Dutovlje d.o.o. V: Hudina, M. (ur.). Zbornik referatov 1. slovenskega sadjarskega kongresa z mednarodno udeležbo, Krško, 24.-26. mar. 2004. Ljubljana, Strokovno sadjarsko društvo Slovenije, 2004: 489-496.
- Matis, G. 2009. Strategija zatiranja jabolčnega zavijača (*Cydia pomonella*) v razmerah naraščajoče odpornosti. V: Maček, J. (ur.). Zbornik predavanj in referatov 9. slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin z mednarodno udeležbo, Nova Gorica, 4.-5. mar. 2009. Ljubljana, Društvo za varstvo rastlin Slovenije, 2009: 339-342.
- Matis, G., Mešl, M. K., Miklavc, J., Matko, B. 2007. Ekologija jabolčnega zavijača (*Cydia pomonella* Linnaeus, 1758) v severovzhodni Sloveniji. V: Maček, J. (ur.). Zbornik predavanj in referatov 8. slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin, Radenci, 6.-7. mar. 2007. Ljubljana, Društvo za varstvo rastlin Slovenije, 2007: 179-184.
- Notter-Hausmann, C., Dorn, S. 2010. Relationship between behavior and physiology in an invasive pest species: oviposition site selection and temperature-dependent development of the oriental fruit moth (Lepidoptera: Tortricidae). *Environmental Entomology*, 39, 2: 561-569.
- Rot, M., Blažič, M. 2005. Zatiranje breskovega zavijača (*Cydia molesta* L.) z metodo zbeganja. V: Maček, J. (ur.). Zbornik predavanj in referatov 7. slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin, Zreče 8.-10. mar. 2005. Ljubljana, Društvo za varstvo rastlin Slovenije, 2005: 175-181.
- Saethre, M. G., Hofsvang, T. 2002. Effect of temperature on oviposition behaviour, fecundity, and fertility in two Northern European populations of the codling moth (Lepidoptera: Tortricidae). *Journal of Environmental Entomology*, 31: 804-815.
- Stoeckli, S., Hirschi, M., Spirig, C., Calanca, P., Rotach, M. W. 2012. Impact of climate change on voltinism and prospective diapause induction of a global pest insect – *Cydia pomonella* (L.). *PLoS One*, 7, 4, doi: 10.1371/journal.pone.0035723: 9 str.

- Vrabl, S. 1999. Posebna entomologija: škodljivci in koristne vrste na sadnem drevju in vinski trti. Maribor, Fakulteta za kmetijstvo: 172 str.
- Wearing, C. H., Hansen, J. D., Whyte, C., Miller, C. E., Brown, J. 2001. The potential for spread of codling moth (Lepidoptera: Tortricidae) via commercial sweet cherry fruit: a critical review and risk assessment. *Crop Protection*, 20: 465-488.

SEZONSKA DINAMIKA MALINOVE HRŽICE (*Resseliella theobaldi* [Barnes], Diptera, Cecidomyiidae) V DVEH NASADIH MALIN V SLOVENIJI

Primož ŽIGON¹, Darinka KORON², Jaka RAZINGER³, Špela MODIČ⁴

^{1,3,4} Kmetijski inštitut Slovenije, Oddelek za varstvo rastlin, Ljubljana

² Kmetijski inštitut Slovenije, Oddelek za sadjarstvo, vinogradništvo in vinarstvo,
Ljubljana

IZVLEČEK

Malinova hržica (*Resseliella theobaldi* [Barnes]), (Diptera, Cecidomyiidae) je eden pomembnejših škodljivcev malin (*Rubus idaeus* L.) v Evropi. Pri nas je bila prvič ugotovljena leta 1958. Škodljivec navadno razvije do tri rodove letno. V letu 2016 smo s feromonskimi vabami švicarskega proizvajalca (Andermatt Biocontrol AG) spremljali sezonsko dinamiko malinove hržice v nasadih malin na Brdu pri Lukovici in Šmihelu pri Novem mestu. Glede na ulove lahko sklepamo, da se odrasla hržica pri nas pojavlja v obdobju od sredine aprila do septembra in ima tri rodove. Najštevilčnejši je bil tretji rod škodljivca, ki se je pojavil v prvi dekadi avgusta, nalet pa je trajal do sredine septembra. Na lokaciji Šmihel so bili ulovi škodljivca manj številčni, saj smo v celotnem obdobju spremljanja ulovili zgolj dva osebka.

Ključne besede: feromonske vabe, malinova hržica, *Resseliella theobaldi*, sezonska dinamika, Slovenija

ABSTRACT

FLIGHT DYNAMICS OF RASPBERRY CANE MIDGE (*Resseliella theobaldi* [Barnes], Diptera, Cecidomyiidae) IN TWO RASPBERRY PLANTINGS IN SLOVENIA

The raspberry cane midge *Resseliella theobaldi* (Barnes) (Diptera, Cecidomyiidae) is one of the most important pests of cultivated red raspberry (*Rubus idaeus* L.) throughout Europe. In Slovenia its occurrence was first reported in 1958. It usually develops three generations per year. The flight phenology of raspberry cane midge was monitored in 2016 with Swiss-made pheromone traps (Andermatt Biocontrol AG) in raspberry plantings at locations Brdo pri Lukovici and Šmihel pri Novem mestu. Based on the monitoring results in the first location it can be concluded that raspberry cane midges occur from mid-April to September and have three generation per year. The largest trap catches were observed in the first decade of August and at the

¹ mag. inž. agr., Hacquetova 17, SI-1000 Ljubljana, e-pošta: primoz.zigon@kis.si

² dr., prav tam

³ dr., prav tam

⁴ mag. agr. znan., prav tam

beginning of September, during the third midge generation. In Šmihel the pest was less numerous as only two specimens were caught during the time of investigation.

Key words: flight dynamics, pheromone traps, Raspberry cane midge, *Resseliella theobaldi*, Slovenia

1 UVOD

Malinova hržica (*Resseliella theobaldi* [Barnes]) je eden pomembnejših škodljivcev malin (*Rubus idaeus* L.). Glavne poškodbe povzročajo ličinke malinove hržice, ki se razvijajo pod povrhnjico enoletnih poganjkov, kjer se hranijo z mehkim tkivom (peridermom). Same izjede, ki jih naredijo ličinke, za malino niso posebno nevarne, problematično je lahko predvsem to, da se na poškodovana mesta naselijo glive. Na mestih hranjenja ličink tako v poganjke vstopajo različne vrste gliv in povzročajo sušico malin (predvsem glivi *Didymella appplanata* in *Leptosphaeria coniothyrium*). Malinova hržica prezimi v razvojnem stadiju bube. Prvi rod škodljivca se navadno pojavi v času od aprila do junija, odvisno od temperature tal. Najbolj škodljiva sta predvsem drugi in tretji rod malinove hržice, ko je napad navadno številčnejši. Poškodovano tkivo napadenih poganjkov se v poznejšem obdobju leta slabše celi ter je s tem bolj podvrženo glivičnim okužbam (Gordon in Williamson, 1991).

300

Zastopanost škodljivca v nasadih lahko ugotavljamo z različnimi metodami, med drugim tudi z lovljenjem samcev na feromonske vabe (Nilsson, 2008). Iz severnejših evropskih držav poročajo, da malinova hržica v povprečju razvije do tri rodove na leto (Cross *et al.* 2006; Labanowska in Cross, 2008), medtem ko v večini držav srednje Evrope škodljivec razvije tudi četrti rod (Cross *et al.*, 2006; Tanasković in Milenković, 2012). Pri nas je bila malinova hržica prvič potrjena leta 1958 (Masten, 1968), predvideva pa se, da v naših razmerah razvije do tri rodove na leto (Vrabl, 1992). Cilj naše raziskave je bil preučiti pojavljanje malinove hržice med rastno dobo malin, ki pri nas doslej še ni bilo sistematično preučeno. Zgolj na podlagi spremljanja pojava in preučevanja bionomije lahko ugotovimo potrebe po zatiranju in načrtovanju učinkovite strategije varstva malin pred napadom škodljivca.

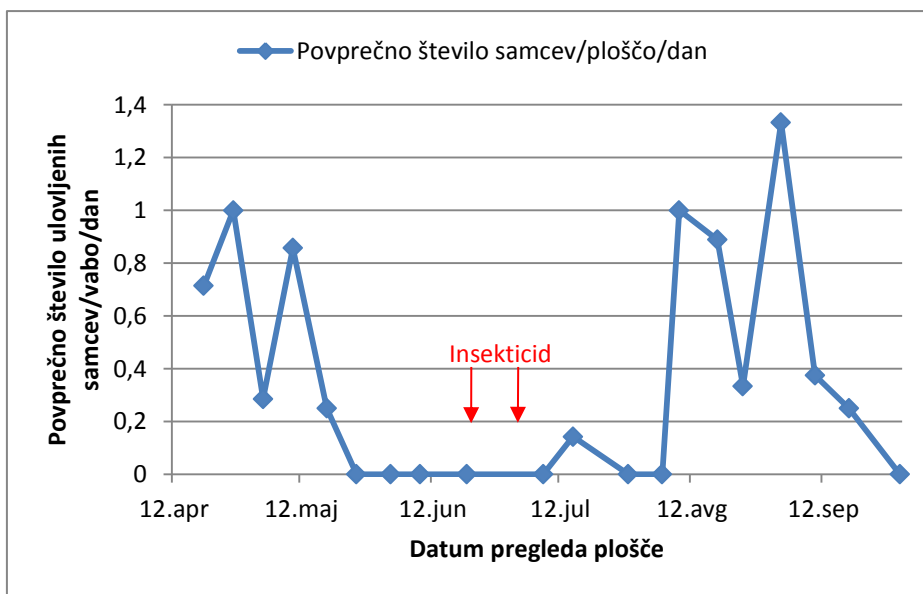
2 MATERIALI IN METODE

V letu 2016 smo nalet malinove hržice spremljali v kolekcijskem nasadu malin v poskusnem sadovnjaku Kmetijskega inštituta na Brdu pri Lukovici (N 46° 9' E 14° 40', 351 m.n.v.) ter nasadu malin v Šmihelu pri Novem mestu (N 45° 47' E 15° 10', 172 m.n.v.). Na obeh lokacijah gojijo več sort malin, med katerimi prevladujeta dvakrat rodni sorti 'Polka' in 'Amira'. Na lokaciji Brdo pri Lukovici je bilo v času poskusa dvakrat opravljeno tretiranje z insekticidom Laser 240 SC (aktivna snov spinosad) za zatiranje plodove vinske mušice (*Drosophila suzukii* [Matsumura]), medtem ko v Šmihelu tretiranje z insekticidi v letu 2016 ni bil opravljeno. Monitoring smo izvajali s feromonskimi vabami PheroNorm Delta®, švicarskega proizvajalca Andermatt Biocontrol AG. V oba nasada smo namestili po eno vabo, ki smo jo obesili pol metra visoko, na oporno žico garniture nasada. Vabo sestavljata bela lepljiva plošča in feromonska kapsula, ki smo jo menjavali na štiri do šest tednov, v skladu s priporočili

proizvajalca. Bele lepljive plošče smo menjavali tedensko in nato v laboratoriju pod binokularno lupo opravili determinacijo ulovljenih osebkov malinove hrčice. Monitoring smo na lokaciji Brdo izvajali od druge dekade aprila do konca septembra, na lokaciji Šmihel pa od druge dekade aprila do konca julija. Podatke o ulovih prikazujemo kot število ulovljenih samcev hrčic na vabo na dan.

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

V letu 2016 smo samce malinove hrčice ugotovili na obeh lokacijah opazovanja, vendar smo v celotnem obdobju poskusa v Šmihelu ujeli le dva osebk, zato v nadaljevanju obravnavamo zgolj rezultate ulovov z lokacije Brdo pri Lukovici (slika 1). Prvi ulov smo zabeležili že v prvem tednu opazovanja, ko se je na vabo ulovilo pet samcev. Nalet prvega rodu škodljivca je nato trajal do konca maja.



Slika 1: Sezonska dinamika samcev malinove hrčice (*Resseliella theobaldi*) na Brdu pri Lukovici v letu 2016.

Razvoj škodljivca poteka hitreje pri višjih temperaturah (nad 25 °C) (Nilsson, 2008), zato je večji nalet in nadaljnjo rast populacije moč pričakovati tudi v poletnem času (Labanowska in Cross, 2008; Tanasković in Milenković, 2012). V primeru našega spremljanja, ulovov v juniju praktično ni bilo oz. so bili ti v juliju relativno nizki. V prvi polovici junija smo na obravnavani lokaciji zabeležili nadpovprečno množino padavin (150 mm), ki so lahko negativno vplivale na razvoj populacije. Do podobnih ugotovitev je v okviru raziskav pri svojem diplomskem delu prišel tudi Walland (2007) pri spremljanju pojava kapusove hrčice (*Contarinia nasturtii* [Kieffer],

Diptera, Cecidomyiidae) na zelju. Vzrok za zmanjšanje naleta samcev lahko pripišemo tudi uporabi insekticida na podlagi aktivne snovi spinosad, ki je bil v nasadu malin dvakrat uporabljen v juliju in prav tako izkazuje delno učinkovitost za zatiranje malinove hrčice (Baroffio *et al.*, 2011). V naši raziskavi je bil najštevilčnejši tretji rod škodljivca, ki se je pojavil konec avgusta in v začetku septembra. V tem času je dnevni ulov na feromonsko vabo znašal do 1,3 osebkov dnevno. Nalet malinove hrčice je na Brdu pri Lukovici v letu 2016 trajal do zadnje dekade septembra.

4 SKLEPI

Feromonske vabe so se izkazale kot enostaven in učinkovit način ugotavljanja zastopanosti in spremljanje sezonske dinamike malinove hrčice. Z vidika varstva malin pred malinovo hrčico je zelo pomemben čas pojava prvega rodu škodljivca. Varstveni ukrepi in zatiranje z registriranimi insekticidi so namreč v prvi vrsti osredotočeni na zatiranje prvega rodu škodljivca, ki je navadno manj številčen. Na ta način lahko učinkovito zmanjšamo pritisk škodljivca v nadaljevanju rastne dobe. Poleg tega je poznejša aplikacija insekticidov, v času zorenja plodov, lahko problematična tudi z vidika ostankov aktivnih snovi v plodovih (Gordon in Williamson, 1991).

Na podlagi rezultatov lahko sklepamo, da pri nas razvoj prvega rodu škodljivca v aprilu in maju sovpada z rastjo enoletnih poganjkov malin, ki so na napad hrčice najbolj občutljivi. Glede na podatke iz sosednjih evropskih držav (Cross *et al.*, 2008) bi lahko pričakovali, da pri nas malinova hrčica razvije tudi četrti rod, vendar rezultati iz leta 2016 kažejo, da so se na obravnavani lokaciji pojavili le trije rodovi. V poletnem času smo zabeležili manjši ulov od pričakovanega, domnevno zaradi neugodnih vremenskih razmer za razvoj škodljivca in uporabe insekticida. Poudariti moramo, da so bili ulovi malinove hrčice, v primerjavi z rezultati spremljanj v nekaterih drugih evropskih državah, relativno nizki in nikjer ne presegajo predlaganega praga škodljivosti, t.j. 30 hrčic/vabo/teden (Cross *et al.*, 2008).

5 LITERATURA

- Baroffio, C. A. 2011. Flight monitoring and efficacy trials against *Resseliella theobaldi* in Switzerland. V: Linder, C., Véték, G. (ur.). Proceedings of the workshop on integrated soft fruit production, Budapest, 20.-23. September 2010. Montfavet cedex (FR), International Organization for Biological and Integrated Control of Noxious Animals and Plants, 2011, 70: 45-49
- Cross, J. V., Baroffio, C., Grassi, A., Hall, D., Łabanowska, B., Milenković, S., Nilsson, T., Shternshis, M., Tornéus, C., Trandem, N., Véték, G. 2008. Monitoring raspberry cane midge, *Resseliella theobaldi*, with sex pheromone traps: results from 2006. V: Linder, C., Cross, J. V. (ur.). Proceedings of Workshop on Integrated Soft Fruit Production, East Malling, 24.-27. september 2007. Montfavet cedex (FR), International Organization for Biological and Integrated Control of Noxious Animals and Plants, 2008, 39: 11-17
- Gordon, S. C., Williamson B. 1991. Raspberry Cane Midge. V: Compendium of Raspberry and Blackberry Diseases and Insects. Ellis, M. A., Converse, R.H., Williams, R. N., Williamson, B. (ur.). St. Paul, Minnesota, APS Press: 75-76

- Łabanowska, B. H., Cross, J. 2008. Raspberry Cane Midge – *Resseliella Theobaldi* (Barnes) – flight and egg laying dynamics on raspberry fruiting on two year old canes. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 16: 315-323
- Nilsson, T. 2008. Raspberry cane midge (*Resseliella theobaldi*(Barnes)), biology, control methods and monitoring. Master project in the Horticultural Science programme. Alnarp (SE), Swedish University of Agricultural Sciences: 29 str.
- Tanasković, S. T., Milenković S. N. 2012. Monitoring the Flight Dynamics of Raspberry Cane Midge *Resseliella theobaldi* Barnes by Pheromon Traps in Western Serbia Region. *Acta Horticulturae*, 946: 219-224
- Walland J. 2007. Spremljanje zastopanosti kapusove hrčice (*Contarinia nasturtii* [Kieffer], Diptera, Cecidomyiidae) v zelju s feromonskimi vabami. Dipl. delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 31 str.

OKUŽENOST JABLAN IN HRUŠK Z VIRUSI V SLOVENIJI

Mojca VIRŠČEK MARN¹, Irena MAVRIČ PLEŠKO²

Kmetijski inštitut Slovenije, Ljubljana

IZVLEČEK

Najbolj razširjeni virusi jablan in hrušk so virus mozaika jablane (*Apple mosaic virus*, ApMV), virus klorotične pegavosti listov jablane (*Apple chlorotic leaf spot virus*, ACLSV), virus razbrazdanja debla jablane (*Apple stem pitting virus*, ASPV) in virus jamičavosti debla jablane (*Apple stem grooving virus*, ASGV). Okužbe s temi virusi pogosto ne povzročajo vidnih znamenj okužbe, predvsem v mešanih okužbah pa lahko povzročajo znatne izgube pridelka. V letih 2014, 2015 in 2016 smo na prej omenjene viruse s serološkimi in molekularnimi metodami testirali 132 vzorcev jablan in hrušk različnih sort in starosti iz 15 lokacij po Sloveniji. Ker ti virusi nimajo znanih prenašalcev in se ne prenašajo s cvetnim prahom, so vir okužbe predvsem okužene sadike. Ob vzorčenju smo zato, poleg podatkov o starosti rastlin in sorti, zbrali tudi podatke o statusu sadik. Testirana stara drevesa v travniških nasadih in vrtovih so bila vsa okužena z vsaj enim virusom. Večina je bila sočasno okužena s tremi virusi. Iz tega lahko sklepamo, da se okužbe z ApMV, ACLSV, ASGV in ASPV v Sloveniji pojavljajo že dlje. Tudi v intenzivnih nasadih smo potrdili zelo visoko stopnjo okužbe pri sortah, ki so bile vzgojene iz cepičev zbranih v rodni nasadih in ne iz matičnih dreves. Pri obeh vzorčenih drevesih sorte Granny Smith, ki sta bili vzgojeni iz nepreverjenega materiala iz rodni nasadov, smo tako našli mešano okužbo s kar štirimi virusi. Nasprotno smo okužbo s po enim virusom potrdili le pri dveh od skupno 15 vzorčenih sort iz certifikacijske sheme. Drevesa CAC (Conformitas Agraria Communitatis) izvora so bila bistveno bolj okužena. Naši rezultati kažejo, da zagotavlja uporaba certificiranega razmnoževalnega materiala skoraj popolno odsotnost virusov, medtem ko je lahko CAC material močno okužen.

Ključne besede: detekcija, hruške, jablane, razširjenost virusov, virusi

ABSTRACT

VIRAL INFECTIONS OF APPLES AND PEARS IN SLOVENIA

Apple mosaic virus (ApMV), *Apple chlorotic leaf spot virus* (ACLSV), *Apple stem pitting virus*, (ASPV) and *Apple stem grooving virus* (ASGV) are the most widespread viruses of apple and pear. Infections with these viruses are frequently latent, but can cause severe yield losses, especially in mixed infections. 132 samples from apples and pears of different varieties and age from 15 locations in Slovenia were tested for the

¹ dr. agr. znan., znanstvena svetnica, Hacquetova ulica 17, SI-1000 Ljubljana, e-pošta: mojca.marn@kis.si

² dr. mikrobiol., višja znanstvena sodelavka, prav tam

presence of ApMV, ACLSV, ASGV and ASPV in the years 2014, 2015 and 2016 using serological and molecular methods. Since these viruses are not known to be transmitted by vectors or pollen, the main source of infection is the planting material. Data about the type of planting material was therefore collected in addition to the age and variety of sampled trees. Old trees in extensive orchards and gardens were all infected, most of them with a mixture of 3 viruses. These results show that infection with ApMV, ACLSV, ASGV and ASPV have been present in Slovenia for at least 50 years. A very high infection rate with up to 4 viruses was observed in trees originating from graftwood collected in production orchards and not from mother trees. On the contrary only two out of 15 varieties sampled from certified material were infected, each only with one virus. CAC (Conformitas Agraria Communitatis) material showed much higher infection rate. Our results show that the use of certified propagation material mostly ensures the absence of viruses, whereas CAC material can be heavily infected.

Key words: apples, detection, pears, viral presence, viruses

1 UVOD

Okužbe jablan in hrušk z ApMV (virus mozaika jablane, *Apple mosaic virus*, rod *Illarvirus*), ACLSV (virus klorotične pegavosti listov jablane, *Apple chlorotic leaf spot virus*, rod *Trichovirus*), ASPV (virus razbrazdanja debela jablane, *Apple stem pitting virus*, rod *Foveavirus*) in ASGV (virus jamičavosti debela jablane, *Apple stem grooving virus*, rod *Capillovirus*) so pogosto latentne (Paunović in Jevremović, 2008), kar pomeni, da ne kažejo za virusno okužbo značilnih znamenj. Kljub temu lahko povzročajo celo do 60 % izgube pridelka (Arntjen in Jelkmann, 2010). Okužb z virusi ne moremo zdraviti, na voljo imamo le preventivne ukrepe. Pridelava in uporaba brezvirusnega sadilnega materiala je najpomembnejši ukrep borbe proti virusnim obolenjem (Németh, 1986), še zlasti, če virusi nimajo prenašalcev in se ne prenašajo s cvetnim prahom. ApMV, ACLSV, ASGV in ASPV se v naravi prenašajo z vegetativnim razmnoževanjem in morda tudi s stikom korenin, zato je sajenje neokuženih sadik dober način omejevanja škode zaradi okužb z virusi, ki okužujejo pečkato sadje.

V prispevku predstavljamo triletno rezultate vzorčenja in testiranja jablan in hrušk iz vrtov, ekstenzivnih in intenzivnih nasadov različnih starosti, sort in vrste sadik.

2 MATERIAL IN METODE

V letih 2014-2016 smo vzorčili jablane in hruške. Vzorčili smo cvetove, plodiče in mlade liste v aprilu in maju. Ob vzorčenju smo zbirali tudi podatke o starosti dreves, sorti in vrsti sadilnega materiala (certificiran, CAC, nepreverjen). Vse vzorce smo testirali s serološko metodo (ELISA) s protitelesi za ApMV, ACLSV, AGGV in ASPV (proizvajalca Bioreba AG (Reinach, Švica). Za preverjanje oz. potrditev rezultatov serološkega testiranja smo pri številnih vzorcih uporabili tudi metodo obratne transkripcije in verižne reakcije s polimerazo (RT-PCR). V ta namen smo s kompletom MagMAX™-96 Total RNA Isolation Kit (Thermo Fisher Scientific, ZDA) po priporočilih

proizvajalca izolirali RNA iz vzorcev ali ekstraktov za ELISA testiranje. Za izolacijo smo uporabili napravo MagMAX Express (Ambion, Thermo Fisher Scientific, ZDA). Alternativno smo uporabili tudi imunsko vezavo (IC). Uporabljeni začetni oligonukleotidi so predstavljeni v preglednici 1.

Preglednica 1: Začetni oligonukleotidi in metode uporabljeni za detekcijo ApMV, ACLSV, ASGV in ASPV.

Vir	Metoda	Začetna oligonukleotida	Nukleotidno zaporedje	Vir
ApMV	IC in dvostopenjski RT-PCR	VP79	CGTCGAGGAAGTTTAGGTTG	Saade et al., 2002
		VP77	GCHTCCYWTWKGGGGCATC	
ACLSV	IC ali izolacija in enostopenjski RT-PCR	ACLSV sense	TTCATGGAAAGACAGGGGCAA	Menzel et al., 2002
		ACLSV antisense	AAGTCTACAGGCTATTTATTATAAGTCTAA	
ASGV	IC ali izolacija in enostopenjski RT-PCR	ASGV sense	GCCACTTCTAGGCAGAACTCTTTGAA	Menzel et al., 2002
		ASGV antisense	AACCCCTTTTGTCTTCAGTACGAA	
ASGV	IC ali izolacija in enostopenjski RT-PCR	ASGV MVM fw	AAGAGAGGATTTAGGTCCTC	nov (Viršček Marn)
		ASGV reverse	ACACTAACCCGGAATGC	Gadiou et al., 2010
ASPV	IC ali izolacija in enostopenjski RT-PCR	ASPV247-F mod	CARTAYTYGCCTTYTAYGCRAAGC	modificirana po Yao et al., 2014
		ASPV247-R mod	CCATDGADCGMATGCGRTACATYTG	
ASPV	IC ali izolacija in enostopenjski RT-PCR	APV forward mod	CWAAYCCWTTTGAACWGG	modificirana po Gadiou et al., 2010
		ASPV MVM re	CAGCATGAGGTTCCAGACAT	nov (Viršček Marn)

306

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

Skupno je bila vsaj z enim virusom okužena polovica vzorcev jablan in tretjina vzorcev hrušk. Najbolj so bila okužena stara drevesa v travniških nasadih in vrtovih (preglednica 2). Vsa so bila okužena z vsaj enim virusom, večina pa je bila sočasno

okužena s tremi virusi. Podobno so bile okužene kar 4 od 5 sort iz intenzivnih nasadov, zasajenih s sadikami cepljenimi s cepiči iz rodnih nasadov in ne iz matičnih dreves. Večinoma so bila drevesa okužena z več virusi hkrati, pri obeh vzorčenih drevesih sorte 'Granny Smith' pa smo našli mešano okužbo z vsemi štirimi virusi. Mešane okužbe so pri jablanah in hruškah pogoste (Fajardo in Nickel, 2014) in navadno povzročajo še večje škode od posamičnih okužb. Tudi na Češkem so Grimová in sod. (2016) pri testiranju starih sort v drevesnici in jablan iz starih nasadov v okolici Prage potrdili zelo velik delež okužb (80 %). 69 % vzorcev je bilo okuženih z več kot enim virusom hkrati. Tako Češki kot naši rezultati potrjujejo, da se okužbe jablan z ApMV, ACLSV, ASGV in ASPV na Češkem in v Sloveniji pojavljajo že dlje, saj je bila večina testiranih starih dreves starejša od 50 let.

Največ vzorcev in sort je bilo okuženih z ACLSV. Največji delež okužb s tem virusom smo potrdili v starih drevesih iz ekstenzivnih nasadov in vrtov, kjer je bilo z ACLSV okuženih kar 7 od skupno 8 vzorcev. Na Češkem so v 57 starih sortah iz drevesnice na Moravskem prav tako potrdili zelo visok delež okužb z ACLSV, kar 91,2 %, pri vzorcih starih sort iz drevesnic in vzorcih iz starih nasadov v okolici Prage pa je bilo z ACLSV okuženih 70 % vzorcev (Grimová *et al.*, 2016).

Najmanj vzorcev je bilo okuženih z ApMV. Okužbo s tem virusom smo potrdili le pri treh starih jablanovih drevesih iz ekstenzivnih nasadov, dveh drevesih ene jablanove sorte vzgojenih iz nepreverjenega materiala ter pri edinem vzorčenem drevesu hruševke sorte 'Viljamovka'. Podobno so tudi Čehi v starih drevesih in starih sortah iz drevesnic ugotovili manj okužb z ApMV (pod 20 %) v primerjavi z ACLSV, ASGV in ASPV (Grimová *et al.*, 2016). Znamenja okužbe z ApMV so pri jablani navadno omejena le na del krošnje oz. nekaj vej in so lahko opazna le v določenih letih. Vidna so na listih kot rumene ali kremaste lise, mozaik ali razbarvanja ob žilah, lahko pa se razbarva del lista ali kar cel list (Desvignes, 1999). Ne glede na omejen obseg znamenj okužbe z ApMV le-ta pri preverjanju ali testiranju matičnih dreves večinoma najdemo in okužena drevesa izločimo, zato okužb z ApMV pri jablanah vzgojenih iz certificiranih in CAC sadik nismo potrdili. Okužbe hrušk z ApMV so latentne (Petrzik, 2005), zato okužba Viljamovke CAC izvora ne preseneča.

Najmanj okužb smo potrdili pri drevesih, ki so izhajala iz certifikacijske sheme, kar pomeni, da je izvor sadik zelo pomemben. Drevesa CAC (Conformitas Agraria Communitatis) izvora so bila bistveno bolj okužena. Naši rezultati kažejo, da zagotavlja uporaba certificiranega razmnoževalnega materiala skoraj popolno odsotnost virusov, medtem ko je lahko CAC material močno okužen.

Preglednica 2: Pregled okužb, ugotovljenih v vzorcih različnih sort, starosti in vrste materiala v letih 2014-2016.

Vrsta vzorčenega materiala	Št. vzorčenih sort ¹ (dreves) / št. okuženih sort ¹ (dreves)	Število okuženi sort ¹ / dreves z				Število hkrati okuženih sort ¹ / dreves z			
		ApMV	ACLSV	ASGV	ASPV	enim	dvema	tremi	štirimi virusi

JABLANE									
Intenzivni nasadi do 10 let, standardne sorte, certificiran material	10 (20) / 1 (2)	0/0	1/2	0/0	0/0	1/2	0/0	0/0	0/0
Intenzivni nasadi do 10 let, odporne sorte, certificiran material	3 (6) / 1 (2)	0/0	1/2	0/0	0/0	1/2	0/0	0/0	0/0
Intenzivni nasadi do 10 let, standardne sorte, CAC	16 (37) / 6 (14)	0/0	4/10	4/8	3/5	3/6	3/7	1/1	0/0
Intenzivni nasadi nad 10 let, standardne sorte, CAC	5 (11) / 4 (8)	0/0	4/8	0/0	4/7	1/1	4/7	0/0	0/0
Intenzivni nasadi odporne sorte, CAC ²	14 (29) / 8 (14)	0/0	8/14	3/5	7/12	0/0	7/11	2/3	0/0
Intenzivni nasadi, standardne sorte, nepreverjen material ³	6 (12) / 5 (10)	1/2	4/8	4/7	5/8	2/2	2/3	2/3	1/2
stara ekstenzivna drevesa	8 (8) / 8 (8)	3/3	7/7	4/4	7/7	1/1	1/1	6/6	0/0
HRUŠKE									
Intenzivni nasadi do 10 let, standardne sort certificiran material	2 (4) / 0 (0)	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0
Intenzivni nasadi nad 10 let, CAC	3 (5) / 2 (3)	1/1	1/2	0/0	1/2	1/1	1/2	0/0	0/0

¹ sorta določene starosti, lokacije in izvora

² ena sorta in *M. floribunda* stari nad 10 let

³ 4 sorte do 10 let, ena okrog 40 let

Ponekod smo potrdili okužbe z ACLSV, ASGV in ASPV le pri delu vzorčenih dreves iste sorte, izvora in vrste materiala na isti lokaciji. Najverjetnejši vzrok okužbe le dela dreves iste sorte in izvora na določeni lokaciji je, da je bil okužen le del cepičev in/ali podlag, ki so bile uporabljene za vzgojo sadik. Vzrok je lahko tudi neenakomerna razporeditev virusov po drevesu, zaradi katere se lahko zgodi, da kljub čim bolj naključnemu vzorčenju v vzorcu ni virusa ali pa je koncentracije le-tega prenizka za uspešno detekcijo.

4 SKLEPI

Najpomembnejši zaključki triletnega testiranja jablan in hrušk na viruse so:

- stara drevesa jablan v travniških nasadih in vrtovih so močno okužena, torej se okužbe z ApMV, ACLSV, ASGV in ASPV v Sloveniji pojavljajo že dlje,
- prav tako so močno okužena tudi drevesa jablan, katerih cepiči izvirajo iz nepreverjenih rodnih dreves,
- okužbe se pojavljajo tudi v nasadih CAC materiala,
- okužbe certificiranega materiala so redke.

Naši rezultati kažejo, da zagotavlja uporaba certificiranega razmnoževalnega materiala skoraj popolno odsotnost virusov, medtem ko je lahko CAC material močno okužen, kar lahko vpliva na količino in kakovost pridelka, bujnost rasti in druge pomembne lastnosti dreves v pridelavi.

5 ZAHVALA

Delo je bilo opravljeno v okviru programa strokovnih nalog s področja zdravstvenega varstva rastlin za Kmetijski inštitut Slovenije za leta 2014, 2015 in 2016, ki ga je financiralo Ministrstvo za kmetijstvo gozdarstvo in prehrano ter v manjši meri tudi s sredstvi programske skupine Agrobiodiverziteta (P4-0072), ki ga financira Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS.

6 LITERATURA

- Arntjen, A., Jelkmann, W., 2010. Investigation of virus occurrence in different tissues throughout the year and sequence variability of *Apple stem pitting virus*. *Julius-Kühn-Archiv*, 427: 118-121.
- Desvignes, J.C. 1999. *Virus diseases of fruit trees*. Paris, CTIFL: 3202 str.
- Fajardol, T.V.M., Nickel O. (2014) Simultaneous detection of four viruses affecting apple and pear by molecular hybridization using a polyprobe. *Ciência Rural* 44, 10:1711-1714.
- Gadiou, S., Kundu, J.K., Paunovic S., Garcia-Diez, P., Komorowska, B., Gospodaryk, A., Handa, A., Massart, S., Birisik, N., Takur, P.D., Polischuk, V. 2010. Genetic diversity of flexiviruses infecting pome fruit trees. *Journal of Plant Pathology*, 92, 3: 685-691.
- Grimová, L., Winkowska, L., Zíka, L., Ryšánek, P. 2016. Distribution of viruses in old commercial and abandoned orchards and wild apple trees. *Journal of Plant Pathology*, 98, 3: 549-554.
- Menzel, W., Jelkmann, W., Maiss, E. 2002. Detection of four apple viruses by multiplex RT-PCR assays with coamplification of plant mRNA as internal control. *Journal of Virological Methods*, 99, 1-2: 81-92.
- Németh, M. 1986. *Virus, mycoplasma and rickettsia like diseases of fruit trees*. Budapest, Akademia Kiado:1-841 str.

- Paunović, S., Jevremović D. 2008. Comparative results of detection of pome fruit viruses by different methods. *Acta Horticulturae* 781: 147-154.
- Petrzik, K. 2005. Capsid protein sequence gene analysis of *Apple mosaic virus* infecting pears. *European Journal of Plant Pathology* 111, 4: 355-360.
- Saade, M., Aparicio, F., Sánchez-Navarro, J. A., Herranz, M. C., Myrta, A., Di Terlizzi, B., Pallás, V. 2000. Simultaneous detection of the three ilarviruses affecting stone fruit trees by nonisotopic molecular hybridisation and multiplex RT-PCR. *Phytophytology*, 90, 12: 1330-1336.
- Yao, B., Wang, G., Ma, X., Liu, W., Tang, H., Zhu, H., Hong, N . 2014. Simultaneous detection and differentiation of three viruses in pear plants by a multiplex RT-PCR. *Journal of Virological Methods*, 196: 113– 119.

POJAV GLIVE *Gnomoniopsis smithogilvyi*, POVZROČITELJICE RJAVENJA PLODOV KOSTANJA, V SLOVENIJI

Alenka MUNDA¹, Karmen RODIČ², Mojca ROT³, Ivan ŽEŽLINA⁴

¹Kmetijski inštitut Slovenije, Ljubljana

²KGZS, Kmetijsko gozdarski zavod Novo mesto

^{3,4}KGZS, Kmetijsko gozdarski zavod Nova Gorica

IZVLEČEK

Rjavenje plodov kostanja je nova gospodarsko pomembna bolezen evropskega pravega kostanja in njegovih križancev. Največjo škodo povzroča v nasadih žlahtnih sort pravega kostanja. Prizadene dozorevajoče plodove, ki zaradi rjavenja endosperma izgubijo tržno vrednost. Bolezen povzroča gliva *Gnomoniopsis smithogilvyi*. Gliva je endofit v kostanjevih poganjkih, cvetovih, ježicah in listih, njeno patogeno delovanje in pojav bolezenskih znamenj pa sta povezana oz. pogojena z biotskim in abiotskim stresom ter neustreznimi ravnimi razmerami. Med najpomembnejšimi sprožilnimi dejavniki za pojav bolezni so podnebne spremembe z vremenskimi ekstremi, kot sta suša in visoke temperature v poznem poletju. Bolezenska znamenja so najbolj izrazita na plodovih, pokažejo pa se tudi na poganjkih in deblu. V Evropi je rjavenje kostanjev zaradi okužbe z glivo *G. smithogilvyi* znano od leta 2005. V letu 2016 smo bolezen ugotovili tudi pri nas, v nasadih pravega kostanja in evrojaponskih križancev na območju Krškega in na Goriškem. Bolezen je prizadela do 60 odstotkov plodov, delež simptomatičnih plodov pa se je med skladiščenjem in transportom še povečal.

Ključne besede: *Gnomoniopsis smithogilvyi*, kostanj, rjavenje plodov, Slovenija

ABSTRACT

OCCURRENCE OF THE FUNGUS *Gnomoniopsis smithogilvyi*, THE CAUSER OF BROWN ROT OF NUTS OF CHESTNUT, IN SLOVENIA

Brown rot of nuts of chestnut is an economically important disease of sweet chestnut and its hybrids. The damage is most severe in sweet chestnut orchards. It causes browning of endosperm of ripened nuts and thus renders them unmarketable. The causative agent of the disease is *Gnomoniopsis smithogilvyi*. Besides being a pathogen of chestnut nuts the fungus lives as an endophyte in chestnut shoots, flowers, burrs and leaves. Its pathogenic role and the emergence of symptoms are associated with biotic and abiotic stress or unsuitable growing conditions. Among the

¹ dr., Hacquetova 17, SI-1000 Ljubljana, e-pošta: alenka.munda@kis.si

² mag. agr. znan., Šmihelska c. 14, SI-8000 Novo mesto

³ univ. dipl. inž. agr., Pri hrastu 18, SI-5000 Nova Gorica

⁴ dr., prav tam

most important trigger factors for disease expression are climate changes with weather extremes such as drought and high temperatures in late summer. Disease symptoms are most evident on chestnut fruits but can also develop on shoots and trunk. Brown rot of nuts of sweet chestnut caused by *G. smithogilvyi* is known in Europe since 2005. In 2016 the disease was observed for the first time in Slovenia, in orchards of European chestnut and its hybrids near Krško and in Goriška region. The disease affected more than 60 % of fruits. However, the proportion of symptomatic nuts increased further during storage and transportation.

Key words: brown rot of nuts of chestnut, *Gnomoniopsis smithogilvyi*, Slovenia, sweet chestnut

1 UVOD

Rjavenje plodov kostanja je gospodarsko pomembna bolezen evropskega pravega kostanja in njegovih križancev. Največjo škodo povzročata v nasadih žlahtnih sort pravega kostanja, saj prizadeti plodovi zaradi rjavenja endosperma izgubijo tržno vrednost.

Bolezen povzročata gliva *Gnomoniopsis smithogilvyi*. Uvrščamo jo v družino Gnomoniaceae, red Diaporthales, deblo Ascomycota in kraljestvo Fungi. Glivo sta z različnimi imeni, *Gnomoniopsis castanea* in *G. smithogilvyi*, sočasno opisali dve raziskovalni skupini, Italijanska (Visentin *et al.*, 2012) in Avstralska (Shuttleworth *et al.*, 2012). Poznejša taksonomska študija, ki so jo objavili Shuttleworth, Walker in Guest (2015), je pokazala, da se obe imeni, *G. castanea* in *G. smithogilvyi*, kot tudi neveljavno ime *Gnomonia pascoe* nanašajo na isto glivo in da ima prioriteto ime *G. smithogilvyi*. Tudi iz baze Index Fungorum je razvidno, da je veljavno ime *G. smithogilvyi* L.A. Shuttlew., E.C.Y. Liew & D.I. Guest, *Gnomoniopsis castanea* Tamietti pa sinonim (www.indexfungorum.org).

V državah Evropske unije je rjavenje kostanjev zaradi okužbe z glivo *G. smithogilvyi* (tedaj *Gnomonia pascoe*) znano od leta 2005. Tedaj so pridelovalci na severozahodu Italije opozorili na obsežen izbruh rjavenja plodov kostanja (Gentile *et al.*, 2010). Pred letom 2005 ni poročil o pojavu te glive, tudi v raziskavah endofitov, ki žive v evropskem pravem kostanju, te glive ne omenjajo (Bissegger in Sieber, 1994). Prevladuje mnenje, da naj bi bila v Evropo vnesena, vendar okoliščine niso znane. Sedaj je razširjena v številnih italijanskih pokrajinah (dežele Piemont, Lacij, Trentinsko – Zgornje Poadižje, Toskana) ter Švici, Franciji in Veliki Britaniji (Gentile *et al.*, 2010; Visentin *et al.* 2012; Maresi *et al.*, 2013; Dennert *et al.*, 2015; EPPO, 2016).

V jeseni 2016 so tudi slovenski pridelovalci kostanja opozorili na povečan pojav rjavenja plodov. Prizadeti so bili nasadi evropskega pravega kostanja in evrojaponskih križancev kostanja na območju Krškega in na Goriškem. V času zorenja in spravila je bilo okuženih oz. porjavelih do 60 odstotkov plodov, med skladiščenjem in transportom pa je obseg okužbe v nekaj dneh narasel na 80 do 100 odstotkov.

2 MATERIAL IN METODA DELA

V oktobru 2016 smo v okuženih nasadih evropskega pravega kostanja (*Castanea sativa*) ter križancev evropskega in japonskega kostanja (*Casatanea sativa* x *Castanea crenata*) v okolici Krškega in Nove Gorice nabrali vzorce plodov in ježic (deset vzorcev) ter poganjkov oz. debla (tri vzorce). Vzorčili smo tudi v mešanih sestojih pravega kostanja v širši okolici nasadov (pet vzorcev plodov). Povzročitelja bolezni smo osamili na gojišču (PDA z dodanim antibiotikom) in identificirali po značilnostih čiste kulture ter morfoloških karakteristikah nespolnih in spolnih trosišč in trosov, ki so se razvili v kulturi ali na inkubiranem rastlinskem materialu. Pri analizi morfoloških značilnosti smo se oprli na vira Shuttleworth *et al.* (2012) in Visentin *et al.* (2012). Za potrditev morfološke identifikacije smo uporabili molekulske tehnike (sekvenciranje ITS predela ribosomalne DNK).

3 REZULTATI IN DISKUSIJA

3.1 Identifikacija in morfološke značilnosti povzročitelja bolezni

Iz vseh vzorcev plodov in drugih rastlinskih delov smo izolirali glivo, ki je po morfoloških značilnostih ustrezala vrsti *G. smithogilvyi*. Primerjava nukleotidnih zaporedij ITS predela ribosomalne DNK z zaporedji v bazi NCBI je pokazala popolno ujemanje izolirane glive tako s tipskim in kot tudi s številnimi drugimi izolati glive *G. smithogilvyi* in s tem potrdila izsledke morfološke analize. Gliva je v čisti kulturi na krompirjevem gojišču oblikovala blede rjavo kolonijo z izrazitimi koncentričnimi prirastnimi conami in sivo črnimi stromami, na katerih so se oblikovala številna trosišča (acervuli) z oranžnimi sluzastimi skupki trosov. Trosi so bili enocelični, ovalni, veliki 5-9 x 2-3 µm. Na ježicah so se po dolgotrajni inkubaciji razvila črna spolna trosišča (periteciji) z dolgim vratom, ki so vsebovali aske z osmimi dvoceličnimi, hruškasto oblikovanimi in na konceh zaobljenimi askosporami, velikimi 2-12 x 1-3 µm.

3.2 Bolezenska znamenja

Gliva *G. smithogilvyi* je endofit, ki v pretežnem delu svojega življenjskega kroga ne povzroča bolezenskih znamenj na svojem gostitelju. V času zorenja so plodovi kostanja na videz zdravi, na prerezu pa so na endospermu in kalčku vidne bolj ali manj izrazite rjave pege in lise. Okuženo tkivo izgubi čvrstost in postane blede, trdo in na videz podobno kredi ter postopoma porjavi. Na porjavelih delih se pod semensko lupino razvijejo črni acervuli, iz katerih se izločajo velike množine trosov. Delež simptomatičnih plodov se med skladiščenjem hitro povečuje. Poleg rjavenja plodov se na okuženih rastlinah lahko pojavijo tudi vzdolžne razpoke in razjede v skorji poganjkov in debla, na prvi pogled podobne kostanjevemu raku. Ta bolezenska znamenja so pogostejša pri mladem drevju. Poročajo tudi o nekrozah na cepljenem mestu, zaradi katerih propadajo sadike v prvih treh letih po sajenju (Pasche *et al.*,

2016). Med drugimi bolezenskimi znamenji navajajo še nekroze na listih in na šiškah kostanjeve šiškarice (Magro *et al.*, 2010).

3.3 Razvojni krog in ekologija

Gliva prezimi v ježicah, ki jeseni obležijo na tleh. Na ježicah se tekom zime oblikujejo spolna trosišča (periteciji), iz katerih se spomladi sprostijo spolni trosi (askospore). Za nastanek okužbe sta ključnega pomena pravočasno sproščanje askospor iz odmrlih ježic in nanos na odprte cvetove (Smith in Agri, 2008; Visentin *et al.*, 2012). Potek okužbe z askosporami še ni podrobneje raziskan. Raznaša jih veter, vendar ni znano, kako daleč potujejo. Optimalna temperatura za sproščanje askospor je po avstralskih podatkih med 22 in 24 °C (Shuttleworth *et al.*, 2013). Ugotavljajo tudi, da je kritično obdobje za okužbo cvetov od 8 do 17 dni po cvetenju in je pri različnih sortah kostanja različno (Smith in Agri, 2008). Domnevajo, da poleg vetra prenašajo askospore tudi žuželke in drugi členonožci, vendar je pomen teh organizmov kot vektorjev glive *G. smithogilvyi* potrebno še eksperimentalno preveriti. Posebno pozornost namenjajo kostanjevi šiškarici kot potencialnemu prenašalcu glive (Margo *et al.*, 2010; Maresi *et al.*, 2013; Ugolini *et al.*, 2014). Na večje razdalje in nova območja se gliva lahko razširi tudi z asimptomatičnimi sadikami, v katerih je navzoča kot endofit. Maresi in sod. (2013) menijo, da je prav endofitska zastopanost glive v asimptomatičnih sadih razlog za njen nenadni in hkratni pojav na različnih območjih Italije.

Pojav in jakost bolezenskih znamenj sta odvisna od številnih biotskih in abiotskih dejavnikov. Ugotavljajo, da na povečan obseg bolezni pomembno vplivata izpostavljenost gostitelja temperaturnemu in sušnemu stresu ter interakcija z drugimi škodljivimi organizmi npr. kostanjevo šišakrico (Gentile *et al.*, 2010; Maresi *et al.*, 2013). V italijanski študiji vpliva podnebnih dejavnikov na pojav bolezni so ugotovili pozitivno korelacijo med povišanimi temperaturami v drugi polovici rastne dobe (zlasti v zadnjih dveh mesecih pred zorenjem) in odstotkom porjavelih plodov ter hkrati ovrgli hipotezo o pozitivnem vplivu padavin v času cvetenja na jakost okužbe (Lione *et al.*, 2015).

4 SKLEPI

Kostanj je vsestransko pomembna drevesna vrsta. Uporaben je v prehrani, lesni industriji, proizvodnji tanina idr., velikega pomena pa je tudi njegova ekološka in kulturna vloga. Obravnavana bolezen najbolj prizadene intenzivne nasade kostanja. Rjavenje plodov lahko prizadene tudi do 80 % plodov in povzroči znatno gospodarsko škodo zaradi izgube tržne vrednosti pridelka. Povzročiteljica bolezni, gliva *Gnomoniopsis smithogilvyi*, živi kot endofit v poganjkih, cvetovih, ježicah kostanja in se kot patogen pojavlja predvsem na zrelih plodovih. Patogeno delovanje glive in pojav bolezenskih znamenj sta povezana oz. pogojena z biotskim in abiotskim stresom ali neustreznimi ravnimi razmerami. Med najpomembnejšimi sprožilnimi dejavniki so podnebne spremembe z vremenskimi ekstremi, kot sta suša in visoke

temperature v poznem poletju, ter napad kostanjeve šiškarice. V razvojnem krogu glive prevladuje spolno razmnoževanje; razširja se z askosporami, ki okužijo cvetove, pa tudi s sadilnim materialom - asimptomatičnimi sadikami, v katerih je navzoča kot endofit.

Zaradi pomanjkljivega poznavanja poteka okužbe, ekologije, epidemiologije in biogeografije glive je potrebno nadaljnje preučevanje glive in bolezni, ki jo povzroča. Posebno pozornost zahteva preučevanje odvisnosti pojava bolezni od abiotkega stresa (vremenski ekstremi) in povezanosti s kostanjevo šiškarico.

5 VIRI

- Bissegger, M., Sieber, T.N. 1994. Assemblages of endophytic fungi in coppice shoots of *Castanea sativa*. *Mycologia*, 86: 648-655.
- Dennert, F.G., Brogini, G.A.L., Gessler, C., Storari, M. 2015. *Gnomoniopsis castanea* is the main agent of chestnut nut rot in Switzerland. *Phytopathologia Mediterranea*, 54: 199-211.
- EPPO, 2016. First report of *Gnomoniopsis smithogilvyi* in the United Kingdom. EPPO reporting service, 11: 214.
- Gentile, S., Valentino, D., Visentin, I., Tamietti, G. 2010. An epidemic of *Gnomonia pascoe* on nuts of *Castanea sativa* in the Cuneo area. *Acta Hort* 866: 363-368.
- Lione, G., Giordano, L., Sillo, F., Gonthier, P. 2015. Testing and modelling the effects of climate on the incidence of the emergent nut rot agent of chestnut *Gnomoniopsis castanea*. *Plant Pathology*, 64: 852-863.
- Magro, P., Speranza, S., Stacchiotti, M., Martignoni, D., Papparatti, B. 2010. *Gnomoniopsis* associated with necrosis of leaves and chestnut galls induced by *Dryocosmus kuriphilus*. *New Disease Reports* 21:15.
- Maresi, G., Oliveira Longa, C.M., Turchetti, T. 2013. Brown rot on nuts of *Castanea sativa* Mill: an emerging disease and its causal agent. *iForest – Biogeosci. Forest.*, 6: 294-301.
- Pasche, S., Calmin, G., Auderset, G., Crovadore, J., Pelleteret, P., Mauch-Mani, B., Barja, F., Paul, B., Jermini, M., Lefort, F. 2016. *Gnomoniopsis smithogilvyi* causes chestnut canker symptoms in *Castanea sativa* shoots in Switzerland. *Fungal Genetics and Biology*, 87: 9-21.
- Smith, H.C., Agri, M. 2008. The life cycle, pathology and taxonomy of two different nut rot fungi in chestnut. *Australian Nutgrower*, 22: 11-5.
- Smith, H.C., Ogilvy, D. 2008. Nut rot in chestnuts. *The Australian Nutgrower*, 22: 10-15.
- Shuttleworth, L.A., Liew, E.C.Y., Guest, D.I. 2012. *Gnomoniopsis smithogilvyi* sp. nov. *Fungal Planet Description Sheet* 108. *Persoonia*, 28: 107-127.
- Shuttleworth, L.A., Liew, E.C.Y., Guest, D.I. 2013. Survey of the incidence of chestnut rot in south-eastern Australia. *Australasian Plant Pathology*, 46: 63-72.
- Shuttleworth, L.A., Walker, D.M., Guest, D.I. 2015. The chestnut pathogen *Gnomoniopsis smithogilvyi* (Gnomoniaceae, Diaporthales) and its synonyms. *Mycotaxon*, 130: 929-940.
- Ugolini, F., Massetti, L., Pedrazzoli, F., Tognetti, R., Vecchione, A., Zulini, L., Maresi, G. 2014. Ecophysiological responses and vulnerability to other pathologies in European chestnut coppices, heavily infested by the Asian chestnut gall wasp. *Forest ecology and management*, 314, 1: 38-49.
- Visentin, I., Gentile, S., Valentino, D., Gonthier, P., Tamietti, G., Cardinale, F. 2012. *Gnomoniopsis castanea* sp. nov. (Gnomoniaceae, Diaporthales) as a causal agent of nut rot in sweet chestnut. *J. Plant Pathol.*, 94: 411-419.
- www.indexfungorum.org, 29. 5. 2017

BIOTIČNO VARSTVO KOSTANJEVE ŠIŠKARICE (*Dryocosmus kuriphilus* *Yasumatsu*) S PARAZITOIDOM *Torymus sinensis* V SLOVENIJI IN SOSEDNIH DRŽAVAH

Mojca ROT¹, Ivan ŽEŽLINA², Katarina KOS³, Franci Aco CELAR⁴,
Dinka MATOŠEVIĆ⁵, George MELIKA⁶

^{1,2}KGZS, Kmetijsko gozdarski zavod Nova Gorica, Nova Gorica

^{3,4}Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Ljubljana

⁵Hrvatski šumarski institut, Jastrebarsko, Hrvaška

⁶Plant Health and Molecular Biology Laboratory, National Food Chain Safety Office,
Budapest, Hungary

IZVLEČEK

Kostanjeva šiškarica (*Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu) velja za najnevarnejšega škodljivca pravega kostanja v svetovnem merilu. Po hitrosti širitve in obsegu škode zaseda visoko mesto na seznamu tujerodnih vrst, ki so v zadnjih letih osvojile Evropo. Razširjenost gostiteljskih rastlin, visok razmnoževalni potencial in odsotnost naravnih sovražnikov, so vrsti omogočili, da je v novem okolju oblikovala velike populacije ter se hitro ustalila. Pojav in ustalitev v Evropi, kot tudi pri nas, je povezan z nastankom velike gospodarske škode v kostanjevih sestojih, ki se je odražala v zmanjšanju pridelka plodov, letnega prirasta lesa in medonosnosti kostanja. Z vnosom tujerodnega parazitoida *Torymus sinensis* v letu 2005, je Italija kot prva evropska država, začela uvajati metodo klasičnega biotičnega varstva kostanjeve šiškarice. Po uspešnem vnosu v Italiji, so se zgledovale še nekatere druge države. Francija je parazitoida vnesla leta 2010, naši sosedi Hrvaška in Madžarska pa leta 2014. V Sloveniji smo prvi vnos izvedli leta 2015. Na 6 lokacijah, na različnih območjih Slovenije smo izpustili skupno 600 samic in 300 samcev *T. sinensis*. Nadaljevali smo v letu 2016, ko smo izpustili skupno 900 samic in 450 samcev na 9 lokacijah, v oskrbovanih nasadih in naravnih sestojih kostanja. V obeh letih smo po vnosu izvedli kontrolo naselitve parazitoida. Z molekularnimi in morfološkimi metodami smo na večini lokacij potrdili vrsto *T. sinensis*, z izjemo nekaterih lokacij na V Slovenije, kjer je v letu 2016, po vnosu prišlo do pozebe. Stopnja parazitizma je bila v obeh letih nepričakovano visoka, gibala se je 13,2 % do 84,9 %. Zastopanost parazitoida in visok odstotek parazitiranosti šišk (>70 %) smo v letih 2015 in 2016 potrdili tudi na drugih lokacijah v Sloveniji, kjer ni bil vnesen. Do podobnih ugotovitev so prišli tudi na Hrvaškem in Madžarskem. Razširjenost parazitoida *T. sinensis* in visoka stopnja

316

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

² dr., prav tam

³ doc. dr., Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana

⁴ izr. prof. dr., prav tam

⁵ dr., Cvjetno naselje 41, HR-10450 Jastrebarsko, Hrvatska

⁶ dr., Budapest, Hungary

parazitizma na celotnem območju regije, je posledica dolgoletnih in intenzivnih izpustov v Italiji ter hitre naravne širitve, ki je potekala v smeri vzhod, prek Slovenije na Hrvaško in Madžarsko.

Ključne besede: kostanjeva šiškariča, biotično varstvo, parazitoid, *Torymus sinensis*

ABSTRACT

BIOLOGICAL CONTROL OF *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu WITH PARASITOID *Torymus sinensis* IN SLOVENIA AND IN NEIGHBOURING COUNTRIES

Chestnut gall wasp (CGW) (*Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu) is considered as the most harmful pest of chestnut worldwide. Due to its high rate of spread and negative ecological and economic impact, it could be ranked at the top of the list of alien species, which recently invaded Europe. Host plants availability, high reproductive potential and the absence of natural enemies, especially during their establishment period, were key factors for the population growth and quick establishment in new environments. The occurrence and establishment of *D. kuriphilus* in Europe, as well as in Slovenia is related with severe economic damage in *Castanea sativa* stands, causing decrease in chestnut fruit, wood and honey production. By introducing non-native parasitoid *Torymus sinensis* in 2005, Italy was the first European country, which started the classical biological control of CGW. Following successful biocontrol in Italy, parasitoid was introduced in France in 2010 and also in Croatia and Hungary in 2014. In 2015 was first introduced in Slovenia. In total 600 males and 300 females were released on 6 locations in different parts of Slovenia. In 2016 we carried on, 900 females and 450 males were released on 9 locations in orchards and in natural chestnuts stands. In both years the settlement was verified after the release. The presence of *T. sinensis* was confirmed with molecular analyses and morphological identification on most release sites, with the exception of same locations in Eastern part of Slovenia, in which in 2016 frost occurred soon after the release. The parasitism rate was unexpectedly high in both years, ranged from 13.2 % to 84.9 %. In years 2015 and 2016 the presence of *T. sinensis* and high parasitism rate (above 70 %) was detected also on non-release sites in different parts of Slovenia. The similar conclusions were found at the same time in neighbouring countries. High parasitism rate and widespread of *Torymus sinensis* in the region is the result of long term and intensive releases in Italy and its rapid natural spread towards east to Slovenia, Croatia and Hungary.

Key words: Chestnut gall wasp, biological control, parasitoid, *Torymus sinensis*

1 UVOD

V Sloveniji smo se s pojavom kostanjeve šiškariče (*Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu) srečali med prvimi v Evropi. Iz Kitajske, od koder vrsta izvira, je bila z žlahtniteljskim materialom naključno zanesena v Evropo proti koncu 90-ih let prejšnjega stoletja (Bosio, 2015). Prvič je bila odkrita v Italiji leta 2002, v provinci

Cuneo v Piemontu (Brussino in sod., 2002). Od tam se je, skrita v brstih kostanjevih sadik, kot slepi potnik, postopno širila po Evropi. V Slovenijo je bila vnesena s sadilnim materialom že leta 2004 (Seljak, 2006). Napadene sadike so bile odkrite spomladi 2005 na 4 lokacijah (Bilje, Renče – Merljaki, Znojile, Zgornja Pohanca) in takoj uničene. Kljub uvedbi in izvajanju ukrepov za preprečevanje širjenja (Knapič s sod., 2010), nam škodljivca ni uspelo zadržati. Eradikacija je bila le začasna. Z območja Sabotina nad Novo Gorico, kjer smo leta 2007 odkrili novo žarišče kostanjeve šiškariče, se je hitro širila v smeri proti vzhodu in se do leta 2012 razširila po celem ozemlju Slovenije, kjer uspeva pravi kostanj (Rot, 2012). Poleg hitre širitve smo v letih 2007-2013 opazili stopnjevanje napadenosti dreves s šiškami ter zmanjševanje pridelka kostanja. V zahodnem delu Slovenije je bil leta 2013 pridelek zmanjšan za 70-90 % (Rot, 2013), ponekod ga celo ni bilo. Pri močno napadenih drevesih so se sušili poganjki, veje in deli krošenj. Ponavljajoči napadi kostanjeve šiškariče so slabili vigor kostanjevih dreves, kar je v skrajnih primerih povzročilo njihov propad. Škodo so utrpeli tudi čebelarji, zaradi zmanjšane medonosnosti kostanja. Nastanek gospodarske škode je bil povod za začetek postopka uvajanja biotičnega varstva kostanjeve šiškariče s tujerodnim parazitoidom *Torymus sinensis*. Omenjena metoda je bila pred tem preizkušena v številnih državah ter se izkazala kot edini učinkovit in hkrati okoljsko sprejemljiv način zatiranja kostanjeve šiškariče. Preučevanje domorodne parazitoidne favne, ki je sočasno potekalo na različnih območjih v Evropi, ni dalo zelenih rezultatov. Ugotovljena je bila izjemna vrstna pestrost domorodnih parazitoidov (Aebi, 2007; Matošević in Melika, 2013), vendar je bila stopnja parazitiranja kostanjeve šiškariče prenizka, da bi omogočila vzpostavitev naravnega ravnovesja in zajezitev nastajanja škode na kostanju. V 4-letnih raziskavah je bilo v Sloveniji najdenih 27 vrst domorodnih parazitoidov kostanjeve šiškariče, njihova uspešnost parazitiranja pa je bila manjša od 2 % (Kos in Melika, 2015). Na Japonskem, kjer je kostanjeva šiškariča zastopana od leta 1941, so poskusni vnos *T. sinensis* izvedli že leta 1975 (Murakami s sod., 1980) ter ponovno leta 1979 in 1981 (Moriya, 2003). Po vnosu je populacija parazitoida hitro naraščala, stopnja napadenosti kostanja s kostanjevo šiškaričo pa se je do leta 1988 zmanjšala s 43 % na 3 %. V ZDA je bil *T. sinensis* vnesen leta 1977 (Cooper in Rieske, 2007). V Evropo so parazitoida kostanjeve šiškariče prvič vnesli v Italijo leta 2005 (Quacchia s sod., 2008), sledili so vnosi v Francijo leta 2011 (Hennion, 2012, Borowiec s sod., 2014) ter na Hrvaško in Madžarsko leta 2014 (Matošević s sod., 2014, Melika s sod., 2014). Leta 2015 je Uprava RS za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin Kmetijsko gozdarskemu zavodu Nova Gorica izdala dovoljenje za vnos in uporabo parazitoida *Torymus sinensis*, kar je bil pogoj za začetek uvajanja biotičnega varstva kostanjeve šiškariče v Sloveniji.

1.1 Morfološke in biološke značilnosti parazitoida *Torymus sinensis* Kamijo (1982) (Hymenoptera: Torymidae)

Parazitoid kostanjeve šiškariče *Torymus sinensis* spada v red kožekrilcev Hymenoptera. Med vsemi znanimi parazitoidi kostanjeve šiškariče ima z njo najboljše

sinhroniziran biološki cikel. Čeprav je na Kitajskem, od koder izhaja, znan kot polifagen parazitoid osic šiškaric (Santi in Mani, 2011), se je v okolju, kamor je bil vnesen, izkazal za gostiteljsko specifičnega. Samica meri v dolžino od 1,9 do 2,7 mm. Telo je modrozeleno barve s kovinskim bakrenim oz. bronastim odsevom. Noge so rumenorjave. Krila so opnasta in prozorna, z rumeno rjavim ožiljem. Tiplalke so kratke, rumenorjave s temnorjavo zastavico (Kamijo, 1982). Samico ločimo od samca po dolgem privzdignjenem leglu na zadku. Samec je tudi nekoliko manjši od samice in meri v dolžino od 1,7 do 2,1 mm. Tiplalke ima črne s kovinskim odsevom. *T. sinensis* razvije en rod letno. Izletanje osic iz lanskoletnih šišek se začne konec marca in traja vse do začetka maja, odvisno od podnebnih razmer. Povprečna življenjska doba odrasle osice je od 25 do 30 dni. V tem času se osica dopolnilno prehranjuje, spolno dozori in se pari. Oplodjena samica odlaga jajčeca v novonastale šiške na kostonju (Gibbs s sod., 2011). Z dolgim leglom zabode v šiško in vanjo odloži jajčeca. Ena samica lahko odloži do 70 jajčec. Mlada ličinka se hrani kot ektoparazit na ličinki kostonjeve šiškarice (Quacchia s sod., 2011). Po mesecu dni hranjenja se ličinka parazitoida razvije do stopnje odrasle ličinke in vstopi v obdobje poletnega mirovanja ali diapavzo. Prezimuje v stadiju bube v posušeni šiški.

