

Društvo za varstvo rastlin Slovenije
Ljubljana

Plant Protection Society of Slovenia
Ljubljana

ZBORNİK PREDAVANJ IN REFERATOV

14. SLOVENSKEGA POSVETOVANJA O VARSTVU RASTLIN Z
MEDNARODNO UDELEŽBO
MARIBOR, 5.-6 MAREC 2019

LECTURES AND PAPERS

PRESENTED AT THE 14TH SLOVENIAN CONFERENCE ON
PLANT PROTECTION WITH INTERNATIONAL PARTICIPATION
MARIBOR, MARCH 5-6 2019

LJUBLJANA, 2019

**Zbornik predavanj in referatov 14. Slovenskega posvetovanja o varstvu
rastlin z mednarodno udeležbo, Maribor, 5.-6. marec 2019**

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 Čebula na njivi v Parecagu (*avtor* prof. dr. Stanislav TRDAN)

Tisk Cicero, Begunje d.o.o.

Naklada 250 izvodov

Ljubljana, 2019

Prispevki so recenzirani. Za jezikovno ustreznost odgovarjajo avtorji.

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

632(082)

SLOVENSKO posvetovanje o varstvu rastlin z mednarodno udeležbo (14 ; 2019 ;
Maribor)

Zbornik predavanj in referatov 14. slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin z
mednarodno udeležbo, Maribor, 5.-6. marec 2019 = Lectures and papers presented
at the 14th Slovenian Conference on Plant Protection with International
Participation, Maribor, March 5-6, 2019 / [urednik Stanislav Trdan]. - Ljubljana :
Društvo za varstvo rastlin Slovenije = Plant Protection Society of Slovenia, 2019

ISBN 978-961-93447-7-4

1. Trdan, Stanislav

COBISS.SI-ID 303242240

Pokrovitelj:

Uprava Republike Slovenije za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin

Sponsorji:

KARSIA, Dutovlje, d.o.o.
Bayer d.o.o.
Corteva Agriscience

Posvetovanje so podprli:

BASF Slovenija d.o.o.	Metrob d.o.o.
Syngenta Agro d.o.o.	Cinkarna, Metalurško-kemična Industrija Celje, d.d.
Efos informacijske rešitve d.o.o.	Jurana d.o.o.
AS AN d.o.o.	GDI poslovne tehnološke rešitve d.o.o.

Donatorji:

AgroMag d.o.o.	Hmezad exim d.d.
Panvita d.d.	Albaugh TKI d.d.
Pinova d.o.o.	Kmetijska zadruga Šaleška dolina d.o.o.
ReMaS d.o.o.	Mlekarna Celeia d.o.o.
D-Net d.o.o.	

Predsednika Organizacijskega odbora / President of the Organizing Committee

prof. dr. Mario LEŠNIK, univ. dipl. inž. agr.
prof. dr. Stanislav TRDAN, univ. dipl. inž. agr.

Organizacijski odbor / Organizing Committee

doc. dr. Matej VIDRIH, univ. dipl. inž. agr.	mag. Jože MIKLAVC, univ. dipl. inž. agr.
doc. dr. Žiga LAZNIK, univ. dipl. inž. agr.	Miro MEŠL, univ. dipl. inž. kmet.
asist. dr. Tanja BOHINC, univ. dipl. inž. agr.	mag. Boštjan MATKO, univ. dipl. inž. kmet.
Jaka RUPNIK, inž. les.	mag. Brigita BRAČKO, univ. dipl. inž. kmet.
viš. pred. mag. Stanislav VAJS, univ. dipl. inž. kmet.	
Marjan SIRK, univ. dipl. inž. kmet.	

Programski odbor / Scientific Committee

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

Vsebina

Uvodni referati

Marjetka SUHADOLC Velika variabilnost v razgradnji herbicida glifosata – ali jo lahko pojasnimo z lastnostmi tal?	1
David LEMBRICH, Alojz SREŠ, Peter OHS Uporaba geoinformacijskih sistemov v kmetijstvu kot pomoč pri varovanju voda	9

Varstvo poljščin in krmnih rastlin

Stanislav TRDAN, Filip VUČAJNK, Matej VIDRIH, Tanja BOHINC Prvi rezultati poljskega preučevanja vpliva bakterijskega pospeševalca rasti (<i>Pseudomonas fluorescens</i> x <i>Azospirillum brasilense</i>) na pojav škodljivih organizmov in pridelek krompirja in paradižnika	14
Marjeta MIKLAVC, Jože MIKLAVC, Draga ZADRAVEC, Timotej HORVAT, Katarina KRESNIK, Boštjan KRISTAN, Martina GOMZI, Boštjan MATKO, Miro MEŠL, Leonida LEŠNIK Občutljivost hibridov koruze na napad koruzne vešče (<i>Ostrinia nubilalis</i>)	25
Marko DEVETAK, Ivan ŽEŽLINA, Mojca ROT, Branko CARLEVARIS, Jan ŽEŽLINA, Gabrijel SELJAK Prva najdba ambrozijevega lepenca (<i>Ophraella communa</i> LeSage, 1986) v Sloveniji	35
Mario LEŠNIK, Andrej PAUŠIČ, Katja VINCEK, Stanislav VAJS Ocena stopnje učinkovitosti insekticidov za zatiranje repičarja in ogrščičnega kljunotaja	42
Mario LEŠNIK, Stanislav VAJS, Andrej PAUŠIČ Testiranje prosastih plevelnih trav glede tolerantnosti na nekatere herbicide	50
Andrej PAUŠIČ, Mario LEŠNIK, Stanislav VAJS Analiza učinkovitosti herbicidov za zatiranje srakoperca (<i>Apera spica-venti</i> (L.) P. Beauv.)	62
Aleš KOLMANIČ, Robert LESKOVŠEK Učinkovitost izbranih herbicidnih kombinacij pri dveh medvrstnih razdaljah v soji	75

Varstvo gozdnega drevja

Barbara PIŠKUR, Nikica OGRIS, Anita BENKO BELOGLAVEC, Marija KOLŠEK, Dušan JURC Ukrepanje ob najdbi karantenske glive v slovenskih gozdovih – zgled doline reke Soče	86
Drago TRAJBER, Nikica OGRIS, Dušan JURC, Barbara PIŠKUR Problemi z jesenovim ožigom (<i>Hymenoscyphus fraxineus</i>) in jelševo sušico (<i>Phytophthora alni</i>) v severovzhodnem delu Slovenije	92
Mirko PERUŠEK Namnožitve podlubnikov na Kočevskem	99
Andreja KAVČIČ Najdba nove vrste podlubnika v Sloveniji	106
Tine HAUPTMAN, Roman PAVLIN, Danijel BORKOVIČ, Maja JURC Razširjenost tujerodnega ambrozijskega podlubnika <i>Xylosandrus germanus</i> (Blandford, 1894) v Sloveniji in njegov vpliv na gozdne ekosisteme	113

Mateja COJZER, Nenad ZAGORAC Invazivne rastlinske vrste in poskusi njihovega zatiranja v gozdovih v Gozdnogospodarskem območju Maribor	120
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

Varstvo sadnega drevja in oljk

Mojca ROT, Marko DEVETAK, Primož ŽIGON, Alenka FERLEŽ RUS, Boštjan MATKO, Andreja PETERLIN Marmorirana smrdljivka (<i>Halyomorpha halys</i> (Stål, 1855) [Hemiptera, Pentatomidae]); pojav in razširjenost nove invazivne, tujerodne stenice v Sloveniji	134
Jan ŽEŽLINA, Mojca ROT, Stanislav TRDAN Spremljanje pojava breskove muhe (<i>Ceratitis capitata</i> [Wiedemann]) na Primorskem v obdobju 2016-2018	142
Stanislav VAJS, Mario LEŠNIK, Andrej PAUŠIČ Vpliv protitočne mreže na obseg zanašanja škropilne brozge zunaj nasada jablan	149
Peter BERK, Denis STAJNKO Digitalno vrednotenje naravnih lastnosti krošenj dreves v sadovnjaku	155
Jakob FANTINIČ, Milena BUČAR MIKLAVČIČ, Vasilij VALENČIČ, Erika BEŠTER, Bojan BUTINAR, Maja PODGORNIK Sezonska dinamika in čas zatiranja oljčnega molja (<i>Prays oleae</i> Bern.) v Slovenski Istri	162
Matjaž JANČAR, Tanja DREO, Manca PIRC, Erika OREŠEK Programi preiskav bakterijskega ožiga oljk – <i>Xyllela fastidiosa</i> (Wells & Raju) od 2014 do 2018 v Republiki Sloveniji	171

Varstvo vrtnin in jagodičja

Marko DEVETAK, Ivan ŽEŽLINA, Mojca ROT, Branko CARLEVARIS, Jan ŽEŽLINA Modra ovsova pršica (<i>Penthaleus major</i> Dugés, 1834) – prve poškodbe na vrtninah	181
Iris ŠKERBOT, Igor ŠKERBOT, Magda RAK CIZEJ, Silvo ŽVEPLAN Ali lahko paradižnikova rjasta pršica (<i>Aculops lycopersici</i>) ogrozi pridelavo paradižnika v Sloveniji?	186
Tanja BOHINC, Serge KREITER, Gijbertus VIERBERGEN, Stanislav TRDAN Kronologija akaroloških aktivnosti v Sloveniji, ki imajo pomen v biotičnem varstvu rastlin	194
Mario LEŠNIK, Stanislav VAJS, Andrej PAUŠIČ Preučevanje učinkovitosti insekticidov za zatiranje tobakovega resarja (<i>Thrips tabaci</i> Lindeman) v čebuli	205
Magda RAK CIZEJ, Franček POLIČNIK, Silvo ŽVEPLAN, Iris ŠKERBOT, Igor ŠKERBOT Preliminarni rezultati preizkušanja pripravkov z nizkim tveganjem za zmanjševanje populacije kapusovih bolhačev (<i>Phyllotreta</i> spp.) na glavnatem zelju (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i> L.)	212
Žiga LAZNIK, Tanja BOHINC, Stanislav TRDAN Uporabnost invazivnih tujerodnih rastlin pri zatiranju polžev	219

Andrej ŠUŠEK, Paulina ŠUŠEK Pregled učinkovitosti delovanja apnenega dušika na koristne in patogene mikroorganizme v tleh	230
Anja PECMAN, Denis KUTNJAK, Ion GUTIERREZ AGUIRRE, Katarina BAČNIK, Nataša MEHLE, Magda TUŠEK ŽNIDARIČ, Maja RAVNIKAR Pri iskanju rastlinskih virusov v rastlinah z nepojasnenim vzrokom bolezenskih znamenj je postalo nepogrešljivo orodje visokozmogljivo sekvenciranje (HTS)	238
Andrej VONČINA, Matic NOVLJAN Vpliv izbranih insekticidov na populacijo češpljevega kaparja (<i>Parthenolecanium corni</i> Buche) v nasadu ameriških borovnic (<i>Vaccinium corymbosum</i> L.)	247
Neja MAROLT, Metka ŽERJAV Odpornost sive plesni (<i>Botrytis</i> sp.) proti fungicidom v slovenskih nasadih jagod	252

GIS, fitofarmacevtska sredstva in okolje

Alojz SREŠ, Peter OHS, David LEMBRICH Okoljsko optimizirano upravljanje z onesnaženimi vodami na kmetijah	260
Mario LEŠNIK, Stanislav VAJS, Anja JELEN, Andrej PAUŠIČ Testiranje učinkovitosti naprave Biobed-Biofilter za čiščenje vode od pranja škropilnic	267
Alojz SREŠ Aktivnosti »Product stewardship« – skrb za sredstva za varstvo rastlin	278
Matej KNAPIČ, Uroš ŽIBRAT, Meta URBANČIČ ZEMLJIČ, Metka ŽERJAV, Neja MAROLT Ilustracija potencialne rabe multispektralnega slikanja z brezpilotnim letalnikom pri oceni fungicidnega poskusa v pšenici	283
Tomislav DVORSKI Princip rada i primjena automatske agrometeorološke postaje	290

Varstvo vinske trte

Ivan ŽEŽLINA, Mojca ROT, Marko DEVETAK, Branko CARLEVARIS, Tanja DREO Občasno pojavljanje bakterijskega ožiga vinske trte (<i>Xylophilus ampelinus</i>) in vpliv na pridelavo občutljivih sort grozdja v Sloveniji	295
Martin MAVSAR, Gregor LESKOŠEK, Rajko BERNIK, Matej VIDRIH, Filip VUČAJNK Kakovost nanosa pri preizkušanju pršilnika v sadovnjaku	299
Domen BAJEC, Franci BAMBIČ, Andreja PETERLIN, Karmen RODIČ Alternativna metoda za preprečevanje poškodb brstov vinske trte od gosenic rjavega trakarja (<i>Noctua pronuba</i> [Linnaeus, 1758])	306

Posterji

Nik SUSIČ, Saša ŠIRCA, Polona STRAJNAR, Barbara GERIČ STARE Ovrednotenje nematocidne aktivnosti sevov bakterije <i>Bacillus firmus</i>	313
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

Tanja BOHINC, Vojislav TRKULJA, Stanislav TRDAN Preučevanje vpliva različnih kombinacij pripravkov Mineral na dve vrsti škodljivih organizmov in pridelek čebule (<i>Allium cepa</i>)	321
Tanja BOHINC, Žiga LAZNIK, Tomaž SINKOVIČ, Filip VUČAJNK, Jaka RUPNIK, Stanislav TRDAN Preučevanje vpliva izvlečkov in prašiv invazivnih tujerodnih rastlin na škodljive in koristne organizme na gojenih rastlinah – prvo leto projekta Applause	328
Tanja BOHINC, Stanislav TRDAN Preučevanje insekticidnega delovanja vodnih izvlečkov tujerodnih invazivnih rastlin na kapusove bolhače (<i>Phyllotreta</i> spp.) in kapusove stenice (<i>Eurydema</i> spp.) na njivi z zeljem	336
Franci Aco CELAR, Katarina KOS Bazilikina plesen (<i>Peronospora belbahrii</i> Thines) tudi v Sloveniji	342
Dragan ŽNIDARČIČ, Tomaž SINKOVIČ, Igor ŠANTAVEC, Mario LEŠNIK, Stanislav TRDAN, Filip VUČAJNK, Matej VIDRIH Učinek izbranih herbicidov na plevelne vrste v sladkem krompirju	348
Mladen ŠIMALA, Maja PINTAR, Tatjana MASTEN MILEK Results of a survey of Japanese flower thrips (<i>Thrips setosus</i> Moulton, 1928) in Croatia in 2017 and 2018	355
Luka MUSTAPIČ, Tatjana MASTEN MILEK A faunistic study on mites (Acari) on citrus fruits in Croatia in 2018	362
Domen BAJEC, Mateja ŠTEFANČIČ, Franci BAMBIČ, Karmen RODIČ, Andreja PETERLIN, Milena ROŽMAN Pojavi južne plodovrtke (<i>Helicoverpa armigera</i> [Hübner, 1808]) na vinski trti v vinorodni deželi Posavje	367
Tatjana MASTEN MILEK, Gabrijel SELJAK, Mladen ŠIMALA, Maja PINTAR First record of the <i>Prociophilus oleae</i> (Leach ex Risso, 1826) in Slovenia and Croatia	373
Manca PIRC, Tjaša JAKOMIN, Tanja DREO Optimizacija laboratorijskega testiranja gostiteljskih rastlin za določanje bakterije <i>Xylella fastidiosa</i>	378
Primož ŽIGON, Špela MODIC Laboratorijsko preučevanje odpornosti repičarja (<i>Meligethes aeneus</i> F.) na aktivno snov lambda-cihalotrin iz skupine sintetičnih piretroidov	385
Sergeja ADAMIČ, Tilen ZAMLJEN, Stanislav TRDAN Preučevanje vpliva pripravka Rhizoflo Premium na pojavljanje škodljivih žuželk na koruzi (<i>Zea mays</i> L.) in pridelek koruze v poljskih razmerah	391
Špela ALIČ, Nataša TOPLAK, Simon KOREN, Tanja DREO Metagenomska analiza bakterijske združbe orhidej <i>Phalaenopsis</i> z bolezenskimi znamenji mehkih gnilob	400
Janja LAMOVSŠEK Spremljanje pojava bakterijskih bolezni na stročnicah	409
Andrej VONČINA, Robert LESKOVŠEK Spremljanje vznika plevelov kot del strategije integriranega uravnavanja plevelne vegetacije	417
Robert LESKOVŠEK Preživetje semena pelinolistne ambrozije (<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.) v silaži	423

Robert LESKOVŠEK Pridelek zelja pri različnih strategijah integriranega uravnavanja plevelne vegetacije	430
Robert LESKOVŠEK, Aleš KOLMANIČ Vpliv različnih strategij integriranega uravnavanja plevelne vegetacije na pridelek ozimne pšenice	438
Robert LESKOVŠEK, Andrej SIMONČIČ Vpliv različnih strategij integriranega uravnavanja plevelne vegetacije na pridelek koruze	447
Aleš KOLMANIČ Dveletne izkušnje preučevanja uporabe fungicida pri pridelavi koruze za zrnje	455
Meta URBANČIČ ZEMLJIČ, Neja MAROLT, Metka ŽERJAV Povezava med uporabljenim fungicidom za zatiranje bolezni listov in klasa pšenice ter vsebnostjo mikotoksinov v zrnju	463
Filip VUČAJNK, Igor ŠANTAVEC, Alojz SREŠ, Matej VIDRIH, Stanislav TRDAN Analiza zrnja na mikotoksin deoksinivalenol in pridelek izbranih sort ozimne pšenice	468
Katarina KOS, Tanja KOPINŠEK, Franci Aco CELAR Učinkovitost slovenskih izolatov entomopatogenih gliv iz rodov <i>Beauveria</i> in <i>Metarhizium</i> na dveh testnih organizmih	474
Katarina KOS, Jernej JAKŠE, Franci Aco CELAR Entomopatogene glive v slovenskih tleh	480
Rajko BERNIK, Filip VUČAJNK Učinkovitost nanosa pri škropljenju jare pšenice (<i>Triticum aestivum</i> L.) s šobo IDTA 120-03 pri različnih tlakih škropljenja	486
Filip VUČAJNK, Stanislav TRDAN, Gregor LESKOŠEK, Matej VIDRIH Uporaba šob z variabilnim pretokom TD VR 2 pri škropljenju krompirja z insekticidom metaflumizon	494
Tomaž POJE Analiza naprav za nanašanje fitofarmaceutskih sredstev pregledanih v letih 2016 in 2017 v Sloveniji	501
Andraž MARINČ, Tine HAUPTMAN, Barbara PIŠKUR Primerjava različnih postopkov ekstrakcije DNA za uporabo pri diagnostiki podlubnikov	508
Saša GACNIK, Alenka MUNDA, Maja MIKULIČ PETKOVŠEK Vpliv salicilne in metil-salicilne kisline na rast micelija različnih gliv ter na okužbo jabolk z glivo <i>Monilinia laxa</i>	513

Prispevki sponzorjev

Andrej KOS, Marjan KRAGL, Boris PARADŽIK Spinetoram, sodobna, današnjim smernicam za varstvo rastlin primerna insekticidna učinkovina za zatiranje gosenic škodljivih metuljev na sadnem drevju, vinski trti in oljkah, kakor tudi hruševe boljše	519
Andrej KOS, Drago MAJCEN, Boris PARADŽIK Laser® plus, nadgradnja dobro znanega insekticida z dvakrat večjo vsebnostjo učinkovine spinosad, z razširjeno možnostjo uporabe na več vrstah gojenih rastlin kot tudi v ekološki pridelavi	524

Andrej KOS, Primož ŠTEPIC Novosti v prodajnem programu podjetja KARSIA, Dutovlje, d.o.o. za varstvo vinske trte pred boleznimi in škodljivci	529
Kazalo avtorjev	535
Logotipi sponzorjev	542

Content

Plenary lectures

Marjetka SUHADOLC Large variability in herbicide glyphosate degradation – could it be explained by soil properties?	1
David LEMBRICH, Alojz SREŠ, Peter OHS Use of a Geoinformation system (GIS) in Agriculture to Protect Water Quality	9

Protection of field and fodder crops

Stanislav TRDAN, Filip VUČAJNK, Matej VIDRIH, Tanja BOHINC First results of field investigation on the impact of plant growth-promoting bacteria (<i>Pseudomonas fluorescens</i> x <i>Azospirillum brasilense</i>) on the yield of potato and tomato, and occurrence of diseases and pests	14
Marjeta MIKLAVC, Jože MIKLAVC, Draga ZADRAVEC, Timotej HORVAT, Katarina KRESNIK, Boštjan KRISTAN, Martina GOMZI, Boštjan MATKO, Miro MEŠL, Leonida LEŠNIK Sensitivity of maize hybrids to the attack of European corn borer (<i>Ostrinia nubilalis</i>)	25
Marko DEVETAK, Ivan ŽEŽLINA, Mojca ROT, Branko CARLEVARIS, Jan ŽEŽLINA, Gabrijel SELJAK First record of the ragweed leaf beetle (<i>Ophraella communa</i> LeSage, 1986) in Slovenia	35
Mario LEŠNIK, Andrej PAUŠIČ, Katja VINCEK, Stanislav VAJS Assessment of Insecticide Efficacy in Controlling Canola Beetle and Rape Stem Weevil	42
Mario LEŠNIK, Stanislav VAJS, Andrej PAUŠIČ Testing Panicoid Grass Weeds for Herbicide Tolerance	50
Andrej PAUŠIČ, Mario LEŠNIK, Stanislav VAJS Analysis of herbicide efficacy for the control of windgrass (<i>Apera spica-venti</i> (L.) P. Beauv.)	62
Aleš KOLMANIČ, Robert LESKOVŠEK Efficacy of selected herbicide combinations in two row spacings on control of weeds in soybean	75

Protection of forest trees

Barbara PIŠKUR, Nikica OGRIS, Anita BENKO BELOGLAVEC, Marija KOLŠEK, Dušan JURC Actions after finding a quarantine fungus in Slovene forests – case of Soča river valley	86
Drago TRAJBER, Nikica OGRIS, Dušan JURC, Barbara PIŠKUR Problems with ash dieback (<i>Hymenoscyphus fraxineus</i>) and alder dieback (<i>Phytophthora alni</i>) in Northeast Slovenia	92
Mirko PERUŠEK Bark beetles outbreaks in Kočevska Region	99
Andreja KAVČIČ Finding of a new bark beetle species in Slovenia	106

Tine HAUPTMAN, Roman PAVLIN, Danijel BORKOVIČ, Maja JURC Distribution of non-native ambrosia bark beetle <i>Xylosandrus germanus</i> (Blandford, 1894) in Slovenia and its impact on forest ecosystems	113
Mateja COJZER, Nenad ZAGORAC Invasive plant species and their suppression in the Maribor forest management region	120
<u>Protection of fruit crops and olive trees</u>	
Mojca ROT, Marko DEVETAK, Primož ŽIGON, Alenka FERLEŽ RUS, Boštjan MATKO, Andreja PETERLIN Occurrence and distribution of Brown marmorated stink bug (BMSB) – (<i>Halyomorpha halys</i> (Stål, 1855) [Hemiptera, Pentatomidae]); new invasive alien stink bug in Slovenia	134
Jan ŽEŽLINA, Mojca ROT, Stanislav TRDAN Monitoring of mediterranean fruit fly (<i>Ceratitis capitata</i> [Wiedemann]) in Primorska region in the period of 2016-2018	142
Stanislav VAJS, Mario LEŠNIK, Andrej PAUŠIČ Influence of anti-hail net on the extent of spray drift from apple plantation	149
Peter BERK, Denis STAJNKO Digital evaluation of the natural characteristics of tree canopies in the orchard	155
Jakob FANTINIČ, Milena BUČAR MIKLAVČIČ, Vasilij VALENČIČ, Erika BEŠTER, Bojan BUTINAR, Maja PODGORNIK Seasonal dynamics and the time of treatment against the olive moth (<i>Prays oleae</i> Bern.) in Slovenian Istria	162
Matjaž JANČAR, Tanja DREO, Manca PIRC, Erika OREŠEK Surveys on <i>Xyllela fastidiosa</i> (Wells & Raju) from 2014 to 2018 in Slovenia	171
<u>Protection of vegetables and berry crops</u>	
Marko DEVETAK, Ivan ŽEŽLINA, Mojca ROT, Branko CARLEVARIS, Jan ŽEŽLINA Blue oat mite or winter grain mite (<i>Penthaleus major</i> Dugés, 1834) – first injuries on vegetables	181
Iris ŠKERBOT, Igor ŠKERBOT, Magda RAK CIZEJ, Silvo ŽVEPLAN Can tomato russet mite (<i>Aculops lycopersici</i>) undermine the production of tomatoes in Slovenia?	186
Tanja BOHINC, Serge KREITER, Gijbertus VIERBERGEN, Stanislav TRDAN Chronology of acarological activities in Slovenia, important for the field of biological control	194
Mario LEŠNIK, Stanislav VAJS, Andrej PAUŠIČ Assessment of Insecticidal Efficacy in Controlling onion trips (<i>Thrips tabaci</i> Lindeman) in onion	205

Magda RAK CIZEJ, Franček POLIČNIK, Silvo ŽVEPLAN, Iris ŠKERBOT, Igor ŠKERBOT Preliminary results of testing plant protection products with low risk for diminishing the population of cabbage flea beetles (<i>Phyllotreta</i> spp.) on cabbage (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i>)	212
Žiga LAZNIK, Tanja BOHINC, Stanislav TRDAN Applicability of invasive alien plants in controlling slugs	219
Andrej ŠUŠEK, Paulina ŠUŠEK Review of efficiency of calcium cyanamide on beneficial and pathogenic microorganisms in soil	230
Anja PECMAN, Denis KUTNJAK, Ion GUTIERREZ AGUIRRE, Katarina BAČNIK, Nataša MEHLE, Magda TUŠEK ŽNIDARIČ, Maja RAVNIKAR High-throughput sequencing became an invaluable tool for detection and discovery of plant viruses in the plants with unexplained infection symptoms	238
Andrej VONČINA, Matic NOVLJAN Effect of selected insecticides on European fruit lecanium population (<i>Parthenolecanium corni</i> Buche) in a northern highbush blueberry (<i>Vaccinium corymbosum</i> L.) orchard	247
Neja MAROLT, Metka ŽERJAV Resistance of <i>Botrytis</i> strains to fungicides in strawberry fields in Slovenia	252