2 MATERIALI IN METODE

319

Gojenje parazitoida *T. sinensis* je potekalo v letih 2015 in 2016 v laboratoriju Kmetijsko gozdarskega zavoda Nova Gorica. V letu 2015 smo posušene šiške s parazitoidom dobili iz Italije, iz dežele Piemont (Borgo d'Ale). V letu 2016 smo šiške nabrali v Sloveniji, na lokacijah Vrtojba in Ravnica, na mestih kjer je bil parazitoid izpuščen leta 2015. Pri gojenju smo uporabljali protokol, ki ga je razvil Oddelek za trajnostno rabo in zaščito kmetijskih in gozdnih virov (DIVAPRA) Univerze v Torinu (MIPAAF, 2010). Do začetka gojenja smo šiške s parazitoidom hranili v hladilniku na temperaturi 4-5 °C. S tem smo dosegli sinhronizacijo razvoja parazitoida z gostiteljem. Na terenu smo tedensko spremljali fenološke faze kostonja. V fazi brstenja kostonja, smo gojitvene posode s šiškami prestavili v inšektarij, na sobno temperaturo (22 °C). Vsak dan smo preverili izlet osic iz šišek. Izlegle samce in samice *T. sinensis* smo z entomološkim sesalnikom odbirali iz gojitvenih posod ter jih predstavljali v plastične 50 ml epruvete. V vsako epruveto smo združili po 10 samic in 5 samcev. Do izpusta smo osice hranili s kapljicami medu ter jih vzdrževali v rastni komori na temperaturi 14 °C in fotoperiodi 12/12. Izpuste smo izvedli v fenološki fazi olistanja kostonja (D po Bellini-ju), v fazi ko so se na poganjkih začele pojavljati šiške. V letu 2015 smo izpuste izvedli med 22. in 29. aprilom, v letu 2016 pa 21. in 22. aprila. Na vsaki lokaciji, predvideni za vnos parazitoida, smo spustili 100 samic in 50 samcev *T. sinensis*. V obeh letih smo na vseh lokacijah vnosa preverili uspešnost naselitve parazitoida. V septembru smo na vsaki lokaciji nabrali po 100 šišek za laboratorijsko analizo. V laboratoriju smo opravili morfološko identifikacijo ličink ter oceno parazitiranosti. Šiške smo prečno prerezali in natančno pregledali pod sterilno lupino. Prešteli smo število kamric in število ličink *T. sinensis*. Stopnjo parazitiranosti smo izračunali po formuli: % parazitiranosti = skupno št. ličink/skupno št. kamric x 100.

Z vsake lokacije smo odbrali vzorec po 20 ličink parazitoida ter jih poslali na Hrvatski šumarski inštitut Jastrebarsko kjer so opravili molekularne analize.

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

Z namenom biotičnega varstva kostanjeve šiškarice smo parazitsko osico *Torymus sinensis* v Slovenijo prvič vnesli leta 2015. Na 6 lokacijah na območju Primorske, na Dolenjskem, v Posavju in na Štajerskem, smo izpustili skupno 600 oplojenih samic *T. sinensis*.

Preglednica 1: Podatki o izpustih *T. sinensis* v Sloveniji (lokacije in datumi izpustov, stopnja parazitiranosti).

Table 1: The data of *T. sinensis* release in Slovenia (locality data, release dates, parasitism rates).

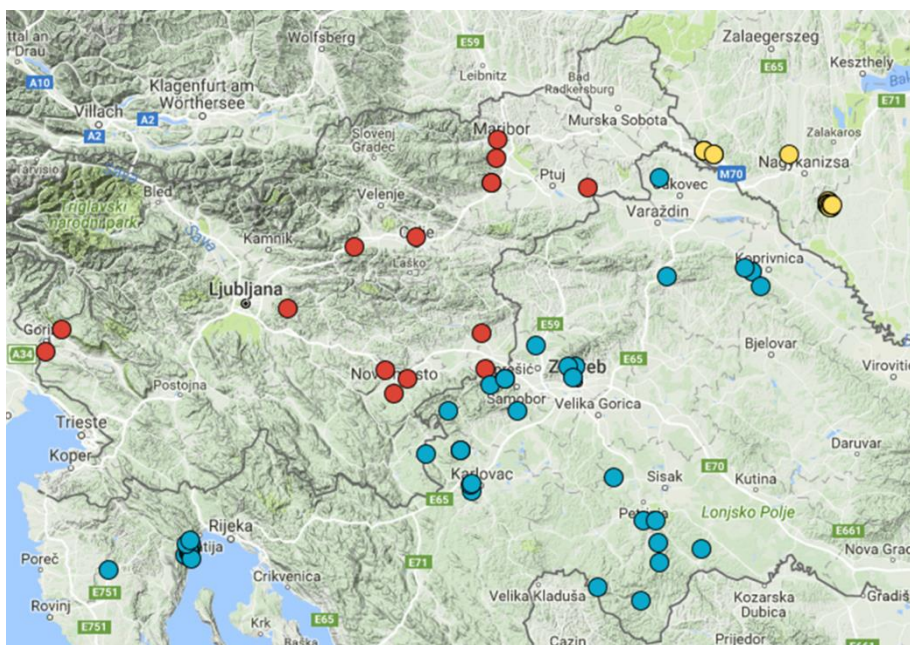
Ime lokacije	Koordinate lokacij:	Vrsta lokacije:	Datum izpusta:	% parazitiranosti	
				Leto 2015	Leto 2016
Vrtojba	45,913980 13,61786	Intenzivni nasad	22. april 2015	74,2	76,7
Ravnica	45,981154 13,686928	Travniški nasad	24. april 2015	83,5	100
Gumberk pri Otočcu	45,829079 15,224782	Travniški nasad	23. april 2015	84,9	74,0
Zgornja Pohanca	45,971561 15,556287	Travniški nasad		79,4	74,5
Vrbanski plato (MB)	46,566265 15,630101	Matični nasad	29. april 2015	82,6	pozeba**
Ogljenšak	46,432405 15,601042	Travniški nasad	29. april 2015 21. april 2016	13,2	74,8
Mali Kal	45,857109 15,126241	Travniški nasad	20. april 2016	-	79,8
Gotna vas	45,782305 15,163919	Travniški nasad		-	78,1
Globočice	45,860494 15,574422	gozd		-	66,7
Janče	46,045782 14,692522	Travniški nasad		-	74,0
Runtole	46,265488 15,267223	Travniški nasad	21. april 2016	-	pozeba**
Črni Vrh	46,236243 14,990927	Travniški nasad	21. april 2016	-	pozeba**
Pivola	46,508597 15,622744	gozd	21. april 2016	-	62,7
Zamušani	46,418601 16,030154	Intenzivni nasad	21. april 2016	-	pozeba**

Opombe:

** zaradi pozebe parazitiranosti nismo mogli oceniti

Jeseni istega leta smo z morfološkimi in molekularnimi analizami (Matošević s sod., 2016) potrdili naselitev parazitoida na vseh lokacijah vnosa ter hkrati ugotovili visoko stopnjo parazitiranosti kostanjeve šiškarice, ki je v povprečju znašala 70 %. Nižjo parazitiranost smo zabeležili le na lokaciji Ogljenšak (13 %). Da bi dosegli enakomerno razširjenost parazitoida na celotnem območju Slovenije, smo v letu 2016 izvedli dodatnih 9 izpustov, na 8 novih lokacijah v osrednjem, severovzhodnem in jugovzhodnem delu Slovenije. Zaradi nizke stopnje parazitiranosti v letu 2015, smo na lokaciji Ogljenšak izpust v letu 2016 ponovili. V letu 2016 je bila povprečna stopnja parazitiranosti na mestih izpustov 72 %. Zastopanost vrste *T. sinensis* smo potrdili na vseh lokacijah vnosa, razen na treh v severovzhodni Sloveniji, kjer je takoj po izpustu leta 2016 nastopila pozeba. Zaradi predčasnega odpadanja pozebljih šišk skupaj z zelenimi deli kostanja, parazitiranosti na teh lokacijah nismo mogli oceniti.

321



Slika 3: Lokacije vnosa parazitoida *T. sinensis* na območju Slovenije, Hrvaške in Madžarske v obdobju 2014-2016.

Figure 1: *T. sinensis* release sites in the territory of Slovenia, Croatia and Hungary in the period.

V letih 2014-2016 je bilo na območju Slovenije, Hrvaške in Madžarske opravljenih 110 izpustov parazitoida, pri čemer je bilo spuščenih skupno 14.090 oplojenih samic *T. sinensis*. Poleg visoke stopnje parazitiranosti kostanjeve šiškarice že v prvem letu po izpustu, smo na območju vseh treh držav ugotovili zastopanost *T. sinensis* tudi na lokacijah, kjer ni bila vnesena (Matošević s sod. 2015; 2017). Na območju zahodne Slovenije, vzdolž meje z Italijo, smo jeseni leta 2015 odkrili parazitoida na številnih

lokacijah (Staro selo in Avsa v Zgornjem Posočju; Senik in Nozno v Goriških Brdih; Vitovlje, Dornberk in Preserje na Vipavskem; Veliki Dol na Krasu ter Plavje v Slovenski Istri). Na vseh naštetih lokacijah smo ugotovili visoko stopnjo parazitiranosti kostanjeve šiškarice. Zastopanost parazitoida v posušenih šiškah pretekle sezone pa je bila ugotovljena tudi spomladi 2015 na lokacijah Baske, Orehovica, Ljubljana, Kostanjevica, Čatež ob Savi, Log in Rogatec. Naštete najdbe, kot tudi podatek o visoki stopnji parazitiranosti, potrjujejo, da se je parazitoid k nam razširil po naravni poti iz Italije, kjer so po letu 2010 parazitoida načrtno razmnoževali in sistematično spuščali (Manzo in Battistini, 2011; Colombari in Battistini, 2015, 2016). Z aktivnim letenjem ter ob pomoči prevladujočih zahodnih vetrov se je razširil prek Slovenije na Hrvaško in Madžarsko. Velike populacije gostitelja *D. kuriphilus*, odsotnost hiperparazitizma in drugih omejevalnih dejavnikov, so vrsti omogočili eksponencialno rast populacije in širjenje (Colombari in Battistini, 2016). Smer širjenja od zahoda proti vzhodu potrjujejo tudi ugotovljene stopnje parazitiranosti na območju treh sosednjih držav. Višja stopnja parazitiranosti je bila ugotovljena na območju Slovenije in zahodnem delu Hrvaške. Proti vzhodu v smeri proti Madžarski stopnja parazitiranosti pada (Matošević s sod. 2017).

Preglednica 2: Podatki o vnosih osice *T. sinensis* v Slovenijo, Hrvaško in Madžarsko v letih 2014-2016.
Table 2: The data of *T. sinensis* release in Slovenia, Croatia and Hungary in the period 2014-2016.

322

Država	Leto 2014		Leto 2015		Leto 2016	
	Število izpustov	Št. izpuščenih ♀ <i>T. sinensis</i>	Število izpustov	Št. izpuščenih ♀ <i>T. sinensis</i>	Število izpustov	Št. izpuščenih ♀ <i>T. sinensis</i>
Slovenija	/	/	6	600	9	900
Hrvaška	1	1200	37	6340	37	2600
Madžarska	3	250	17	2200	/	/
SKUPAJ	4	1450	60	9140	46	3500

4 SKLEPI

Biotično varstvo kostanjeve šiškarice s parazitsko osico *T. sinensis* se je izkazalo kot zelo uspešen način zmanjševanja škode v nasadih kostanja. Od leta 2015 dalje v Sloveniji opazamo, da se napadenost kostanja s kostanjevo šiškarico zmanjšuje, drevesa pa počasi okrevajo. V letu 2016 smo zabeležili ponovno večji pridelek kostanja. Na nekaterih lokacijah šišek kostanjeve šiškarice skoraj ni več. Zaradi splošne razširjenosti vrste *T. sinensis* na območju Slovenije, ni potreb po novih vnosih oz. načrtnem gojenju in izpuščanju parazitske osice. V tem trenutku ni mogoče

napovedati, kako trdno in trajno bo naravno ravnovesje, ki se je ustvarilo med tujerodnim parazitoidom in njegovim gostiteljem. Zato je potrebno populacije obeh sistematično spremljati tudi v bodoče ter v primeru ponovne prereznožitve kostanjeve šiškarice pravočasno načrtovati nove izpuste parazitoida.

5 ZAHVALA

Delo je bilo izvedeno v okviru strokovnih nalog s področju zdravstvenega varstva, ki jih financira MKGP, Uprava RS za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin ter v okviru bilateralnega sodelovanja SLO-Hrvaška (2016-2017) "Razvoj laboratorijskih metod gojitve tujerodne vrste parazitoida *Torymus sinensis* za biotično varstvo invazivne kostanjeve šiškarice (*Dryocosmus kuriphilus*) na Hrvaškem in v Sloveniji"(200459 BI-HR/16-17-008).

6 LITERATURA

- Aebi A., Schönrogge K., Melika G., Alma A., Stone G.N. 2007. Native and introduced parasitoids attacking the invasive chestnut gall wasp *Dryocosmus kuriphilus*. EPPO Bull., 37: 166-171.
- Bellini E., Giannelli G., Giordani E., Picardi E. 2006. Fenofasi del Castagno (*Castanea sativa* Mill.). Atti del "IV Convegno Nazionale-Castagno 2005", Montella (AV), 20-22 Ottobre, 138-142.
- Bosio, G. 2015. Lotta biologica al cinipide galligeno del castagno: la situazione in Piemonte, in Quaderni della regione Piemonte, Agricoltura, 87, 40-44.
- Borowiec, N., Thaon, M., Brancaccio, L., Warot, S., Vercken, E., Fauvergue, X., Ris, N., Malausa, J. C. 2014. Classical biological control against the chestnut gall wasp *Dryocosmus kuriphilus* (Hymenoptera, Cynipidae) in France. Plant Protection Quarterly, Vol. 29, No. 1, 2014: 7-10.
- Brussino G., Bosio, G., Baudino, M., Giordano, R., Ramello, F., Melika, G. 2002. Pericoloso insetto esotico per il castagno europeo. Infor. Agrar., 58: 59-61.
- Colombari F, Battisti A, 2015. Spread of the introduced biocontrol agent *Torymus sinensis* in north-eastern Italy: dispersal through active flight or assisted by wind? Biocontrol, 61, 127–139.
- Colombari F, Battisti A, 2016. Native and introduced parasitoids in the biocontrol of *Dryocosmus kuriphilus* in Veneto (Italy). Bulletin OEPP/EPPO Bulletin, 46, 275-285.
- Copper, W.R., Rieske, I.K. 2007. Community associates of an exotic gallmaker, *Dryocosmus kuriphilus* (Hymenoptera: Cynipidae), in eastern North America. Ann. Entomol. Soc. Am., 100: 236-244.
- Gibbs, M., Schönrogge, K., Alma, A., Melika G., Quacchia, A., Stone, G. N., Aebi, A. 2011. *Torymus sinensis*: A viable management option for the biological control of *Dryocosmus kuriphilus* in Europe? Biocontrol (2011) 56: 527-538.
- Hennion B. 2012. Cynips du chataignier : Un plan national pour la lutte biologique, Infos Ctifl, N° 282 - 2012 - P. 31-35.
- Kamijo, K. 1982. Two new species of *Torymus* (Hymenoptera: Torymidae) reared from *Dryocosmus kuriphilus* (Hymenoptera: Cynipidae) in China and Korea. Kontyu, Tokyo, 50: 505-510
- Knapič, V., Seljak, G., Kolšek, M. 2010. Experience with *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu eradication measures in Slovenia. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin 40(3), 169-175.
- Kos, K., Melika, G. 2015. Kostanjeva šiškarica – kakšni so obeti za reševanje problematike v Sloveniji? Zbornik predavanj in referatov 12. slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin z mednarodno udeležbo, Ptuj, 3.-4. marec 2015. Trdan S. (ur.). Ljubljana, Društvo za varstvo rastlin Slovenije: 248–253.
- Manzo, A., Battistini, A. (2011). Un Piano strategico contro il cinipide del castagno. L'Informatore Agrario, 40:2011, 64-66.

- Matošević D., Melika G. 2013. Recruitment of native parasitoids to a new invasive host: first results of *Dryocosmus kuriphilus* parasitoid assemblage in Croatia. Bulletin of Insectology, Vol. 66 No.2 pp. 231-238.
- Matošević D., Quacchia A., Kriston É., Melika G. 2014. Biological Control of the Invasive *Dryocosmus kuriphilus* (Hymenoptera: Cynipidae) - an Overview and the First Trials in Croatia. SEEFOR 5 (1): 3-12.
- Matošević D., Lacković N., Melika G., Kor K., Franić I., Kriston E., Bozso M., Seljak G., Rot M. 2015. Biological control of invasive *Dryocosmus kuriphilus* with introduced parasitoid *Torymus sinensis* in Croatia, Slovenia and Hungary. Periodicum Biologorum, 117: 471–477
- Matošević D., Lacković N., Kos K., Kriston E., Melika G., Rot M., Pernek M. 2017. Success of classical biocontrol agent *Torymus sinensis* within its expanding range in Europe. ISSN 0931-2048, 2017, vol. , iss. , str. v tisku, doi: 10.1111/jen.12388.
- Melika, G., Matošević, D., Quacchia, A., Bosio, G., Kriston, E., Krizbai, L., in Boszo, M. 2014. An overview on the biological control of the invasive *Dryocosmus kuriphilus* (Hym: Cynipidae). In " Integrated Plant Protection–Knowledge-Based Step Towards Sustainable Agriculture, Forestry And Landscape Architecture". Zlatibor, Srbija, 24.-28. nov. 2014.
- Ministero delle politiche agricole alimentari e forestali (MIPAAF). 2010. Piano del settore castanicolo 2010/2013; Protocollo di attuazione della lotta biologica al *Dryocosmus kuriphilus* del castagno con *Torymus sinensis*.
- Moriya, S., Shiga, M., Adachi, I. 2003. Classical biological control of the chestnut gall wasp in Japan. In: van Driesche R.G. (ed.). Proceedings of the 1st International Symposium on Biological Control of Arthropods, US Dept. Agric, For Service, Morgantown, WV: 407-415
- Murakami, Y., Ao, H.B., Chang, C.H. 1980. Natural enemies of the chestnut gall wasp in Hoipei Province, China (Hymenoptera: Chalcidoidea). Jpn. J. Appl. Entomol. Zool., 15: 184-186.
- Rot., M. 2012. Kostanjeva šiškarica ogroža nasade kostanja. Sad 23(9): 8-10.
- Rot, M. 2013. Ocena napadenosti kostanjevih nasadov na Primorskem zaradi kostanjeve šiškarice - *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu. Poročilo, UVHVVR: 5 st
- Quacchia, A., Moriya, S., Bosio, G., Scapin, I., Alma, A. 2008. Rearing, release and settlement prospect in Italy of *Torymus sinensis*, the biological control agent of the chestnut gall wasp *Dryocosmus kuriphilus*. BioControl, 53: 829-839.
- Quacchia, A., Piazza, E., Pavia, G., Alma, A. 2011. Lotta biologica al cinipide del castagno-L'esperienza italiana con *Torymus sinensis*. N°177 Sherwood, n° 8 ottobre 2011
- Santi, F., Maini, S. 2011. New association between *Dryocosmus kuriphilus* and *Torymus flavipes* in chestnut trees in the Bologna area (Italy): first results. Bulletin of Insectology, 64, 2: 275-278
- Seljak G. 2006. Kostanjeva šiškarica – nova velika grožnja za pravi kostanj. Sad 17(5): 3-5.

MEALYBUGS (Hemiptera: Coccoomorpha) AS UNUSUAL PESTS ON VEGETABLES IN CROATIA

Maja PINTAR¹, Tatjana MASTEN MILEK², Mladen ŠIMALA³, Vjekoslav
MARKOTIC⁴

Croatian Centre for Agriculture, Food and Rural Affairs – Institute for Plant
Protection, Zagreb, Republic of Croatia

ABSTRACT

Mealybugs, as well as other scale insects, are polyphagous pests that feed on and damage nut and fruit trees, greenhouse plants, forest vegetation, woody and perennial ornamentals and house plants, but are rarely found on annual vegetable and arable crops. They feed on nearly all parts on host plants, causing a variety of symptoms and decreasing quality and quantity of yield in cultivated host plants. Indirect damages are a result of virus transmission and excretion of honeydew. Fruits covered with honeydew, and subsequently with sooty mould, are of lower or non-marketability. Faunistic research on scale insects that has been in progress in Croatia since 2005, led to the discovery of two mealybug species harmful to vegetable crops. Those two species are *Peliococcus turanicus* (Kiritshenko, 1931), found on field peas on the island of Cres and *Planococcus citri* (Risso, 1813), found on several occasions on greenhouse vegetables. *P. turanicus* forms dense colonies on plant's root system, causing yellowing of the leaves and total plant decline. Finding of *P. turanicus* on pea was the first record of this species for Croatia, and first finding of this species on pea altogether. *P. citri* is a common and very polyphagous pest that feeds on hosts from more than 82 plant families, so its spread from greenhouse ornamentals to vegetables is not surprising. The species forms colonies on leaves, stems and fruits of host plants, causing their desiccation and total decline. Infested plants are often covered in honeydew and sooty mould. In Croatia *P. citri* has so far been registered on following vegetable hosts: tomato, chili peppers and sweet potato. Since both pests are polyphagous, their spread to new hosts, including vegetables, is to be expected.

Key words: mealybugs, *Peliococcus turanicus*, *Planococcus citri*, vegetables, Croatia

1 INTRODUCTION

Mealybugs, and other scale insects, are considered as one of the most important pests of perennial plants. They are mostly polyphagous pests, with a rare few monophagous

¹ dipl. ing., Gorice 68b, 10000 Zagreb, Croatia, e-mail: maja.pintar@hcphs.hr

² dr. sc., ibid.

³ dr. sc., ibid.

⁴ dipl. ing., ibid.

species (Capinera, 2004). The adult females are sexually mature wingless nymphs, whereas males are mostly winged insects that usually live only for a day or even less and never feed. Adult females are sack-like with no clear segmentation in head, thorax and abdomen, and they may or may not have legs (Ben-Dov *et al.*, 2008). By feeding, they cause direct and indirect damages, with a variety of symptoms. Direct damages are caused by sucking of the pests on plant's sap and consequently decreasing quality and quantity of yield. Indirect damages are a result of virus transmission and excretion of honeydew. Plants covered with honeydew, and subsequently with sooty mould, look dark and dirty, their assimilation ability is decreased and fruits are of lower or non-marketability (Kosztarab, 1996; Capinera, 2004).

Despite their polyphagous nature, they are rarely found on annual vegetable and arable crops. Faunistic research on scale insects in Croatia led to the discovery of two mealybug species damaging vegetables and causing total decline of their host plants.

2 MATERIALS AND METHODS

Faunistic research on scale insects has been in progress in Croatia since 2005, with visual inspections of potential host plants in all 21 Croatian counties. Following materials and methods were used in conducted research: visual inspections of potential host plants using a 10x magnification lens, collecting of plant material in plastic bags and labelling of all samples with relevant details, analysis of samples under stereomicroscope Olympus SZ 51, photographing of samples using digital camera Olympus 510 UZ, preparation of microscopic slides according to the method by Watson & Chandler (1999), microscopic identification of the species based on morphological characteristics of adult females using the keys by Borchsenius (1949), Tereznikova (1975), Cox & Ben-Dov (1986), Kosztarab & Kozár (1988), Cox (1989), Marota (1990) and Danzig (2001) and labelling of slide mounts with all relevant faunistic data.

3 RESULTS AND DISCUSSION

Mealybug species *Peliococcus turanicus* (Kiritshenko, 1931) and *Planococcus citri* (Risso, 1813) were found damaging vegetable crops and causing total decline of their host plants. Malicious mealybug, *P. turanicus*, is a polyphagous species widely distributed in the Palaearctic region, with plant species from 17 families serving as its host (ScaleNet, accessed 27.03.2017). It feeds on root system of many perennial grasses and shrubs, as well as on some annual crops such as tobacco, wheat, potato and peas, on which it can cause economically significant damages. Adult females are oval, light green and up to 3 mm long and 1,8 mm wide (Borchsenius, 1949). Females found during our research were oval, pink and covered in grayish wax (Figure 1). *P. turanicus* was registered in Croatia for the first time in 2009 in pea field on the island of Cres (N 44°51'25.19" E 14°23'51,15") (yellow mark on Figure 2). Infested plants were plucked from the ground and dense colonies of mealybugs on plants' root system were discovered. Infestation led to the yellowing of the leaves and total

decline of the plants. Prior to this finding, pea has not been registered as a host of *P. turanicus*. Also, finding of *P. turanicus* is the first finding of species from genus *Peliococcus* in Croatia (Masten Milek & Šimala, 2013).



Figure 1: Adult female of *P. turanicus* on pea root (photo: T. Masten Milek).

327

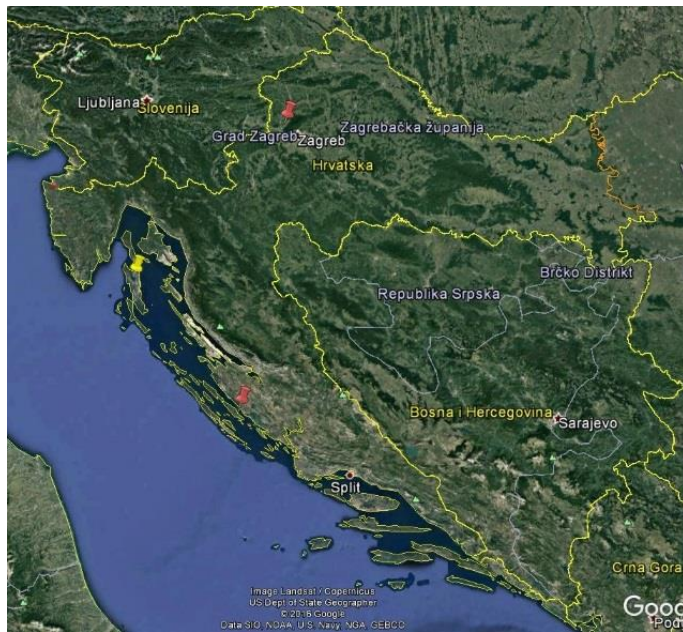


Figure 2: Localities with finding places of *P. turanicus* and *P. citri*.

Citrus mealybug, *P. citri*, is a commonly found polyphagous mealybug species originating from Asia that has so far been recorded from 114 countries worldwide

(ScaleNet, accessed 27.03.2017). It feeds on host plants from 82 plant families (ScaleNet, accessed 27.03.2017), forming colonies on leaves, stems and fruits of its host plants and causing their desiccation and total decline. Infested plants are often covered in honeydew and sooty mould. Females are oval, yellow in teneral specimens, pink or orange-brown when fully mature, covered with white mealy wax, which is not thick enough to completely hide the body colour (Figure 3) (Masten Milek *et. al.*, 2008).



Figure 3: Adult female of *P. citri* under stereomicroscope (photo: T. Masten Milek).



Figure 4: Desiccation of chili pepper plants caused by *P. citri* (Photo: A. Novak).

Body of slide-mounted adult female is 1.6-3.2 mm long and 1.2-2.0 mm wide (Cox, 1989). Next to *Pseudococcus longispinus* (Targioni Tozzetti, 1876), it is one of the

most common and important pests of greenhouse ornamentals, so it is presumable that this pest spreads easily from greenhouse ornamentals to vegetables. Although vegetables rarely serve as hosts for mealybugs, during faunistic research on scale insects in Croatia, high intensity infestations of *P. citri* were registered in 2014 in Turanj (N 43°58'6,47" E 15°24'27,92") (red mark on Figure 2) on greenhouse tomatoes and 2015 in Donja Bistra (N 45°54'10,72" E 15°51'13,27") (red mark on Figure 2) on greenhouse vegetables, including tomato, chili peppers and sweet potato. Infestation led to the desiccation of the host plants (Figure 4).

4 CONCLUSIONS

Faunistic research on scale insects in Croatia (2005-2017) led to the discovery of two mealybug species damaging vegetables and causing total decline of their host plants: *P. turanicus* and *P. citri*.

P. turanicus was found in pea field on the island of Cres, whereas *P. citri* was registered in Turanj on greenhouse tomatoes and Donja Bistra on greenhouse vegetables, including tomato, chili peppers and sweet potato.

Finding of *P. turanicus* on pea was the first record of this species for Croatia and first finding of this species on pea altogether, as well as first finding of species from genus *Peliococcus* in Croatia.

Since both species are polyphagous pests with a potential to cause economic damages and are present in Croatia, their spread to new hosts including vegetables, as well as new damages, is to be expected.

5 ACKNOWLEDGEMENT

Thanks are due to prof. dr. sc. Giuseppina Pellizzari from University of Padova, Dipartimento di Agronomia Ambientale e Produzioni vegetali, Italy and dr.sc. Danielle Matile-Ferrero (Museum National d'Histoire Naturelle, Paris), who confirmed the species *P. turanicus* identification.

6 REFERENCES

- Ben-Dov, Y., Miller, D.R. & Gibson, G.A.P. (2008): ScaleNet: a database of the scale insects of the world. (Accessed: 2008).
- Borchsenius, N. S. (1949): Insects Homoptera, Suborders mealybugs and scales (Coccoidea). Family mealybugs (Pseudococcidae). Vol. VII, Fauna SSSR. Zoologicheskii Institut Akademii Nauk SSSR. N.S. 38: 1-382
- Capinera, J. L. (2004): Encyclopedia of entomology, Volume 1 A-E, Kluwer academic publisher: 815 pp.
- Cox, J. M. (1989): The mealybug genus *Planococcus* (Homoptera: Pseudococcidae), Bulletin British Museum Natural History (Ent.), 58 (1): 78 pp.
- Cox, J. M., Ben-Dov, Y. (1986): Planococcine mealybugs of economic importance from the Mediterranean Basin and their distinction from a new African genus (Hemiptera: Pseudococcidae), Bull. Entomol. Res., 76: 481-489
- Danzig, E.M. (2001): Mealybugs of the genera *Peliococcus* and *Peliococcopsis* from Russia and neighbouring countries (Homoptera: Coccinea: Pseudococcidae). Zoosystematica Rossica 9 (1): 123-154

- García Morales, M., Denno, B. D., Miller, D. R., Miller, G. L., Ben-Dov, Y., Hardy, N. B. (2016): ScaleNet: A literature-based model of scale insect biology and systematics. <http://scalenet.info>. (Accessed: 27.03.2017).
- Kosztarab, M. (1996): Scale insects of Northeastern North America, Identification, biology, and distribution, Virginia Museum of Natural History, Martinsburg, Virginia: 650 pp.
- Kosztarab, M., Kozár, F. (1988): Scale Insects of Central Europe. *Series Entomologica* Vol. 41. Akademiai Kiado. Budapest: 456 pp.
- Marota, S. (1990): Studio morfo-sistematico delle species italiane della famiglia Pseudococcidae (Homoptera: Coccoidea), Doktorska disertacija, Università degli studi di Napoli-Federico II, I dio: 108 pp., II dio: 104 pp., III dio: 83 pp.
- Masten Milek T., Šimala M. (2013): Prvi nalaz štitaraste uši *Peliococcus turanicus* (Kiritshenko, 1931) (Hemiptera: Pseudococcidae) u Hrvatskoj. *Glasilo biljne zaštite*, 13 (5): 375-378.
- Masten Milek T., Šimala M., Krčmar, S. (2008): Species of the genus *Planococcus* Ferris, 1950 (Hemiptera: Coccoidea: Pseudococcidae) with special regard to *Planococcus vovae* (Nasonov, 1908) as species newly recorded in Croatia. *Natura Croatica*, 17 (3): 157-168.
- Tereznikova, E. M. (1975): Coccidi, Fauna Ukraini. Akademii Nauk Ukrain's'koi SSSR Instituta Zoologicheskogo 20 (Pt. 18): 295 pp.
- Watson, G. W. & Chandler, L. R. (1999): Identification of Mealybugs important in Caribbean Region. Commonwealth Science Council and CAB International: 5-39

SCALE INSECTS (Hemiptera: Coccoomorpha) ON MEDITERRANEAN MEDICINAL PLANTS

Tatjana MASTEN MILEK¹, Mladen ŠIMALA², Maja PINTAR³, Vjekoslav
MARKOTIĆ⁴

CCAFRA – Institute for Plant Protection Zagreb, Republic of Croatia

ABSTRACT

Faunistic research on scale insects on Mediterranean medicinal plants that has been in progress in Croatia since 2005, led to the discovery of 16 scale insect species from 5 different families, on various medicinal plant species. Following species have so far been recorded: *Ceroplastes japonicus* Green, 1921., *Coccus hesperidum* Linnaeus, 1758, *Lichtensia viburni* Signoret, 1873, *Parthenolecanium corni* (Bouché, 1844) and *Saissetia oleae* (Olivier, 1791), from the family Coccidae, *Aonidia lauri* (Bouché, 1833), *Aonidiella aurantii* (Maskell, 1879), *Aspidiotus nerii* Bouché, 1833, *Hemiberlesia rapax* (Comstock, 1881), *Lindingaspis rossi* (Maskell, 1891) and *Parlatoria oleae* (Colvée, 1880), from the family Diaspididae, *Lecanodiaspis sardoa* Targioni Tozzetti, 1869 from the family Lecanodidaspididae, *Icerya purchasi* Maskell, 1879, from the family Monophlebidae, and *Planococcus citri* (Risso, 1813), *Pseudococcus calceolariae* (Maskell, 1879), *Pseudococcus viburni* (Signoret, 1875) from the family Pseudococcidae.

Key words: Croatia, scale insects, faunistic research, Mediterranean medicinal plants

1 INTRODUCTION

According to the definition by World Health Organization (WHO), medicinal plants are plants whose parts contain biologically active ingredient with therapeutic activity that can be used for chemical and pharmacological synthesis. Medicinal plants include annual, biannual or perennial, herbaceous and woody plant species that can be both wild and cultivated. Croatian landscapes, particularly those of the Mediterranean region, have always been known for their abundance of wild medicinal plants such as lavender, sage, chamomile, rosemary, laurel, Cistus and other. Mediterranean medicinal plants are very good hosts for the scale insects. Scale insects thrive on nearly all parts of host plants, sometimes settle under the bark, and cause a variety of plant deformities. Some of them excrete large amount of honeydew and by the subsequent development of sooty mould fungi, they severely reduce photosynthesis

¹ dr. sc., Gorice 68b, HR-10000 Zagreb, Croatia, e-mail: tatjana.masten@hcphs.hr

² dr. sc., ibid.

³ dipl. ing., ibid.

⁴ dipl. ing., ibid.

and transpiration. They disperse passively with the aid of wind, water, soil, humans and domestic and wild animals. Global trade has been a major factor in their spread worldwide.

2 MATERIALS AND METHODS

Faunistic research on scale insects on Mediterranean medicinal plants in Croatia were carried out over a 11 year period (2005–2016) by visual inspections of potentially infested plants in the open field and greenhouse pot plants with the help of a 10x magnification lens. Host plant material infested with scale insects (leaves, stems and barks) were collected in plastic bags. Each sample was labelled with details about the host plant, damage symptoms, collector, sample number, date and the locality.

The collected specimens were slide mounted under the dissecting stereo microscope, according to methods of Wilkey (1990) and Hodgson & Henderson (2000). The microscopic morphological characters of adult female were studied using the keys of Balachowsky (1948, 1950, 1951, 1953, 1954), Gill (1988, 1993, 1997), McKenzie (1967), Williams & Watson (1988a, 1988b); Hodgson & Henderson (2000), Williams (2004) and Miller & Davidson (2005).

3 RESULTS AND DISCUSSION

332

A review of scale insect species on Mediterranean medicinal plants in Croatia, from 2005 until today, is presented in Table 1. According to nomenclature of ScaleNet (Garcia Morales *et al.*, 2017), it comprises 16 scale insects species from 5 different families. The majority of registered species belong to the following families: Diaspididae (6 species), Coccidae (5 species) and Pseudococcidae (3 species). Families of scale insects Lecanodiaspididae and Monohlebidae comprise only 1 recorded scale insect species each (Fig. 1). Quantitative distribution of scale insect appearing frequency on Mediterranean medicinal plants in Croatia is shown in Fig 2. *A. lauri* had the highest appearing frequency, followed by *C. japonicus* and *A. nerii*.

Table 1: Determined scale insects on Mediterranean medicinal plants in Croatia in period 2005-2016.

FAMILY OF SCALE INSECTS	SPECIES OF SCALE INSECT	HOST PLANT	LOCALITY	YEAR
Coccidae	<i>Coccus hesperidum</i>	<i>Laurus nobilis</i>	Solin	2006
		<i>Laurus nobilis</i>	Buje	2006
		<i>Lavandula angustifolia</i>	Jadrija	2012
	<i>Ceroplastes japonicus</i>	<i>Laurus nobilis</i>	Škudelin	2005
		<i>Laurus nobilis</i>	Bašanija	2005
		<i>Laurus nobilis</i>	Opatija	2006

		<i>Laurus nobilis</i>	Novigrad	2007
		<i>Laurus nobilis</i>	Buje	2008
		<i>Laurus nobilis</i>	Novigrad	2009
		<i>Laurus nobilis</i>	Turanj	2010
		<i>Laurus nobilis</i>	Split	2011
	<i>Lichtensia viburni</i>	<i>Rosmarinus officinalis</i>	Šibenik	2012
	<i>Parthenolecanium corni</i>	<i>Rosmarinus officinalis</i>	Jadrija	2013
	<i>Saissetia oleae</i>	<i>Laurus nobilis</i>	Trsteno	2014
		<i>Cistus spp.</i>	Mljet	2015
		<i>Rosmarinus officinalis</i>	Split	2016
Diaspididae	<i>Aonidia lauri</i>	<i>Laurus nobilis</i>	Dubrovnik	2005
		<i>Laurus nobilis</i>	Čibača	2005
		<i>Laurus nobilis</i>	Solin	2005
		<i>Laurus nobilis</i>	Poreč	2005
		<i>Laurus nobilis</i>	Vela Luka	2005
		<i>Laurus nobilis</i>	Vinkovci	2005
		<i>Laurus nobilis</i>	Malinska	2006
		<i>Laurus nobilis</i>	Konavalsko polje	2006
		<i>Laurus nobilis</i>	Rovinj	2006
		<i>Laurus nobilis</i>	Stari Zadar Cres	2007
		<i>Laurus nobilis</i>	Supetar	2010
		<i>Laurus nobilis</i>	Opatija	2011
		<i>Laurus nobilis</i>	Buje	2012
		<i>Laurus nobilis</i>	Mali Lošinj	2013
		<i>Laurus nobilis</i>	Opatija	2014
<i>Laurus nobilis</i>	Split	2015		

		<i>Laurus nobilis</i>	Lastovo	2015
		<i>Laurus nobilis</i>	Šibenik	2016
		<i>Laurus nobilis</i>	Hvar	2016
		<i>Laurus nobilis</i>	Vis	2016
		<i>Laurus nobilis</i>	Komiža	2016
	<i>Aonidiella aurantii</i>	<i>Laurus nobilis</i>	MBM Turanj	2012
		<i>Salvia officinalis</i>	MBM Turanj	2012
	<i>Aspidiotus nerii</i>	<i>Rosmarinus officinalis</i>	Lovran	2008
		<i>Salvia officinalis</i>	MBM Duilovo	2009
		<i>Laurus nobilis</i>	Opatija	2014
		<i>Cistus spp.</i>	Babino polje Mljet	2015
	<i>Hemiberlesia rapax</i>	<i>Laurus nobilis</i>	Split	2010
	<i>Lindingaspis rossi</i>	<i>Laurus nobilis</i>	Sutivan	2015
<i>Parlatoria oleae</i>	<i>Rosmarinus officinalis</i>	Jadrija	2013	
	<i>Laurus nobilis</i>	Sutivan	2016	
Lecanodiaspididae	<i>Lecanodiaspis sardoa</i>	<i>Cistus spp.</i>	Babino polje Mljet	2015
		<i>Cistus spp.</i>	Orebić	2016
Monohlebidae	<i>Icerya purchasi</i>	<i>Rosmarinus officinalis</i>	Jadrija	2010
		<i>Salvia officinalis</i>	MBM Zagreb	2011
Pseudococcidae	<i>Planococcus citri</i>	<i>Laurus nobilis</i>	Jadro Brnik	2010
		<i>Rosmarinus officinalis</i>	Jadro Brnik	2010
	<i>Pseudococcus calceolariae</i>	<i>Lavandula angustifolia</i>	Opatija	2011
	<i>Pseudococcus viburni</i>	<i>Laurus nobilis</i>	MBM Zagreb	2007
		<i>Lavandula angustifolia</i>	Jadrija	2011
		<i>Marticaria chamomilla</i>	Mljet	2016
TOTAL: 5 families, 16 species, 7 host plants, 57 localities				

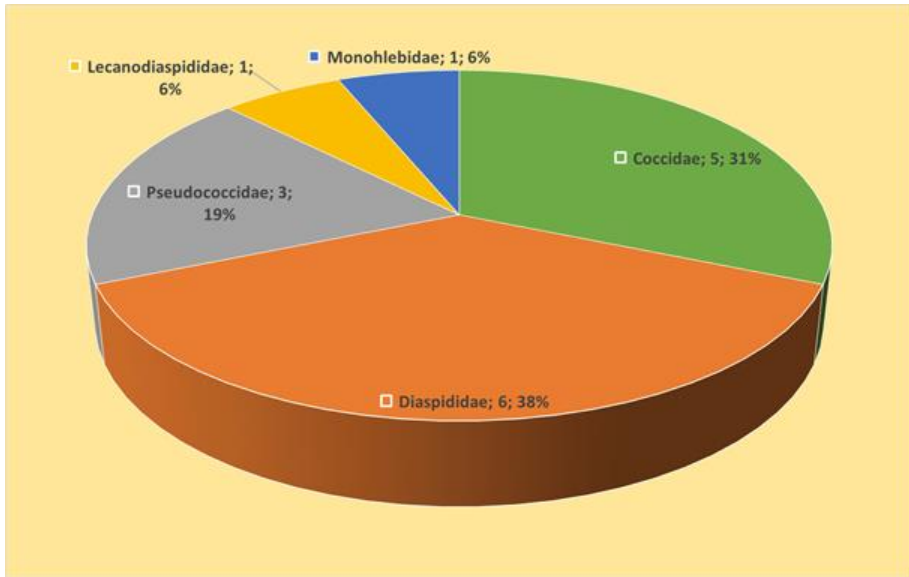


Figure 1: The structure of scale insect on Mediterranean medicinal plants by family.

335

4 CONCLUSIONS

11 year inspection (2005 - 2016) on scale insects on Mediterranean medicinal plants in the open field, and greenhouse pot plants in Croatia showed that Mediterranean medicinal plants are very good hosts for the scale insects. Global trade is one of the major factor in spread of scale insects worldwide. This faunistic investigation of the scale insects on Mediterranean medicinal plants in Croatia have resulted in 16 identified scale species, namely from family Coccidae: *Ceroplastes japonicus* Green, 1921, *Coccus hesperidum* Linnaeus, 1758, *Lichtensia viburni* Signoret, 1873, *Parthenolecanium corni* (Bouché, 1844) and *Saissetia oleae* (Olivier, 1791) from the family Diaspididae: *Aonidia lauri* (Bouché, 1833), *Aonidiella aurantii* (Maskell, 1879), *Aspidiotus nerii* Bouché, 1833, *Hemiberlesia rapax* (Comstock, 1881), *Lindingaspis rossi* (Maskell, 1891) and *Parlatoria oleae* (Colvée, 1880), from the family Lecanodiaspididae: *Lecanodiaspis sardoa* Targioni Tozzetti, 1869, from the family Monophlebidae: *Icerya purchasi* Maskell, 1879 and from the family Pseudococcidae: *Planococcus citri* (Risso, 1813), *Pseudococcus calceolariae* (Maskell, 1879) and *Pseudococcus viburni* (Signoret, 1875).

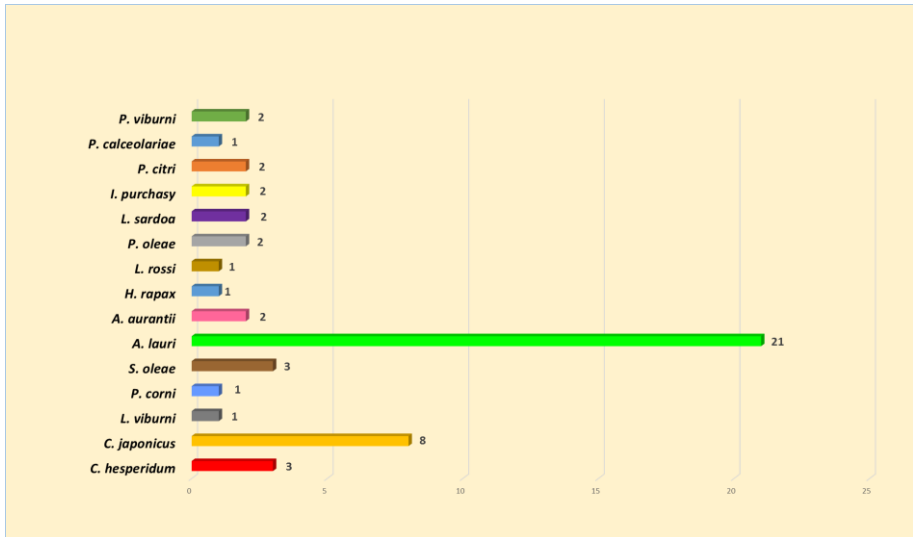


Figure 2: Quantitative distribution of scale insect appearing frequency on Mediterranean medicinal plants.

5 REFERENCES

- Balachowsky, A. S. 1948. Les cochenilles de France, d'Europe, du nord de l'Afrique et du bassin Méditerranéen. IV. Monographie des Coccoidea, classification – Diaspidinae (première partie), Act. Sci. Indust. 1054: 243-394.
- Balachowsky, A. S. 1950. Les cochenilles de France, d'Europe, du nord de l'Afrique et du bassin Méditerranéen. V. Monographie des Coccoidea, classification – Diaspidinae (deuxième partie) Aspidiotini, Act. Sci. Indust. 1087: 398-557.
- Balachowsky, A. S. 1951. Les cochenilles de France, d'Europe, du nord de l'Afrique et du bassin Méditerranéen. VI. Monographie des Coccoidea, classification – Diaspidinae (troisième partie) Aspidiotini (fin), Act. Sci. Indust. 1127: 560-720.
- Balachowsky, A. S. 1953. Les cochenilles de France, d'Europe, du nord de l'Afrique et du bassin méditerranéen. VII-Monographie des Coccoidea: Diaspidinae-IV, Odonaspidiini-Parlatorini, Actualités Sci. Indus. Ent. Appl. 1202: 725-929.
- Balachowsky, A. S. 1954. Les cochenilles paléarctique de la tribu des Diaspidini, Mem. Inst. Pasteur Sci.: 450 pp.
- García Morales, M., Denno, B.D., Miller, D.R., Miller, G.L., Ben-Dov, Y., Hardy, N.B. 2016. ScaleNet: A literature-based model of scale insect biology and systematics. Database. doi: 10.1093/database/bav118. <http://scalenet.info>.
- Gill, R. J. 1988. The Scale Insects of California. Part I. The Soft Scales (Homoptera: Coccoidea: Coccidae), California Department of Food and Agriculture. Sacramento: 132 pp.
- Gill, R. J. 1993. The Scale Insects of California, Part II: The Minor Families (Homoptera: Coccoidea) Margarodidae, Orthezidae, Kerriidae, Asterolecanidae, Lecanodiaspididae, Cerococcidae, Aclerididae, Kermesidae, Dactylopiidae, Eriococcidae and Phoenicoccidae, California Department of Food and Agriculture. Sacramento: 241 pp.
- Gill, R. J. 1997. The Scale Insects of California. Part III: The Armoured scales (Homoptera: Coccoidea: Diaspididae). California Department of Food and Agriculture. Sacramento: 307 pp.
- Hodgson, C. J., Henderson, R. C. 2000. Coccidae (Insecta: Hemiptera: Coccoidea). Fauna of

- New Zealand, Number 41: 264 pp.
- McKenzie, H. L. 1967. Mealybugs of California with taxonomy, biology, and control of North American species (Homoptera: Cooccoidea: Pseudococcidae). Univ. Calif. Press, Berkeley: 526 pp.
- Miller, D. R., Davidson, J. A. 2005. Armored scale insect pests of trees and shrubs. Cornell University Press, New York: 442 pp.
- Wilkey, R. F. 1990. 1.5 Techniques. 1.5.1 Collection, Preservation and microslide mounting. 345-352 In Rosen, D. (Ed.). Armored Scale Insects. Their Biology, Natural Enemies and Control. World Crop Pests. Vol. 4A. Elsevier, Amsterdam: 384 pp.
- Williams, D.J., Granara de Willink, M.C. 1992. Mealybugs of Central and South America. London. CAB International.: 635 pp.
- Williams, D. J. 2004. The Mealybugs of Southern Asia. The Natural History Museum, Kuala Lumpur. Southdene: 896 pp.
- Williams, D. J., Watson, G. W. 1988a. The Armoured Scales (Diaspididae) Part 1. The Scale Insects of the Tropical South Pacific Region. CAB International Institute of Entomology: 289 pp.
- Williams, D. J., Watson, G. W. 1988b. The Mealybugs (Pseudococcidae) Part 2. The Scale Insects of the Tropical South Pacific Region. CAB International Institute of Entomology: 260 pp.

PREUČEVANJE SOČASNE UPORABE ENTOMOPATOGENIH OGORČIC (Rhabditida: Steinernematidae in Heterorhabditidae) IN AKARICIDOV V LABORATORIJSKIH RAZMERAH

Žiga LAZNIK¹, Stanislav TRDAN²

Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Ljubljana

IZVLEČEK

Entomopatogene ogorčice (EO) so organizmi, ki se uporabljajo v programih biotičnega varstva rastlin. Z željo po razširitvi znanja o združljivosti EO s fitofarmaceutskimi sredstvi (FFS), smo preučili združljivost infektivnih ličink (IL) EO s petimi akaricidi v laboratorijskih pogojih. Učinke posameznih akaricidov na IL smo preučili v petrijevkah pri 15, 20 in 25 °C. Čas izpostavljenosti posameznemu akaricidu je bil 1, 4 in 24 ur. V raziskavo smo vključili 4 vrste EO: *Steinernema feltiae*, *S. carpocapsae*, *S. kraussei* in *Heterorhabditis bacteriophora*. Rezultati naše laboratorijske raziskave so pokazali, da je vrsta *H. bacteriophora* najbolj tolerantna med vsemi preučevanimi vrstami in jo lahko mešamo s skoraj vsemi akaricidi. Najbolj občutljiva vrsta EO na delovanje akaricidov se je v našem poskusu izkazala *S. feltiae*, katero lahko mešamo samo z dvema pripravkoma. Aktivna snov (a.s.), ki je najbolj primerna za mešanje z EO je fenpiroksimat, ki je pri 25 °C povzročila smrtnost le IL vrste *S. feltiae* (44 %). A.s. abamektin in piretrin imata zelo negativen učinek na preživetje EO. Rezultati so pokazali, da je združljivost EO s FFS vrstno specifična lastnost. Poleg tega na preživetje IL vplivata tudi čas izpostavljenosti a.s. in temperatura. Sočasni nanos EO in akaricidov bi lahko predstavljal prednost v integriranem varstvu rastlin. Kombinacije EO in akaricida bi lahko prihranile čas in denar pri hkratnem obvladovanju različnih škodljivih organizmov (žuželke, pršice).

Ključne besede: skladnost, entomopatogene ogorčice, akaricidi, integrirano varstvo rastlin

ABSTRACT

RESEARCH ON COMPATIBILITY OF ENTOMOPATHOGENIC NEMATODES (Rhabditida: Steinernematidae and Heterorhabditidae) AND ACARICIDES UNDER LABORATORY CONDITIONS

Entomopathogenic nematodes (EPNs) are organisms that can be used in biological control of plants. In order to expand our knowledge about the compatibility of the EPNs to phytopharmaceuticals, we studied the compatibility of EPNs infective juveniles (IJs) to five acaricides under laboratory conditions. The direct exposure of acaricides to

¹ doc. dr., Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana, e-pošta: ziga.laznik@bf.uni-lj.si

² prof. dr., prav tam

EPNs was studied in Petri dishes at 15, 20, and 25 °C. EPNs were exposed to acaricides for 1, 4, and 24 hours. Four EPNs species were included in our investigation; *Steinernema feltiae*, *S. carpocapsae*, *S. kraussei*, and *H. bacteriophora*. The results of our laboratory investigation have shown that *H. bacteriophora* was the most tolerant EPN species. *H. bacteriophora* can be mixed with almost all tested acaricides. On the other hand, the most sensitive EPN species was *S. feltiae*. Our observation showed that *S. feltiae* can be mixed only with two acaricides. Active ingredient fenpyroximate proved to be the most suitable for mixing with EPNs. Our results showed that fenpyroximate was at 25 °C lethal only to *S. feltiae* (44 % mortality). The mortality of EPNs was highest in active ingredients abamectin and pyrethrin. Our results have confirmed, that compatibility of EPNs to acaricides is a species specific characteristic. The mortality of EPNs was influenced also by the exposure time, active ingredient, and temperature. The combined use of EPNs and acaricides could represent an advantage in integrated plant management. Combinations of EPNs and acaricides could save time and money in the simultaneous control of various pests (insects, mites).

Key words: compatibility, entomopathogenic nematodes, acaricides, integrated plant management

1 UVOD

339

Entomopatogene ogorčice (EO) so talni organizmi, ki živijo v simbiozi z bakterijami in so naravni sovražniki žuželk. Pomen EO v biotičnem varstvu so odkrili v 30. letih prejšnjega stoletja v ZDA. Nato je bila uporaba EO za varstvo pred škodljivimi žuželkami pozabljena do 60. let prejšnjega stoletja zaradi intenzivne rabe kemičnih sredstev za varstvo rastlin (Laznik in Trdan, 2011). V zadnjih letih je bilo narejenih kar nekaj raziskav, kjer so proučevali souporabo (skladnost) EO s fitofarmaceutskimi sredstvi (FFS). Raziskovalci so ugotovili, da lahko nekatere vrste EO prenesejo krajšo izpostavljenost FFS (do 24 h) (Laznik in Trdan, 2014). Vendar je potrebno upoštevati, da na uspeh mešanja EO in FFS vpliva mnogo dejavnikov. Ti dejavniki so sestava FFS, odmere FFS, rasa EO in vrsta EO (Laznik in sod., 2012; Laznik in Trdan, 2014).

EO lahko uporabljamo za zatiranje različnih vrst škodljivih žuželk. Njihova uporaba je bila do pred nekaj leti vezana le na zatiranje talnih škodljivcev (Koppenhöfer in Grewal, 2005). Zadnji dve desetletji pa se kaže potencial v uporabi EO tudi za zatiranje nadzemskih škodljivcev (Laznik in Trdan, 2011). Omejujoči dejavniki, ki vplivajo na uspešnost uporabe EO pri zatiranju nadzemnih škodljivcev, so vlaga, temperatura in ultravijolično sevanje (Laznik in Trdan, 2011). EO lahko nanašamo na rastline v krajših časovnih intervalih s FFS (najprej nanese FFS, kasneje še EO) ali nanese kar sočasno (Koppenhöfer in Grewal, 2005). Zaradi možne sočasne uporabe EO in akaricidov prihranimo tako na času kot tudi na denarju (porabimo manj goriva, saj opravimo le en hod s škropilnico) poleg tega istočasno zatremo pršice in druge škodljive organizme (žuželke). Pred pripravo škropilne mešanice z EO in akaricidom je dobro vedeti, ali so EO združljive z izbranim akaricidom.

Cilj naše raziskave je bil ugotoviti, kako neposredno izpostavljanje infektivnih ličink (IL) EO *Steinernema feltiae* (Filipjev), *S. carpocapsae* (Weiser), *S. kraussei* (Steiner) in *Heterorhabditis bacteriophora* (Poinar) različnim akaricidom deluje na njihovo sposobnost preživetja pri različnih temperaturah v laboratorijskih razmerah. Da bi pridobili informacije, ki so koristne za Slovenijo, smo izbrali nekaj najpogosteje uporabljenih akaricidov pri nas. Uporabljenih je bilo šest aktivnih snovi (a.s.) za zatiranje pršic; klofentezin (Apollo 50 SC), spirodiklofen (Envidor SC 240), tebufenpirad (Masai), fenpiroksimat (Ortus 5 SC), abamektin in piretrin (Triathlon sprej). Ugotavljali smo združljivost izbranih akaricidov z EO.

2 MATERIALI IN METODE DELA

2.1 Akaricidi

V naši raziskavi smo preučili kompatibilnost 6 akaricidov: Apollo 50 SC, Envidor SC 240, Masai, Ortus 5 SC in Triathlon sprej.

2.2 Entomopatogene ogorčice

V poskus smo vključili 4 komercialne rase EO: *Steinernema feltiae* (Filipjev), *S. carpocapsae* (Weiser), *S. kraussei* (Steiner) in *Heterorhabditis bacteriophora* (Poinar), ki smo jih dobili pri podjetju Metrob d.o.o. Vse EO smo laboratorijsko namnoževali s t.i. »in vivo« metodo. V poskusu smo uporabili le infektivne ličinke (IL) EO, ki so bile stare manj kot 2 tedna. IL so bile shranjene v hladilniku pri 4 °C in koncentraciji 3000 IL ml⁻¹ (Laznik in Trdan, 2014).

2.3 Test kompatibilnosti

Vodi (30 ml) smo dodali 120 % priporočene koncentracije akaricida in 6 ml suspenzije EO s koncentracijo 3000 IL/ml. S pipeto smo odpipetirali 5 ml pripravljene suspenzije in jo v petih ponovitvah nanесли na plastične petrijevke (40x10 mm; Kemomed d.o.o., Slovenija). V vsaki petrijevki je bilo 2500 IL. Vsako obravnavanje je bilo ponovljeno petkrat, celotni poskus pa je bil ponovljen trikrat. Plastične petrijevke smo dali v gojitveno komoro (tip: RK-900 CH, proizvajalec: Kambič Laboratorijska oprema, Semič, Slovenija) brez osvetlitve in preučevali smrtnost IL pri 15, 20, and 25 °C in 70 % relativni zračni vlagi. Preživetveno sposobnost IL smo preverjali 6 in 24 ur po nastavitvi poskusa tako, da smo iz vsakega vzorca odpipetirali 3x50 µl podvzorca in s pomočjo lupe prešteli žive in mrtve IL. Kontrolni vzorec je predstavljala suspenzija IL z vodo.

2.4 Statistična analiza

Za več informacij glej Laznik in Trdan (2014).

3 REZULTATI

Generalna analiza je pokazala, da na smrtnost EO vplivajo različni dejavniki (preglednici 1 in 2).

Preglednica 1: Analiza variance po 4 urah.

	<i>Df</i>	<i>F-porazdelitev</i>	<i>P-vrednost</i>
Dejavniki			
A: temperatura	2	21,61	0,0000
B: akaricidi	5	7,01	0,0000
C: vrsta EO	3	6,63	0,0002
D: ponovitev	4	0,92	0,4501
Interakcije			
AB	10	1,74	0,0723
AC	6	4,16	0,0005
BC	15	1,91	0,0219
ABC	30	3,02	0,0000
Skupaj	359		

Preglednica 2: Analiza variance po 24 urah.

	<i>Df</i>	<i>F-porazdelitev</i>	<i>P-vrednost</i>
Dejavniki			
A: temperatura	2	7,66	0,0006
B: akaricidi	5	29,45	0,0000
C: vrsta EO	3	24,68	0,0000
D: ponovitev	4	1,57	0,1827
Interakcije			
AB	10	3,54	0,0002
AC	6	11,46	0,0000
BC	15	4,82	0,0000
ABC	30	2,95	0,0000
Skupaj	359		

3.1 Vpliv temperature na smrtnost EO

Rezultati naše raziskave so pokazali, da je bila smrtnost EO pri temperaturi 15 °C statistično značilno najvišja, medtem ko je bila pri 20 °C statistično značilno najnižja. Na smrtnost EO v poskusu je vplivala tudi dolžina izpostavitve EO preučevanim akaricidom. Rezultati analize so pokazali, da je bila najnižja smrtnost EO ugotovljena po 4-urni izpostavljenosti pri temperaturi 20 °C ($15,01 \pm 1,22$ %) in 25 °C ($15,5 \pm 1,58$ %) in najvišja pri temperaturi 15 °C ($25,4 \pm 1,66$ %). Po 24-urni izpostavljenosti se je smrtnost IL povečala. Tudi po 24-urni izpostavljenosti smo potrdili najnižjo

smrtnost EO pri 20 °C ($29,7 \pm 1,95$ %), medtem ko je bila smrtnost pri 25 °C ($34,51 \pm 2,35$ %) in 15 °C ($37,52 \pm 1,97$ %) višja.

3.2 Vpliv vrste na smrtnost EO

Smrtnost EO je odvisna od vrste ogorčic. Nekatere vrste EO so bolj občutljive tako na FFS, kot tudi na izpostavljenost različno visokim temperaturam. Opazili smo, da sta bili v našem poskusu najmanj občutljivi vrsti na izpostavljenost akaricidom *H. bacteriophora* in *S. carpocapsae*. Med obema vrstama tako po 4-urni kot tudi 24-urni izpostavljenosti preučevanim akaricidom ni bilo razlik v smrtnosti IL. Pri vseh vrstah smo potrdili, da se s povečanjem časa izpostavljenosti akaricidom poveča smrtnost IL v suspenziji. Najvišja smrtnost IL je bila ugotovljena pri vrstah *S. feltiae* ($41,06 \pm 2,34$ %) in *S. kraussei* ($40,79 \pm 2,92$ %) po 24-urni izpostavljenosti preučevanim akaricidom.

3.3 Vpliv akaricidov na smrtnost EO

Zelo pomemben dejavnik, ki je vplival na smrtnost EO v našem poskusu, je bila vrsta preučevanega akaricida. Vsi preučevani akaricidi so vplivali na višjo smrtnost EO v primerjavi s kontrolo. Pripravka Ortus in Envidor sta po 4-urni izpostavljenosti vplivala na statistično značilno manjšo smrtnost EO v primerjavi z ostalimi preučevanimi akaricidi. Po 24-urni izpostavitvi je med preučevanimi akaricidi Ortus vplival na najmanjšo smrtnost EO. Tako po 4- kot tudi po 24-urni izpostavljenosti je pripravek Triathlon sprej vplival na najvišjo smrtnost EO v našem poskusu.