GIS, phytopharmaceutical products and environment

Alojz SREŠ, Peter OHS, David LEMBRICH Environmental optimized on-farm effluent management with Phytobac® system	260
Mario LEŠNIK, Stanislav VAJS, Anja JELEN, Andrej PAUŠIČ Testing the Biobed-Biofilter Device for Purification of water released at Cleaning of Sprayers	267
Alojz SREŠ “Product Stewardship” activities – care for plant protection products	278
Matej KNAPIČ, Uroš ŽIBRAT, Meta URBANČIČ ZEMLJIČ, Metka ŽERJAV, Neja MAROLT Illustration of potential use of multispectral imaginig by drone in evaluation process of fungicide trial in wheat	283
Tomislav DVORSKI Working principle and application of automatic agrometeorological station in plant protection	290

Protection of grapevine

Ivan ŽEŽLINA, Mojca ROT, Marko DEVETAK, Branko CARLEVARIS, Tanja DREO Occasional occurrence of canker of grapevine (<i>Xylophilus ampelinus</i>) and influence on the cultivation of sensitive grape varieties in Slovenia	295
Martin MAVSAR, Gregor LESKOŠEK, Rajko BERNIK, Matej VIDRIH, Filip VUČAJNK Deposit quality when testing orchard sprayer in orchard	299

- Domen BAJEC, Franci BAMBIČ, Andreja PETERLIN, Karmen RODIČ** Alternative method to prevent grapevine buds damage by the large yellow underwing caterpillars (*Noctua pronuba*) [Linnaeus, 1758]) 306

Posters

- Nik SUSIČ, Saša ŠIRCA, Polona STRAJNAR, Barbara GERIČ STARE** Assessing the nematocidal activity of *Bacillus firmus* strains 313
- Tanja BOHINC, Vojislav TRKULJA, Stanislav TRDAN** Testing the impact of different combinations of products Mineral on two harmful organisms and on the yield of onion (*Allium cepa*) 321
- Tanja BOHINC, Žiga LAZNIK, Tomaž SINKOVIČ, Filip VUČAJNK, Jaka RUPNIK, Stanislav TRDAN** Testing the impact of plant extracts and powders from invasive alien plant species on harmful and beneficial organisms on cultivated plants – first year of the project 328
- Tanja BOHINC, Stanislav TRDAN** Research on insecticidal efficacy of water extracts from invasive alien plant species against cabbage flea beetles (*Phyllotreta* spp.) and cabbage stink bugs (*Eurydema* spp.) in the cabbage field 336
- Franci Aco CELAR, Katarina KOS** Basil downy mildew (*Peronospora belbahrii* Thines) also in Slovenia 342
- Dragan ŽNIDARČIČ, Tomaž SINKOVIČ, Igor ŠANTAVEC, Mario LEŠNIK, Stanislav TRDAN, Filip VUČAJNK, Matej VIDRIH** The efficiency of selected herbicides on weed species in sweet potato 348
- Mladen ŠIMALA, Maja PINTAR, Tatjana MASTEN MILEK** Results of a survey of Japanese flower thrips (*Thrips setosus* Moulton, 1928) in Croatia in 2017 and 2018 355
- Luka MUSTAPIĆ, Tatjana MASTEN MILEK** A faunistic study on mites (Acari) on citrus fruits in Croatia in 2018 362
- Domen BAJEC, Mateja ŠTEFANČIČ, Franci BAMBIČ, Karmen RODIČ, Andreja PETERLIN, Milena ROŽMAN** The occurrence of cotton bollworm (*Helicoverpa armigera* [Hübner, 1808]) on grapevine in vine growing region of Posavje 367
- Tatjana MASTEN MILEK, Gabrijel SELJAK, Mladen ŠIMALA, Maja PINTAR** First record of the *Prociophilus oleae* (Leach ex Risso, 1826) in Slovenia and Croatia 373
- Manca PIRC, Tjaša JAKOMIN, Tanja DREO** Optimization of laboratory testing of host plants for detection of *Xylella fastidiosa* 378
- Primož ŽIGON, Špela MODIC** Laboratory testing of pollen beetle (*Meligethes aeneus* F.) resistance to synthetic pyrethroid insecticide lambda-cyhalothrin 385

Sergeja ADAMIČ, Tilen ZAMLJEN, Stanislav TRDAN Investigation the effect of product Rhizoflo Premium on the occurrence of insect pests in maize (<i>Zea mays</i> L.) and the yield of maize	391
Špela ALIČ, Nataša TOPLAK, Simon KOREN, Tanja DREO Metagenomics analysis of bacterial community in <i>Phalaenopsis</i> orchids with soft rots	400
Janja LAMOVŠEK Monitoring of bacterial diseases on legumes	409
Andrej VONČINA, Robert LESKOVŠEK Weed monitoring as a part of integrated weed management strategy	417
Robert LESKOVŠEK Viability of common ragweed (<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.) seeds in the silage	423
Robert LESKOVŠEK Cabbage yield under different integrated weed management strategies	430
Robert LESKOVŠEK, Aleš KOLMANIČ Yield of winter wheat influenced by different integrated weed management strategies	438
Robert LESKOVŠEK, Andrej SIMONČIČ The effect of different integrated weed management strategies on maize yield	447
Aleš KOLMANIČ Experiences in two year of testing fungicide application in cultivation of grain maize	455
Meta URBANČIČ ZEMLJIČ, Neja MAROLT, Metka ŽERJAV The link between fungicides used for leaf and ear disease control of winter wheat and the mycotoxin content in grains	463
Filip VUČAJNK, Igor ŠANTAVEC, Alojz SREŠ, Matej VIDRIH, Stanislav TRDAN Grain analysis of mycotoxin deoxynivalenol and yield of selected winter wheat cultivars	468
Katarina KOS, Tanja KOPINŠEK, Franci Aco CELAR The efficacy of Slovene entomopathogenic fungi (<i>Beauveria</i> spp. and <i>Metarhizium</i> spp.) isolates on two test organisms	474
Katarina KOS, Jernej JAKŠE, Franci Aco CELAR Entomopathogenic fungi in Slovene soil	480
Rajko BERNIK, Filip VUČAJNK Deposit efficiency of IDTA 120-03 nozzle when spraying spring wheat (<i>Triticum aestivum</i> L.) using different spraying pressures	486
Filip VUČAJNK, Stanislav TRDAN, Gregor LESKOŠEK, Matej VIDRIH The use of nozzles with variable flow rate TD VR 2 when spraying potato with insecticide metaflumizone	494
Tomaž POJE Analysis of pesticide application equipment inspected in the year 2016 and 2017 in Slovenia	501
Andraž MARINČ, Tine HAUPTMAN, Barbara PIŠKUR Evaluation and comparison of different DNA extraction protocols for identification of bark beetles	508

Saša GAČNIK, Alenka MUNDA, Maja MIKULIČ PETKOVŠEK Effect of salicylic and methyl-salicylic acid on mycelial growth of different fungi and on infection of apple fruits with <i>Monilinia laxa</i>	513
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

Sponsors presentation

Andrej KOS, Marjan KRAGL, Boris PARADŽIČ Spinetoram, a modern, for today's plant protection guidelines, very appropriate insecticidal active ingredient to control caterpillars of harmful butterflies on fruit trees, vines and olives and also pear psyllid	519
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

Andrej KOS, Drago MAJCEN, Boris PARADŽIČ Laser® plus, the upgrade of a well-known insecticide with double content of active ingredient spinosad, with a widespread use on several agricultural crops as well as in organic production	524
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

Andrej KOS, Primož ŠTEPIC New plant protection products in sales program of the company KARSIA, Dutovlje, d.o.o. for protection grape vine from diseases and pests	529
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

Index of authors	535
-------------------------	-----

Sponsors logos	542
-----------------------	-----

VELIKA VARIABILNOST V RAZGRADNJI HERBICIDA GLIFOSATA – ALI JO LAHKO POJASNIMO Z LASTNOSTMI TAL?

Marjetka SUHADOLC¹

¹Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Center za pedologijo in varstvo okolja, Ljubljana

IZVLEČEK

1
Glifosat in njegov glavni metabolit aminometilfosfonska kislina (AMPA) sta pogosto detektirana v površinskih in podzemnih vodah. Za bolj učinkovite strategije varovanja voda, je potrebno boljše razumevanje dejavnikov, ki vplivajo na razgradnjo glifosata v tleh, saj lahko le z zadostno mineralizacijo glifosata v tleh zmanjšujemo njegove izgube v okolju. V ta namen smo preučili potencial mineralizacije glifosata v večjem številu talnih vzorcev, s širokimi razponi teksture, vsebnosti organske snovi, pH, ter kationske izmenjevalne kapacitete. Ugotovili smo, da je razpon v mineralizaciji glifosata v različnih kmetijskih tleh lahko kar od 7 do 70% prvotno uporabljene količine v obdobju meseca dni. Razgradnja glifosata se je v večini preučevanih tal začela takoj po uporabi, hitrost mineralizacije je bila v splošnem največja prve štiri dni, nato se je s časom zmanjševala. Parameter tal z največjim vplivom na mineralizacijo glifosata je skupna izmenljiva kislost, ki povečuje njegovo adsorpcijo in s tem zmanjšuje razgradnjo. Rezultati so jasno pokazali na potrebo po prilagajanju uporabe glifosata in tudi drugih fitofarmaceutskih sredstev okoljskim danostim, posebno lastnostim tal. Potencialna tveganja bi morali ocenjevati že pred uporabo fitofarmaceutskih sredstev, ne le v postopkih registracije pripravkov, ampak predvsem kot del dobre kmetijske prakse z uporabniku prijaznimi orodji.

Ključne besede: pesticidi, usoda v okolju, mineralizacija, adsorpcija, izmenljiva kislost, dodatki organske snovi

ABSTRACT

LARGE VARIABILITY IN HERBICIDE GLYPHOSATE DEGRADATION - COULD IT BE EXPLAINED BY SOIL PROPERTIES?

Glyphosate and its main metabolite aminomethylphosphonic acid (AMPA) have frequently been detected in surface and ground waters. Since adequate glyphosate degradation in soil may reduce its losses to environment, improved understanding of factors underlying pesticide mineralization in soils is needed for more effective protection strategies. A large number of agricultural soils, differing in a variety of soil parameters, such as soil texture, soil organic matter content, pH, exchangeable ions were examined. The results showed that the mineralization of glyphosate in different agricultural soils

¹izr. prof. dr., Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana, e-pošta: marjetka.suhadolc@bf.uni-lj.si

varied to a great extent, from 7 to 70% of the amount initially applied. Glyphosate mineralization started immediately after application, the highest mineralization rates were in general observed within the first 4 days, thereafter mineralization rates decreased over time. The most influential soil parameter governing glyphosate mineralization was exchangeable acidity, which increases its adsorption and consequently decreases degradation. The results clearly show the need for adapting glyphosate as well as other pesticides usage to environmental conditions, especially soil properties. Potential risk should be evaluated already before pesticide application, not only through registration procedures, but above all as part of best agricultural practice using user friendly tools.

Keywords: pesticides, fate in the environment, mineralisation, adsorption, exchangeable acidity, organic matter amendments

1 UVOD

2

Glifosat, N-fosfonometil glicin, je neselektivni herbicid s širokim spektrom delovanja. Učinkovit je za zatiranje tako širokolistnih kot ozkolistnih plevelov na njivah, travinju, v vinogradih in sadovnjakih. Na tržišče je prišel leta 1974, že kmalu pa je postal eden najbolj prodajanih herbicidov in kasneje tudi absolutno globalno najbolj prodajani herbicid (Benbrook, 2016). Velikanski razmah v uporabi glifosata je povzročila predvsem uvedba gensko spremenjenih rastlin odpornih proti glifosatu. Gensko spremenjene rastline odporne proti glifosatu sedaj predstavljajo že približno 56% njegove svetovne uporabe (Benbrook, 2016). Povečuje pa se tudi njegova uporaba v ne-kmetijske namene (ceste, železnice, parki, zatiranje invazivnih rastlin...). V Evropi, kjer uporaba gensko spremenjenih rastlin ni dovoljena, je uporaba glifosata omejena na ozek časovni okvir po žetvi oz. novi setvi, ko iz strnišča poženejo neželeni pleveli, zato je njegova kumulativna poraba manj zaskrbljujoča.

Glifosat po svojih karakteristikah sodi v skupino okoljsko razmeroma varnih fitofarmacevtskih sredstev (FFS). Zaradi hitre biološke razgradnje (Landry in sod., 2005; Grundmann in sod., 2008) in močne adsorpcije v tleh (Mamy in sod., 2005) ima majhen (zanemarljiv) potencial izpiranja (Borggaard in Gimsing, 2008; Klier in sod., 2008). Vendarle pa se lahko v določenih okoljskih razmerah tudi izpira v podtalnico, na primer v tleh z majhno sorptivno sposobnostjo in v tleh z izraženim makropornim tokom vode (Strange-Hansen in sod., 2004; Landry in sod., 2005; Borggaard and Gimsing, 2008). Glifosat in njegov glavni metabolit aminometilfosfonska kislina (AMPA) sta že bila detektirana v površinskih in podzemnih vodah na Norveškem, Švedskem, Danskem in Nizozemskem (Sørensen in sod., 2006; Adriaanse in sod., 2008; Keshteli in sod., 2011). Podobno so Silva in sod. (2017) v vseevropski študiji dokazali velik delež vzorcev tal z glifosatom in AMPA predvsem v južnih in severnih regijah, kar kaže na pomen upoštevanja okoljskih razmer pri njegovi uporabi. Na razgradnjo glifosata namreč veliki meri vplivata temperatura in vsebnost vode v tleh, razpon razpolovne dobe je lahko od nekaj dni do več mesecev samo v odvisnosti od temperature in vlažnosti tal (EFSA, 2013; Bento in sod., 2016).

Razgradnjo glifosata močno določajo tudi lastnosti tal, vendar jasne povezave med lastnostmi tal in razgradnjo glifosata do sedaj v literaturi ni, kljub precejšnjim prizadevanjem. Primerjava med številnimi študijami je namreč težavna zaradi velikih razlik med zasnovami poskusov. Dodatne težave povzročajo umetni eksperimentalni pogoji, posebno v vsebnosti vode in volumski gostoti tal, ki določata optimalne pogoje razgradnje. Nadalje, v večini študij preučujejo le enega do nekaj vzorcev tal, kar je premalo za iskanje korelacij vpliva posameznih talnih lastnosti na razgradnjo.

V naši študiji smo za ugotavljanje vpliva talnih lastnosti na razgradnjo glifosata izbrali večje število vzorcev tal (21), z velikimi razponi v bistvenih talnih lastnostih (tekstura, organska snov, CEC, pH...), ter izvedli poskus mineralizacije v optimalnih pogojih (T, vsebnost vode, gostota tal) za razgradnjo FFS.

2 MATERIALI IN METODE DELA

V prispevku so predstavljeni rezultati več študij (Nguyen in sod., 2018; Suhadolc s sod., 2010), iz katerih povzemamo rezultate razgradnje glifosata prvenstveno v slovenskih tleh. Preučili smo 8 vzorcev kmetijskih tal (Ap horizon) z območja Apaškega polja, ki so se razlikovali v teksturi (vsebnost peska 8% - 66%), vsebnosti organske snovi tal (1.6 % - 4,5%), pH (5,0 - 7,1), ter kationski izmenjevalni kapaciteti (13 - 30 mmolc 100 g⁻¹) (Pregl. 1). Mineralizacijo glifosata smo preučevali v kontroliranih pogojih: volumski gostoti tal 1,3 g cm⁻³, temperaturi 20 °C, ter optimalni vsebnosti vode v tleh za razgradnjo FFS, ki znaša -15 kPa (Schroll in sod., 2006).

Preglednica 1: Izbrane lastnosti talnih vzorcev iz Apaškega polja uporabljenih v raziskavi.

Vzorec	Tip tal (WRB)	pesek (%)	org. snov (%)	CEC	[Ca ²⁺] (mmolc/100g)	[H ⁺]	pH (CaCl ₂)
Ap	Fluvisol	66,4	2,6	15,0	11,1	1450	7,0
Sk	Fluvisol	67,5	1,6	13,0	10,8	1500	7,1
Ko	Fluvisol	33,8	4,5	18,8	10,8	3150	6,9
Lo_b	Stagnosol	21,9	1,7	17,0	9,5	5350	5,8
Lo_a	Stagnosol	10,3	4,3	29,6	16,4	9200	5,8
Ze	Fluvisol	41,3	2,9	20,0	7,8	10550	5,7
ZeP	Gleysol	11,8	1,9	15,1	4,4	9350	5,2
Br	Gleysol	8,3	2,8	19,8	7,2	11100	5,2

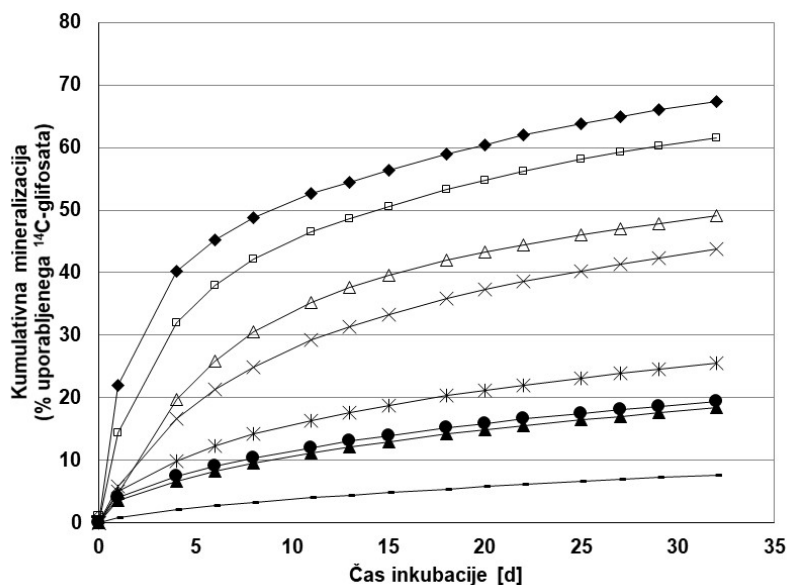
3 REZULTATI IN RAZPRAVA

3.1 Mineralizacija glifosata

Razpon v mineralizaciji glifosata med preučevanimi talnimi vzorci z Apaškega polja je bil zelo širok, po 32 dneh inkubacije se je v obliki ¹⁴CO₂ sprostito 7,6 do 67,3 % uporabljenega ¹⁴C označenega glifosata (Sl. 1, Pregl. 2). Mineralizacija je bila zelo

majhna, pod 30%, v štirih vzorcih tal: Brezje (Br), Žepovci (ZeP in Ze) ter Lomanoše (Lo_a). V preostalih slovenskih vzorcih pa je bila mineralizacija glifosata podobna kot v nemških vzorcih tal z razponom mineralizacije od 31,2 do 68,7% (Nguyen s sod., 2018). Izpostavimo lahko, da se je razgradnja začela takoj po nanosu glifosata, z največjo hitrostjo razgradnje v prvih 4 dneh, nato pa se je v času hitrost zmanjševala. O mineralizaciji glifosata brez prilagoditvene (*lag*) faze so poročali že drugi avtorji (von Wiren-Lehr in sod., 1997; Eberbach, 1998; Gimsing in sod., 2004a; Suhadolc in sod., 2010) in kaže na kometabolno pot razgradnje z nespecifičnimi encimi.

4



Slika 1: Kumulativna mineralizacija v inkubacijskem poskusu izražena v % uporabljenega ^{14}C -glifosata v preučevanih tleh Apaškega polja: od zgoraj navzdol: Ap, Sk, Ko, Lo_b, Lo_a, Ze, ZeP, Br.

3.2 Ostanke glifosata in metabolitov v tleh

Glifosat je bil določen v največjem deležu v ekstraktu tal z NaOH (18 - 88% uporabljenega ^{14}C -glifosata), metabolit AMPA in neznani ^{14}C -ostanki predstavljajo le majhen delež (Pregl. 2). Pričakovano je največ ^{14}C ostankov ($^{14}\text{C}_{\text{tot}}$) v tleh z majhno sposobnostjo mineralizacije, podobno velja za NaOH ekstrahirani glifosat. Na primer, v tleh z najmanjšo sposobnostjo mineralizacije (Br), je po 32 dneh ostalo še 88% a.s. glifosata. Glavni vzrok je močna adsorpcija glifosata na talne delce, domnevno na Al-ali Fe-oksidi (Duke s sod., 2012; Gimsing s sod., 2004a,b). Glifosat ima v primerjavi z drugimi FFS precej svojstvene sorpcijske značilnosti v tleh. Glifosat je majhna molekula s kar tremi polarnimi funkcionalnimi skupinami (karboksilno, amino in fosfonatno), ki imajo veliko afiniteto vezave na talne delce, posebno na trivalentna Al^{3+}

in Fe^{3+} . Največja izmenljiva kislost (H^+ in Al^{3+} ioni) v tleh z najmanjšo mineralizacijo glifosata, potrjujejo domnevo (Pregl. 1, Pregl. 2).

Preglednica 2: Usoda glifosata 32 dni po nanosu na vzorce tal v inkubacijskem poskusu. Vsi parametri so izraženi v % ^{14}C -uporabljenega glifosata.

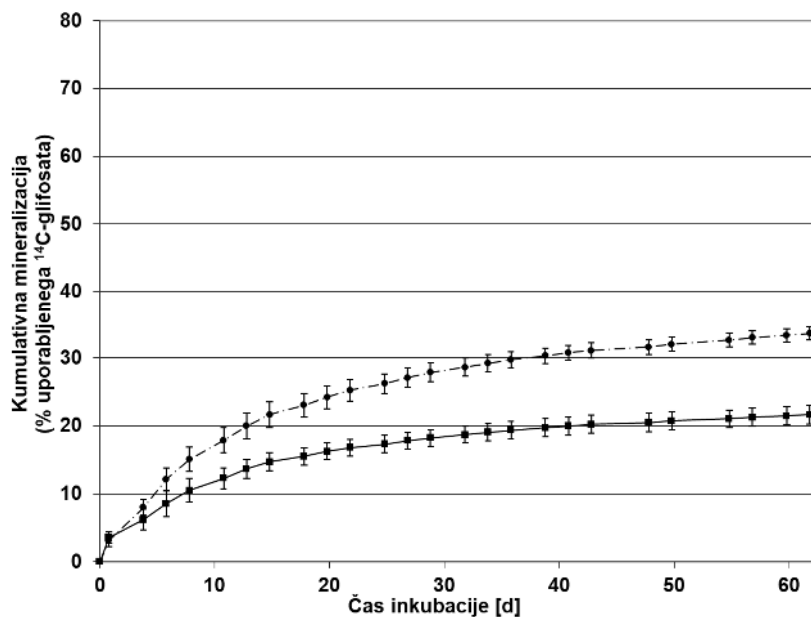
Tla	Mineralizacija		Topen glifosat - raztopina %	Sestava NaOH ekstrahiranih ostankov v tleh			Ne-ekstrahirani ostanki v tleh ^{14}C -vezani ost. %
	$^{14}\text{CO}_2$ %	%		^{14}C tot %	^{14}C -Glifosat %	^{14}C -AMPA %	
Ap	67,3	2,6	24,5	18,9	2,2	9,6	
Sk	61,6	2,6	28,8	16,9	4,8	11,4	
Ko	49,1	2,6	35,7	23,3	4,5	9,5	
Lo_b	43,7	1,8	46,8	30,4	8,0	6,4	
Lo_a	25,5	3,4	64,4	45,0	8,3	6,7	
Ze	19,5	3,6	73,3	65,8	0,0	4,1	
ZeP	18,4	3,5	78,5	55,9	11,3	2,7	
Br	7,6	0,4	91,0	88,0	0,0	2,5	

5

3.3 Vpliv lastnosti tal na razgradnjo glifosata

Multipla regresijska analiza vseh 21 vzorcev tal je pokazala, da je skupna izmenljiva kislost, določena po ekstrakciji z BaCl_2 , najbolj vpliven parameter tal, ki določa mineralizacijo glifosata, ob večji izmenljivi kislosti je mineralizacija značilno manjša (Nguyen in sod., 2018). Manjši, vendar še značilen vpliv sta imela tudi izmenljiv Ca (amon-acetatna ekstrakcija) in dostopen K (AL metoda). V analizo smo sicer vključili širok nabor talnih parametrov: % peska, % melja, % gline, pH, organska snov, TN, C/N, AL-P, AL-K, AlOx in FeOx , CEC, skupna izmenljiva kislost [H], izmenljivi bazični kationi. Podoben zaključek lahko povzamemo tudi, če upoštevamo samo tla Apaškega polja (Pregl. 1 in 2). Domnevamo, da bi z ukrepom apnjenja tal, adsorpcijo glifosata zmanjšali ter s tem povečali njegovo razgradnjo (Zhao in sod., 2009). Vendarle so potrebne nadaljnje raziskave, saj vpliv pH v območju 5,0 do 7,1 na mineralizacijo glifosata v naši študiji ni bil statistično značilen.

Razgradnjo glifosata lahko povečamo z organskimi dodatki tlem (Sl. 2), saj povečajo mikrobnobio maso in aktivnost, ki je bistvena za kometabolično pretvorbo glifosata do CO_2 (Suhadolc in sod., 2010; Muskus in sod., 2019), seveda do določene mere, v odvisnosti od prvotne sposobnosti tal za razgradnjo glifosata, in/ali prvotne vsebnosti organske snovi. Na primer, v tleh z majhnim potencialom za razgradnjo glifosata smo z organskim dodatkom tlem mineralizacijo značilno povečali, vendar le iz 22% na 34 % uporabljenega glifosata v dveh mesecih (Sl. 2).



6

Slika 2: Kumulativna mineralizacija glifosata v inkubacijskem poskusu izražena v % uporabljenega ¹⁴C-glifosata v kontrolnih tleh (kvadrati) in v tleh z dodatnim organskim dodatkom (krogi).

4 SKLEPI

Široka uporaba glifosata in s tem njegova vseprisotnost postavlja velike zahteve po varnosti glifosata, t.j. odsotnosti kakršnegakoli škodljivega vpliva na okolje, razen na ciljne organizme.

Rezultati naše raziskave so jasno pokazali ogromen vpliv lastnosti tal na mineralizacijo glifosata. Razpon mineralizacije v samo enem mesecu po uporabi je znašal od 7 do 70 % uporabljene količine, zato lahko posledično predvidevamo velike razlike med lokacijami v prenosih glifosata v širše okolje, bodisi z izpiranjem v podzemne vode bodisi s površinskim odtokom in erozijo v površinske vode.

Za zmanjševanje okoljskih tveganj je zato bistveno poznavanje usode glifosata v tleh, vključno s potencialom tal za razgradnjo in prenos v vodne vire, le tako lahko uporabo prilagodimo okoljskim danostim (podnebje, tla) že na ravni polja.

5 ZAHVALA

Poskusi mineralizacije glifosata so bili izvedeni na Helmholtz Zenter v Münchnu, pedološke analize na Centru za pedologijo in varstvo okolja, Biotehniške fakultete. Vzorčenje tal na Apaškem polju smo izvedli v sodelovanju s KGZS Murska Sobota. Vsem sodelujočim se iskreno zahvaljujem!

6 LITERATURA

- Adriaanse, P.I., Linders, J.B.H.J., van den Berg, G.A., Boesten, J.J.T.I., van der Bruggen, M.W.P., Jilderda, K., Luttk, R., Merkens, W.S.W., Stienstra, Y.J., Teunissen, R.J.M., 2008. Development of an assessment methodology to evaluate agricultural use of plant protection products for drinking water production from surface waters – A proposal for the registration procedure in the Netherlands. Alterra report 1635 ISSN, Wageningen.
- Benbrook, C.M., 2016. Trends in glyphosate herbicide use in the United States and globally. *Environmental Sciences Europe*, 28:3.
- Bento, C.P.M., Yang, X.M., Gort, G., Xue, S., van Dam, R., Zomer, P., Mol, H.G.J., Ritsema, C.J., Geissen, V., 2016. Persistence of glyphosate and aminomethylphosphonic acid in loess soil under different combinations of temperature, soil moisture and light/darkness. *Sci. Total Environ.* 572, 301–311.
- Borggaard, O.K., Gimsing, A.L., 2008. Review - Fate of glyphosate in soil and the possibility of leaching to ground and surface waters: a review. *Pest Manag. Sci.* 64, 441–456.
- Duke, S.O., Lydon, J., Koskinen, C.K.W., Moorman, B.T., Chaney, J.R., Hammerschmidt, R., 2012. Glyphosate Effects on Plant Mineral Nutrition, Crop Rhizosphere Microbiota, and Plant Disease in Glyphosate-Resistant Crops. *J Agric. Food Chem.* 60, 10375-10397.
- Eberbach, P., 1998. Applying non-steady-state compartmental analysis to investigate the simultaneous degradation of soluble and sorbed glyphosate (N-(phosphonomethyl)glycine) in four soils. *Pestic. Sci.* 52, 229–240.
- European Food Safety Authority (EFSA), 2013. Glyphosate Renewal Assessment Report of 18 December 2013. Rapporteur Member State (RMS): Germany, Co-RMS: Slovakia available on request at: <http://dar.efsa.europa.eu/dar-web/provision>.
- Gimsing, A.L., Borggaard, O.K., Bang, M., 2004b. Influence of soil composition on adsorption of glyphosate and phosphate by contrasting Danish surface soils. *Eur. J. Soil Sci.* 55, 183–191.
- Gimsing, A.L., Borggaard, O.K., Jacobsen, O.T., Aamand, J., Sorensen, J., 2004a. Chemical and microbiological soil characteristics controlling glyphosate mineralization in Danish surface soils. *Appl. Soil Ecol.* 27, 233–242.
- Keshteli, R.M., Farahbakhsh, M., Savaghebi, G.R., 2011. Adsorption behaviour of glyphosate in some citrus garden soils of Iran. *J. Environ. Agri. Food. Chem.* 10, 1943-1951.
- Klier, C., Grundmann, S., Gayler, S., Priesack, E., 2008. Modelling the environmental fate of the herbicide glyphosate in soil lysimeters. *Water Air Soil Pollut: Focus.* 8, 187-207.
- Landry, D., Dousset, S., Fournier, J.C., Andreux, F., 2005. Leaching of glyphosate and AMPA under two soil management practices in Burgundy vineyards (Vosne-Romanée, 21-France). *Environ. Pollut.* 138, 191-200.
- Mamy, L., Barriuso, E., Gabrielle, B., 2005. Environmental fate of herbicides trifluralin, metazachlor, metamitron and sulcotrione compared with that of glyphosate, a substitute broad spectrum herbicide for different glyphosate-resistant crops. *Pest Manag. Sci.* 61, 905-916.
- Muskus A.M., Krauss M., Miltner A., Hamer U., Nowak K.M., 2019. Effect of temperature, pH and total organic carbon variations on microbial turnover of ¹³C³ ¹⁵N-glyphosate in agricultural soil. *Sci. Tot. Env.*, 658: 697-707.
- Nguyen, N. K., Dörfler, U., Welzl, G., Munch, J. C., Schroll, R., Suhadolc, M., 2018. Large variation in glyphosate mineralization in 21 different agricultural soils explained by soil properties. *Science of the total environment*, 627: 544-552.
- Schroll, R., Becher, H.H., Dörfler, U., Gayler, S., Grundmann, S., Hartmann, H.P., Ruoss, J., 2006. Quantifying the effect of soil moisture on the aerobic microbial mineralization of selected pesticides in different soils. *Environ. Sci. Technol.* 40, 3305-3312.
- Silva, V., Montanarella, L., Jones, A., Fernández-Ugalde, O., Mol, H.G.J., Ritsema, C.J., Geissen, V., 2017. Distribution of glyphosate and aminomethylphosphonic acid (AMPA) in agricultural topsoils of the European Union. *Sci. Total Environ.*, in press, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.10.093>.
- Sørensen, S.R., Schultz, A., Jacobsen, O.S., Aamand, J., 2006. Sorption, desorption and mineralization of the herbicides glyphosate and MCPA in samples from two Danish soil and subsurface profiles. *Environ. Pollut.* 141, 184-194.

7

- Strange-Hansen, R., Holm, P.E., Jacobsen, O.S., Jacobsen, C.S., 2004. Sorption, mineralization and mobility of N-(phosphonomethyl)glycine (glyphosate) in five different types of gravel. *Pest Manag. Sci.* 60, 570-578.
- Suhadolc, M.; Schroll, R., Hagn, A.; Dörfler, U., Schloter, M.; Lobnik, F., 2010. Single application of sewage sludge – Impact on the quality of an alluvial agricultural soil. *Chemosphere* 81, 1536-1543.
- Von Wiren-Lehr, S., Komoša, D., Gläſgen, W.E., Sandermann, H., Scheunert, I., 1997. Mineralization of [¹⁴C]glyphosate and its plant-associated residues in arable soils originating from different farming systems. *Pestic. Sci.* 51, 436-442.
- Zhao B., Zhang J., Gong J., Zhang H., Zhang C. 2009. Glyphosate mobility in soils by phosphate application: Laboratory column experiments. *Geoderma*, 149: 290–297

UPORABA GEOINFORMACIJSKIH SISTEMOV V KMETIJSTVU KOT POMOČ PRI VAROVANJU VODA

David LEMBRICH¹, Alojz SREŠ², Peter OHS³

^{1,3}Bayer AG, Germany; ²Bayer d.o.o., Slovenia

IZVLEČEK

Preprečevanje razpršenih virov onesnaženja v kmetijstvu ima pomembno vlogo pri varovanju kakovosti voda. Najpomembnejša dejavnika razpršenih virov onesnaževanja voda sta erozija in odtekanje onesnažene vode s kmetijskih zemljišč. Slednje se pojavi še pred erozijo, zato ga včasih niti ne opazimo. Inovacije na področju računalništva omogočajo kmetom in svetovalcem tudi možnost vplivanja na zmanjšanje odtekanje vode in erozije tal s kmetijskih zemljišč in s tem tudi varovanje voda in optimiziranje kmetijske proizvodnje. Podjetje Bayer je v sodelovanju z Univerzo v Hamburgu in inženirji podjetja Geoinformationsservice iz Göttingena ter podjetja Feldwish razvilo program za natančno predvidevanje odtekanja vode s kmetijskih zemljišč, kar zmanjša tveganje onesnaževanja voda. Z uporabo modela SAGA (sistem za avtomatsko geoprostorsko analizo) upoštevamo in ocenimo z natančno prostorsko-časovno ločljivostjo najpomembnejše dejavnike, ki vplivajo na tveganje odtekanja vode s kmetijskih zemljišč (topografija, lastnosti tal, specifične vremenske razmere in pokritost tal s kmetijskimi rastlinami). Modeliranje poteka s pomočjo računalniško podprtega geografsko informacijskega sistema, ki je namenjen kmetom/svetovalcem kot pomoč pri odločanju za najboljšo kmetijsko prakso. Uporabnik lahko vnese v program natančne podatke zemljišča in tako poveča natančnost napovedi. Omenjeni program za varstvo voda je že bil predstavljen na tako imenovanih "Bayer Forward farms" v Belgiji, Nemčiji in na Nizozemskem. V prihodnje podjetje Bayer načrtuje predstavitev in uporabo modela z dodanim širokim nizom ukrepov, specifičnih za posamezno območje, še v Franciji, Avstriji, Švici, Španiji, Italiji in na Poljskem. Prvi rezultati kažejo, da lahko s pomočjo omenjenega programa omogočimo napredno in okolju prijazno kmetijsko proizvodnjo.

Ključne besede: SAGA model, geografski informacijski sistem, varovanje voda, napredno kmetovanje

ABSTRACT

USE OF A GEOINFORMATION SYSTEM (GIS) IN AGRICULTURE TO PROTECT WATER QUALITY

¹ Germany

² dr., Bravničarjeva 13, SI-1000 Ljubljana

³ Germany

Avoiding diffuse-source entry of agricultural inputs can play an important role in protecting water quality. The two most important factors determining diffuse inputs into water bodies are erosion and runoff. The latter usually occurs before erosion begins and thus often fails to be identified. Digital innovations can support farmers and/or advisors in reducing the impact of runoff/erosion on water quality and in optimizing agricultural production. In partnership with the University of Hamburg, the Geoinformation Service Göttingen and Feldwisch engineers, Bayer AG has developed a water protection advisory tool that allows precise estimations of runoff risk and supports risk mitigation measures. Using a SAGA-based physical-parametric modeling approach (System for Automated Geospatial Analysis), the major factors influencing runoff (topography, soil properties, site-specific weather conditions and crop coverage) are captured in order to evaluate runoff risk with precise spatio-temporal resolution. The model framework is embedded in a comprehensive Web-GIS environment. It is intended for use as a decision-support tool, offering best-practice recommendations to advisors / farmers. Using the data entry option, the user can enter plot-specific land use details in order to increase the accuracy of the forecasts. The water-protection advisory tool is already being demonstrated at Bayer Forward Farms in Belgium, Germany and the Netherlands. In a stepwise process, Bayer envisages the extension of the tool to further EU countries (France, Austria, Switzerland, Spain, Italy and Poland) and a modulation to US agro-environmental conditions including a broad set of site-specific Risk Mitigation Measures. Initial results indicate that the water-protection advisory tool can contribute significantly to resource-efficient and environmentally-friendly agricultural production.

10

Key words: SAGA model, geoinformation system, water protection, forward farming

1 UVOD

Nestrokovno ravnanje s kmetijskimi tlemi vodi do njihovega povečanja občutljivosti na okojske vplive in zmanjšanja proizvodnega potenciala. Izguba najrodovitnejše zgornje plasti tal zaradi erozije nedvoumno zmanjšuje ali celo uničuje pomembne lastnosti oz. aktivnost tal. Medtem ko procesi preoblikovanja kmetijstva v mnogih državah v razvoju spodbujajo stalni razvoj industrijskega kmetijstva in povečujejo izkoriščanje kmetijskih tal ter drugih naravnih virov, se v razvitih državah (npr. Evropa in Severna Amerika) že zavedamo pomena varovanja okolja. Temu primerno se spreminja tudi zakonodaja, ki poleg ostalega spodbuja tudi razvoj koristnih geoinformacijskih sistemov (GIS). Na področju ocenjevanja vodne erozije tal so GIS že dobro vzpostavljeni, uporabljamo pa jih lahko tudi na področju kmetijskega svetovanja.

Najpomembnejši razlog degradacije tal je vodna erozija. Odtekanje vode s kmetijskih tal poteka, tudi če vedno ni vidnih znakov erozije tal. Tako obstajajo številne nevidne možnosti onesnaženja sosednjih ekosistemov. Do onesnaženja vodnih virov lahko pride tudi zaradi sredstev za varstvo rastlin (SVR), raztopljenih v vodi, ki odteka s kmetijskih zemljišč. SVR lahko pridejo v vodna telesa s površinskim odtekanjem s kmetijskih zemljišč, z drenažo in pronicanjem v tla. Definicija svetovne zdravstvene organizacije (WHO) za onesnaženje vode pravi, da je onesnaženje vode vključitev katere koli druge snovi iz naravnih ali ostalih virov v vodno telo, zatorej vsaka sprememba naravne

kakovosti vode in sprememba do te mere, da voda več ni uporabna za njen osnovni namen. Z uporabo nadgrajenih GIS modelov lahko odtekanje vode s kmetijskih zemljišč tudi napovemo. Za to napoved je zelo pomembna nagnjenost zemljišča in vrsta tal, pokritost z rastlinsko odejo ter način rabe kmetijskih tal. Na podlagi tega znanja razvijamo GIS, ki bi omogočil napoved odtekanja in erozije tudi za manjše površine, v katerega bi zlahka vnašali potrebne podatke in bi bil prosto dostopen.

2 MATERIALI IN METODE

Oblikovanje in razvoj modela za odtekanje in erozijo s kmetijskih zemljišč zahteva kompromis med kompleksnostjo, doslednostjo in natančnostjo pristopa na eni strani, in minimalnimi zahtevami po vhodnih podatkih na drugi strani. Razpoložljivi vhodni podatki, kot so digitalno modeliranje oblike terena, regionalni klimatski podatki, lastnosti tal, način uporabe tal in vrsta posevka ter redno spremljanje odtekanja vode s kmetijskih zemljišč določajo praktično uporabnost modela. Z uporabo modela SAGA (sistem za avtomatsko geoprostorsko analizo) upoštevamo in ocenimo z natančno prostorsko in časovno ločljivostjo najpomembnejše dejavnike, ki vplivajo na tveganje odtekanja vode s kmetijskih zemljišč (topografija, lastnosti tal, specifične vremenske razmere in pokritost tal s kmetijskimi rastlinami).

Oblika terena neposredno določa poti odtekanja vode in vodne erozije tal. Zato moramo za natančno statistično napoved tudi uporabiti natančne podatke o lastnostih terena na določenem območju. Naklon in ostale lastnosti terena so osnovni podatki za nadaljnjo analizo terena, na podlagi katere se teren razdeli na majhne celice prispevnega območja z znanimi lastnostmi.

Odtekanje vode in vodna erozija s kmetijskih zemljišč sta močno odvisna od količine in intenzivnosti padavin. Prav tako pa tudi od potencialne evapotranspiracije, vodne kapacitete tal in trenutne nasičenosti tal z vodo.

Pomembna informacija za napoved odtekanja vode in vodne erozije s kmetijskih zemljišč so tudi podatki o tleh. Podatki o tleh obsegajo strukturo in teksturo tal, ter s tem povezano poroznost tal, in pedološki profil. Omenjene lastnosti vplivajo na vodno kapaciteto tal in gibanje vode v tleh na več načinov: gibanje vode po kapilarnem sistemu, odtekanje po površju tal in podtalno odtekanje nad neprepustnimi plastmi v tleh. V glavnem so podatki o tipih tal, teksturi in globini tal lahko dostopni, infiltracijsko sposobnost pa izračunamo s pomočjo podatka o nagnjenosti terena, teksturi tal in razmerja med peskom in glino v tleh.

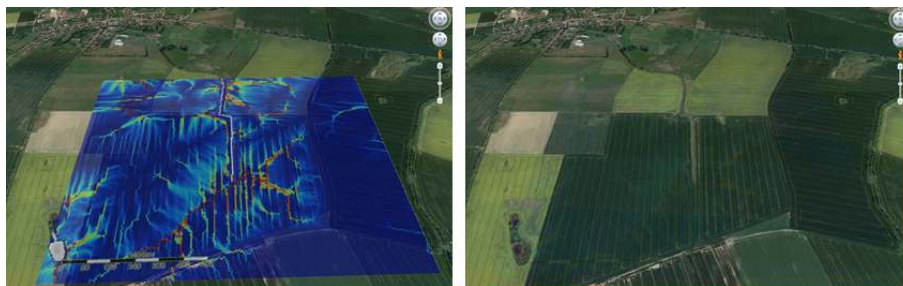
Naslednji dejavnik, ki vpliva na kapaciteto tal za vodo in odtekanje s kmetijskih zemljišč je način rabe tal in vrsta posevka. V primerjavi s klasično obdelavo z oranjem tal je odtekanje vode in vodna erozija manjša na zemljiščih, kjer izvajamo minimalno obdelavo ali pa izvajamo direktno setev. Vrsta posevka vpliva na odtekanje vode in vodno erozijo na dva načina: s koreninskim sistemom in nadzemnim delom preprečuje odtekanje vode in vodno erozijo, s pomočjo transpiracije pa vpliva na količino vode v tleh. Oba dejavnika sta odvisna predvsem od vrste posevka in razvojne stopnje rastlin.

Pomemben dejavnik znanstvene prognoze odtekanja in vodne erozije je tudi redn monitoring odtekanja vode s pomočjo merilnikov.

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

Razvoj in implementacija modela za odtekanje vode in vodne erozije s kmetijskih zemljišč temelji na zelo natančnem prostorskem predvidevanju odtekanja vode in vodne erozije ter spremljanju izvajanja agronomske prakse na poljih. Prav tako moramo za natančno delovanje modela stalno spremljati in primerjati dejanske rezultate z napovedanim odtekanjem vode in vodno erozijo tal. Samo na podlagi natančnih in ažuriranih podatkov lahko napovemo dneve, ko bo prišlo do površinskega odtekanja vode z določenega kmetijskega zemljišča. Vsekakor je lažje natančneje napovedati odtekanje vode z manjših zemljišč. Kljub močnejšim padavinam pa pride do odtekanja samo z zemljišč, kjer jakost padavin preseže infiltracijsko sposobnost tal. Odtekanje lahko zmanjšamo tudi s postavitvijo preprek (živa meja...). Računalniški modeli, ki napovedujejo odtekanje vode in vodno erozijo, obarvajo za lažje razumevanje in odločanje za varnostne ukrepe območja z različnim tveganjem z različno barvo.

12



Slika 1: Različno obarvana območja za različno tveganje za odtekanje vode in vodno erozijo tal.

Vzorec porazdelitve vodne erozije se nekoliko razlikuje od vzorca odtekanja vode s kmetijskih zemljišč. Poleg nagnjenosti terena vpliva na vodno erozijo tudi erodibilnost tal, koeficient erodibilnosti pa je pri različnih tipih tal različen. Tako napr. kažejo peščeno meljasta kambična nekoliko večjo erodibilnost kot ilovnata fluvialna tla.

V model SAGA je povezanih več GIS, ki so spletno podprti in so dober pripomoček tudi pri kmetijskem svetovanju. Ker jih lahko uporabljajo kmetijski svetovalci in kmetje, spletni GIS omogočajo tudi medsebojno primerjavo ukrepov za ublažitev in identifikacijo primernih zaščitnih strategij, ki bi ohranile vrednost kmetijskih zemljišč. Za določene pokrajine v Nemčiji lahko do programa napovedi odtekanja vode in vodne erozije tal s kmetijskih zemljišč pridemo na spletni strani Bayer Agrar Deutschland pod Gewässerschutzberater.

Za zmanjšanje tveganje odtekanja vode in vodne erozije tal s kmetijskih zemljišč ter s tem onesnaževanje voda s SVR in ostalimi snovmi, raztopljenih v vodi, lahko naštejemo nekaj konkretnih rešitev:

- povečanje infiltracijske sposobnosti s primerno obdelavo tal, da preprečimo zbijanje in izboljša-mo poroznost tal ,
- izbira primernih posevkov,

- vzpostavitev zelenih varovalnih pasov ob vodnih telesih, s katerimi upočasnimo tok in povečamo čas infiltracije odtekajoče vode, omogočimo večjo biodiverzitetu in pridobimo področja, kjer SVR niso uporabljena (zmanjšanje uporabe SVR blizu vodnih teles),
- izkop jam pred vodnimi telesi, kjer zadržimo odtekajočo vodo,
- optimalno namakanje...

Z izbiro najprimernejših rešitev lahko zmanjšamo odtekanje vode in vodno erozijo tal tudi do 100 %. Da bi dosegli ta rezultat, pa moramo kombinirati vsaj 3 različne aktivnosti.

4 ZAKLJUČEK

Osnova za ta članek je raziskovalno delo, ki so ga objavili Wendland in sod. (2016). V našem članku smo na kratko povzeli možnosti uporabe GIS za zmanjšanje odtekanja vode in vodne erozije tal s poljedelskih zemljišč. Natančno in poenostavljeno napoved nam omogočajo spletni GIS, povezani v model SAGA. V model SAGA je vključena velika množica podatkov o padavinah, reliefu terena, tipu tal, načinu uporabe tal in konstantnem merjenju odtekanja vode in vodne erozije tal na določenem območju. Če poznamo vodne poti na poljih, lahko z določenimi ukrepi za zmanjšanje tveganja tudi zmanjšamo možnost onesnaženja površinskih voda.

5 VIRI

Bayer Agrar Deutschland. Gewässerschutzberater. <https://agrar.bayer.de/de-DE> (15. mar. 2019)
Wendland S., Bock M., Böhner J., Feise D., Lembrich D. 2016. Towards the development of a GIS-based diagnosis tool for the spatially-explicit assessment of runoff and erosion risks on agricultural fields. Göttingen, GEOÖKO, 27: 139-164

**PRVI REZULTATI POLJSKEGA PREUČEVANJA VPLIVA
BAKTERIJSKEGA POSPEŠEVALCA RASTI (*Pseudomonas fluorescens* x
Azospirillum brasilense) NA POJAV ŠKODLJIVIH ORGANIZMOV IN
PRIDELEK KROMPIRJA IN PARADIŽNIKA**

Stanislav TRDAN¹, Filip VUČAJNK², Matej VIDRIH³, Tanja BOHINC⁴

¹⁻⁴Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Ljubljana

IZVLEČEK

V letih 2017 in 2018 smo v poljskih poskusih prvi v Evropi preučevali vpliv bakterijskega pospeševalca rasti (*Pseudomonas fluorescens* in *Azospirillum brasilense*) na pridelek krompirja in paradižnika in njuno občutljivost na okužbo z glivama *Phytophthora infestans* in *Alternaria solani*. Pri krompirju smo preučevali tudi občutljivost na napad koloradskega hrošča (*Leptinotarsa decemlineata*). V enem obravnavanju smo gomolje krompirja oz. sadike paradižnika pred sajenjem pomočili v bakterijsko suspenzijo, v drugem pa smo suspenzijo na gomolje/korenine sadik nanесли s škropljenjem ob sajenju. Delovanje bakterijskega pospeševalca rasti smo preučevali v primerjavi z netretiranimi gomolji/sadikami. V nadpovprečno vročem in suhem letu 2017 smo pri vseh treh sortah krompirja v obravnavanju, kjer smo gomolje pred sajenjem namočili v bakterijsko mešanico, potrdili pozitiven vpliv na pridelek (17-31 %). Med rastlinami v različnih obravnavanjih (namočeni gomolji, škropljeni gomolji, netretirani gomolji) nismo ugotovili pomembnih razlik v odpornosti/dovzetnosti na škodljive organizme, so se pa razlike v tem pogledu izrazile med sortami. V nadpovprečno mokrem letu 2018 smo na njivi, ki je bila dlje poplavljenega že pred vznikom, prav tako ugotovili pozitiven vpliv (32 %) bakterijske suspenzije na pridelek. Na paradižniku, katerega sadike smo pred sajenjem pomočili v bakterijsko suspenzijo, smo v letu 2018 ugotovili za 9 (obravnavanje s fungicidi, brez bakterije) do 13 % (obravnavanje brez fungicidov, brez bakterije) večji pridelek kot v drugih obravnavanjih, leto prej pa smo v obeh obravnavanjih z bakterijskim pospeševalcem rasti ugotovili skoraj dvakrat večji pridelek kot v obravnavanju 'netretirano' in za 1,3-1,5x manjšega kot v obravnavanju 'pozitivna kontrola', a zaradi neizenačenosti pridelka med obravnavanji (z izjemo med obravnavanjema 'pozitivna kontrola' in 'negativna kontrola') nismo potrdili signifikantnih razlik. V obeh letih je bil paradižnik, ki je bil pred sajenjem tretiran v bakterijsko suspenzijo signifikantno bolj okužen z glivo *A. solani* kot škropljeni paradižnik, a signifikantno manj kot paradižnik v obravnavanju 'netretirano', enaka razmerja med obravnavanji pa smo v letu 2018 ugotovili tudi pri okužbi z glivo *P. infestans*, ki se sicer v letu 2017 ni pojavila. Na

14

¹ prof. dr., Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana, e-mail: stanislav.trdan@bf.uni-lj.si

² doc., prav tam

³ doc., prav tam

⁴ znan. sod., dr., prav tam

podlagi rezultatov naših raziskav ugotovljamo, da ima preučevana bakterijska mešanica velik potencial pri zagotavljanju zadovoljivega pridelka krompirja v sušnih razmerah in nizki stopnji okužbe z glivičnimi boleznimi listov in napada škodljivih žuželk, medtem ko smo v mokrem letu 2018 pri paradižniku, katerega sadike smo pred sajenjem pomočili v bakterijsko mešanico, ugotovili večji skupni pridelek kot v ostalih treh obravnavanjih, v suhem letu 2017 pa je mešanica vplivala na manjšo okužbo listov in plodov z glivo *A. solani*, v primerjavi z obravnavanjem 'netretirano'.