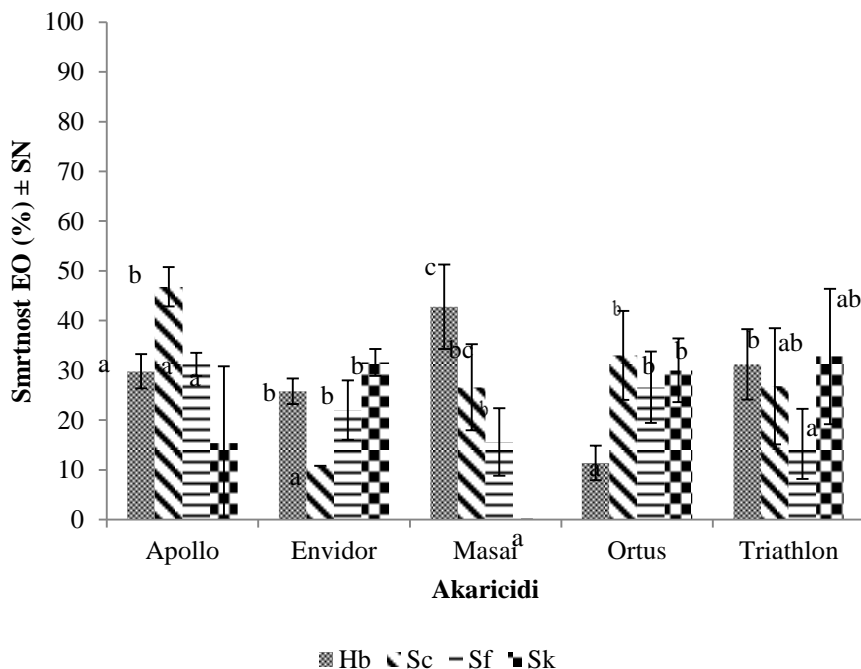
3.4 Vpliv akaricidov po 24 urah pri 15 °C

Rezultati raziskave so pokazali, da so akaracidi po 24 urah in pri 15 °C vplivali na preživetje EO različnih vrst (slika 1). Akaricid Apollo je vplival le na smrtnost vrste *S. carpocapsae* ($46,8 \pm 3,9$ %) medtem ko je bila umrljivost ostalih preučevanih vrst primerljiva s kontrolo. Akaricid Envidor je vplival na smrtnost vseh preučevanih vrst razen *S. carpocapsae* ($10,8 \pm 10,8$ %), kjer je bila umrljivost IL primerljiva s kontrolo. EO vrste *S. kraussei* se je izkazala kot edina tolerantna v mešanici suspenzije, ki je vsebovala akaricid Masai. Vrsta *H. bacteriophora* je bila tolerantna na akaricid Ortus, medtem ko je bila vrsta *H. bacteriophora* kot edina občutljiva na akaricid Triathlon spray (slika 1).

3.5 Vpliv akaricidov po 24 urah pri 20 °C

Rezultati raziskave so pokazali, da so akaracidi po 24 urah in pri 20 °C vplivali na preživetje EO različnih vrst (slika 2). Akaricid Apollo je vplival na smrtnost vseh vrst EO razen *S. carpocapsae* (0 ± 0 %) in *H. bacteriophora* (0 ± 0 %), kjer je bila umrljivost IL primerljiva s kontrolo. Akaricid Envidor je vplival na smrtnost vseh vrst EO razen *S. feltiae* (0 ± 0 %), kjer je bila umrljivost IL primerljiva s kontrolo. Vrsti *H.*

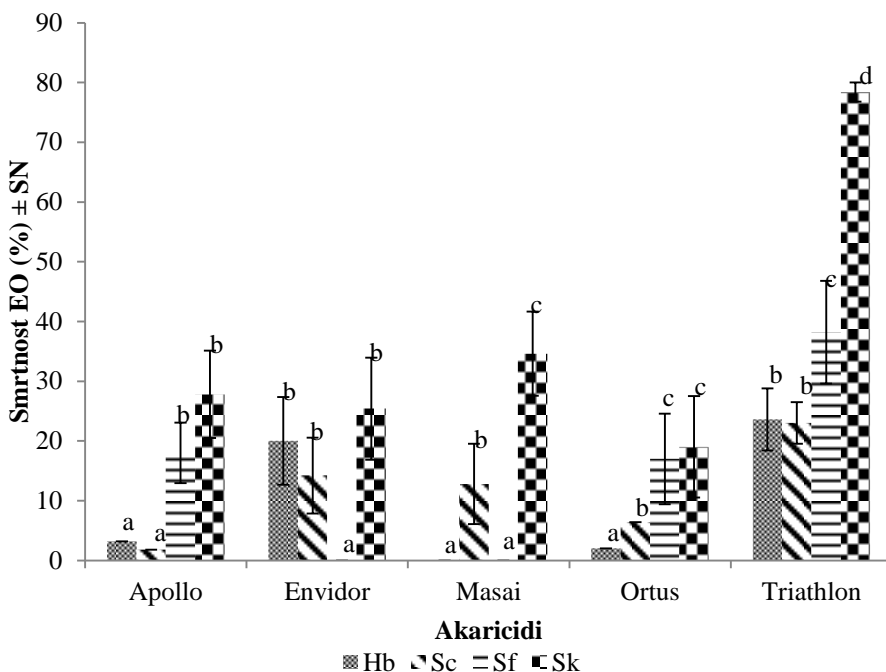
bacteriophora in *S. feltiae* sta se izkazali kot tolerantni na akaricid Masai. Vrsta *H. bacteriophora* se je izkazala kot edina tolerantna na akaricid Ortus. Akaricid Triathlon spray je vplival na smrtnost vseh preučevanih vrst EO (slika 2).



Slika 1: Korigirana smrtnost IL EO (% ± SN) po 24 urih izpostavljenosti akaricidom pri T = 15 °C. Vrednosti, ki jim sledijo različne črke so statistično različne (P < 0,05). Vrednosti z oznako a se statistično značilno ne razlikujejo s kontrolo; Sf – *Steinernema feltiae*; Sc – *Steinernema carpocapsae*; Sk – *Steinernema kraussei*; Hb – *Heterorhabditis bacteriophora*.

3.6 Vpliv akaricidov po 24 urah pri 25 °C

Rezultati raziskave so pokazali, da so akaracidi po 24 urah in pri 25 °C vplivali na preživetje EO različnih vrst (slika 3). Akaricida Apollo in Envidor sta vplivala na smrtnost vseh preučevanih vrst EO. Akaricid Masai je vplival na smrtnost vseh vrst EO, razen *S. carpocapsae* (0 ± 0 %), kjer je bila umrljivost IL primerljiva s kontrolo. Vrsta *S. feltiae* se je izkazala kot edina občutljiva na akaricid Ortus. Akaricid Triathlon spray je vplival na smrtnost vseh preučevanih vrst EO, razen *S. carpocapsae* (0 ± 0 %), kjer je bila umrljivost IL primerljiva s kontrolo (slika 3).



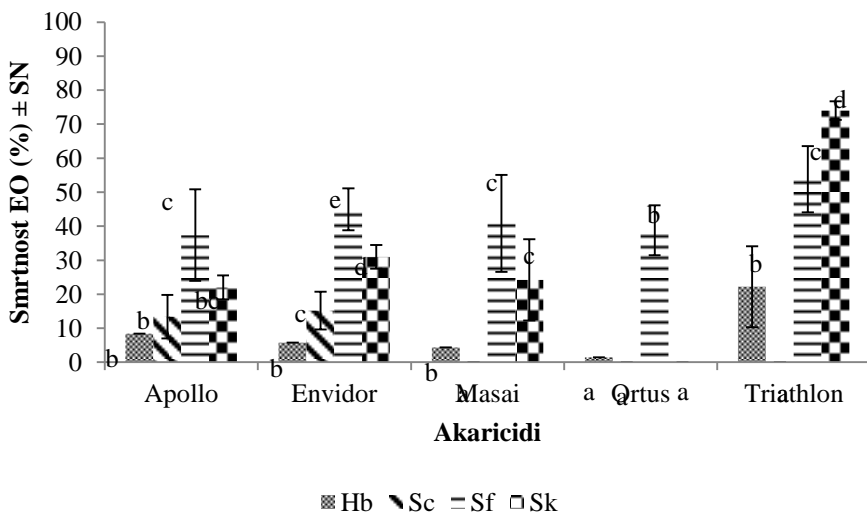
Slika 2: Korigirana smrtnost IL EO (% ± SN) po 24 urah izpostavljenosti akaricidom pri T = 20 °C. Vrednosti, ki jim sledijo različne črke so statistično različne (P < 0,05). Vrednosti z oznako a se statistično značilno ne razlikujejo s kontrolo; Sf – *Steinernema feltiae*; Sc – *Steinernema carpocapsae*; Sk – *Steinernema kraussei*; Hb – *Heterorhabditis bacteriophora*.

4 RAZPRAVA

EO lahko uporabljamo za zatiranje različnih vrst škodljivcev. Njihova uporaba je bila dolga leta vezana le na talne škodljivce, zadnji dve desetletji pa se kaže potencial tudi v uporabi za zatiranje nadzemskih škodljivcev. Za uspešno zatiranje nadzemskih škodljivcev z uporabo EO morajo biti ustrezna vlaga, temperatura in čim krajša izpostavitve ultravijoličnemu sevanju (Laznik in Trdan, 2011).

V naši raziskavi smo želeli preučiti združljivost različnih akaricidov s štirimi vrstami EO (*H. bacteriophora*, *S. carpocapsae*, *S. feltiae* in *S. kraussei*). Rezultati naše raziskave, kot tudi že nekaterih predhodnih raziskav (Rovesti in Deseč, 1990; Laznik in Trdan, 2014), so potrdili, da je združljivost EO s FFS mogoča, vendar je odvisna od interakcije med vrsto EO, aktivno snovjo in tudi temperaturo. Laznik in Trdan (2014) poročata, da je smrtnost EO pri mešanju z insekticidi in herbicidi manjša pri nižji temperaturi, s povečevanjem temperature pa se smrtnost EO povečuje. Rezultati naše raziskave so v nasprotju s predhodnimi, saj smo pri najnižji preučevani temperaturi dosegli največjo smrtnost EO. Ta fenomen lahko pojasnimo z raziskavo, ki so jo opravili v ZDA. Grewal in sod. (1994) namreč poročajo o možnosti izgube naravnih

lastnosti EO pri njihovem gojenju *in vitro*. Vse ogorčice, ki smo jih uporabili v našem poskusu so bile namreč gojene na gojiščih in niso bile izolirane iz tal. Do podobnih zaključkov so prišli tudi raziskovalci v Novi Zelandiji (Wilson in sod., 2012).



345

Slika 3: Korigirana smrtnost IL EO (% ± SN) po 24 urih izpostavljenosti akaricidom pri T = 25 °C. Vrednosti, ki jim sledijo različne črke so statistično različne (P < 0,05). Vrednosti z oznako a se statistično značilno ne razlikujejo s kontrolo; Sf – *Steinernema feltiae*; Sc – *Steinernema carpocapsae*; Sk – *Steinernema kraussei*; Hb – *Heterorhabditis bacteriophora*.

Naša raziskava je pokazala, da je najbolj tolerantna vrsta *H. bacteriophora* in najbolj občutljiva *S. feltiae*. Vendar se ti rezultati razlikujejo glede na aktivno snov, čas izpostavljenosti in temperaturo. Tako smo prišli do ugotovitev, da lahko vrsto *H. bacteriophora* mešamo z aktivno snovjo fenpiroksimat pri vseh temperaturah, z a.s. klofentezin in fenpiroksimat pri 20 in 25 °C, z a.s. tebufenpirad pri 20 °C ter z a.s. spirodiklofen pri 25 °C. Vrsto *S. carpocapsae* lahko mešamo z a.s. fenpiroksimat pri 20 in 25 °C, z a.s. klofentezin pri 20 °C ter a.s. tebufenpirad pri 25 °C. Vrsto *S. feltiae* lahko mešamo le z a.s. spirodiklofen in tebufenpirad pri 20 °C. Vrsto *S. kraussei* lahko mešamo z a.s. fenpiroksimat pri 20 in 25 °C in z a.s. klofentezin pri 15 °C. Akaricid Triathlon sprej z a.s. abamektin in piretrin ni primeren za sočasno uporabo z EO. Ta rezultat smo pričakovali, saj sta že Laznik in Trdan (2014) ugotovila, da snov abamektin slabo vpliva na življenje IL EO. Komercialni pripravek Ortus z a.s. fenpiroksimat pa se je izkazal kot najbolj ustrezen za mešanje z EO, saj ga lahko mešamo z vrstami *H. bacteriophora*, *S. carpocapsae* in tudi *S. kraussei* pri 20 in 25 °C.

Rezultati naše raziskave so pokazali, da je EO mogoče hkrati aplicirati z nekaterimi insekticidnimi a. s. in s tem pripomoremo k učinkovitejšim, cenejšim in časovno hitrejšim zatiranju škodljivih organizmov na rastlinah.

5 ZAHVALA

Raziskava je nastala v sklopu programske skupine Hortikultura (P4-0013-0481), ki jo financira agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije (ARRS). Del raziskave je bil financiran v okviru strokovnih nalog s področja varstva rastlin, ki ga financira Ministrstvo za kmetijstvo in gozdarstvo v sklopu Fitosanitarne uprave Republike Slovenije. Posebna zahvala za pomoč pri izvedbi poskusa gre Urški Držaji.

6 LITERATURA

- Grewal PS, Selvan S, Gaugler R (1994) Thermal adaptation of entomopathogenic nematodes: niche breadth for infection, establishment, and reproduction. *Journal of Thermal Biology*, 19: 245-253
- Koppenhöfer A.M., Grewal, P.S. 2005. Compatibility and interactions with agrochemicals and other biocontrol agents. Nematodes as biocontrol agents, Grewal, P.S., Ehlers, R.-U. in Shapiro-Ilan, D.I. (ur.) (eds.). Wallingford, CABI: 363-381
- Laznik Ž., Trdan S. 2011. Entomopathogenic nematodes (Nematoda: Rhabditida) in Slovenia: from *tabula rasa* to implementation into crop production systems. *Insecticides – pest engineering*. Peervern F. (ed.). Intech, Rijeka, Croatia: 627-656
- Laznik Ž., Vidrih M., Trdan S. 2012. Effect of different fungicides on viability of entomopathogenic nematodes *Steinernema feltiae* (Filipjev), *S. carpocapsae* Weiser and *Heterorhabditis downesi* Stock, Griffin & Burnell (Nematoda: Rhabditida) under laboratory conditions. *Chilean journal of agricultural research*, 72: 62–67
- Laznik Ž., Trdan S. 2014. The influence of insecticides on the viability of entomopathogenic nematodes (Rhabditida: Steinernematidae and Heterorhabditidae) under laboratory conditions. *Pest Management Science*, 70: 784-789
- Rovesti L., Deseo K.V. 1990. Compatibility of chemical pesticides with entomopathogenic nematodes *Steinernema carpocapsae* Weiser and *S. feltiae* Filipjev (Nematoda: Steinernematidae). *Nematologica*, 36: 237–245
- Wilson M. J., Ehlers R. U., Glazer I. 2012 Entomopathogenic nematode foraging strategies – is *Steinernema carpocapsae* really an ambush forager? *Nematology* 14:389-394

ALI LAHKO RESARJE IZ RODU *Scirtothrips* IN VRSTO *Thrips setosus* KMALU PRIČAKUJEMO V SLOVENIJI?

Stanislav TRDAN¹, Gijsbertus VIERBERGEN², Sanja RADONJIĆ³, Simona PERME⁴, Žiga LAZNIK⁵, Tanja BOHINC⁶

^{1,5} Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Ljubljana

² Ministry of Economic Affairs, Netherlands Food and Consumer Product Authority,
Division Agriculture and Nature, National Reference Centre, Wageningen,
The Netherlands

³ University of Montenegro, Biotechnical Faculty, Podgorica, Montenegro

⁴ Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, Uprava Republike Slovenije za
varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin, Ljubljana

IZVLEČEK

V okviru Programa preiskav za ugotavljanje navzočnosti škodljivih organizmov rastlin smo v Laboratoriju za fitomedicino v letu 2016 ugotavljali zastopanost resarjev iz rodu *Scirtothrips* (*S. dorsalis*, *S. aurantii* in *S. citri*), v letu 2017 pa smo, poleg navedenih, ugotavljali tudi morebitno pojavljanje resarja *Thrips setosus*, katerega zastopanost smo sicer v okviru programa strokovnih nalog s področja zdravstvenega varstva rastlin spremljali že v letu 2016. Resarji iz rodu *Scirtothrips* so uvrščeni na seznam priloge II.A.I Direktive Sveta 2000/29/ES, resar *T. setosus* pa spada med škodljive organizme, ki niso na seznamih Direktive Sveta 2000/29/ES, vendar predstavljajo neposredno nevarnost za zdravje rastlin. V prispevku so predstavljene vse štiri vrste resarjev, navedene so vse njihove dosedanje najdbe v Evropi, njihovi najpomembnejši gostitelji in rezultati posebnega nadzora v Sloveniji v letu 2016. V zaključku je podano mnenje avtorjev o možnostih pojava predstavljenih vrst resarjev v Sloveniji.

Gljučne besede: *Scirtothrips dorsalis*, *Scirtothrips aurantii*, *Scirtothrips citri*, *Thrips setosus*, spremljanje, Slovenija

ABSTRACT

CAN WE EXPECT *Scirtothrips* SPECIES AND *Thrips setosus* IN SLOVENIA SOON?

¹ prof. dr., Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana, e-pošta: stanislav.trdan@bf.uni-lj.si

² P. O. Box 9102, 6700 HC, Wageningen, The Netherlands

³ izr. prof., dr., Mihaila Lalića 1, 81000 Podgorica, Montenegro

⁴ mag. agr. znan., Dunajska 22, SI-1000 Ljubljana

⁵ doc. dr., Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana

⁶ asist. dr., prav tam

Within the framework of the Programme of investigation for the assessment of occurrence of pests and diseases we assessed the occurrence of *Scirtothrips* species (*S. dorsalis*, *S. aurantii* and *S. citri*) in the Laboratory of Phytomedicine in 2016, and in 2017 we will assess, beside mentioned, the potential occurrence of *Thrips setosus*, which occurrence we studied already in 2016 within the framework of Professional tasks from the field of plant protection. Thrips from *Scirtothrips* genus are placed in the annex II.A.I of Council Directive 2000/29/EC, while *T. setosus* is not placed in the same annex, although it presents direct danger for plant health. In the paper all four thrips species are presented, and all their previous records in Europe are mentioned. In addition the most important hosts and the results of special survey in Slovenia in 2016 for all four species are presented. As conclusion the author's opinion about the possibilities of occurrence of three *Scirtothrips* species and *T. setosus* in Slovenia is presented.

Key words: *Scirtothrips dorsalis*, *Scirtothrips aurantii*, *Scirtothrips citri*, *Thrips setosus*, monitoring, Slovenia

1 UVOD

V Sloveniji je bilo doslej ugotovljenih 120 vrst resarjev (Thysanoptera), 90 vrst iz podreda Terebrantia in 30 vrst iz podreda Tubulifera (Trdan, 2014). Gospodarsko škodljivih je relativno malo vrst, med temi pripada v rastlinjakih najvidnejše mesto cvetličnemu resarju (*Frankliniella occidentalis*), ki je v njih poleg navadne pršice (*Tetranychus urticae*) in rastlinjakovega ščitkarja (*Trialeurodes vaporariorum*) prevladujoča vrsta (Trdan *et al.*, 1999). Na prostem je pri nas najbolj škodljiv kozmopolit in polifag tobakov resar (*Thrips tabaci*), katerega poškodbe in posledična škoda se navadno v največjem obsegu pojavljajo na zelju, čebuli in poru (Trdan *et al.*, 2006, 2008; Gombač in Trdan, 2014). Zlasti zaradi hitrega širjenja, težavnega zatiranja in velike škodljivosti cvetličnega resarja v evropskih rastlinjakih po letu 1992, ko je bil prvič ugotovljen na Nizozemskem, so predstavniki reda Thysanoptera, ki imajo podobno bionomijo kot omenjeni škodljivci, v zadnjih 25 letih v Evropi deležni precejšnje pozornosti (Trdan, 1999).

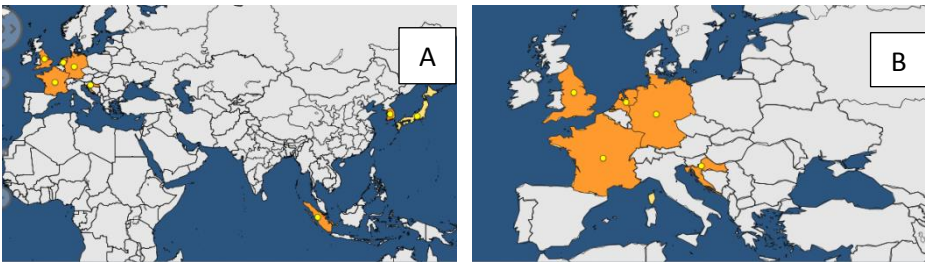
V okviru Programa preiskav za ugotavljanje navzočnosti škodljivih organizmov rastlin smo v Laboratoriju za fitomedicino v letu 2016 ugotavljali zastopanost resarjev iz rodu *Scirtothrips* (*S. dorsalis*, *S. aurantii* in *S. citri*), v letu 2017 pa smo, poleg navedenih, ugotavljali tudi morebitno pojavljanje resarja *Thrips setosus*, katerega zastopanost smo sicer v okviru programa strokovnih nalog s področja zdravstvenega varstva rastlin spremljali že v letu 2016. Resarji iz rodu *Scirtothrips* so uvrščeni na seznam priloge II.A.I Direktive Sveta 2000/29/ES, resar *T. setosus* pa spada med škodljive organizme, ki niso na seznamih Direktive Sveta 2000/29/ES, vendar predstavljajo neposredno nevarnost za zdravje rastlin.

V nadaljevanju predstavljamo vse štiri vrste resarjev, navedene so vse njihove dosedanje najdbe v Evropi, njihovi najpomembnejši gostitelji in rezultati posebnega nadzora resarjev iz rodu *Scirtothrips* v Sloveniji v letu 2016.

2 RESAR *Thrips setosus* Moulton

2.1 Izvor, razširjenost in najdbe v EU

Resar *T. setosus* je močno razširjen na Japonskem, kjer se še posebno številčno pojavlja na otoku Hokkaido. Omenjena velika številčnost je najverjetneje posledica škodljivčeve diapavze, ki mu omogoča preživetje relativno ostrih zim. Vrsta se pojavlja tudi v Južni Koreji in zelo verjetno tudi v Indoneziji (slika 1A). Ker resar ni občutljiv na nizke temperature, strokovnjaki predvidevajo, da se bo lahko na prostem ohranil tudi v Evropi. Doslej je bila vrsta najdena na Nizozemskem, v Veliki Britaniji, Nemčiji, Franciji in na Hrvaškem (slika 1B, preglednica 1).



Slika 1: Razširjenost resarja *Thrips setosus* v svetu (A) in Evropi (B) (EPPO Global Database, 2017).

Preglednica 1: Države, v katerih je bila doslej potrjen resar *Thrips setosus* in v katerih so s posebnim nadzorom potrdili njegovo odsotnost (EPPO Global Database, 2017).

Celina	Država	Zastopanost	Referenca	Prva najdba
Afrika	Alžirija	-	NPPO Alžirija (2016-10)	-
Azija	Indonezija	+	Johari (2015)	-
Azija	Japonska	+	Kurosawa (1957), Mizobuchi in Fujiwara (1991), Murai (2001), Ohnishi in sod. (2001).	-
Azija	Južna Koreja	+	Woo in sod. (1991)	-
Evropa	Belgija	-	NPPO Belgija (2016-10)	-
Evropa	Hrvaška	+	NPPO Hrvaška (2016-10).	2016
Evropa	Češka	-	NPPO Češka (2016-10).	-
Evropa	Francija	+	NPPO Francija (2016-11).	2016
Evropa	Nemčija	+	NPPO Nemčija (2016-10).	2015
Evropa	Italija	-	NPPO Italija (2016-10).	-
Evropa	Latvija	-	NPPO Latvija (2016-10).	-
Evropa	Litva	-	NPPO Litva (2016-10).	-
Evropa	Malta	-	NPPO Malta (2016-10).	-
Evropa	Nizozemska	+	NPPO Nizozemska (2014-10, 2015-05).	2014
Evropa	Slovenija	-	NPPO Slovenija (2016-10).	-
Evropa	Švedska	-	Gertsson (2015), NPPO Švedska (2016-10).	-
Evropa	Velika Britanija	+	NPPO Velika Britanija (2016-11).	2016

2.2 Gostitelji in škodljivost

Vrsta se primarno hrani s sesanjem na listih. Njeno angleško poimenovanje 'japonski cvetlični resar' (angl. 'Japanese flower thrips') nakazuje na to, da se resar hrani tudi na cvetovih, a ne s cvetnim prahom. Zato ga ne moremo obravnavati kot značilnega cvetličnega resarja. Resarji, ki se hranijo na listih, se namreč precej manj premikajo med rastlinami kot tisti, ki se hranijo s cvetnim prahom.

Na hortenzijah (*Hydrangea*), ki so najpomembnejši gostitelji resarja *T. setosus*, se osebki te vrste hranijo na listih in sterilnih cvetovih. Slednji po obdobju cvetenja ne odpadejo, ampak se ohranijo pozno v jesenski čas, tudi potem, ko listi odpadejo. Na Nizozemskem (kraj Kudelstaart), kjer so vrsto *T. setosus* prvič našli v Evropi, se ta pojavlja v rastlinjakih in na prostem.

Resar *T. setosus* je sicer velik polifag in se na Japonskem pojavlja na številnih vrstah vrtnin (paprika, kumare, bučke, paradižnik, jajčevci idr.), poljščin (tobak, grah idr.), okrasnih rastlin (okrasno zelje, krizanteme, dalije, iris, žametnice idr.), plevelov in drugih samoniklih rastlin (rodovi *Cirsium*, *Lamium*, *Polygonum* idr.). Iz Koreje poročajo o pojavljanju resarja na rižu. Na Nizozemskem je bil doslej najden tudi na plevelih *Heracleum sphondylium*, *Lamium purpureum* in *Urtica dioica*.

Poškodbe na listih so vidne kot srebrne pege s črnimi pikami. Za vrsto *T. setosus* je tudi dokazano, da je prenašalec virusa TSWV. V razpoložljivi strokovni literaturi ni nobenega podatka, da resar povzroča pomembno neposredno ali posredno škodo na območju njegovega izvora. Dejstvo, da se lahko pojavlja na številnih gostiteljskih rastlinah predstavlja tveganje predvsem za prenos virusa TSWV (nahaja se na EPPO seznamu A2) na rastlinah, ki jih gojimo v rastlinjakih. Resar *Thrips setosus* je uvrščen na opozorilni seznam EPPO (angl. EPPO Alert List), torej je EPPO ocenila, da njegov pojav v Evropi predstavlja morebitno tveganje za območje EU.

Raziskave na Japonskem so pokazale, da ima vrsta sposobnost hitrega razmnoževanja, v Evropi pa ima največ možnosti da postane škodljivec v rastlinjakih. Zaradi majhnosti je detekcija osebkov težavna (*Thrips setosus*..., 2017).

2.3 Širjenje

Potencial naravnega širjenja je za resarja *T. setosus* omejen. Na daljše razdalje je prenos mogoč z mednarodno trgovino s sadilnim materialom (sadike, rezano cvetje in listi, plodovi in vrtnine), zemljo in rastnimi substrati.

3 RESARJI *Scirtothrips dorsalis* Hood, *Scirtothrips citri* (Moulton) in *Scirtothrips aurantii* Faure

3.1.1 Izvor, razširjenost in najdbe v EU

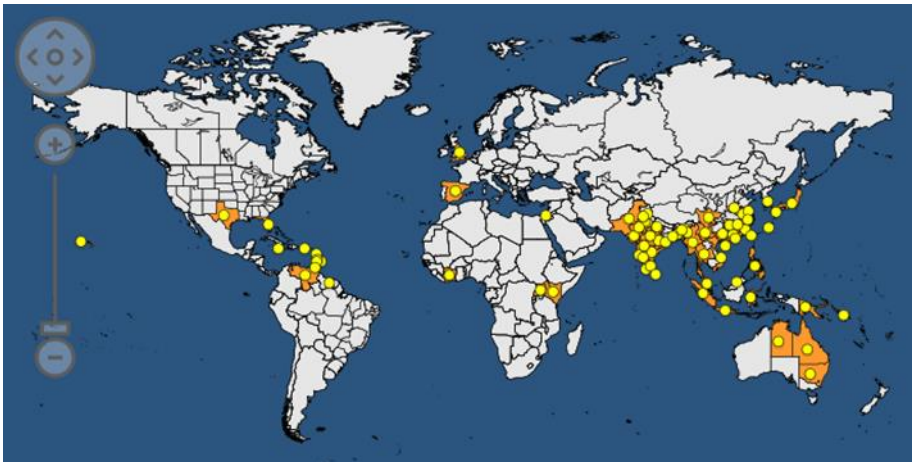
Resar *Scirtothrips dorsalis* izvira iz JV Azije ali Indijskega polotoka, resar *S. citri* iz ZDA, vrsta *S. aurantii* pa iz J Afrike. Resarji so razširjeni v tropih in subtropih. V Evropi pa je bil doslej najden le resar *S. dorsalis*, in sicer v Veliki Britaniji, na

Nizozemskem in v Španiji (slika 2, preglednica 2). Resarja *S. citri* (slika 3, preglednica 3) in *S. aurantii* (slika 4, preglednica 4) v Evropi še nista bila najdena.

Preglednica 2: Države, v katerih je bila doslej potrjen resar *Scirtothrips dorsalis* in v katerih so s posebnim nadzorom potrdili njegovo odsotnost (EPPO Global Database, 2017).

Kontinent	Država	Zastopanost	Referenca	Prva najdba
Afrika	Slonokoščena obala	+	EPPO 2000	2000
Afrika	Kenija	+	EPPO 2015, Macharia <i>et al.</i> (2015)	2006
Afrika	JAR	-	EPPO 2007	
Afrika	Uganda	+	EPPO 2013, Ssemwogerere <i>et al.</i> (2013), Tanansi Muwanika <i>et al.</i> (2013)	2013
Amerika	Barbados	+	EPPO 2009, Jha <i>et al.</i> (2009)	2005
Amerika	Gvadelup	+	EPPO 2015, Etienne <i>et al.</i> (2015)	2015
Amerika	Jamajka	+	EPPO 2009, Jha <i>et al.</i> (2009)	1995
Amerika	Portoriko	+	EPPO 2009, Jha <i>et al.</i> (2009), Cabrera-Asencio in Ramirez (2007)	2006
Amerika	Sv. Lucija	+	EPPO 2009, Jha <i>et al.</i> (2009)	2004
Amerika	St. Vincent in Granadini	+	EPPO 2009, Jha <i>et al.</i> (2009)	2003
Amerika	Surinam	+	EPPO 2009, Jha <i>et al.</i> (2009)	2004
Amerika	Trinidad in Tobago	+	EPPO 2009, Jha <i>et al.</i> (2009)	2003
Amerika	ZDA	+	EPPO 2009, Jha <i>et al.</i> (2009)	1991
Amerika	Venezuela	+	EPPO 2009, Jha <i>et al.</i> (2009)	2000
Azija	Bangladeš	+	EPPO 1995	
Azija	Brunej	+	EPPO 1995	
Azija	Kambodža	-	EPPO 2013	
Azija	Kitajska	+	EPPO 2011, Mirab-Balou <i>et al.</i> (2011)	
Azija	Indija	+	EPPO 2015, Singh in Sachan (1992), Tyagi in Kumar (2015), Yadav in Rizvi (1995)	
Azija	Indonezija	+	EPPO 2013, Miyazaki <i>et al.</i> (1984), Sartiami in Mound (2013)	
Azija	Izrael	+	EPPO 2004, NPPO Izrael (2003-07, 2005-01)	2001
Azija	Japonska	+	EPPO 1994, Furuhashi in Serizawa (1994), Mound in Palmer (1981)	
Azija	Južna Koreja	+	EPPO 2001, Jeon <i>et al.</i> (2000), Lee <i>et al.</i> (2001)	
Azija	Malezija	+	EPPO 2011, Azidah (2011), Mound in Azidah (2009), Sujan <i>et al.</i> (1985)	
Azija	Mjanmar	+	EPPO 2016	
Azija	Pakistan	+	EPPO 1995, Baloch <i>et al.</i> (1994), Mallah in Lohar (1987)	
Azija	Filipini	+	EPPO 1997	
Azija	Šrilanka	+	EPPO 2007, Dharmasena (1998), Gunasena in Hughes (2000), Palmer in Mound (1983), Tillekaratne <i>et al.</i> (2007)	
Azija	Tajvan	+	EPPO 2011, Chang (1995), Mirab-Balou <i>et al.</i>	

			<i>al.</i> (2011), Wang (1994)	
Azija	Vietnam	+	EPPO 2008, Le Quang <i>et al.</i> (2008)	
Evropa	Austria	-	EPPO 2014, NPPO Avstrija (2014-06)	
Evropa	Belgija	-	EPPO 2016, NPPO Belgija (2014-05, 2015-12, 2016-12)	
Evropa	Nizozemska	+	EPPO 2015, NPPO Nizozemska (2009, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015)	2015
Evropa	Španija	+	EPPO 2017	2017
Evropa	Velika Britanija	+	EPPO 2014, Collins (2010)	2008
Oceanija	Avstralija	+	EPPO 2004, CSIRO (2004)	
Oceanija	Papua Nova Gvineja	+	EPPO 1995, Palmer in Mound (1983)	
Oceanija	Salomonovi otoki	+	EPPO 1995, Palmer in Mound (1983)	



Slika 2: Razširjenost resarja *Scirtothrips dorsalis* po svetu (EPPO Global Database, 2017).

3.1.2 Gostitelji in škodljivost

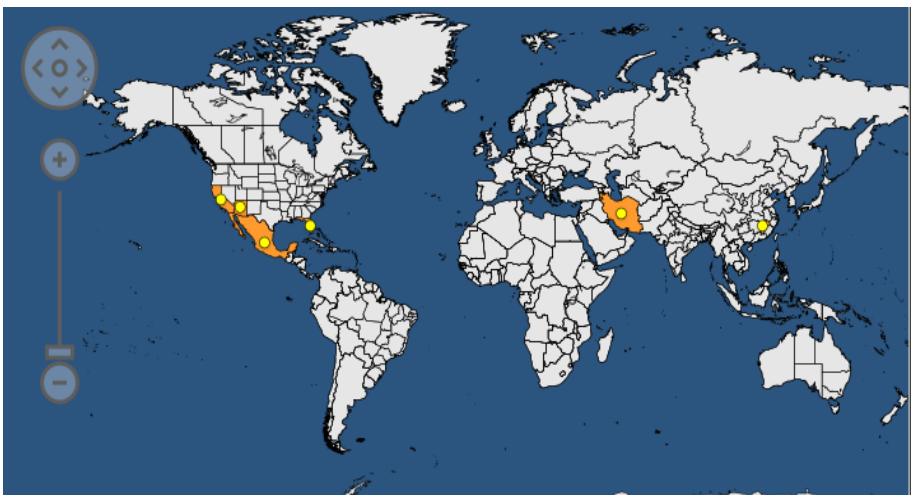
Kot je značilno za predstavnike iz rodu *Scirtothrips*, odloži samica jajčeca v najmlajša rastlinska tkiva. Izlegle ličinke in odrasli osebki sesajo rastlinski sok, kar lahko povzroči rjavenje in deformacije poganjkov, listov, cvetov in mladih plodov. Močno napadeni cvetovi lahko odpadejo. Škoda se pojavlja na drevesnih vrstah in rastlinah, gojenih v rastlinjakih. Najpomembnejši gostitelji so citrusi na prostem, uvoženo sadje in zelenjava, pojavljajo pa se tudi na vrtninah, okrasnih rastlinah, sadnih vrstah in na poljščinah. Veliko škodo resar *S. dorsalis* povzroča pridelovalcem čilija. Napadeni listi se zvijajo, postanejo krhki in odpadejo. Ob močnem napadu je lahko izpad pridelka od 25 do 55 %. Resar *Scirtothrips dorsalis* je uvrščen na EPPO seznam A2, resarja *S. citri* in *S. aurantii* pa na EPPO seznam A1. Stopnja tveganja za slednje dve vrsti je večja v sredozemskih državah, kjer pridelujejo citruse. Ti sicer povzročata

razbarvanje listov, ob močnem napadu pa se listi obarvajo rjavo. Do podobnega simptoma lahko pride tudi na plodovih, na katerih pride na vrhu do pojava razbarvanega obroča.

Preglednica 3: Države, v katerih je bila doslej potrjen resar *Scirtothrips citri* in v katerih so s posebnim nadzorom potrdili njegovo odsotnost (EPPO Global Database, 2017).

Kontinent	Država	Zastopanost	Referenca	Prva najdba
Amerika	Mehika	+	EPPO 1994, Ferrari et al. (1993)	
Amerika	ZDA	+	EPPO 1994, Ferrari et al. (1993), Mound in Palmer (1981)	
Azija	Kitajska	+	EPPO 2003, Li et al. (2003)	
Azija	Indija	-	EPPO 2000	
Azija	Iran	+	EPPO 2008, Akbari in Seraj (2007)	
Evropa	Belgija	-	EPPO 2016, NPPO Belgija (2015-12, 2016-12)	
Evropa	Nizozemska	-	EPPO 2015, NPPO Nizozemska (2009, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015)	

353

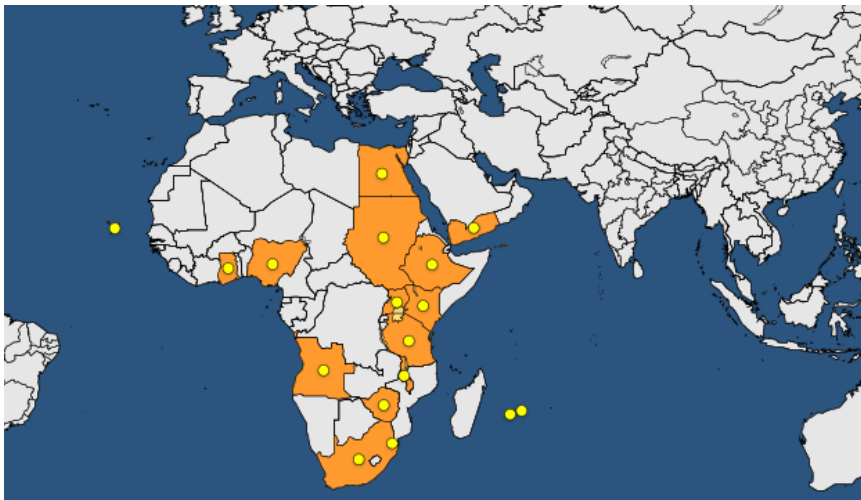


Slika 3: Razširjenost resarja *Scirtothrips citri* po svetu (EPPO Global Database, 2017).

Preglednica 4: Države, v katerih je bila doslej potrjen resar *Scirtothrips aurantii* in v katerih so s posebnim nadzorom potrdili njegovo odsotnost (EPPO Global Database, 2017).

Kontinent	Država	Zastopanost	Referenca	Prva najdba
Afrika	Angola	+	EPPO 1994	-
Afrika	Kapverdski otoki	+	EPPO 1994	-
Afrika	Egipt	+	EPPO 1992	-
Afrika	Etiopija	+	EPPO 1994	-
Afrika	Gana	+	EPPO 1992	-
Afrika	Kenija	+	EPPO 1994	-
Afrika	Malavi	+	EPPO 1961, Malenga (1979), Rattan (1992)	-
Afrika	Mavricij	+	EPPO 1994	-
Afrika	Nigerija	+	EPPO 1994	-
Afrika	Reunion	+	EPPO 1994, Quilici et al. (1988)	-
Afrika	JAR	+	EPPO 1992, Brink (1993), Mound in Palmer (1981), Samways (1986)	-
Afrika	Sudan	+	EPPO 1992	-
Afrika	Swazi	+	EPPO 1995	-
Afrika	Tanzanija	+	EPPO 1994	-
Afrika	Uganda	+	EPPO 1994	-
Afrika	Zimbabve	+	EPPO 1992	-
Azija	Jemen	+	EPPO 1994, Mound in Palmer (1981), Philips et al. (1983), Tanigoshi in Griffiths (1982)	-
Evropa	Belgija	-	EPPO 2015, NPPO Belgija (2015-12, 2016-12)	-
Evropa	Nizozemska	-	EPPO 2015, NPPO Nizozemska (2009, 2011, 2013, 2014, 2015)	-

354



Slika 5: Razširjenost resarja *Scirtothrips aurantii* po svetu (EPPO Global Database, 2017).

3.1.3 Širjenje

Potencial naravnega širjenja je za omenjeno vrsto omejen. Na daljše razdalje je prenos mogoč z mednarodno trgovino s sadilnim materialom, rezanim cvetjem, listnatimi okrasnimi rastlinami, sadjem in zelenjavo. Možnost prenosa s plodovi je majhna.

4 Vzorčenje resarjev v Sloveniji v letu 2016

V okviru Programa strokovnih nalog s področja zdravstvenega varstva rastlin za leto 2016 smo v okviru Programa preiskav za ugotavljanje škodljivih organizmov rastlin med 13.7. in 15.9. izvedli 40 pregledov na morebitno zastopanost resarjev iz rodu *Scirtothrips*, v istem obdobju pa smo ugotavljali tudi zastopanost resarja *Thrips setosus* v okviru naloge Problematika drugih škodljivih organizmov, ki se pojavljajo na ozemlju Slovenije ali v državah EU in pomenijo nevarnost za zdravstveno varstvo rastlin v Sloveniji.

Pri vsakem pregledu vrtninah in/ali okrasnih rastlinah v rastlinjaki in v njihovi bližini smo odvzeli po en vzorec (navadno večje število odraslih resarjev), katere smo nato determinirali s standardnimi morfološki metodami. Zastopanosti resarjev iz rodu *Scirtothrips* in vrste *T. setosus* nismo potrdili v nobenem vzorcu. V večini vzorcev iz rastlinjakov se je pojavljal cvetlični resar (*Frankliniella occidentalis*), v večini vzorcev, odvzetih na prostem, pa se je pojavljala vrsta *Frankliniella intonsa*. Vzorčenje resarjev smo na različnih območjih Slovenije izvajali 13.7., 27.7., 28.7., 11.8., 17.8., 7.9. in 8.9.

V preglednici 5 so navedeni termini in lokacije vzorčenja, rastlinske vrste, na katerih smo pridobili vzorce ter vrste resarjev, ki smo jih določili z morfološki determinacijski ključi Moritz (1994 in 2006) ter drugimi slikovni ključi, dostopni na svetovnem spletu. Prikazani so le t.i. pozitivni vzorci, saj na mnogih pregledanih rastlinah resarjev nismo našli.

Preglednica 5: Datumi in lokacije pregledov in odvzema vzorcev resarjev za pregled na potencialno zastopanost resarjev iz rodu *Scirtothrips* in vrste *Thrips setosus* v Sloveniji v letu 2016.

Dan vzorčenja	Lokacija vzorčenja	Rastlinjak/na prostem	Gostiteljska rastlina	Vrsta resarja
13.7.	Sela pri Ratežu	rastlinjak	različne vrste okrasnih rastlin (cvetovi)	<i>Frankliniella occidentalis</i>
13.7.	Sela pri Ratežu	rastlinjak	paprika (cvet)	<i>Frankliniella occidentalis</i>
13.7.	Otočec	rastlinjak	paprika (cvet)	<i>Frankliniella occidentalis</i>
27.7.	Bukovica	rastlinjak	kumare (cvet)	<i>Frankliniella occidentalis</i>
27.7.	Bukovica	na prostem (ob rastlinjaku)	hibiskus (cvet)	<i>Frankliniella intonsa</i>
27.7.	Bukovica	rastlinjak	paprika (cvet)	<i>Frankliniella occidentalis</i>
27.7.	Šempeter	rastlinjak	paradižnik (cvet)	<i>Frankliniella occidentalis</i>
27.7.	Šempeter	na prostem (ob	hibiskus (cvet)	<i>Frankliniella occidentalis</i>

		rastlinjaku)		
27.7.	Nova Gorica	trgovina (zaprt prostor)	kalanhoja (cvet)	<i>Frankliniella occidentalis</i>
27.7.	Nova Gorica	trgovina (zaprt prostor)	orhideja (cvet)	<i>Frankliniella occidentalis</i>
27.7.	Nova Gorica	na prostem (pred trgovino)	drobnocvetna krizantema (cvet)	<i>Frankliniella intonsa</i>
28.7.	Ljubljana	rastlinjak	melona (cvet)	<i>Frankliniella occidentalis</i>
28.7.	Ljubljana	rastlinjak	paradižnik (cvet)	<i>Frankliniella occidentalis</i>
28.7.	Ljubljana	rastlinjak	paprika (cvet)	<i>Frankliniella occidentalis</i>
28.7.	Ljubljana	na prostem	čebula (listi)	<i>Aeolothrips intermedius</i>
28.7.	Ljubljana	trgovina (zaprt prostor)	krizanteme (cvet)	<i>Frankliniella occidentalis</i> , <i>Thrips tabaci</i>
28.7.	Ljubljana	trgovina (zaprt prostor)	<i>Spathyphyllum</i> (cvet)	<i>Frankliniella occidentalis</i>
28.7.	Ljubljana	trgovina (zaprt prostor)	<i>Saintpaulia</i> (cvet)	<i>Frankliniella occidentalis</i>
28.7.	Ljubljana	trgovina (zaprt prostor)	<i>Crossandra</i> (cvet)	<i>Frankliniella occidentalis</i>
28.7.	Ljubljana	trgovina (zaprt prostor)	<i>Anthurium andreanum</i> (cvet)	<i>Frankliniella occidentalis</i>
10.8.	Zaplana	na prostem (vrt)	paprika (cvet)	<i>Frankliniella intonsa</i>
14.8.	Pacinjje	na prostem (vrt ob hiši)	vrtnica (cvet)	<i>Chirothrips manicatus</i>
14.8.	Gorišnica	na prostem (njiva)	koruza (list)	<i>Frankliniella pallida</i>
14.8.	Kukava	na prostem (pred hišo)	pelargonija cvet	<i>Frankliniella intonsa</i>
17.8.	Tabor	na prostem (njiva)	sončnica (cvet)	<i>Thrips minutissimus</i>
1.9.	Želimlje	na prostem (ob hiši)	hibiskus (cvet)	<i>Frankliniella intonsa</i>
14.9.	Želimlje	na prostem	vrtnica (cvet)	<i>Frankliniella intonsa</i>
11.9.	Želimlje	na prostem (ob hiši)	grmasti petoprstnik (cvet)	<i>Frankliniella intonsa</i>
11.9.	Želimlje	na prostem (ob hiši)	hosta (cvet)	<i>Frankliniella intonsa</i> , <i>Thrips minutissimus</i>
7.9.	Sečovlje	na prostem (ob rastlinjaku)	buča (cvet)	<i>Frankliniella intonsa</i> , <i>Thrips tabaci</i>
7.9.	Korte	na prostem (ob rastlinjaku)	paprika (cvet)	<i>Aeolothrips intermedius</i> , <i>Thrips tabaci</i>
15.9.	Ravne nad Bohinjem	na prostem (travnjak)	jesenski podlesek (cvet)	<i>Frankliniella intonsa</i>
14.9.	Češnjevce ob Bistrici	rastlinjak	paprika (cvet)	<i>Frankliniella occidentalis</i>
14.9.	Bistrica ob Sotli	rastlinjak	paprika (cvet)	<i>Frankliniella occidentalis</i>

356

4 SKLEPI

V letu 2016 smo med 13.7. in 15.9. v rastlinjaki, v njihovi bližini in v trgovinah z okrasnimi rastlinami izvedli 40 pregledov na morebitno zastopanost resarjev iz rodu

Scirtothrips in resarja *Thrips setosus*. Po morfološki determinaciji resarjev v 40 vzorcih, ki so bili odvzeti iz okrasnih rastlin in vrtnin ter na manjšem številu poljščin, ugotavljamo, da nismo ugotovili osebkov, ki bi bili morfološko sorodni s predstavniki omenjenih resarjev.

V 23 vzorcih (v veliki večini so bili nabrani v rastlinjakih) smo potrdili osebkve cvetličnega resarja (*Frankliniella occidentalis*), v 12 vzorcih (nabrani so bili na prostem) osebkve vrste *Frankliniella intonsa* in v treh plenilskega resarja *Aeolothrips intermedius*. Od ostalih vrst resarjev smo v vzorcih določili še vrste *Thrips tabaci*, *T. minutissimus*, *F. pallida* in *Chirothrips manicatus*. Omenjene vrste se pojavljajo predvsem na prostem.

Obstaja verjetnost, da bomo v prihodnjih letih, tudi z razširitvijo spektra njihovih potencialnih gostiteljskih rastlin, v Sloveniji našli obravnavane resarje, a so možnosti za njihovo večjo škodljivost v naših razmerah omejene, saj nimamo večjih nasadov citrusov (*Scirtothrips* spp.) ali pa so resarji (*T. setosus*) občutljivi na insekticide.

5 ZAHVALA

Vzorčenje resarjev z namenom preučitve morebitne zastopanosti vrst iz rodu *Scirtothrips* in vrste *Thrips setosus* opravljamo v okviru programa strokovnih nalog s področja zdravstvenega varstva rastlin, ki ga financira UVHVVR.

6 LITERATURA

- EPPO Global Database. 2017. <https://gd.eppo.int/>
- Gombač, P., Trdan, S. 2014. The efficacy of intercropping with birdsfoot trefoil and summer savoury in reducing damage inflicted by onion thrips (*Thrips tabaci*, Thysanoptera, Thripidae) on four leek cultivars. Journal of plant diseases and protection 121, 3: 117-124.
- Trdan, S. 1999. Bionomija cvetličnega resarja (*Frankliniella occidentalis* Pergande, Thysanoptera) v Sloveniji. Magistrsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 101 str.
- Trdan, S., Seljak, G., Jenser, G. 1999. Cvetlični resar (*Frankliniella occidentalis* Perg.) v Sloveniji. V: MAČEK, Jože (ur.). Zbornik predavanj in referatov 4. slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin v Portorožu od 3. do 4. marca 1999. Ljubljana, Društvo za varstvo rastlin Slovenije. 1999: 239-246.
- Trdan, S., Žnidarčič, D., Valič, N., Rozman, L., Vidrih, M. 2006. Intercropping against onion thrips, *Thrips tabaci* Lindeman (Thysanoptera: Thripidae) in onion production: on the suitability of orchard grass, lacy phacelia, and buckwheat as alternatives for white clover. Journal of plant diseases and protection, 113, 1: 24-30.
- Trdan, S., Žnidarčič, D., Kač, M., Vidrih, M. 2008. Yield of early white cabbage grown under mulch and non-mulch conditions with low populations of onion thrips (*Thrips tabaci* Lindeman). International Journal of Pest management, 54, 4: 309-318.
- Trdan, S. 2014. Seznam resarjev (Thysanoptera), najdenih v Sloveniji. http://www.bf.uni-lj.si/fileadmin/groups/2690/Check-list_slov_2.pdf
- Thrips setosus* (Thysanoptera: Thripidae). 2017. https://www.eppo.int/QUARANTINE/Alert_List/insects/thrips_setosus.htm
- Vierbergen, G., Loomans, A.J.M. 2016. *Thrips setosus* (Thysanoptera: Thripidae), the Japanese flower thrips, in cultivation of Hydrangea in the Netherlands. Entomologische Berichten, 76, 3: 103-108.

**THE USE OF MICROSATELLITE MARKERS AS A TOOL FOR
DISTINCTION BETWEEN WESTERN CORN ROOTWORM (*Diabrotica
virgifera virgifera* [Coleoptera: Chrysomelidae]) POPULATIONS**

Melita ŠTRUKELJ¹, Špela MODIČ², Aleš SEDLAR³, Stephan WINTER⁴, Jaka
RAZINGER⁵

^{1, 2, 5}Plant Protection Department, Agricultural Institute of Slovenia, Slovenia

³Crop Science Department, Agricultural Institute of Slovenia, Slovenia

⁴Plant Virus Department, Leibniz-Institut DSMZ-Deutsche Sammlung von
Mikroorganismen und Zellkulturen GmbH, Germany

ABSTRACT

The western corn rootworm (WCR) is an economically important pest of maize in North America and Europe. It was first discovered in Europe in Serbia in 1992, and in 1998 in NW Italy. Presently there is still some controversy whether these two population outbreaks originate from a single or multiple introductions. Genetic monitoring of WCR utilising molecular markers was reported both on a multinational and micro geographic scale. The aim of our study was to implement two widely used molecular approaches for typing the WCR individuals, microsatellite and mtDNA markers and test them on a limited available number of Slovenian WCR samples from the location and period when admixture was occurring.

Keywords: *Diabrotica v. virgifera*, microsatellite markers, population genetics, Western corn rootworm

IZVLEČEK

**UPORABA MIKROSATELITNIH MARKERJEV ZA RAZLIKOVANJE MED
POPULACIJAMI KORUZNEGA HROŠČA (*Diabrotica virgifera virgifera*
[Coleoptera: Chrysomelidae])**

Koruzni hrošč, *Diabrotica v. virgifera* LeConte (Coleoptera: Chrysomelidae), je gospodarsko pomemben škodljivec koruze v Severni Ameriki in Evropi. V Evropi je bil prvič potrjen 1992 v Srbiji in leta 1998 v SZ Italiji. Trenutno še ni jasno ali gre za enkratni vnos iz ZDA, ali za dva ločena vnosa. O nadzoru koruznega hrošča na genetskem nivoju z uporabo molekularnih markerjev poročajo raziskave tako na mednarodnem nivoju kot tudi na ožjih geografskih območjih. Naš namen je bil vpeljati dve uveljavljeni molekularni metodi za tipizacijo koruznega hrošča in jih testirati na

¹ PhD, Hacquetova ulica 17, SI-1000 Ljubljana, Slovenia

² MSc, ibid.

³ PhD, ibid.

⁴ PhD, Inhoffenstraße 7B, 38124 Braunschweig, Germany

⁵ PhD, Hacquetova ulica 17, SI-1000 Ljubljana, Slovenia

omejenem vzorcu koruznega hrošča iz lokalitete in obdobja mešanja populacij.

Ključne besede: koruzni hrošč, *Diabrotica v. virgifera*, mikrosatelitni markerji, populacijska genetika

1 INTRODUCTION

The western corn rootworm (WCR), *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte (Coleoptera: Chrysomelidae), is a maize pest which is hypothesised to have originated in Mexico. It has expanded into North America (Krysan and Smith, 1987) in the last century, and from there to Europe (Miller *et al.*, 2005). Its invasion of Europe was not officially recorded until 1992, this is, from a damaged maize field near Belgrade airport Surčin in Serbia (Baca, 1994). In 1998, WCR was first found in Italy, at Tessari airport near Venice (Furlan *et al.*, 1999). In 2003, it reached Udine (Furlan *et al.*, 2005), near the Slovenian-Italian border. In the same year (2003) the first beetles were caught in the west of Slovenia, near Nova Gorica, and in the east of the country, in Prekmurje (Urek and Modic, 2004). In 2009 the entire territory of Slovenia was officially declared an infested area (Modic and Knapič, 2010).

WCR causes considerable economic damage to maize *Zea mays* (L.) (Levine and Oloumi-Sadeghi, 1991). The control and management of an alien invasive species, like WCR, is often hindered by a lack of understanding about their geographic source, a number of introduction events, genetic structure, and gene flow (Mack *et al.*, 2000). The molecular markers such as microsatellites could play in informing pest management strategies through accurate estimates of population genetic structure, gene flow and dispersal (Sappington *et al.*, 2006).

Populations of WCR in Europe have been extensively analysed in comprehensive studies covering multiple countries (Ciosi *et al.*, 2011), localized studies in proposed centres of origin, such as Italy and Serbia, as well as neighbouring countries, such as Slovenia, Croatia and Hungary (Bermond *et al.*, 2012; 2014). European populations have been compared to American populations (Ciosi *et al.*, 2008; Ivkovic *et al.*, 2014). NE Italy has been proposed as a secondary contact site between the invasive outbreaks in NW Italy and Serbia resulting in admixture (Bermond *et al.*, 2012). However, with the exception of Prekmurje region (Bermond *et al.*, 2012) little sampling and subsequent microsatellite analysis has been performed in Slovenia that is in the direct vicinity of the admixture site. For the limited number of samples analysed in this study, we assumed that the individuals caught in eastern Slovenia (Prekmurje) belonged to the population originating from Serbia (eastern population), whereas the ones caught near Nova Gorica (Primorska) belonged to the population originating from north Italy (western population).

Recently, genetic monitoring of WCR on a micro-geographic scale was reported using both microsatellite and mtDNA markers (Ivkovic *et al.*, 2014). The aim of our study was to implement these two molecular approaches for typing the WCR individuals and test them on a limited available number of Slovenian WCR samples from the period when admixture was occurring.

2 MATERIALS AND METHODS

2.1 WCR sampling and DNA purification

Adults were sampled within the monitoring of WCR in maize fields in Slovenia carried out by Agricultural Institute of Slovenia (Figure 1). Samples of WCR from Austria were sent from colleagues from AGES. Genomic DNA was extracted from adult WCR individuals using the InviMag Plant DNA Mini Kit/ KF96 (Stratec Biomedical AG, Birkenfeld, DE) following the user's manual and checked for integrity on 1% agarose gel.

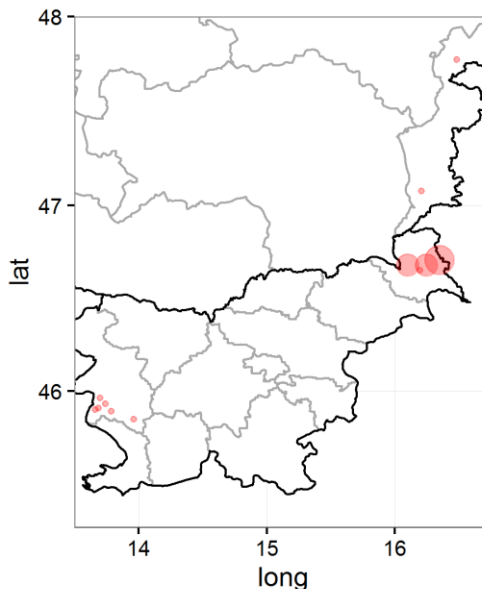


Figure 1: Distribution of sampled WCR, *D. v. virgifera*, in Slovenia and Austria.

2.2 DNA barcoding

Partial mitochondrial cytochrome oxygenase subunit I (mtCOI) was amplified using primers C1-J-2195 (5' – TTGATTTTTGGTCATCCAGAAGT – 3') and L2-N-3014 (5' – TCCAATGCACTAATCTGCCATATTA – 3') according to Frohlich et al., 1999. PCR assay was conducted using 2 µl of template DNA in a total reaction volume of 25 µl. The PCR reaction mix contained 2.5 µL of 10×PCR buffer, 0.5 µL of 40 mM dinucleotide triphosphates (dNTPs), 1.25 µL of 50 mM MgCl₂, 0.5 µL of each primer, 0.25 µL *Taq* DNA polymerase and 17.5 µL dH₂O. All PCR reagents were purchased from Invitrogen. Thermal cycling conditions were an initial 3 min at 95°C, followed by 1 min at 95°C, 1 min at 52°C and 1 min at 72°C for 35 cycles, and 5 min at 72°C. The resulting PCR amplicons were checked on a 3% agarose gel, excised from the gel and sequenced from both directions using the amplification primers.

2.3 Genotyping and data analysis

Genotyping was conducted using a core set of six WCR microsatellite markers: *DVV-D2*, *DVV-D4*, *DVV-D8*, *DVV-T2* (Kim and Sappington, 2005), *DbA05* and *DbA07* (Waits and Stolz, 2008) (Table 1). Thermal cycling conditions were 94°C for 3 min followed by 30 cycles of 94°C for 1 min, 50°C for 1 min (55°C in case of *DVV-D2*) and 72°C for 1 min followed by a final incubation at 72°C for 10 min. PCR products were separated using QIAxcel Advanced System (Qiagen) and scored for polymorphisms. The allele frequencies were estimated using GenAlex v 6.5. Locus *DbA07* was excluded from analysis due to unsuccessful amplification.

Table 1: Core set WCR markers recommended for population genetics studies (Kim et al., 2008). The number of alleles and size range for samples tested in our study is specified.

Locus name	Primer sequences (5'-3')	No. of alleles	Size range (bp)	GenBank accession no.
DVV-D2	F: CACGCAGCACTTAATTGGTTT R: CTATGCCTCCCAATTCGTGT	5	187-212	AY738532
DVV-D4	F: TGTGTGCAGTGTCCTGTTAT R: GTGGCCAGTATTCACGACCT	7	192-244	AY738534
DVV-D8	F: AAGGCAGGTAGTAATGTTGGTGA R: TCATCACTAATGGGGAAACGA	4	206-248	AY738538
DVV-T2	F: ATCGGTTTTGGCTGGATATG R: GTTCAACAACCTCGAAACCA	5	209-275	AY738546
DbA05	F: GCTGAGGAGGCTTATGTC R: CAATGGAGGTTGGCTATT	2	223-226	EF524280
DbA07	F: ATCGGTGTAACCTTTCCACA R: CACATCGGCATAGGATAGAC	-	-	EF524282

361

3 RESULTS AND DISCUSSION

We used MtCOI sequence analysis and microsatellite markers to study the diversity of WCR insect collected between 2007 and 2014. Almost identical sequences were obtained from the MtCOI gene fragments amplified from insects collected from different localities in Slovenia (data not shown). Similarly, only a single WCR haplotype was observed in studies on the diversity of WCR in Croatia and Serbia in years 2009 to 2011 (Ivkosic *et al.*, 2014). This is in sharp contrast to the diversity recorded for WCR in 1996, where several haplotypes of the insect were observed. Using microsatellite genotyping we have observed allele frequencies shown in Table 2. Differences in the number of observed alleles were observed between Eastern and Western populations sampled in the period 2007-2008 as well as both Western populations sampled at different time periods however these may also be due to small sample number available. The most frequent allele for markers *DVV_D4*, *DVV_D8* and *DVV_T2* was the same in all three populations.

Table 2: Allele frequencies of WCR, *D. v. virgifera*, sampled in Slovenia, the number of tested samples (n) and the number of alleles (N) per individual loci.

Locus	Allele/N	East 2007-08 (n = 7)	West 2007 (n = 7)	West 2014 (n = 5)
DVV_D2	N	7	7	5
	187	0.43	0.21	0.1
	189	0.36	0.14	0.5
	193		0.36	
	210	0.21	0.29	0.3
	212			0.1
DVV_D4	N	5	6	4
	192			0.13
	208		0.08	
	226	0.2		
	228	0.4	0.58	0.5
	230	0.2	0.08	
	236	0.1	0.25	0.38
	244	0.1		
DVV_D8	N	2	5	3
	206		0.2	
	221		0.2	0.33
	246		0.2	
	248	1	0.4	0.67
DVV_T2	N	4	5	4
	209		0.1	
	211		0.2	0.13
	221		0.1	
	223	1	0.5	0.75
	275		0.1	0.13
Dba05	N	7	5	4
	223	0.86	0.5	
	226	0.14	0.5	1

Miller *et al.* (2005) proposed at least two distinct introductions of WCR from North America into Central and South-Eastern (CSE) Europe, one in North-Western Italy

and one in Serbia. These findings were corroborated by Lemic *et al.* (2015) and Bermond *et al.* (2012). The latter also reported that secondary contact between the two populations probably occurred in North Italy between in 2008. This secondary contact, or admixture, between the two outbreak populations, led to a partial restoration of genetic variation (Bermond *et al.*, 2012). However, this partial restoration of the genetic heterogeneity did not have a measured impact on invasion success (Bermond *et al.* 2014). Ciosi *et al.* (2011) on the other hand found evidence that the invaded area probably corresponds to a single expanding population resulting from a single introduction. They also discovered that subsequent outbreaks in southern Germany and north-eastern Italy most likely originated from CSE Europe. So, apparently, the origin of the CSE European WCR population remains unclear. This study showed some differences in allele frequency between samples supposedly originating from the eastern (Serbia) or western (NW Italy) population (Table 2), but due to the limited number of samples analysed these data are inconclusive. For further comparison purposes, standardisation of allele calls should be performed from a standardised set of individuals since apparent allele sizes can differ based on the equipment and software used (Kim *et al.*, 2008). Additionally, significantly larger sample size at each time-location should be analysed.

Population genetic principles and theory have been applied to *D. v. virgifera* to monitor the genetic variation present and the success of control measures used in Europe (Ciosi *et al.*, 2011). Using microsatellite markers, it was possible to demonstrate the changes in genetic variation in central and south-east Europe where crop rotation was documented to effectively control the western corn rootworm. A likely consequence of crop rotation was to force once-connected populations of *D. v. virgifera* to fragment and thus restricting gene flow (Ciosi *et al.*, 2011). Additionally, the introduction of WCR from North America itself resulted in a significant genetic bottleneck, as the number of alleles was low during the introduction phase (45% or the supposed North American population of origin) in southern Europe. However, repeated introductions and admixture events in southern Europe may have resulted in genetically diverse WCR populations that have attained 83% of all known alleles worldwide 14 years after their first introduction (Lemic *et al.*, 2015). As genetic diversity in southern Europe is approaching equality with populations of origin in the USA, there is a real possibility of resistant alleles entering Europe, potentially resulting in resistance to crop rotation as experienced in the USA (Meissle *et al.* 2011; Lemic *et al.* 2015). Additionally, a chance exists that already established European WCR populations will adapt to the selective pressure of crop rotation naturally and develop resistance in situ (Ivkosic *et al.* 2014).

4 CONCLUSIONS

Genetic monitoring can be used to enhance integrated pest management strategies for WCR control, for example by developing biomarkers to find and track rotation-resistant populations. Such data can be used to improve WCR pest management strategies in Slovenia and elsewhere.

5 ACKNOWLEDGEMENTS

This work was financially supported by FP7 Project CropSustain (FP7-REGPOT-CT2012-316205) and the Agrobiodiversity program group of the Agricultural Institute of Slovenia funded by the Slovenian science foundation (ARRS; contract P4-0072).

6 LITERATURE

- Baca, F. 1993 New member of the harmful entomofauna of Yugoslavia *Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte (Coleoptera: Chrysomelidae). IWGO News Letter, Vol. XIII, (1-2): 21-22.
- Bermond, G., Cavigliasso, F., Mallez, S., Spencer, J., Guillemaud, T. 2014. No Clear Effect of Admixture between Two European Invading Outbreaks of *Diabrotica virgifera virgifera* in Natura. PLoS One 9, e106139.
- Bermond, G., Ciosi, M., Lombaert, E., Blin, A., Boriani, M., Furlan, L., Toepfer, S., Guillemaud, T. 2012. Secondary Contact and Admixture between Independently Invading Populations of the Western Corn Rootworm, *Diabrotica virgifera virgifera* in Europe. PLoS One 7, e50129.
- Ciosi, M., Miller, N.J., Kim, K.S., Giordano, R., Estoup, A., Guillemaud, T. 2008. Invasion of Europe by the western corn rootworm, *Diabrotica virgifera virgifera*: multiple transatlantic introductions with various reductions of genetic diversity. Molecular Ecology, 17: 3614-3627.
- Ciosi, M., Miller, N.J., Toepfer, S., Estoup, A., Guillemaud, T. 2011. Stratified dispersal and increasing genetic variation during the invasion of Central Europe by the western corn rootworm, *Diabrotica virgifera virgifera*. Evolutionary Applications, 4: 54-70.
- Frohlich, D., Torres-Jerez, I., Bedford, I., Markham, P., Brown, J. 1999. A phylogeographical analysis of the *Bemisia tabaci* species complex based on mitochondrial DNA markers. Molecular Ecology, 8: 1683-1691.
- Furlan, L., Vettorazzo, M., Ortez, A., Frausin, C. 1999. Navzočnost koruznega hrošča (*Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte) v Italiji.- Sodobno kmetijstvo
- Furlan, L., Vettorazzo, M., Palmieri, S., Martini, G., Governatori, G., Bariselli, M., Boriani, M., Michelatti, G., Bigaran, F., Faraglia, B.C. 2005. The presence of *diabrotica virgifera virgifera* leconte in Italy in 2004: distribution and population levels. IWGO-Newsletter XXVI/1: 37-38 p.
- Ivkosic, S.A., Gorman, J., Lemic, D., Mikac, K.M. 2014. Genetic monitoring of western corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) populations on a microgeographic scale. Environmental Entomology 43: 804-18.
- Kim, K.S., Stolz, U., Miller, N.J., Waits, E.R., Guillemond, T., Sumerford, D.V., Sappington, T.W. 2008. A core set of microsatellite markers for western corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) Population genetics studies. Environmental Entomology, 37: 293-300.
- Kim, K.S., Sappington, T.W. 2005. Polymorphic microsatellite loci from the western corn rootworm (Insecta: Coleoptera: Chrysomelidae) and cross-amplification with other *Diabrotica* spp. Molecular Ecology Notes, 5: 115-117.
- Krysan, J.L., Smith, R.F. 1987. Systematics of the virgifera species group of *Diabrotica* (Coleoptera: Chrysomelidae:Galerucinae). Entomography, 5: 375-484.
- Lemic, D., Mikac, K.M., Ivkosic, S.A., Bažok, R. 2015. The Temporal and Spatial Invasion Genetics of the Western Corn Rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) in Southern Europe. PLoS One, 10, e0138796.
- Levine, E., Oloumi, S.H. 1991. Management of diabroticite rootworms in corn. Annual Review of Entomology, 36: 229-255.
- Mack, R.N., Simberloff, D., Lonsdale, W.M., Evans, H., Clout, M., Bazzaz, F.A. 2000. Biotic invasions: causes, epidemiology, global consequences, and control. Ecological Applications. 10: 689-710.
- Miller, N., Estoup, A., Toepfer, S., Bourguet, D., Lapchin, L., Derridj, S., et al. 2005. Multiple transatlantic introductions of the western corn rootworm. Science, 310: 992. PMID: 16284172
- Modic, Š., Knapič, V. 2010. Koruzni hrošč sedem let po prvem pojavu že navzoč na večini pridelovalnih območij. Kmečki glas, 28. apr. 2010, 67, 17: 9.

- Sappington, T.W., Siegfried, B.D., Guillemaud, T. 2006. Coordinated *Diabrotica* genetics research: accelerating progress on an urgent insect pest problem. *American Entomologist*, 52: 90-97.
- Urek, G., Modic, Š. 2004. Occurrence of the Western Corn Rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera* le Conte) in Slovenia. *Acta agriculturae Slovenica*, 83, 1: 5-13.
- Waits, E.R., Stolz, U. 2008. Polymorphic microsatellite loci from northern and Mexican corn rootworms (Insecta: Coleoptera: Chrysomelidae) and cross-amplification with other *Diabrotica* spp. *Molecular Ecology Notes* 8: 707-709.

PREIZKUŠANJE UČINKOVITOSTI TREH VRST RUMENIH LEPLJIVIH PLOŠČ ZA SPREMLJANJE KORUZNEGA HROŠČA (*Diabrotica v. virgifera*)

Špela MODIČ¹, Magda RAK CIZEJ², Karmen RODIČ³, Metka BARBARIČ⁴,
Jaka RAZINGER⁵

^{1,5}Oddelek za varstvo rastlin, Kmetijski inštitut Slovenije, Ljubljana

²Oddelek za varstvo rastlin, Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije, Žalec

³Služba za varstvo rastlin, Kmetijsko gozdarski zavod Novo mesto, Novo mesto

⁴Javna kmetijska svetovalna služba, Kmetijsko gozdarski zavod Murska Sobota,
Murska Sobota

IZVLEČEK

Koruzni hrošč (*Diabrotica v. virgifera* LeConte, [Coleoptera, Chrysomelidae]) je gospodarsko pomemben škodljivec koruze v Severni Ameriki in Evropi. Glede na gospodarski pomen te vrste je potrebno spremljati njegovo širjenje in številčnost populacije, da lahko ustrezno in pravočasno ukrepamo. Namen preizkušanja je bil ugotoviti učinkovitost treh različnih vrst rumenih lepljivih plošč proizvajalcev Unichem, Trécé in Csalomon®. Poljski poskusi so v letu 2016 potekali na petih lokacijah po Sloveniji (Planina pri Uncu, Šmartno pri Slovenj Gradcu, Poljče pri Braslovčah, Skakovci in Draškovcu). Največ hroščev se je ulovilo v drugi polovici avgusta; drugi vrh naleta smo zabeležili septembra. Na vseh petih preučevanih lokacijah se je največ koruznih hroščev ujelo na plošče PALS - Csalomon®. Po padajoči številčnosti ulova so nato sledile Pherocon AM/NB - Trécé in Bio plantella - Unichem. Prag gospodarske škode, ocenjen s ploščami Pherocon AM/NB, je bil presežen v Planini Pri Uncu, in sicer konec julija (27.7. 2016), kjer je prišlo tudi do poleganja koruze.

Ključne besede: koruzni hrošč, *Diabrotica v. virgifera*, rumene lepljive plošče, poljski poskus, koroza, *Zea mays*

ABSTRACT

EVALUATION OF THREE TYPES OF YELLOW STICKY TRAPS FOR MONITORING OF *Diabrotica v. virgifera*

The western corn rootworm (WCR), *Diabrotica v. virgifera* LeConte (Coleoptera, Chrysomelidae), is an economically important pest of maize *Zea mays* (L.) in North

¹ mag. agr. znan., Hacquetova ulica 17, SI-1000 Ljubljana, e-pošta: spela.modic@kis.si

² dr. agr. znan., Cesta Žalskega tabora 2, SI-3310 Žalec

³ mag. agr. znan., Šmihelska c. 14, SI-8000 Novo mesto

⁴ univ. dipl. inž. agr., Štefana Kovača 40, SI 9000 Murska Sobota

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

America and Europe. Considering the economic importance of this species, it is necessary to monitor its spread and population density, so as to be able to take adequate and timely management decisions. The purpose of the experiment was to test the efficiency of yellow sticky traps of three different producers (Unichem, Trécé and Csalomon®). In 2016, field trials took place in five locations across Slovenia (Planina near Unec, Šmartno near Slovenj Gradec, Poljče near Braslovče, Skakovci and Draškovec). The WCR flight peaked in the second half of August. Additionally, a second flight peak was observed in September. In all of the locations studied, the highest number of WCR was caught on PALS - Csalomon® traps followed by Pherocon AM/NB - Trécé and Bio plantella - Unichem traps. The economic threshold determined by Pherocon AM/NB traps was exceeded on July 27th 2016 in Planina near Unec, where we also observed lodging of corn plants.

Keywords: Western corn rootworm, *Diabrotica v. virgifera*, yellow sticky traps, field trial, *Zea mays*

1 UVOD

Koruzni hrošč, *Diabrotica v. virgifera* LeConte (Coleoptera, Chrysomelidae), je gospodarsko pomemben škodljivec koruze v Severni Ameriki in Evropi (Gillette 1912, Kiss in sod., 2005). V Sloveniji smo ga prvič ugotovili leta 2003 na vzhodu v Pomurju in Podravju vzdolž meje z Madžarsko in Hrvaško ter na zahodu na Goriškem v bližini meje z Italijo (Urek in Modic, 2004). V naslednjih šestih letih se je hrošč razširil že po vsej državi. Osem let po najdbi hrošča smo prvič opazili poleganje rastlin, kot posledico objedanja korenin, povzročeno od ličink. V letu 2016 smo škodo zabeležili že na več območjih po državi: Vipavska dolina, okolica Postojne, Ilirska Bistrica, Cerčno, Idrija, Logatec, Krško polje, Bučečovci, Poljanska dolina, Selška dolina, Savinjska dolina (Braslovče, Gomilsko) in Slov. Konjice (Draža vas, Tepanje). Škoda je bila ugotovljena zlasti na zemljiščih, kjer se ne izvaja kolobarja. Kljub temu, da prav ličinke povzročajo škodo, ki lahko presega gospodarski prag škodljivosti, pa na njivah s koruzo praviloma spremljamo številčnost odraslih osebkov koruznega hrošča. Prag gospodarske škode je izračunan za rumene lepljive plošče (Pherocon AM/NB) in znaša 40 hroščev na ploščo na teden, oziroma približno 6 odraslih osebkov na ploščo na dan (Hein and Tollefson, 1985).

Na podlagi ocenjevanja številčnosti hroščev v tekočem letu, ugotavljamo gospodarsko škodo, ki bi jo naslednje leto povzročile ličinke z objedanjem korenin koruze. V praksi so metode za vzorčenje ličink časovno zamudne in težje izvedljive, zato jih redko uporabljamo pri ocenjevanju populacije hroščev (Modic in sod., 2009). Za ugotavljanje praga gospodarske škode številni avtorji navajajo različne metode vzorčenja za posamezne razvojne stadije koruznega hrošča. Gospodarski prag škode se lahko določa kot povprečje ali vsota hroščev na rastlino ali past (Hein in Tollefson, 1985; Bažok in sod., 2011), število jajčec ali ličink v vzorcu tal, objedenost svile v času prehranjevanja hroščev ali kot obžrtost korenin (Čamprag, 1995).

Naš cilj je bil preizkusiti učinkovitost različnih vrst rumenih lepljivih plošč, ki se v praksi uporabljajo za spremljanje pojava in sezonske dinamike koruznega hrošča.

2 MATERIAL IN METODE

V letu 2016 smo preizkušali učinkovitost rumenih lepljivih plošč (RLP) treh različnih proizvajalcev (Unichem, Trécé in Csalomon®), ki se v praksi uporabljajo za spremljanje populacijske dinamike koruznega hrošča. Pri poskusu so sodelovali: Kmetijski inštitut Slovenije (KIS), Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije (IHPS), Kmetijsko gozdarski zavod Novo mesto (KGZS-NM) in Kmetijsko gozdarski zavod Murska Sobota (KGZS-MS). Poljski poskusi so potekali na petih lokacijah po Sloveniji (Planina pri Uncu, Šmartno pri Slovenj Gradcu, Poljče pri Braslovčah, Skakovci in Draškovec). Na posamezno njivo koruze smo namestili po deset RLP vsakega proizvajalca. Izbrali smo tri vrste v sredini njive. Med izbranimi vrstami je bilo vsaj pet vrst razmika (cca. 3,75 m). RLP so bile v vrsti med seboj oddaljene najmanj 3 m. Za postavitev lepljivih plošč je bil predviden 27. teden (4.-10. julij) v letu. Spremljanje je potekalo približno 8 tednov, z izjemo lokacij Poljče pri Braslovčah, kjer smo spremljali le v času največjega naleta hroščev, ter na lokaciji Planina pri Uncu, kjer zaradi poleganja koruze nismo upoštevali podatkov po 12. avgustu.

2.1 Statistična analiza podatkov

Podatke smo analizirali s statističnim programom GraphPad Prism.

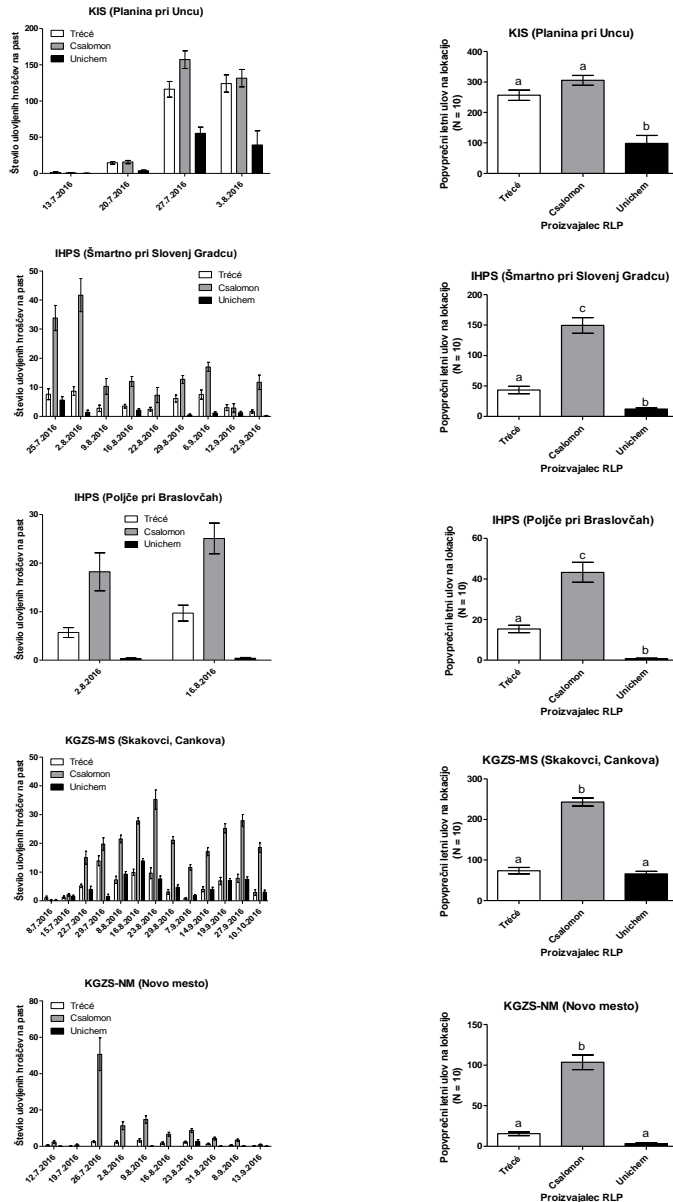
a) Časovni prikaz ulovov smo analizirali z dvosmerno analizo variance s faktorjema 'proizvajalec RLP' in 'čas'. V vseh primerih sta bila statistično značilna oba dejavnika, ter tudi njuna interakcija, razen pri podatkih IHPS Poljče pri Braslovčah, kjer interakcija dejavnikov ni bila značilna.

b) Povprečni letni ulov koruznega hrošča na RLP različnih proizvajalcev smo analizirali z enosmerno analizo variance in Tukey-evin post testom. V vseh primerih je imel dejavnik 'proizvajalec RLP' statistično značilen vpliv na število ulovljenih koruznih hroščev. Rezultati Tukey-evega post testa so prikazani na desnem stolpcu grafov (stolpci, označeni z različnimi malimi tiskanimi črkami so si značilno različni).

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

Glede na dinamiko ulovov hroščev na RLP je bil prvi nalet hroščev konec julija oziroma v začetku avgusta. Lokacija Skakovci je izstopala, saj smo tam zabeležili vrh naleta šele v drugi polovici avgusta; hkrati pa smo na tej lokaciji zabeležili tudi drugi vrh naleta v septembru.

Na vseh preučevanih lokacijah se je največ hroščev ulovilo na RLP proizvajalca Csalomon®. Po padajočem ulovu so sledile RLP proizvajalcev Trécé in Unichem. Prag gospodarske škode, ocenjen s ploščami Pherocon AM/NB, je bil presežen v Planini Pri Uncu, in sicer konec julija (27.7. 2016). Na tej lokaciji je prišlo v začetku avgusta (10.8.) do poleganja koruze, zato podatkov po vključno 12.8. nismo mogli uporabiti.



Slika 1: Časovni prikaz ulovov: povprečni ulov koruznega hrošča glede na vrsto RLP (N=10) po posameznih datumi vzorčenja po regijah Slovenije (osrednja Slovenija, širše Celjsko območje s Koroško, Prekmurje, Novo Mesto) (levo). Povprečni letni ulov koruznega hroščana različne vrste RLP po regijah Slovenije (desno).

4 SKLEPI

Na vseh preučevanih lokacijah se je največ hroščev ulovilo na rumene lepljive plošče proizvajalca Csalomon®. Po padajočem ulovu so sledile rumene lepljive plošče proizvajalcev Trécé in Unichem.

Rumene lepljive plošče proizvajalca Unichem niso primerne za beleženje praga gospodarske škode, saj smo na teh ploščah na več lokacijah zabeležili značilno manjše ulove hroščev kot na RLP proizvajalca Trécé (Pherocon AM/NB), za katere je prag gospodarske škode določen kot 6 hroščev/ RLP/ dan.

5 ZAHVALA

Zahvaljujemo se za tehnično pomoč Markotu Mechori in Primožu Žigonu. Predstavljeni rezultati so bili pridobljeni s finančno podporo Uprave RS za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin in Ministrstva za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano.

6 LITERATURA

- Bažok, R., Sivčev, I., Kos, T., Igrc Barčič, J., Kiss, J., Jankovič, S. 2011. Pherocon AM Trapping and the "Whole Plant Count" Method-A Comparison of Two Sampling Techniques to Estimate the WCR Adult Densities in Central Europe. *Cereal Research Communications*, 39 (2), 298-305.
- Čamprag, D. 1995. Kukuruzna zlatica, *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte. Beograd (Serbia): Društvo za Zastitu Bilja: 112 str.
- Gillette, C.P. 1912. *Diabrotica virgifera* LeConte as a corn rootworm. *Journal of Economic Entomology*, 54, 4: 364-366.
- Hein, G.L., Tollefson, J.J. 1985. Use of the Pherocon AM trap as a scouting tool for predicting damage by corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) larvae. *J. Econ. Entomology* 78:200-203.
- Kiss, J., Edwards C.R., Berger, H.K., Cate, P., Cean, M., Cheek, S., Derron, J., Festic, H., Furlan, L., Igrc-Barcic J., Ivanova I., Lammers W., Omelyuta V., Princzinger G., Reynaud P., Sivcev I., Sivicek P., Urek G., Vahala O., 2005. Monitoring of western corn rootworm (*Diabrotica .v virgifera* LeConte) in Europe 1992-2003. In: Western corn rootworm: ecology and management. Ed. by Vidal S, Kuhlmann U, Edwards CR, CABI, Wallingford, UK, 29-39.
- Modic, Š., Urek, G., Milevoj, L., Barbarič, M., Verbič, J., Poje, T., Knapič, M., Knapič, V., Orešek, E. 2009. Varstvo koruze pred koruznim hroščem (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte). Ljubljana: Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, FURS, 2009. 59 str.
- Urek, G., Modic, Š. 2004. Occurrence of the Western Corn Rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte) in Slovenia. *Acta agriculturae slovenica*, 83, 5-13.

VPLIV GNOJENJA IN HIBRIDOV KORUZE NA POŠKODBE KORUZNE VEŠČE (*Ostrinia nubilalis*) - PRELIMINARNI REZULTATI

Aleš KOLMANIČ¹

Kmetijski inštitut Slovenije, Oddelek za poljedelstvo, vrtnarstvo, genetiko in
žlahtnjenje, Ljubljana

IZVLEČEK

Koruzna vešča (*Ostrinia nubilalis* [Hübner]) spada med najpomembnejše škodljivce koruze (*Zea mays* L.) v osrednji Evropi. Poleg neposredne škode, ki jo vešča povzroča, so poškodovane rastline dovzetnejše tudi za glivične okužbe, v naših razmerah predvsem iz rodu *Fusarium*, redkeje z vrsto *Aspergillus flavus*. Zaradi pomanjkanja ustrezne mehanizacije so možnosti neposrednega kemičnega zatiranja v Sloveniji omejene, zato poskušamo zastopanost tega škodljivca in škode zmanjšati z agrotehničnimi ukrepi. Drobljenje (mulčenje), zaoravanje koruznice in uničevanje vmesnih gostiteljskih rastlin so splošno priporočeni ukrepi, manj znane pa so razlike med hibridi (mehanizmi tolerantnosti ali odpornosti) in vpliv gnojenja. Da bi preverili smiselnost preučevanja omenjenih dejavnikov, smo v letu 2016 izvedli več poljskih poskusov. V Jabljah (osrednja Slovenija) in Rakičanu (severovzhodna Slovenija) smo spremljali poškodbe koruzne vešče pri hibridih zrelostnih razredov FAO 200-490. Dodatno smo v trajnem gnojilnem poskusu IOSDV v Jabljah spremljali vpliv gnojenja z organskimi gnojili (hlevski gnoj, zaoravanje rastlinskih ostankov) in količine dodanega mineralnega dušika (0, 100, 200 in 300 kg N ha⁻¹) na delež poškodovanih storžev. Opazili smo, da je bil delež poškodovanih storžev značilno večji v Rakičanu. Med hibridi se nakazujejo razlike, a je za zaključke še premalo zanesljivih podatkov, potrebni so večletni in natančnejši poskusi. Delež poškodb v Rakičanu je značilno padal z naraščanjem zrelostnega razreda, medtem ko v Jabljah ta odnos ni bil značilen. Med pridelki in deležem poškodb ni bilo značilnih povezav. Med različnimi režimi gnojenja v okviru IOSDV poskusa smo opazili značilne razlike na poškodovanost storžev. Značilen vpliv na delež poškodovanih storžev zaradi koruzne vešče je imelo gnojenje z mineralnim N, medtem ko gnojenje z organskimi gnojili ni imelo vpliva. Interakcije med obema dejavnikoma niso bile značilne. Med gnojenjem z N in poškodbami storžev zaradi koruzne vešče smo opazili močno linearno povezanost; z večanjem odmerka N se je delež poškodovanih storžev povečeval (v povprečju za 0,12 odstotka na kg dodanega N). Kljub povečanju poškodb so z večanjem odmerka N značilno naraščali tudi pridelki. Preliminarni poskusi nakazujejo na razlike v poškodbah storžev med hibridi (obstoj morebitnih razlik v tolerantnosti) in močan vpliv gnojenja z dušikom na delež poškodovanih storžev zaradi koruzne vešče.

371

¹ dr., Hacquetova 17, SI-1000 Ljubljana, e-pošta: ales.kolmanic@kis.si

Ključne besede: koruzna večča, poškodbe, tolerantnost, hibrid, gnojenje

ABSTRACT

EFFECT OF FERTILISATION AND MAIZE HYBRIDS ON EUROPEAN CORN BORER (*Ostrinia nubilalis*) DAMAGE - PRELIMINARY RESULTS

European corn borer (*Ostrinia nubilalis* [Hübner]), (ECB), is among the most important pests of maize (*Zea mays* L.) in central Europe. In addition to the direct damages caused by ECB, damaged plants are also more susceptible to fungal infections, in our conditions mainly *Fusarium* spp., rarely *Aspergillus flavus*. Due to the lack of appropriate machinery, direct chemical control of ECB is limited in Slovenia. Therefore, the agro-technical measures are only available to reduce the borer occurrence and damages. Mulching, incorporation of maize straw and destroying host plants are generally recommended measures. Little information is available for hybrids tolerance/resistance or the effects of fertilisation. Several field trials were established in Jablje (central Slovenia) and Rakičan (north eastern Slovenia) in 2016 for preliminary study of above mentioned factors. Differences for maize hybrids damages were studied in maturity classes FAO 200-490. Impact of organic fertilisers (manure, crop residues incorporation) and mineral nitrogen (0, 100, 200 and 300 kg N/ha) was studied in long term IOSDV trial at Jablje. Results show that there was significantly higher percentage of damaged cobs in Rakičan. Some differences among hybrids were observed; however, for any conclusions more data (years) and more detailed studies are required. Percentage of damaged cobs declined with increasing maturity class in Rakičan, while for Jablje this relationship was insignificant. No significant correlations were observed between the yields and the percentage of damaged cobs. For IOSDV trial differences between fertilisations treatments were observed. Mineral N had significant impact on the percentage of damaged cobs, while organic fertilizers showed no effect. Interactions between the two factors were insignificant. Strong linear relationship was observed between the amount of mineral N fertilization and damaged cobs. Increasing rates of N increased the percentage of damaged cobs (an average of 0.12 percent per kg of added N/ha). However, increased rate of N significantly increased yields, regardless of the increase of damaged cobs. Results of preliminary trials indicate possible differences in cob damages between the hybrids (differences in hybrids resistance mechanisms) and on high impact of nitrogen fertilisation on the damage of ECB.

Keywords: European corn borer, damage, tolerance, hybrid, fertilisation

1 UVOD

Koruzna večča (*Ostrinia nubilalis* [Hübner]) spada med najpomembnejše škodljivce koruze (*Zea mays* L.) v osrednji Evropi (Meissle, 2010). Poleg neposredne škode, ki jo povzročajo ličinke, so poškodovane rastline lahko dovzetnejše tudi za glivične okužbe, v naših razmerah predvsem iz rodu *Fusarium*, občasno tudi z vrsto *Aspergillus flavus*. To lahko še dodatno vpliva na količino ali kakovost pridelka. Zaradi pomanjkanja ustrezne mehanizacije so možnosti neposrednega kemičnega

zatiranja v Sloveniji omejene. Zastopanost škodljivca in škode zato poskušamo zmanjšati zlasti z različnimi agrotehničnimi ukrepi. Drobljenje (mulčenje), zaoravanje koruznice in uničevanje vmesnih gostiteljskih rastlin so splošno priporočeni nekemični ukrepi zmanjševanja populacij in poškodb (Magg, 2004). Manj znani so vplivi razlik med hibridi (morebitni mehanizmi tolerantnosti ali odpornosti) in vplivi pridelovalnega načina, predvsem intenziteta gnojenja.

Izboljšanje odpornosti koruze je lahko gospodarsko, predvsem pa okoljsko zanimiv način zmanjševanja poškodb zaradi mnogih škodljivih organizmov, tudi koruzne vešče. Če zanemarimo transgeni pristop z vnosom 'Bt-gena', se je žlahtnjenje za odpornost na koruzno veščo izkazalo za težavno (Bohn in sod., 2003; Malvar, 2007). Ob majhnem povečanju odpornosti so imele odpornejše linije pogosto negativno korelacijo z drugimi agronomsko pomembnimi lastnostmi, npr. pridelkom ali prebavljivostjo (Guthrie in Russell, 1989; Bohn in sod., 2003). Obenem so žlahtnitelji pogosto ugotovili, da je bila odpornost povezana s poznejšim metličenjem in zrelostjo hibridov, kar pa ni zaželeno (Hudon in Chiang, 1991; Schulz in sod., 1997). Rastline se lahko na napad žuželk odzovejo z različnimi obrambnimi mehanizmi: nepreferenco, antibiozo in toleranco (Magg, 2004; Santiago in sod., 2017). Nepreferenca se lahko odraža kot manjša privlačnost nekega genotipa za odlaganje jajčec. Mehanizem antibioze temelji na kemijskem obrambnem sistemu rastlin. Dodatno lahko odpornost na drugi rod koruzne vešče temelji tudi na strukturnih značilnostih hibridov (vsebnost celuloze, lignina, v detergentu netopnih vlaken itd.). Kemijski obrambni mehanizem pri koruzi tvorijo sekundarni metaboliti iz skupine benzoksazinoid glikozidov, ki imajo dokazano delovanje pri obrambi koruze pred različnimi škodljivimi vrstami metuljev (Niemeyer, 2009). Vseeno je njihovo izkoriščanje za namen varstva pred koruzno veščo omejeno, zaradi majhne možnosti za selektivno povečanje vsebnosti v razvojnih fazah in rastlinskih tkivih, ko so najbolj potrebna za koruzno veščo. Omenjenih glikozidov je največ v mladostnih razvojnih fazah in so zato lahko delno učinkoviti samo na prvi rod vešče. Mehanizem odpornosti na poškodbe je v nasprotju s prejšnjima mehanizmoma lastnost genotipa, da prenese določene poškodbe koruzne vešče brez ali le z majhnim vplivom na zmanjšanje pridelka.

Da bi preverili smiselnost preučevanja omenjenih dejavnikov pri novejših hibridih smo v letu 2016 izvedli več poljskih poskusov na dveh lokacijah v Sloveniji. Na hibridih koruze za zrnje, zrelostnih razredov FAO 200-400, smo preverjali poškodbe, nastale zaradi koruzne vešče. Dodatno smo v Jabljah preučevali vpliv gnojenja z dušikom in različnimi organskimi gnojili na poškodbe nastale zaradi koruzne vešče. V prispevku so prikazani enoletni, preliminarni rezultati iz teh poskusov.

2 MATERIAL IN METODE DELA

V Jabljah (osrednja Slovenija) in Rakičanu (severovzhodna Slovenija) smo v letu 2016 spremljali poškodbe koruzne vešče pri hibridih zrelostnih razredov FAO 200-490. Raziskave smo izvedli v okviru programa posebnega preizkušanja hibridov koruze. V poskusu preučevanja hibridov je bila osnovna velikost obravnavanja 19,6 m². Koruza

je bila posejana v štirih vrstah. Vrednotili smo samo notranji vrsti (9,8 m²). Poskusi so bili zasnovani kot bločni s štirimi ponovitvami in naključno razporeditvijo v bloku. Setev v Jabljah smo izvedli 20. aprila, v Rakičanu pa 25. aprila 2016. Gostota je bila prilagojena posameznemu zrelostnemu razredu hibrida in smo jo dosegli z redčenjem poskusov na končni sklop. Gostota je bila približno 89.800 rastlin, (FAO 200), 85.700 rastlin (FAO 300) in 79.600 rastlin (FAO 400) na hektar. Obdelava tal, varstvo pred pleveli, dognojevanje in ostali tehnološki ukrepi so bili izvedeni v skladu s shemo integriranega načina pridelave.

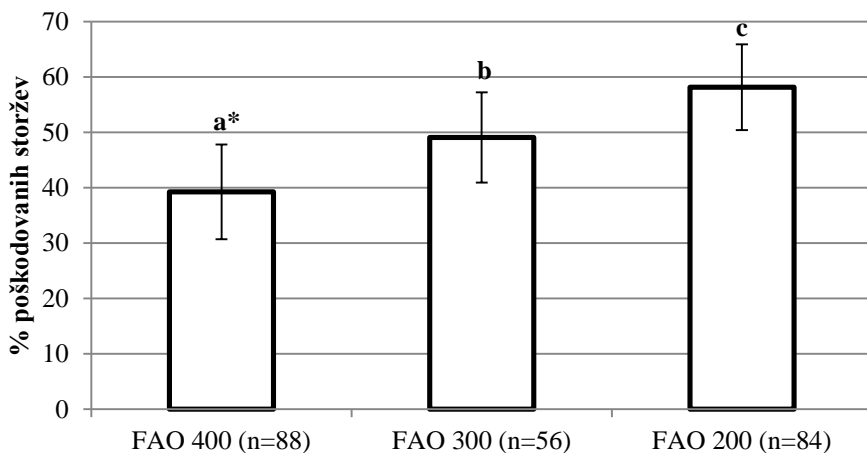
Vpliv gnojenja z organskimi gnojili (hlevski gnoj in zaoravanje rastlinskih ostankov) in količine dodanega mineralnega dušika (0, 100, 200 in 300 kg N/ha) na delež poškodovanih storžev smo spremljali v okviru trajnega statičnega gnojilnega poskusa IOSDV (mednarodni gnojilni poskusi z organskim dušikom) v Jabljah. Gnojilni poskus je zasnovan v obliki deljenk (split-plot) z dvema preučevanima glavnima dejavnikoma v treh ponovitvah z naključno razporeditvijo. Preučevana dejavnika sta gnojenje z organskimi gnojili (žetveni ostanki in hlevski gnoj); in gnojenje z mineralnim N (stopnje N0, N1-65, N2-130 in N3-195 kg/ha). Sejali smo hibrid Ronaldinho, ki je poltrdinka zrelostnega razreda FAO 300. Setev smo izvedli 22. aprila, setvena gostota je bila približno 92.000 rastlin na hektar. Poškodbe zaradi koruzne vešče smo določali v fazi tehnološke zrelosti koruze. Prešteli smo vse storže in rastline v obravnavanju ter pregledali in prešteli storže in rastline (lom in poleg), na katerih so bile poškodbe zaradi koruzne vešče. Dobljene vrednosti smo preračunali v odstotke in podatke statistično obdelali s programom Statgraphics Centurion XVI. Vsako lokacijo smo obdelali posebej. Za analizo poškodb vešče med hibridi smo uporabili več-faktorsko analizo variance ($\alpha=0,05$), z naključnima faktorjema poskus in blok ter fiksnim faktorjem hibrid. Za analizo vpliva načinov gnojenja smo uporabili multifaktorsko analizo variance ($\alpha=0,05$), linearni model za analizo split-plot zasnovane smo specificirali v GLM. Blok je bil naključni faktor, načina gnojenja pa fiksen. Če je analiza pokazala statistično značilne razlike ($p \leq 0,05$), smo le te med obravnavanji ovrednotili s pomočjo Tukey HSD testa za primerjavo mnogoterih obravnavanj. Za preverjanje medsebojnega vpliva neodvisnih dejavnikov in preučevanih parametrov smo pri nekaterih dejavnikih izvedli linearne regresijske analize.

374

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

Leto 2016 je bilo ugodno za razvoj koruzne vešče in posledično smo v vseh poskusih na obeh lokacijah ugotovili tudi znatne poškodbe. Na obeh lokacijah smo pregledali in popisali poškodbe, v Rakičanu na 57 in Jabljah na 50 različnih hibridih. Hibridi so večinoma nakazovali zelo nehomogene deleže poškodb med bloki. Razloga, zakaj je tako, ne poznamo, zato ocenjujemo, da gre pri tem za naključen vzorec poškodb vešče na poskusnem polju, ki je prisoten brez umetne infestacije. Obenem nam ta variabilnost zmanjšuje možnost natančnejše statistične analize. Nasprotno so imeli nekateri hibridi, ob manjši ali večji poškodovanosti, zelo majhno variabilnost med ponovitvami in le-te bi bilo smiselno podrobneje preučevati naprej.

Delež poškodovanih storžev glede na zrelostni razred in lokacijo je prikazan na slikah 1 in 2. V povprečju je bila poškodovanost storžev v Jabljah 39,9 %. Razpon povprečnih vrednosti poškodovanih storžev med hibridoma z najmanjšim (21,5 %) in največjim deležem poškodb (58,6 %) je 37,1 odstotkov.

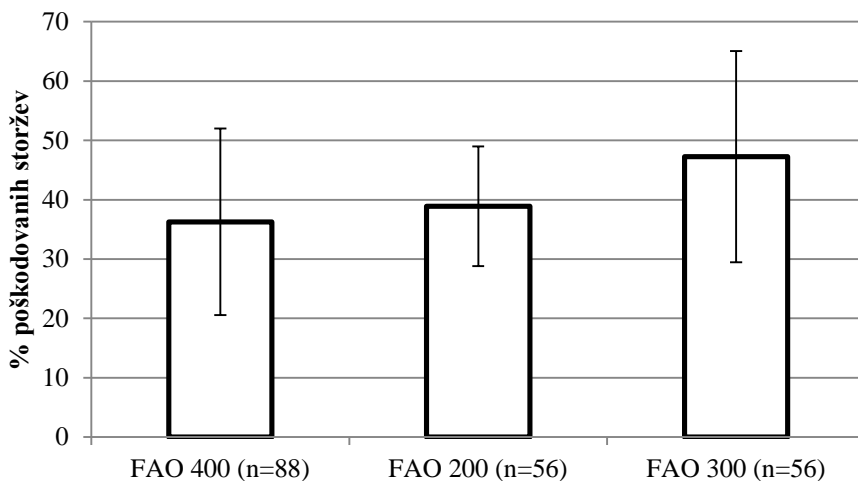


Slika 1: Odstotek poškodovanih storžev zaradi koruzne večše v Rakičanu glede na zrelostni razred (FAO) hibridov koruze. *povprečja označena z enako majhno črko se med seboj ne razlikujejo statistično značilno glede na rezultate Tukey HSD testa ($p < 0,05$)

375

V Rakičanu je bil delež poškodovanih storžev večji, v povprečju je bilo 46,0 % storžev poškodovanih. Razpon vrednosti med hibridom z najmanjšim deležem poškodovanih storžev (25,0 %) in hibridom z največjim deležem (61,3 %) je 36,3 %. Podobno variabilnost smo ugotovili pri podatkih za lom in poleganje zaradi večše. Za kakršnekoli natančnejše zaključke glede posameznih hibridov je še premalo podatkov, potrebni bi bili večletni in natančnejši poskusi. Podatkov in imen hibridov zato niti ne prikazujemo. V Rakičanu je delež značilno padal z naraščanjem zrelostnega razreda, medtem ko v Jabljah ta odnos ni bil značilen. Hibridi v zrelostnem razredu FAO 400 so imeli v povprečju 39,2 % poškodovanih storžev, medtem ko so imeli hibridi v FAO 200 poškodovanih 58,3 % storžev. Razlika ni zanemarljiva in bi na prvi pogled lahko nakazovala, da je bilo v Rakičanu v letu 2016 s stališča poškodb večše smiselno pridelovati poznejše hibride. A med poškodbami zaradi večše in pridelkom zrnja ni bilo značilnih povezav ($r^2=0,2$). Prav tako med zrelostnimi razredi ni bilo značilnih razlik v pridelku suhega zrnja (FAO 400=11,6 t/ha, FAO 200=11,4 t/ha in FAO 300=11,4 t/ha). Izrazitejše pa so bile razlike v vlagi ob spravilu (FAO 400=24,9 %, FAO 200=19,4 % in FAO 300=20,9 %), ki nakazujejo primernost pridelave hibridov zgodnejših zrelostnih razredov.

V Jabljah nismo ugotovili značilnih razlik med zrelostnimi razredi hibridov (slika 2). Najmanjši delež poškodovanih storžev smo ugotovili pri hibridih FAO 400 (36,3 %), največji pa pri hibridih v FAO 300 (47,3 %). Podobno kot v Rakičanu tudi v Jabljah nismo opazili značilnih korelacij med deležem poškodovanih storžev in pridelkom zrnja ($r^2=0,16$).



Slika 2: Odstotek poškodovanih storžev zaradi koruzne večše v Jabljah glede na zrelostni razred (FAO) hibridov koruze.

376

Med zrelostnimi razredi so bile značilne razlike v pridelku suhega zrnja, najmanjši pridelok je imel FAO 200 (12,3 t/ha), med FAO 300 in 400 pa ni bilo značilnih razlik (pri obeh 15,1 t/ha). Podobno kot v Rakičanu je z naraščanjem zrelostnega razreda značilno naraščala tudi vlaga ob spravilu, največje so bile pri najpoznejših hibridih. Prisotnost mehanizmov odpornosti so na različnih hibridih preučevali v mnogih raziskavah, ter dobili zelo variabilne rezultate (Guthrie in Russel, 1989; Magg, 2004; Malvar in sod., 2007). Manj raziskav je bilo izvedenih z namenom preučevanja tolerance. Malvar in sod. (2007) so pri raziskavi razlik v tolerance s koruzno večšo umetno infestirali 85 hibridov iz različnih geografskih območij in ugotovili večje razlike med hibridi. Nekateri hibridi so imeli kljub podobnemu deležu poškodb značilno večje pridelke. Sklepamo, da je izgube zaradi poškodb koruzne večše mogoče deloma nadomestiti z večjim potencialnim pridelkom hibrida. Vrednotenje pridelkov hibridov v razmerah močnejšega napada koruzne večše bi lahko zato bil smiseln način ocenjevanja stopnje tolerance nekega hibrida na poškodbe zaradi večše. Rezultati poskusa gnojenja z mineralnim N in organskimi gnojili (hlevski gnoj, žetveni ostanki) so prikazani v preglednici 1. Značilen vpliv na delež poškodovanih storžev zaradi večše je imelo gnojenje z mineralnim N. Med gnojenjem z mineralnim N in poškodbami storžev zaradi večše smo opazili močno linearno povezanost; z večanjem odmerka N se je delež poškodovanih storžev povečeval (v povprečju za 0,12 % na kg dodanega N/ha). Kljub povečanju poškodb so z večanjem odmerka N značilno naraščali tudi pridelki. Podobne rezultate brez značilnih razlik sta dobila Celar in Valičeva (2003). Na enakem trajnem poskusu v Jabljah sta opazila podobno

povečevanje poškodb z večanjem odmerkov mineralnega N. Razlogov zakaj N vpliva na večanje poškodb je lahko več. Obilnejše gnojenje z N povzroči, da je tkivo nežnejše in sočnejše kar privlači koruzno večšo (Celar in Valič, 2003). Upoštevati moramo tudi, da so rastline vir hranil za rastlinojede žuželke. Gnojenje z N lahko poveča vsebnosti hranil v rastlinah ter tvorbo sekundarnih spojin, kar lahko selektivno vpliva na vzorce hranjenja žuželk (Nicholls in Altieri, 2004). V okviru naših poskusov gnojenje z organskimi gnojili ni imelo značilnega vpliva na poškodbe. Neznačilno več polomljenih rastlin in poškodovanih storžev smo opazili pri uporabi hlevskega gnoja. Podobne rezultate sta na enakem poskusu dobila Celar in Valičeva (2003), o povečanju poškodb pri gnojenju s hlevskim gnojem pa so poročali tudi Singer in sod. (2000). Tudi interakcije med mineralnim N in organskimi gnojili v letu 2016 niso bile značilne na poškodbe storžev in lom rastlin.

Preglednica 1: Vpliv organskega gnojenja (hlevski gnoj in žetveni ostanki) in količine mineralnega N (0-300 kg N/ha) na izbrane agronomske parametre ter poškodbe zaradi koruzne večše.

	Višina rastlin (cm)	Vlaga (%)	Pridelek (kg/ha SS)	Poškodovani storži (%)	Lom (%)
Organsko gnojenje (A)					
žetveni ostanki	246,7 ^a	22,9 ^a	8097,1	33,9	5,4
hlevski gnoj	257,1 ^b	22,1 ^b	7261,7	40,4	7,6
<i>p vrednost:</i>	*	*	ns	ns	ns
Mineralni dušik (B)					
0 kg – N0	193,3 ^a	21,7 ^a	3334,9 ^a	13,3 ^a	5,1
100 kg – N1	257,9 ^b	22,0 ^a	6363,6 ^b	35,8 ^b	7,5
200 kg – N2	277,5 ^c	22,7 ^b	9868,6 ^c	42,1 ^c	6,0
300 kg – N3	278,7 ^c	23,8 ^c	11150,4 ^d	57,5 ^d	7,3
<i>p vrednost:</i>	***	***	***	***	ns
Interakcije:					
A×B	ns	*	ns	ns	ns

Stopnja značilnosti: ***, $P \leq 0.001$; *, $P \leq 0.05$; Ns, ni statistično značilno.

Povprečja, označena z enako majhno črko, se med seboj ne razlikujejo značilno glede na rezultate Tukey HSD testa ($p \leq 0,05$).

4 SKLEPI

Na podlagi rezultatov lahko zaključimo, da je bil v letu 2016 delež poškodovanih storžev značilno večji v Rakičanu. Med hibridi se nakazujejo razlike, a je za zanesljive zaključke še premalo podatkov. Delež poškodb v Rakičanu je značilno padal z naraščanjem zrelostnega razreda, medtem ko v Jabljah ta odnos ni bil značilen. Med pridelki in deležem poškodb ni bilo značilnih korelacij, pri načinih gnojenja pa smo opazili razlike. Značilen vpliv na delež poškodovanih storžev zaradi koruzne večše je imelo gnojenje z mineralnim N, medtem ko gnojenje z organskimi gnojili ni imelo značilnega vpliva. Prav tako interakcije med obema dejavnikoma niso bile značilne. Med gnojenjem z mineralnim N in poškodbami storžev zaradi koruzne

vešče smo ugotovili močno linearno povezanost; z večanjem odmerka mineralnega N se je delež poškodovanih storžev povečeval (v povprečju za 0,12 odstotka na kg dodanega N/ha). Kljub povečanju poškodb je z večanjem odmerka mineralnega N značilno naraščal tudi pridelek. Rezultati kažejo na razlike v poškodbah storžev med zrelostnimi razredi in močan vpliv gnojenja z mineralnim N na delež poškodovanih storžev zaradi koruzne vešče v letu 2016.

5 ZAHVALA

Raziskava je bila opravljena v okviru programa »Posebnega preizkušanja sort«, ki ga sofinancira Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano (MKGP) ter programske skupine Agrobiodiverziteta (P4-0072), ki ga financira Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije (ARRS). Obema sofinancerjema se zahvaljujemo za pomoč. Za pomoč se zahvaljujemo tudi vsem, ki so sodelovali pri ocenjevanju in vrednotenju poskusov.

6 LITERATURA

- Bohn M., Magg T., Klein D., Melchinger A.E. 2003. Breeding early maturing european dent maize (*Zea mays* L.) for improved agronomic performance and resistance against the European corn borer (*Ostrinia nubilalis* HB.). *Maydica*, 48: 239-247.
- Celar F., Valič N. 2003. Vpliv različnih pridelovalnih sistemov na pojav fuzarioz (*Fusarium* spp.) in koruzne vešče (*Ostrinia nubilalis* Hübner) na koruzi. V: Tajnšek A., Čeh Brežnik B., Kocjan Ačko D. 2003. Zbornik posveta Deset let trajnih poskusov IOSDV v Sloveniji, Jable in Rakičan 1993-2003. Slovensko agronomsko društvo: 135 str.
- Guthrie, W. D., and W. A. Russell, 1989: Breeding methodologies and genetic basis of resistance in maize to the European corn borer. V: Magg T. 2004. Resistance of maize (*Zea mays* L.) against the European corn borer (*Ostrinia nubilalis* Hb.) and its association with mycotoxins produced by *Fusarium* spp. Dissertation zur Erlangung des Grades eines Doktors der Agrarwissenschaften vorgelegt der Fakultät Agrarwissenschaften der Universität Hohenheim: 73 str.
- Hudon M., Chiang M.S., 1991. Evaluating resistance of maize germplasm to the univoltine European corn borer *Ostrinia nubilalis* (Hübner) and relationship with maize maturity in Quebec. *Maydica* 36, 69-74.
- Magg T. 2004. Resistance of Maize (*Zea mays* L.) against the European corn borer (*Ostrinia nubilalis* Hb.) and its association with mycotoxins produced by *Fusarium* spp. Dissertation zur Erlangung des Grades eines Doktors der Agrarwissenschaften vorgelegt der Fakultät Agrarwissenschaften der Universität Hohenheim: 73 str.
- Malvar R.A., Butrón A., Alvarez A., Padilla G., Carrea M.E., Revilla P., Ordás A. 2007. Yield performance of the European Union Maize Landrace Core Collection under multiple corn borer infestations. *Crop Protection*, 26, 5: 775-781.
- Meissle M., Mouron P., Musa T., Bigler F., Pons X., Vasileiadis V.P., Otto S., Antichi D., Kiss J., Palinkas Z., Dörner Z., van der Weide R., Groten J., Czembor E., Adamczyk J., Thibord J.-B., Melander B., Cordsen Nielsen G., Poulsen R.T., Zimmermann O., Verschuwele A., Oldenburg E., 2010. Pests, pesticide use and alternative options in European maize production: current status and future prospects. *Journal of applied entomology*, 134, 5: 357-375.
- Nicholls C.I., Altieri A.M. 2004. Agroecological bases of ecological engineering for pest management. V: Gurr G.M. (ur.), Wratten S.D. (ur.), Altieri M.A. (ur.). 2004. Ecological Engineering for Pest Management. Advances in Habitat Manipulation for Arthropods. Cornell University press: 238 str.
- Niemeyer H.M. 2009. Hydroxamic Acids Derived from 2-Hydroxy-2H-1,4-Benzoxazin-3(4H)-one: Key Defense Chemicals of Cereals. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57, 5: 1677-1696.

- Santiago R., Cao A., Butrón A., López-Malvar A., Rodríguez V.M., Sandoya G.V., Malvar R.A. 2017. Defensive changes in maize leaves induced by feeding of Mediterranean corn borer larvae. *BMC Plant Biology*, 17:44.
- Schulz B., Kreps R.C., Klein D., Gumber R.K., Melchinger, A.E. 1997. Genetic variation among European maize inbreds for resistance to the European corn borer and relation to agronomic traits. *Plant Breeding*. 116, 415-422.
- Singer J.W., Heckman J.R., Ingerson-Mahar J., Westendorf M.L. 2000. Hybrid and nitrogen source affect yield and European corn borer damage. *Journal of Sustainable Agriculture*, 16, 1: 5-15.

SPREMLJANJE ZASTOPANOSTI ŠTIRIH VRST SKLADIŠČNIH ŠKODLJIVCEV IZ REDA METULJEV S FEROMONSKIMI VABAMI

Primož ŽIGON¹, Špela MODIČ², Jaka RAZINGER³

Kmetijski inštitut Slovenije, Oddelek za varstvo rastlin, Ljubljana

IZVLEČEK

Različne vrste moljev iz reda Lepidoptera so pogosti škodljivci uskladiščenih pridelkov žit in drugega živeža. V Sloveniji med najbolj pogoste vrste spadajo koruzni molj (*Sitotroga cerealella* [Oliver], Gelechiidae), žitni molj (*Nemapogon granella* L., Tineidae), krljlev molj (*Plodia interpunctella* [Hübner], Pyralidae) in močna vešča (*Ephestia kuehniella* Zeller, Pyralidae). Njihovo zastopanost smo v letu 2015 in 2016 spremljali s feromonskimi vabami v skladišču žita Infrastrukturnega centra Jablje Kmetijskega inštituta Slovenije v Mengšu. Najštevilčnejši so bili ulovi koruznega molja, pri katerem smo zabeležili pojav dveh rodov. Največji ulov krljlevega molja in močne veščice smo v letu 2015 zabeležili v prvi dekadi julija, v letu 2016 pa mesec dni pozneje. Populacija žitnega molja je bila v obeh letih najmanj številčna.

Ključne besede: feromonske vabe, Lepidoptera, monitoring, skladiščni škodljivci, Slovenija

ABSTRACT

MONITORING OF FOUR LEPIDOPTERAN STORED GRAIN PESTS WITH A PHEROMONE-BAITED TRAPS

Grain lepidopteran pests often attack stored grains and food commodities. Angoumois grain moth (*Sitotroga cerealella* [Oliver], Gelechiidae), European grain moth (*Nemapogon granella* L., Tineidae) Indian meal moth (*Plodia interpunctella* [Hübner], Pyralidae) and Mediterranean flour moth (*Ephestia kuehniella* Zeller, Pyralidae) are commonly present in Slovenia. In 2015 and 2016 pheromone traps were used to monitor their occurrence in grain warehouse of the Infrastructural center Jablje of the Agricultural Institute of Slovenia in Mengeš. Indian mealmoth was the most numerous, developing two generations per year. Captures of Indian meal moth and Mediterranean flour moth were most numerous in first decade of July in 2015 and a month later in 2016. European grain moth was the least common in both years of investigation.

Key words: Lepidoptera, monitoring, pheromone traps, Slovenia, stored grain pests

¹ mag. inž. agr., Hacquetova 17, SI-1000 Ljubljana, e-pošta: primo.zigon@kis.si

² mag. agr. znan., prav tam

³ dr., prav tam

1 UVOD

Poleg nekaterih vrst hroščev (Coleoptera) so molji iz reda Lepidoptera najpomembnejši povzročitelji gospodarske škode v skladiščih žit in mlevskih proizvodov (Sallam, 2008). Škodo povzročajo ličinke moljev, ki izjedajo zrnje, v njem delajo zapredke in ga onesnažijo z iztrebki. Napadeno žito je slabše kakovosti, dobi značilen neprijeten vonj in je bolj podvrženo glivičnim okužbam (Weaver in Petroff, 2004). Ustrezne razmere skladiščenja so z vidika ohranjanja kakovosti pridelka najpomembnejši dejavnik, ki pogojujejo njegovo nadaljnjo uporabo. Poleg preventivnih ukrepov je spremljanje populacije škodljivcev ključno za pravočasno ukrepanje in preprečevanje njihove namnožitve (Schöller *et al.*, 1997; Sallam, 2008). Spremljanje zastopanosti škodljivcev s feromonskimi vabami predstavlja učinkovit način preverjanja njihove zastopanosti in številčnosti populacije v prostoru. Poznavanje bionomije in sezonske dinamike pojavljanja škodljivcev je sestavni del programa integriranega varstva in pogojuje učinkovitost njegove izvedbe (Campbell, 2007).

Zastopanost koruznega molja (*Sitotroga cerealella* [Oliver], Gelechiidae), krljivega molja (*Plodia interpunctella* [Hübner], Pyralidae) in močne vešče (*Ephestia kuehniella* Zeller, Pyralidae) v skladiščih žit v Sloveniji je bila že preučevana (Gomboc, 1995; Selišnik, 2007; Trdan *et al.*, 2010). V naši raziskavi smo z lovljenjem samcev na feromonske vabe poleg omenjenih vrst spremljali tudi pojavljanje žitnega molja (*Nemapogon granella* L., Tineidae). Na podlagi več podatkov o zastopanosti posameznih vrst škodljivcev lahko ugotovimo, katere vrste so v določenem prostoru potencialno bolj škodljive in jih je smiselno v določenem času tudi zatirati.

2 MATERIALI IN METODE

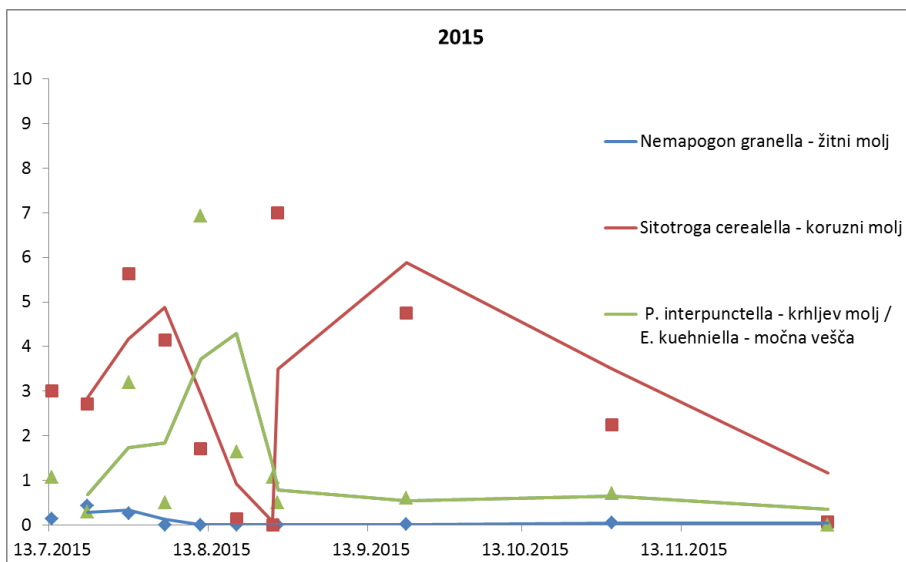
V letih 2015 in 2016 smo zastopanost koruznega molja, krljivega molja in žitnega molja ter močne vešče spremljali z lovljenjem samcev na feromonske vabe. Uporabili smo vabe VARL+ madžarskega proizvajalca Csalomon® (Budimpešta), ki smo jih namestili v skladišče žita Infrastrukturnega centra Jablje Kmetijskega inštituta Slovenije v Mengšu (N 46°08' E 14°33', 302 m n.v.). Za spremljanje štirih vrst metuljev smo imeli v času izvajanja raziskave namešče tri vabe, saj se krljiv molj in močna vešča lovita na isto vabo. V letu 2015 smo monitoring izvajali od sredine julija do prve deкаде decembra, v letu 2016 pa od začetka maja do zadnje deкаде novembra. Feromonske kapsule smo menjavali mesečno, v skladu z navodili proizvajalca. Vabe smo pregledovali v različnih časovnih intervalih, od približno 7 dni do približno enega meseca. Ulovljene samce posameznih vrst moljev smo prenesli v laboratorij, jih prešteli ter ločili ulove krljivega molja in močne vešče.

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

Rezultate spremljanja zastopanosti štirih vrst moljev smo prikazali s povprečnim dnevnim ulovom samcev na dan (sliki 1 in 2). Ugotovili smo, da so se v obeh letih

preučevanja pojavljale vse štiri vrste moljev. Najštevilčnejša je bila populacija koruznega molja, pri kateri smo zabeležili dva vrhova naleta, ki nakazujeta na razvoj dveh rodov tega škodljivca. V letu 2015 smo pojav prvih samcev ugotovili že v prvem tednu spremljanja. Največ moljev prvega rodu smo ulovili v začetku avgusta, nato pa se je številčnost moljev zmanjšala. V letu 2016 se je koruzni molj pojavil v drugi polovici maja, največje število samcev prvega rodu pa smo ugotovili konec junija. V obeh letih je bil najštevilčnejši drugi rod, katerega pojav smo zabeležili med koncem avgusta in koncem novembra. Nalet škodljivca je bil največji v letu 2016, ko se je v zadnji dekadi septembra v povprečju dnevno na vabo ulovilo 8,6 samcev. Tudi Trdan *et al.* (2010) so v letih 2005 in 2006 v osrednji Sloveniji ugotovili dva rodova koruznega molja, pri čemer se je številčnejši drugi rod v obeh letih pojavil v septembru.

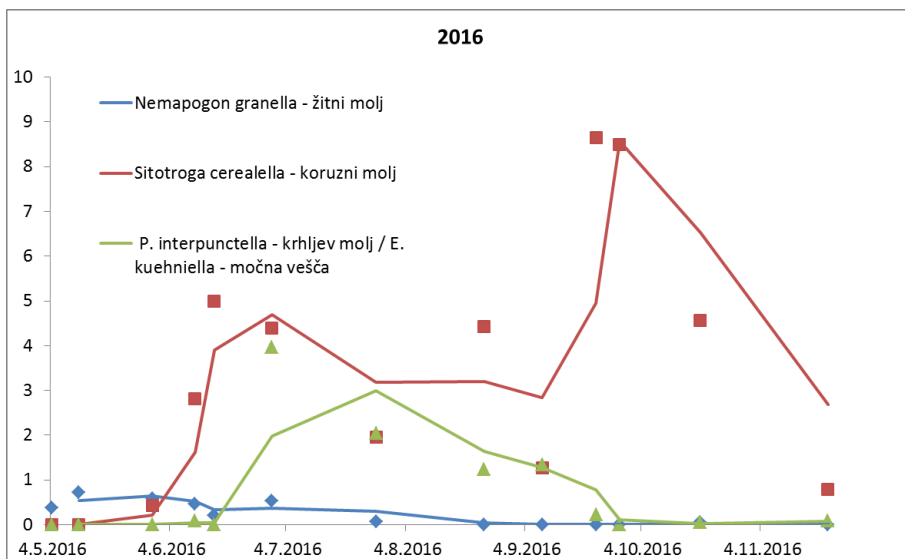
382



Slika 1: Povprečno dnevno število ulovljenih samcev preučevanih vrst moljev v letu 2015.

V letu 2015 so se prvi samci krhļjevega molja in močne veščā ulovili že v prvem tednu spremljanja, in sicer v prvi polovici julija. Povprečni dnevni ulov omenjenih vrst je bil največji v avgustu, posamezni metulji pa so se pojavljali do konca novembra. V letu 2016 smo s spremljanjem začeli v maju, prvo povečanje številčnosti ulova pa smo ugotovili v prvi polovici junija. Največji povprečni dnevni ulov smo beležili v juliju, nato pa se je številčnost populacije proti koncu avgusta zmanjševala in se konec avgusta ter začetku septembra znova rahlo povečala. Na podlagi identifikacije samcev obeh vrst smo ugotovili, da se je v obdobju največjega ulova v juliju v past ulovilo enkrat večje število samcev krhļjevega molja, medtem, ko je bila številčnost samcev močne veščā številčnejša v vzorcu iz obdobja med 24.8. ter 7.9.

Do podobnih zaključkov so pri preučevanju sezonske dinamike obeh vrst na isti lokaciji v letih 2004 in 2005 prišli tudi Trdan *et al.* (2010). Na podlagi rezultatov naše raziskave lahko sklepamo, da je bila populacija žitnega molja od preučevanih vrst najmanj številčna. Žitni molj se je v letu 2016, glede na pojav ostalih vrst, pojavil relativno zgodaj, saj smo prve ulove samcev zabeležili že v začetku maja. Drugi vrh ulova je bil napram prvemu manj številčen in se je pojavil v terminu med 15.6. in 24.8. V letu 2015 smo s spremljanjem začeli šele od 13.7. dalje, zato smo verjetno zabeležili le drugi vrh ulova, ki je višek številčnosti dosegel v drugi polovici julija.



Slika 2: Povprečno dnevno število ulovljenih samcev preučevanih vrst moljev v letu 2016.

4 SKLEPI

Spremljanje zastopanosti in dinamike skladiščnih škodljivcev je sestavni del programa integriranega varstva uskladiščenih pridelkov. Izvajanje monitoringa s feromonskimi vabami omogoča zgodnje odkrivanje majhne populacije škodljivca in s tem pravočasno ukrepanje (Phillips, 1994). Na podlagi ulovov v letih 2015 in 2016 smo na preučevani lokaciji ugotovili vse štiri preučevane vrste skladiščnih škodljivcev iz reda Lepidoptera. V obeh letih je bila številčno najbolj zastopana vrsta koruzni molj, pri čemer je bila dinamika ulova v obeh letih precej podobna. Krljlev molj in močna vešča sta prevladujoči vrsti škodljivih moljev v skladiščih osrednje Italije (Trematerra in Fiorilli, 2000). V naši raziskavi so bili ulovi obeh omenjenih vrst manjši, iz rezultatov pa je razvidno, da sta se pojavila dva vrhova ulova. Na polagi identifikacije ulovljenih samcev v letu 2016 in podatkov podobne raziskave (Trdan in sod., 2010) sklepamo, da je bila v obdobju prvega vrha naleta prevladujoča

vrsta krljjev molj, v času drugega naleta, ki je bil manj številčen, pa se je ulovilo več samcev močne vešče. Ulovi žitnega molja so bili v obeh letih trajanja raziskave relativno nizki, ugotavljamo pa, da se škodljivcev glede na preostale obravnane vrste pojavi najbolj zgodaj, že konec aprila oziroma v začetku maja.