Ključne besede: bakterijski pospeševalec rasti, *Pseudomonas fluorescens*, *Azospirillum brasilense*, Rhizoflo Premium, krompir, paradižnik, *Phytophthora infestans*, *Alternaria solani*, pridelek, poljski poskusi

ABSTRACT

FIRST RESULTS OF FIELD INVESTIGATION ON THE IMPACT OF PLANT GROWTH-PROMOTING BACTERIA (*Pseudomonas fluorescens* x *Azospirillum brasilense*) ON THE YIELD OF POTATO AND TOMATO, AND OCCURRENCE OF DISEASES AND PESTS

In 2017 and 2018, we conducted field experiments to test the influence of a mixture of two plant growth-promoting bacteria (*Pseudomonas fluorescens* and *Azospirillum brasilense*) on the yield of potato and tomato. In addition, the influence of the mixture on potato and tomato susceptibility to infection by the pseudofungus *Phytophthora infestans* and fungus *Alternaria solani* was investigated. We also studied the susceptibility of potato to attacks by the Colorado potato beetle (*Leptinotarsa decemlineata*). In one of the treatments in the experiments, the potato tubers and tomato seedlings were soaked in the suspension of bacteria, while in the other treatments the bacterial suspension was applied to the tubers and seedlings by spraying in the time of planting. The activity of plant growth-promoting bacteria was investigated in comparison with non-treated tubers/seedlings. In the unusually hot and dry year 2017, a positive influence on the yield (17-31 %) was found in all three varieties of potato, when the tubers were soaked in the bacterial mixture prior to planting. We observed no significant differences in potato resilience/susceptibility to harmful organisms among the different treatments (soaked tubers, sprayed tubers, untreated tubers); however, there were significant differences in the productivity between the varieties. In the unusually wet year 2018, we confirmed the positive impact (32 %) of bacterial mixture on the yield also in the field, which was flooded before emergence of potato plants. In the tomato, which seedlings were soaked in the suspension of bacteria before planting, we established from 9 (treatment with fungicides without bacterial suspension) to 13 % (treatment without fungicides and bacterial suspension) higher yield of fruits than in other treatments in 2018, while in 2017 in both treatments with bacterial mixture we confirmed almost twice higher yield than in treatment 'non-treated', and 1.3-1.5-fold lower yield than in treatment 'positive control'. However because of the unequalized yield among the treatments (with the exception between the treatments 'positive control' and 'negative control') we did not confirm significant differences. In both years, the tomato, which were treated before planting with bacterial mixture, were significantly more infected with the fungus *A. solani* in comparison with the plants, which were sprayed with fungicides, however the same plants were significantly less infected than non-

treated plants. The same relations among the treatments were confirmed for the fungus *P. infestans* in 2018, which did not occur in 2017 otherwise. Based on the results of our investigations the can establish that the bacterial mixture used in this study has a high potential to support satisfactory potato yields under dry conditions and under low levels of infection by foliar fungal diseases and attacks by foliar insects. In rainy year 2018, we confirmed the higher yield of tomato in the plants, which were soaked in the bacterial suspension before planting, while in dry year 2017, compared to non-treated plants, the bacterial mixture showed an impact to lower infection of the leaves and fruits of tomato with the fungus *A. solani*.

Keywords: plant growth-promoting bacteria, *Pseudomonas fluorescens*, *Azospirillum brasilense*, Rhizoflo Premium, potato, tomato, *Phytophthora infestans*, *Alternaria solani*, yield, field trials

1 UVOD

Krompir in paradižnik sta v Sloveniji priljubljeni gojeni rastlinski vrsti. Prebivalec naše države na leto v povprečju zaužije 68 kg krompirja, stopnja samooskrbe s to poljščino pa znaša le 50 %. O tovrstnih podatkih za paradižnik ne razpolagamo, znano pa je, da povprečna poraba zelenjave znaša 113 kg/prebivalca, pri čemer je stopnja samooskrbe 39 %. V Sloveniji so ugodne podnebne razmere za pojav, širjenje in veliko stopnjo škodljivosti različnih vrst škodljivih organizmov, pri čemer se na Oddelku za agronomijo Biotehniške fakultete v zadnjih 30 letih ukvarjamo predvsem s preizkušanjem okoljsko sprejemljivih načinov zatiranja škodljivcev in bolezní. Na krompirju in paradižniku, gojenem na prostem, smo tako doslej v tej zvezi preizkušali zlasti možnosti tovrstnega zatiranja krompirjeve oz. paradižnikove plesni (*Phytophthora infestans*), črne listne pegavosti krompirja oz. paradižnika (*Alternaria solani*), samo na krompirju pa še koloradskega hrošča (*Leptinotarsa decemlineata*) in strun (*Agriotas* spp.) (Laznik *et al.*, 2010; 2014; Bohinc *et al.*, 2015, 2019). V zadnjih letih precej raziskovalne pozornosti namenjamo poljskemu preizkušanju sredstev za krepitev rastlin, pospeševalcev rasti, hranil z regulatornimi učinki in drugih okoljsko sprejemljivih snovi na škodljivce in povzročitelje bolezní (Bohinc *et al.*, 2018; Trdan *et al.*, 2019).

V pričujočem prispevku predstavljamo prve domače rezultate preučevanja vpliva bakterijskega pospeševalca rasti iz Argentine na pojav škodljivih organizmov in pridelek krompirja in paradižnika. Gre za pripravek Rhizoflo Premium®, ki je mešanica bakterij *Pseudomonas fluorescens* in *Azospirillum brasilense* in ga proizvajalec CKC iz Buenos Airesa v južni in severni Ameriki že dlje prodaja kot naravno gnojilo v poljščinah (koruza, žita, soja...).

2 MATERIALI IN METODE

2.1 Poljski poskusi

Poljski poskusi so potekali v letih 2017 in 2018 na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani.

2.1.1 Krompir

Prvo leto je poskus s krompirjem potekal na površini 1279,8 m², pri čemer je bila poskusna parcela dolga 71,1 m in široka 18 m. Sorta 'Morgana' je bila posajena v 12 vrstah, sorti 'Sunita' in 'Primabelle' pa v šestih vrstah. Pri vsaki sorti je bil v 1/3 vrst posajen krompir, ki je bil predhodno namočen v pripravek Rhizoflo Premium® (0,6 l pripravka v 20 l vode ali 3 % konc.), v 1/3 vrst je bil posajen krompir, ki smo ga ob sajenju poškropili s pripravkom Rhizoflo Premium® (0,18 l pripravka v 6 l vode ali 3 % konc.), v 1/3 vrst pa je bil posajen krompir, ki ni bil tretiran s pripravkom Rhizoflo Premium®. Poskus je potekal v treh blokah, rastline v vseh obravnavanjih pa so bile škropljene enako. V letu 2018 smo poskus s krompirjem izvedli na 145,44 m² veliki njivi. Poskusna parcela je bila dolga 48,5 m in široka 3 m. Sorta 'Natascha' je bila posajena v 8 vrstah. Poskusno površino smo razdelili v tri bloke, znotraj katerih smo razporedili dve obravnavanji. Prvo obravnavanje so predstavljali gomolji namočeni v pripravek Rhizoflo Premium®, drugo obravnavanje pa so predstavljale kontrolne rastline, ki so zrastle iz netretiranih gomoljev.

Semenski krompir za prvo leto poskusa nam je v poskusne namene posredovalo podjetje Roko d.o.o. iz Hoč. Sorta 'Morgana' je bila posajena na površini 639,9 m², sorta 'Sunita' na 319,95 m² in sorta 'Primabelle' na 319,95 m². Semenski krompir za drugo leto poskusa nam je v poskusne namene posredovalo podjetje KŽK Cerklje (Cerklje na Gorenjskem).

17

Preglednica 1: Agrotehnična dela v poskusu s krompirjem leta 2017.

KDAJ	Delo
Začetek aprila	Gnojenje pri pripravi tal 500 kg NPK 7-20-30/ha
13.4.2017	Sajenje krompirja
24.4.2017	Škropljenje s herbicidom Sencor (0,75 l/ha, poraba vode 300 l/ha) [pred vznikom krompirja]
25.5.2017	Gnojenje pred okopavanjem in osipavanjem (198 kg KAN/ha oz. 53 kg N/ha*)
25.5.2017	Okopavanje in osipavanje
14.6.2017	Škropljenje z insekticidom Biscaya (0,3 l/ha, poraba vode 400 l/ha)
26.6.2017	Škropljenje s fungicidi ORTIVA (0,5 l/ha) + ANTRACOL COMBI (2,5 kg/ha) + SHIRLANE (0,4 l/ha), poraba vode 400 l/ha
7.7.2017	Škropljenje s fungicidi ORTIVA (0,5 l/ha) + ANTRACOL COMBI (2,5 kg/ha) + SHIRLANE (0,4 l/ha), poraba vode 400 l/ha
19.7.2017	Škropljenje s fungicidi ORTIVA (0,5 l/ha) + SHIRLANE (0,4 l/ha) in insekticidom ACTARA 25 WG (80 g/ha), poraba vode 400 l/ha
17.8.	IZKOP krompirja
21.-22.8.	Tehtanje in frakcioniranje pridelka

*načrtno smo uporabili zmanjšan odmerek, 1/3 priporočenega za srednje zgodnje do srednje pozne sorte, saj smo v poskusu preučevali delovanje bakterij, ki pospešujejo rast rastlin

Preglednica 2: Agrotehnična dela v poskusu s krompirjem leta 2018.

KDAJ	Delo
22.4.2018	Gnojenje pri pripravi tal 500 kg NPK 7-20-30/ha
23.4.2018	Sajenje krompirja
30.4.2018	Škropljenje s herbicidom Sencor (0,75 l/ha, poraba vode 300 l/ha) [pred vznikom krompirja]

19.6.2018	okopavanje in osipavanje
16.8.2018	Pobiranje krompirja in tehtanje pridelka

V poskusu smo spremljali obseg okužbe rastlin z dvema glivama, povzročiteljema krompirjeve plesni (*Phytophthora infestans*) in črne listne pegavosti krompirja (*Alternaria solani*). Obseg okužbe s črno listno pegavostjo (*Alternaria solani*) in krompirjevo plesnijo (*Phytophthora infestans*) smo ocenjevali po 5-stopenjski EPPO (OEPP/EPPO, 1997) lestvici, kjer ocena 1 predstavlja rastlino brez okužbe, 2=1-5% okužene listne površine, 3=6-10 % okužene listne površine, 4=11-20 % okužene listne površine, 5=21-50% okužene listne površine. Ocenjevanje obsega okužbe listov in štetje različnih razvojnih stadijev koloradskega hrošča (Laznik *et al.*, 2010) je potekalo na petih zaporednih rastlinah na vsaki od parcel.

Po pobiranju smo gomolje krompirja pri sortiranju razdelili v tri frakcije; drobno (pod 4 cm), srednjo (med 4 in 5 cm debeline) in debelo (nad 5 cm debeline).

2.1.2 Paradižnik

Prvo leto je poskus potekal na 57,2 m² veliki parceli. Parcela je bila razdeljena na dve gredi (dolžina in širina vsake grede sta bili 26 m in 1,10 m). Drugo leto je poskus potekal na površini 31,35 m², in sicer na eni gredi z dolžino 28,5 m in širino 1,10 m. V obeh letih smo poskusno zemljišče razdelili v 2 bloka, znotraj katerih smo naključno razporedili 4 obravnavanja, in sicer: 1) pozitivna kontrola, 2) negativna kontrola, 3) rastline, ki so bile pred sajenjem pomočene v suspenzijo pripravka Rhizoflo Premium® in 4) rastline, katerih neposredna bližina je bila ob sajenju poškrpljena s suspenzijo pripravka Rhizoflo Premium®. Rastline, ki so bile tik pred sajenjem pomočene v pripravek Rhizoflo Premium® smo v 2,5 % suspenziji pripravka (25 ml v 1 l vode) namakali 2-3 minute. V obravnavanju, kjer smo neporedno bližino rastlin škropili s pripravkom, smo prav tako uporabili 2,5 % koncentracijo. Posamezno obravnavanje je vsebovalo 24 rastlin. Rastline v pozitivni kontroli smo 10.7.2017 in 11.8.2017 poškrpili s fungicidom Ortiva, v koncentraciji 2,5 ml/5 l vode. Rastline v pozitivni kontroli smo 10.7.2018, 13.7.2018 in 11.8.2018 škropili s fungicidom Ortiva, v koncentraciji 2,5 ml/5 l vode. 5. 7. smo obravnavanja 'Rh namočeno' in 'Rh škropljeno' škropili s 50 % koncentracijo fungicida Ridomil Gold Pepite, pozitivno kontrolo pa smo škropili s 100 % koncentracijo omenjenega fungicida. 13.7.2018 smo obravnavanja 'Rh namočeno' in 'Rh škropljeno' škropili s 50 % koncentracijo fungicida Ortiva.

Sadike paradižnika sorte 'Volovsko srce' smo vzgojili sami v rastlinjaku Oddelka za agronomijo Biotehniške fakultete. Presajanje na prosto je potekalo 1.6.2017 in 17.5.2018. Rastline smo sadili na sadilno razdaljo 0,5 x 0,5 m.

Obseg okužbe s črno listno pegavostjo (*Alternaria solani*) in paradižnikovo plesnijo (*Phytophthora infestans*) smo ocenjevali po 5-stopenjski EPPO (OEPP/EPPO, 1997) lestvici, kjer ocena 1 predstavlja rastlino brez okužbe, 2=1-5% okužene listne površine, 3=6-10 % okužene listne površine, 4=11-20 % okužene listne površine, 5=21-50% okužene listne površine). Pojava krompirjeve plesni v poskusu v letu 2017 nismo zabeležili. Tehtanje pridelka in ocenjevanje obsega okužbe listov in plodov je potekalo na rastlinah v sredini posameznega obravnavanja.

Ocenjevanje okužbe je potekalo v 10-dnevnih intervalih med rastno dobo. S pobiranjem pridelka smo leta 2017 začeli 26. julija, in smo nato nadaljevali 2.8., 9.8., 11.8., 16.8., 18.8 in 30.8. Pridetek smo pobirali še v septembru, vendar omenjeno (tudi pri indeksu

okužbe z glivo *A. solani*) ni vključeno v statistično analizo. Leta 2018 smo s pobiranjem pridelka začeli 18. julija, in nato nadaljevali 23. julija, 26. julija, 5. avgusta, 13. avgusta in 22. avgusta.

2.1.3 Bakterija *Pseudomonas fluorescens*

Proizvajalec navaja, da ta bakterija vpliva na boljšo dostopnost talnega fostorja, in sicer: 1) s tvorbo organskih kislin (citronska, oksalna, glukonska) vpliva na pH tal in s tem na boljšo (dos)topnost anorganskih fosfatov v talni raztopini, 2) z encimom fosfatazo vplivajo na rahljanje estrskih vezi fosfatov in intenzivnejše sproščanje iz organske snovi v talno raztopino. Posledica delovanja bakterije je večja količina fosfatov, ki so v talni raztopini na voljo koreninam/rastlinam. Bakterija naj bi vplivala tudi na vzpodbuditev sistemične odpornosti (na patogene) pri rastlinah, tvorbo sideroforov (snovi, ki jih proizvaja veliko mikroorganizmov, da iz okolja pridobijo železo) in tvorbo snovi (antibiotiki, vodikov cianid), ki vplivajo antagonistično na talne patogene.

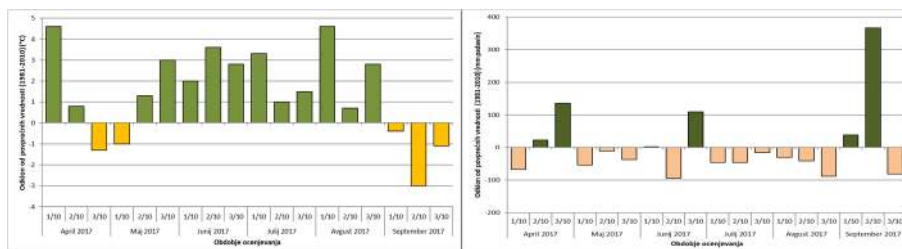
2.1.4 Bakterija *Azospirillum brasilense*

Po navedbah proizvajalca ta vrsta vpliva na fiksacijo atmosferskega dušika in tvorbo fitohormonov in drugih rastnih regulatorjev. Tako bakterija vpliva na sproščanje snovi, ki pospešujejo rast rastlin (indol očetna kislina, citokinini, giberelini), ki jih absorbirajo korenine in na povečevanje gostote in dolžine koreninskih laskov lateralnih korenin, s čimer se poveča prostornina koreninskega sistema. To je prednost na območjih ali v obdobjih z manj padavinami. Posledica delovanja bakterije *A. brasilense* je delno pokrivanje potreb rastlin po dušiku kot dopnilo organskim ali rudninskim gnojilom.

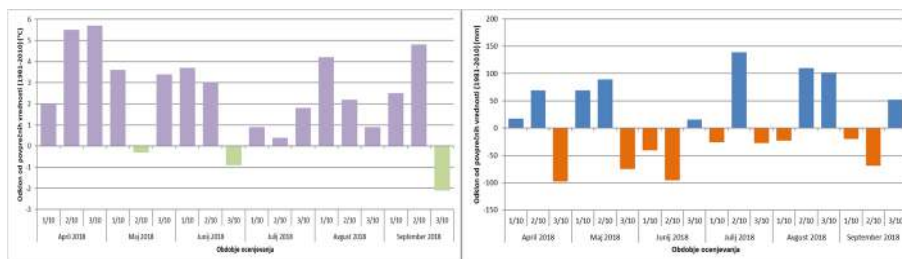
2.1.5 Mešanica *Pseudomonas fluorescens* x *Azospirillum brasilense*

Obe vrsti bakterij v mešanici vplivata na tvorbo snovi, ki pospešujejo rast rastlin, katerih glavne prednosti so: 1) stimulacija kalitve semena; 2) pospešitev rasti rastlin, zlasti v zgodnejših razvojnih stadijih, 3) hitrejše oblikovanje korenin z vplivom na sproščanje hormonov (avksini, giberelini, citokinini) vplivajo na tvorbo aminokislin in drugih snovi, ki pospešujejo rast rastlin, 4) večja toleranca rastlin na stres z vplivom na večjo prostornino koreninskega sistema, 5) vpliv na večji pridelek in večji delež suhe snovi. Pogoj za delovanje navedene bakterijske mešanice je zadostna koncentracija bakterij v območju korenin in dovolj organske snovi v tleh.

2.1.6 Vremenske razmere v letih 2017 in 2018

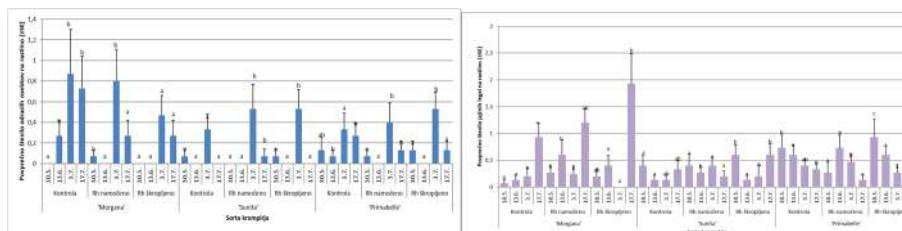


Slika 1: Odstopanja temperature zraka (levo) in padavin (desno) po dekadah v letu 2017 od dolgoletnega povprečja (1981-2010).



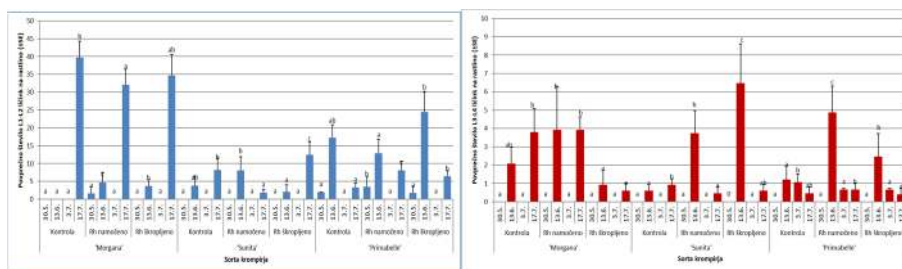
Slika 2: Odstopanja temperature zraka (levo) in padavin (desno) po dekadah v letu 2018 od dolgoletnega povprečja (1981-2010).

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

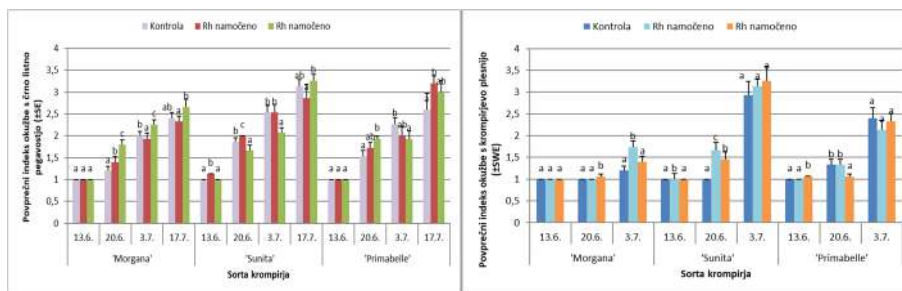


Slika 3: Povprečno število odraslih osebkov (levo) in jajčnih legel (desno) kolaradskega hrošča/rastlino na treh sortah krompirja glede na obravnavanje v letu 2017.

20

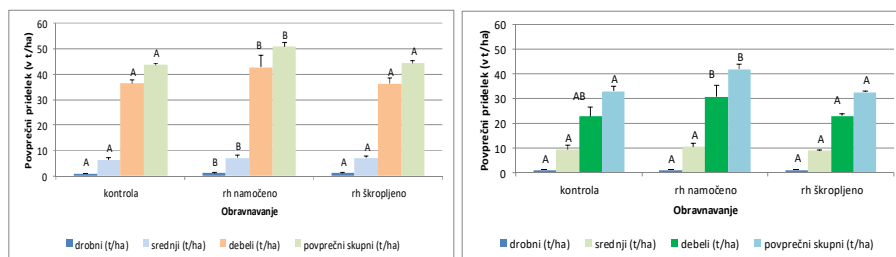


Slika 4: Povprečno število mladih (levo) in starejših ličink (desno) kolaradskega hrošča/rastlino na treh sortah krompirja glede na obravnavanje v letu 2017.

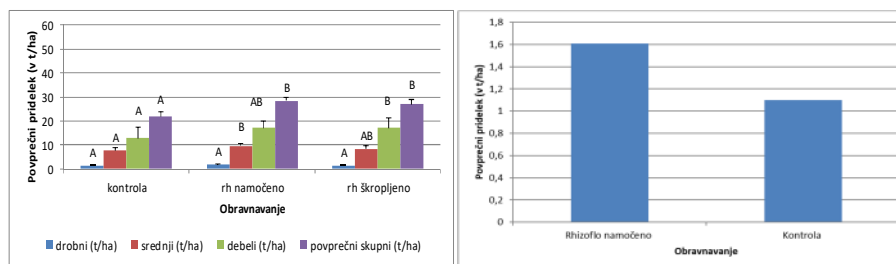


Slika 5: Povprečni indeksi okužbe listov treh sort krompirja z glivama *Alternaria solani* in *Phytophthora infestans* glede na obravnavanje v letu 2017.

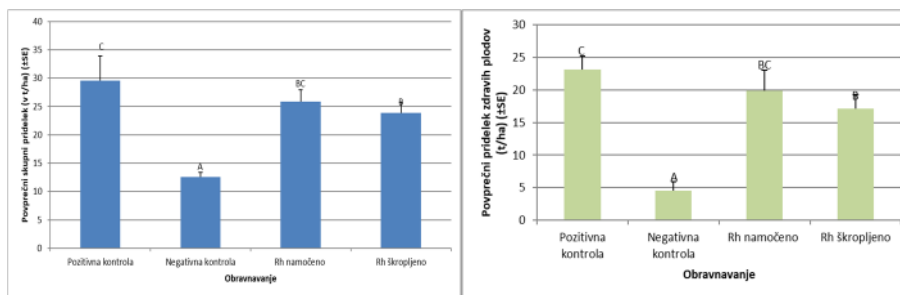
21



Slika 6: Povprečni pridelek sort 'Morgana' (levo) in 'Sunita' (desno) po posameznih frakcijah krompirja glede na obravnavanje (črke prikazujejo razlike znotraj iste frakcije gomoljev med posameznimi obravnavanji) v letu 2017.

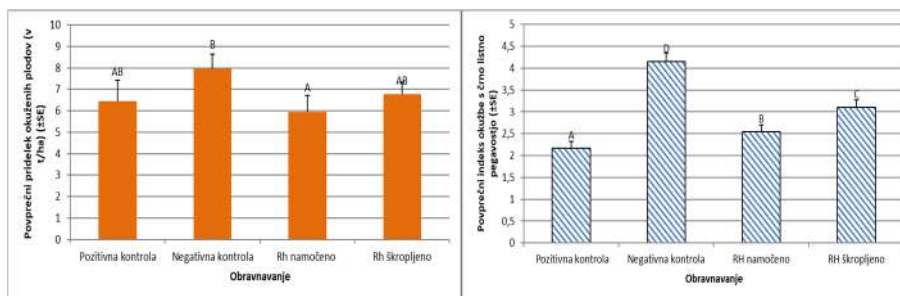


Slika 13: Povprečni pridelek sort 'Primabelle' (levo) po posameznih frakcijah krompirja glede na obravnavanje (črke prikazujejo razlike znotraj iste frakcije gomoljev med posameznimi obravnavanji) v letu 2017 in 'Natascha' glede na obravnavanje v letu 2018 (desno).