Glede na rezultate raziskave lahko sklepamo, da bo potrebno v prihodnje največji poudarek nameniti spremljanju in po potrebi tudi zatiranju koruznega molja, ki se je v obeh letih pojavil v največjem številu. V prvi vrsti je pri varstvu pridelkov potrebno dosledno izvajati vse preventivne ukrepe, ki preprečujejo nastanek razmer, ugodnih za pojav in razvoj škodljivca. Pred izvedbo kemičnih ukrepov, dajemo v integriranem varstvu prednost uporabi biotičnega varstva, katerega učinkovitost je prav tako v največji meri pogojena s pravočasnim odkrivanjem pojava škodljivcev in poznavanjem njihove bionomije (Schöller et al., 1997).

5 ZAHVALA

Zahvaljujemo se sodelavkama Infrastrukturnega centra Jablje, Marjetki Jene in Lari Habič za pomoč pri spremljanju ulovov škodljivcev.

6 LITERATURA

- Campbell J. F. 2007. Interpretation of pheromone monitoring programs for stored-product insects. IOBC/wprsBulletin. 30,2: 57-62
- Gomboc S. 1995. Pregled gospodarsko pomembnih vrst metuljev (Lepidoptera) v severovzhodni Sloveniji. V: Zbornik predavanj in referatov z 2. Slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin, Radenci, 21.-22. februar 1995. Maček J. (ur.). Ljubljana, Društvo za varstvo rastlin Slovenije: 355-382
- Phillips, T W. 1994 Pheromones of stored-product insects: current status and future perspectives. V: Proceedings of the 6th International Working Conference on Stored-product Protection, Canberra, Avstralija, 17.-21. april 1994. Highley E. , Wright B. J. , Banks H. J. , Champ B. R. (ed). CAB International, Wallingford, Velika Britanija: 479 - 486
- Sallam N. M. 2008 Insect damage: Post-harvest Operations. V: Post-harvest Compendium. Mejia D., Lewis B. (eds.). AGIS/FAO: 26 str.
- Schöller M.E., Flinn P. W., Grieshop M. J., Žd`árková E. 2006. Biological Control of Stored-Product Pests. V: Insect management for Food Storage and Processing. Second edition. Heaps J. W. (ed.). St. Paul, Minnesota, AACCI International: 67-87
- Selišnik K. 2007. Spremljanje zastopanosti krljevega molja (*Plodia interpunctella* [Hübner]) in močne vešče (*Ephestia kuehniella* [Zeller]) s feromonskimi vabami. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 38 str.
- Trematerra P., Fiorilli F. 2000. Stored-product insects pests in feed-mill in Central Italy. IOBC wprs Bulletin, 23, 10 : 103-109
- Trdan S., Kač M., Vidrih M., Laznik Ž. 2010. Seasonal dynamics of three lepidopteran stored grain pests in Slovenia. V: Proceedings of the 10th International Working Conference on Stored Product Protection, Estoril, Portugalska, 27. junij-2. julij 2010. Berlin, Nemčija, Julius Kühn-Institut: 197-201
- Weaver D. K., Petroff A. R. 2004. Pest management for grain storage and fumigation. Montana Department of Agriculture: 84 str.

KORENJE PO EVROPI JE POGOSTO OKUŽENO Z BAKTERIJO '*Candidatus Liberibacter solanacearum*', KI SE PRENAŠA S SEMENOM IN ŽUŽELČJIMI PRENAŠALCI - KAKO JE PRI NAS?

Tanja DREO¹, Mojca VIRŠČEK MARN², Erika OREŠEK³

¹Nacionalni inštitut za biologijo, Ljubljana

²Kmetijski inštitut Slovenije, Ljubljana

³Uprava za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin Slovenije, Ljubljana

IZVLEČEK

Bakterija '*Candidatus Liberibacter solanacearum*' (Liefting *in sod.*, 2009) je po Gramu negativna bakterija omejena na floem gostiteljskih rastlin in hemolimfo žuželčjih prenašalcev, različnih vrst bolšic. Največjo nevarnost predstavlja bakterija za krompir (*Solanum tuberosum* L.), pri katerem okužba povzroča značilno progavost notranjosti gomoljev (angl. »zebra chip«), zaradi katere so gomolji neuporabni za namene pri katerih je pomemben tudi njihov videz (npr. za čips, ocvrt krompirček). Poleg krompirja bakterija okužuje paradižnik (*Solanum lycopersicon*), papriko (*Capsicum annum*), jajčevac (*Solanum melongena*) ter druge rastline iz družine razhudnikovk in rastline iz družine kobulnic (Apiaceae). Opisani so različni haplotipi bakterije, ki se tudi biološko razlikujejo. Bakterija je zastopana v Severni in Srednji Ameriki, kjer jo prenaša bolšica *Bactericera cockerelli*, ki se v Evropi ne pojavlja. V Evropi se bakterija pojavlja v pridelavi korenja (*Daucus carota*), zelene (*Apium graveolens*) in pastinaka (*Pastinaca sativa*). Bolezenska znamenja na nadzemskih delih okuženih rastlin so podobna znamenjem, kakršna povzročajo fitoplazme. Koreni okuženih kobulnic so manjši in tvorijo več stranskih korenin. Bakterija se na daljše razdalje, domnevno z nizko učinkovitostjo, prenaša z okuženim semenom (Bertolini *in sod.*, 2015) in med rastlinami z okuženimi bolšicami. V Sloveniji smo z nadzorom bakterije '*Ca. Liberibacter solanacearum*' začeli v letu 2016. Opravili smo nadzor 10 lokacij pridelave korenja, zelena in pastinaka in odvzeli 5 vzorcev korenja s sumljivimi znamenji, vendar v njih nismo potrdili te bakterije. V prispevku povzemamo strokovne informacije, pomembne za izvajanje programa preiskav '*Ca. Liberibacter solanacearum*' ter pomen bakterije za Slovenijo.

Gljučne besede: »zebra chip«, kobulnice, bakterioze

ABSTRACT

¹ dr., Večna pot 111, SI-1000 Ljubljana, e-pošta: tanja.dreo@nib.si

² dr., Hacquetova 17, SI-1000 Ljubljana

³ mag., Dunajska 22, SI-1000 Ljubljana

CARROTS IN EUROPE ARE FREQUENTLY INFECTED WITH SEED AND VECTOR TRANSMITTED BACTERIA '*Candidatus Liberibacter solanacearum*' - WHAT IS THE SITUATION IN SLOVENIA?

Bacterium '*Candidatus Liberibacter solanacearum*' (Liefting *et al.*, 2009) is a Gram negative bacterium limited to the phloem of host plants and hemolymph of its insect vectors. It causes zebra chip of potato (*Solanum tuberosum* L.) making the tubers unusable for production of fries and chips. It also infects tomato (*Solanum lycopersicon*), pepper (*Capsicum annum*), eggplant (*Solanum melongena*), and other plants of Solanaceae and Apiaceae families. Several haplotypes that vary in biological properties are described. '*Ca. Liberibacter solanacearum*' is widespread in North and Central America where it is efficiently transmitted by potato psyllid, *Bactericera cockerelli*. This psyllid is not known to occur in Europe. The bacterium has been reported to occur in carrots (*Daucus carota*), celery (*Apium graveolens*) and parsnip (*Pastinaca sativa*) from the south and north of Europe. Symptoms on above ground plant parts are similar to those caused by phytoplasma. Infected roots of Apiaceae plants are smaller and show proliferation of secondary roots. In carrots, bacterium can be spread long distance with infected seeds (Bertolini *et al.*, 2015) and between infected plants with infected psyllids. In Slovenia, the survey of '*Ca. Liberibacter solanacearum*' started in 2016. Ten sites of production of carrot, celery and parsnip were visited and five samples of carrots with suspicious symptoms were analyzed and found negative for the presence of '*Ca. Liberibacter solanacearum*'. Here, we summarize the information relevant to the survey including visual inspections, sampling and diagnostics of '*Ca. Liberibacter solanacearum*', as well as its relevance to Slovenia.

386

Keywords: 'zebra chip', Apiaceae, bacterial diseases

1 UVOD

Bakterija '*Ca. Liberibacter solanacearum*' je škodljivi organizem, ki je uvrščen v EPPO prilogo A1. Zaenkrat bakterija ni uvrščena v priloge direktive 2000/29/ES. Bakterija predstavlja tveganje za pridelavo rastlin v Evropi in v Sloveniji, zato njeno zastopanost preverjamo tudi v okviru programa preiskav. V prispevku povzemamo strokovne informacije pomembne za izvajanje programa preiskav.

2 GOSTITELJSKE RASTLINE IN '*Ca. Liberibacter solanacearum*'

Bolezenska znamenja, ki jih povzroča bakterija '*Ca. Liberibacter solanacearum*', so v 90-tih letih prejšnjega stoletja opazili na krompirju v Mehiki, drugih državah Centralne Amerike in pozneje v Teksasu, kjer so predelovalci zaradi neustreznega videza, progavosti gomoljev, zavrnili večino krompirja. Leta 2008 so pridelovalci v Kaliforniji in na Novi Zelandiji (Liefting in sod., 2009) poročali o novih težavah na paradižniku, za katere se je pozneje pokazalo, da imajo enak vzrok (Crosslin in sod., 2010). Povzročiteljica okužb, bakterija '*Ca. Liberibacter solanacearum*' (Liefting in sod., 2009a, 2009b), je po Gramu negativna bakterija omejena na floem gostiteljskih

rastlin in hemolimfo žuželčjih prenašalcev, različnih vrst bolšic. Bakterije zaenkrat ni mogoče gojiti v aksenični kulturi.

Bolezen se še vedno pojavlja v ZDA in na Novi Zelandiji. V Evropi je bila večkrat ugotovljena, vendar je omejeno razširjena. O njej poročajo tako z juga Evrope, iz Španije in Francije (Munyanza in sod., 2010; Alfaro-Fernández in sod., 2012; Loiseau in sod., 2014), Avstrije (NPP0 of Austria, 2015) in Nemčije (Munyanza in sod., 2015), kot tudi iz skandinavskih držav (Haapalainen in sod., 2016).

Največjo nevarnost predstavlja bakterija za krompir (*Solanum tuberosum* L.) pri katerem okužba povzroča značilno progavost notranjosti gomoljev (angl. »zebra chip«), zaradi katere so gomolji neuporabni za namene pri katerih je pomemben tudi njihov videz (npr. za čips, ocvrt krompirček). Na okužbo občutljive rastline so poleg krompirja še paradižnik (*Solanum lycopersicon*), paprika (*Capsicum annuum*) in jajčevac (*Solanum melongena*). Bakterija okužuje tudi druge rastline iz družine razhudnikovk in rastline iz družine kobulnic (Apiaceae), med katerimi so najpomembnejše korenje (*Daucus carota*), zelena (*Apium graveolens*) in pastinak (*Pastinaca sativa*). V obširnejši francoski raziskavi so okužbe ugotovili tudi pri krebujlici, komarčku in peteršilju (Hajri in sod., 2017).

Bolezenska znamenja na nadzemskih delih okuženih rastlin (razhudnikovk in kobulnic) so podobna znamenjem kakršna povzročajo fitoplazme. Pojavlja se zakrnela rast, rozetavost, rumenenje ali vijolična obarvanost listov, rozetavost, povečano izraščanje stranskih poganjkov, tvorba zračnih gomoljev in motena tvorba plodov. Koreni okuženih kobulnic so manjši in tvorijo več stranskih korenin. Kobulnice so lahko okužene tudi če ne kažejo bolezenskih znamenj.

Opisanih je bilo pet haplotipov bakterije, A-E, ki naj bi bili omejeni glede na prenašalce, geografsko razširjenost in deloma gostiteljske rastline, torej se tudi biološko razlikujejo. Haplotipe identificiramo s sekvenciranjem izbranih odsekov DNA. Razlike med različki, ki okužujejo razhudnikovke in druge rastline, so potrdile tudi novejša raziskave celotnih genomskih zaporedij (Wang in sod., 2017), vendar novejša izkušnje raziskovalcev kažejo, da se lahko v rastlinah in semenih pojavljajo tudi različki, ki jih ni mogoče nedvoumno uvrstiti v že opisane haplotipe. Njihove biološke značilnosti še niso povsem jasne.

Haplotipa A in B sta povezana z boleznimi v krompirju in drugih razhudnikovkah. Oba prenaša krompirjeva bolšica (*Bactericera cockerelli*). Haplotip A (sinonim *Ca. Liberibacter psyllauros*; Hansen in sod., 2008) je zastopan v srednji in severni Ameriki in na Novi Zelandiji. Haplotip B je razširjen v srednji Ameriki in v ZDA (Teksas, Kansas, Nebraska). Vrsta *B. cockerelli* je tudi sama po sebi invazivna žuželka in je lahko pomemben škodljivec krompirja, paradižnika in paprike. Ta bolšica izvira iz severne Amerike in v Sloveniji ni zastopana. O haplotipu C največ poročajo iz severne Evrope in Nemčije, medtem ko iz Mediteranskih držav poročajo o haplotipih D in E. Haplotip C prenaša predvsem korenjeva bolšica (*Trioza apicalis*). Korenjeva bolšica je zastopana v Sloveniji; primerki so bili nabrani predvsem na smrekah, na katerih prezimijo odrasli osebki (info: mag. Gabrijel Seljak, KGZS Nova Gorica). Haplotip D (Nelson in sod., 2016) prenaša *Bactericera trigonica*. O njej poročajo iz držav, v katerih se pojavljata haplotipa D in E, torej iz Češke, Madžarske,

Srbije in drugih (EPPO Global Database). Zastopana je tudi v Sloveniji (info: mag. Gabrijel Seljak, KGZS Nova Gorica).

Raziskovalci poročajo tudi o vmesnih haplotipih, vendar še ni jasno, ali gre res za vmesne haplotipe ali le mešane okužbe. Ravno tako ni jasen morebitni biološki pomen vmesnih haplotipov. V teku je več študij drugih žuželk, ki bi lahko prenašale to bakterijo, pri čemer je za Evropo najbolj kritičen prenos na krompir in med rastlinami krompirja.

Bertolini in sod. (2014) so v Španiji na korenju pokazali precej visoko stopnjo prenosa bakterije '*Ca. Liberibacter solanacearum*' s semenom (med 12 in 42 %). Prenosa s semenom v takšnem obsegu pozneje niso uspeli potrditi (Loiseau in sod., 2017). Druge poti prenosa in širjenja so okužen sadilni in razmnoževalni material gostiteljskih rastlin, druge okužene rastline ter okuženi prenašalci.

3 TVEGANJE ZA SLOVENIJO

Poročila o škodah na koblunnicah zaradi okužb s '*Ca. Liberibacter solanacearum*' se zelo razlikujejo. Zunaj Evrope o težavah ne poročajo. Ravno tako pridelovalci v Evropi navadno ne opažajo velikega vpliva na količino pridelka ali njegov okus pri korenju, pri katerem bakterije povzročajo rumenice. Drugače je pri stebelni zeleni in nekaterih drugih koblunnicah, pri katerih lahko okužbe prizadanejo videz pridelka, ki se mu zato zmanjša tržna vrednost. Mnoge koblunnice so lahko okužene brez izraženih bolezenskih znamenj in so lahko vir okužbe za zdrave rastline.

Največje tveganje predstavlja bakterija za krompir, zato je najbolj nevaren vnos haplotipov in prenašalcev, ki okužujejo krompir in druge razhudnikovke. Zaenkrat o okužbah s temi haplotipi v Evropi niso poročali. Iz Španije so poročali o naravni okužbi krompirja s haplotipom E, pri kateri so gomolji kazali značilno progavost. Kljub temu opažanja kažejo, da je epidemiološki pomen takšnih okužb majhen zaradi odsotnosti prenašalcev, ki bi okužbo učinkovito širili med rastlinami (Palomo in sod., 2014). Učinkovita okužba krompirja in širjenje bolezni tako najverjetneje zahtevata vnos haplotipov, ki okužujejo krompir, skupaj s prenašalci.

Glede na relativno razširjenost '*Ca. Liberibacter solanacearum*' na koblunnicah v Evropi, je bilo kar nekaj študij namenjenih preučevanju možnosti preskoka bakterije iz koblunnic na razhudnikovke. Poskusi prenosa bakterije iz okuženega krompirja na korenje s krompirjevo bolšico (*Bactericera cockerelli*) so pokazali, da je prenos neučinkovit (Munyaneza in sod., 2016). Ravno tako je prenos nekrompirjevih haplotipov iz okuženih koblunnic na krompir mogoč le v manjši meri. Korenjeva bolšica (*B. trigonica*) je prenesla bakterijo na le 3 % rastlin krompirja v primerjavi z 80 % prenosom na korenje in 70 % na zeleno (Antolinez in sod., 2017). Seveda ni mogoče izključiti možnosti prilagoditve haplotipov na nove gostiteljske rastline ali pojav že zastopanih žuželk kot novih prenašalcev te bakterije.

4 PROGRAM PREISKAV IN LABORATORIJSKA DIAGNOSTIKA

V programu preiskave, ki se na območju celotne Slovenije zaradi tveganja, ki ga bakterija predstavlja za Slovenijo, izvaja od leta 2016, sodelujejo Kmetijski inštitut Slovenije (koordinacija in pregledi), Uprava za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin (EU poročanje) ter Nacionalni inštitut za biologijo (laboratorijska diagnostika) (UVHVVR, 2017). Ker je bakterija v Evropi zastopana na koblulnicah, so bili predmet pregledov in vzorčenja v prvem letu programa preiskav korenje, zelena in pastinak. V nadaljevanju se bodo pregledi in vzorčenja predvidoma izvajali tudi na rastlinah in gomoljih krompirja, nekaterih drugih razhodnikovkah ter še nekaterih gojenih in divjih koblulnicah

Zaradi podobnosti bolezenskih znamenj drugim boleznim, še posebno tistim, ki jih povzročajo fitoplazme, je sum na zastopanost '*Ca. Liberibacter solanacearum*' potrebno potrditi ali ovreči z laboratorijsko analizo.

Za laboratorijsko analizo vzorčimo cele rastline oz. vsaj 3-5 listov z bolezenskimi znamenji (vključno z glavnimi žilami in peclji). Bakterija lahko rastline okužuje tudi v obliki prikrite okužbe. V tem primeru vzorčimo cele rastline oz. vsaj 5-10 listov iz različnih delov rastlin. Koncentracija bakterije je navadno najvišja v mladih, razvijajočih se listih.

Gomolji krompirja z vidnimi bolezenskimi znamenji vsebujejo le nizke koncentracije bakterij, zato se priporoča, da se testirajo posamično. Postopki vzorčenja in testiranja za učinkovitejše določanje latentne prisotnosti '*Ca. Liberibacter solanacearum*' v vzorcih večih gomoljev so še v razvoju.

Laboratorijske analize in diagnostiko opravlja Nacionalni inštitut za biologijo v skladu z osnutkom nove verzije EPPO diagnostičnega protokola in mednarodnimi publikacijami. Za detekcijo uporabljamo metodi PCR v realnem času, ki so ju opisali Li in sod. (2009) ter Teresani in sod. (2014). Za nadaljnjo identifikacijo in potrjevanje sumljivih vzorcev se lahko izvedejo dodatne analize sekveniranja DNA, s katerimi določimo tudi haplotip bakterije. Določanje bakterije je mogoče tudi v žuželčjih prenašalcih.

5 SKLEPI

Na podlagi zdravstvenih pregledov na njivah in laboratorijskih analiz je status tega organizma na območju Slovenije 'Odsoten: ni zapisov o škodljivem organizmu, potrjeno s preiskavo'. V primeru, da se bakterija pojavi v Evropi tudi na krompirju, bo to najbolj ogrožena gostiteljska rastlina.

6 ZAHVALA

Zahvaljujemo se mag. Gabrijelu Seljaku za dodatne informacije glede zastopanosti prenašalcev v Sloveniji, Upravi Republike Slovenije za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin za podporo projekta Phylib II (ERA-NET Euphresco) in sodelavcem na projektu za izmenjavo informacij, Lidiji Matičič, Nacionalni inštitut za biologijo, za tehnično pomoč pri vpeljavi metod laboratorijske diagnostike ter sodelujočim preglednikom. Delo je bilo financirano v okviru strokovnih nalog s področja zdravstvenega varstva rastlin na Nacionalnem inštitutu za biologijo in na Kmetijskem inštitutu Slovenije preko Ministrstva za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano RS, Uprave Republike Slovenije za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin.

7 LITERATURA

- Alfaro-Fernández, A., Cebrián, M.C., Villaescusa, F.J., de Mendoza, A.H., Ferrándiz, J.C., Sanjuán, S., Font, M.I., 2012. First Report of '*Candidatus Liberibacter solanacearum*' in Carrot in Mainland Spain. *Plant Disease* 96, 582–582.
- Antolínez, C.A., Fereres, A., Moreno, A., 2017. Risk assessment of '*Candidatus Liberibacter solanacearum*' transmission by the psyllids *Bactericera trigonica* and *B. tremblayi* from Apiaceae crops to potato. *Scientific Reports* 7, 45534.
- Bertolini, E., Teresani, G.R., Loiseau, M., Tanaka, F. a. O., Barbé, S., Martínez, C., Gentit, P., López, M.M., Cambra, M., 2015. Transmission of '*Candidatus Liberibacter solanacearum*' in carrot seeds. *Plant Pathol* 64, 276–285.
- Crosslin, J., Munyaneza, J., Brown, J., Liefing, L., 2010. A History in the Making: Potato Zebra Chip Disease Associated with a New Psyllid-borne Bacterium. A Tale of Striped Potatoes. APSnet Feature Articles.
- EPPO (2017) EPPO Global Database (available online). <https://gd.eppo.int>
- Haapalainen, M., Kivimäki, P., Latvala, S., Rastas, M., Hannukkala, A., Jauhiainen, L., Lemmetty, A., Pirhonen, M., Virtanen, A., Nissinen, A.I., 2017. Frequency and occurrence of the carrot pathogen '*Candidatus Liberibacter solanacearum*' haplotype C in Finland. *Plant Pathology* 66, 559–570.
- Hajri, A., Loiseau, M., Cousseau-Suhard, P., Renaudin, I., Gentit, P., 2017. Genetic Characterization of '*Candidatus Liberibacter solanacearum*' Haplotypes Associated with Apiaceous Crops in France. *Plant Disease* 101, 1383–1390.
- Hansen, A.K., Trumble, J.T., Stouthamer, R., Paine, T.D., 2008. A New Huanglongbing Species, "*Candidatus Liberibacter psyllaurous*," Found To Infect Tomato and Potato, Is Vected by the Psyllid *Bactericera cockerelli* (Sulc). *Appl Environ Microbiol* 74, 5862–5865.
- Li, W., Abad, J.A., French-Monar, R.D., Rascoe, J., Wen, A., Gudmestad, N.C., Secor, G.A., Lee, I.-M., Duan, Y., Levy, L., 2009. Multiplex real-time PCR for detection, identification and quantification of "*Candidatus Liberibacter solanacearum*" in potato plants with zebra chip. *J. Microbiol. Methods* 78, 59–65.
- Liefing, L.W., Sutherland, P.W., Ward, L.I., Paice, K.L., Weir, B.S., Clover, G.R.G., 2009a. A New '*Candidatus Liberibacter*' Species Associated with Diseases of Solanaceous Crops. *Plant Disease* 93, 208–214.
- Liefing, L.W., Weir, B.S., Pennycook, S.R., Clover, G.R.G., 2009b. '*Candidatus Liberibacter solanacearum*', associated with plants in the family Solanaceae. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology* 59, 2274–2276.
- Loiseau, M., Garnier, S., Boirin, V., Merieau, M., Leguay, A., Renaudin, I., Renvois, J.-P., Gentit, P., 2014. First Report of '*Candidatus Liberibacter solanacearum*' in Carrot in France. *Plant Disease* 98, 839–839.
- Loiseau, M., Renaudin, I., Cousseau-Suhard, P., Poliakoff, F., Gentit, P., 2017. Transmission tests of '*Candidatus Liberibacter solanacearum*' by carrot seeds. *Acta Hort.* 1153, 41-46.
- Munyaneza, J.E., Fisher, T.W., Sengoda, V.G., Garczynski, S.F., Nissinen, A., Lemmetty, A., 2010. First Report of "*Candidatus Liberibacter solanacearum*" Associated with Psyllid-Affected Carrots in Europe. *Plant Disease* 94, 639–639.
- Munyaneza, J.E., Swisher, K.D., Hommes, M., Willhauck, A., Buck, H., Meadow, R., 2015. First Report of '*Candidatus Liberibacter solanacearum*' Associated With Psyllid-Infested Carrots in Germany. *Plant Disease* 99, 1269.
- Munyaneza, J.E., Mustafa, T., Fisher, T.W., Sengoda, V.G., Horton, D.R., 2016. Assessing the Likelihood of Transmission of '*Candidatus Liberibacter solanacearum*' to Carrot by Potato Psyllid, *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Trioziidae). *PLOS ONE* 11, e0161016.
- Nelson, W.R., Sengoda, V.G., Alfaro-Fernandez, A.O., Font, M.I., Crosslin, J.M., Munyaneza, J.E., 2013. A new haplotype of "*Candidatus Liberibacter solanacearum*" identified in the Mediterranean region. *Eur J Plant Pathol* 135, 633–639.
- NPPO of Austria. "First Report of '*Candidatus Liberibacter Solanacearum*' in Austria." EPPO Reporting Service 02-2015: 2015/029.

- Palomo JL, Bertolini E, Martin-Robles MJ, Teresani G, Lopez MM & Cambra M (2014) Detección en patata en España de un haplotipo de '*Candidatus Liberibacter solanacearum*' no descrito en solanáceas. Abstracts of XVII Congress of Spanish Phytopathological Society, pp. 125. Lleida, Spain.
- Teresani, G.R., Bertolini, E., Alfaro-Fernández, A., Martínez, C., Tanaka, F.A.O., Kitajima, E.W., Roselló, M., Sanjuán, S., Ferrándiz, J.C., López, M.M., Cambra, M., Font, M.I., 2014a. Association of '*Candidatus Liberibacter solanacearum*' with a Vegetative Disorder of Celery in Spain and Development of a Real-Time PCR Method for Its Detection. *Phytopathology* 104, 804–811.
- UVHVVR, 2017. Programi preiskav za ugotavljanje navzočnosti škodljivih organizmov rastlin za leto 2017. str. 75-81.
- Wang, J., Haapalainen, M., Schott, T., Thompson, S.M., Smith, G.R., Nissinen, A.I., Pirhonen, M., 2017. Genomic sequence of "*Candidatus Liberibacter solanacearum*" haplotype C and its comparison with haplotype A and B genomes. *PLOS ONE* 12, e0171531.

**PROGRAM PREISKAV PREVERJANJA ZASTOPANOSTI BAKTERIJE
Pantoea stewartii V RASTLINAH IN SEMENU KORUZE (*Zea mays* L.)**

Tanja DREO¹, Primož PAJK², Manca PIRC³, Maja RAVNIKAR⁴

^{1,3-4}Nacionalni inštitut za biologijo, Ljubljana

²Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, Uprava Republike Slovenije za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin, Ljubljana

IZVLEČEK

Z letom 2017 smo v Sloveniji začeli s programom preiskav v okviru katerega bomo preverjali zastopanost bakterije *Pantoea stewartii* (*Erwinia stewartii*) podvrste *stewartii*, povzročiteljice bakterijske uvelosti koruze. Pri okuženih rastlinah so bolezenska znamenja vidna bodisi kot uvelost sadik bodisi kot ožig listov. Bolezen je prisotna in razširjena v ZDA in nekaterih drugih državah, kjer jo učinkovito prenaša ameriška vrsta bolhačev, koruzni bolhač (*Chaetocnema pulicaria*). Bakterija v koruznem bolhaču uspešno prezimi. Bolezen se na dolge razdalje širi predvsem z okuženim semenom. Bakterija je navzoča na površju in v notranjosti semena. Poglavitna gostiteljska rastlina je koruza (*Zea mays* L.). Najbolj občutljiva je sladka koruza (*Zea mays* convar. *saccharata* var. *rugosa*). Občasno se lahko okužijo tudi druge rastline, kot so plevel sivozeleni muhvič (*Setaria pallide-fusca*), nekatere trave, ki jim gojimo za krmo, npr. teosinta (*Zea mexicana*) in *Tripsacum dactyloides* ter srečni bambus (*Dracaena sanderiana*). Ni znano, da bi se bakterija pojavljala v Evropi in je zato uvrščena v prilogo II.A.I Direktive Sveta 2000/29/ES ter na seznam A2 pri Evropski organizaciji za varstvo rastlin (EPPO). Z vidika tveganja vnosa na območje Slovenije je najbolj rizičen vnos semena iz območij, kjer je bolezen prisotna, še posebno če gre za seme sladke koruze. V prispevku so predstavljene informacije, ki so pomembne za izvedbo programa preiskave. Poleg informacij o biologiji, simptomatiki, poteh prenosa in možnosti širjenja, je predstavljen način, kako se na podlagi znanih geografskih podatkov (raba zemljišča) uporabi ustrezno metodiko načrtovanih zdravstvenih pregledov rastlin, vzorčenj in testiranj v skladu z uveljavljenimi diagnostičnimi metodami.

Ključne besede: boleznin rastlin, bakterijska uvelost koruze, Stewartova bolezen, GIS podatkovna baza

ABSTRACT

¹ dr., Večna pot 111, SI-1000 Ljubljana, e-pošta: tanja.dreo@nib.si

² univ. dipl. ing. agr., Dunajska 22, SI-1000 Ljubljana

³ dr., Večna pot 111, SI-1000 Ljubljana

⁴ prof. dr., prav tam

SURVEY ON THE PRESENCE OF BACTERIUM *Pantoea stewartii* IN PLANTS AND SEEDS OF MAIZE (*Zea mays* L.)

In 2017, the Slovenian plant health authorities started with a national survey on *Pantoea stewartii*, the causative agent of Stewart's wilt in maize (*Zea mays* L.). Infected plants develop either seedling wilt or leaf blight. *Pantoea stewartii* is indigenous to America and has been introduced to other parts of the world with maize seeds in which it is present both on the outside and on the inside. In America, *Chaetocnema pulicaria* is the only known efficient vector and overwintering site of the bacterium. Yellow sticky traps can be used to follow vector populations. The disease is present and widespread in the US and some other American countries. The main host plant is maize (*Zea mays* L.), among which the most sensitive is sweet corn (*Zea mays* convar. *saccharata* var. *rugosa*). *P. stewartii* occasionally infects other plants e.g. pale pigeongrass (*Setaria pallida-fusca*), some grasses grown for forage including teosinte (*Zea mexicana*) and *Tripsacum dactyloides*, and lucky bamboo (*Dracaena sanderiana*). *P. stewartii* is not known to occur in Europe and is therefore listed as a quarantine organism (Annex II.A. of Council Directive 2000/29/EC and A2 list of the European Plant Protection Organization (EPPO)). The highest risk of introduction to Slovenia is associated with seeds originating from areas where the disease occurs, especially with seeds of sweet corn. In this article, we summarize information relevant to the survey e.g. biology, symptomatology, possible pathways of introduction, and the use of geographic data for selection of appropriate methodology for visual inspections, sampling, and testing in accordance with established diagnostic protocols.

Keywords: bacterial wilt of maize, GIS database, plant diseases, Stewart's wilt

1 UVOD

Z letom 2017 smo v Sloveniji začeli programom preiskav v okviru katerega preverjamo zastopanost bakterije *Pantoea stewartii* (*Erwinia stewartii*), povzročiteljice bakterijske uvelosti koruze. Za to bakterijo ni znano, da bi se pojavljala v Evropi in je zato uvrščena v prilogo II.A.I Direktive Sveta 2000/29/ES ter na seznam A2 pri Evropski organizaciji za varstvo rastlin (EPPO). V programu preiskav sodelujejo Nacionalni inštitut za biologijo (koordinacija in laboratorijska diagnostika), Kmetijski inštitut Slovenije in Kmetijsko gozdarski zavod Maribor (pregledniki) ter Uprava za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin (EU poročanje). V letu 2017 je načrtovanih 50 zdravstvenih pregledov in odvzem 20 vzorcev rastlin za testiranje na morebitno zastopanost te bakterije. V letu 2018 se program preiskave predvidoma nadaljuje tudi z vključitvijo odvzema vzorcev semena koruze.

2 BAKTERIJA

Bakterijsko uvelost koruze povzroča bakterija *Pantoea stewartii* subsp. *stewartii* (*Erwinia stewartii* [Smith 1898] Mergaert in sod. 1993, comb. nov.). Vrsta *Erwinia stewartii* je bila skupaj z vrstami *Erwinia herbicola*, *Erwinia milletiae* (Gavini in sod.,

1989), *Erwinia ananas* in *Erwinia uredovora* predstavljena v rod *Pantoea* (Mergaert in sod., 1993).

Znotraj vrste *P. stewartii* sta opisani dve podvrsti, subsp. *stewartii* in subsp. *indologenes*. Prejšnji opisi vrste *E. stewartii* se nanašajo na *P. stewartii* subsp. *stewartii* in ne na subsp. *indologenes*, ki se pogosto pojavlja v semenu koruze, vendar naj ne bi povzročala bolezni. Na podlagi DNA hibridizacijskih študij in analize DNA sekvenc podvrsti *P. stewartii* predstavljata eno vrsto.

Bakterije vrste *P. stewartii* so gram-negativne, paličaste bakterije, velikosti 0,5-1,3 x 1,0-3,0 µm. Ne tvorijo spor in niso gibljive. So oksidaza negativne in fakultativno anaerobne. Celice izolatov *P. s.* subsp. *stewartii* so obdane s polisaharidno kapsulo, ki celice varuje pred izsušitvijo in obrambnimi snovmi, ki jih izločajo rastline (Grimont in Grimont, 2005). Tipiski izolat *P. s.* subsp. *stewartii* je NCPPB 2295^T, ki je bil leta 1970 izoliran v ZDA (Mergaert in sod., 1993).

3 GOSTITELJSKE RASTLINE

Poglavitna gostiteljska rastlina je koroza (*Zea mays*), med katerimi je najbolj občutljiva sladka koroza (*Zea mays* convar. *saccharata* var. *rugosa*). Občasno se lahko okužijo druge rastline: plevel sivozeleni muhvič (*Setaria pallide-fusca*), nekatere trave, ki jim gojimo za krmo (teosinta [*Zea mexicana*] in *Tripsacum dactyloides*), ter okrasni srečni bambus (*Dracaena sanderiana*).

4 RAZŠIRJENOST IN ŠIRJENJE

Bolezen je navzoča in razširjena v ZDA. Navzoča, vendar manj razširjena je v Kanadi, Mehiki, Peruju in nekaterih drugih državah južne Amerike. V Evropi je občasno ugotovljena, vendar naj ne bi bila več navzoča (Avstrija, Italija). S preiskavami so potrdili odsotnost patogena na Nizozemskem (2015), na Hrvaškem (1996) in v Srbiji (1992) (EPPO, 2017).

V Ameriki bolezen učinkovito prenaša ameriška vrsta bolhačev, koruzni bolhač (*Chaetocnema pulicaria*, Coleoptera, Crysomelidae, Alticine). So majhni, črni hroščki, veliki do 2 mm. Koroza je primarni gostitelj hroščka, vendar se odrasli osebkii in larve hranijo tudi na različnih travah. *P. stewartii* subsp. *stewartii* živi v prebavnem traktu hroščka in tako tudi preživi zimo.

Ni znano, da bi bil hrošček zastopan v Evropi (<http://www.plantwise.org>), vendar so v Sloveniji zastopane nekatere druge vrste iz rodu *Chaetocnema*, od katerih jih vsaj sedem živi na travah (Breljih in sod., 2003). Ni znano, da bi te vrste lahko prenašale *P. s.* subsp. *stewartii* oz. omogočale preživetje bakterije prek zime (G. Seljak, os. inf., 9.5.2016).

Nastop bolezenskih znamenj je v neposredni povezavi z bolhačevo populacijsko dinamiko in podlaga napovedovalnega modela razvoja bolezenskih znamenj. Bolezen se na dolge razdalje širi predvsem z okuženim semenom (na površju in v notranjosti semena).

Z vidika vnosa bakterije v Slovenijo največje tveganje predstavlja seme koruze in sladke koruze, ki izvira iz držav, za katere je znano, da se bolezen pri njih pojavlja. Srednje tveganje predstavlja pridelava koruze na območjih v bližini obratov za predelavo in skladiščenje koruze. Druga pridelovalna območja koruze iz semena, ki je bilo pridelano v državah za katere ni znano, da bi se bolezen tam pojavljala, predstavljajo majhno tveganje.

5 BOLEZENSKA ZNAMENJA

Ob okužbi pride bodisi do uvelosti sadik bodisi do ožiga listov. Na razvoj bolezenskih znamenj močno vpliva tudi izbor hibrida (sorte) koruze, vendar okužbe brez bolezenskih znamenj niso znane. Do uvelosti sadik prihaja kadar se mlade rastline sistemsko okužijo, npr. iz okuženega semena. Ob okužbi rastline venijo. Ob propadanju stebel pogosto pride do poganjanja stranskih stebel. Če se rastline občutljivih sort okužijo zgodaj, rastline hitro ovenejo ali ostanejo pritlikave. Pri starejših rastlinah se lahko na novem ličju razvije listni ožig, spodnji deli stebel so lahko votli. Na ličju, ki obdaja storže, se lahko razvijejo majhni vodeni madeži. Na notranji strani ličja se bakterije izcejajo iz madežev v obliki majhnih rumenkastih kapljic. Pri sladki koruzi lahko okužba vodi v zgodnejši razvoj cvetov, ki ovenijo in propadejo, preden se pojavijo bolezenska znamenja na drugih delih rastline.

395

Do ožiga listov pride predvsem ob okužbi starejših rastlin. Prva znamenja okužbe rastlin se razvijejo okrog vbodov prenašalca, tkivo okrog vboda postane vodeno. Vzporedno z listnimi žilami se razvijejo blede zelene do rumene proge. Sčasoma progasto tkivo propade, proge se lahko pri občutljivih sortah razširijo po celem listu. Pri občutljivih sortah je pridelek zmanjšan od 40 do 100 % (Pataky, 2004).

Pri odpornih sortah so bolezenska znamenja na rastlini navadno omejena na 2-3 cm okoli vbodov prenašalcev, prihaja do ožiga listov. Sistemska okužba je redka. Bolezenska znamenja ožiga listov je mogoče zamenjati z bolezenskimi znamenji, ki se razvijejo ob okužbi z glivami, npr. vrstami *Exserohilum turcicum*, *Setosphaeria turcica*, *Cochliobolus heterostrophus* in *Cochliobolus carbonum*. Podobne poškodbe se razvijejo ob suši ali pomanjkanju železa. Zamenjava je mogoča tudi z genetsko pogojeno črtavostjo in drugimi bakterijskimi ožigi, ki jih povzročajo vrste *Clavibacter michiganensis* subsp. *nebraskensis*, *Acidovorax avenae* subsp. *avenae*, *Burkholderia andropogonis* in *Pantoea ananatis*. Ni poročil, da bi sorodno bakterijo *P. s.* subsp. *indologenes* izolirali iz gostiteljskih rastlin *P. s.* subsp. *stewartii*. Podvrsta *P. s.* subsp. *indologenes* je manj agresiven rastlinski patogen, ki so ga izolirali iz bara (laškega muhviča, *Setaria italica*), sivozelenega muhviča (*Pennisetum americanum*), ananasa (*Ananas comosus*) in stročnice guar (*Cyamopsis tetragonolobus*).

6 FITOSANITARNI PREGLEDI IN VZORČENJE

Izvajalci v okviru zdravstvenih pregledov gostiteljskih rastlin preverjajo zdravstveno stanje gostiteljskih rastlin. Tako sta predmet pregledov koruza (*Zea mays*) in sladka koruza (*Zea mays* convar. *saccharata* var. *rugosa*).

6.1 Načrtovanje pregledov

Ob uporabi podatkovnih baz, ki so na voljo za vodenje različnih registrov, npr. iz registra kmetijskih gospodarstev in dejanske rabe (MKGP) in podatkov iz neposrednih plačil (AKTRP), je mogoče vnaprej načrtovati zdravstvene preglede rastlin. Na podlagi gostote pridelave koruze lahko z ESRI orodji (npr. Arc GIS) določimo lokacije z večjimi tveganji. Možno je vnaprej pripraviti mrežno porazdelitev s kvadranti glede na tveganja in gostote njivskih zemljišč posajenih s koruzo, kjer se opravljajo pregledi. Na ta način se skozi leta gradi podatkovna baza, ki omogoča vpogled v dejansko stanje pregledov in opredelitev statusa bakterije *Pantoea stewartii* subsp. *stewartii*.

6.2 Čas pregledov in način pregledov njiv

Priporočen čas pregledov za ugotavljanje uvelosti sadik in sistemskih okužb je od fiziološke faze rastlin BBCH 11 (prvi list razgrnjen) do BBCH 87 (fiziološka zrelost), pri čemer so zgodnejše faze ustreznejše za ugotavljanje venenja sadik. Za ugotavljanje bolezenskih znamenj na listih sta priporočeni dve obdobji pregledov: pregled dva tedna pred in tri tedne po fiziološki fazi BBCH 53 (sredina metličenja) in drugi pregled po BBCH 83 (zgodnja voščena zrelost).

Ob vizualnem pregledu njivo koruze prehodimo v obliki shematičnega vzorca, tako da pokrijemo največje mogoče območje. Za njive pravokotnih oblik se priporoča, da jih prehodimo npr. v obliki črke »W« (Doll *in sod.*, nd.).

6.3 Vzorčenje

Vzorči se lahko kadarkoli znotraj časa pregledov ob pojavu bolezenskih znamenj. Pri vzorčenju rastlin vzorčimo dele rastlin s sumljivimi bolezenskimi znamenji, pri čemer pazimo, da se pri vzorčenju odvzame vedno del rastline med bolezenskimi znamenji in na videz zdravim tkivom. Vzorčimo (i) 5-10 listov / storžev / metlic / stebel z bolezenskimi znamenji oz. (ii) pri majhnih rastlinah lahko vzorčimo cele rastline. Ob vzorčenju korenine posebej zapakiramo tako, da zemlja ne zamaže preostalega vzorca. Sum na okužbo se ovrže ali potrdi z laboratorijsko analizo (PM 7/60 (2)).

7 DIAGNOSTIKA

Laboratorijske analize in diagnostiko opravljamo na Nacionalnem inštitutu za biologijo v skladu z mednarodnimi standardi (PM 7/60 (2)). Analize obsegajo nanos na splošna in/ali selektivna gojišča (Ivanoff, 1933), opcijski dodatni presejalni test (imunofluorescenčni test, PCR v realnem času (Tambong *in sod.*, 2008)), ki jim sledi identifikacija bakterij v čisti kulturi s PCR v realnem času in po potrebi določanje DNA črtnih kod (PM 7/129 (1)). Ob prvi potrditvi in po potrebi je predvidena izvedba

testiranja patogenosti na gostiteljskih rastlinah z reizolacijo bakterije (PM 7/60(2)). V letu 2017 je predvidena vpeljava metod ter analiza dvajsetih (20) vzorcev rastlin.

8 SKLEPI

Program preiskave zastopanosti bakterijske uvelosti koruze, ki jo povzroča bakterija *Pantoea stewartii* (*Erwinia stewartii*) v letu 2017 izvajamo prvič. Največje tveganje za vnos v Slovenijo predstavlja pridelava koruze iz semena, ki izvira iz držav v katerih je bolezen razširjena. Trenuten status tega organizma v Slovenije je »Odsoten: ni zabeležk o škodljivem organizmu«.

9 ZAHVALA

Zahvaljujemo se sodelavcema pri izvajanju Programa preiskav, Janji Lamovšek, Kmetijski inštitut Slovenije in Jožetu Miklavcu, Kmetijsko gozdarski zavod Maribor. Posebna zahvala mag. Gabrijelu Seljaku za dodatne informacije glede zastopanosti prenašalcev v Sloveniji.

10 LITERATURA

- Brelih S., Döberl M., Drovenik B., Pirnat A., 2003. Gradivo za favno hroščev (Coleoptera) Slovenije: 1. prispevek: Polyphaga: Chrysomeloidea (= Phytophaga): Chrysomelidae: Alticinae = Materialien zur Käferfauna (Coleoptera) Slowenien: 1. Beitrag: Polyphaga: Chrysomeloidea (= Phytophaga): Chrysomelidae: Alticinae.- Scopolia 50: 1-279.
- Corn flea beetle (*Chaetocnema pulicaria*) [WWW Document], n.d. URL <http://www.plantwise.org/KnowledgeBank/Datasheet.aspx?dsid=12534> [25.4.2017].
- Doll, J., Grau, C., Jensen, B., Wedberg, J., Meyer, J., n.d. Crop Scouting Manual, A Guide for Wisconsin Corn Production, Integrated Pest Management Program - University of Wisconsin - Extension, Cooperative Extension Service.
- EPPO (2017) EPPO Global Database (available online). URL <https://gd.eppo.int> [21.5.2017].
- Gavini, F., Mergaert, J., Beji, A., Mielcarek, C., Izard, D., Kersters, K., De Ley, J., 1989. Transfer of *Enterobacter agglomerans* (Beijerinck 1888) Ewing and Fife 1972 to *Pantoea* gen. nov. as *Pantoea agglomerans* comb. nov. and Description of *Pantoea dispersa* sp. nov. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology 39, 337–345.
- Grimont, P. A. D., Grimont, F. (2005). Genus XXIII. *Pantoea* Gavini, Mergaert, Beji, Mielcarek, Izard, Kersters and De Ley 1989b, 343VP. V: Brenner, D.J., Krieg N.R., Staley J.T., Garrity G.M. (ur.). Bergey's Manual of Systematic Bacteriology, 2nd edn, vol. 2, part B, pp. 713–720. New York: Springer.
- Ivanoff SS. 1933. Stewart's wilt disease of corn, with emphasis on the life history of *Phytophomas stewartii* in relation to pathogenesis. J. Agr. Res. 47: 749–770.
- 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 and Evolutionary Microbiology 43, 162–173. doi:10.1099/00207713-43-1-162
- Pataky, J. K. 2004. Stewart's wilt of corn. The Plant Health Instructor. <http://www.apsnet.org/edcenter/intropp/lessons/prokaryotes/Pages/StewartWilt.aspx> [28.2.17].
- PM 7/129 (1) DNA barcoding as an identification tool for a number of regulated pests, 2016. . EPPO Bull 46, 501–537. doi:10.1111/epp.12344.
- PM 7/60 (2) *Pantoea stewartii* subsp. *stewartii*, 2016. EPPO Bulletin 46, 226–236. Stewart's wilt of corn [WWW Document], n.d. URL (accessed 2.28.17).

- 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. J. Appl. Microbiol. 104, 1525–1537. doi:10.1111/j.1365-2672.2007.03674.x.
- UVHVVR, 2017. Programi preiskav za ugotavljanje navzočnosti škodljivih organizmov rastlin za leto 2017. str. 75-81.

GLIVIČNE BOLEZNI SOJE V SLOVENIJI

Metka ŽERJAV¹, Karmen RODIČ², Marjeta URBANČIČ ZEMLJIČ³,
Hans-Josef SCHROERS⁴

^{1,3,4}Kmetijski inštitut Slovenije, Oddelek za varstvo rastlin, Ljubljana
²KGZS – Kmetijsko gozdarski zavod Novo mesto

IZVLEČEK

Pridelovanje soje se je v Sloveniji uveljavilo v zadnjem desetletju. Površina njiv s sojo je v Sloveniji narasla s 50 ha v letu 2008 na 2500 ha v letu 2016. O boleznih in škodljivcih, ki bi se v naših rastihi razmerah lahko širili in ogrožali pridelovanje soje, še ni podatkov. Glivične bolezni v svetu zmanjšajo pridelek soje za okrog 10 %. Da bi ugotovili zastopanost in razširjenost za sojo patogenih gliv v Sloveniji, smo v letih 2015 in 2016 pregledali 26 posevkov v različnih območjih Slovenije. Glive smo identificirali na podlagi morfoloških značilnosti in z molekularno metodo črtnega kodiranja. Na polovici pregledanih njiv ali pogosteje smo potrdili glive iz rodov *Diaporthe* (*Phomopsis*) in *Colletotrichum*. Rjava listna pegavost soje (*Septoria glycines*) v letu 2015 ni bila razširjena, v letu 2016 pa je bila najdena na 83 % njiv in bolezenska znamenja so bila v nekaterih posevkih močno izražena. Sojina plesen (*Peronospora manshurica*) je bila razširjena v obeh letih (na 46 % njiv), vendar bolezenska znamenja niso bila močno izražena. Gliva *Macrophomina phaseolina* se je pojavila na 15 % njiv. V tleh preživi v obliki mikrosklerocijev in ima zelo širok krog gostiteljev. Vrste iz rodu *Fusarium* in belo gnilobo (*Sclerotinia sclerotiorum*) smo našli na petini pregledanih njiv s sojo.

Ključne besede: glivične bolezni, razširjenost, Slovenija, soja

ABSTRACT

SOYBEAN DISEASES CAUSED BY FUNGI IN SLOVENIA

Commercial soybean production has started in Slovenia in the last decade. The soybean production area has increased from 50 ha in 2008 to 2500 in 2016. No data are available about pests and diseases that pose a risk to soybean under growing conditions in Slovenia. Fungal pathogens cause yield losses of ca. 10% in world-wide estimations. In order to identify pathogenic fungi that occur on soybean in Slovenia and to infer the fungal disease incidence, 26 soybean fields were surveyed in different regions in 2015 and 2016. Fungi were identified according to their morphological

¹ mag. agr. znan., Hacquetova ulica 17, SI-1000 Ljubljana, e-pošta: metka.zerjav@kis.si

² mag. agr. znan., Šmihelska cesta 14, SI-8000 Novo mesto

³ mag. agr. znan., Hacquetova ulica 17, SI-1000 Ljubljana

⁴ dr., prav tam

characters and with DNA barcode approaches. *Diaporthe* (*Phomopsis*) and *Colletotrichum* species were found in half of the fields or even more often. Brown leaf spot caused by *Septoria glycines* was not detected in 2015 but it appeared in 83% of the fields in 2016. The symptoms of brown leaf spot were severe in some fields. Downy mildew (*Peronospora manshurica*) was widespread in both years (in 46% of fields) but symptoms were inconspicuous. *Macrophomina phaseolina* appeared in 15% of the fields. It can survive in soil by forming microsclerotia and has very broad host range. Species of *Fusarium* and the white rot agent *Sclerotinia sclerotiorum* were isolated from soybean plants in approximately one fifth of the fields.

Key words: distribution, fungal diseases, Slovenia, soybean

1 UVOD

Pridelovanje soje se je začelo uveljavljati šele po letu 2008 in od takrat so površine njiv s sojo narasle s 50 ha na 2500 ha, kolikor je bilo posejanih v letu 2016. Pričakovati je, da se bodo z naraščanjem pridelave stopnjevale tudi težave povezane z boleznimi. O boleznih in škodljivcih, ki bi se v naših rastnih razmerah lahko širili in ogrožali pridelovanje soje, doslej ni bilo podatkov. Z namenom ugotavljanja, katere glivične bolezni se na soji pojavljajo v Sloveniji, smo v letih 2015 in 2016 pregledovali posevke in identificirali povzročitelje bolezni.

400

Po grobi oceni je globalna izguba pridelka soje zaradi glivičnih bolezni približno 10 %. Temelji na oceni narejeni v letu 2006 za Brazilijo, Argentino in ZDA, katerih pridelok predstavlja 82 % vsega svetovnega pridelka. Med geografskimi območji so velike razlike glede razširjenosti in gospodarskega pomena posamezne bolezni. Tako je v Braziliji največji dejavnik zmanjšanja pridelka sojina rja (*Phakopsora pachyrhizi*), ki pa ima v Argentini in ZDA zaradi drugačnih podnebnih razmer manjši vpliv na pridelavo. V Argentini po vplivu na pridelok izstopajo listne pegavosti (*Septoria glycines* in glive iz rodu *Cercospora*) in trohnoba korenin in stebela, ki jo povzroča gliva *Macrophomina phaseolina* (Compendium..., 2015). Gliva *M. phaseolina* je razširjena na vseh celinah in je poleg soje patogen prek 500 rastlinskih vrst, med drugim tudi fižola in koruze. V tleh se ohrani v obliki mikrosklerocijev od 2 do 15 let. Prenaša se tudi s semenom soje. Je termofilna gliva in poleti se pri temperaturi nad 30 °C hitro širi in povzroča sušenje rastlin, podobno odmiranju zaradi suše. Izguba pridelka pri nekaterih pridelovalcih v ZDA je od 30 do 50 %, v vročih območjih Indije celo do 80 % (Gupta in sod., 2012). Naraščajoč problem pri pridelovanju soje je tudi bolezen, ki jo povzroča gliva *Fusarium virguliforme*. Kaže se s predčasnim odpadanjem listov, odmiranjem strokov in sušenjem celih rastlin. Pripisujejo ji, da v omenjenih treh državah v povprečju zmanjša pridelok soje za 1 %. V ZDA največ izgub povzroči koreninska gniloba, ki jo povzroča fitoftora (*Phytophthora sojae*). Tudi bolezni, ki jih povzročajo glive iz rodu *Diaporthe* lahko, odvisno od odpornosti sort v pridelavi in lokalnega podnebja, povzročijo znatne izgube pridelka (Compendium..., 2015). Za imenovanje vrst v rodu *Diaporthe* se je v preteklosti uporabljalo različne sinonime. V fitopatologiji so bile pogosto obravnavane kot vrste iz rodu *Phomopsis*. Bolezenska znamenja na soji so zelo

raznolika: črna pegavost stebel soje, ožig stebel z venenjem in odmiranjem rastlin, pegavost in ožig strokov, plesnivost semen, gnitje semen in sejancev (Santos in sod., 2011, Udayanga in sod., 2015). V Evropi so nekatere vrste iz rodu *Diaporthe* razširjene in škodljive tudi v območjih, ki so podnebno podobna Sloveniji, npr. v Avstriji, Italiji, Hrvaški in Srbiji (Santos in sod., 2011; Riccioni in Petrović, 2012; Weingast in Weinhappel, 2014).

2 MATERIAL IN METODE

V različnih območjih Slovenije (Gorenjska, Posavje, Štajerska, Primorska, Bela krajina, Prekmurje) smo izbrali 26 njiv s sojo: 8 v letu 2015 in 18 v letu 2016. Posevke smo pregledovali v času od sredine julija do konca septembra. Večino njiv smo pregledali enkrat, na 4 njivah pa smo opravili 2 pregleda. Pri pregledu smo na eni lokaciji odvzeli več vzorcev (listi, stebela, stroki, cele rastline s korenino) odvisno od izraženosti bolezenskih znamenj. Glive smo določali z opazovanjem morfoloških značilnosti na substratu ali po izolaciji na gojišču. Identifikacija večine vrst iz rodu *Diaporthe* na podlagi morfoloških značilnosti ni zanesljiva, saj so morfološke razlike med vrstami zelo majhne. Za izolate gliv, ki smo jih morfološko opredelili, da pripadajo rodu *Diaporthe*, smo opravili identifikacijo vrst z molekularno metodo črnega kodiranja. Izbrali smo lokuse ITS rDNK regije 1 in 2 vključno s 5.8S rRNA genom (ITS) in gena translacijski elongacijski faktor-1 alfa (TEF). Začetni oligonukleotidi, ki smo jih uporabili za pomnoževanje oziroma pri sekvenciranju so bili ITS1F (Gardes in Bruns, 1993), NL4 (O'Donnell, 1992) in ITS4 (White in sod., 1990) za ITS ter EF1, EF2 (O'Donnell in sod., 1998), EF1-728F in EF1-986R (Carbone in Kohn, 1999) za TEF. V PCR reakciji je bil uporabljen KAPA2G Robust Hot Start PCR Kit s pufrom A v skladu z navodili proizvajalca. Reakcija je potekala v cikličnem termostatu Applied Biosystems Veriti Thermal Cycler. PCR produkte smo preverili po elektroforezi na agaroznem gelu in jih poslali na sekvenciranje v Macrogen Europe. Sekvence, dobljene s sekvenciranjem v obe smeri, smo uredili s programom Bioedit (Hall, 1999). Identiteto, podobnost in filogenetsko povezanost dobljenih sekvenc smo ocenjevali s primerjavo s sekvencami objavljenimi v delih avtorjev Santos in sod. (2011), Gomes in sod. (2013) in Udayanga in sod. (2015), pri čemer smo uporabili programsko opremo MEGA 6.06 (Tamura in sod., 2013).

Za posameznega povzročitelja bolezní smo izračunali pogostost pojavljanja (incidenca), izraženo kot odstotek njiv, na katerih se je pojavil.

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

V obeh letih je bilo nabranih in analiziranih skupaj 55 vzorcev soje. Bolezenska znamenja, kot so ožigi na steblih in venenje, črna pegavost stebel in plesenje semena, so bila pogosta in glive iz rodu *Diaporthe* so bile izolirane iz vzorcev soje v vseh pridelovalnih območjih, z izjemo Primorske. Pojavljale so se, če upoštevamo obe leti, v povprečju na 69 % pregledanih njiv. Identificirali smo vrste *Diaporthe sojae* Lehman, *Diaporthe caulivora* (Athow & Caldwell) J.M. Santos, Vrandečić & A.J.L. Phillips in *Diaporthe longicolla* (Hobbs) J.M. Santos, Vrandečić & A.J.L. Phillips. Ker je bilo najpogosteje opaženo bolezensko znamenje črna pegavost stebel in največkrat izolirana vrsta *D. sojae* sklepamo, da je ta vrsta bolj razširjena od ostalih

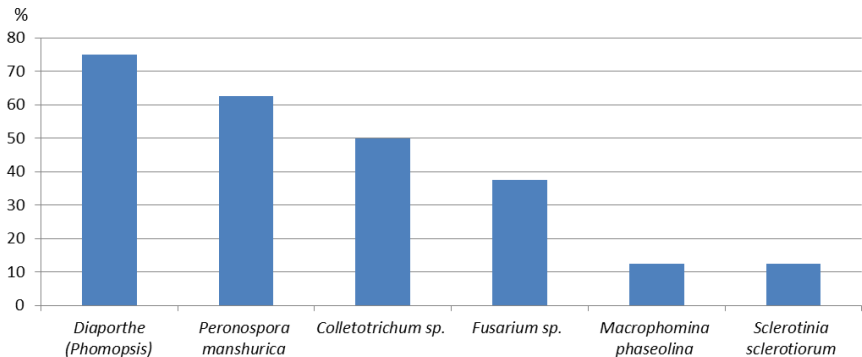
dveh. V letih, ko je vreme v času dozorevanja soje deževno in dovolj toplo (15 do 20 °C), so izgube pridelka lahko velike, saj zrnje zaradi okužbe splesni. Vse tri vrste se prenašajo s semenom, vendar okužbo semena največkrat povzroča vrsta *D. longicolla*. Okuženo seme ima slabšo kalivost in del okuženih sejancev po vzniku propade (Compendium... , 2013). Stopnjo okužbe z glivami rodu *Diaporthe* urejajo tudi nacionalni predpisi, po katerih okuženost semena ne sme presežati 15 % (Pravilnik o trženju... , 2005). V raziskavi kakovosti semena soje v procesu certifikacije v Avstriji v letih od 2009 do 2013 je bila od *Diaporthe* vrst na semenu najbolj pogosta *D. longicolla* (50 %), sledili sta vrsti *D. sojae* in *D. caulivora*, delež neustreznih vzorcev semena, kjer je bila presežena mejna vrednost pa je bil v posameznih letih 10 % in več (Weingast in Weinhappel, 2014).

Preglednica 1: Lokacije najdb za izbrane glive, povzročiteljice bolezni soje v letih 2015 in 2016.

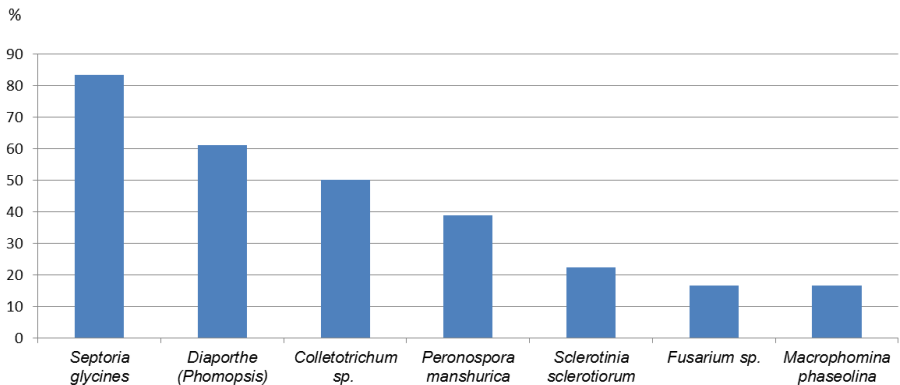
Povzročitelj bolezni	Število njiv	Lokacija
<i>Diaporthe (Phomopsis)</i>	18	Komenda (3 njive), Loče (2 njivi), Brežice (2 njivi), Lenart, Rakičan, Moravske toplice, Rakičan, Dobova, Martjanci, Otok (Bela krajina), Moste pri Komendi, Mengeš, Spodnji Brmik, Trgovišče
<i>Septoria glycines</i>	15	Komenda (dve njivi), Lahovče, Loče (2 njivi), Brežice, Dobova, Lenart, Pernica, Pragersko, Rakičan, Moravske toplice (dve njivi), Ajševica, Miren
<i>Peronospora manshurica</i>	12	Lahovče, Komenda (2 njivi), Lenart, Pernica, Miren, Rakičan, Moravske toplice, Trgovišče, Brežice, Otok (Bela krajina), Mengeš
<i>Colletotrichum</i> spp.	13	Brežice (2 njivi), Martjanci, Rakičan, Trgovišče, Moravske toplice (2 njivi), Lenart, Pragersko, Dobova, Komenda (2 njivi), Mengeš
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	5	Lenart, Martjanci, Moravske toplice, Brežice, Trgovišče
<i>Macrophomina phaseolina</i>	4	Brežice (2 njivi), Rakičan, Lenart

Rjava listna pegavost soje (*Septoria glycines* Hemmi) je bila v letu 2016 najdena na 83 % njiv, leto prej pa je nismo opazili. Bolezenska znamenja so bila na nekaj njivah močno izražena, listi so predčasno odpadali, tudi na steblih so se pojavljale pege. Glede na to, da je patogen specializiran za sojo in se je pojavljal tudi na njivah, kjer soje prej niso pridelovali, predvidevamo, da je bilo seme vir okužbe.

Sojina plesen (*Peronospora manshurica* [Naumov] Syd.) je bila pogosta v vseh območjih, vendar bolezenska znamenja, ki so se se sicer pojavila že v času vegetativnega razvoja soje v obliki manjših rumenih in pozneje rjavih peg, niso bila močno izražena. Delež okužene listne površine na večini opazovanih njiv ni presegal 3 %.



Slika 1: Pogostost pojavljanja povzročiteljev glivičnih bolezni soje v letu 2015.



Slika 2: Pogostost pojavljanja povzročiteljev glivičnih bolezni soje v letu 2016.

Glivo *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid. smo našli v Prekmurju, na Štajerskem in v Posavju, kjer so rastline v posevku propadale tudi v večjih skupinah. Bolezenska znamenja so se pojavila v času dozorevanja. V Posavju smo jo prvič našli že v letu 2014 in v obeh letih te raziskave, kar kaže na njeno morebitno ustaljenost.

Glive iz rodu *Colletotrichum* so se pojavljale predvsem v času dozorevanja na rastlinah, ki so se že sušile, zato jih pri večini vzorcev nismo mogli neposredno povezati z bolezenskimi znamenji. Identificirali smo vrsto *Glomerella glycines* Lehman & F.A. Wolf, ki smo jo izolirali iz stebel soje.

Med glivami, ki imajo sicer širok krog gostiteljev med gojenimi rastlinami, smo na soji določili tudi glive iz rodov *Fusarium* in *Rhizoctonia* ter glivo *Sclerotinia sclerotiorum*, ki povzroča belo gnilobo. Šlo je za posamezne rastline z bolezenskimi znamenji in ne za obširnejše propadanje rastlin.

4 SKLEPI

Bolezni, za katere na podlagi prvih opazovanj posevkov sklepamo, da imajo v Sloveniji ugodne razmere za širjenje in bi lahko vplivale na zmanjšanje pridelka, so predvsem rjava listna pegavost soje in bolezni, ki jih povzročajo glive iz rodu *Diaporthe*. Razširjenost rjave listne pegavosti po vsej Sloveniji v letu 2016 je bila povezana z okužbo semena in ugodnimi razmerami za razvoj bolezni. Škodljiva bi lahko postala v vročih in suhih poletjih tudi gliva *M. phaseolina*, če bi se v pridelovalnih tleh razširila in ohranjala v obliki mikrosklerocijev, pa tudi v primeru uporabe semena z visoko stopnjo okužbe. Glede na pomen širjenja glivičnih bolezni s semenom je skrb za zagotavljanje kakovostnega semena bistveni preventivni ukrep za preprečevanje širjenja. Nekateri ugotovljeni povzročitelji bolezni na soji imajo zelo širok krog gostiteljev (*Sclerotinia sclerotiorum*, *Macrophomina phaseolina*, *Rhizoctonia solani*, vrste iz rodu *Fusarium*) in se ohranjajo v tleh daljša obdobja, kar je potrebno upoštevati pri načrtovanju kolobarja.

5 LITERATURA

- Compendium of Soybean Diseases and Pests, Fifth Edition. 2015. Hartman, G.L., Rupe, J.C., Sikora, E.J., Domier, L.L., Davis, J.A., Steffey, K.L., eds. APS Press, St. Paul: 201 str.
- Carbone, I., Kohn, L.M. 1999. A method for designing primer sets for speciation studies in filamentous ascomycetes. *Mycologia*, 91: 553–556.
- Gardes, M., Bruns T.D. 1993. ITS primers with enhanced specificity for basidiomycetes - application to the identification of mycorrhizae and rusts. *Mol. Ecol.*, 2: 113–118.
- Girish, K., Gupta, G.K., Sharma, S.K., Ramteke, R. 2012. Biology, Epidemiology and Management of the Pathogenic Fungus *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid with Special Reference to Charcoal Rot of Soybean (*Glycine max* (L.) Merrill). *Journal of Phytopathology*, 160, 4: 167–180.
- Gomes, R.R., Glienke, C., Videira, S.I.R., Lombard, L., Groenewald, J.Z., Crous, P.W. 2013. *Diaporthe*: a genus of endophytic, saprobic and plant pathogenic fungi. *Persoonia*, 31: 1–41.
- Hall, T.A. 1999. BioEdit: a user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT. *Nucleic Acids Symposium Series* 41:95–98.
- O'Donnell, K. 1992. Ribosomal DNA internal transcribed spacers are highly divergent in the phytopathogenic ascomycete *Fusarium sambucinum* (*Gibberella pulicaris*). *Curr Genet.*, 22: 213–20.
- O'Donnell, K., Kistler, H.C., Cigelnik, E., Ploetz, R.C. 1998. Multiple evolutionary origins of the fungus causing Panama disease of banana: concordant evidence from nuclear and mitochondrial gene genealogies. *PNAS*, 95: 2044–2049.
- Pravilnik o trženju semena oljnic in predivnic. 2005. Uradni list Republike Slovenije, 8/05.
- Riccioni, L., Petrović, K. 2012. Identification of pathogenic fungi from soybean. V: International Conference on BioScience: Biotechnology and Biodiversity, Step in the future, The Forth Joint UNS – PSU, June 18-20, 2012, Novi Sad, Serbia: 342-360.
- Santos, J.M., Vrandečić, K., Čosić, J., Duvnjak, T., Phillips, A.J.L. 2011. Resolving the *Diaporthe* species occurring on soybean in Croatia. *Persoonia*, 27: 9–19
- Tamura, K., Stecher, G., Peterson, D., Filipski, A., Kumar, S. 2013. MEGA6: Molecular Evolutionary Genetics Analysis version 6.0. *Molecular Biology and Evolution*, 30: 2725–2729
- Udayanga, D., Castlebury, L.A., Rossman, A.Y., Chukeatirote, E., Hyde, K.D. 2015. The *Diaporthe* sojiae species complex: Phylogenetic re-assessment of pathogens associated with soybean, cucurbits and other field crops. *Fungal Biology*, 119, 5: 383-407.
- Weingast, A., Weinhappel, M. 2014. *Diaporthe* phaseolorum on soybeans from Austrian breeding regions. V: 65. Tagung Zukünftiges Saatgut - Produktion, Vermarktung, Nutzung und

- Konzervierung. Future Seed - Production, Marketing, Use and Conservation, November 24-26, 2014, Raumberg-Gumpenstein, Austria: 81-83.
- White, T.J., Bruns, T.D., Lee, S., Taylor, J.W. 1990. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. In: Innis M.A., Gelfand D.H., Sninsky J.J. and White T.J. (eds). PCR Protocols: A Guide to Methods and Applications. Academic, New York, 315–322.

**PRVI POSKUS PREUČEVANJA NAVADNEGA GRAHA (*Pisum sativum* L.)
KOT PRIVABILNEGA POSEVKA ZA ZMANJŠEVANJE ŠKODLJIVOSTI
STRUN (*Agriotes* spp., Coleoptera, Elateridae) NA KROMPIRJU (*Solanum
tuberosum* L.)**

Tanja BOHINC¹, Anja PEPUNIĆ², Filip VUČAJNK³, Matej VIDRIH⁴, Žiga
LAZNIK⁵, Stanislav TRDAN⁶

Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Ljubljana

IZVLEČEK

Strune (*Agriotes* spp.) prištevamo med gospodarsko najpomembnejše škodljivce krompirja (*Solanum tuberosum*). Med alternativnimi načini varstva krompirja pred strunami so tudi privabilni posevki, katerih namen uporabe je privabiti škodljivce na rastline, ki so zanje dozretnejše od rastlin, ki jih pridelujemo za živež ali krmo. S tem se zmanjša gospodarski pomen škodljivcev na slednjih. Namen naše raziskave je bil ugotoviti, ali lahko navadni grah (*Pisum sativum*) služi kot privabilni posevek za zmanjševanje škodljivosti strun na krompirju. Zato smo v letu 2015 na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani izvedli bločni poskus v treh obravnavanjih (1. kontrola - brez privabilnega posevka, 2. navadni grah, škropljen s sistemskim insekticidom tiametoksamom, 3. neškropljeni navadni grah). V prispevku so predstavljeni rezultati povprečnega pridelka krompirja, in sicer v različnih vrstah na njivi (glede na oddaljenost od roba njive) in po velikostnih frakcijah, ter povprečno število poškodb na posamezen gomolj po vrstah, blokih, obravnavanjih in frakcijah. Z raziskavo nismo uspeli potrditi domneve o privabilni sposobnosti graha za strune ter razlikah v obsegu poškodb med posameznimi obravnavanji. Prav tako nismo mogli potrditi domneve o tem, da naj bi se s povečevanjem razdalje med privabilnim in glavnim posevkom manjšal obseg poškodb na gomoljih. Da bi lahko potrdili učinkovitost graha za privabljanje strun, bodo potrebne še nadaljnje raziskave.

Ključne besede: strune, krompir, navadni grah, privabilni posevki, poljski poskus, poškodbe, pridelek

ABSTRACT

¹ asist. dr., Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana, e-pošta: tanja.bohinc@bf.uni-lj.si

² mag. inž. hort., Jereslavec 38, SI-8258 Kapele

³ doc. dr., Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana

⁴ doc. dr., prav tam

⁵ doc. dr., prav tam

⁶ prof. dr., prav tam

FIRST ATTEMPT OF EFFICACY TESTING OF PEA (*Pisum sativum* L.) AS TRAP CROP FOR DIMINISHING THE DAMAGE CAUSED BY WIREWORMS (*Agriotes* spp., Coleoptera, Elateridae) IN POTATO (*Solanum tuberosum* L.) CROPS

Wireworms (*Agriotes* spp.) are among the most important pests of potato (*Solanum tuberosum*). One of the alternative ways of controlling wireworms are trap crops, that attract pests on plants that are more susceptible for their attacks, so that populations of those organisms are much smaller on the main crops. The purpose of our field trial was to determine if pea (*Pisum sativum*) is suitable as a trap crop for reduction of injuries caused by wireworms on potato tubers. Therefore in 2015, we performed a field trial with three different treatments (control – without trap crop, pea treated with thiametoxam, and untreated pea) in each of the 3 blocks at the Experimental Field of Biotechnical Faculty in Ljubljana. In the present paper we present an average yield of potato tubers on each row and each fraction and the average number of holes/tuber of each row, block, treatment and fraction. The results of our trial did not give us enough information about adequacy of pea as a trap crop for reduction of injuries caused by wireworms on potato tubers. Much more experiments will be needed to determine if wireworms are attracted by easily accessible sugar, released by the roots of pea.

Key words: wireworms, potato, pea, trap crops, field experiment, injuries, yield

1 UVOD

407

Strune (*Agriotes* spp.) so pomembni škodljivci krompirja, ki največkrat ne zmanjšujejo pridelka, ampak le kakovost in posledično tržno vrednost gomoljev. Za kemično zatiranje strun na njivah s krompirjem imamo v Sloveniji registriran le piretroid teflutrin in ni prav verjetno, da se bo v prihodnje število talnih insekticidov povečalo. Zato je potrebno preučevati nove, našim ravnim razmeram ustrezne alternativne načine zatiranja strun (Bohinc in Trdan, 2013). V tej zvezi smo doslej na njivah s krompirjem preučevali insekticidno delovanje apnenega dušika, peletov križnic in melase (Bohinc in sod., 2015) ter različnih vrst križnic kot biofumigantov (Laznik in sod., 2013). Zdi se, da nekateri od doslej preizkušanih načinov (predvsem v kombinirani uporabi) imajo potencial za uporabo v praksi, pa vendar je potrebno stalno razvijati in za naše razmere optimizirati nove načine alternativnega zatiranja škodljivcev.

V pričujoči raziskavi smo želeli preučiti učinkovitost navadnega graha (*Pisum sativum* L.) kot privabilnega posevka za zmanjševanje škodljivosti strun na krompirju. Naš namen je bil preučiti, ali koreninski izločki navadnega graha privabljajo strune, ali obstajajo razlike med navadnim graham, škropljenim s sistemskim insekticidom ter neškropljenim graham, in ali bi lahko navadni grah kot privabilni posevek uporabljali pri pridelavi krompirja kot glavnega posevka. Zanimalo nas je tudi, na kakšno razdaljo delujejo izločki preučevanih rastlinskih vrst privabilno na strune.

2 MATERIALI IN METODE

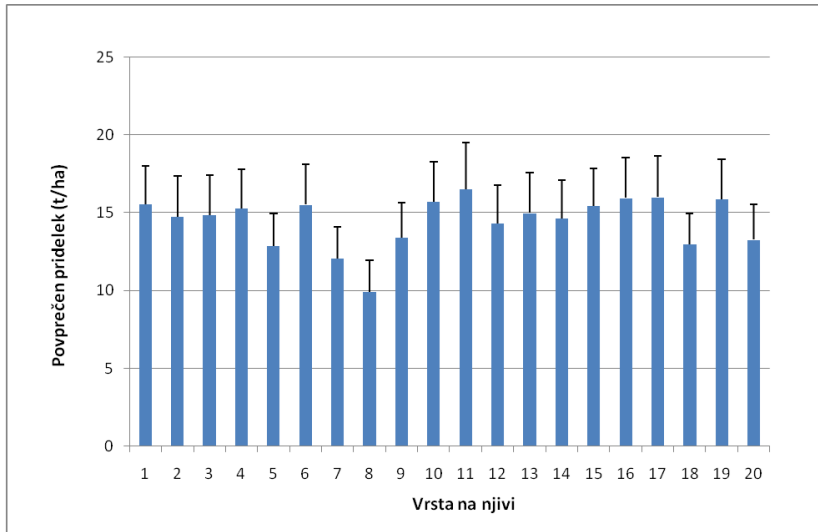
frakcij na posamezno vrsto ter povprečno število lukenj v krompirjevih gomoljih v posameznem bloku) smo obdelali z analizo variance za slučajne bloke s programom Statgraphics Plus for Windows 4.0.

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

Landl in Glauninger (2011) sta v prvi raziskavi tematike, ki jo obravnava naša raziskava, ugotovila, da navadni grah privablja strune bolj kot pšenica in oljna redkev. Opozorila pa sta, da če želimo doseči želeni učinek graha pri privabljanju strun, ga moramo posaditi približno dva tedna pred pobiranjem krompirja. Naš poskus je bil zastavljen nekoliko drugače, saj smo vanj vključili le navadni grah kot privabilni posevek ter imeli tri obravnavanja, in sicer kontrolo, netretirani navadni grah ter navadni grah, ki smo ga tretirali z insekticidom tiametoksamom.

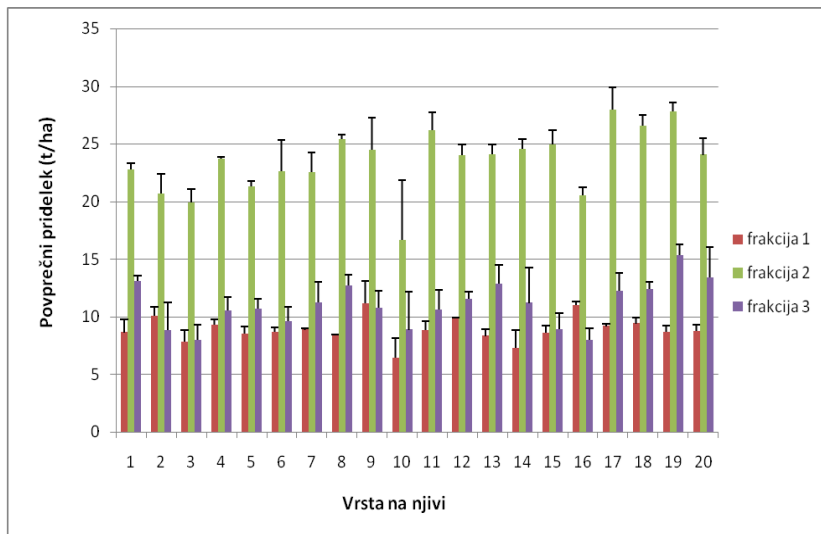
V sklopu poskusa smo štirikrat izvedli talne izkope, katerih namen je bil pridobiti informacije o številčnosti strun v tleh. V času izvedbe prvih talnih izkopov, smo največ strun našli na travniku ob robu njive (v primerjavi z njivo, kjer še ni bilo posevka). To lahko pojasnimo z dejstvom, da so se strune gibale na območju, kjer so imele na voljo dovolj hrane. Literatura navaja (Landl in Glauninger, 2011), da strune privablja CO₂, ki ga rastline v okolje izločajo prek korenin, poleg tega pa jih grah privablja še z izločanjem lahko topnih sladkorjev. Ob drugi izvedbi talnih izkopov, smo imeli na njivi že posajen grah, vendar smo kljub temu našli ličinke le na travniku ob robu njive. To lahko pojasnimo s tem, da takrat rastline še niso razvile korenin, ter niso izločale snovi, ki bi privabile strune. Ob izvedbi tretjih talnih izkopov pa smo našli strune na območjih različnih obravnavanj, tako v bližini tretiranega kot tudi netretiranega graha, ter prav tako na travniku. Pri zadnjih talnih izkopih pa smo našli ličinke le v osrednjem delu njive, na območju škropljenega privabilnega posevka. Ta ugotovitev se ne ujema z navedbami iz literature, kjer poročajo, da se strune, po tem ko grah preneha iz korenin izločati atraktivne snovi, vrnejo v najbližjo vrsto krompirja (Landl in Glauninger, 2011).

Landl in Glauninger (2011) sta ugotovila, da je populacija strun največja na območju tako privabilnega posevka kot na območju tiste vrste krompirja, ki se nahaja v njegovi neposredni bližini. Naše ugotovitve se s tem ne skladajo. Poškodovanost gomoljev je bila sicer nekoliko večja ob desnem robu njive (v bližini navadnega graha) (sliki 4-5), vendar pa tega efekta ni bilo opaziti pri ostalih vrstah krompirja, ki so bile locirane blizu graha, da bi lahko rekli, da gre za posledico vračanja strun h glavnemu posevku (zaradi zmanjšanja atraktivnosti graha). Ugotovili smo, da obstajajo statistično značilne razlike v povprečnem številu poškodb na gomolj med prvim in drugim ter med prvim in tretjim blokom. Največ poškodb smo na gomoljih ugotovili v prvem bloku, saj je le ta mejil na zapleveljeno njivo s korenjem, kar je strunam odgovarjalo in so se na tem območju dobro počutile. Barsics in sod. (2013) navajajo korenje (*Daucus carota*) kot pogosto gostiteljsko rastlino za strune. Vsak blok v naši raziskavi je vseboval vsa tri obravnavanja, vendar pa naši rezultati kažejo, da ni povezave med posameznimi obravnavanji in poškodovanostjo gomoljev.



Slika 2: Povprečni pridelek krompirja v posameznih sadilnih vrstah krompirja na njivi.

410

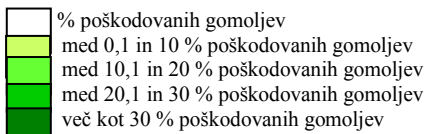


Slika 3: Povprečni pridelek krompirja po frakcijah v posameznih sadilnih vrstah krompirja na njivi.

Poleg naštetega smo v raziskavi preučevali tudi, ali obstajajo razlike med povprečnim številom poškodb na posamezen gomolj med različnimi frakcijami. Ugotovili smo, da se povprečno število izvrtin na gomolj statistično značilno razlikuje med prvo in tretjo ter med drugo in tretjo frakcijo. Za tretjo frakcijo, to je za največje gomolje, je bilo

značilno v povprečju večje število poškodb na gomolj kot v ostalih dveh frakcijah. Večjo poškodovanost večjih gomoljev krompirja so sicer v eni od sorodnih raziskav potrdili Laznik in sod. (2013).

Vrste krompirja											Vrste krompirja												
Privabilni posevek	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Privabilni posevek	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Privabilni posevek	
Brez-kontrola											Brez-kontrola												Brez-kontrola
Neškropljeni grah											Škropljeni grah												Neškropljeni grah
Škropljeni grah											Neškropljeni grah												Škropljeni grah

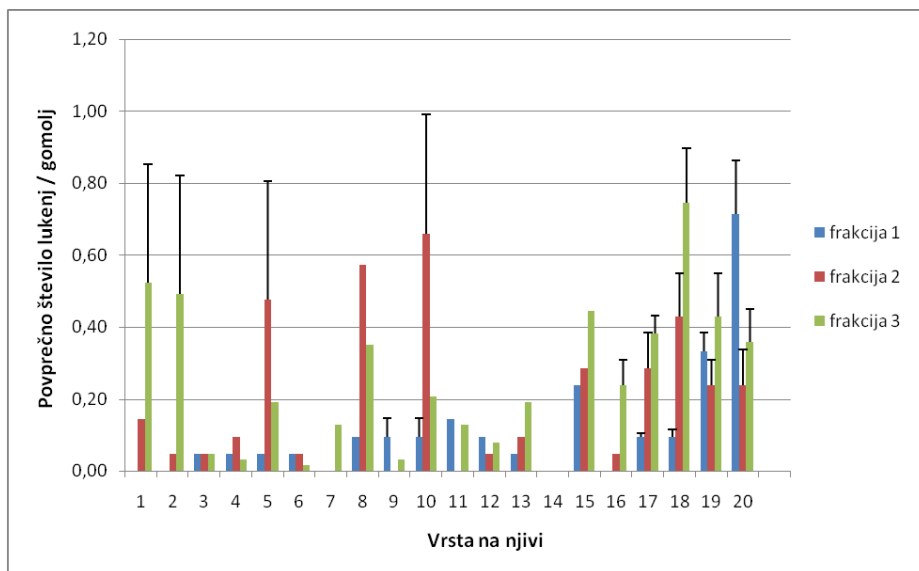


Slika 4: Odstotek poškodovanih gomoljev po posameznih obravnavanjih.

Bohinc in sod. (2015) so preučevali učinkovitost treh alternativnih načinov za zatiranje strun, in sicer peletov križnic, apnenega dušika ter melase. Insekticidno učinkovitost naštetih sredstev so primerjali z učinkovitostjo piretroida teflutrina. Rezultati dveletnega poskusa so pokazali, da je bilo povprečje poškodb na krompirjevih gomoljih nekoliko večje pri obravnavanju brez uporabe pripravkov, povprečni pridelek pa je bil nekoliko večji pri obravnavanju s peleti križnic, vendar razlika ni bila statistično značilna. Na podlagi naše raziskave pa smo ugotovili, da

obstajajo razlike v poškodovanosti gomoljev med posameznimi frakcijami, navzgor nekoliko odstopa tretja frakcija, medtem ko v pridelku po posameznih vrstah (ter s tem oddaljenostjo od privabilnega posevka) ni bilo statistično značilnih razlik.

Poleg preučevanja odvisnosti poškodovanosti gomoljev od frakcije ter vrste krompirja na njivi, smo preučevali tudi odvisnost pridelka od naštetih dejavnikov. Ugotovili smo, da se povprečni pridelek ni statistično značilno razlikoval med posameznimi vrstami krompirja (slika 2), obstajale pa so statistično značilne razlike med povprečnimi pridelki po frakcijah (slika 3). Najvišji povprečni pridelek gomoljev smo ugotovili pri drugi frakciji, kar je nekoliko presenetljivo, saj spada sorta 'Toscana' med visoko produktivne sorte.



Slika 5: Povprečno število izvrtin na krompirjev gomolj po posameznih vrstah na njivi glede na frakcijo.

4 SKLEPI

Prve delovne hipoteze z rezultati naše raziskave nismo potrdili, saj nismo potrdili, da koreninski izločki graha privabljajo strune, prav tako tudi nismo mogli potrditi, ali obstajajo razlike med privabilno sposobnostjo s sistemskim insekticidom škropljenega in neškropljenega navadnega graha. Tudi druge delovne hipoteze nismo potrdili, saj s poskusom nismo ugotovili, ali se z oddaljenostjo krompirja od privabilnega posevka, zmanjšuje obseg poškodb na gomoljih. Med vzroki za nezadovoljivo privabilno delovanje koreninskih izločkov navadnega graha na strune lahko izpostavimo počasno kalitev in rast te vrtnine/poljščine, zato v poskusih, ki bodo sledili, predlagamo hitrejšo setev in skrb za rastline, ki bo omogočila hitrejši razvoj koreninskega sistema.

5 LITERATURA

- Barsics F., Haubruge E., Verheggen F. J. 2013. Wireworm's Management: An Overview of the existing Methods, with Particular Regards to *Agriotes* spp. (Coleoptera: Elateridae). *Insects*, 4: 117-152
- Bohinc, T., Trdan, S. 2013. Alternativni načini zatiranja strun (Coleoptera, Elateridae) na njivah. *Acta agriculturae Slovenica*, 101, 1: 137-147.
- Bohinc, T., Rupnik, J., Prša, I., Vučajnk, F., Trdan, S. 2015. Preučevanje učinkovitosti okoljsko sprejemljivih načinov zatiranja strun (*Agriotes* spp.) v krompirju. 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: 277-283.
- Landl M., Glauning J. 2011. Preliminary investigations into the use of trap crops to control *Agriotes* spp. (Coleoptera, Elateridae) in potato crops. *Journal of Pest Science*, 86: 85-90.
- Laznik, Ž., Bohinc, T., Vidrih, M., Vučajnk, F., Radišek, S., Trdan, S. 2013. Preučevanje učinkovitosti biofumigacije za zatiranje strun (*Agriotes* spp., Coleoptera, Elateridae) v krompirju. V: Trdan, S. (ur.), Maček, J. (ur.). Zbornik predavanj in referatov 11. slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin z mednarodno udeležbo (in Okrogle mize o zmanjšanju tveganja zaradi rabe FFS v okviru projekta CropSustain), Bled, 5.-6. marec 2013. Ljubljana, Društvo za varstvo rastlin Slovenije: 295-302.

PREUČEVANJE FUNGICIDNEGA DELOVANJA PROPOLISA NA POVZROČITELJA ČRNE LISTNE PEGAVOSTI KROMPIRJA (*Alternaria solani*) IN KROMPIRJIVE PLESNI (*Phytophthora infestans*) V POLJSKIH RAZMERAH

Tanja BOHINC¹, Filip VUČAJNK², Aleš PLUT³, Stanislav TRDAN⁴

¹Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Ljubljana

²Kmetijski inštitut Slovenije, Oddelek za varstvo rastlin, Ljubljana

IZVLEČEK

V letih 2015 in 2016 smo v poljskih poskusih na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani preučevali fungicidno delovanje propolisa na črno listno pegavost krompirja (*Alternaria solani*) in krompirjevo plesen (*Phytophthora infestans*). Poskus je potekal v treh blokkih, znotraj katerih smo naključno razporedili 4 obravnavanja, in sicer propolis v višji koncentraciji (10 ml/1 l vode), propolis v nižji koncentraciji (5 ml/ 1 l vode), pozitivno (sintetični fungicidi) in negativno kontrolo (neškropljeno). V obeh letih smo krompir s propolisom poškopili šestkrat v rastni dobi. Ocenjevanje indeksa okužbe s črno listno pegavostjo in krompirjevo plesnijo smo izvedli z modificirano 6-stopenjsko lestvico EPPO. V letu 2015 smo ocenjevanje stopnje okužbe z glivo *Alternaria solani* izvedli v štirih terminih, v letu 2016 pa smo ocenjevanje stopnje okužbe z obema glivama izvedli v šestih terminih. V obeh letih poskusa se je na krompirju pojavila črna listna pegavost krompirja, a indeks okužbe tudi na neškropljenih rastlinah v obdobju intenzivne rast ni presegal 3,5 (približno 15 % okužene listne površine). Ugotavljamo, da je propolis v prvem letu poskusa pokazal nekoliko slabše fungicidno delovanje od sintetičnih fungicidov, v drugem letu poskusa pa je bila njegova učinkovitost primerljiva s sintetičnimi fungicidi. V letu 2016 je bilo v obeh obravnavanjih, kjer smo uporabili propolis, indeks okužbe s krompirjevo plesnijo signifikantno manjši kot v negativni kontroli in primerljiv s pozitivno kontrolo. Rezultati raziskave kažejo obetavne rezultate delovanja propolisa na povzročiteljici črne listne pegavosti krompirja in krompirjeve plesni, vendar pa bo potrebno njegovo učinkovitost preveriti še v razmerah močnejše okužbe, saj sta se obe glivične bolezni v letih naše raziskave pojavljali v relativno majhnem obsegu.

Ključne besede: črna listna pegavost, krompirjeva plesen, propolis, ekološki fungicidi

ABSTRACT

¹ asist. dr., Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana, e-pošta: tanja.bohinc@bf.uni-lj.si

² doc. dr., prav tam

³ mag. inž. agr., Hacquetova 17, SI-1000 Ljubljana

⁴ prof. dr., Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana

FIELD TESTING OF FUNGICIDAL EFFICACY OF PROPOLIS ON EARLY BLIGHT OF POTATO (*Alternaria solani*) AND LATE BLIGHT OF POTATO (*Phytophthora infestans*)

During 2015 and 2016, field experiment was performed to evaluate fungicidal efficacy of Propolis on early blight (*Alternaria solani*) and late blight (*Phytophthora infestans*) on potato at the Laboratory Field of Biotechnical Faculty in Ljubljana. Field trial was performed in three blocks, which were divided into 4 treatments (Propolis in higher dose – 10 ml/1 l of water, Propolis in lower dose – 5 ml/1 l of water, positive (synthetic fungicides) and negative control (non-treated plants). Spraying with Propolis was performed for six times per growing season. Severity index of infection caused by early and late blight was evaluated according to 6-grade EPPO evaluation scale. In 2015, severity index of early blight infection was evaluated four times, meanwhile severity indices of early and late blight infection were evaluated six times in 2016. Early blight was detected in both experimental years, but even on non-treated plants severity index did not exceed 3.5 index level (app. 15 % of infected leaf area) during intensive plant growth. We have established lower efficacy of Propolis in the first experimental year, meanwhile it's efficacy was comparable to synthetic fungicides in second experimental year. In 2016 severity index of late blight was lower on plants treated with Propolis (both concentrations) in comparison to negative control, and could be compared to positive control. Results of our research have demonstrated promising fungicidal activity of propolis on pathogens that cause early and late blight on potato, however additional tests should be performed in conditions with severe infection with both pathogens. Occurrence of both fungal pathogens was relatively low in both experimental years.

Key words: early blight, late blight, Propolis, natural fungicides

1 UVOD

Gliva *Phytophthora infestans*, ki povzroča krompirjevo plesen, spada med gospodarsko pomembnejše bolezni na krompirju (Saville *et al.*, 2016), črna listna pegavost (*Alternaria solani*) pa je druga najpomembnejša bolezen, ki prizadene nadzemske dele krompirja (Haynes in Qu, 2016). Pri zmanjševanju obsega okužbe z navedenima glivičnima boleznima si lahko pomagamo s sintetičnimi fungicidi, a moramo biti pri njihovi uporabi pazljivi, saj so že poročali o pojavu rezistence obeh vrst gliv na fungicide (Elansky *et al.*, 2008; Ojeda-Contreras *et al.*, 2008; Landschoot *et al.*, 2017).

V ekološki pridelavi krompirja si pri zmanjševanju škodljivosti obravnavanih gliv lahko pomagamo z bakrenimi pripravki, rastnimi regulatorji (Tehnološka navodila za ekološko..., 2017) oziroma različnimi pripravki, za katere strokovna literatura navaja protimikrobno delovanje. Yusuf *et al.* (2005) poročajo o uspešnem delovanju propolisa na krompirjevo plesen v laboratorijskih razmerah, namen naše raziskave pa je bil preučiti fungicidno delovanje propolisa na črno listno pegavost in krompirjevo plesen na krompirju v poljskih razmerah.

2 MATERIALI IN METODE

2.1 Zasnova poskusa in izbira pripravkov

Dveletni poljski poskus (2015-2016) je potekal na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani. V prvem letu raziskave je površina, kjer smo izvajali poskus, merila 522 m², v drugem letu poskusa pa 421,2 m². V prvem letu smo v poskus vključili sorto 'Labadia', v drugem letu pa smo poskus izvajali na sorti 'Bonnata'. Poskusno površino smo v obeh letih poskusa razdelili na tri bloke, znotraj katerih smo naključno razporedili 4 obravnavanja, in sicer propolis v višji koncentraciji (10 ml propolisa/1 liter vode), propolis v nižji koncentraciji (5 l propolisa/1 liter vode), pozitivno in negativno kontrolo.

V prvem letu poskusa smo uporabili tinkturo propolisa, ki je bila pridelana v družinskem čebelarstvu Plut s Krvavčjega Vrha v občini Semič. V drugem letu raziskave smo uporabili ekstrakt propolisa (angl.: propolis glycolic extract) (distributer: BNATURAL, Corbetta, Italija). Omenjeni pripravek vsebuje 20 % naravnega propolisa. V prvem in drugem letu poskusa smo s propolisom škropili v šestih različnih terminih. Rastline pozitivne kontrole smo škropili z registriranimi fungicidi za zmanjševanje okužbe s črno listno pegavostjo in krompirjevo plesnijo.

2.2 Ocenjevanje okužbe

Ocenjevanje indeksa okužbe s črno listno pegavostjo in krompirjevo plesnijo smo izvedli z modificirano 6-stopenjsko lestvico EPPO (OEPP/EPPO, 1997). Ocena 1 predstavlja rastlino brez okužbe, ocena 2 predstavlja od 1 do 5 % okužene listne površine, ocena 3 predstavlja od 6 do 10 % okužene listne površine, ocena 4 predstavlja od 11 do 20 % okužene listne površine, ocena 5 predstavlja od 21 do 50 % okužene listne površine, ocena 6 pa več kot 50 % okužene listne površine.

V letu 2015 smo ocenjevanje stopnje okužbe z glivo *Alternaria solani* izvedli v štirih terminih, v letu 2016 pa ocenjevanje stopnje okužbe z obema glivama v šestih terminih. V pozitivni kontroli smo uporabili sintetične fungicide, ki jih najdemo med dovoljenimi fitofarmacevtskimi pripravki.

2.3 Statistična analiza podatkov

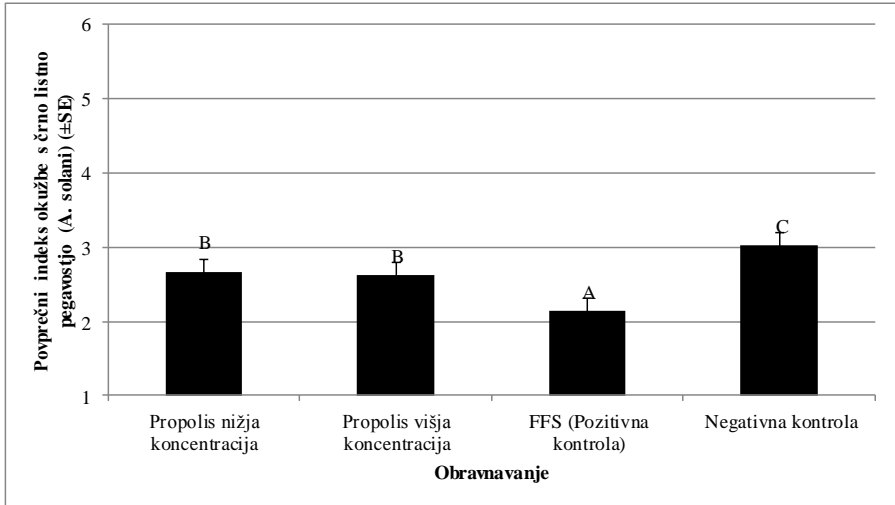
Rezultate poskusa smo statistično ovrednotili s programom Statgraphics Centurion XVI (Statgraphics Centurion, 2009). Razlike v pridelku med obravnavanji in posameznimi frakcijami smo ovrednotili z analizo variance (ANOVA) in Student Newman Keulsovimi preizkusom mnogoterih primerjav ($P \leq 0,05$).

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

3.1 Povprečni indeks okužbe s črno listno pegavostjo v letu 2015

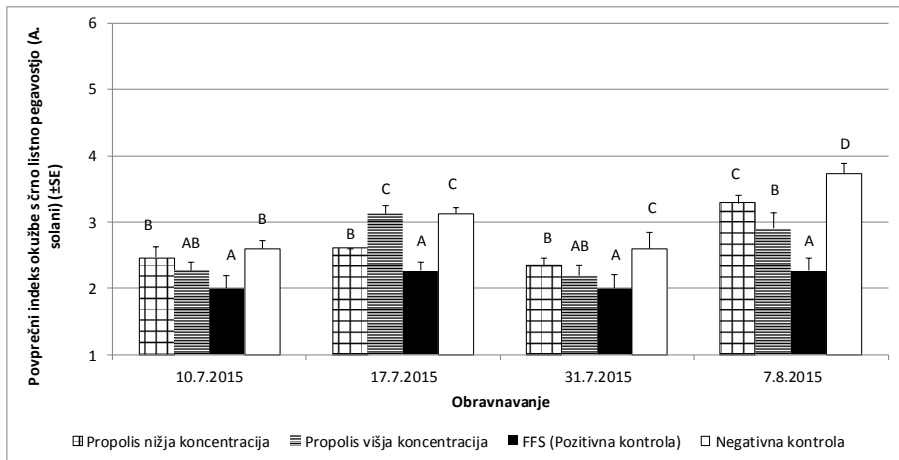
Povprečni indeks okužbe s črno listno pegavostjo je bil signifikantno najvišji na rastlinah, ki so bile del negativne kontrole ($3,01 \pm 0,05$), medtem ko je bil povprečni indeks na rastlinah, ki so bile škropljene s fungicidi, signifikantno najnižji ($2,13 \pm 0,02$). Med rastlinami, ki so bile tretirane z nižjo koncentracijo propolisa

($2,66 \pm 0,03$) in višjo koncentracijo propolisa ($2,62 \pm 0,04$) nismo ugotovili statistično značilnih razlik (slika 1).



417

Slika 1: Povprečni indeks okužbe s črno listno pegavostjo na listih krompirja v letu 2015 (črke prikazujejo statistično značilne razlike med posameznimi obravnavanji).



Slika 2: Povprečni indeks okužbe s črno listno pegavostjo glede na datum ocenjevanja v letu 2015 (črke prikazujejo razlike znotraj datuma ocenjevanja med obravnavanji).

Na rastlinah, ki smo jih škropili s fungicidi, smo v prvem terminu ocenjevanja ugotovili med 1 in 5 % okužene listne površine. V zadnjem terminu ocenjevanja je

povprečni obseg okužbe v pozitivni kontroli znašal več kot 5 % okužene listne površine. V negativni kontroli je bil povprečni indeks okužbe signifikantno najvišji v zadnjem terminu ocenjevanja, in sicer $3,73 \pm 0,15$. Povprečni indeks okužbe je na rastlinah, ki so bile škropljene s propolisom v nižji koncentraciji znašal od $2,46 \pm 0,16$ v prvem terminu ocenjevanja (10.7.2015) do $3,28 \pm 0,12$ v zadnjem terminu ocenjevanja (7.8.2015). Na rastlinah, ki smo jih škropili s propolisom v višji koncentraciji, smo v prvem terminu ocenjevanja zabeležili $2,27 \pm 0,12$ okužene listne površine, v zadnjem terminu ocenjevanja pa $2,9 \pm 0,24$ okužene listne površine (slika 2).

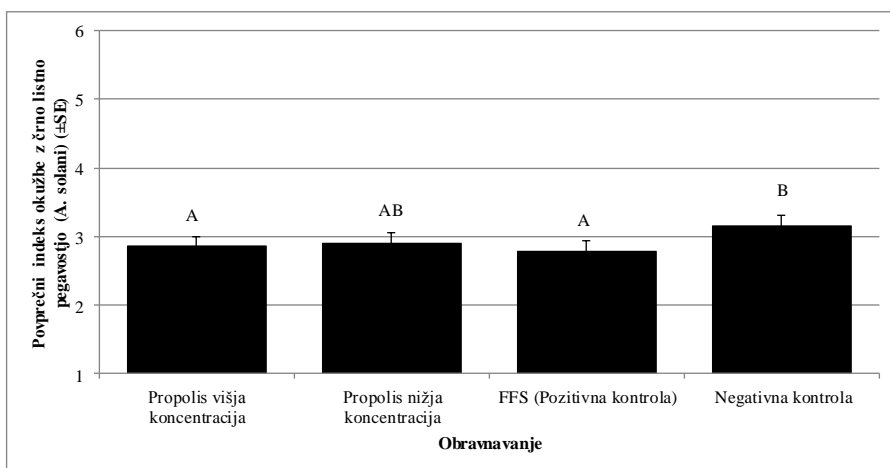
3.2 Povprečni indeks okužbe s črno listno pegavostjo v letu 2016

V drugem letu poskusa smo signifikantno najvišji povprečni indeks okužbe zabeležili na rastlinah negativne kontrole ($3,15 \pm 0,14$), medtem ko med rastlinami, ki so bile škropljene z propolisom v višji koncentraciji ($2,85 \pm 0,14$) in rastlinami, ki so bile škropljene s fungicidi ($2,77 \pm 0,15$) nismo ugotovili signifikantnih razlik (slika 3).

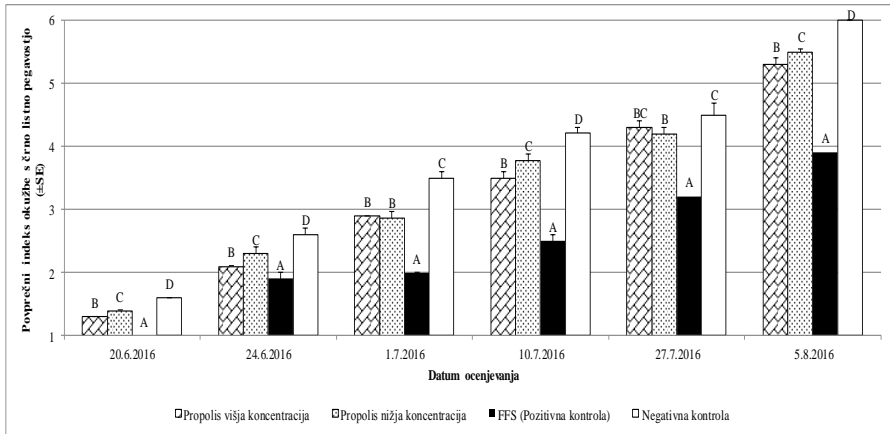
V vseh terminih ocenjevanja je bil obseg okužbe s črno listno pegavostjo signifikantno najnižji na rastlinah, ki smo jih škropili s fungicidi. Na neškropljenih rastlinah (kontrolnih rastlinah) je bil obseg okužbe v vseh terminih signifikantno najvišji. V zadnjem terminu ocenjevanja je dosegel že povprečni indeks $6,0 \pm 0,0$.

Povprečni indeks okužbe s *A. solani* je na rastlinah škropljenjih z višjo koncentracijo propolisa znašal od $1,3 \pm 0,0$ v prvem terminu ocenjevanja (20.6.) do $5,3 \pm 0,11$ v zadnjem terminu ocenjevanja. Na rastlinah, ki so bile škropljene s propolisom v nižji koncentraciji smo zabeležili povprečni indeks od $1,40 \pm 0,0$ (v prvem terminu ocenjevanja) do $5,5 \pm 0,1$ (v zadnjem terminu ocenjevanja) (slika 4).

418



Slika 3: Povprečni indeks okužbe s črno listno pegavostjo v letu 2016 (\pm SE) (črke prikazujejo statistično značilne razlike med posameznimi obravnavanji).

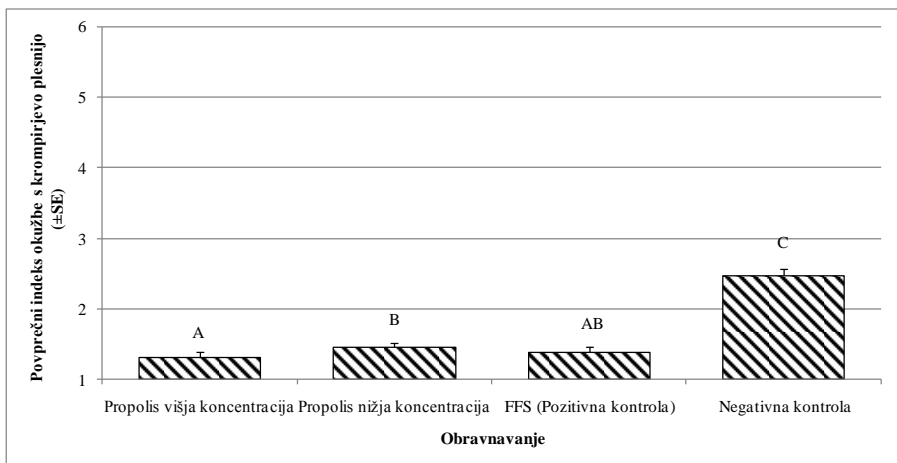


Slika 4: Povprečni indeks okužbe s črno listno pegavostjo glede na datum ocenjevanja v letu 2016 (velike črke prikazujejo razlike znotraj datuma ocenjevanja med obravnavanji).

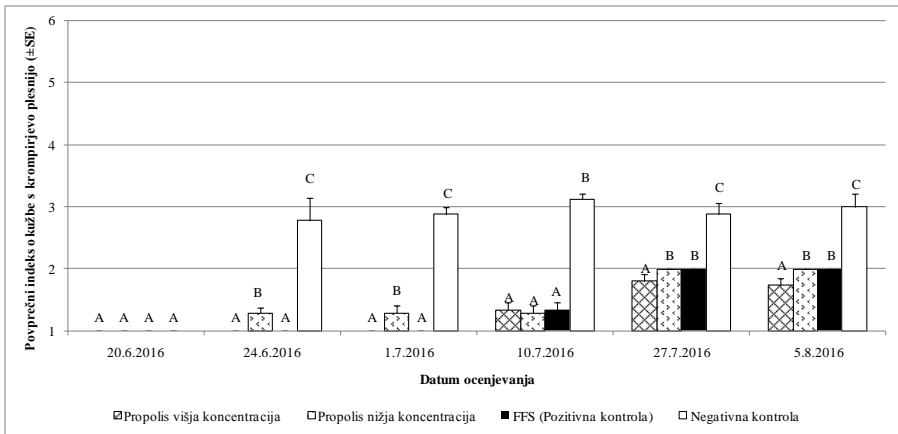
3.3 Povprečni indeks okužbe s krompirjevo plesnijo v letu 2016

419

Povprečni indeks okužbe je na rastlinah, ki so bile škropljene s propolisom v višji koncentraciji, znašal $1,31 \pm 0,07$; na rastlinah, ki so bile škropljene z nižjo koncentracijo propolisa je povprečni indeks znašal $1,46 \pm 0,03$; medtem ko smo na rastlinah negativne kontrole ugotovili obseg okužbe, ki je znašal $2,47 \pm 0,09$ (slika 5).



Slika 5: Povprečni indeks okužbe s krompirjevo plesnijo po posameznih obravnavanjih v letu 2016 (velike črke prikazujejo signifikantne razlike med obravnavanji).



Slika 6: Povprečni indeks okužbe s krompirjevo plesnijo glede na datum ocenjevanja v letu 2016 (velike črke prikazujejo razlike znotraj datuma ocenjevanja med obravnavanji).

420

Prvi pojav okužbe s krompirjevo plesnijo smo 24. junija ugotovili na nekaterih rastlinah negativne kontrole, kjer je obseg okužbe znašal $2,78 \pm 0,36$ ter na rastlinah, ki so bile škropljene s propolisom v nižji koncentraciji, kjer je obseg okužbe znašal $1,23 \pm 0,1$. Povprečni indeks okužbe je signifikantno najvišji na kontrolnih rastlinah, v vseh obravnavanih terminih.

V zadnjem terminu ocenjevanja je povprečni indeks okužbe na rastlinah, ki so bile škropljene s propolisom v višji koncentraciji znašal $1,73 \pm 0,11$, medtem ko smo na rastlinah, ki so bile škropljene s fungicidi, zabeležili povprečni indeks, ki je znašal $2,0 \pm 0,0$ (slika 6).

Rezultati naše raziskave kažejo zelo nizek indeks okužbe z obema preučevanima povzročiteljima bolezni krompirja, saj v času intenzivne rasti (konec junija – začetek julija) v obeh letih poskusa ni presešel 20 % okužene listne površine. V zadnjem terminu ocenjevanja pa smo le na kontrolnih rastlinah v drugem letu poskusa ugotovili najvišji odstotek okužene listne površine s črno listno pegavostjo, medtem ko okuženost rastlin z krompirjevo plesnijo ni dosegla najvišje stopnje.

Gre za prvo raziskavo preučevanja delovanja propolisa v poljskih razmerah, s katero smo dokazali, da je pri nizkem indeksu okužbe z krompirjevo plesnijo in črno listno pegavostjo delovanje propolisa primerljivo z uporabo sintetičnih fungicidov. Kot je znano, lahko uporaba fungicidov na podlagi bakra povzroči fitotoksične učinke (Petit *et al.*, 2012) in prav omenjeni fungicidi so med najpogosteje uporabljenimi v ekološki pridelavi krompirja. V dosedanjih raziskavah fitotoksičnosti propolisa niso potrdili.

4 SKLEPI

Delovanje propolisa na črno listno pegavost krompirja in krompirjevo plesen je bilo primerljivo z delovanjem sintetičnih fungicidov. Ugotavljamo, da bi bilo smiselno z

raziskavo še nadaljevati, predvsem, da bi preučili učinkovitost propolisa v idealnih razmerah za širjenje okužbe s preučevanima glivama.

5 ZAHVALA

Za tehnično pomoč pri poskusu se zahvaljujemo Jaki Rupniku.

6 LITERATURA

- Elansky, S.N., Pobedinskaya, M.A., Kokaeva, L.Y., Statsyuk, N.V., Dyakov, Y.T. 2015. *Phytophthora infestans* populations from European part of Russia: genotypic structure and metalaxyl resistance. *Journal of Plant Pathology*. 97: 449-456.
- Haynes, K.G., Qu, X.S. 2016. Late blight and early blight resistance from *Solanum hougasii* introgressed into *Solanum tuberosum*. *American Journal of Potato Research*.
- Landschoot, S., Carrette, J., Vandecasteele, M., De Baets, B., Hofte, M., Audenaert, K., Haesaert, G. 2017. Boscalid-resistance in *Alternaria alternata* and *Alternaria solani* populations: an emerging problem in Europe. *Crop Protection*. 92: 49-59.
- Meteo.si. 2017. Uradna vremenska napoved za Slovenijo. Agencija Republike Slovenije za okolje. MOP.
<http://www.meteo.si/met/sl/app/webmet/#webmet==8Sdwx2bhR2cv0WZ0V2bvEGcw9ydlJWbIR3LwVnaz9SYtVmYh9iclFGbt9SaulGdugXbsx3cs9mdl5WahxXYyNGapZXZ8tHzv1WYp5mOnMHbvZXZulWYnwCchJXYtVGdJnOn0UQQdSf> (31.7.2017)
- OEPP/EPPO, 1997. EPPO Standards. Guidelines for the efficacy evaluation of plant protection products. *Fungicides and Bactericides*. 2:4-7.
- Petit, A.N., Fontaine, F., Vatsa, P., Clement, C., Vaillant-Gaveau, N. 2012. Fungicide impacts on photosynthesis in crop plants. *Photosynthesis research*. 111:315-326.
- Saville, A.C., Martin, M.D., Ristaino, J.B. 2016. Historic late blight outbreaks caused by a widespread dominant lineage of *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary. *Plos One*. Doi: 10.1371/journal.pone.0168381
- Tehnološka navodila za ekološko pridelavo poljščin. 2017. Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano. 2017.
https://www.program-podezelja.si/images/SPLETNA_STRAN_PR_PNOVA/5_Knji%C5%BEnica/Tehnoloska-navodila-EKOPoljiscine2017popravek19072017.pdf (7.8.2017)
- Yusuf, Y., Durdane, Y., Sevet, A. 2005. Antifungal activity of Turkish propolis against *Phytophthora* species. *Plant Pathology Journal*, 4: 58-60.

POJAVLJANJE ŠKODLJIVIH ORGANIZMOV NA TRAVNI RUŠI NOGOMETNIH IGRIŠČ V SLOVENIJI

Miha CURK¹, Matej VIDRIH², Žiga LAZNIK³, Stanislav TRDAN⁴

Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Ljubljana

IZVLEČEK

Raziskava je bila izvedena v letu 2015 na 20 nogometnih igriščih v Sloveniji. Preučevali smo zbitost in pokrovnost tal, sestavo travne ruše, pojavljanje bolezni, škodljivcev in plevelov ter ugotavljali načine vzdrževanja ruše in zatiranja škodljivih organizmov. Glavna hipoteza naše raziskave je bila, da je travna ruša nogometnih igrišč, na katerih tekmujejo v višjih rangih tekmovanja, bolje vzdrževana in lepša od travne ruše nogometnih igrišč, na katerih igrajo nižje rangirani klubi. V raziskavo smo vključili 4 nogometna igrišča slovenskih prvoligašev, 4 nogometna igrišča drugoligašev, 6 igrišč tretjeligašev in 6 nogometnih igrišč klubov iz nižjih rangov tekmovanj. Igrišča smo združili v skupine glede na rang tekmovanja. V prispevku so prikazani rezultati razširjenosti plevelov in gliv, katerih razširjenost smo na vseh lokacijah ocenjevali dvakrat (spomladi in poleti). Zastopanost plevelov smo določali z ocenjevanjem sestave travne ruše na 5 mestih na vsakem igrišču. Rastline smo identificirali in razvrstili na 3 skupine – trave, metuljnice in zeli (zadnji dve predstavljata v travni ruši pleveli). Zastopanost plevelov je bila tako v spomladanskem kot poletnem terminu največja na igriščih klubov tretje lige, najmanjša pa na igriščih klubov prve lige. Pokrovnost tal je bila v povprečju nižja pri prvem (spomladanskem) ocenjevanju, kjer je znašala od 86,8 % (drugoligaši) do 97,3 % (prvoligaši), medtem ko je pri poletnem ocenjevanju (z izjemo enega igrišča) vselej preseгла 95 % pokrovnost. Povprečni odstotek trav v ruši je pri prvem ocenjevanju znašal od 94,78 % (tretjeligaši) do 100 % (prvoligaši), pri drugem ocenjevanju pa od 89,3 % (tretjeligaši) do 100 % (prvoligaši). Pri prvem ocenjevanju je največji delež metuljnic (*Trifolium repens*) v ruši znašal 15,4 %, pri drugem pa kar 53,0 % (obkrot v Komendi). Na istem igrišču smo pri obeh ocenjevanjih ugotovili tudi največji delež zeli (4,4 oz. 3,0 %). Na celotnem igrišču smo ocenjevali tudi obseg okužbe s talnimi glivami in ugotovili, da so se te pojavljale izključno v poletnem terminu. Na preučevanih nogometnih igriščih nimajo večjih težav s škodljivci. Ugotovili smo, da imajo nekateri upravljavci nogometnih igrišč premalo znanja o zdravstvenem varstvu travne ruše in da predvsem mineralna gnojila uporabljajo preveč na pamet. Na podlagi rezultatov zaključujemo, da je zdravstveno stanje igrišč višje uvrščenih klubov boljše.

422

¹ mag. inž. hort., Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana, e-pošta: miha.curk@bf.uni-lj.si

² doc. dr., prav tam

³ doc. dr., prav tam

⁴ prof. dr., prav tam

Ključne besede: nogometne zelenice, zdravstveno varstvo zelenic, pleveli, talne glive, pokrovnost travne ruše

ABSTRACT

THE OCCURRENCE OF HARMFUL ORGANISMS IN TURFGRASS OF SOCCER FIELDS IN SLOVENIA

Soccer is a very popular group sport in Slovenia and soccer fields are therefore spread all across the country. The differences in their appearance are noticeable, as budgets for maintenance and management vary greatly. Our main hypothesis was that turfgrass in the soccer fields owned or used by clubs competing in Slovenian First League is better maintained and managed and more attractive than turfgrass in soccer fields owned by clubs competing in lower ranking competitions. In the study, which was performed in 2015, we evaluated the state (soil compaction, sward cover, composition of turfgrass plants [grasses, legumes and herbs], common diseases, pests, and weeds) of different soccer fields in different regions of Slovenia. During our study we visited 20 soccer fields in total (4 owned or used by the clubs from the Slovenian First League, 4 by the clubs from the Slovenian Second League, 6 from the clubs from the Slovenian Third League (all leagues are organized by Football Association of Slovenia), and 6 by the clubs from the lower ranks of competition), each one twice – in spring and in summer. In this presentation we limited ourselves only on results connected with turfgrass weeds and fungi. Infestation with weeds was evaluated by the study of turfgrass composition. This was done by placing a 1 m² wooden frame on 5 random spots while diagonally crossing the field. We also used this method for determining the sward cover. It allowed us to estimate what the percentage of grasses, legumes and other herbs was. Main weed species in soccer turf belong to the last two groups. Presence of weeds in both spring and summertime evaluation was greatest on 3rd league soccer fields while smallest on 1st league fields. Average sward cover was lower in springtime evaluation, amounting from 86.8% (2nd League fields) to 97.3% (1st League). In summertime it was (with the exception of one field) always greater than 95%. Average springtime percentage of grasses in the turf ranged from 94.78% (3rd league fields) to 100% (1st league fields). Greatest share of legumes (mostly *Trifolium repens*) in springtime amounted to 15.4% in 3rd league fields while it increased greatly in summertime when it reached up to 53% (both results are from the field in Komenda). On the same field we also documented the highest percentage of herbs (4.4 and 3.0%) with *Plantago major* being the main species. While inspecting each field we also searched for signs of fungal infections, but we only found signs of them during the summertime evaluation. According to turfgrass managers, pests are not a problem in visited fields, but worm piles are sometimes considered a nuisance. We are concluding that some of the managers lack knowledge on the topic of turfgrass maintenance, especially when it comes to fertilizing or pest and disease control. Based on our results we conclude that soccer fields owned or used by clubs competing in higher ranks of competition are better maintained or managed and more attractive.

Key words: turfgrass, soccer fields, turfgrass health management, weeds, soil fungi, sward cover

1 UVOD

Nogomet je v Sloveniji zelo priljubljen ekipni šport, zato se nogometna igrišča pojavljajo po vsej državi. Razlike v urejenosti nogometnih igrišč so očitne, saj imajo klubi oz. lastniki igrišč za vzdrževanje travne ruše in spremljajočih objektov na voljo zelo različna denarna sredstva. Kljub velikim vlaganjem v »športni« del nogometa, pa na nogometnih igriščih v Sloveniji pred našo še ni bila izvedena raziskava, ki bi ugotovila zdravstveno stanje in splošno urejenost igrišč. Tudi v drugih državah po Evropi so tovrstne raziskave zelo redke. S tega področja imamo raziskavo Larsena *et al.* (2004), ki so preučevali vplive različnih vzdrževalnih ukrepov z namenom zatiranja plevelov brez herbicidov. Kumral *et al.* (2012) so poročali o novem škodljivcu na nogometnih igriščih, kozličku *Dorcadion pseudopressi* (Breuning), Susurluk *et al.* (2011) pa so predstavili učinkovito in okoljsko sprejemljivo metodo njegovega zatiranja z entomopatogenimi ogorčicami. Vandenbossche *et al.* (2011) so potrdili vpliv fitoparazitskih ogorčic na travno rušo nogometnih igrišč v celinski Evropi. Znano je tudi, da so glede vzdrževanja travne ruše nogometna igrišča med najbolj zahtevnimi, saj lahko intenzivno gaženje v različnih (pogosto neidealnih) vremenskih razmerah dobesedno uniči zelenico (Dowgiewicz *et al.*, 2011). Po drugi strani urnik treningov in tekem redko omogoča opravljanje večjih vzdrževalnih del, ki so nujna za vitalnost travne ruše (Glab in Szewczyk, 2015). Glavna hipoteza naše raziskave je bila, da je travna ruša nogometnih igrišč klubov, ki tekmujejo v višjih rangih tekmovanja, bolj vzdrževana in lepša od travne ruše nogometnih igrišč, na katerih igrajo nižje rangirani klubi (ki imajo bistveno manj sredstev za vzdrževanje).

424

2 MATERIAL IN METODE

V okviru naše raziskave smo v letu 2015 po dvakrat (spomladi in poleti) obiskali 20 nogometnih igrišč v različnih krajih po Sloveniji (preglednica 1). Igrišča smo izbrali na podlagi uvrstitve v različne stopnje tekmovanja in na podlagi različne geografske lokacije. Na ta način smo si ustvarili približen pogled na količino sredstev, ki so na voljo za vzdrževanje, hkrati pa se nismo osredotočili samo na eno regijo v Sloveniji. Na vsaki lokaciji smo ocenjevali naslednje karakteristike: pokrovnost tal, sestavo travne ruše ter zastopanost škodljivcev, plevelov in bolezni, poleg tega pa smo pri vzdrževalcih proizvedeli o glavnih problematikah glede zdravstvenega varstva.

2.1 Obravnavana nogometna igrišča

Igrišča smo izbrali glede na stopnjo tekmovanja in glede na geografsko lokacijo. Štiri igrišča so v lasti klubov, ki tekmujejo v prvi ligi, štiri v drugi in šest v tretji slovenski nogometni ligi, šest pa jih je v lasti klubov iz nižjih stopenj tekmovanja. Tri od teh igrišč se nahajajo v severozahodnem delu Slovenije, osem v osrednjem, tri v jugovzhodnem in šest v severovzhodnem delu države. Dodatne informacije so navedene v preglednici 1.

2.2 Pokrovnost tal in sestava travne ruše

Pokrovnost tal in sestavo travne ruše smo ocenjevali z namenom ugotovitve izenačenosti travne ruše in zastopanosti plevelnih vrst. Pri obeh ocenjevanjih smo si pomagali z lesenim okvirjem velikosti 1 m², ki smo ga med diagonalnim prečanjem igrišča na 5 naključnih mestih položili na zelenico. Na ta način smo dobili primerljive rezultate. Pri pokrovnosti smo ocenjevali izenačenost travne ruše. Če v njej ni bilo golih mest, je bila ocenjena s 100 %, če pa so bila gola mesta prisotna, se je ocena ustrezno znižala. Pri ocenjevanju sestave pa smo rastline v ruši razdelili v tri skupine – trave, metuljnice in zeli – ter nato ocenili njihovo zastopanost znotraj kvadrata. S pomočjo tega podatka smo ugotavljali zastopanost plevelnih vrst na igriščih.

Preglednica 1: Seznam lokacij s pripadajočimi nogometnimi klubi, njihovimi geografskimi lokacijami, stopnjami tekmovanja in termini ocenjevanja.

Lokacija	Nogometni klub	Stopnja tekmovanja	1. termin	2. termin
Domžale	NK Domžale		16.4.2015	21.7.2015
Maribor Ljudski vrt	NK Maribor	Prva slovenska nogometna liga	28.5.2015	23.7.2015
Ljubljana Stožice	NK Olimpija		21.4.2015	15.7.2015
Zavrč	NK Zavrč		20.5.2015	23.7.2015
Dob	NK Roltek Dob		16.4.2015	21.7.2015
Ptuj	NK Drava Ptuj	Druga slovenska nogometna liga	20.5.2015	23.7.2015
Radomlje	NK Kalcer Radomlje		14.4.2015	15.7.2015
Šenčur	NK Šenčur		24.4.2015	21.7.2015
Bled	NK Bled Hirter		24.4.2015	21.7.2015
Ivančna gorica	NK Ivančna Gorica	Tretja slovenska nogometna liga	21.4.2015	15.7.2015
Kočevje	NK Kočevje		14.5.2015	28.7.2015
Komenda	NK Komenda		11.5.2015	28.7.2015
Lesce	NK Šobec Lesce		24.4.2015	21.7.2015
Ljubljana ŽAK	NK AŠK Bravo		21.4.2015	15.7.2015
Dobrova	NK Dolomiti		7.5.2015	15.7.2015
Dobrovoce	NK Dobrovoce		28.5.2015	23.7.2015
Mirna	NK Mirna	Nižje stopnje tekmovanja	14.5.2015	28.7.2015
Ruše	NK Pohorje		28.5.2015	23.7.2015
Stojnci	NK Stojnci		20.5.2015	23.7.2015
Vrhnika	NK Vrhnika		7.5.2015	15.7.2015

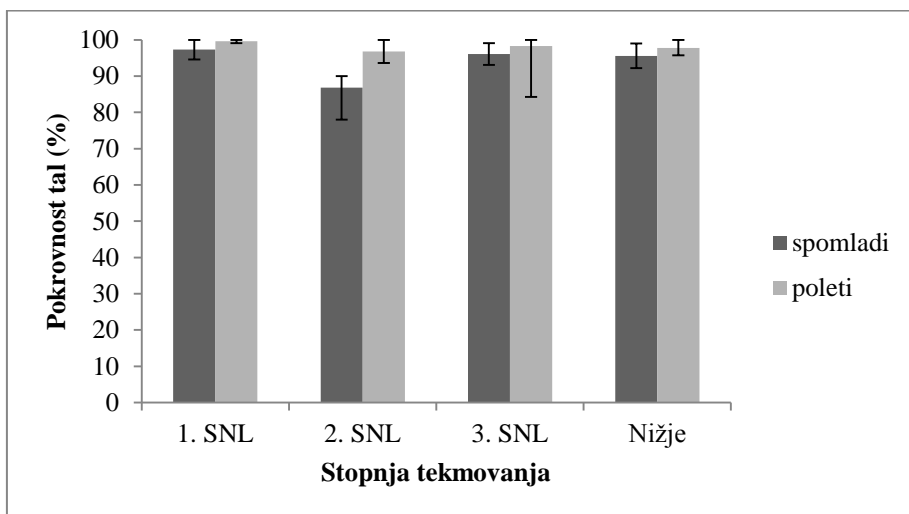
2.3 Zastopanost škodljivih organizmov

Na vsakem igrišču smo pregledali zelenico in iskali plevelne vrste, znake okuženosti z boleznimi ter škodljivce in njihove znake. Plevelne vrste smo identificirali tudi zunaj kvadratov, s katerimi smo ocenjevali pokrovnost, a smo na ta način ugotavljali le, katere vrste so zastopane, ne pa tudi njihove številčnosti. Na vsakem igrišču smo iskali znamenja okužb z glivami – rjava mesta odmirajoče trave, rožnato obarvane liste, krožne lise v zelenici... Pri tej raziskavi se nismo osredotočali na posamezne vrste povzročiteljev bolezni, ampak smo ocenjevali samo splošno razširjenost okužb, kar smo zabeležili kot odstotek celotne površine in rezultate nato razvrstili v tri razrede – okužba od 1 % površine igrišča; okužba med 1 in 5 % igrišča ter okužba, večja od 5 % igrišča.