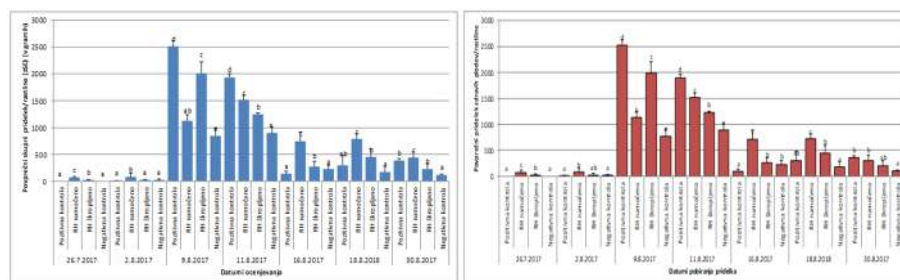


Slika 15a: Povprečni skupni pridelek paradižnika (levo) in pridelek zdravih plodov (desno) glede na obravnavanje v letu 2017.

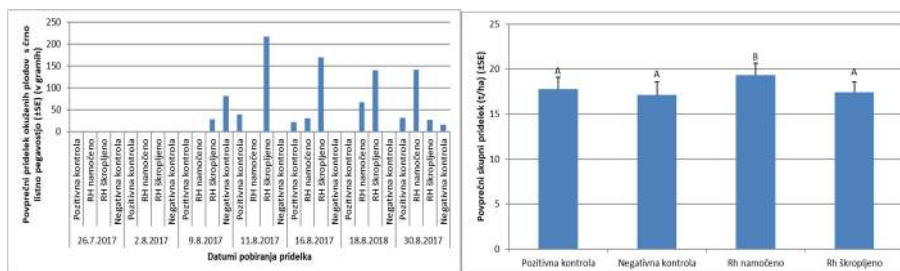
22



Slika 15c: Povprečni pridelek okuženih plodov paradižnika in povprečni indeks okužbe s črno listno pegavostjo paradižnika (*Alternaria solani*) glede na obravnavanje v letu 2017.

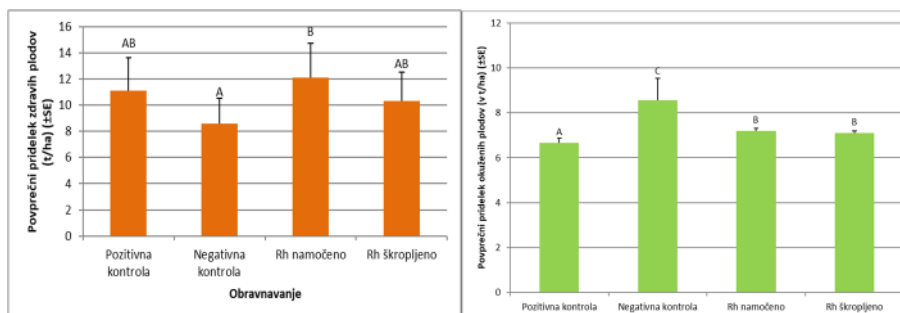


Slika 17a: Povprečni skupni pridelek paradižnika (levo) in pridelek zdravih plodov po dnevih obiranja (levo) in po datumi obiranja (desno) glede na posamezno obravnavanje (črke prikazujejo razlike med posameznimi obravnavanji) v letu 2017.

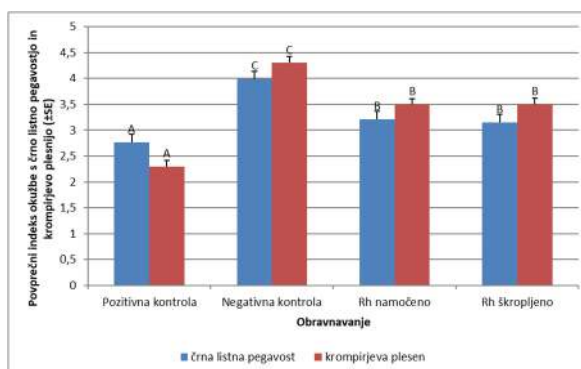


Slika 17c: Povprečni pridelek okuženih plodov paradižnika (levo) po dnevih obiranja glede na posamezno obravnavanje (črke prikazujejo razlike med posameznimi obravnavanji) v letu 2017 in povprečni skupni pridelek paradižnika glede na obravnavanje v letu 2018 (desno).

23



Slika 18b: Povprečni pridelek zdravih (levo) in okuženih plodov (desno) paradižnika glede na obravnavanje v letu 2018.



Slika 19: Povprečni indeks okužbe listov paradižnika z glivama *Alternaria solani* in *Phytophthora infestans* glede na posamezno obravnavanje (črke prikazujejo razlike med posameznimi obravnavanji) v letu 2018.

4 SKLEPI

- v nadpovprečno vročem in suhem letu 2017 je bakterijska mešanica (namočeni gomolji) vplivala na 17-31 % višji pridelek krompirja
- med namočenimi, poškopljenimi in netretiranimi gomolji nismo ugotovili razlike v občutljivosti/odpornosti na preučevane škodljive organizme
- v razmerah (2017) srednje močne okužbe z glivo *Alternaria solani* (20 % okužene listne površine) je pripravek RP vplival na okrog 2x večjo produktivnost v primerjavi z netretiranimi rastlinami, pridelek zdravih plodov pa je bil primerljiv s pozitivno kontrolo
- v obeh letih je bil paradižnik v obravnavanjih z RP na listih bolj okužen z obema glivama kot paradižnik v pozitivni kontroli, a manj kot paradižnik v negativni kontroli, pridelek zdravih plodov pa je bil primerljiv med pozitivno kontrolo in obravnavanjem RP

5 ZAHVALA

Za pripravek Rhizoflo Premium, ki smo ga preizkušali v raziskavi, se zahvaljujemo Andreju (Andreju) Kocmurju, predsedniku podjetja CKC iz Buenos Airesa, za semenski krompir, uporabljen v prvem letu raziskave, podjetju Roko d.o.o. iz Hoč, za fungicide pa podjetju Syngenta Slovenija.

6 LITERATURA

24

- Bohinc, T., Žnidarčič, D., Trdan, S. 2015. Comparison of field efficacy of four natural fungicides and metiram against late blight (*Phytophthora infestans* [Mont.] de Bary) on tomato - short communication. Horticultural Science, 42, 4: 215-218.
- Bohinc, T., Horvat, A., Andrić, G., Pražić Golić, M., Kljajić, P., Trdan, S. 2018. Comparison of three different wood ashes and diatomaceous earth in controlling the maize weevil under laboratory conditions. Journal of Stored Products Research, 79: 1-8.
- Bohinc, T., Vučajnk, F., Trdan, S. 2019. The efficacy of environmentally acceptable products for the control of major potato pests and diseases. Žemdirbyste, 106, 2: 135-142.
- Laznik, Ž., Tóth, T., Lakatos, T., Vidrih, M., Trdan, S. 2010. Control of the Colorado potato beetle (*Leptinotarsa decemlineata* [Say]) on potato under field conditions: a comparison of the efficacy of foliar application of two strains of *Steinernema feltiae* (Filipjev) and spraying with thiametoxam. Journal of plant diseases and protection, 117, 3: 129-135.
- Laznik, Ž., Trdan, S., Vučajnk, F., Bohinc, T., Vidrih, M. 2014. Cruciferous plants' use as biofumigants in potato against wireworms. Acta agriculturæ Scandinavica. Section B, Soil and plant science, 64, 7: 606-614.
- Trdan, S., Vučajnk, F., Bohinc, T. 2019. The effects of different combinations of products Mineral on the primary potato diseases and pests and on the yield of tubers. V: IUPAC 2019, Ghent, Belgium, May 19-24, 2019, str. 49.

OBČUTLJIVOST HIBRIDOV KORUZE NA NAPAD KORUZNE VEŠČE (*Ostrinia nubilalis* [Hübner])

Marjeta MIKLAVC¹, Jože MIKLAVC², Draga ZADRAVEC³, Timotej HORVAT⁴,
Katarina KRESNIK⁵, Boštjan KRISTAN⁶, Martina GOMZI⁷, Boštjan MATKO⁸,
Miro MEŠL⁹, Leonida LEŠNIK¹⁰

¹⁻¹⁰KGZS, Kmetijsko gozdarski zavod Maribor, Maribor

IZVLEČEK

V SV Sloveniji na koruzi (*Zea mays* L.) opažamo čedalje večjo gospodarsko škodo, nastalo zaradi koruzne veščice (*Ostrinia nubilalis* [Hübner]). Koruzna veščica povzroča poškodbe na steblih koruze, v katere se gosenica zavrtja, rastline koruze se posledično lomijo. Gosenice se zavrtajo v storže koruze, zaradi ran se na storžih pojavijo različne plesni iz rodov *Fusarium* in *Aspergillus*. Na različnih hibridih koruze smo ovrednotili napadenost koruzne veščice na steblih in storžih na Ptujsko - Dravskem polju in v Slovenski Bistrici. V letu 2017 je bil ovrednoten poskus na Ptujju, kjer je bilo posejanih 36 hibridov koruze. Povprečen napad na steblih je bil 26 %, na storžih pa 31 %. Rezultati poskusa so pokazali, da obstajajo razlike pri posameznih hibridih. V letu 2018 smo ovrednotili poskus s koruznimi hibridi v Rošnji na Dravskem polju, kjer so lažja tla in je bila setev koruze opravljena pozno. Rezultati so pokazali razlike med posameznimi hibridi, povprečen napad na steblih je bil 88 % ter na storžih 83 %, ocenjenih pa je bilo 40 hibridov koruze. V Slovenski Bistrici je bil napad koruzne veščice na različnih hibridih koruze manjši, povprečni napad na steblih je bil 20 %, na storžih pa 23 %; ocenjenih je bilo 49 hibridov koruze. Na tej lokaciji so tla težja in setev je bila opravljena v optimalnem času. Pri opazovanju njiv koruze v jesenskem času na Ptujsko Dravskem polju na lahkih tleh je ogromno posevkov koruze polomljenih, kar so prvi znaki napada zaradi veščice. Pridelovalcem priporočamo naj koruzne ostanke dobro zmulčijo, zaorjejo, ter naj ne puščajo koruze na njivah še v spomladanskem času, ko prihaja do izleta veščice.

Ključne besede: hibridi, koruza, koruzna veščica, *Ostrinia nubilalis*, SV Slovenija

¹ univ. dipl. inž. kmet., Vinarska ulica 14, SI-2000 Maribor

² mag., univ. dipl. inž. kmet, prav tam

³ univ. dipl. inž. kmet., prav tam

⁴ mag. kmet., prav tam

⁵ univ. dipl. inž. kmet., prav tam

⁶ univ. dipl. inž. kmet., prav tam

⁷ mag. kmet., prav tam

⁸ mag. univ. dipl. inž. kmet., prav tam

⁹ univ. dipl. inž. kmet., prav tam

¹⁰ mag. inž. hort., prav tam

ABSTRACT

SENSITIVITY OF MAIZE HYBRIDS TO THE ATTACK OF EUROPEAN CORN BORER (*Ostrinia nubilalis* Hübner)

In the NE Slovenia we noticed the increased rate of economic damage caused by European corn borer due to the presence of corn moths. The damage is mostly present on the stems and on the ears, where the various different infections are possible. In years 2017 and 2018 we evaluated the level of attack of European corn borer on different maize hybrids on location Turnišče near Ptuj and in year 2018 on locations Rošnja and Slovenska Bistrica. We have evaluated the level of attack on stems and ears. In the year 2017 36 hybrids of the maize and in 2018 40 in location Rošnja and in Slovenska Bistrica 49 hybrids were evaluated. In the year 2017 the average attack on the stem was 26 % and on the ear was 31 %. In 2018 on location Rošnja, where the soil is sandy loam, the average attack of the stem was 88 %, and on the ears 83 %. In the location Slovenska Bistrica the attack on the stem was 20 %, and on the ears 23 %. The main reason that for the low percentage of attack, was that the soil on location Slovenska Bistrica is loamy clay and according to our experience the level of attack is usually smaller as on the fields with sandy loam type of soil.

Key words: European corn borer, hybrids, maize, NE Slovenia, *Ostrinia nubilalis*

26

1 UVOD

Koruza je v SV Sloveniji gospodarsko pomembna poljščina, prideluje se je na 40 % njiv. Med gospodarsko pomembne škodljivce koruze, poleg koruznega hrošča, spada koruzna večča (*Ostrinia nubilalis* [Hübner]). V SV Sloveniji na koruznih njivah opazamo čedalje večjo gospodarsko škodo, nastalo zaradi koruzne večče (*Ostrinia nubilalis* [Hübner]). Spomladi opazamo na mladih rastlinah koruze značilne okrogle izjede, ki jih povzročajo gosenice prvega rodu. Poleti in jeseni povzročajo gosenice poškodbe na steblih koruze, v katere se zavrtajo, vidne so izvrtine na steblih koruze, stebela se posledično lomijo. Gosenice se zavrtajo tudi v storže koruze, zaradi ran se na storžih pojavijo različne plesni iz rodov *Fusarium* in *Aspergillus*. Prezimijo gosenice v ostankih stebela in oklaskih koruze. Namen raziskave je bil oceniti napad koruzne večče na različnih hibridih koruze, na treh različnih lokacijah v SV Sloveniji, v letih 2017 in 2018.

2 MATERIALI IN METODE

Raziskavo smo izvedli na treh lokacijah; v letu 2017 na poskusnem polju Biotehniške šole Ptuj na posestvu v Turniščah, v letu 2018 na Dravskem polju v Rošnji ter v Slovenski Bistrici.

Splošni podatki o poskusu na Ptuj v letu 2017 so:

Poskus se je izvajal na lahkih peščeno – ilovnatih tleh, predkultura je bila ozimna pšenica z dosevkom detelje. Pred setvijo je bilo izvedeno oranje in predsetvena

Obdelava, setev koruze je bila opravljena 21. 4. 2017, z 36 hibridi koruze. Izvedeno je bilo osnovno gnojenje z 90 kg UREE/ha ter dognojevanje 15. 6. 2018 z 170 kg KAN/ha. Varstvo pred pleveli je bilo izvedeno s herbicidom Adengo 0,4 l/ha. Velikost njive je 5 ha, velikost posamezne parcele s posejanim hibridom je bila 3 ar. Ocenjevanje smo izvedli 12. oktobra 2017, v polni zrelosti koruze; ocenili smo 4 krat po 20 rastlin na različnih pozicijah, skupno 80 rastlin na posamezen hibrid. Opravljena je bila statistična analiza: Student-Newman-Keuls test.

Splošni podatki o poskusu v Rošnji na Dravskem polju v letu 2018 so:

Poskus se je izvajal na srednje lahkih peščeno – ilovnatih tleh, predkultura je bila ozimna pšenica, dosevek pa mnogocvetna ljujka. Pred setvijo je bilo izvedeno oranje in predsetvena obdelava, setev koruze je bila opravljena 8. 5. 2018, z 40 hibridi koruze. Izvedeno je bilo osnovno gnojenje z 20 m³ goveje gnojevke/ha ter dognojevanje 6. 6. 2018 z 290 kg KAN/ha. Varstvo pred pleveli je bilo izvedeno s herbicidom Lumax 4 l/ha. Velikost njive je bila 1,40 ha, velikost posamezne parcele s posejanim hibridom je bila 3 ar. Ocenjevanje smo izvedli 24. septembra 2018, v polni zrelosti koruze; ocenili smo 4 krat po 20 rastlin na različnih pozicijah, skupno 80 rastlin na posamezen hibrid. Opravljena je bila statistična analiza: Student-Newman-Keuls test.

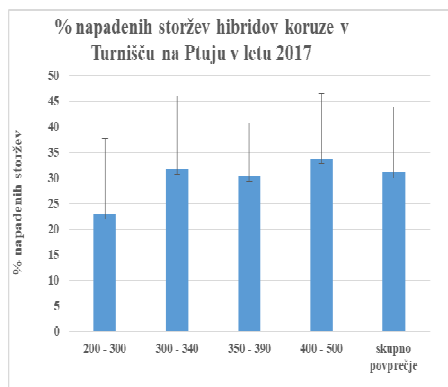
Splošni podatki o poskusu v Slovenski Bistrici v letu 2018 so:

Poskus se je izvajal na srednje težkih tleh, meljasta - ilovica, predkultura je bila deteljno travna mešanica. Pred setvijo je bilo izvedeno oranje in predsetvena obdelava, setev je bila opravljena 26. 4. 2018 z 49 hibridi koruze. Izvedeno je bilo osnovno gnojenje z 20 m³ goveje gnojevke/ha ter dognojevanje 22. 5. 2018 z 290 kg KAN/ha. Varstvo pred pleveli je bilo izvedeno s herbicidom Adengo 0,4 l/ha. Velikost njive je bila 1,40 ha, velikost posamezne parcele s posejanim hibridom je bila 3 ar. Ocenjevanje smo izvedli 26. septembra 2018, v polni zrelosti koruze; ocenili smo 4 krat po 20 rastlin na različnih pozicijah, skupno 80 rastlin na posamezen hibrid. Opravljena je bila statistična analiza: Student-Newman-Keuls test.

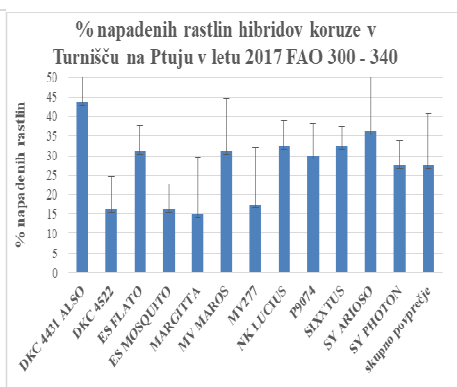
3 REZULTATI IN RAZPRAVA

3.1 Poskus na Ptuju v letu 2017

Poskus na Ptuju je pokazal, da je bil povprečni napad koruzne vešče na steblih koruze 26,4 %, povprečni napad na storžih koruze pa je bil 31 %. Med zrelostnimi razredi pri poškodovanih steblih ni bilo statistično značilnih razlik. Pri poškodovanih storžih pa med zrelostnimi razredi obstajajo statistično značilne razlike; pri FAO 200-300 je manj napadenih storžev kot pri višjih zrelostnih razredih, kar vidimo iz slike 1.



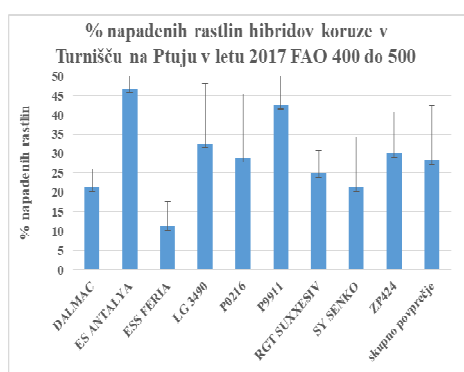
Slika 1: Odstotek napadenih storžev kornje pri različnih zrelostnih razredih.



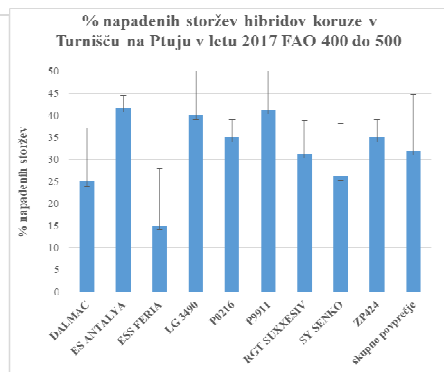
Slika 2: Odstotek napadenih stebel kornje pri zrelostnem razredu FAO 300 – 400.

28

Pri napadenih steblih znotraj zrelostnega razreda FAO 300 - 400 obstajajo statistično značilne razlike med hibridi kornje, povprečno je bilo 27,5 % napadenih stebel kornje in 31,7 % poškodovanih storžev. Najmanjšo poškodovanost na stebli in na storžu so imeli hibridi Margitta, DKC 4522, ES Mosquito in MV277. Največjo poškodovanost stebela in storža je imel hibrid DKC 4431 Also, kar je vidno iz slike 2. Pri zrelostnem razredu FAO 400–500 obstajajo statistično značilne razlike med hibridi kornje, povprečno je bilo 27,5 % napadenih stebel kornje in 31,7 % poškodovanih storžev. Najnižjo poškodovanost stebela in storža je imel hibrid ES FERIA, najvišjo poškodovanost stebela in tudi storža sta imela hibrida P9911 in ES Antalya, kar je vidno na slikah 3 in 4.



Slika 3: Odstotek napadenih stebel kornje pri zrelostnem razredu FAO 400 – 500.

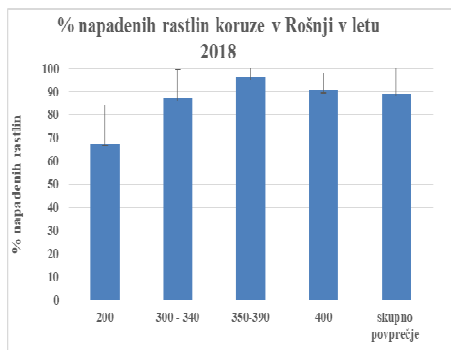


Slika 4: Odstotek napadenih storžev kornje pri zrelostnem razredu FAO 400 – 500.

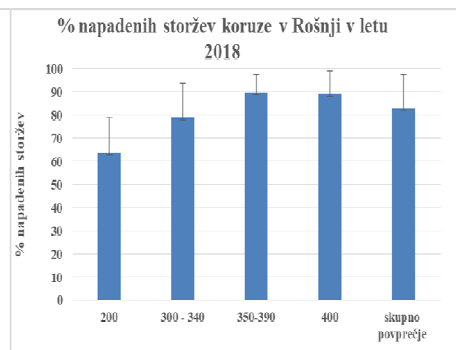
3.2 Poskus v Rošnji na Dravskem polju v letu 2018

V Rošnji je bila kuruza posejana razmeroma pozno, v prvi dekadi maja po odkosu ljuljke; tla na tej lokaciji so srednje lahka; peščeno ilovnata. V kolobarju je kuruza vsako drugo leto. Na tej lokaciji smo spremljali nalet koruzne vešče, od začetka junija do sredine septembra, s pomočjo prehranskih vab Csalomon. Ulov je bil nizek, skupno je bilo ujetih le 13 osebkov.

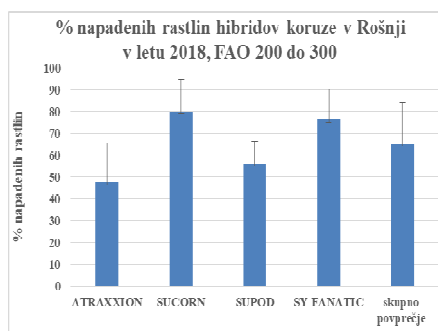
Povprečni napad koruzne vešče na steblih kuruze je bil 88,4 %, povprečni napad na storžih kuruze pa je bil 83,1 %. Med zrelostnimi razredi obstajajo statistično značilne razlike, tako pri poškodovanih steblih kot pri storžih, povprečja pri poškodovanih steblih se gibljejo od 67 do 96 %, pri storžih pa od 63 do 89 %. Najmanjša poškodovanost je bila pri zrelostnem razredu FAO 200 – 300, in sicer 67 % pri steblih in 63 % pri storžih. Največja poškodovanost je bila pri zrelostnem razredu FAO 350-400, povprečje pri poškodovanih steblih znaša 96 in 89 % pri storžih. Pri zrelostnem razredu FAO nad 400 povprečje poškodovanosti znaša pri steblih 89 % in 90 % pri storžih, kar je razvidno na slikah 5 in 6. Povprečni pridelek pri vseh hibridih znaša 11,7 t/ha pri 14 % vlagi. Po rezultatih sodeč je odstotek napada koruzne vešče zelo visok. Pri štirih hibridih (Olek, SY Photon, OS378 in P9537) je bilo vsako steblo poškodovano in tudi na storžih je bil pri teh hibridih odstotek poškodovanosti okrog 90 %. Najnižji odstotek poškodovanosti od koruzne vešče je bil pri hibridu Atraxxon, znašal je 47,5 % na steblih in 55 % na storžih iz zrelostnega razreda FAO 200-300. Najvišji odstotek poškodovanosti je pri hibridu P9537 in OS378, kjer je odstotek poškodovanosti 100 % na steblih in 97,5 % na storžih.



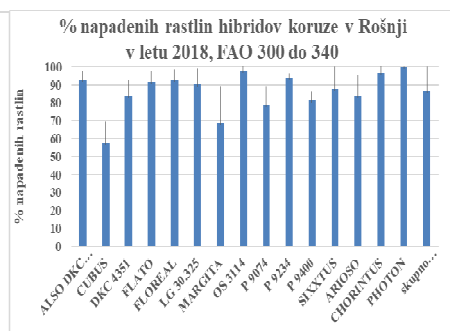
Slika 5: Odstotek napadenih stebel kuruze pri različnih zrelostnih razredih.



Slika 6: Odstotek napadenih storžev kuruze pri različnih zrelostnih razredih.



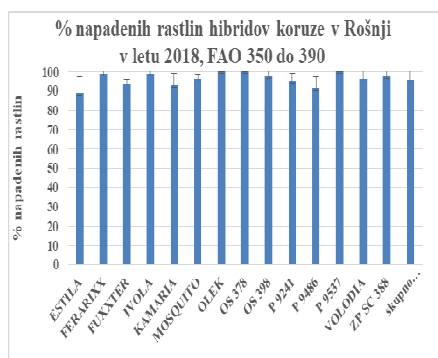
Slika 7: Odstotek napadenih stebel koruze pri zrelostnem razredu FAO 200 – 300.