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

3.1 Pokrovnost tal

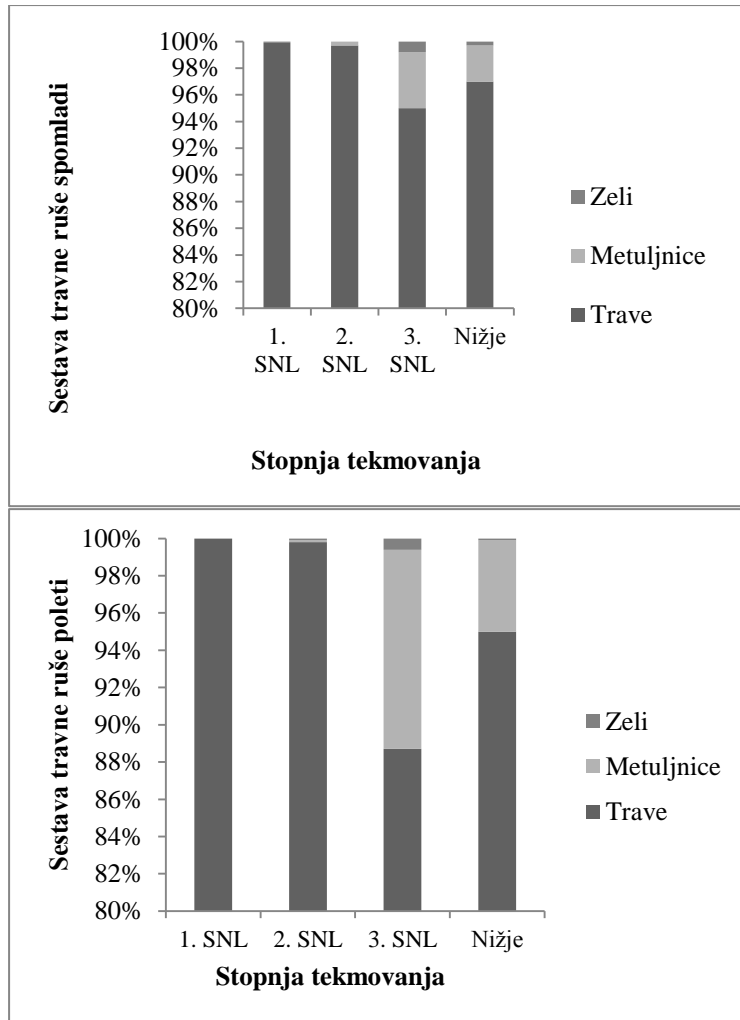
Povprečna pokrovnost tal v spomladanskem terminu se je v povprečju gibala od 86,8 % (drugoligaška igrišča) do 97,3 % (prvoligaška igrišča), v poletnem pa je z izjemo ene lokacije presejala 95 % pokrovnost. Večjih razlik med pokrovnostjo travne ruše v spomladanskem in poletnem terminu ni bilo mogoče dokazati, vendar je bilo na terenu mogoče opaziti, da je bila ruša spomladi zaradi zime v precej slabšem stanju kot poleti, ko je že imela čas za regeneracijo (slika 1).



Slika 2: Primerjava povprečne pokrovnosti tal spomladi in poleti glede na stopnjo tekmovanja.

3.2 Sestava travne ruše

Zastopanost trav v ruši je bila v obeh terminih najmanjša na igriščih tretjeligašev (spomladi 95 %, poleti 89,3 %), največja pa na igriščih prvoligašev (spomladi 99,9 %, poleti 100 %). Na igriščih prvo- in drugoligašev so trave predstavljale skoraj 100 % rastlinskih vrst, medtem ko so na igriščih tretje lige in nižjih stopenj tekmovanja metuljnice v povprečju zasedale 5-10 % površine. Najvišjo zastopanost metuljnic (v glavnem bele detelje – *Trifolium repens* L.) v prvem in drugem terminu smo ugotovili na igrišču v Komendi (spomladi 15,4 % in poleti 53,0 %). Na istem igrišču smo ugotovili tudi najvišjo zastopanost zeli (4,4 % spomladi in 3,0 % poleti) (slika 2).



Slika 2: Primerjava sestave travne ruše spomladi (zgoraj) in poleti (spodaj) glede na stopnjo tekmovanja.

Tri najbolj pogosto zastopane vrste trav na nogometnih igriščih so bile enoletna latovka (*Poa annua* L.), trpežna ljujka (*Lolium perenne* L.) in travniška latovka (*Poa pratensis* L.). Enoletna latovka je v glavnem prevladovala na igriščih nižje uvrščenih klubov. Na bolj vzdrževanih igriščih prvo- in drugoligašev sta prevladovali drugi dve vrsti, vendar je bila praktično povsod zastopana tudi enoletna latovka, ki je s svojim razraščanjem v obliki svetlejših lis precej kazila izgled. Izmed drugih nezaželenih vrst trav smo identificirali še plazečo pirnico (*Elytrigia repens* [L.] Desv. ex Nevski) in navadno kostrebo (*Echinochloa crus-galli* [L.] PB.), ki pa sta bili

zastopani le na nekaterih igriščih. Najbolj pogosta metuljnica je bila bela detelja, izmed zeli pa je bil najbolj pogosto zastopan širokolistni trpotec (*Plantago major* L.). Druge pogosto zastopane vrste zeli so bile še navadni regrat (*Taraxacum officinale* Weber), navadna marjetica (*Bellis perennis* L.) in navadni rman (*Achillea millefolium* L.), ki pa niso bili nujno znotraj kvadratov za ocenjevanje. Od vzdrževalcev smo izvedeli, da je plevele, ki se ne razraščajo (širokolistni trpotec, navadni regrat), najlažje zatreti z rednim ročnim odstranjevanjem, pri razraščajočih plevelih (bela detelja, enoletna latovka...) pa ta metoda odpove.

3.3 Zastopanost boleznin in škodljivcev

Znamenja okužbe z glivami smo opazili le v poletnem terminu. Stopnja okužbe je bila v splošnem zelo nizka, vendar smo jo opazili na vseh igriščih. Na 19 igriščih smo jo uvrstili v razred 1 (<1 % površine igrišča), le na enem igrišču iz druge lige je dosegla razred 2 (5-10 % površine igrišča). Iz tega primera je bilo razvidno, da so lahko glivične okužbe za videz igrišča kritične, saj se je travna ruša na določenih mestih povsem posušila in odmrla. Problematično je, da so zgodnja znamenja deloma podobna pomanjkanju vode v tleh, kar lahko spodbudi k povečanemu namakanju, to pa v povezavi z vročino poleti pomeni idealne razmere za širjenje okužb. Med raziskavo smo ugotovili, da na preučevanih nogometnih igriščih nimajo večjih težav s škodljivci. V Stožicah so nas opozorili na problematiko vran, ki občasno razkrivajo sanirana mesta v travni ruši, na kar nekaj igriščih pa vzdrževalcem povzročajo težave iztrebki deževnikov na talnem površju, ki kazijo izgled.

4 SKLEPI

Na podlagi rezultatov raziskave zaključujemo, da hipoteza, ki smo jo postavili pred našo raziskavo, drži. Travnina ruša nogometnih igrišč, na katerih tekmujejo klubi iz višjih rangov tekmovanja, je res bolje vzdrževana in privlačnejša na pogled. Opazili smo, da se lahko načini vzdrževanja med posameznimi igrišči precej razlikujejo. Tudi količina sredstev, ki jih lastniki namenjajo vzdrževanju, je zelo različna, vendar po naših ugotovitvah ni najpomembnejši dejavnik pri vitalnosti in izgledu zelenice. Med vzdrževalci je zlasti na področjih prehrane in varstva rastlin pogosto mogoče zaznati pomanjkanje strokovnosti. Na izgled igrišča pogosto odločilno vplivajo tudi okoljski dejavniki.

5 ZAHVALA

Pri posredovanju informacij o vzdrževalcih nogometnih igrišč so nam bili v veliko pomoč Grega Rozina, Sandi Kranjec, Igor Žinič, Marjan Cerar, Sandi Mertelj, Tadej Mežnar, Egon Repnik, Andrej Zavec, Marko Mikelj, Janez Maršič, Nika Grdadolnik, Uroš Kušar, mag. Janez Zupančič in Bojan Vidmar. Za informacije glede vzdrževalnih ukrepov se zahvaljujemo Borisu Primožiču, Sebastjanu Zalarju, Borisu Ferenčaku, Branetu Cerarju, Boštjanu Kolencu, Rafaelu Korenu, Miranu Vovku, Janezu Kukovcu, Rudiju Kodermanu, Andreju Jožefu in Stanetu Klariču. V veliko pomoč pri pridobivanju podatkov na igriščih sta nam bila tudi Jaka Rupnik in dr. Tanja Bohinc. Za njihovo pripravljenost in pomoč smo vsem omenjenim zelo hvaležni.

6 LITERATURA

- Larsen, S.U., Kristoffersen, P., Fischer, J., 2004. Turfgrass management and weed control without pesticides on football pitches in Denmark. *Pest Manag. Sci.*, 60, 6: 579–587.
- Kumral, N.A., Bilgili, U., Acikgoz, E., 2012. *Dorcadion pseudopreissi* (Coleoptera: Cerambycidae), a new turf pest in Turkey, the bio-ecology, population fluctuation and damage on different turf species. *Turkish J. Entomol.*, 36, 1: 123–133.
- Susurluk, I.A., Kumral, N.A., Bilgili, U., Acikgoz, E., 2011. *Dorcadion pseudopreissi* (Coleoptera: Cerambycidae), with the entomopathogenic nematode *Heterorhabditis bacteriophora*. *J. Pest Sci.*, 84: 321–326.
- Vandenbossche, B., Viaene, N., De Sutter, N., Maes, M., Karsse, G., Bert, W., 2011. Diversity and incidence of plant-parasitic nematodes in Belgian turf grass. *Nematology*, 13, 2: 245-256.
- Glab, T., Szewczyk, W., 2015. The effect of traffic on turfgrass root morphological features. *Scientia Horticult.*, 197: 542–554
- Dowgiewicz, J., Ebdon, J.S., DaCosta, M., Dest, W.D., 2011. Wear tolerance mechanisms in *Agrostis* species and cultivars. *Crop Sci.*, 51: 1232-1243.

VSEBNOST MIKOTOKSINA DEOKSINIVALENOL IN KAKOVOST ZRNJA PRI RAZLIČNIH SORTAH OZIMNE PŠENICE

Filip VUČAJNK¹, Alojz SREŠ², Stanislav TRDAN³, Matej VIDRIH⁴

^{1,3,4}Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Ljubljana

²Bayer d.o.o. Crop Science, Ljubljana

IZVLEČEK

Poljski poskus smo izvedli v letu 2016 na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani. V poskusu so bile sledeče sorte ozimne pšenice: 'Arezzo', 'Bastide', 'Cimabue', 'Farmeur', 'Illico', 'Moisson', 'Olimpija', 'Valbona', 'Vulcanus' in 'Vulkan'. Za zatiranje fuzarioz klasa (*Fusarium* spp.) smo uporabili fungicid Prostaro® (a.s. protiokonazol in tebukonazol). Škropljenje smo izvedli s traktorsko nošeno škroplilnico, ki je imela nameščene injektorske šobe z dvojnim simetričnim curkom AVI TWIN 110 03. Preostalo kemično varstvo rastlin in agrotehnična dela na poskusu smo izvedli v skladu z dobro kmetijsko prakso. Žetev je bila narejena z žitnim kombajnom Deutz Fahr Ectron. Po žetvi smo za vsako sorto vzeli vzorec zrnja za analizo kakovosti zrnja in vsebnosti mikotoksina deoksivalenol (DON). Prikazani so podatki o vsebnosti mikotoksina DON in kakovostnih parametrih pridelanega zrnja.

Ključne besede: deoksivalenol, kakovost zrnja, ozimna pšenica

ABSTRACT

MYCOTOXIN DEOXYNIVALENOL LEVEL AND GRAIN QUALITY AT DIFFERENT WINTER WHEAT CULTIVARS

In 2016 field trial was done at the Experimental Field of Biotechnical Faculty in Ljubljana. Different winter wheat cultivars were used, namely 'Arezzo', 'Bastide', 'Cimabue', 'Farmeur', 'Illico', 'Moisson', 'Olimpija', 'Valbona', 'Vulcanus', and 'Vulkan'. Fungicide Prostaro® (a.i. prothioconazole and tebuconazole) was applied for the fusarium head blight control. Tractor mounted field sprayer equipped with injector nozzles with 2 symmetrical spray jets AVI TWIN 110 03 was used for spraying. Other chemical control and agrotechnical work on the trial were done according to good agricultural practice. Harvest was done using self propelled harvester Deutz Fahr Ectron. After the harvest grain samples were taken for the mycotoxin deoxynivalenol (DON) level and for quality parameters. Results linked with DON level and quality parameters of grain will be presented in the article.

¹ doc. dr., Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana, e-pošta: filip.vucajnk@bf.uni-lj.si

² dr., Bravničarjeva 13, SI-1000 Ljubljana

³ prof. dr., Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana

⁴ doc. dr., prav tam

Key words: deoxynivalenol, grain quality, winter wheat

1 UVOD

Fuzarioze klasa povzročajo različne vrste gliv iz rodu *Fusarium*. Zaradi vse pogostejšega pojavljanja okuženosti pšeničnih klasov s fuzarijskimi glivami prihaja do izgub v količini in kakovosti pridelane pšenice. Hollingsworth in sod. (2006) so ugotovili za 8,3 % večji pridelek pšenice zaradi opravljenega varstva pred FHB, absolutna masa zrnja pa je bila v primerjavi z absolutno maso zrnja brez opravljenega varstva pšenice pred FK večja za 17,4 %. V triletnem poskusu varstva pred FHB s pripravkom na podlagi aktivne snovi metkonazol je bil pridelek zrnja na škropljenih obravnavanjih v povprečju večji za 26 %, hektolitrska masa za 2 % in absolutna masa za 6 % (Blandino in sod., 2011). Močnejše okužbe s FG lahko pridelek zrnja pšenice celo prepolovijo (Mesterházy in sod., 2003). V okuženem zrnju se je povečala vsebnost beljakovin za 6 % in vsebnost maščob za 13 %. Po navedbah različnih avtorjev lahko s pravočasno uporabo najboljšega fungicida onesnaženost zrnja pšenice z mikotoksinom deoksinivalenol (DON) zmanjšamo tudi za od 80 do 90 %. Mesterházy in sod. (2011) celo navajajo od 89-98 % učinkovitost zatiranja FHB s pripravkom na podlagi aktivnih snovi protiokonazol in tebukonazol ob uporabi odbojne šobe Turbo Floodjet. Med okuženostjo klasov in vsebnostjo DON v zrnju pšenice ni bilo ugotovljene značilne povezave (Celar in sod., 2015). Zemljč in sod. (2008) so ugotavljali vsebnost DON-a v vzorcih pšenice iz Jabelj in Škofje Loke, kjer noben vzorec ni presegal največje dovoljene vsebnosti DON-a za žita (1250 µg/kg SS zrnja).

2 MATERIALI IN METODE

Poljski poskus smo izvedli v letu 2016 na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani. V poskus je bilo vključenih 10 sort ozimne pšenice, in sicer 'Arezzo', 'Bastide', 'Cimabue', 'Farmeur', 'Illico', 'Moisson', 'Olimpija', 'Valbona', 'Vulcanus' in 'Vulkan'. Površina posamezne sorte je znašala okoli 1000 m², širina 9 m in dolžina 110 m. Setev smo izvedli v začetku novembra 2015 z mehansko sejalnico za strnjeno setev s posamičnim zajemanjem semena Amazone D9 Super, delovne širine 3 m. Konec marca 2016 smo poskus poškrpili s herbicidom Hussar plus (a.s. jodosulfuron + mezosulfuron) v odmerku 0,2 l/ha. V začetku kolenčenja ozimne pšenice smo uporabili fungicid Sphere (a.s. ciprokonazol + trifloksistrobin) v odmerku 0,5 l/ha. Za zatiranje rdečega žitnega strgača (*Oulema melanopus*) smo uporabili insekticid Biscaya (a.s. tiaklopid) v odmerku 0,3 l/ha. Škropljenje proti fuzarijskim glivam smo izvedli konec klasenja ozimne pšenice s fungicidom Prosaro (a.s. protiokonazol + tebukonazol) v odmerku 1,0 l/ha. Poraba vode je znašala 300 l/ha in vozna hitrost pri škropljenju 6,2 km/h. Tlak pri škropljenju je bil 5,0 bar in pretok šobe AVI TWIN 1,55 l/min. Gre za šobe z dvojnimi simetričnim curkom. Glede na vertikalno znaša kot škroplilnega curka naprej 30° in nazaj tudi 30°. Šoba tvori pri tlaku 5,0 bar kapljice velikostnega razreda med 350 in 400 µm. Škropljenja smo izvedli s traktorsko nošeno škroplilnico AGS 600 EN z delovno širino 9 m in traktorjem Fendt 208 S z nazivno

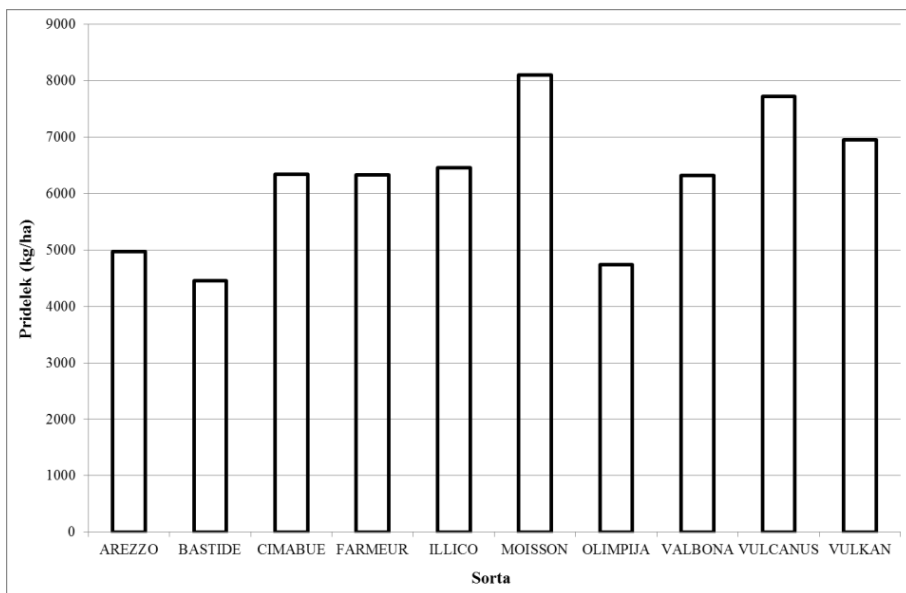
močjo 64 kW. Pri sortah Arezzo in Bastide smo prvo polovico poskusne parcele škropili in gnojili kot ostale sorte, drugo polovico pa ne. Vsa ostala agrotehnična opravila so bila narejena v skladu z dobro kmetijsko prakso.

Posamezne sorte smo poželi z žitnim kombajnom Deutz Fahr Ectron z delovno širino kosilnega dela 3,60 m. Zrnje smo stresli na traktorsko prikolico in stehali z elektronsko tehnično maso zrnja pri posamezni sorti. Poleg tega smo izmerili vlažnost zrnja z elektronskim merilnikom vlažnosti zrnja Pfeuffer HE 50. Na podlagi tega smo izračunali pridelok zrnja na hektar pri 14 % vlažnosti. Vzorce smo dali na analizo kakovosti zrnja na podjetje Bureau Veritas, kjer so izvedli meritve po standardnih postopkih. Izmerili so hektolitrsko maso zrnja, odstotek beljakovin, število padanja in sedimentacijo. Vsebnost DON so izmerili na Kmetijsko-gozdarskem zavodu Ptuj po encimski metodi Rosa[®]DON Quantitative Flow Chart test, ki določa onesnaženost zrnja z mikotoksini v območju od 0 do 6000 µg DON-a/kg SS zrnja.

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

Največji pridelok zrnja je bil dosežen pri sorti 'Moisson', in sicer več kot 8000 kg/ha (slika 1). Sorta 'Moisson' dosega visoke pridelke predvsem na težjih tleh, ki so bila tudi v našem poskusu. Zelo visok pridelok je bil tudi pri sorti 'Vulcanus' (7700 kg/ha). Tudi za to sorto je značilno, da dosega visoke pridelke na dobrih tleh. Med 6000 kg/ha in 7000 kg/ha so dosegle sorte 'Cimabue', 'Farmeur', 'Illico', 'Valbona' in 'Vulkan'. Najmanjši pridelok zrnja je bil pri sorti 'Bastide' (4460 kg/ha), medtem ko je bil pri sortah 'Arezzo' in 'Olimpija' nekoliko manjši od 5000 kg/ha.

432



Slika 1: Pridelok zrnja 10 sort ozimne pšenice pri 14 % vlažnosti.

Pri sortah 'Bastide' in 'Arezzo' polovica poskusnih parcel ni bila gnojena in na njej tudi ni bilo uporabljenih nobenih fitofarmacevtskih sredstev (FFS). Zato je takšen rezultat pričakovan. Če bi ločeno poželi oskrbovane in neoskrbovane parcele pri slednjih dveh sortah, bi bili rezultati drugačni. Sorta 'Olimpija' je visoko kakovostna in dosega v povprečju nižje pridelke, kar je v skladu z našimi predvidevanji.

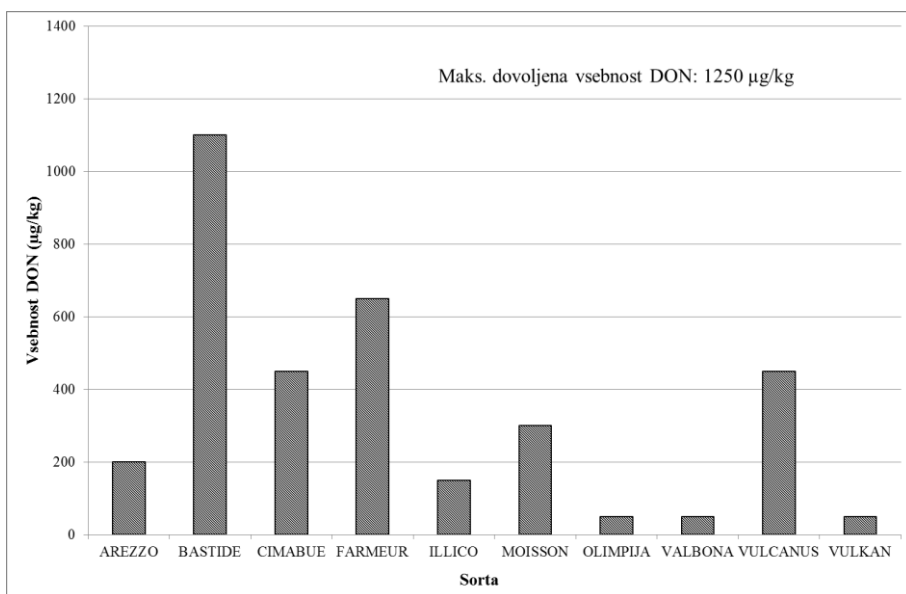
Preglednica 1: Kakovost zrnja 10 sort ozimne pšenice v našem poskusu.

Sorta	Hektolitrska masa (kg/100 l)	Odstotek beljakovin (%)	Število padanja (s)	Sedimentacija (g)
Arezzo	76,7	10,6	332	19
Bastide	66,8	11,6	338	34
Cimabue	79,8	12,6	375	44
Farmer	76,7	13,8	373	55
Illico	76,9	12,8	361	46
Moisson	75,6	12,2	369	43
Olimpija	79	14,3	435	65
Valbona	75,4	14,6	418	67
Vulcanus	78,3	12,9	384	44
Vulkan	79,3	12,4	325	42

Pri sorti 'Arezzo' je bila dokaj visoka hektolitrska masa in število padanja, medtem ko je bil zelo nizek odstotek beljakovin in sedimentacija (preglednica 1). Predvsem slednja dva parametra kakovosti sta zelo odvisna od sorte in gnojenja z dušikom. Ker se uvršča sorta 'Arezzo' po kakovosti v razred A/B, pomeni da je imelo največji vpliv na slabšo kakovost gnojenje z dušikom, saj polovica parcele ni bila gnojena z dušikom in na tem delu tudi ni bilo izvedeno kemično varstvo rastlin. Zato je takšen rezultat pričakovan. Podobno se je zgodilo tudi pri sorti 'Bastide', ki sodi po kakovosti v razred B/C, kar je bilo ugotovljeno tudi v našem poskusu. Predvsem zelo nizka je bila hektolitrska masa pri tej sorti. Pri sorti 'Cimabue' je bil omejujoči parameter odstotek beljakovin, ki je znašal 12,6 %, sicer bi se uvrstila po ostalih parametrih kakovosti v A razred. Sorta 'Farmer' se je v poskusu uvrstila v B1 kakovostni razred, predvsem je imela nižjo hektolitrsko maso in odstotek beljakovin. Tudi pri sorti 'Illico' so bili parametri kakovosti uvrščeni v B1 razred. Tako sorta 'Farmer' in 'Illico' sicer sodita v B kakovostni razred, kar se je potrdilo v našem poskusu. Sorta 'Moisson' je imela nekoliko nižji odstotek beljakovin (12,2 %), zato se je uvrstila v B2 kakovostni razred. Pri sorti Olimpija so bili doseženi najvišji parametri kakovosti med vsemi preučevanimi sortami, zato se je uvrstila v A kakovostni razred. Pri sorti 'Valbona' je bila nižja hektolitrska masa (75,4 kg/100 l), zato se je uvrstila v B2 kakovostni razred, kljub odličnim ostalim parametrom. Sorta 'Vulcanus' sicer sodi v A kakovostni razred, vendar je bilo v našem poskusu pri tej sorti nižji odstotek

beljakovin (12,9 %), zato se je uvrstila v B1 kakovostni razred. Podobni rezultati kot pri sorti 'Vulcanus' so bili doseženi pri sorti Vulkan.

Pri nobeni sorti vsebnost DON v zrnju ni presegala 1250 $\mu\text{g}/\text{kg}$ SS zrnja (slika 2). Najvišja vsebnost je bila dosežena pri sorti 'Bastide', in sicer 1100 $\mu\text{g}/\text{kg}$ SS zrnja. V tem analiziranem vzorcu zrnja je bilo zrnje tako iz oskrbovane kot tudi iz neoskrbovane parcele. Če bi vzeli vzorce pri tej sorti ločeno iz oskrbovane in neoskrbovane parcele, predvidevamo, da bi na neoskrbovani parceli vsebnost DON zagotovo presegla najvišjo dovoljeno vrednost, medtem ko bi bila na oskrbovani parceli vsebnost DON precej nižja. Zanimivo, da je bila pri sorti Arezzo vsebnost DON zelo nizka, kljub temu, da je bil skupni vzorec iz oskrbovane in neoskrbovane parcele. Pri sortah 'Cimabue', 'Farmeur' in 'Vulcanus' je bila vsebnost DON med 400 in 650 $\mu\text{g}/\text{kg}$ SS zrnja. Najnižja vsebnost DON je bila dosežena pri sortah 'Olimpija', 'Valbona' in 'Vulcan', in sicer 50 $\mu\text{g}/\text{kg}$ SS zrnja.



Slika 2: Vsebnost DON v zrnju 10 sort ozimne pšenice v našem poskusu.

4 SKLEPI

V poskusu smo prišli do naslednjih sklepov:

- najvišji pridelek pri 14 % vlagi zrnja je dosegla sorta 'Moisson' (8095 kg/ha);
- najvišjo vsebnost DON smo ugotovili pri sorti 'Bastide' (1100 $\mu\text{g}/\text{kg}$);
- najvišjo kakovost zrnja je imela sorta Olimpija (kakovostni razred A);
- najnižjo kakovost zrnja smo ugotovili pri sortah 'Arezzo' in 'Bastide' (kakovostni razred C).

5 LITERATURA

- Blandino, M., Pascale, M., Haidukowski, M., Reyneri, A. 2011. Influence of agronomic conditions on the efficacy of different fungicides applied to wheat at heading: effect of flag senescence, *Fusarium* head blight attack, grain yield and deoxynivalenol contamination. *Italian Journal of Agronomy*, 6: 204–211.
- Celar, F., Šantavec, I., Tavčar Kalcher, G., Kos, K. 2015. Povezave med stopnjo okuženosti klasov in zrn pšenice s fuzariozami ter vsebnostjo mikotoksina deoksinivalenola. V: Zbornik predavanj in referatov 12. Slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin z mednarodno udeležbo. Ptuj, 3.–4. marec 2015. Trdan S. (ur.). Ljubljana, Društvo za varstvo rastlin Slovenije: 216–222.
- Hollingsworth, C.R., Motteberg, C.D., Thompson, W.G. 2006. Assessing fungicide efficacies for the management of *Fusarium* head blight on spring wheat and barley. *Plant Health Progress*: 1–6. <https://www.plantmanagementnetwork.org/pub/php/research/2006/fusarium/> (3. mar. 2016).
- Mesterházy, Á., Bartok, T., Lamper, C. 2003. Influence of wheat cultivar, species of *Fusarium*, and isolate aggressiveness on the efficacy of fungicides for control of *Fusarium* head blight. *Plant Disease*, 87: 1107–1115.
- Mesterházy, Á., Tóth, B., Varga, M., Bartók, T., Szabó-Hevér, Á., Farády, L., Lehoczki-Krsjak, S. 2011. Role of fungicides, application of nozzle types, and the resistance level of wheat varieties in the control of *Fusarium* head blight and deoxynivalenol. *Toxins*, 3: 1453–1483.
- Zemljčič, A., Rutar, R., Žerjav, M., Verbič, J. 2008: Vpliv sorte, gnojenja z dušikom in razkuževanja semen na okuženost zrnja pšenice s *Fusarium* sp. in onesnaženost z mikotoksini. V: Zbornik simpozija novi izzivi v poljedelstvu 2008. Novi izzivi v poljedelstvu, Rogaška Slatina, 4.–5. december 2008. Tajnšek A. (ur.). Ljubljana, Slovensko agronomsko društvo: 257–262.

VPLIV UPORABE RAZLIČNIH ŠOB NA KAKOVOST NANOSA FUNGICIDA NA OZIMNO PŠENICO (*Triticum aestivum* L.)

Filip VUČAJNK¹, Alojz SREŠ², Miha PELC³, Stanislav TRDAN⁴, Matej VIDRIH⁵

^{1,4-5}Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Ljubljana

²Bayer d.o.o. Crop Science, Ljubljana

³Ribnica

IZVLEČEK

Ko nanašamo fungicid na klas ozimne pšenice, je zelo pomembna dobra pokritost sprednje in zadnje strani klasa. S tem namenom smo izvedli poskus, v katerem smo pri nanosu fungicida na klas uporabili novo izvedbo odbojnih šob Turbo FloodJet. Poskus je bil izveden v letu 2014 Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani in v njem smo preučevali dva dejavnika, in sicer položaj šobe na škropilni letvi z tremi ravnmi: položaj šobe na škropilni letvi s curkom usmerjenim naprej, s curkom usmerjenim nazaj in z izmeničnim curkom glede na smer škropljenja ter dve vrsti šobe: standardno špranjasto šobo ST in injektorsko špranjasto šobo z dvojnimi asimetričnim curkom SPEED. Nanos fungicida na ozimno pšenico smo opravili v začetku cvetenja z nošeno traktorsko škropilnico delovne širine 12 m. Hitrost škropljenja je bila 6,0 km/h, tlak škropljenja pa je znašal 4,0 bara. Najenakomernejšo pokritost sprednje in zadnje strani klasa ozimne pšenice smo dobili z izmeničnim položajem odbojne šobe Turbo FloodJet na škropilni letvi. Enako je veljalo tudi za število odtisov kapljic na cm² listne površine. Zelo dobra pokritost sprednje strani klasa je bila dosežena tudi pri curku, usmerjenem naprej v smeri vožnje, medtem ko je bila zadnja stran klasa pri tem curku zelo slabo pokrita. Standardna šoba ST je dala najslabšo pokritost na klasu.

Ključne besede: šobe, nanos, ozimna pšenica, klas

ABSTRACT

THE EFFECT OF DIFFERENT NOZZLES ON SPRAY DEPOSITION QUALITY OF FUNGICIDE ON WINTER WHEAT (*Triticum aestivum* L.)

When applying fungicide on the winter wheat ears, it is important to achieve good coverage of both front and rear side of the ears. For that reason, we have planned a trial in which we used new version of deflector nozzle type, namely Turbo FloodJet.

¹ doc. dr., Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana, e-pošta: filip.vucajnk@bf.uni-lj.si

² dr. agr. znan., Bravničarjeva 13, SI-1000 Ljubljana

³ dipl. inž. agr., Struška ulica 11, SI-1310 Ribnica

⁴ prof. dr., Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana

⁵ doc. dr., prav tam

The experiment was conducted at the Experimental Field of Biotechnical Faculty in Ljubljana in 2014 and it consisted of two studied factors; nozzle position on spraying boom with three levels (the first one with a forward spray jet, the second one with a backward spray jet and the third one with an alternate spray jet) and nozzle type with two shapes (standard flat fan nozzle ST and the asymmetric double-flat fan air-injection nozzle SPEED). The spraying was performed with tractor-mounted sprayer with a 12 m working width at the beginning of winter wheat flowering with 6.0 km/h of spraying speed and 4.0 bars of pressure during spraying. With alternate positioning of the Turbo FloodJet deflector nozzle on the spraying boom, we have achieved the most equal distribution on the front and rear sides of the winter wheat ear and the most homogenous droplet impression number per cm². With the nozzle with a forward spray jet, we have achieved high coverage on the front side of the wheat ear; it was, however, very low on the rear side. The lowest coverage of the wheat ear was achieved while using the standard ST nozzle.

Key words: nozzles, deposition, winter wheat, ear

1 UVOD

Zahteve po kakovostnem nanosu fitofarmaceutskih sredstev na rastline so čedalje večje. Predvsem pri navpičnih rastlinskih delih, kot so klasi, je pomembna dobra pokritost sprednje in zadnje strani klasa (Halley in sod., 1999; Blandino in sod., 2006). S šobami, ki imajo enojni curek, usmerjen navpično navzdol, je težko doseči dobro pokritost s fungicidom na obeh straneh klasa (Parkin in sod., 2006). To je spodbudilo izdelavo šob z dvojnimi curkom, pri katerih je prvi curek usmerjen naprej v smeri vožnje, drugi pa nazaj (McMullen in sod., 1999; Knewitz in Koch, 2010). Te šobe imajo lahko simetričen curek (enak kot naprej in nazaj glede na navpičnico) ali asimetričen curek (različen curek naprej in nazaj glede na navpičnico). Rezultati kažejo, da s temi šobami izboljšamo pokritost predvsem na zadnji strani klasa, vendar se kljub temu pojavljajo zahteve po še boljši pokritosti pšeničnega klasa (Mesterházy in sod., 2003). Zato smo se odločili za poskus z odbojnimi šobami, pri katerih se škropilni curek odbije od ohišja šobe pod določenim kotom. Od drugih izvedb šob se razlikujejo po tem, da mora biti pri njih škropilna letev od klasov oddaljena le 25 do 30 cm, medtem ko je pri drugih oddaljena okoli 50 cm. Za primerjavo smo uporabili še standardno šobo z enojnim ST in injektorsko šobo z dvojnimi asimetričnimi curkom SPEED.

2 MATERIALI IN METODE

V poskusu smo uporabili odbojne šobe Turbo FloodJet rdeče barve z oznako TF VP2 proizvajalca TeeJet Technologies iz ZDA. V poskusu smo imeli tri obravnavanja, povezana z namestitvijo šobe na škropilni letvi oz. usmerjenostjo škropilnega curka: 1) vse šobe obrnjene naprej v smeri vožnje (škropilni curek usmerjen naprej); 2) vse šobe obrnjene nazaj glede na smer vožnje (škropilni curek usmerjen nazaj) in 3) izmenična namestitvev šob na škropilni letvi (prva šoba je usmerjena naprej, sosednja pa nazaj). Pretok skozi šobo je pri tlaku škropljenja 4,0 bara znašal 1,73 l/min. Vozna hitrost pri

Škropljenju je bila 6,0 km/h in poraba vode 346 l/ha. Odmik šobe od vrha pšeničnih klasov je bil 30 cm, le pri ST in SPEED je znašal 50 cm.

Poskus je bil zasnovan v obliki slučajnih blokov s ponovitvami znotraj poskusnih enot. Pri vsakem obravnavanju smo naključno izbrali 3 rastline in na klase pritrdili na vodo občutljive lističe (WSP). V poskusu so bili 4 bloki. Dolžina celotne parcele je bila 75 m. Posamezna parcela je bila dolga 25 m in široka 9 m. Na vsaki parceli (25 m x 9 m) smo naključno izbrali 3 rastline. Ob rastlino smo postavili leseno oporo in nanjo pritrdili kovinski nosilec. Nosilec smo postavili čez klas pod kotom 90°. Na zunanjo stran nosilca smo spredaj in zadaj pritrdili za vodo občutljive lističe (WSP). Poleg tega smo s pisarniško sponko pritrdili WSP na liste od vrhnjega lista proti tlom. Pri nanosu na liste smo pri odbojni šobi Turbo FloodJet uporabili le izmenično namestitvev šob. Po namestitvi na vodo občutljivih lističev smo izvedli škropljenje. Škropljenje pšenice smo izvedli v razvojnem stadiju BBCH 61 (začetek cvetenja – vidni prvi prašniki). Uporabili smo sistemski fungicid Prosaro (a.s. protiokonazol 125 g/L + tebukonazol 125 g/L) v odmerku 1,0 l/ha za zatiranje fuzarioz klasa (*Fusarium* spp.). V poskusu smo uporabili ozimno pšenico 'Vulkanus' žlahtnitelja Saatbau Linz. Ta sorta je po navedbah Oberforsterja in sod. (2013) občutljivejša za fuzarioze klasa.

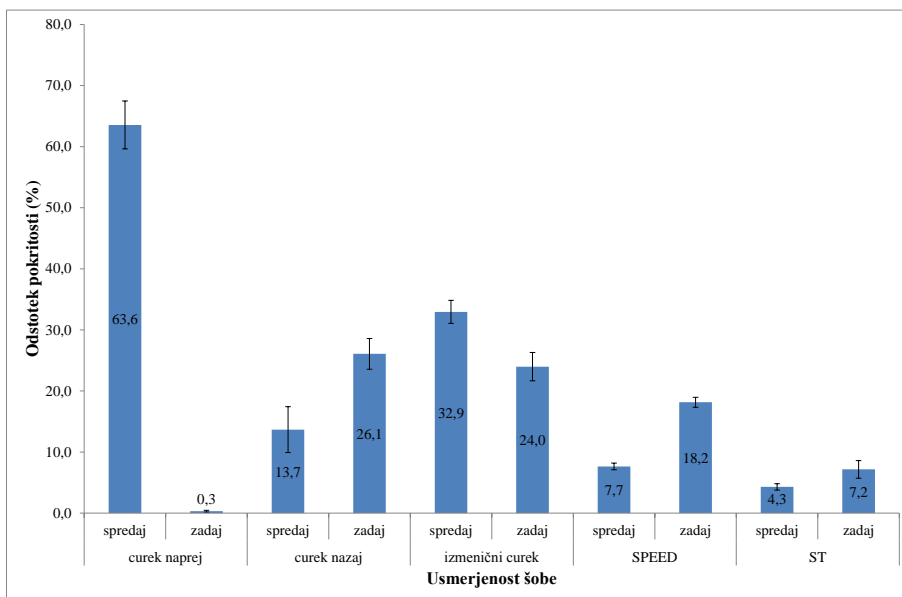
'Vulkanus' je nova zgodnja sorta ozimne pšenice s klasom v tipu resnice z zelo dobrimi pridelki. Srednje velika rastlina je izjemno odporna na pepelovko in rje. Je sorta dobre kakovosti, ki dosega velik pridelek na sušnih območjih (Saatbau Linz, 2013). Na poskusni parceli je bil predhodni posevek koruza za zrnje. Poskusna parcela je bila jeseni preorana z obračalnim plugom, na njej je bilo izvedeno osnovno gnojenje s 400 kg mineralnega gnojila Hypercorn (26 % P₂O₅) in 400 kg kalijevega sulfata (50 % K₂O). Parcelo smo nato obdelali z vrtavkasto brano v dveh prehodih. Vrtilna frekvenca priključne gredi je bila 750 obr./min, vrtilna frekvenca nožev na vrtavkasti brani pa 395 obr./min. Naslednji dan smo izvedli setev z mehansko sejalnico s posameznim zajemanjem semena D9 SUPER in delovno širino 3 metre. Pri setvi smo samodejno naredili vozne poti za poznejše škropljenje. Prvo dognojevanje z dušikom smo izvedli v začetku razraščanja (50 kg N/ha), drugo dognojevanje v začetku kolenčenja (50 kg N/ha) in tretje dognojevanje v začetku klasenja (50 kg N/ha). V sredini razraščanja smo poskus poškopili s herbicidom Hussar OD v odmerku 0,1 l/ha. Ta herbicid je namenjen zatiranju širokolistnih in ozkolistnih plevelov v pšenici. V sredini kolenčenja smo poskus poškopili s fungicidom Sphere v odmerku 0,5 l/ha za zatiranje listnih bolezni pšenice. Hkrati smo uporabili še sredstvo proti poleganju pšenice Moddus v odmerku 0,5 l/ha. Pozneje smo poskus poškopili z insekticidom Biscaya z namenom zatiranja žitnega strgača v odmerku 0,3 l/ha. Za zatiranje fuzarioz klasa smo v začetku klasenja uporabili fungicid Prosaro v odmerku 1 l/ha. Z napravo za zajem in analizo slik (Optomax V. Image Analyser) smo na vsakem merilnem lističu analizirali odtise kapljic. Poseben program APA 2001 V5.1 je na podlagi analize slik izračunal odstotek pokritosti in število odtisov kapljic na cm².

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

Na sprednji strani klasa je bila največja pokritost dosežena pri škropilnem curku naprej, in sicer 63,6 %. Pri odbojni šobi, ki je imela curek obrnjen nazaj glede na smer vožnje, je bila pokritost veliko manjša (13,7 %). Pri izmeničnem škropilnem curku (ena šoba ima škropilni curek umerjen naprej, sosednja pa nazaj) je bila pokritost 32,9 %. Čeprav se dosežena pokritost uvršča med pokritostjo pri curku naprej in curku

nazaj, je kljub vsemu visoka in zagotavlja kakovosten nanos. Pri šobah SPEED in ST je bila pokritost na sprednji strani klasa najnižja, in sicer je znašala 7,7 % (SPEED) in le 4,3 % (ST).

Na zadnji strani klasa je bil največja pokritost dosežena pri škropilnem curku nazaj glede na smer vožnje, in sicer 26,1 % pri uporabi šobe Turbo FloodJet. Pri izmeničnem curku pri šobi Turbo FloodJet je bila pokritost nekoliko slabša (24,0 %). S šobo SPEED smo dosegli 18,2 % pokritost klasa, pri šobi ST pa 7,2 % pokritost. S šobo Turbo FloodJet in curkom usmerjenim naprej smo uspeli nanesti na zadnjo stran klasa zelo malo škropilne brozge (0,3 %).



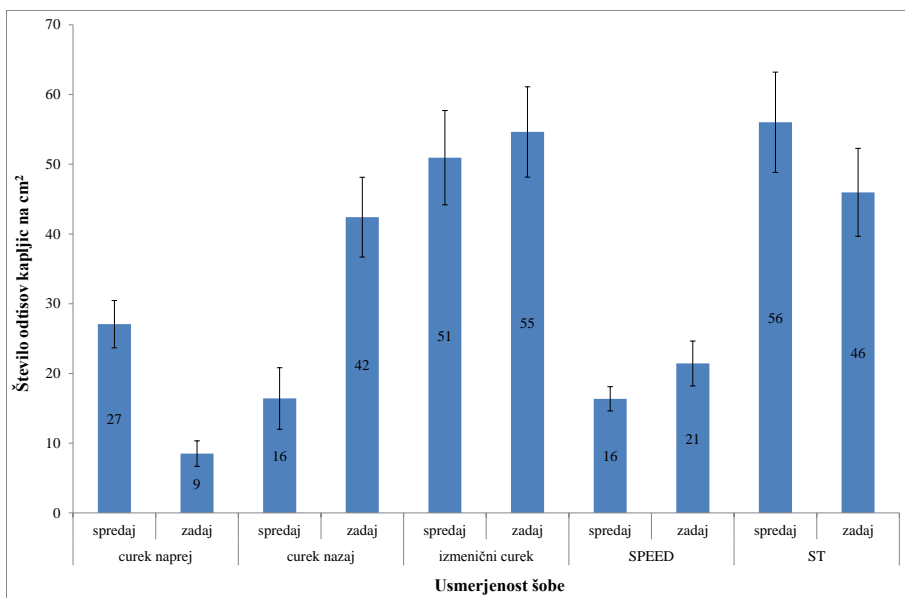
Slika 1: Odstotek pokritosti na klasu pri različnih usmerjenostih šobe.

Najbolj izenačeno in dovolj veliko pokritost, tako na sprednji kot tudi na zadnji strani klasa, smo dosegli pri odbojni šobi Turbo FloodJet pri izmeničnem curku. Pri odbojni šobi Turbo FloodJet, pri kateri je bil curek obrnjen naprej, je bila zelo dobro pokrita prednja stran klasa, a zelo slabo zadnja stran klasa. Pri curku usmerjenem nazaj, je bila dosežena veliko boljše pokritost zadnje strani klasa kot pa sprednje strani klasa. Najmanjšo pokritost tako s sprednje kot tudi z zadnje strani klasa smo dosegli pri standardni šobi ST z enojnim curkom (slika 1).

Število odtisov kapljic na cm^2 na sprednji strani klasa je bilo največje pri standardni šobi ST (56), takoj za njo pa pri šobi Turbo FloodJet, in sicer pri izmeničnem curku (51), kar je razvidno iz slike 2. Pri šobi Turbo FloodJet je bila pri curku, usmerjenem naprej, pokritost 27 kapljic na cm^2 . Pri šobi SPEED in šobi Turbo FloodJet, pri curku usmerjenem nazaj, je bila pokritost le 16 kapljic na cm^2 . Na zadnji strani klasa je bilo

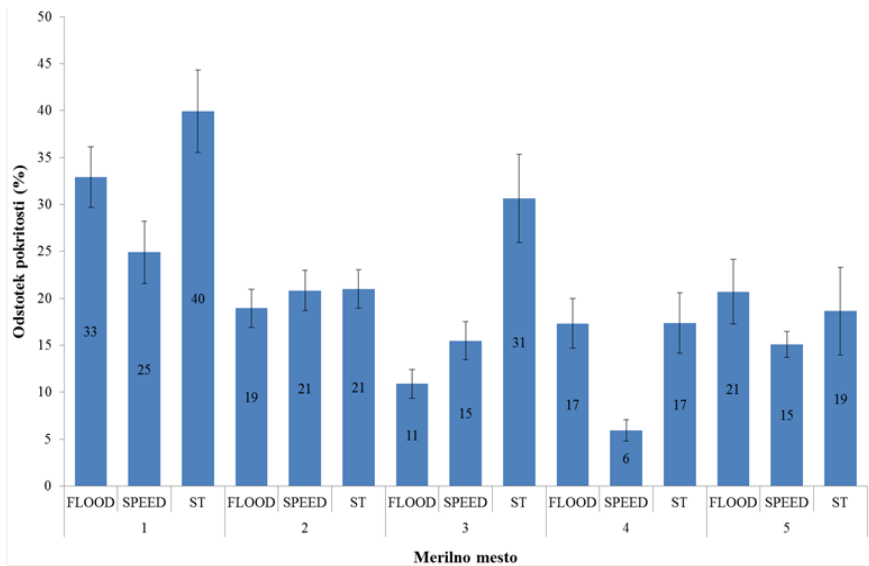
največje število odtisov kapljic na cm^2 pri izmeničnem curku pri šobi Turbo FloodJet, in sicer 55. Pri curku, usmerjenim nazaj glede na smer vožnje, je bilo 42 odtisov na cm^2 . Pri standardni šobi ST je znašala pokritost 46 odtisov na cm^2 , kar je 9 odtisov oz. dobrih 16 % manj kot pri šobi Turbo FloodJet. Pri šobi SPEED je število odtisov kapljic na cm^2 veliko manjše, in sicer 21. Najmanj odtisov kapljic na cm^2 9, je bilo doseženih pri odbojni šobi Turbo FloodJet pri curku usmerjenim naprej glede na smer vožnje. S slike 2 je razvidno, da smo tako na sprednji kot na zadnji strani klasa dosegli v povprečju največje število odtisov kapljic na cm^2 z uporabo šobe Turbo FloodJet pri izmeničnem curku, in sicer 53. Na drugem mestu je bila standardna šoba s povprečno 51 odtisi kapljic na cm^2 . S šobo Turbo FloodJet in curkom obrnjenim nazaj je bilo doseženih v povprečju 29 odtisov kapljic na cm^2 , medtem ko je bilo pri isti šobi in curkom usmerjenim naprej povprečno 18 odtisov kapljic na cm^2 . Pri šobi SPEED je bilo na sprednji strani 16 odtisov na cm^2 , zadaj pa 21 odtisov na cm^2 , v povprečju 19 odtisov kapljic na cm^2 .

440



Slika 2: Število odtisov kapljic na m^2 pri različnih usmerjenostih šobe.

Največjo pokritost prvega lista smo dosegli s šobo ST (40 %) (slika 3), medtem ko je pri šobah Turbo FloodJet in SPEED znašala 33 oz. 25 %. Na drugem listu je bila pokritost pri vseh treh šobah podobna (19 do 21 %). Najboljšo pokritost smo na tretjem listu dosegli s šobo ST (31 %), najslabšo pa s šobo Turbo FloodJet, in sicer 11 %. Na četrtem listu je bila z uporabo šob ST in Turbo FloodJet pokritost 17 %, pri šobi SPEED pa le 6 %. Na tleh je bila pokritost pri šobi ST in Turbo FloodJet zelo podobna (19 oz. 21 %), pri šobi SPEED pa 15 %.



Slika 3: Odstotek pokritosti od zgornjega lista (merilno mesto) proti tlom.

441

4 SKLEPI

Rezultati pričujočega poskusa so podlaga za naslednje sklepe:

1. največjo pokritost s fungicidom na sprednji strani klasa smo dosegli z uporabo odbojnih šob Turbo FloodJet pri škropilnih curkih, ki so bili usmerjeni naprej v smeri vožnje.
2. največjo pokritost na zadnji strani klasa smo dosegli z uporabo odbojnih šob Turbo FloodJet pri škropilnih curkih, ki so bili usmerjeni nazaj glede na smer vožnje.
3. najbolj enakomerno in dovolj veliko pokritost tako na sprednji kot tudi na zadnji strani klasa smo dosegli z uporabo odbojnih šob Turbo FloodJet z izmeničnimi curki.
4. največje število odtisov kapljic na cm^2 , tako na prednji strani kot tudi na zadnji strani klasa, smo dosegli z uporabo odbojnih šob Turbo FloodJet z izmeničnimi curki.
5. pri uporabi standardnih šob ST smo dosegli dobro pokritost od zgornjega lista proti tlom.

5 LITERATURA

Blandino M., Minelli L., Reyneri A. 2006. Strategies for the chemical control of Fusarium head blight: Effect on yield, alveographic parameters and deoxynivalenol contamination in winter wheat grain. *European Journal of Agronomy*, 25: 193–201

- Halley S., Pederson J., McMullen M., Lukach J. 1999. Sprayer modifications for enhanced control of *Fusarium* head blight with fungicides. V: Proceedings of the 1999 National Fusarium Head Blight Forum, Sioux Fall, SD, USA: 51–52
- Knewitz H., Koch H. 2010. Was die neuen Düsen bringen. DLG-Mitteilungen, 3: 68–71
- McMullen M., Halley S., Pederson J., Moos J., Hofman V., Panagrahi S. 1999a. How spray nozzles, pressures, and gpa affect coverage and fungicide efficacy for *Fusarium* head blight control. *Phytopathology*, 89: 106–110
- Mesterházy Á., Bartók T., Lamper C. 2003. Influence of cultivar resistance, epidemic severity, and *Fusarium* species on the efficacy of fungicide control of *Fusarium* head blight in wheat and deoxynivalenol (DON) contamination of grain. *Plant Disease*; 87: 1107–1115
- Oberforster M., Laa F., Massinger T. 2013. Österreichische Sortenliste 2013. Wien, Bundesamt für Ernährungssicherheit: 59 str.
http://www.baes.gv.at/fileadmin/_migrated/content_uploads/Oesterreichische_Sortenliste_2013.pdf (december 2015)
- Parkin C.S., Miller P.C.H., Magan N., Aldred D., Gill J., Orson J.H. 2006. The deposition of fungicides on ears to control *Fusarium* ear blight and the mycotoxin contamination of grain. *Aspects of Applied Biology*, 77: 445–452
- Saatbau Linz. 2013. Sortni izbor. Sorte za najboljši pridelek. Hajdoše 1b, Saatbau d.o.o.: 12 str.

TEHNIČNE MOŽNOSTI ZA MANJŠO IZPOSTAVLJENOST FITOFARMACEVTSKIM SREDSTVOM PRI PRIPRAVI ŠKROPILNE BROZGE

Tomaž POJE¹

Kmetijski inštitut Slovenije, Oddelek za kmetijsko tehniko in energetiko, Ljubljana

IZVLEČEK

Uporabnik fitofarmaceutskih sredstev (FFS) mora biti pri svojem delu čim manj izpostavljen škropivom. Nepravilna uporaba FFS lahko škoduje samemu uporabniku, drugim ljudem in okolju. Tveganje, da bo uporabnik FFS izpostavljen fitofarmaceutskim sredstvom, je zlasti veliko med samo pripravo škropiva – škropilne brozge. Takšna tveganja je potrebno zmanjšati kolikor je to mogoče. Ena od rešitev teh problemov so tudi različne konstrukcijske izboljšave (dopolnitve) strojev za nanašanje FFS. Možna je uporaba polnilnih posod, še boljša možnost pa je uporaba CTS sistemov. CTS pomeni »Closed Transfer System« ali zaprt sistem odvzema koncentriranega – nerazredčenega škropiva iz originalne embalaže. Nekaj CTS sistemov je že na tržišču ali pa se še razvijajo. Obstajajo sistemi, ki so kompatibilni s standardnimi embalažami FFS, so pa tudi sistemi, kjer morajo biti FFS dobavljeni v specialnih embalažah, ki omogočajo delovanje CTS sistema.

Ključne besede: škropilnice, pršilniki, izpostavljenost FFS, polnilne posode, CTS sistemi

ABSTRACT

TECHNICAL OPTIONS TO REDUCE EXPOSURE TO PLANT PROTECTION PRODUCTS IN THE PREPARATION OF THE SPRAY

The user of plant protection products (PPP) must be as little exposed to the spray as possible during the work. Improper use of PPP can harm the user of PPP, other people and the environment. The risk of operator contamination is particularly high during the preparation of the spray. Such risks should be reduced to be as little as possible. The possible solution of that problem is various engineering controls on the application equipment. It is possible to use a low level induction bowl; the better option is to use the "Closed Transfer System" - CTS system. CTS means closed transfer of the concentrated active substance from the container to the application equipment. Some CTS systems are already on the market or they are being developed. There are systems, that are compatible with standard packaging of PPP and there are also systems where PPP must be shipped in special containers that enable CTS system.

Key words: sprayers, mist blowers, exposure to PPP, induction bowl, CTS systems

¹ mag., Hacquetova ulica 17, SI-1000 Ljubljana, e-pošta: tomaz.poje@kis.si

1 UVOD

Uporabnik fitofarmaceutskih sredstev (FFS) mora biti pri svojem delu čim manj izpostavljen škropivom. Nepravilna uporaba FFS lahko škoduje samemu uporabniku FFS, drugim ljudem in okolju. Avšič Stražarjeva (2010) v študiji Zastrupitve s pesticidi v Republiki Sloveniji v obdobju 1999-2008 navaja, da je v tistih letih zaradi zastrupitev umrlo 59 ljudi (od tega je bilo 66 % samomorov). Bilo je tudi 316 bolnišničnih obravnav zastrupitev in 728 ambulantnih obravnav zastrupitev.

Uprava za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin v Poročilo o napredku za Nacionalni akcijski program za doseganje trajnostne rabe FFS navaja, da ima število bolnišnično obravnavanih zastrupitev v desetletnem obdobju (2004-2014) trend upadanja. V letu 2004 je bilo 25 bolnišnično obravnavanih zastrupitev, v letu 2014 pa samo 4 (Nacionalni akcijski program za doseganje trajnostne rabe FFS, 2016).

Tveganje, da bo uporabnik izpostavljen fitofarmaceutskim sredstvom, je zlasti veliko med samo pripravo škropiva – škropilne brozge. Tveganje za izpostavljenost škropivom se pojavlja že pri odpiranju embalaže s koncentriranim - nerazredčenim FFS, prelivanju v škropilnico ali v merilne vrče, mešanju FFS z vodo, spiranju (pranju) prazne embalaže, rokovanju s kontaminiranimi pokrovciki od embalaže itd. Ob vseh teh aktivnostih pri pripravi škropilne brozge lahko pride do nehotenega onesnaženja uporabnika in (ali) okolja. Pri takšnem onesnaženju okolja s FFS pravimo, da je to točkovno onesnaženje okolja. 90 % zastrupitev s FFS pa nastane ravno pri pripravi škropilne brozge.

Takšna tveganja je potrebno zmanjšati kolikor je to mogoče. Ena od rešitev teh problemov so tudi različne konstrukcijske izboljšave (dopolnitve) strojev za nanašanje FFS. Namen prispevka je prikazati nekaj sodobnih tehničnih rešitev na napravah za nanašanje FFS, ki zmanjšujejo tveganje za kontaminacijo uporabnika FFS in okolja.

2 TEHNIČNE MOŽNOSTI ZA MANJŠO IZPOSTAVLJENOST FFS

Razvoj tehničnih rešitev za manjšo izpostavljenost uporabnika FFS gre v različne smeri. Prva je uporaba polnilnih posod, druga pa je uporaba CTS sistemov. CTS pomeni »Closed Transfer System« ali zaprt sistem odvzema koncentriranega – nerazredčenega škropiva iz originalne embalaže. Oba sistema omogočata lažje rokovanje in polnjenje škropilnice, zmanjšajo se težave s pranjem embalaže, zmanjša se tveganje za onesnaženje (kontaminiranje) uporabnika FFS, zmanjša se nevarnost za razlitja (koncentriranega) FFS, izboljša se natančnost polnjenja škropilnice. Zmanjša se tveganje za onesnaženje podtalnice in površinskih voda, zmanjšajo se tudi težave s prazno embalažo. Seveda moramo pri obeh sistemih upoštevati navodila proizvajalca, sicer lahko pride ob nepravilni uporabi tudi do onesnaženja.

Polnilna posoda je lahko sestavni del naprave za nanašanje FFS (škropilnice ali pršilnika), lahko pa je kot samostojna neodvisna enota na dvorišču kmetije, kjer se pripravlja škropilna brozga. Ta zadnja varianta pri nas ni pogosta. Polnilno posodo integrirano na škropilnico ali pršilnik vidimo predvsem na večjih napravah. Zakonsko ni obvezna, jo pa dejansko vsi proizvajalci naprav ponujajo ali kot sestavni del

opreme ali kot opcijsko opremo. Prostornina polnilnih posod je med 7 in 50 litri. Omogoča pa sprejem koncentriranih FFS, ustrezno odmerjanje FFS, delno mešanje FFS z vodo, pretakanje FFS oziroma delno razredčenega FFS v glavni rezervoar škropilnice, spiranje prazne embalaže FFS, spiranje same polnilne posode itd.

Poje (2017) v analizi naprav za nanašanje FFS ugotavlja, da so naprave za nanašanje FFS v Sloveniji že precej stare in v povprečju tehnično zastarele. To velja zlasti za škropilnice, ki so starejše kot pa pršilniki. V času proizvodnje teh naprav polnilne posode še niso bile uveljavljene. Res pa je, da se tudi s takšnimi napravami lahko izvaja škropljenje, vendar bi s sodobnejšimi napravami aplikacijo FFS lahko izvajali bolj natančno in bolj varno za uporabnika FFS.

Na tržišču so tudi navadni sistem za odvzem koncentriranega škropiva iz originalne embalaže. Ti sistemi niso popolnoma zaprti sistemi.

CTS sistemi ne potrebujejo več ročnega pretakanja (koncentriranih) FFS v škropilnico. S tem se bistveno zmanjša tveganje zaradi brizganja ali razlitja škropiva. Obstajajo CTS sistemi, ki so namenjeni za manjše posode - kanistre s FFS (do 15 litrov) in obstajajo CTS sistemi, ki so namenjeni za večje posode s FFS (sode). Nekaj CTS sistemov je že na tržišču ali pa se še razvijajo. Obstajajo sistemi, ki so kompatibilni s standardnimi embalažami FFS, so pa tudi sistemi, kjer morajo biti FFS dobavljeni v specialnih embalažah, ki omogočajo delovanje CTS sistema. ECPA – evropsko združenje proizvajalcev FFS se je odločila, da bo za CTS sisteme za kanistre do 15 litrov uporabljalo standardizirano navojno odprtino 63 mm. CTS sistemi naj bi bili predpisani v Kaliforniji za določeno kategorijo FFS.

445



Slika 1: Polnilne posode pripomorejo k boljši varnosti uporabnika FFS, z njimi lahko tudi spiramo prazno embalažo FFS. Ni pa to zaprt sistem odvzema koncentriranega škropiva.



Slika 2: EasyFlow sistem v delovanju, ko sta oba adapterja združena. To predstavlja CTS sistem – zaprt sistem odvzema tekočega koncentriranega FFS iz kanistra. Na kanistru je merilna skala, ki omogoča določitev potrebne količine FFS.

Balsari (2009) navaja, da je v ZDA pogosto pri CTS sistemih pretakanja v uporabi večja embalaža za koncentrirane FFS. Ta embalaža je za večkratno uporabo, tako da ne nastaja problem odstranjevanja prazne plastične embalaže. Takšna embalaža se ni uveljavila v Evropi. Je pa ustrezna za velika kmetijska posestva. V Kaliforniji so se po uvedbi CTS sistemov za 50 % zmanjšale bolezni povezane s FFS med uporabniki FFS oziroma med tistimi delavci, ki pripravljajo škropilno brozgo.

Med pomanjkljivosti CTS sistemov sodi lahko njihova relativno visoka cena, ponudba na tržišču ni ravno velika. Rokovanje z njimi je lahko nerodno. Niso ustrezna za vse vrste FFS, trenutno se uporabljajo le za tekoče FFS.

3 EASYFLOW CTS SISTEM

Eden od predstavnikov CTS sistema je tudi EasyFlow, ki je sad skupnega razvoja podjetij Bayer Crop Science in Agrotop-a. EasyFlow predstavlja sistem, ki omogoča zaprt odvzem (koncentriranega) tekočega fitofarmaceutskega sredstva iz manjših posod - kanistrov. Gre za zaprt sitem pretakanja (koncentriranega) fitofarmaceutskega sredstva brez kontaminacije uporabnika FFS in okolja s FFS. EasyFlow sistem omogoča tudi čiščenje (pranje) samega sistema. Sistem EasyFlow je namenjen za odvzem FFS iz kanistrov (posod), ki imajo odprtino premera 63 mm in prostornino 1, 5, 10 ali 15 litrov. Pri uporabi tega sistema ne potrebujemo več merilnega vrča (menzure). Sistem EasyFlow je dobil priznanja na različnih sejnih (Agritechnica Hannover, 2015; EIMA Bologna 2016).