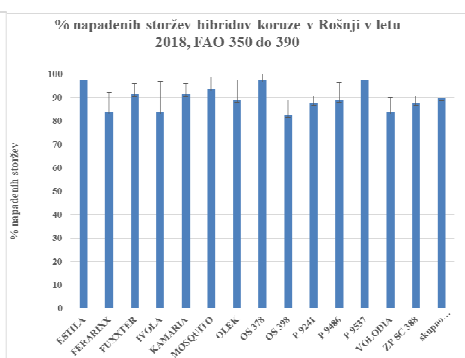
Slika 8: Odstotek napadenih stebel koruze pri zrelostnem razredu FAO 300 – 340.

Pri zrelostnem razredu FAO 200–300 obstajajo med hibridi statistično značilne razlike pri napadenih steblih koruze med hibridi, pri poškodovanih storžih pa ni statistično značilnih razlik med hibridi. Pri zrelostnem razredu FAO 300–340 obstajajo med hibridi statistično značilne razlike pri napadenih steblih in storžih koruze, najnižja poškodovanost stebela in storža je bila pri hibridu Cubus. Osem hibridov koruze je imelo nad 90 % poškodovanost stebela, trije hibridi pa nad 90 % poškodovanost na storžih, kar je vidno na slikah 7 in 8.

30

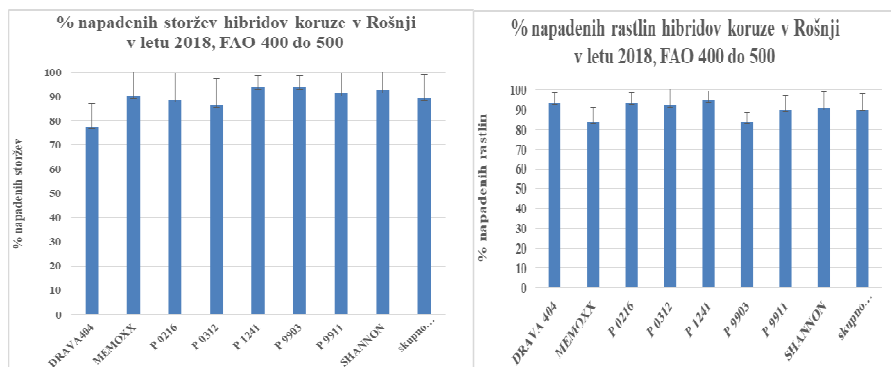


Slika 9: Odstotek napadenih stebel koruze pri zrelostnem razredu FAO 350 – 390.



Slika 10: Odstotek napadenih storžev koruze pri zrelostnem razredu FAO 350 – 390.

Pri zrelostnem razredu FAO 350–390 obstajajo med hibridi statistično značilne razlike pri napadenih steblih koruze, pri poškodovanosti storžev pa ni statistično značilnih razlik med hibridi. Hibrid Estila je imel poškodovanost stebela malo pod 90 %, vsi ostali hibridi so imeli več kot 90 % poškodovanih stebel. Najnižji odstotek poškodovanih storžev, ki pa je tudi znašal malo čez 80 %, so imeli hibridi koruze Ferarixx, Ivola, OS 378 in Volodia. Najvišji odstotek poškodovanih storžev so imeli hibridi koruze P9537, Estila in OS378, kar je vidno na slikah 9 in 10.



Slika 11: Odstotek napadenih stebel koruze pri zrelostnem razredu FAO 400 – 500.

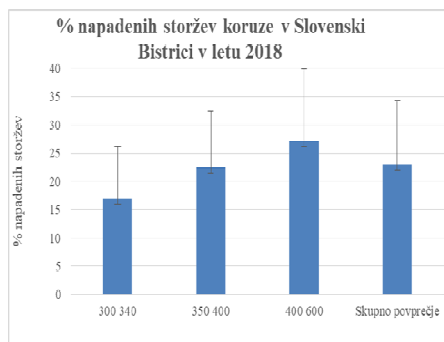
Slika 12: Odstotek napadenih storžev koruze pri zrelostnem razredu FAO 400 – 500.

Pri zrelostnem razredu FAO 400–500 ni statistično značilnih razlik pri napadenih steblih in tudi pri storžih koruze med posameznimi hibridi.

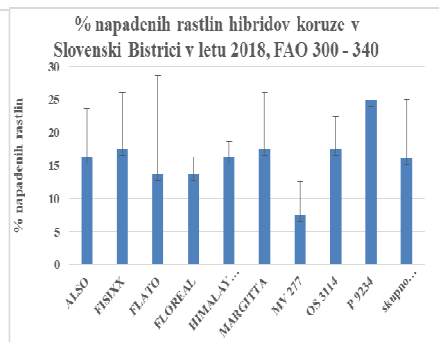
3.3 Poskus v Slovenski Bistrici v letu 2018

31

V Slovenski Bistrici je bila koroza posejana v optimalnem času, v zadnji dekadi aprila, tla na tej lokaciji so srednje težka. V kolobarju je koroza vsako drugo leto. S pomočjo prehranskih vab smo spremljali koruzno veččo. Največ je bilo ujetih 7 osebkov večče v sredini avgusta, skupno le 16. Prehranske vabe so bile postavljene konec maja, nalet je bil spremljan do konca septembra. Odstotek napada koruzne večče je bil na tej lokaciji nizek, vizualno ob dnevu pregleda ni bilo veliko polomljene koruze. Povprečni pridelek vseh hibridov je znašal 14,8 t/ha pri 14 % vlagi. Povprečni odstotek napadenih stebel je 19,5 %, odstotek napadenih storžev je 22,9 %. Najmanjši odstotek napada od koruzne večče je bil pri hibridu P 0312, znašal je le 3,8 % na steblih in 15 % na storžih. Največji odstotek poškodovanosti je pri hibridu ZP 427, kjer je odstotek poškodovanosti 36 % na steblih in 24 % na storžih. Med zrelostnimi razredi pri poškodovanih steblih ni statistično značilnih razlik. Med zrelostnimi razredi pri poškodovanih storžih pa obstajajo statistično značilne razlike; pri FAO 300 – 340 je bilo manj napadenih storžev, pri poznih hibridih je zabeležen večji napad večče na storžih, kar je razvidno iz slike 13.



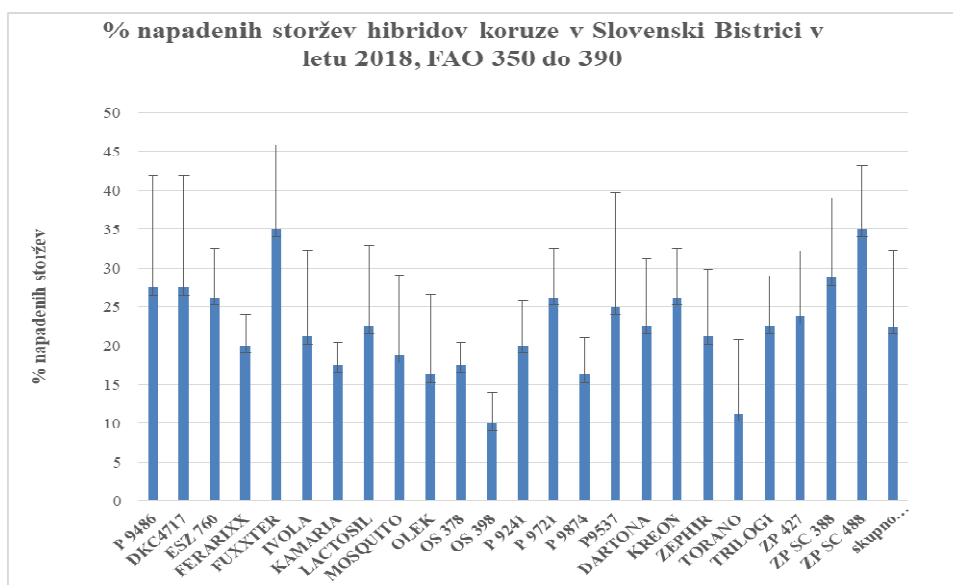
Slika 13: Odstotek napadenih storžev koruze pri različnih zrelostnih razredih.



Slika 14: Odstotek napadenih stebel koruze pri zrelostnem razredu FAO 300 – 340.

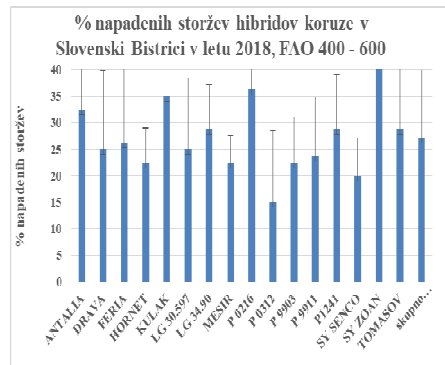
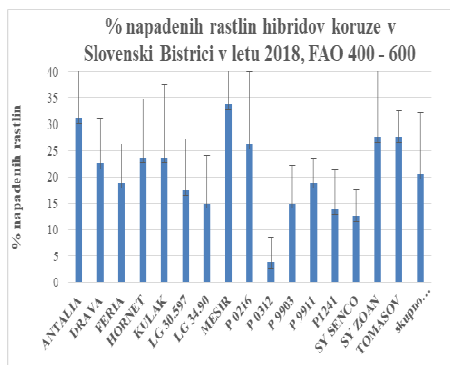
Pri zrelostnem razredu FAO 300–340 ni statistično značilnih razlik pri napadenih steblih in pri poškodovanih storžih koruze med hibridi, vendar je bila najmanjša poškodovanost pri storžih in steblih pri hibridu MV 277, največja poškodovanost na steblih in storžih pa je bila pri hibridu P9234; povprečje je bilo 16 %, kar je vidno na sliki 14.

32



Slika 15: Odstotek napadenih storžev koruze med hibridi pri zrelostnem razredu FAO 350 – 390.

Pri zrelostnem razredu FAO 350 – 390 obstajajo statistično značilne razlike pri napadenih storžih koroze, pri poškodovanih steblih pa ni statistično značilnih razlik. Najmanjšo poškodovanost na storžih sta imela hibrida OS 398 in Torano. Največjo poškodovanost na storžih sta imela hibrida ZP SC 488 in Fuxxter, kar je vidno s slike 15; skupno povprečje je 20 % pri poškodovanih steblih, 22 % pri poškodovanih storžih.



33

Slika 16: Odstotek napadenih stebel koroze pri zrelostnem razredu FAO 400–600.

Slika 17: Odstotek napadenih storžev koroze pri zrelostnem razredu FAO 400–600.

Pri zrelostnem razredu FAO 400–600 obstajajo statistično značilne razlike pri napadenih steblih koroze med hibridi, pri poškodovanosti storžev pa ni statistično značilnih razlik med hibridi. Najmanjšo poškodovanost na storžu in stebelu je imel hibrid P0312. Največjo poškodovanost na storžih je imel hibrid Zoan, na steblih pa hibrida Antalia in Mesir, kar je vidno na slikah 16 in 17. Skupno povprečje je bilo 26 % pri poškodovanih steblih in 35 % pri poškodovanih storžih.

4 SKLEPI

Na Ptuj in v Slovenski Bistrici je bila četrtnina rastlin koroze poškodovanih zaradi koruzne vešče. Velik napad vešče je bil v Rošnji na Dravskem polju, več kot 80 %. Pri različnih FAO zrelostnih razredih obstajajo statistično značilne razlike, pri nižjih FAO zrelostnih razredih opazamo nižji odstotek poškodovanosti. Med hibridi koroze so statistično značilne razlike pri poškodovanosti stebela in storžev. Pri pozni setvi koroze ter na lažjih tleh opazamo večjo škodo zaradi vešče. Predvidevam, da na lažjih tleh gosnice koruzne vešče boljše prezimijo. Tudi poznejša setev je lahko razlog za večji napad vešče. Glede na spremljanje ulova na vabe ne moremo povezati rezultatov poskusa in števila ujetih osebkov na nobeni lokaciji. Na lokaciji v Slovenski Bistrici je bil napad zelo nizek, predvidevam, da zaradi težjih tal in bolj zgodnje setve, saj v težjih tleh vešča težje prezimi. Pridelovalcem priporočamo

mulčenje in globoko zaoravanje koruznih ostankov, za zmanjšanje populacije koruzne veščice.

5 ZAHVALA

Zahvaljujemo se pridelovalcem za tehnično pomoč pri izvedbi poskusa: BTŠ Ptuj, Zafošnik Viktorju in Godec Silvu ter sodelavcem za izvedbo raziskave.

PRVA NAJDBA AMBROZIJEVEGA LEPENCA (*Ophraella communis* LeSage, 1986) V SLOVENIJI

Marko DEVETAK¹, Ivan ŽEŽLINA², Mojca ROT³, Branko CARLEVARIS⁴, Jan ŽEŽLINA⁵, Gabrijel SELJAK⁶

¹⁻⁶Kmetijsko gozdarski zavod Nova Gorica, Oddelek za varstvo rastlin, Nova Gorica

IZVLEČEK

Pelinolistna ambrozija (*Ambrosia artemisiifolia* L.) se pojavlja predvsem na njivah in travnikih, pogosto pa uspeva tudi ob prometni infrastrukturi. Invazivka je trdovraten plevel na kmetijskih zemljiščih, v zadnjih desetletjih pa je vzbudila zanimanje med strokovno in laično javnostjo zaradi alergeni lastnosti. V večini evropskih držav smo plevelno vrsto do sedaj zatirali mehansko ali kemično z uporabo herbicidov. Pri uporabi slednjih pa se vse pogosteje srečujemo z omejitvami, tako na pridelovalnih zemljiščih, še posebej pa v urbanem okolju. V tujini za zatiranje te invazivne vrste uporabljajo tudi metode biotičnega varstva. Med bolj učinkovite organizme, ki pripomorejo k omejevanju širjenja te rastline spada hrošč ambrozijev lepenec (*Ophraella communis* LeSage) iz družine lepencev (Chrysomelidae). Vrsta izvira iz severne Amerike in se je v preteklosti nenamerno razširila še na druge celine. V Evropi so hrošča prvič opazili leta 2013 v Padski nižini v Italiji in v južnem delu švicarskega kantona Ticino. Na zemljiščih, kjer so hrošča prvič opazili, beležijo obsežnejše poškodbe na listih ambrozije ter hkrati ugotavljajo nižjo koncentracijo alergena cvetnega prahu. V Sloveniji je bil hrošč prvič najden konec avgusta 2017 na Goriškem, populacijo pa smo nato spremljali še v letu 2018. Za vrsto je značilno, da je oligofag. Letno razvije od dva do tri rodove, pri nas najbrž le dva. Hrošč prezimi kot odrasel osebek. Na Goriškem in v Vipavski dolini smo leta 2018 prve odrasle osebkke opazili konec aprila in v maju. V zadnji dekadi maja so se pojavili še ostali razvojni stadiji. Imagi in ličinke se pojavljajo istočasno in se prehranjujejo z nadzemnimi deli gostitelja. Najbolj so prizadeti listi in socvetja. Zaradi teh poškodb rastline veliko manj semenijo. Gostitelji ambrozijevega lepence so tudi nekatere druge rastlinske vrste, kot na primer laška repa ali topinambur (*Helianthus tuberosus*) in sončnica (*Helianthus annuus*), a poškodb na omenjenih rastlinah na Goriškem in v Vipavski dolini doslej nismo opazili. Glede na trenutno vedenje, bo ambrozijev lepenec (*Ophraella communis* LeSage) obetavna dopolnitev pri zatiranju pelinolistne ambrozije.

Ključne besede: ambrozijev lepenec, *Ophraella communis* LeSage, pojav tujerodne vrste, biotično varstvo, *Ambrosia artemisiifolia* L.

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

² dr., prav tam

³ univ. dipl. inž. agr., prav tam

⁴ univ. dipl. inž. agr., prav tam

⁵ mag. inž. hort., prav tam

⁶ mag., prav tam

ABSTRACT

FIRST RECORD OF THE RAGWEED LEAF BEETLE (*Ophraella communa* LeSage, 1986) IN SLOVENIA

The common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) grows mostly on crop fields and meadows but it can also be found next to transport infrastructure. Despite the fact that the invasive species mainly represents a weed of cultivated areas, in the last decades, it raised the interest of the public and scientists due to its allergenic characteristics. In most European countries, the common ragweed has so far been controlled with mechanical approaches and chemically - with the use of herbicides. However, there is an increase in the limitation of chemical weed control in agriculture and especially in urban areas. In some countries biological control methods are used too. One of the more effective organisms to limit the spread of the ragweed is the ragweed leaf beetle (*Ophraella communa* LeSage) that belongs in the family of the leaf beetles (Chrysomelidae). Originating in North America, in the past the insect species was unintentionally spread to other continents. In Europe it was firstly noticed in 2013 in the Po valley, Italy, and in some locations in the southern Swiss canton Ticino. Greater damage on ragweed leaves was noted on the locations where the beetle was found. At the same time, a lower rate of allergenic pollen concentration was reported. In Slovenia, the first ragweed leaf beetle was found in August 2017 in the Goriška region, and since then the beetle population has been monitored. The ragweed leaf beetle is an oligophagous species. It has two to three generations per year, in our region probably two. In Slovene region of Goriška and in the Vipava valley, which are both in the western part of the country, the first adults were discovered at the end of April and in May 2018. In the last decade of May, other insect growth stages emerged. Both the adult and larvae feed on the upper parts of the host at the same time. Leaves and flowers suffer the most. Because of the damage lower seed is produced. There are other beetle hosts such as the Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) and the common sunflower (*Helianthus annuus* L.). However, we did not find any damage on these hosts in the Goriška region and the Vipava valley. Considering current knowledge, the ragweed leaf beetle (*Ophraella communa* LeSage) is a promising addition in ragweed control.

Key words: ragweed beetle, *Ophraella communa* LeSage, occurrence alien species, biotic control, *Ambrosia artemisiifolia* L.

1 UVOD

Med približno petdesetimi rastlinskimi vrstami iz rodu *Ambrosia* se v svetu najpogosteje pojavlja pelinolistna ambrozija (*Ambrosia artemisiifolia* L.). Ta pri nas tujerodna vrsta izvira iz severne Amerike in se je v preteklih stoletjih uspešno prilagodila na rastne razmere tako v Evropi kot na drugih celinah. Gre za enoletno plevelno vrsto, katere semena prenaša veter, na večje razdalje pa se širi s prevozom semenskega materiala in krmnih mešanic ali pa s premeščanjem onesnaženih tal. Poleg severne Amerike, od koder izvira, je invazivka zastopana še v Evropi, zahodni in vzhodni Aziji, južni Afriki, Avstraliji in na Novi Zelandiji (Cunze et al. 2013; Essl et al., 2015). Pelinolistna ambrozija je bila vnesena v Evropo v devetnajstem stoletju z

uvozom žit iz severne Amerike (Shaw et al., 2017). V vzhodni Evropi pa se je začela pojavljati šele v začetku dvajsetega stoletja (Schafner et al., 2014). Danes se na stari celini množično pojavlja v Padski nižini in v dolini reke Rhone (Buters in sod., 2015) ter v Panonski ravnini (Shaw et al., 2017). Poleg srednje in jugovzhodne Evrope pelinolistna ambrozija uspeva še v Španiji, Nemčiji, na Češkem, Poljskem in v Baltskih državah (Makra et al., 2014). Občasno naj bi ambrozijo opažali celo na Švedskem (Dahl et al., 1999). Med azijskimi državami je pelinolistna ambrozija najbolj razširjena na Kitajskem, zlasti v celinskem delu države. Vrsta naj bi se tam prvič pojavila že pred letom 1935 (Zhenjun et al., 2011).

Pelinolistna ambrozija predstavlja trdovraten njivski plevel, katerega semena ostanejo kaliva tudi do štirideset let (Buters in sod., 2015). V rastlinski pridelavi se pelinolistna ambrozija najpogosteje pojavlja na njivah s koruzo, sojo, sončnicah in sladkorno peso (Komives et al., 2006). Plevel najbolj prizadene rastline z nižjim habitusom, kjer lahko povzroči tudi do 70 % izgube pridelka (Buttenschön et al., 2010). Rastlina je razširjena tudi v urbanem okolju, ob prometnicah in na degradiranih zemljiščih. Poleg škode, ki jo vrsta povzroča v kmetijstvu, dodatno grožnja predstavlja cvetni prah, ki povzroča alergijske reakcije in s tem ogroža zdravstveno stanje ljudi. Zaradi negativnega vpliva na zdravje in izgube pridelka naj bi se v svetovnem merilu stroški povezani s pojavom pelinolistne ambrozije gibali okoli 4,5 milijarde € na leto (Bullock et al., 2012). Z namenom, da bi se omejila širitev invazivke, so evropske države sprejele ukrepe za njeno načrtno zatiranje. Tako je bila tudi v Sloveniji leta 2010 sprejeta Odredba o ukrepih za zatiranje škodljivih rastlin iz rodu *Ambrosia* (Uradni list RS, št. 63/10).

V kmetijski pridelavi je zaradi kombinacije mehanskih ukrepov in kemičnih sredstev zatiranje invazivke uspešno. Slabše rezultate pri zatiranju pelinolistne ambrozije beležimo v urbanem okolju ter na drugih zemljiščih, predvsem zaradi omejitev pri uporabi fitofarmaceutskih sredstev. Zaradi omejitev pri zatiranju pelinolistne ambrozije so se v preteklosti pojavili poskusi zatiranja plevela z uporabo naravnih sovražnikov. Poleg Avstralije in Kitajske (Zhou in sod., 2010) se je rešitve v okviru biotičnega varstva iskalo tudi v Evropi. Prvi poskus biotičnega zatiranja pelinolistne ambrozije je potekal v Rusiji leta 1969, ko so v okolje izpuščali sovke vrste *Tarachidia candefacta* (Hübner), ki pa žal niso bistveno omejile te tujerodne rastlinske vrste (Kovalev, 1971, cit. po Shaw et al., 2017). V naslednjih letih so v zatiranje ambrozije vključili še druge organizme. Znani so poskusi s hroščem *Zygogramma saturalis* (Coleoptera: Chrysomelidae) v bivši Sovjetski zvezi (Gruzija, Rusija, Ukrajina) in na Hrvaškem. Podobno kot sovka, tudi lepenec ni zagotovil učinkovitega zatiranja pelinolistne ambrozije, saj se vrsta v okolju ni ohranila. Vzporedno s poskusi v Evropi je iskanje naravnega sovražnika, ki bi omejil populacijo plevela, med leti 1960 in 1980 potekalo tudi na Kitajskem. Preizkušali so pet različnih naravnih sovražnikov (Wan in sod., 2009), med katerimi sta se kot najbolj uspešni izkazali vrsti *Epiblema strenuana* (Tortricidae) in *Ophraella communa* (Chrysomelidae) (Müller-Scährer et al., 2013). Slednji je bil v devetdesetih letih prejšnjega stoletja nenamerno vnesen tudi na Japonsko in se sedaj uporablja za preplavno biotično zatiranje pelinolistne ambrozije (Shaw et al., 2017; Augustinus et al., 2015).

2 POJAV AMBROZIJEVEGA LEPENCA (*Ophraella communa* LeSage) V SLOVENIJI

Ophraella communa ali ambrozijev lepenec, kot smo ga poimenovali, se je na stari celini pojavil avgusta leta 2013 v pokrajini Piemont v Italiji. Istega leta so bile prve večje populacije te tujerodne vrste opažene v okolici Milana, kjer poteka tudi spremljanje koncentracije cvetnega prahu pelinolistne ambrozije. Po poročanju Boninijeve in sod. (2015) naj bi bile nizke vrednosti koncentracije cvetnega prahu na omenjenem območju med leti 2013 in 2014 posledica zastopanosti fitofaga. Poleg Piemonta so hrošča zasledili še v Lombardiji (Bosio et al., 2014) in v južnem delu Švice (Ticino). Od prvega pojava vrste v Italiji se je le-ta razširila po Padski nižini in je bila leta 2016 ugotovljena v deželi Furlanija-Juljska krajina. V začetku avgusta leta 2017 se je hrošč pojavil tudi v Sloveniji, in sicer na Goriškem. Hrošč je dober letalec in se je od prvih žarišč na Goriškem v letu 2018, natančneje na območju Šempaskega in Vrtojbenskega polja, razširil po celotni Vipavski dolini. Posamezne image smo našli tudi v dolini Raše na Krasu. Na drugih območjih hrošča še nismo zaznali.

3 GOSTITELJSKE RASTLINE

38

Ambrozijev lepenec je oligofag, ki se prehranjuje s predstavniki iz družine nebinovk (Lommen et al., 2017). Po prvih domnevah, da se lepenec prehranjuje izključno na pelinolistni ambroziji, se je kasneje izkazalo, da so gostitelji fitofaga še druge vrste, in sicer *Parthenium hysterophorus* L., laški bodič (*Xanthium strumarium* L.) ter *Ambrosia psilostachys* (LeSage, 1986 cit. po Dernovici et al., 2006). Wang in sod. (1998) na seznam gostiteljev prištevajo še *Helianthus ciliaris* DC., navadno sončnico (*Helianthus annuus* L.), laško repo (*Helianthus annuus* L.) (Cao et al, 2001), *Ambrosia psilostachya* DC, *Franseria confertiflora* DC., *Iva axillaris* Pursh in *Ratibida pinnata* (Vent.) Barnhart.



Slika 1: Poškodovana rastlina.



Slika 2: Hrošči na pelinolistni ambroziji.

Po spremljanju tujerodne vrste na Goriškem med leti 2017 in 2018 lahko trdimo, da so se ličinke in imagi prehranjevali izključno z rastlinami pelinolistne ambrozije. Leta

2017 smo ob višku pojava opazili tudi do petdeset žuželk različnih razvojnih stadijev, ki so se istočasno prehranjevale na posamezni rastlini. Na listih napadenih rastlin so bile povečini izjede do listnih žil, prav tako so bila prizadeta tudi socvetja. Poškodovane rastline so slabše cvetele, nekatere pa so zaradi številnih poškodb na listih tudi propadle. Poškodb na sončnicah, ki so bile gojene na posameznih lokacijah v bližini rastišč ambrozije, pa nismo zasledili.

4 BIONOMIJA IN MORFOLOGIJA VRSTE

V severni Ameriki ambrozijev lepenec letno razvije od enega do treh rodov, medtem ko naj bi v Evropi, predvsem na območjih, kjer se je že pojavil, na leto imel od tri do štiri rodove (Bosio et al., 2014; Müller-Scährer et al., 2013). Za vrsto je značilno, da prezimi kot odrasel hrošč v rastlinskih ostankih (Watanabe, 2000). Glede na naša opazovanja lahko potrdimo, da je bil leta 2017 vrh populacije v avgustu in septembru, ko smo na rastlinah ambrozije istočasno lahko spremljali vse razvojne stadije žuželke. Poleg poškodb na listih, ki so jih povzročale ličinke vseh treh razvojnih stopenj in odrasli hrošči, so se le-ti prehranjevali tudi na socvetjih. V drugem letu spremljanja (2018) smo prve odrasle opazili v drugi polovici maja, jajčeca pa v začetku junija. Podobno kot leta 2017, smo tudi tokrat največ poškodb na rastlinah ambrozije opazili v času od julija do septembra, ko je bilo na rastlinah največ žuželk.

39



Slika 3: Ličinka in imago ambrozijevega lepence.



Slika 4: Buba



Slika 5: Jajčeca

Jajčeca ambrozijevega lepence so živo rumeno obarvana in postavljena na zgornjo stran listov v skupke, v katerih je lahko tudi do štirideset jajčec. Iz jajčec se ličinka razvije v petih dneh. Ličinke so značilne vretenaste oblike, telo je segmentirano in rumenkasto sive barve. Na vsakem boku je prekinjena rjava proga. Telo ličinke je prekrito s številnimi dlačicami, noge pa so izrazito črno obarvane. Posamezne larvalne stopnje trajajo od 3 do 4 dni. Tretja stopnja ličinke pred prehodom v bubo razvije kokon iz rjavih vlaken. Stadij bube traja 7 dni. Imago ambrozijevega lepence meri v dolžino med 3,5 in 4,3 mm, natančneje samci od 3,5 do 4 mm, samice pa med 3,9 do 4,3 mm. Glava z oprsjem in pokrovkami so svetlo rumene barve, na temenu pa je podolžna temno rjava lisa. Na predprsu ima odrasla oblika žuželke tri podolžne rjave proge. Slednje so zlasti

pri samicah, samci so lahko tudi brez temnih prog. Celoten razvoj od ovipozicije do razvoja imaga traja približno 22 dni (Watson, A., K., in Teshler, M., 2013).

5 SKLEPI

Pelinolistna ambrozija je plevel, ki lahko bistveno zmanjša pridelek podorin, dodatno pa njen cvetni prah predstavlja veliko tveganje za zdravje ljudi. Na pridelovalnih zemljiških rastlino zatiramo z registriranimi herbicidi ali pa mehansko. Težje je njeno zatiranje v urbanem okolju ali na degradiranih zemljiščih, kjer je uporaba kemičnih sredstev onemogočena, košnja pa predstavlja večjo finančno obremenitev za komunalna podjetja in za lastnike zemljišč. Zaradi navedenega je biotično zatiranje smiselna alternativa, ki manj obremenjuje okolje in je trajnostno naravnana. Glede na stanje na Goriškem v zadnjih dveh letih lahko trdimo, da je od prihoda ambrozijevega lepenca na posameznih zemljiških opažen upad pelinolistne ambrozije. Trenutno nismo zasledili, da bi se fitofag prehranjeval ali odlagal jajčec na druge gostitelje, zlasti na sončnico. V nekaterih novejših študijah je pelinolistna ambrozija predstavljena kot glavni gostitelj ambrozijevega lepenca, na sončnicah (*Helianthus annuus* L.) se hrošč prehranjuje le izjemoma, v primeru, da na njivah ni ambrozije (Dernovici et al., 2007). Na Goriškem kot v Vipavski dolini ima ambrozijev lepenec izjemen potencial za zatiranje pelinolistne ambrozije ter s tem zmanjšati njen negativen vpliv na okolje.

40

6 VIRI

- Augustinus, B., A., Guarino, M., F., Colombo, F., Citterio, S., Schaffner, U., Müller-Schärer, H., Gentili, R., 2015. Diffusione di *Ambrosia artemisiifolia* L. e *Ophraella communa* LeSage in Valtellina (Alpi centrali, Lombardia) «NATURA BRESCIANA» Ann. Mus. Civ. Sc. Nat. Brescia, 39: 45-48
- Bonini, M., Šikoparija, B., Prentović, M., Cislighi, G., Colombo, P., Testoni, C., Grewling, L., Lommen, S., T., E., Müller-Schärer, H., Smith, M., 2015. A follow-up study examining airborne *Ambrosia* pollen in the Milan area in 2014 in relation to the accidental introduction of the ragweed leaf beetle *Ophraella communa*. International Journal of Aerobiology, Vol. 31; Nr. 3 (<https://www.unifr.ch/ecology/groupmueller/assets/files/Publications/2015/Bonini%20201522.pdf>; 2.8.2019)
- Bosio, G., Massobrio, V., Chersi, C., Scavarda, G., Clark, S., 2014. Spread of the ragweed leaf beetle, *Ophraella communa* LeSage, 1986 (Coleoptera Chrysomelidae), in Piedmont Region (northwestern Italy). Boll. Soc. Entomol. Ital., 146 (1): 17-30 str.
- Bullock, J., 2012. Assessing and controlling the spread and the effects of common ragweed in Europe. Final Report to the European Commission, DG Environment. NERC Centre for Ecology and Hydrology, (https://ec.europa.eu/environment/nature/invasivealien/docs/Final_Final_Report.pdf; 2.8.2019)
- Buters J., T., M., Alberternst, B., Nawrath, S., Wimmer, M., Traidl-Hoffmann, C., Starfinger, U., Behrendt, H., Schmidt-Weber, C., Bergmann, K., C., 2015. *Ambrosia artemisiifolia* (ragweed) in Germany – current presence, allergological relevance and containment procedures. Allergo J Int; 24: 108–20
- Buttenschön, R., M., Waldispur, H., L., Bohren, S., C., 2010. Guidelines for management of common ragweed, *Ambrosia artemisiifolia*. (http://internationalragweedsociety.org/smarter/wp-content/uploads/Ambrosia-management-guidelines-2009_AMBROSIA-EUPHRESCO_eng.pdf; 2.8.2019)

- Cao, Z., Wang, H., Meng, L., Li, B., 2011. Risk to nontarget plants from *Ophraella communa* (Coleoptera: Chrysomelidae), a potential biological control agent of alien invasive weed *Ambrosia artemisiifolia* (Asteraceae) in China. *Appl Entomol Zool* 46:375–381
- Dahl, A., Strandhede, S., O., Wihl, J., A., 1999. Ragweed: an allergy risk in Sweden? *Aerobiologia* 15(4): 293-297.
- Dernovici, S., A., Teshler, M., P., Watson, A., K., 2006. Is sunflower (*Helianthus annuus*) at risk to damage from *Ophraella communa*, a natural enemy of common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*)? *Biocontrol Science and Technology*; 16(7): 669-686
- Kiss, L., 2007. Why is biocontrol of common ragweed, the most allergenic weed in eastern Europe, still only a hope? *Biological Control: a Global Perspective*. CAB International: 80-91
- Komives, T., Béres, I., Reisinger, P., 2006. New strategy of the integrated protection against common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.). *Hungarian Weed Research and Technology* 6: 5–50.
- Lommen, S., T., E., Jolidon, E., F., Sun, Y., Bustamante, J., I., E., Müller-Schärer, H., 2017. An early suitability assessment of two exotic *Ophraella* species (Coleoptera: Chrysomelidae) for biological control of invasive ragweed in Europe. *Eur. J. Entomol.* 114: 160–169
- Makra, L., Matyasovszky, I., Hufnagel, L., Tusnády, G., 2014. The history of ragweed in the world. *Applied ecology and environmental research* 13(2): 489-512
- Schaffner, U., Lommen, S., Müller-Schärer, H., 2014. The EU cost action Smarter – A European-wide approach for a sustainable management of common ragweed, *Ambrosia artemisiifolia*. *Atti Accademia Nazionale Italiana di Entomologia Anno LXII*, 2014: 97-100
- Shaw R., H., Ellison, C., A., Marchante, H., Pratt, C., F., Schaffner, U., Sforza, R., F., H., Deltoro, V., 2017. Weed biological control in the European Union: from serendipity to strategy. *BioControl*; (https://www.researchgate.net/publication/320534636_Weed_biological_control_in_the_European_Union_from_serendipity_to_strategy, 2.8.2019)
- Wang, C., L., Chiang, M., Y., 1998. New record of a fastidious chrysomelid, *Ophraella communa* LeSage (Coleoptera: Chrysomelidae) in Taiwan. *Plant Protection Bulletin* 40: 185-188
- Watanabe, M., 2000. Photoperiodic control of development and reproductive diapause in the leaf beetle *Ophraella communa* LeSage. *Entomol. Sci.*, 3: 245-253
- Watson, A., K., Teshler, M., 2013. *Ambrosia artemisiifolia* L., Common Ragweed (Asteraceae). CAB International. *Biological Control Programmes in Canada 2001–2012*, 43: 296-302 (<https://pdfs.semanticscholar.org/de53/21a6bb15d7fe87a8bf3647aab5bad73203c0.pdf>; 2.8.2019)
- Zhou, ZS., Guo, JY, Chen, HS, Wan, FH, 2010. Effects of temperature on survival, development, longevity, and fecundity of *Ophraella communa* (Coleoptera: Chrysomelidae), a potential biological control agent against *Ambrosia artemisiifolia* (Asterales: Asteraceae). *Physiological Ecology* 39, 1021–1027.

OCENA STOPNJE UČINKOVITOSTI INSEKTICIDOV ZA ZATIRANJE REPIČARJA IN OGRŠČIČNEGA KLJUNOTAJA

Mario LEŠNIK¹, Andrej PAUŠIČ², Katja VINCEK³, Stanislav VAJS⁴

¹⁻⁴Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede Maribor, Hoče

IZVLEČEK

V letih 2017 in 2018 sta bila izvedena poljska poskusa v posevku oljne ogrščice, v katerih smo testirali učinkovitost insekticidov za zatiranje repičarja (*Meligethes aeneus*) in ogrščičnega kljunotaja (*Ceutorrhynchus napi*). Insekticidi na podlagi snovi tiaklopid, deltametrin, tau-fluvalinat in lambda-cihalotrin so bili naneseni v dveh razvojnih stadijih ogrščice pri 100 % odmerkih in pri povečanih odmerkih. V sezoni 2017 odmerek insekticida (100 proti 200 %) v večini ocenjevalnih obdobj ni imel vpliva na stopnjo učinkovitosti insekticida. Pri vseh testiranih insekticidih je učinkovitost po šestih dneh padla pod 45 %. V sezoni 2018 smo izvedli primerjavo učinkovitosti med 100 % in 300 % odmerkom in prišli do podobnih zaključkov kot v letu 2017. Učinkovitost testiranih insekticidov je občutno nižja, kot je bila pred leti, ko smo jih pričeli uporabljati, kljub temu pa ne moremo trditi, da je testirana populacija repičarja in ogrščičnega kljunotaja razvila odpornost na testirane insekticide. V našem poskusu ugotovljena učinkovitost insekticidov ne zagotavlja več ustreznega nivoja preprečevanja nastajanja izgub pridelka oljne ogrščice.

Ključne besede: repičar, ogrščični kljunotaj, zatiranje, insekticidi, ogrščica, Slovenija

ABSTRACT

ASSESSMENT OF INSECTICIDE EFFICACY IN CONTROLLING CANOLA BEETLE AND RAPE STEM WEEVIL

In seasons 2017 and 2018 two field experiments were carried out in a rape seed crop in which we evaluated the degree of insecticide efficacy for controlling the canola pollen beetle (*Meligethes aeneus*) and the rape stem weevil (*Ceutorrhynchus napi*). Insecticides based on thiaclopid, deltamethrin, tau-fluvalinate and lambda-cyhalothrin were applied at two rape development stages. Evaluation of the efficacy was done for a 100 % dose and for increased doses. In season 2017 the increase of insecticide dose (100 vs. 200 %) in most assessment periods did not have an effect on the degree of insecticide efficacy. For all tested insecticides, the efficacy after six days had fallen below 45%. In the 2018 season, we performed an efficacy comparison between 100 and 300% of doses and reached similar conclusions as in 2017. The effectiveness of

¹ dr., Pivola 10, SI-2311 Hoče

² dr., prav tam

³ študent, prav tam

⁴ mag. dipl. inž. agr., prav tam

the tested insecticides is considerably lower than it was years ago when we started using them; however, we cannot claim that the population of pollen beetle and rape stem weevil has developed a resistance to the tested insecticides. Efficacies of insecticides established in our experiment do not provide any more adequate levels of prevention of oilseed rape yield loss generation.

Key words: canola beetle, rape stem weevil, control, insecticide efficacy, canola, Slovenia

1 UVOD

Oljna ogrščica spada med poljščine pri katerih v praksi pridelovalci velikokrat tožijo, da so neuspešni pri zatiranju škodljivcev. Glede na njihove trditve se učinkovitost razpoložljivih insekticidov niža iz leta v leto. Repičar (*Meligethes aeneus* F.) in ogrščični kljunotaj (*Ceutorrhynchus napi* G.) sta primera takšnih škodljivcev. Pridelovalci ogrščice dodatno navajajo, da niso uspešni pri zatiranju, kljub povečani frekvenci uporabe insekticidov. Pogosta uporaba insekticidov povzroča dodatne stroške in ima dodatne negativne ekološke učinke. Izrazito se povečajo tveganja za zastrupitve čebel. V literaturi so opisani številni primeri pojavov odpornosti teh dveh škodljivcev na insekticide. Repičar je v spletni bazi organizacije IRAC (Insecticide resistance action committee) naveden med škodljivci s povečano frekvenco pojavov odpornosti (glej <http://www.irac-online.org/>). V bazi APRD (glej <https://www.pesticideresistance.org/display.php?page=rrc&aiId=89&arId=8>) je glede odpornosti repičarja na insekticide navedenih več kot 10 objav. Primeri objav glede pojavov odpornosti iz nekaterih evropskih držav so: Makunas in sod. (2011), Litva, odpornost na nekatere piretroide (npr. tau-fluvalinat); Zamojska in sod. (2013), Poljska, odpornost na nekatere piretroide (npr. beta-ciflutrin in deltametrin); Milovanović in sod. (2013), Srbija, sum na odpornost na nekonotinoide (npr. tiakloprid); Slater in sod. (2010), populacije iz več držav EU, potrditev odpornosti na več različnih aktivnih snovi; Seidenglanz s sod. (2015), Češka, odpornost na lambda-cihalotrin. Sistematičnih slovenskih raziskav glede pojavov odpornosti repičarja in kljunotaja na insekticide ni dovolj, da bi lahko opredelili razmere v Sloveniji. Da bi preverili stopnjo učinkovitosti smo izvedli dva preprosta poljska poskusa za zatiranje repičarja in kljunotaja. Podatki o stopnji odpornosti so nujno potrebni za razvoj zatiralnih strategij, ker se število razpoložljivih aktivnih snovi konstantno zmanjšuje.

2 MATERIALI IN METODE

2.1 Zasnova poljskih poskusov

Izvedena sta bila dva poljska poskusa. Insekticide smo nanесли na majhne parcelice (6 m x 4 m) razporejene po sistemu naključnih blokov. Imeli smo povečano število kontrolnih parcelic, ki niso bile tretirane z insekticidi. V letu 2017 so bile kontrolne parcelice razporejene v pasovih med tretiranimi parcelicami in poskus se je izvajal na celotni izolirani njivi posejani z ogrščico. V letu 2018 smo kontrolne parcelice razporedili, kot vzporeden pas preko celotnega poskusa in poskusna parcela je bila na

robu druge veliko večje parcele posejane z oljno ogrščico, ki je bila v celoti večkrat tretirana z insekticidi. Poskusne njive so bile večkrat letno tretirane s fungicidi. Ogrščica je imela optimalno gostoto sestoja in bila je dobro pognojena. Posevek je bil bujen, v dobri kondiciji in privlačen za razvoj škodljivcev.

V poskusih smo primerjali registrirane odmerke pripravkov in občutno povečane odmerke. Pridelovalci zaradi manjšanja učinkovitosti pogosto povečujejo odmerke. S tem še povečujejo selekcijski pritisk in pospešujejo pojave odpornosti. Neodzivnost škodljivcev na povečane odmerke je indikator razvoja posameznih odpornih osebkov v populaciji. Delno je neodzivnost pri piretroidih posledica splošno znanega »knock-down« učinka. Repičarji ob stiku s povišano koncentracijo insekticida padejo na tla, vendar v telo ne vstopi dovolj velika količina insekticida, da bi žuželka poginila. Po krajšem času paraliziranosti žuželka ponovno postane aktivna.

Preglednica 1: Pripravki in odmerki pripravkov uporabljenih v poskusih

Insekticid: 2017	Sestava pripravka:	Odmerek pripravka:
Decis 100 EC	Deltametrin (10 %)	0,075 l/ha (100 %)
Decis 100 EC	Deltametrin (10 %)	0,150 l/ha (200 %)
Mavrik 240 EW	Tau-fluvalinat (24 %)	0,200 l/ha (100 %)
Mavrik 240 EW	Tau-fluvalinat (24 %)	0,400 l/ha (200 %)
Biscaya	Tiaklopid (24 %)	0,300 l/ha (100 %)
Biscaya	Tiaklopid (24 %)	0,600 l/ha (200 %)
Karate Zeon 5 CS	Lambda-cihalotrin (5 %)	0,150 l/ha (100 %)
Karate Zeon 5 CS	Lambda-cihalotrin (5 %)	0,300 l/ha (200 %)
Insekticid: 2018	Sestava pripravka:	Odmerek pripravka:
Decis 100 EC	Deltametrin (10 %)	0,075 l/ha (100 %)
Decis 100 EC	Deltametrin (10 %)	0,225 l/ha (300 %)
Mavrik 240 EW	Tau-fluvalinat (24 %)	0,200 l/ha (100 %)
Mavrik 240 EW	Tau-fluvalinat (24 %)	0,600 l/ha (300 %)
Biscaya	Tiaklopid (24 %)	0,300 l/ha (100 %)
Biscaya	Tiaklopid (24 %)	0,900 l/ha (300 %)
Karate Zeon 5 CS	Lambda-cihalotrin (5 %)	0,150 l/ha (100 %)
Karate Zeon 5 CS	Lambda-cihalotrin (5 %)	0,450 l/ha (300 %)
Daskor 440	Klorpirifos-metil (40 %) Cipermetrin (4 %)	0,625 l/ha (100 %)
Daskor 440	Klorpirifos-metil (10 %) Cipermetrin (4 %)	1,875 l/ha (300 %)

2.2 Tehnika aplikacije pripravkov

V sezoni 2017 smo insekticide aplicirali samo enkrat (5. 4. 2017; BBCH 56-57) in v sezoni 2018 dvakrat zaporedoma (9. 4. 2018; BBCH 51 in 17. 4. BBCH 56).

Aplikacija je bila izvršena z nahrbtno škropilnico na električni pogon s stransko škropilno armaturo EURO-PULVE, Tip: CP 45 – 40 – 12 – VDC (Francija). Uporabili smo šobe TeeJet XR 110 015 VS. Ta šoba daje kapljice z VMD50 100–115 µm. Pri tlaku 3,5 bara in pri hitrosti gibanja ob škropljenju 3 km/h je poraba škropilne brozge znašala 250 l/ha. Aplikacija insekticidov je bila izvedena v dopoldanskem času, med 10. in 11. uro, ko so bile rastline brez rose, ko ni bilo vetra. Temperature v času aplikacije so se gibale med 15 in 19 °C, zračna vlaga je bila med 60 in 75 %. Padavin v dnevu aplikacije in dva dni po aplikaciji ni bilo. Žuželke so bile v času aplikacije aktivne.

2.3 Metode izračuna učinkovitosti insekticidov

Za izračun učinkovitosti smo uporabili metodo Hederson-Tilton (glej Püntener, 1981), ki upošteva stanje populacije škodljivca pred in po nanosu insekticida. Velikost populacije na tretiranih in netretiranih parcelicah smo določili na podlagi ulova hroščkov v vrečke. Na vsaki poskusni parcelici smo zgodaj zjutraj naključno izbrali 40 socvetij in nanje previdno poveznili vrečko in socvetje v vrečki obrnili navzdol. S stresanjem smo povzročili, da so hroščki padli v vrečko. Potem smo ulovljene hroščke prešteli in izračunali število hroščev na socvetje (običajno ulov od 0 do 25 hroščev na socvetje). Pred aplikacijo smo zjutraj prešteli število hroščev na vseh parcelicah in potem smo štetje ponavljali v časovnih intervalih po škropljenju. V sezoni 2018 smo hroščke lovili na podoben način, kot v 2017. Na cvetove smo poveznili vrečke in potem socvetja odrezali s škarjami in jih nato shranili v zamrzovalniku. Razlika proti ocenjevanju v 2017 je v 2018 bila v tem, da smo pri drugem delu ocenjevanja v letu 2018 imeli kumulativno učinkovitost po dveh nanosih insekticida.

45

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

3.1 Rezultati poskusa v sezoni 2017

V sezoni 2017 smo insekticide nanесли le enkrat in izvedeli primerjavo 100 % in 200 % odmerka. Rezultati glede učinkovitosti insekticidov v različnih časovnih obdobjih od nanosa insekticidov so vidni v preglednici 3 in 4.

V preglednici 2 so vidni podatki glede učinkovitosti insekticidov v različnih časovnih obdobjih od nanosa insekticida. Učinkovitosti po prvih 48 urah so bile visoke in med pripravki so bile le manjše razlike. Pri pripravkih Decis, Mavrik in Karate povečanje odmerka na 200 % ni imelo značilnega vpliva na učinkovitost. Pri pripravku Biscaya je bil učinek povečanja odmerka značilen. Po 4 dneh od nanosa je učinkovitost že značilno padla. Pri vseh pod 80 %. Povečanje odmerka ni povečalo učinkovitosti. Po 8 dneh od nanosa je učinkovitost pri vseh pripravkih padla pod 50 % in po 10 dneh pod 40 %. To kaže, da imajo pripravki zelo kratkoročno delovanje. Pojava odpornosti, kjer bi že po 48 urah po nanosu učinkovitost bila blizu 0 % nismo uspeli dokazati. Poskus kaže na znižano stopnjo rezidualne učinkovitosti, nikakor pa ne kaže na pojav odpornosti na testirane insekticide.

Preglednica 2: Učinkovitosti insekticidov (% Henderson-Tilton) za zatiranje repičarja (*M. aeneus*) pri različnih pripravkih in v različnih časovnih obdobjih od nanosa insekticidov.

Pripravek: 2017	Po 2 dnehi	Po 4 dnehi	Po 6 dnehi	Po 8 dnehi	Po 10 dnehi
Decis 100 EC 0,075 l/ha	89,7 b	63,7 ab	51,3 a	45,8 a	17,6 a
Decis 100 EC 0,150 l/ha	91,4 bc	76,9 b	63,9 b	36,8 a	20,6 ab
Mavrik 240 EW 0,200 l/ha	97,6 c	71,8 ab	57,8 ab	42,2 a	41,8 b
Mavrik 240 EW 0,400 l/ha	96,0 c	78,6 b	45,7 a	47,3 a	32,6 ab
Biscaya 0,300 l/ha	76,4 a	52,0 a	44,7 a	37,7 a	28,9 ab
Biscaya 0,600 l/ha	92,2 bc	78,0 b	58,0 ab	31,1 a	35,0 ab
Karate Zeon 5 CS 0,150 l/ha	90,2 bc	60,5 ab	39,2 a	42,2 a	32,2 ab
Karate Zeon 5 CS 0,300 l/ha	90,6 bc	57,2 ab	39,7 a	39,7 a	17,2 a
Povprečje 100 % odmerek	88,47 A	61,99 A	48,2 A	38,6 A	26,4 A
Povprečje 200 % odmerek	92,53 A	72,69 B	51,8 A	42,0 A	30,1 A

* Vrednosti označene z enakimi črkami znotraj enega obdobja ocenjevanja učinkovitosti se ne razlikujejo značilno glede na rezultate Tukey HSD testa ($\alpha < 0,05$).

46

Pri komentarju glede učinkovitosti insekticidov za zatiranje kljunotaja (preglednica 3) je potrebno omeniti, da je bil termin uporabe insekticidov prepozen glede na razvoj škodljivca. V večini let hkratio zatiranje repičarja in kljunotaja ni možno. Ker imajo samice kljunotaja zelo dolgo obdobje odlaganja jajčec preden poginejo je ugotavljanje učinkovitosti z ulovom možno tudi po obdobju, ki je sicer strokovno utemeljeno za uporabo insekticidov. V letu 2017 je bil viden podoben odziv na insekticide, kot pri repičarju. V kratkem času po nanosu insekticidov je učinkovitost znašala med 80 in 100 %. Povečanje odmerka na 200 % ni imelo značilnega vpliva na učinkovitost insekticidov. Po 8 dneh od nanosa je učinkovitost insekticidov padla na 20 ali pod 20 %.

Preglednica 3: Učinkovitosti insekticidov (% Henderson-Tilton) za zatiranje ogrščičnega kljunotaja (*C. napi*) pri različnih pripravkih in v različnih časovnih obdobjih od nanosa insekticidov.