EasyFlow sistem je sestavljen iz adapterja, ki se pritrdi na rezervoar škropilnice ali pršilnika in iz adapterja, ki pride na kanister s FFS. Montaža adapterja na škropilnico ali pršilnik je relativno enostavna. Namestitev adapterja mora biti na ravni površini oziroma je ta lahko nagnjena do 5 stopinj. Prav tako pod predvideno pozicijo v rezervoarju ne sme biti ovir. Pri adapterju pa mora biti tudi dovolj prostora, da lahko nemoteno priklopimo vodovodno cev. EasyFlow se lahko montira na glavni rezervoar na škropilnici ali pa tudi na polnilno posodo, če jo škropilnica ima.

Uporaba EasyFlow-a je enostavna. Kanistru s (koncentriranim) škropivom odvijemo pokrovček. Če ima kanister še folijo na odprtini, te ni potrebno odstraniti. Na odprtino kanistra oziroma na navoje se potem privije EasyFlow adapter za kanister. V odprtino na adapterju, ki se nahaja na škropilnici, vtaknemo adapter s kanistrom. Kanister je potrebno potisniti navzdol, da se adapter usede na svoje mesto in prereže (odstrani) zaščitno folijo na kanistru. Na adapterju, ki je fiksno montiran na škropilnici, moramo nato izvleči ročico in jo zavrteti v smeri urinega kazalca. S tem se odpira ventil in (koncentriran) FFS začne teči iz kanistra v rezervoar škropilnice. Pretok škropiva - hitrejše ali počasnejše pretakanje se nastavlja brezstopenjsko z vrtenjem ročice. Kanistri imajo ob strani tudi merilno skalo, tako da lahko odmerimo potrebno prostornino FFS. Ko smo odvzeli potrebno prostornino (koncentriranega) FFS z ročico zapremo pretok tekočine.

Nato sledi čiščenje. Na adapter na škropilnici pritrdimo vodovodno cev s hitro spojko. V kolikor smo porabili iz kanistra le del FFS, potem speremo le adapter na kanistru.

Kanister z delno porabljenim FFS nato skladiščimo kar skupaj s privitim adapterjem. Ta ostane na kanistru, dokler ga popolnoma ne izpraznimo.



Slika 3: En del EasyFlow je zmontiran na škropilnico ali pršilnik. Na tem adapterju je cevni nastavek za povezavo z vodovodno cevjo. Z vodo se opere ali samo adapter, ki se nahaja na kanistru (ob delno izpraznjenem kanistru), ali pa se spere (očisti) celoten (prazen) kanister.



Slika 4: Drugi del EasyFlow privijemo na posodo (kanister) s tekočim FFS. Nato pa oba sestavna dela EasyFlowa združimo in odtočimo potrebno količino FFS

447

V primeru, da kanister popolnoma izpraznimo, sledi njegovo pranje. Na EasyFlow moramo priključiti vodovodno cev. Sistem mora biti odprt, odpreti moramo tudi vodo, ki nato pride prek posebne šobe v kanister in ga spira. Pri tem je dobro, da kanister obračamo, da so sprani – očiščeni vsi koti v kanistru. Nato sledi še čiščenje adapterja na kanistru (tako kot smo ga prej opisali). Potem je potrebno še ločiti povezavo. Adapter iz kanistra se odvije in je pripravljen za naslednjo uporabo – naslednji kanister s FFS.

Sistem Easy Flow omogoča doziranje koncentriranega FFS glede na potrebe. Za odvzem FFS ne potrebujemo dodatne črpalke, ampak se FFS pretaka gravitacijsko. EasyFlow so vključili tudi v študije izpostavljenosti uporabnika FFS. Za primerjavo je bil normalen uporabnik FFS, ki je delal z rokavicami. Meritve izpostavljenosti so pokazale, da je pri uporabi CTS sistema EasyFlow bila kar za 96 % manjša onesnaženost uporabnika s FFS. Ne glede na to, da uporaba EasyFlow-a predstavlja bistveno manjše tveganje, da se bo uporabnik FFS kontaminiral, proizvajalci navajajo, da je tudi ob EasyFlow-u potrebno uporabljati osebno varovalno opremo, kot so zaščitna očala, rokavice, zaščitna obleka itd.

4 SKLEPI

Tveganje za onesnaženje uporabnika in okolja s FFS je potrebno zmanjšati na minimum. K temu lahko pripomorejo tudi sodobne tehnične rešitve na napravah za nanašanje FFS. Ena od tehničnih možnosti je tudi uporaba polnilnih posod, ki pa še niso zakonsko obvezne. Se pa prigradijo zlasti na večje škropilnice ali pršilnike. Še

večjo tehnično varnost pa uporabniku FFS zagotavljajo CTS sistemi. Ti sistemi omogočajo zaprt sistem odvzema koncentriranega – nerazredčenega škropiva iz originalne embalaže. Delijo pa se na sisteme, ki omogočajo pretakanje FFS iz manjše embalaže (do 15 l), obstajajo pa tudi sistemi za večje embalaže s FFS.

EasyFlow CTS sistem je namenjen za kanistre do 15 litrov prostornine. Omogoča zaprt sistem pretakanja FFS v škropilnico ali pršilnik in tudi spiranje embalaže. Z njim se zmanjšajo težave s pranjem embalaže, zmanjša se tveganje za onesnaženje uporabnika FFS, zmanjša se nevarnost za razlitje (koncentriranega) FFS, izboljša se natančnost polnjenja škropilnice. Kot večkratno nagrajena tehnična inovacija bo predvidoma v Sloveniji na voljo tekom leta 2017.

5 LITERATURA

- Avšič Stražar, T. 2010 Zastrupitve s pesticidi v Republiki Sloveniji v obdobju 1999-2008. diplomska naloga, FFA - Fakulteta za farmacijo, Univerza v Ljubljani: 81
- Balsari, P., Marruco, P. 2009 The new EU Directives requirements and the innovation in pesticide application techniques. http://www.clubofbologna.org/ew/documents/Balsari_MF.pdf (14.2.2017)
- Nacionalni akcijski program za doseganje trajnostne rabe FFS. Poročilo o napredku. 2016. Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano Uprava za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin: 34 – 35
- 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

POTREBNA MOČ ZA POGON PRŠILNIKA Z RADIALNIM VENTILATORJEM

Tomaž POJE¹

Kmetijski inštitut Slovenije, Oddelek za kmetijsko tehniko in energetiko, Ljubljana

IZVLEČEK

V Sloveniji prevladujejo pršilniki z aksialnimi ventilatorji, delež pršilnikov z radialnimi ventilatorji pa počasi narašča. Z meritvami navora in števila vrtljajev na priključni gredi traktorja smo izračunali moč za pogon pršilnika z radialnim ventilatorjem. V prvi prestavi ventilatorja je bila izmerjena zagonska moč 43,3 kW, v drugi prestavi pa je bila ta večja za 8,8 %. Povprečna potrebna moč je v prvi prestavi znašala 24,5 kW, v drugi prestavi pa 31,8 kW. Potrebna moč za pogon pršilnika se linearno veča tudi z naraščanjem tlaka škropljenja. Potrebna moč za pogon pršilnika vpliva na porabo goriva za škropljenje, ta pa na ogljični odtis pridelka.

Ključne besede: pršilnik, radialni ventilator, navor, moč

449

ABSTRACT

THE REQUIRED POWER FOR DRIVING THE MISTBLOWER WITH RADIAL FAN

In Slovenia the most common are mistblowers with axial fans, although the share of mistblowers with radial fans is slowly growing. By measuring the torque and number of revolutions on the PTO shaft of the tractor, we calculated the power to drive the mistblower with a radial fan. In first gear of the fan we measured 43.3 kW of starting power, in second gear the starting power increased by 8.8%. The average power consumption is in the first gear 24.5 kW, in second gear 31.8 kW. The power, required to drive the mistblower increases linearly with increasing pressure of spraying. The power required to drive the mistblower influences the fuel consumption for spraying and this has an impact to the carbon footprint of the yield.

Key words: mistblower, radial fan, torque, power

1 UVOD

Sodobnega kmetijstva si danes ne predstavljamo brez uporabe fitofarmaceutskih sredstev (FFS). V letu 2015 je bilo v Sloveniji prodanih 1.047 ton FFS oziroma njihovih aktivnih snovi (Maver, 2016). Nanos FFS se izvaja z napravami za nanašanje fitofarmaceutskih sredstev. Te naprave pa morajo ustrezati številnim zakonskim

¹ mag., univ. dipl. ing., Hacquetova ulica 17, SI-1000 Ljubljana, e-pošta: tomaz.poje@kis.si

zahtevam. Zakonske zahteve so tako za nove naprave, ki se dajejo v promet, kot tudi za rabljene naprave.

Za nove naprave za nanašanje FFS je sedaj v Evropski skupnosti v veljavi direktiva 2009/127/ES, ki dopolnjuje osnovno direktivo 2006/42/ES o strojih. Direktiva 2009/127/ES določa bistvene zahteve varstva okolja, ki jih morajo upoštevati proizvajalci ob zasnovi in izdelavi novih strojev za nanašanje fitofarmacevtskih sredstev (Direktiva 2009/127/ES..., 2009). Od leta 2012 naprej proizvajalec škropilnice ali pršilnika s CE oznako in izjavo o skladnosti zagotavlja, da njegov proizvod ustreza zahtevam slovenske (in evropske) zakonodaje. V Sloveniji se za nanašanje FFS lahko uporabljajo le naprave, ki imajo potrdilo o rednem pregledu in znak o rednem pregledu (Pravilnik o zahtevah..., 2013).

Poje (2017) v analizi naprav za nanašanje FFS ugotavlja, da so škropilnice starejše kot pa pršilniki. Med testiranimi napravami v letih 2010 do 2016 je največ naprav domačega proizvajalca Agromehanika. Teh naprav je 14.587 ali 65,4 %. Popis kmetijstva iz leta 2010 je naštel 20.999 škropilnic oziroma 56,44 % od vseh popisanih naprav za nanašanje FFS. Sledijo nahrbtnne motorne škropilnice in pršilniki, ki so jih v Popisu naštel 10.738 ali 28,86 %. Na tretjem mestu so pršilniki, kjer navajajo 5.467 naprav oziroma 14,69 %.

Danes v ospredje prihajajo zahteve za čim bolj trajnostno kmetovanje. Ena od možnosti za bolj trajnostno pridelavo je tudi zmanjšanje porabljene energije za opravljanje posameznih delovnih operacij. Poraba goriva je pri nanašanju FFS odvisna od številnih parametrov. Pri pršilnikih na potrebno moč za pogon vpliva tudi izvedba ventilatorja.

Poje (2001) je ugotavljal potrebno moč za pogon pršilnika Agromehanika AGP EN 1000 z aksialnim ventilatorjem pri različnem nastavnem kotu lopatic ventilatorja. Ugotovil je, da z večanjem nastavnega kota lopatic ventilatorja linearno raste tudi potrebna moč za pogon pršilnika. Leskošek in Poje (2008) sta ugotavljala potrebno moč za pogon pršilnikov, ki se uporabljajao v hmeljarstvu. Ugotovila sta, da zaradi velike potrebne pogonske moči lahko pride do neuskladenosti med močjo traktorja in potrebno močjo za pogon pršilnika. Že nekaj let v sosednjih državah deluje pobuda o skupnem testiranju pršilnikov (Portal für die Sprühgerätekontrolle, 2015). V to pobudo v okviru "Kooperation der Region" so vključeni Verband Steirischer Erwerbsobstbauern (Avstrija), Marktgemeinschaft Bodenseeobst (Nemčija) in Südtiroler Beratungsring (Italija). Pri teh testiranjih analizirajo delovanje šob in zračne podpore. Preverjajo pa tudi hrup in potrebno moč za pogon pršilnika. Cilj teh meritev je optimizacija delovanja pršilnikov v smislu manjše porabe moči za pogon in manjšega drifta. Za ta testiranje proizvajalci dajo prostovoljno na voljo svoje pršilnike. Potrebno moč za pogon pršilnika izmerijo pri različnem delovanju ventilatorja. Nato pa iz teh meritev izračunajo še emisije CO₂ (ogljčnega odtisa). Tako lahko kupec ob nakupu novega pršilnika vzame v obzir tudi potrebno moč za pogon in povzročene emisije CO₂.

Moderne naprave za nanašanje FFS se optimizira, da bi imeli čim večjo učinkovitost in da bi čim bolj očuvali vire, potrebne za pridelavo. To pomeni tudi manjšo porabo goriva in manše obremenjevanje okolja s CO₂. V Nemčiji imajo 13 % pršilnikov z

radialnimi ventilatorji. V Sloveniji tega deleža ne poznamo, vendar lahko rečemo, da se delež pršilnikov z radialnimi ventilatorji povečuje. Namen prispevka pa je prikazati, kakšna je potrebna moč za pogon sodobnega pršilnika z radialnim ventilatorjem in možnosti njenega zmanjšanja.

2 MATERIALI IN METODE

Za raziskave potrebne moči za pogon pršilnika smo uporabili pršilnik proizvajalca Unigreen. Pršilnik ima vgrajen radialni ventilator XPVTT 500, premera 500 mm, s pretokom zraka 20000 m³/h in hitrostjo 80 m/s. Multiplikator omogoča dve hitrosti vrtenja, in sicer v prestavnem razmerju 1 : 6,7 in 1 : 7,4. Za pogon pršilnika smo uporabili traktor z nazivno močjo motorja 111 kW. Merilna veriga je bila sestavljena iz treh delov: senzorja, digitalnega merilnega ojačevalnika in PC za sprejem in obdelavo merjenega signala. Navor in število vrtljajev kardanske gredi smo merili z dinamometrom za merjenje navora in senzorja za merjenje vrtljajev (Lorenz Messtechnik DR 2472 5000 Nm). Digitalni merilni ojačevalnik je bil Quantum Hottinger Baldwin Messtechnik. Frekvenca merjenega signala je bila 10 Hz (kar pomeni 10 meritve na sekundo). Dolžina vsake meritve pa je bila odvisna od časa delovanja pršilnika. Iz izmerjenega navora in števila vrtljajev priključne gredi traktorja je izračunana moč potrebna za pogon pršilnika. Za obdelavo podatkov smo uporabili ustrezne statistične analize (opisne statistike).

451

Moč za pogon:

$$P_p = M\pi \frac{n}{30}$$

Pomen oznak:

P_p - potrebna moč za pogon pršilnika

W

M – navor na priključni gredi

Nm

n – število vrtljajev priključne gredi

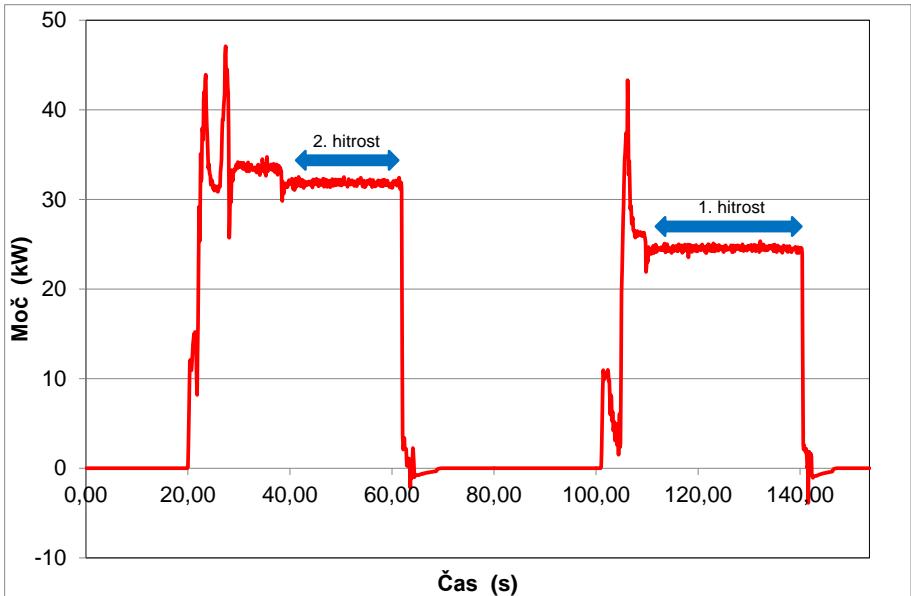
min⁻¹

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

Ventilator je na pršilniku velik porabnik energije. Ob zagonu ventilatorja (pršilnika) je potrebna tako imenovana zagona moč, ki je višja od potrebne moči za normalno delo ventilatorja (pršilnika). Traktor mora imeti dovolj močan motor, da je zagon priključka normalen. V prvi hitrosti ventilatorja smo ob zagonu izmerili 819 Nm navora in izračunali trenutno zagono moč 43,3 kW. V drugi hitrosti ventilatorja pa smo izmerili ob zagonu 789 Nm navora in izračunali trenutno zagono moč 47,1 kW. Razvidno je, da je potrebna zagona moč višja v 2 prestavi multiplikatorja in to za 8,8 %.

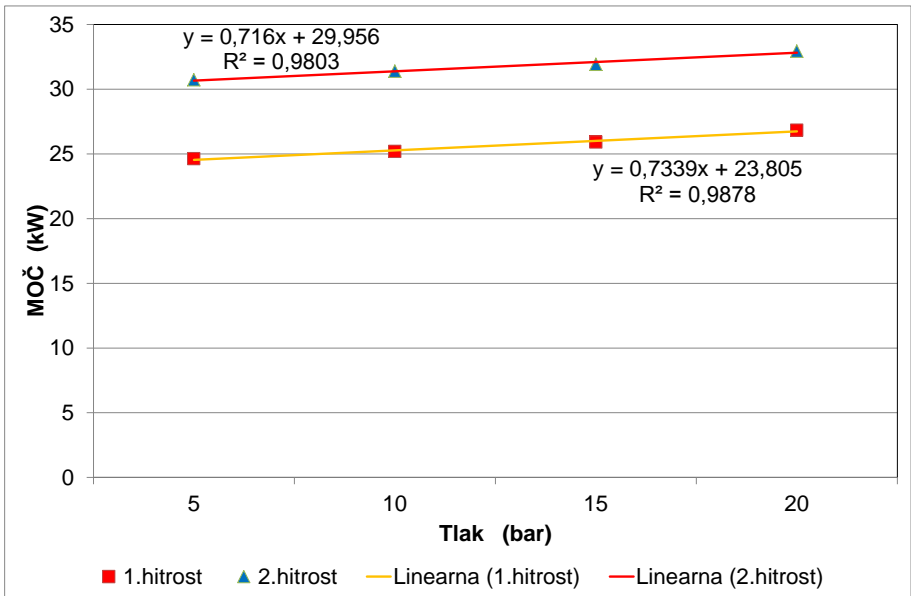
Na sliki 1 je prikazana potrebna moč za pogon pršilnika pri različnih hitrostih ventilatorja. Modra puščica označuje območje potrebne moči za normalno delovanje pršilnika. Na oscilogramu sta jasno razvidna tudi lokalna maksimuma trenutne zagona moči.

Opravljenе so bile tudi meritve potrebne moči za delovanje pršilnika pri različnih tlakih škropljenja. Tlak smo spreminjali v območju med 5 in 20 bari, z razmakom po 5 barov.



452

Slika 1: Potrebna moč za pogon pršilnika prek priključne gredi traktorja.



Slika 2: Potrebna moč za pogon pršilnika pri različnih hitrostih ventilatorja in pri različnem tlaku.

Meritve pa so bile izvedene pri obeh hitrostih. Iz posameznih meritev smo določili povprečno moč za delovanje pršilnika pri določenem tlaku in določeni hitrosti ventilatorja. Linearna regresija iz teh vrednosti ima zelo visok R^2 (nad 0,98). Iz slike 2 je razvidno, da z vse večjim tlakom linearno raste tudi potrebna moč za pogon pršilnika.

4 SKLEPI

Iz meritev in analize rezultatov lahko sklepamo:

- Pršilniki z vgrajenimi radialnimi ventilatorji so veliki porabniki pogonske moči. To je lahko problem pri starejših traktorjih za trajne nasade, kjer je te razpoložljive moči razmeroma malo. Z novejšimi traktorji, ki se uporabljajo v trajnih nasadih je na voljo dovolj moči za pogon pršilnikov, saj imajo ti traktorji vgrajene motorje moči 70-80 kW.
- Testirani pršilnik porabi manj moči za pogon v prvi prestavi.
- V praksi se pogosto dogaja, da uporabniki izvajajo nanašanje FFS z višjo prestavo ventilatorja, čeprav to stanje nasada ne zahteva. Ob tem se po nepotrebnem porablja več moči in energije, kar ustvarja dodatne emisije ogljikovega dioksida na tono proizvoda (sadja, grozdja, hmelja).
- Na podlagi rezultatov raziskav glede potrebne moči za pogon pršilnika uporabnik stroja že ob naročanju (nakupu) dobi informacije o tem, kakšno moč mora imeti traktor za pogon pršilnika.

5 LITERATURA

- Direktiva 2009/127/ES evropskega parlamenta in sveta z dne 21. oktobra 2009 o spremembah Direktive 2006/42/ES glede strojev za nanašanje pesticidov. 2009. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/SL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009L0127&from=SL> (29.11.2016)
- Leskošek, G., Poje, T. 2008. Snaga potrebna za pogon raspršivača u hmeljarstvu. Zbornik radova 36. Međunarodnog simpozija Aktualni zadaci mehanizacije poljoprivrede, Opatija, 11.-15. veljače 2008. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zavod za mehanizaciju poljoprivrede, 2008: 189-195
- Maver, D. 2016. Prodaja pesticidov, Slovenija, 2015. <http://www.stat.si/statweb/prikazinovico?id=6163&idp=11&headerbar=9> (29.11.2016)
- Poje, T. 2001. Poraba energije za pogon pršilnika s spremenljivim naklonskim kotom lopatic ventilatorja. Zbornik predavanj in referatov 5. slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin v Čatežu ob Savi od 6. do 8. marca 2001, Ljubljana: Društvo za varstvo rastlin Slovenije, 2001: 84-89.
- Poje, T. 2017. Analiza naprav za varstvo rastlin v Sloveniji. Zbornik radova 45. Međunarodnog simpozija Aktualni zadaci mehanizacije poljoprivrede, Opatija, 21. - 24. veljače 2017. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zavod za mehanizaciju poljoprivrede, 2017: 277-284
- Portal für die Sprühgerätekontrolle: Sprühgeräte – Prüfnetzwerk - Kooperation der Region. <http://www.sprayertest.org/sprayertest/> (6.11.2015).
- Pravilnik o zahtevah glede pravnega delovanja naprav za nanašanje fitofarmaceutskih 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 (29.11.2016)

15 LET PROGNOŠTIČNIH OBVESTIL V VARSTVU RASTLIN

Jolanda PERSOLJA¹, Primož PAJK², Tomaž SELIŠKAR³, Andrej KOVAČ⁴

¹Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije, Oddelek za varstvo rastlin, Žalec

²Uprava Republike Slovenije za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin

³Velesa d.o.o.

⁴Neoks s.p.

IZVLEČEK

Obveščanje pridelovalcev rastlin o pojavu in širjenju škodljivih organizmov, okoljskih dejavnikov ter pravočasnem in ustreznem varstvu rastlin v realnem času, ima pomembno vlogo pri izvajanju integriranega varstva rastlin. Informacijsko-komunikacijske tehnologije (IKT) imajo vedno večjo vlogo tudi v kmetijstvu, saj omogočajo kmetijskim pridelovalcem dostop do podatkov kjerkoli in kadarkoli to potrebujejo. Prognošična obvestila, ki jih v okviru javne službe zdravstvenega varstva rastlin izdajajo prognošični centri, imajo svoj začetek že v letu 2002. Takrat je bilo iz Slovenskega informacijskega sistema za varstvo rastlin FITO-INFO po elektronski pošti izdano prvo obvestilo pridelovalcem. V 15-ih letih obstoja prognošičnih obvestil je šel njihov razvoj skozi različne informacijske faze in vedno nove izzive, ki jih postavljajo pravila interneta, varnosti in zahteve uporabnikov. V letu 2014 so prognošična obvestila dobila uporabniku bolj prijazno in uporabno obliko, saj se uporabniki lahko po novem naročijo na prejemanje obvestil tudi za posamezno skupino rastlin. Modul za naročanje in pregled prognošičnih obvestil je dostopen na Agrometeorološkem portalu Slovenije (AGROMET) na naslovu: <http://agromet.mkgp.gov.si/pp/>.

Glavne besede: Agrometeorološki portal Slovenije, informacijsko-komunikacijska tehnologija (IKT), integrirano varstvo rastlin, prognošična obvestila, škodljivi organizmi

ABSTRACT

15 YEARS OF FORECAST INFORMATION IN PLANT PROTECTION

Providing information to the plant producers about the occurrence and spreading of harmful organisms, environmental factors and timely and adequate plant protection in real time, plays an important role in implementation integrated pest management. Information and communications technology (ICT) have an increasing role also in

¹ mag., Cesta Žalskega tabora 2, SI-3310 Žalec, e-pošta: jolanda.persolja@ihps.si

² univ. dipl. inž. agr., Dunajska 22, SI-1000 Ljubljana

³ Sadjarska ulica 21, SI-2327 Rače

⁴ Drapšinova 13, SI-3000 Celje

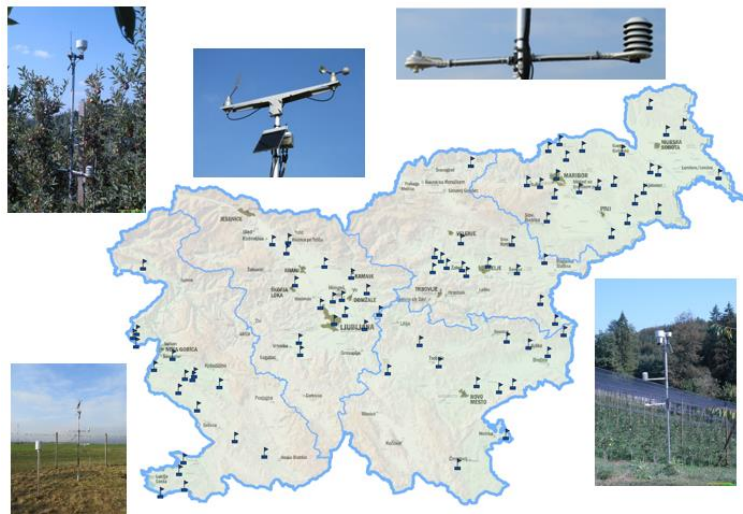
agriculture as it enables agricultural producers access to the data wherever and whenever they need them. Forecast information which are issued by the 5 regional centers operating in the frame of forecasting and warning service, have their beginnings in 2002. In that year first forecast information was issued from the Slovenian information system for plant protection FITO-INFO through Automatic messaging service to the producers. In the 15 years of existence of automatic forecast information, their development went through different information stages and increasing challenges which are posed by the rules of internet, security and users requirements. In 2014, forecast information became more user friendly and usable, because users can now easily subscribe to receive notifications for each group of plants. Module for subscription and overview of forecast information is now accessible on the Slovenian Agrometeorological portal (AGROMET): <http://agromet.mkgp.gov.si/pp/>.

Keywords: forecast information, harmful organisms, information and communications technology (ICT), integrated pest management, Slovenian agrometeorological portal

1 UVOD

Obveščanje pridelovalcev rastlin o pojavu in širjenju škodljivih organizmov, okoljskih dejavnikov ter pravočasnem in ustreznem varstvu rastlin v realnem času – prognostična obvestila, imajo pomembno vlogo pri izvajanju integriranega varstva rastlin. Informacijsko-komunikacijske tehnologije (IKT) imajo vedno večji pomen tudi v kmetijstvu, saj omogočajo kmetijskim pridelovalcem dostop do podatkov kjerkoli in kadarkoli to potrebujejo.

455



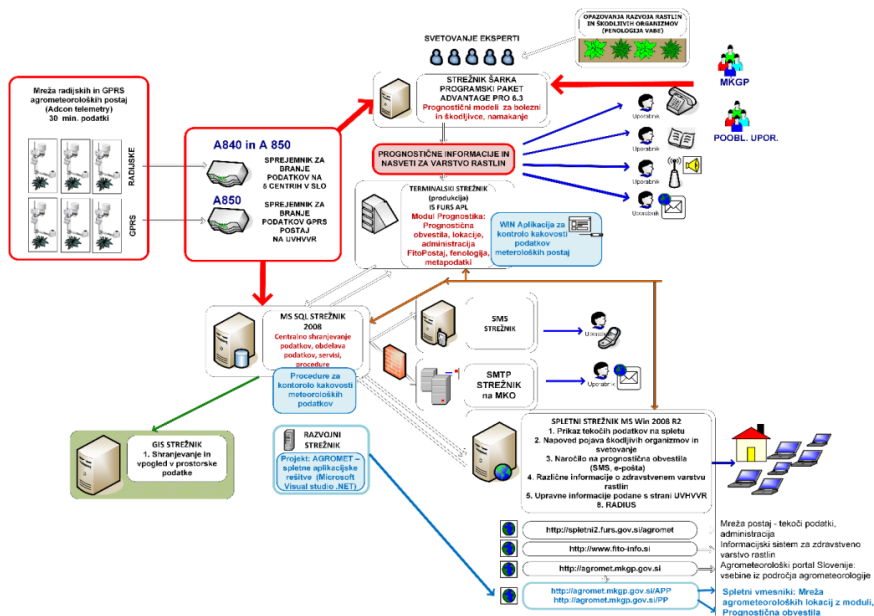
Slika 1: Mreža agrometeoroloških postaj UVHVVR.

Prognostična obvestila v varstvu rastlin imajo svoj začetek že v letu 2002. Takrat je bilo iz Slovenskega informacijskega sistema za varstvo rastlin FITO-INFO po elektronski pošti izdano prvo avtomatsko obvestilo pridelovalcem. Danes predstavlja podlago sistema za obveščanje mreža več kot 80 agrometeoroloških lokacij, opremljenih s samodejnimi agrometeorološkimi postajami proizvajalca Adcon Telemetry (slika 1) in opazovalnimi postajami, kjer se izvaja spremljanje razvojnih stadijev kmetijskih rastlin (fenofaze) in škodljivih organizmov. Mrežo pod finančnim in informacijskim okriljem Uprave RS za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin (UVHVVR) vzdržujejo centri Javne službe za zdravstveno varstvo rastlin.

2 MATERIAL IN METODE

Podatke, ki se zbirajo v agrometeorološkem informacijskem sistemu, prognostiki uporabijo v modelih (Addvantage Pro 6.3 in AGROMET) in na podlagi rezultatov modelov ter izkušenj izdajo prognostična obvestila. Obvestila vsebujejo informacije o vremenskih podatkih v zadnjem obdobju, razvojnih stadijih rastlin, pojavu in širjenju škodljivih organizmov ter nasvete in priporočila o varstvu pred škodljivimi organizmi (izbira fitofarmacevtskega sredstva, nanos fitofarmacevtskih sredstev, dodatna opozorila o varstvu okolja, neciljnih organizmih, javnih objektih...). Prognostiki vpišejo obvestila v agrometeorološki informacijski sistem (slika 2), iz katerega se izvede diseminacija obvestila na splet in posreduje registriranim uporabnikom sistema, naročnikom, po elektronski pošti ter na mobilni telefon - brezplačno.

456



Slika 2: Agrometeorološki informacijski sistem UVHVVR: zbiranje, obdelava podatkov in modeliranje.

V letih 2002 – 2017 je bilo izdanih 9674 obvestil - največ v kategoriji sadjarstva (preglednica 1).

Preglednica 1: Število izdanih prognostičnih obvestil po kategorijah v letih 2002-2017.

Kategorija	Podkategorija	Št. izdanih obvestil
Sadjarstvo	Pečkarji	2.406
	Jagodičje	48
	Koščičarji	1.425
	Lupinarji	117
	Ostalo	254
Vinogradništvo	Vinska trta	1.824
	Ostalo	6
Poljedelstvo	Krompir	727
	Žita	691
	Koruza	326
	Oljna ogrščica	120
	Travniki in pašniki	5
	Soja	5
	Oljne buče	3
	Ostalo	97
Zelenjadarstvo	Plodovke	317
	Čebulnice	288
	Ostalo	173
	Kapusnice	94
	Korenovke	9
	Solatnice	14
	Stročnice	27
Hmeljarstvo	Hmelj	144
Oljkarstvo	Oljke	293
Ostalo		261
SKUPAJ 1.1.2002 - 31.12.2016		9.674

Na dan 31.12.2016 je bilo v sistem vpisanih 3100 aktivnih uporabnikov in 3616 naročil na obvestila (preglednica 2).

Preglednica 2: Število naročnikov na posamezno kategorijo obvestil (31.12.2016).

KATEGORIJA	NAROČNIKI
SADJARSTVO	839
VINOGRADNIŠTVO	814
ZELENJADARSTVO	557
OLJKARSTVO	513
POLJEDELSTVO	473
DRUGO	386
HMELJARSTVO	34
SKUPAJ NAROČIL	3616

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

458

V 15-ih letih obstoja prognostičnih obvestil je šel njihov razvoj skozi različne informacijske faze in vedno nove izzive, ki jih postavljajo pravila interneta, varnosti in zahteve uporabnikov. V letu 2014 so prognostična obvestila dobila uporabniku bolj prijazno in uporabno obliko, saj se uporabniki lahko po novem naročijo na prejemanje obvestil tudi za posamezno skupino rastlin (pečkarji, koščičarji, krompir, čebulnice,...).

VSA OBVESTILA (V 2016)

- SADJARSTVO (26)**
 - pečkarji (14)
 - koščičarji (10)
 - jagoditje (0)
 - lupinarji (2)
 - ostalo (0)
- VINOGRADNIŠTVO (13)**
 - vinska trta (13)
- POLJEDELSTVO (16)**
 - žita (4)
 - krompir (6)
 - oljna ogrščica (1)
 - koruza (2)
 - soja (1)
 - travniki in pašniki (0)
 - oljne buče (0)
 - ostalo (2)
- ZELENJADARSTVO (12)**
 - kapusnice (2)
 - plodovke (5)
 - čebulnice (3)
 - stročnice (2)
 - korenovke (0)

14. VARSTVO JABLAN IN HRUŠK - 12.04.16
(Celjska in Koroška regija/Pečkarji)
Fenološki razvoj jaboln in hrušk Na območju Celjske regije so jabolne povprečno na opazovane lokacije in sorte vetopile v fenološko fazo cvetenja F(BBCH 60-61). Sorte, ki zgodaj c...
Preberi več...
Pripravila: Alenka Ferle2-Rus

13. OBVESTILO O VARSTVU KROMPIRJA PRED PLEVELI - 07.04.16
(Celjska in Koroška regija/Krompir)
Večina kmetovalcev in vrtničarjev v teh dneh sadi krompir, ali pa ga je že posadila pred kratkim. Posajen krompir v tem času kali, le zelo zgodaj posajen krompir je že v fazi razvo...
Preberi več...
Pripravil: Silvo Zveplan

12. VARSTVO VINSKE TRTE - 06.04.16
(Celjska in Koroška regija/Vinska trta)
FENOLOŠKI RAZVOJ VINSKE TRTE Na območju vinorodnega pod okoliša Šmarje – Virštanj, Slovenskih Konjic in Spodnje Savinjske doline, vinska trta v povprečju na opazovane lokacije in ...
Preberi več...
Pripravila: Alenka Ferle2-Rus

Slika 3: Spletni vmesnik za pregled prognostičnih obvestil na portalu Agromet.

Naročanje je enostavno in varno, dodane so nove funkcionalnosti. Modul za naročanje in pregled prognostičnih obvestil je sedaj dostopen na Agrometeorološkem portalu Slovenije (AGROMET) na naslovu: <http://agromet.mkgp.gov.si/pp/>.

4 SKLEPI

Avtomatsko izdajanje prognostičnih obvestil v varstvu kmetijskih rastlin teče že 15. let, število uporabnikov prognostičnih obvestil ter zanimanje zanje iz leta v leto narašča. Kljub temeljiti prenovi sistema v zadnjih letih, izgradnja sistema še ni zaključena, ampak bo v prihodnosti treba neprestano slediti izzivom kmetijske pridelave, zahtevam uporabnikov in novim informacijskim tehnologijam.

NOVOSTI PODJETJA KARSIA, DUTOVLJE, D.O.O. ZA SEZONO 2017

Andrej KOS¹, Marjan KRAGL²

KARSIA, Dutovlje, d.o.o.

IZVLEČEK

Glavna tema letošnje predstavitve naj bi bila fitofarmaceutvska sredstva (v nadaljevanju FFS) z vsebnostjo najnovejše učinkovine iz skupine naturalitov spinetoram, vendar žal, zaradi še ne zaključenega postopka registracije, to ni bilo mogoče. Iz tega razloga smo predstavili dve FFS, ki sta se v Sloveniji že uporabljali pod pogoji nujno potrebnega sredstva z omejeno in nadzorovano uporabo. Prvo FFS je triazolni fungicid Systhane 20 EW z že dobro znano učinkovino miklobutanil, ki se je v preteklosti tržilo pot trgovskimi imeni Systhane 12E in Systhane 6 FLO, za zatiranje glivičnih bolezní na vinski trti in sadnem drevju, kumaricah in vrtnicah. Drugo sredstvo je akaricid Kanemite SC, ki vsebuje novejšo učinkovino acekvincil, in je v nekaterih evropskih državah registrirano že nekaj let, uporablja pa se za zatiranje rdeče sadne pršice na pečkatem sadnem drevju in navadne pršice na hmelju, pečkatem sadju, okrasnih rastlinah, kot manjša uporaba pa tudi na kumarah in okrasnih rastlinah.

Ključne besede: spinetoram, miklobutanil, glivične bolezni, acekvincil, rdeča sadna pršica, navadna pršica

ABSTRACT

NEW PLANT PROTECTION PRODUCTS IN KARSIA's PORTFOLIO FOR THE SEASON 2017

The main topic of this year's presentation would be plant protection products (hereinafter referred to as PPP) containing the newest active ingredient spinetoram from the naturalite group, but unfortunately this was not possible because the registration procedure was not completed. For this reason, two PPPs were introduced, which were already used in Slovenia under the conditions of an urgently needed product with limited and controlled use. The first PPP is a triazole fungicide with the trade name Systhane 20 EW, with the already well-known active ingredient myclobutanil, which has been marketed in the past by the trade names Systhane 12E and Systhane 6 FLO, for the control of fungal diseases on vines and fruit trees, cucumbers and roses. The second product Kanemite SC is an acaricide and is based on the newest active ingredient acequinocyl, which has been registered in some European countries for several years and is used to control European red mite on

¹ univ. dipl. inž. agr., Tržaška 132, SI-1000 Ljubljana, e-pošta: andrej.kos@karsia.si

² univ. dipl. inž. agr., prav tam

pome fruits and two spotted spider mite on hops, pome fruits, ornamental plants and as a minor use on cucumbers and ornamentals.

Key words: spintoram, myclobutanil, plant diseases, acequinocyl, European red mite, two-spotted spider mite

1 UVOD

Hmeljarstvo je zelo intenzivna kmetijska panoga, ki zahteva tudi odlično varstvo pred boleznimi in škodljivci. Veliki problemi so predvsem pri varstvu pred navadno pršico, saj je na trgu premalo učinkovitih akaricidov, in hmeljevo pepelovko na občutljivih sortah, kjer prav tako ni na voljo učinkovitih fungicidov. Do lanskega leta so se ti problemi reševali s 120 dnevni dovoljenji nujno potrebnih sredstev z omejeno in nadzorovano uporabo. V letošnjem letu smo uspeli nekaj teh sredstev tudi registrirati, to je sistemski fungicid Systhane 20 EW in akaricid Kanemite SC, tako da sta zdaj normalno dostopna vsem pridelovalcem, tudi sadjarjem, vinogradnikom, zelenjadarjem in pridelovalcem okrasnih rastlin.

2 OPIS SREDSTVA SYSTHANE 20 EW

461

Učinkovina FFS Systhane 20 EW je miklobutanil, razvilo pa jo je ameriško podjetje Rohm & Haas. Na našem trgu je prisotna že tri desetletja in je ena izmed najstarejših triazolnih molekul. Sedaj je v lasti DOW Agrochemicals. Spada med t.i. inhibitorje erosterola, vitalne komponente celične membrane gliv. Deluje preventivno, kurativno in eradikativno, je zelo mobilna po ksilemu in se premešča tudi v novo zrastle rastlinske dele. Odlično zatira pepelovke (*Erysiphe*, *Sphaerotheca*), rje (*Puccinia*, *Uromyces*, *Phragmidium*), gnilobe (*Monilia*), črno listno pegavost vrtnic (*Diplocarpon rosae*), črno grozdno gnilobo (*Guignardia bidwellii*), jablanov škrlup (*Venturia inaequalis*) in druge. Sredstvo je formulirano kot koncentrat za emulzijo – olje v vodi in vsebuje 200 g/L učinkovine miklobutanil. Ima izboljšano odpornost na spiranje zaradi padavin, saj ga že eno uro po aplikaciji dež ne spere več. Izboljšana je tudi kompatibilnost z drugimi sredstvi, razširjena pa je tudi njegova uporaba. Ima zelo dober ekotoksikološki profil, nima negativnega vpliva na koristno entomofavno in je varen za čebele.

2.1 UPORABA FUNGICIDA SYSTHANE 20 EW

Sredstvo ima zelo širok spekter uporabe, žal pa sadjarji pogrešajo uporabo na jablanah za zatiranje jablanovega škrlupa (*Venturia inaequalis*) in jablanove pepelovke (*Podosphaera leucotricha*). Systhane 20 EW se lahko uporablja:

GLAVNE UPORABE:

a. na vinski trti za pridelavo vinskega in namiznega grozdja za zatiranje oidija vinske trte (*Uncinula necator*) in črne grozdne gnilobe (*Guignardia bidwellii*) v odmerku 0,14

L/ha (1,4 mL/100 m²) pri porabi vode 400–1000 L/ha (4-10 L/100 m²). Tretiramo od fenološke faze pričetka cvetenja (BBCH 60) do začetka zorenja (BBCH 81). S sredstvom lahko na istem zemljišču tretiramo največ 3-krat v eni rastni dobi, presledek med tretiranjmi je najmanj 10 dni;

b. na jagodah na prostem in v zavarovanih prostorih za omejevanje okužbe z jagodno pepelovko (*Sphaerotheca macularis*) v odmerku 0,3 L/ha (3 mL/100 m²) v zavarovanih prostorih, pri porabi 400-800 L vode na ha (4-8 L/100 m²) oziroma v odmerku 0,5 L/ha (5 mL/100 m²) pri gojenju na prostem, pri porabi 400-800 L vode na ha (4-8 L/100 m²). Tretiramo od fenološke faze prvega niza cvetov na dnu rozete (BBCH 55) do odmiranja starih in kodranja novih listov (BBCH 93). Prvo tretiranje opravimo ob nastopu razmer za pojav bolezn. S sredstvom lahko na istem zemljišču tretiramo največ 3-krat v eni rastni dobi pri uporabi v zavarovanih prostorih oziroma največ 2-krat pri uporabi na prostem. Presledek med tretiranjmi naj bo najmanj 10 dni pri uporabi na prostem oziroma najmanj 7 dni pri uporabi v zavarovanih prostorih;

c. na paprikah, jajčevcih in na pepinu (hruškasti meloni) v zavarovanih prostorih za zatiranje paradižnikove pepelovke (*Leveillula taurica*) v odmerku 0,15 L/ha (1,5 mL/100 m²), pri porabi 400-1000 L vode na ha (4-10 L/100 m²). Tretiramo od fenološke faze, ko je razvitih več listov (BBCH 13), do faze, ko plodovi v 70 % dosežejo zeleno barvo (BBCH 87). S sredstvom lahko na istem zemljišču tretiramo največ 3-krat v eni rastni dobi. Presledek med tretiranjmi naj bo najmanj 7 dni;

d. na bučkah, kumarah in kumaricah na prostem in v zavarovanih prostorih za zatiranje pepelovk (*Erysiphe* spp., *Sphaerotheca fuliginea*) v odmerku 0,15 L/ha (1,5 mL/100 m²), pri porabi 400-1000 L vode na ha (4-10 L/100 m²). Tretiramo od fenološke faze, ko je razvitih več listov (BBCH 13) do faze, ko plodovi v 70 % dosežejo zeleno barvo (BBCH 87). S sredstvom lahko na istem zemljišču tretiramo največ 3-krat v eni rastni dobi pri uporabi v zavarovanih prostorih oziroma največ 4-krat pri uporabi na prostem. Presledek med tretiranjmi naj bo najmanj 10 dni pri uporabi na prostem oziroma najmanj 7 dni pri uporabi v zavarovanih prostorih;

e. na bučah (razen oljnih buč) na prostem in v zavarovanih prostorih za zatiranje pepelovk (*Erysiphe* spp., *Sphaerotheca fuliginea*) v odmerku 0,15 L/ha (1,5 mL/100 m²), pri porabi 400-1000 L vode na ha (4-10 L/100 m²). Tretiramo od fenološke faze, ko je razvitih več listov (BBCH 13), do faze, ko plodovi v 70 % dosežejo zeleno barvo (BBCH 87). S sredstvom lahko na istem zemljišču tretiramo največ 3-krat v eni rastni dobi pri uporabi v zavarovanih prostorih oziroma največ 4-krat pri uporabi na prostem. Presledek med tretiranjmi naj bo najmanj 10 dni;

f. na ribezu (beli, rdeči, črni) za omejevanje okužbe z ameriško kosmuljevo pepelovko (*Sphaerotheca mors-uvae*) v odmerku 0,225 L/ha (2,25 mL/100 m²), pri porabi 400-1000 L vode na ha (4-10 L/100 m²), presledek med tretiranjmi je najmanj 11 dni. Tretiramo od fenološke faze, ko je razvitih več listov (BBCH 13), do faze, ko plodovi v 70 % dosežejo zeleno barvo (BBCH 87). S sredstvom lahko na istem zemljišču tretiramo največ 3-krat v eni rastni dobi. Presledek med tretiranjmi naj bo najmanj 11 dni;

g. na enoletnih okrasnih rastlinah na prostem in v zavarovanih prostorih za omejevanje okužb z belo krizantemino rjo (*Puccinia horiana*) v odmerku 0,375 L/ha

(3,75 mL/100 m²), pri porabi do 1000 L vode na ha (10 L/100 m²). S sredstvom tretiramo od fenološke faze, ko so razviti 3 listi, dalje (od BBCH 13). S sredstvom lahko na istem zemljišču tretiramo največ 3-krat v eni rastni dobi. Presledek med tretiranjem naj bo najmanj 10 dni;

h. na okrasnih rastlinah na prostem in v zavarovanih prostorih za omejevanje okužbe z rjami (*Puccinia*, *Uromyces*, *Phragmidium*) in pepelovk (Erysiphaceae) v odmerku 0,375 L/ha (3,75 mL/100 m²), pri porabi do 1000 L vode na ha (10 L/100 m²). S sredstvom tretiramo od fenološke faze, ko so razviti 3 listi, dalje (od BBCH 13). S sredstvom lahko na istem zemljišču tretiramo največ 3-krat v eni rastni dobi. Presledek med tretiranjem naj bo najmanj 10 dni;

i. na okrasnih grmovnicah in drevninah na prostem in v zavarovanih prostorih za omejevanje okužb z rjami (*Puccinia*, *Uromyces*, *Phragmidium*), pepelovk (Erysiphaceae) in črne listne pegavosti (*Diplocarpon rosae*) v odmerku 0,375 L/ha (3,75 mL/100 m²), pri porabi do 400 L vode na višinski meter krošnje na ha (10 L/višinski meter krošnje/100 m²). S sredstvom tretiramo od fenološke faze, ko so razviti 3 listi, dalje (od BBCH 13). S sredstvom lahko na istem zemljišču tretiramo največ 3-krat v eni rastni dobi. Presledek med tretiranjem naj bo najmanj 10 dni.

Opozorilo: sredstva zaradi možnega pojava fitotoksičnosti ne smemo uporabljati na vrtnicah.

Karenca: karenca za grozdje, jagode na prostem in ribez je 14 dni; za jagode v zavarovanih prostorih, jajčevce, pepino, papriko, bučke, kumare in kumarice je 3 dni; za buče je 7 dni; za okrasne rastline karenca ni potrebna.

463

MANJŠE UPORABE:

Učinkovitost in fitotoksičnost FFS Systhane 20 EW pri uporabi na spodaj navedenih gojenih rastlinah ni bila preverjena, zato odgovornost v zvezi z uporabo FFS Systhane 20 EW na navedenih gojenih rastlinah prevzame uporabnik.

Ta uporaba je:

a. na hmelju za zatiranje **hmeljeve pepelovke** (*Sphaerotheca macularis*) v najvišjem odmerku 0,5 L/ha. S sredstvom tretiramo od fenološke faze, ko so brsti socvetja povečani, naprej (od BBCH 55) oziroma na podlagi napovedi opazovalno napovedovalne službe za varstvo rastlin. Poraba vode je odvisna od vrste naprav za nanašanje in časa nanašanja ter znaša do 2400 L vode na ha (300-400 L/višinski meter trte/ha). S sredstvom se lahko na istem zemljišču tretira največ 4-krat v eni rastni dobi. Presledek med tretiranjem naj bo 10-14 dni. Karenca: karenca za hmelj je 14 dni.

3 OPIS SREDSTVA KANEMITE SC

Akaricid Kanemite SC na podlagi učinkovine acekvincil 164 g/L je eden od akaricidov zadnje generacije z odličnim delovanjem na pršice prelke, kot sta rdeča sadna pršica in navadna pršica. Na našem trgu je zelo dobrodošel, saj določeni akaricidi v zadnjih letih že popuščajo. Molekula acekvincil ima kar dolgo zgodovino, odkrita pa je bila že leta 1975 s strani podjetja DuPont. Leta 1985 je

molekulo prevzelo japonsko podjetje Agro-Kanesho in začelo s študijami učinkovitosti in raziskavo formulacij. Pet let je trajalo, da so uspeli sintetizirati stabilno formulacijo v obliki koncentrirane suspenzije (SC). Leta 1999 je bila prva registracija na Japonskem. Na evropskem trgu se je pojavil pred petimi leti, predvsem v državah, ki gojijo tudi hmelj.

Molekula acekvinocila, ki je zelo podobna molekuli vitamina 1 in ubikinona, se na svetlobi počasi razkraja, ima pa nizko tališče. Zaradi tega je potrebno biti pozoren pri skladiščenju, kjer temperatura ne sme presegati 40 °C. Sredstvo je pri sobni temperaturi stabilno 5-6 let, pri 40 °C 3-4 mesece, pri 50 °C 5 dni, pri 54 °C 2 dni, pri 60 °C pa le 20-30 min, tako da moramo biti v poletnih mesecih previdni pri prevozu, saj se na soncu temperatura v vozilih hitro dvigne nad 40 °C.

Kanemite SC ima specifičen način delovanja, inhibira prenos elektronov z vezavo na mitohondrijski kompleks III in ni v navzkrižni rezistenci s konvencionalnimi akaricidi, vključno s skupino METI. Ima zelo hitro, knock-down delovanje na vse gibljive stadije pršic. Njegovo rezidualno delovanje je do štiri tedne, odlično pa deluje tudi pri nizkih temperaturah.

Njegov ekotoksikološki profil je zelo ugoden, saj ima nizko oralno, dermalno in inhalacijsko toksičnost za sesalce in neciljne organizme (izjema je vodna bolha). Za koristno entomofavno je neškodljiv, prav tako tudi za oprasovalce (čebele, čmrlji). V vodi se hitro razgradi, v tleh se pa močno veže na talne delce, tako da se ne ispira v podtalnico. Je zelo varen za izvajalca varstva rastlin, potrošnike in okolje.

Preglednica 1: Učinek pripravka Kanemite SC na koristne (neciljne) organizme.

Koristni organizem	Razvrstitev	Učinek
<i>Aphidius rhopalosiphi</i>	Parazitska osica	neškodljiv
<i>Encarsia formosa</i>	Parazitska osica	neškodljiv
<i>Typhlodromus pyri</i>	Predatorska pršica	neškodljiv
<i>Amblyseius andersoni</i>	Predatorska pršica	neškodljiv
<i>Amblyseius womersleyi</i>	Predatorska pršica	rahlo škodljiv
<i>Typhlodromus occidentalis</i>	Predatorska pršica	neškodljiv
<i>Phytoseiulus persimilis</i>	Predatorska pršica	neškodljiv
<i>Poecilus cupreus</i>		neškodljiv
<i>Aleochara bilineata</i>	Kratkokrilci	neškodljiv
<i>Paradosa</i> sp.	pršica	neškodljiv
<i>Crysoperla carnea</i>	Navadna tenčičarica	neškodljiv
<i>Harmonia axyridis</i>	Harlekinska polonica	neškodljiv

3.1 UPORABA AKARICIDA KANEMITE SC

Kanemite SC je akaricid s kontaktnim in želodčnim delovanjem. Ima hitro začetno in dolgotrajno delovanje na vse gibljive stadije pršic (ličinke, nimfe, imago). Dobro delovanje ima do 4 tedne po tretiranju. Zmanjšuje tudi številčnost populacije jajčec. Uporabljamo ga:

GLAVNE UPORABE:

a. na hmelju za zatiranje navadne (hmeljeve) pršice (*Tetranychus urticae*) v odmerku od 1,5 L/ha do 3,6 L/ha. Prvo tretiranje opravimo v skladu z napovedjo opazovalno napovedovalne službe za varstvo rastlin oziroma ob pojavu pršic, v različnih fenoloških fazah, ko hmelj doseže 50 % višine (BBCH 35) do fenološke faze, ko je razvoj storžkov končan in so skoraj vsi storžki dosegli končno velikost (BBCH 79). Priporočeni odmerki sredstva glede na fenološko fazo razvoja hmelja:

- BBCH 35, ko hmelj doseže 50 % višine v odmerku 1,2 L/ha pri porabi 800 L vode na ha,
- BBCH 59, tik pred cvetenjem v odmerku 3,0 L/ha pri porabi 2000 L vode na ha,
- BBCH 69, konec cvetenja v odmerku 3,15 L/ha pri porabi 2100 L vode na ha,
- BBCH 75, vsi storžki razviti do polovice svoje običajne velikosti v odmerku 3,3 L/ha pri porabi 2200 L vode na ha in
- BBCH 79, razvoj storžkov končan: skoraj vsi storžki so dosegli končno velikost v odmerku 3,6 L/ha pri porabi 2400 L vode na ha.

V eni rastni dobi lahko na istem zemljišču s sredstvom tretiramo največ enkrat.

b. na pečkatem sadnem drevju za zatiranje navadne pršice (*Tetranychus urticae*) in rdeče sadne pršice (*Panonychus ulmi*) v odmerku 0,625 L/ha na 1 m višine krošnje pri največji porabi vode 500 L/ha na 1 m višine krošnje oziroma 6,25 mL na 100 m² na 1 m višine krošnje pri največji porabi vode 5 L/100 m² na 1 m višine krošnje. Prvo tretiranje opravimo v skladu z napovedjo opazovalno napovedovalne službe za varstvo rastlin ali ob pojavu pršic oziroma od fenološke faze stadija rožnatih popkov (BBCH 57) do fenološke faze, ko plod doseže 70 % končne velikosti (BBCH 77). V eni rastni dobi lahko na istem zemljišču s sredstvom tretiramo največ enkrat;

c. na okrasnih rastlinah v zavarovanih prostorih in na prostem za zatiranje navadne pršice (*Tetranychus urticae*) v odmerku:

- rastlina visoka do 50 cm - 1,25 L/ha pri porabi 1000 L vode na ha,
- rastlina visoka med 50 in 125 cm - 1,87 L/ha pri porabi 1500 L vode na ha,
- rastlina višja od 125 cm - 2,5 L/ha pri porabi 2000 L vode na ha oziroma preračunano na 100 m²:
- rastlina visoka do 50 cm - 12,5 mL/100 m² pri porabi 10 L vode na 100 m²,
- rastlina visoka med 50 in 125 cm - 18,75 mL/100 m² pri porabi 15 L vode na 100 m²,
- rastlina višja od 125 cm - 25 mL/100 m² pri porabi 20 L vode na 100 m².

Prvo tretiranje opravimo ob pojavu pršic. V eni rastni dobi lahko na istem zemljišču s sredstvom tretiramo največ enkrat na prostem ter največ trikrat v zavarovanih prostorih, v časovnem razmiku 7 dni.

Fitotoksičnost: sredstvo ne povzroča poškodb (fitotoksičnosti) na gojenih rastlinah, če ga uporabljamo v skladu z navodili.

Karenca: 21 dni za hmelj, 14 dni za pečkato sadno drevje, za okrasne rastline karenca ni potrebna.

MANJŠE UPORABE:

Učinkovitost in fitotoksičnost FFS Kanemite SC pri uporabi na spodaj navedenih gojenih rastlinah ni bila preverjena, zato odgovornost v zvezi z uporabo FFS Kanemite SC na navedenih gojenih rastlinah prevzame uporabnik FFS.

Te uporabe so:

a. na kumarah v zavarovanih prostorih za zatiranje navadne pršice (*Tetranychus urticae*) v odmerku:

- rastlina visoka do 50 cm - 0,625 L/ha pri porabi 600 L vode na ha,
- rastlina visoka med 50 in 125 cm - 0,938 L/ha pri porabi 900 L vode na ha,
- rastlina višja od 125 cm - 1,25 L/ha pri porabi 1200 L vode na ha.

Prvo tretiranje opravimo ob pojavu pršic. V eni rastni dobi lahko na istem zemljišču s sredstvom tretiramo največ dvakrat v časovnem razmiku 10 dni.

b. na okrasnih rastlinah v notranjih prostorih in na balkonih za domačo uporabo za zatiranje navadne pršice (*Tetranychus urticae*) v odmerku:

- rastlina visoka do 50 cm - 0,125 mL/m² pri porabi 0,1 L vode na m²,
- rastlina visoka med 50 in 125 cm - 0,188 mL/m² pri porabi 0,15 L vode na m²,
- rastlina višja od 125 cm - 0,25 mL/m² pri porabi 0,2 L vode na m².

Prvo tretiranje opravimo ob pojavu pršic. V eni rastni dobi lahko na istem zemljišču s sredstvom tretiramo največ trikrat v zavarovanih prostorih, v časovnem razmiku največ do 14 dni.

Karenca: 3 dni za kumare, za okrasne rastline karenca ni potrebna.

Opozorila: temperatura zraka v času tretiranja ne sme presegati 30 °C.

Antirezistentna strategija: če akaricide z enakim načinom delovanja v daljšem časovnem obdobju večkrat zaporedoma uporabljamo na istem zemljišču, lahko bolj odporni sevi pršic preživijo in postanejo prevladujoči. Ko je potrebno izvajati več tretiranj zoper pršice, se priporoča, da se škropilne programe vključi akaricide z različnim načinom delovanja.

4 ZAKLJUČEK

Sythane je dobro znano trgovsko ime fungicida na osnovi učinkovine miklobutanil, ki zatira zelo širok spekter glivičnih bolezni, predvsem pepelovk na vinski trti, sadnem drevju, jagodičju, zelenjavi, okrasnih rastlinah in hmelju. Kanemite SC je specifičen akaricid zadnje generacije na osnovi učinkovine acekvinocil, ki odlično zatira vse gibljive stadije pršic prelk na hmelju, pečkarjih, kumarah in okrasnih rastlinah. Obe sredstvi imata odličen ekotoksikološki profil in sta ustrezni za moderni način pridelave hrane.

Registracija obeh sredstev, Sythane 20 EW in Kanemite SC, je zelo dobrodošla, saj lahko sedaj širši krog pridelovalcev lažje dostopa do njiju in ju uporablja ter s tem rešuje probleme, ki se pojavljajo na področju varstva rastlin.

KAZALO AVTORJEV / INDEX OF AUTHORS

BAJEC Domen	31
BARBARIČ Metka	366
BENKO BELOGLAVEC Anita	269
BERNIK Rajko	91
BEŠTER Erika	140
BOHINC Tanja	154, 347, 406, 414
BUČAR MIKLAVČIČ Milena	140
BUTINAR Bojan	140
467 CARLEVARIS Branko	76
CELAR Franci Aco	170, 206, 316
CURK Miha	422
DARIŽ Julija	292
DEVETAK Marko	76
DONIK PURGAJ Biserka	85
DREO Tanja	147, 385, 392
GREGUR Larisa	199
HRNČIĆ Snježana	125
JANČAR Matjaž	47, 132 , 147
JURC Dušan	222

KAPLA Andrej	284
KNAPIČ Vlasta	254
KOLMANIČ Aleš	177, 371
KOLŠEK Marija	230
KOMATAR Elizabeta	110
KORON Darinka	299
KOS Andrej	460
KOS Katarina	170, 206 , 316
KOVAČ Andrej	454
KRAGL Marjan	460
KUTNJAK Denis	199
LAZNIK Žiga	117, 338 , 347, 406, 422
LEBEN Matic	97
LESKOŠEK Gregor	91
LESKOVŠEK Robert	177
LEŠNIK Mario	39, 53 , 64, 97, 190, 236
MARKOTIĆ Vjekoslav	278, 325, 331
MAROLT Neja	284
MASTEN MILEK Tatjana	278, 325, 331
MATKO Boštjan	64 , 85, 247

MATOŠEVIĆ Dinka	316
MAVEC Roman	284
MAVRIČ PLEŠKO Irena	110, 304
MAVSAR Martin	91
MEHLE Nataša	199
MELIKA George	206, 316
MEŠL Miro	85, 247
MIKLAVC Jože	85 , 247
MIKLAVC Marjeta	85, 247
MIKLAVČIČ VIŠNJEVEC Ana	140
MODIC Špela	284 , 299, 358, 366 , 380
MUNDA Alenka	311
NOVLJAN Matic	284
OGRIS Nikica	212
OREŠEK Erika	147, 269, 385
PAJK Primož	269 , 392, 454
PECMAN Anja	199
PELC Miha	436
PEPUNIĆ Anja	406
PERME Simona	269, 347

PERSOLJA Jolanda	162, 454
PINTAR Maja	278, 325 , 331
PIRC Manca	392
PIŠKUR Barbara	222
PLUT Aleš	284, 414
PODGORNIK Maja	140
POJE Tomaž	443 , 449
RADONJIĆ Sanja	125, 347
RAK CIZEJ Magda	162 , 366
RAVNIKAR Maja	147, 199, 392
RAZINGER Jaka	284, 299, 358, 366, 380
RODIČ Karmen	23 , 311, 366, 399
ROT Mojca	47 , 76, 147, 311, 316
SCHROERS Hans-Josef	399
SCIARRETTA Andrea	1
SEDLAR Aleš	358
SELIŠKAR Tomaž	454
SELJAK Gabrijel	39, 47, 147, 254
SREŠ Alojz	430, 436
ŠERBINEK Žiga	236

ŠIMALA Mladen	278, 325, 331
ŠKERBOT Iris	162
ŠKOF Mojca	110
ŠTRUKELJ Melita	358
THIERFELDER Andreas	20
TRDAN Stanislav	23, 31, 117, 154, 292, 338, 347 , 406, 414, 422, 430, 436
TREMATERRA Pasquale	1
TUŠEK ŽNIDARŠIČ Magda	199
UGRINOVIĆ Kristina	110
URBANČIČ ZEMLJIČ Marjeta	399
UREK Gregor	284
VAJS Stanislav	39, 53, 97, 190, 236
VALENČIČ Vasilij	140
VESEL Viljanka	132
VIDRIH Matej	91, 406, 422, 430, 436
VIERBERGEN Gijsbertus	347
VIRŠČEK MARN Mojca	110 , 199, 304 , 385
VONČINA Andrej	284
VUČAJNK Filip	91, 406, 414, 430 , 436
WINTER Stephan	358

ZUPANČIČ Alenka	269
ŽERJAV Metka	399
ŽEŽLINA Ivan	47, 76 , 147, 292, 311, 316
ŽIGON Primož	284, 299 , 380
ŽVEPLAN Silvo	162

Sponzorji

473



474



KARSIA®



Dow AgroSciences

475



Bayer CropScience

Posvetovanje so podprli

**syngenta**

476

 **trapview**





477



CINKARNA



planet zdravja



PIONEER®
A DUPONT COMPANY

478

KRÖNTELEKOM

Donatorji



ZADRUŽNA ZVEZA
SLOVENIJE, z.o.o.

NERED
TURIZEM IN PREVOZI

479

 DEŽELNA BANKA SLOVENIJE

skupina
panvita
Okus. Življenje. Vitalnost.



www.d-net.si



Hmezad
exim d.d. Žalec

480



PICOUNT



ZELENE DOLINE