Pripravek: 2017	Po 2 dnehi	Po 4 dnehi	Po 6 dnehi	Po 8 dnehi
Decis 2,5 EC 0,075 l/ha	81,7 a	28,5 a	21,8 ab	16,0 a
Decis 2,5 EC 0,150 l/ha	100,0 a	35,7 ab	27,4 b	20,6 a
Mavrik 240 EW 0,200 l/ha	100,0 a	21,3 a	22,4 ab	20,6 a
Mavrik 240 EW 0,400 l/ha	100,0 a	42,8 b	16,1 ab	11,9 a
Biscaya 0,300 l/ha	95,4 a	28,5 a	11,1 a	24,7 a
Biscaya 0,600 l/ha	100,0 a	28,5 a	22,4 ab	11,9 a
Karate Zeon 5 CS 0,150 l/ha	95,4 a	29,4 a	15,6 ab	13,3 a
Karate Zeon 5 CS 0,300 l/ha	83,3 a	22,3 a	10,6 a	11,0 a
Povprečje 100 % odmerek	93,14 A	26,9 A	17,7 A	13,8 A
Povprečje 200 % odmerek	95,83 A	32,3 B	19,0 A	18,7 A

Vrednosti označene z enakimi črkami znotraj enega obdobja ocenjevanja se ne razlikujejo značilno glede na rezultate Tukey HSD testa ($\alpha < 0,05$).

3.2 Rezultati poskusa v sezoni 2018

V sezoni 2018 smo izvedli dva nanosa insekticidov in primerjali 100 % odmerkov pripravkov s 300 % odmerkom pripravkov. Populacija kljunotaja je bila premajhna, da bi lahko izvedli ocenjevanje velikosti njegove populacije.

V sezoni 2018 je bil populacijski pritisk repičarja podoben tistemu iz 2017. V preglednici 4 podatki v prvih treh stolpcih kažejo učinkovitost po prvem nanosu insekticidov, v spodnjih štirih stolpcih pa so podatki za obdobje po drugem nanosu insekticidov. Primerjalni povečani odmerek je bil večji kot v letu 2017 in je znašal 300 %. Začetna učinkovitost po 48 urah je bila v letu 2018 precej nižja, kot v letu 2017. Takšen padec učinkovitosti je težko obrazložiti, saj je bil poskus ponovljen na isti lokalni populaciji. Aplikacijska tehnika in lov hroščkov sta bila enaka. Povečanje odmerka na 300 % je nekoliko povečalo učinkovitost predvsem pri pripravku Mavrik. Pri ostalih je bilo povečanje majhno ali pa ga sploh ni bilo.

Preglednica 4: Učinkovitosti insekticidov (% Henderson-Tilton) za zatiranje repičarja (*M. aeneus*) pri različnih pripravkih in v različnih časovnih obdobjih od nanosa insekticidov.

47

Pripravek: 2018	Učinkovitost (%)		Učinkovitost (%)	
	11.4.2018	13.4.2018	16.4.2018	
Decis 0,075 l/ha	32,61 ab	20,09 b	31,06 a	
Decis 0,225 l/ha	40,47 ab	37,85 ab	27,18 a	
Mavrik 0,200 l/ha	46,03 ab	20,85 b	16,78 ab	
Mavrik 0,600 l/ha	84,49 a	91,81 a	43,80 a	
Biscaya 0,300 l/ha	63,68 ab	67,61 ab	14,58 ab	
Biscaya 0,900 l/ha	41,87 ab	41,79 ab	9,68 b	
Karate 0,150 l/ha	30,49 b	33,27 ab	35,86 a	
Karate 0,450 l/ha	34,71 ab	42,46 ab	28,42 a	
Daskor 0,625 l/ha	65,40 b	43,50 ab	30,15 a	
Daskor 1,875 l/ha	70,10 ab	47,40 ab	38,40 a	
Pov. 100 % odmerek	55,33 A	37,06 B	25,69 A	
Pov. 300 % odmerek	46,64 A	52,26 A	35,50 A	
Pripravek: 2018	Učin. (%)	Učin. (%)	Učin. (%)	Učin. (%)
	18.4.2018	20.4.2018	23.4.2018	25.4.2018
Decis 0,075 l/ha	52,64 a	23,33 a	54,29 a	51,72 ab
Decis 0,225 l/ha	52,78 a	64,17 a	80,84 a	42,46 ab
Mavrik 0,200 l/ha	88,99 a	66,11 a	64,71 a	38,76 ab
Mavrik 0,600 l/ha	66,86 a	70,28 a	55,55 a	68,18 a
Biscaya 0,300 l/ha	74,56 a	24,44 a	34,96 a	48,73 ab
Biscaya 0,900 l/ha	81,86 a	13,89 a	47,90 a	35,48 ab
Karate 0,150 l/ha	81,96 a	38,89 a	32,72 a	13,65 b
Karate 0,450 l/ha	60,24 a	73,89 a	66,53 a	37,76 ab
Daskor 0,625 l/ha	70,66 a	38,33 a	61,11 a	31,99 ab
Daskor 1,875 l/ha	80,50 a	48,06	35,03 a	41,04 ab
Pov. 100 % odmerek	73,76 A	38,22 B	49,56 A	36,97 A
Pov. 300 % odmerek	68,45 A	54,06 A	57,17 A	44,98 A

* Vrednosti označene z enakimi črkami znotraj enega obdobja ocenjevanja učinkovitosti se ne razlikujejo značilno glede na rezultate Tukey HSD testa ($\alpha < 0,05$).

Glede na inicialno učinkovitost po 48 urah ne moremo reči, da je testirana populacija odporna na preučevane insekticide. Neodzivnost na izrazito povečanje odmerka insekticidov po 72 urah in pozneje pa kaže, da se zelo verjetno v delu populacije že dogaja segregacija osebkov, ki so blizu praga odpornosti. Na to kažejo podatki iz spodnjih stolpcev preglednice 4, kjer se vidi, da ponoven nanos insekticidov le nekaj dni po prvem nanosu ni imel bistveno višje učinkovitosti, kot prvi, kljub temu, da se obloga od prvega nanosa gotovo še ni popolnoma razkrojila. Šestkratni odmerek insekticidov je pokazal manjši vpliv na povečanje rezidualne učinkovitosti. Povečanje učinkovitosti je bilo majhno, kar ponovno kaže na začetek razvoja odpornosti. Žal v poskusih na njivi ni možno pridobiti rezultatov, kot v laboratorijskih poskusih. Verjetno poljski in laboratorijski poskusi niso povsem primerljivi. V laboratorijskem poskusu običajno ni učinkov migracij in učinkov izogibanja tretiranemu območju. Tudi ni velikih vremenskih učinkov na razpadanje obloge insekticida.

4 SKLEPI

Na podlagi dveh preprostih poljskih poskusov izvedenih le na eni lokalni populaciji hroščev vrst *M. anenus* (repičar) in *C. napi* (ogrščični kljunotaj) lahko sklenemo naslednje:

48

- Pri nobenem od testiranih insekticidov nismo potrdili odpornosti nanj, niti pri repičarju niti pri ogrščičnem kljunotaju.
- Inicialna učinkovitost insekticidov po prvih 24 urah od aplikacije prične naglo padati in se po nekaj dnevih spusti pod mejo 60 %.
- Glede na učinkovitosti, ki smo jih dobili v poskusu lahko sklepamo, da testirani insekticidi ne zagotavljajo zanesljivega zatiranja repičarja in kljunotaja in da že pri srednje velikih populacijah teh dveh škodljivcev (5-8 hroščev na rastlino), zelo verjetno pride do znatne izgube pridelka, kljub uporabi insekticidov.
- Povečevanje odmerka iz 100 % na 200 % ali celo 300 % nima velikega vpliva na povečanje učinkovitosti, kar teoretično nakazuje, da smo že v prehodnem obdobju do pojava prave odpornosti na preučevane aktivne snovi. Praktično poskus tudi potrjuje, da povečevanje odmerkov ni ustrezen pristop za reševanje težav z neučinkovitostjo pri zatiranju.

5 ZAHVALA

Raziskava je bila opravljena v okviru projekta CRP V4-1601 - Ocena stanja odpornosti škodljivih organizmov na fitofarmacevtska sredstva v Sloveniji. Financerjem MKGP RS in ARRS se zahvaljujemo za sredstva, ki so jih namenili za izvedbo te raziskave.

6 LITERATURA

- Makunas, V., Brazauskiene, I. 2011. Resistance of *Meligethes aeneus* to pyrethroids in Lithuania. Zemdirbyste, 98: 434-438.
- Milovanović, P., Kljajić, P., Andrić, G., Pražić-Golić, M., Popović, T. 2013. Efficacy of Different Insecticides in Controlling Pollen Beetle (*Meligethes aeneus* F.) in Rapeseed Crop. Pestic. Phatomed, 28: 255-263.

- Püntener, W. 1981. Manual für Feldversuche im Pflanzenschutz. Zweite, überarbeitete und ergänzte Auflage. Ciba – Geigy AG, Basel, Schweiz. 4–72.
- Seidenglanz, M., Poslušna, J., Rotrekl, J., Kolarik, P., Hrudova, E., Toth, P., Havel, J., Bernardova, M. 2015. *Meligethes aeneus* (Coleoptera: Nitidulidae) Resistance to Lambda-Cyhalothrin in the Czech Republic in 2012 and 2013. *Plant Protection Science*, 2: 94-107.
- Slater, R., Ellis, S., Genay, JP., Heimbach, U., Huart, G., Sarazin, M., Longhurst, C. 2010. Pyrethroid resistance monitoring in European populations of pollen beetle (*Meligethes* spp.): a coordinated approach through the Insecticide Resistance Action Committee (IRAC). *Pest management science*, 67: 633-638.
- Zamojska, J., Wegorek, P., Mrowczynski, M. 2013. Susceptibility level of the pollen beetle (*Meligethes aeneus* F.) to selected pyrethroids in Poland, and resistance mechanisms of the pest to deltamethrin. *Journal of Plant protection research*, 53: 89-95.

TESTIRANJE PROSASTIH PLEVELNIH TRAV GLEDE TOLERANTNOSTI NA NEKATERE HERBICIDE

Mario LEŠNIK¹, Stanislav VAJS², Andrej PAUŠIČ³

¹⁻³ Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede Maribor, Hoče

IZVLEČEK

V poljskem poskusu smo testirali učinkovitost aktivnih snovi tienkarbazon-metil, foramsulfuron, mezotrion, S-metolaklor, dimetenamid-P in nikosulfuron za zatiranje prosastih trav. Herbicidi so bili naneseni na populacije rastlin, ki smo jih na poskusnem polju koruze ustvarili s setvijo semen, ki smo jih nabrali na različnih območjih Slovenije (Mursko polje, Dravsko in Ptujsko polje, Krško polje, Savinjska in Vipavska dolina). Semena smo nabirali na njivah, kjer so bili neuspešni pri njihovem zatiranju. Preučevali smo naslednje vrste: *Panicum dichotomiflorum*, *P. capillare*, *P. miliaceum*, *Setaria faberi*, *S. glauca*, *S. viridis*, *Echinochloa crus-galii* in *Sorghum halepense*. Pri več populacijah smo ugotovili občutno znižanje učinkovitosti herbicidov na raven med 60 do 80 %, vendar o odpornosti preučevanih trav na preučevane herbicide ne moremo govoriti. Na več območjih Slovenije se kažejo znaki segregacije tolerantnih populacij. Ker so semenske banke preučevanih plevelov velike, kljub srednje visoki učinkovitosti herbicidov že prihaja do velikih izgub pridelkov koruze, še posebno v sušnih razmerah.

Ključne besede: pleveli, prosaste trave, zatiranje, herbicidi, odpornost

ABSTRACT

A TESTING PANICOID GRASS WEEDS FOR HERBICIDE TOLERANCE

In the field experiment, the efficacy of the active substances thiencazuron-methyl, foramsulfuron, mesotrione, S-metolachlor, dimethenamide-P and nicosulfuron for the control of panicoid grass weeds was tested. Herbicides were applied to the populations of plants that were in an experimental maize field established by sowing seeds collected in various regions of Slovenia (Mursko polje, Dravsko and Ptujsko polje, Krško polje, Savinjska and Vipava valleys) and then planted in the mentioned field. We harvested grass seeds in the fields where farmers were unsuccessful in their suppression. We studied the following species: *Panicum dichotomiflorum*, *P. capillare*, *P. miliaceum*, *Setaria faberi*, *S. glauca*, *S. viridis*, *Echinochloa crus-galii* and *Sorghum halepense*. In several populations, a significant reduction in the effectiveness of herbicides was found. Efficacy fell to a level of 60 to 80%, but the resistance of the studied grasses to the herbicides tested cannot be proven. There are signs of

¹ dr., Pivola 10, SI-2311 Hoče

² mag., dipl. inž. agr., prav tam

³ dr., prav tam

segregation of tolerant populations in several regions of Slovenia. Since soil seed banks of the studied weeds are big, despite the medium-high efficacy of herbicides, massive losses of corn yields are encountered, especially in arid conditions.

Key words: weeds, panicoid grasses, control, herbicides, resistance

1 UVOD

Med poljščinami na naših njivah prevladuje koroza. Med najbolj pogoste plevela naših koruznih njiv spadajo prosaste trave iz rodov *Setaria*, *Echinochloa*, *Panicum*, *Digitaria* in *Sorghum*. Populacije teh plevelov se v zadnjih letih povečujejo. Med osnovne vzroke za povečevanje populacij štejemo klimatske spremembe, povečano pogostnost suš, gojenje vse bolj poznih hibridov koroze, spremenjene načine obdelave tal, nižje standarde higiene na strniščih in znižanje učinkovitosti najbolj pogosto uporabljenih herbicidov, ki delujejo kot ALS, HPPD ali ACCase inhibitorji. V literaturi je opisanih veliko primerov pojavov odpornosti prosastih trav na herbicide. Nekateri primeri so navedeni v preglednici 1. Veliko podatkov o pojavih odpornosti pri prosastih travah je možno pridobiti na spletni strani HRAC – Herbicide Resistance Action Committee (glej na <http://www.weedscience.org/Summary/Species.aspx>). V bazah HRAC je opisanih več kot 30 primerov pojavov odpornosti prosastih trav na herbicide iz 5 različnih skupin po mehanizmu delovanja.

51

Preglednica 1: Nekaj objav glede odpornosti nekaterih prosastih trav na herbicide.

Vrsta prosaste trave:	Herbicide:	Avtorji:
<i>Setaria viridis</i>	atrazin, trifluralin, setoksimid, imazetapir	Doust in Diao, 2017
<i>Setaria viridis</i>	atrazin	Konstantinovič, 2001
<i>Setaria faberi</i>	triazini	Ritter s sod., 1989
<i>Setaria viridis</i>	fenoksaprop-P-etil, trifluralin	Beckie s sod., 1999
<i>Echinochloa crus-galii</i>	kvizalofop-etil ALS herbicidi	ZhiBo s sod., 2013 Panozzo s sod., 2017
<i>Digitaria sanguinalis</i>	ALS herbicidi	Li s sod., 2017
<i>Digitaria sanguinalis</i>	cikloksimid, fluazifop-P-butil, haloksifop-metil, kvizalofop-P-etil	Gasquez, 2007
<i>Sorghum halepense</i>	fenoksaprop-P-etil, fluazifop-P-butil, haloksifop-metil, propakvizafop, kvizalofop-P-etil, kvizalofop-P-tefuriil	Malidža s sod., 2015 Johnson s sod., 2014
<i>Panicum dichotomiflorum</i>	atrazin	De Prado, 1983
<i>Panicum capillare</i>	atrazin	Beckie, 1999

Po mnenju pridelovalcev, ki so neuspešni pri zatiranju prosastih trav, so se tudi v Sloveniji že pojavile lokalne populacije, ki so odporne na posamezne herbicide. Sumi o tem za območje Balkana segajo že daleč nazaj (Janjič s sod., 2007). Glede pojavov odpornih prosastih trav v Sloveniji nimamo uradnih podatkov. Da bi podatke o morebitnih pojavih odpornosti pridobili, smo izvedli poljski poskus na populacijah prosastih trav, katerih seme je bilo nabrano po različnih regijah Slovenije.

2 MATERIALI IN METODE

Poljski poskus je bil izveden v letu 2018 na poskusni postaji UKC FKBV UM Pohorski dvor v Pivoli (Hoče pri Mariboru; GIS: 46°30'9,15"N in 15° 38'3,59"E). Izvedli smo standardno preskušanje učinkovitosti herbicidov, ki jih pri nas pogosto uporabljamo v posevkih koruze. Podrobnosti glej v preglednici 2. Kоруza je bila posejana na njivi, kjer imamo običajen kolobar. Srednja težka ilovnata tla so dobro založena s hranili (org. snov 2,1 %, pH (KCl) 6,2; P₂O₅ 16 mg/100 g; K₂O 24 mg/100 g). V letu 2017 je tam uspevala oljna ogrščica, v letu 2016 pšenica, v letu 2015 kоруza. Sistem obdelave tal je klasično globoko oranje s popolnim zaoravanjem požetvenih ostankov. Poskus je bil zasnovan kot poskus v zasnovi naključnih blokov s parcelicami 6 m x 5 m = 30 m² v 4 ponovitvah.

2.1 Komentar glede razvoja koruze in plevelne populacije na poskusni parceli

Hibrid ARNO DKC 3939 je srednje pozen (FAO 300) in je bil posejan 9. maja. Posejali smo 91 500 semen na hektar (15,6 cm x 70 cm) in do sredine junija se je oblikoval sestoj z 90 000 rastlinami na hektar. Vznik koruze je bil počasen, ker so bila tla hladna. Do stadija prvega razvitega lista je kоруza potrebovala dva tedna. Ker so bila tla hladna je šlo zgolj za počasen razvoj in ne za napad bolezni ali poškodbe od herbicidov. Kоруza in pleveli so se na začetku razvoja razvijali približno enako hitro. Toploljubni pleveli so pričeli z razvojem v polovici maja. To velja tudi za posejane vrste trav. V razvoju so malo zamujale, kar je verjetno nekoliko vplivalo na delovanje talnih herbicidov. Vlaga je bilo za delovanje talnih herbicidov v optimalni količini ali morda celo nekoliko preveč. V maju smo imeli dva padavinska dogodka z več kot 50 mm padavin na dan. Voda na njivi ni zastajala. Na poskusni parceli smo imeli travno plevelno populacijo, ki je bila ustvarjena sistematično s setvijo plevelov. Med vrste koruze na natančno označene mikroparcelice velike 1 m² smo posejali seme prosastih trav, ki smo ga nabrali po njivah po Sloveniji. Seme trav je bilo posejano en dan po setvi koruze in z grabljami vdelano od 2 do 3 cm v tla (približno 200 na m²). Ob vzniku koruze je vzniknilo med 40 in 70 prosastih trav na m². V obdobju prvega termina aplikacije herbicidov so prosaste trave večinoma imele razvit 1 list, ob drugi aplikaciji herbicidov pa dva lista. Nabrali smo jih na njivah, kjer so imeli velike težave z njihovim zatiranjem in so bili znaki za zmanjšano učinkovitost herbicidov. Seme je bilo nabrano na več kot 300 njivah. Delali smo kumulativne ugnezdene vzorce za različne regije. To pomeni, da smo v en vzorec združili seme iz 30 do 50 njiv posamezne regije.

2.2 Tehnika aplikacije herbicidov

Pripravki so bili aplicirani z nahrbtno škropilnico na električni pogon s stransko škropilno armaturo EURO-PULVÉ Tip: CP 45 – 40 – 12 – VDC (Francija). V armaturi je bila vgrajena šoba TeeJet XR 110 015 VS (VMD50 95-110 µm), ki je pri pritisku 3,5 bara in hitrosti hoje 3 km zagotovila porabo 250 l/ha škropilne brozge. Aplikacija herbicidov je bila vedno izvedena v dopoldanskem času med 8:00 in 10:00, ko so bili pleveli suhi, v razmerah, ko je veter pihal manj kot 0,5 m/s. Temperature v času aplikacije so se gibale med 14 in 17 °C in zračna vlaga med 60 in 70 %.

2.3 Metode ocenjevanja stopnje učinkovitosti herbicidov

Stopnja učinkovitosti delovanja herbicidov se je ugotavljala po neposredni metodi vizualnega bonitiranja z ocenami od 1 do 100 % (ocena 1 brez delovanja, ocena 100 popoln propad plevelnih rastlin) (glej Püntener, 1981). Pri dodelitvi ocene se je upoštevala stopnja poškodbe organov plevela, stopnja zastoja rasti, stopnja regeneracije delov rastline, število preživelih rastlin na m² in delež rastlin, ki so cvetele ali oblikovale seme. Stanje plevelov se je ocenjevalo 2, 6 in 12 tednov po aplikaciji herbicida v primerjavi s kontrolnimi neškropljenimi parcelicami, ki so bile sistematično, v obliki šahovnice in pasov ponovljene večkrat. Vedno se je primerjala obravnavana parcela z najbližjo kontrolno parcelo. V tem prispevku so prikazani le rezultati ocenjevanja 12 tednov po aplikaciji herbicidov.

Preglednica 2: Osnovni podatki o aplikaciji herbicidov.

Pripravek:	Sestava:	Datum:	BBCH koruza	Odmerek pripravka na ha:
Monsoon Active	Foramsulfuron 31,5 g/l Ciprosulfamid 15 g/l Tienkarbazon metil 10 g/l	22. 5.	0013	Pripravek: 1,7 l/ha
Monsoon Active	Foramsulfuron 31,5 g/l Ciprosulfamid 15 g/l Tienkarbazon metil 10 g/l	28. 5.	0015	Pripravek: 1,7 l/ha
Monsoon Active + Mustang 306 SE	Foramsulfuron 31,5 g/l Ciprosulfamid 15 g/l Tienkarbazon metil 10 g/l 2,4-D 45,2 % + Florasulam 6,25 %)	28. 5.	0015	Pripravek: 1,7 l/ha Pripravek 0,5 l/ha
Laudis 30 WG	Tembotrion 30 g/l Foramsulfuron 31,5 g/l Ciprosulfamid 15 g/l Tienkarbazon metil 10 g/l	22. 5.	0013	Pripravek: 1 l/ha
Monsoon Active	Foramsulfuron 31,5 g/l Ciprosulfamid 15 g/l Tienkarbazon metil 10 g/l	28. 5.	0015	Pripravek: 1,7 l/ha
Elumis + Banvel 480 S	Mezotrion 75 g/l + Nikosulfuron 30 g/l + Dikamba 480 g/l	28. 5. 28. 5.	0015 0015	Pripravek: 1,5 l/ha Pripravek: 0,6 l/ha
Dual GOLD Callam	Metolaklor-S 96 % Dikamba 60 g/l Tritosulfuron 12,5 g/kg	11. 5. 28. 5.	00 0015	Pripravek: 1,5 l/ha Pripravek: 0,3 kg/ha
Frontier X2 Callam	Dimetenamid-P 72 % Dikamba 60 g/l Tritosulfuron 12,5 g/kg	11. 5. 28. 5.	00 0015	Pripravek: 1,4 l/ha Pripravek: 0,3 kg/ha
Motivell 6 OD Mustang 306 SE	Nikosulfuron 6 g/l 2,4-D 452 g/l + Florasulam 62,5 g/l	6.	0016	Pripravek: 0,75 l/ha Pripravek 0,6 l/ha

BBCH – glej Meier (2001).

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

Prikazani so le rezultati ocenjevanja po 12 tednih od uporabe herbicidov. To je obdobje v drugem delu poletja. V tem obdobju se že vidi, do kakšne stopnje so pleveli preživeli tretiranje in, ali so oblikovali seme. Pri talno delujočih herbicidih se vidi tudi pojav naknadnega vznika, ko se herbicidi v tleh razgradijo. Pogoji za razvoj koroze so bili izjemno dobri. Koroza je obdržala visoko tekmovalno sposobnost vse do konca rastne dobe. Suše ni bilo in listna masa je ostala zelena vse do sredine oktobra. Prosaste trave, ki so preživele tretiranje so imele srednje velik vpliv na pridelek. Pri obravnavanjih, kje je bilo slabo delovanje herbicidov, so preživele trave pridelek zmanjšale med 15 in 25 % (podatki niso prikazani).

3.1 Rezultati glede učinkovitosti herbicidov za zatiranje posameznih vrst prosastih trav

Pri divjem sirku (*S. halepense*) razvitem iz semen so ugotovljene učinkovitosti do konca rastne dobe ostale na nivoju okrog 80 %, le pri pripravku Elumis (mezotrion + nikosulfuron) je učinkovitost padla pod to mejo (glej preglednico 3). Če za zatiranje semenskega sirka uporabimo najprej talni herbicid in nato še ALS listni herbicid, lahko dokaj uspešno preprečimo izgubo pridelka. Nobena preživela rastlina do konca rastne dobe koroze ni oblikovala socvetja. Imeli smo tudi eno obravnavanje, kjer se je sirek razvil iz rizomov. Pri rizomskem sirku smo dosegli precej nižjo učinkovitost. Pri snoveh metolaklor in dimetenamid je glede na mehanizem delovanja jasno, da ne moreta zatreti rizomskega sirka. Rezultati poskusa kažejo, da ob enakomernem in hitrem vzniku sirka iz semena lahko dosežemo dokaj dobro zatiranje, a ne odličnega. Herbicide je potrebno uporabiti v stadiju 1 do 2 lista. Pri rizomskem sirku herbicide uporabimo v stadiju 3 do 4 liste, da zagotovimo dovolj veliko odzveno listno površino. To je potrdil tudi najboljši rezultat pri pripravku Monsoon (BBCH 16). Populacije divjih form gojenega prosa (*P. m. ruderale* in *P. m. agricola*) smo uspešno zatrti, saj pri večini obravnavanj preživele rastline niso oblikovale socvetij. Pri večini rastlin ni prišlo do uspešne regeneracije, rastline so ostale majhne do 10 cm visoke in povsem nekonkurenčne. Divje proso se počasi a vztrajno širi v notranost koruznih njiv povsod po Sloveniji. Trenutno herbicidi delujejo dovolj učinkovito (blizu 90 %), da te plevele lahko obvladujemo (glej preglednici 3 in 4).

Tudi rezultati pri zatiranju lasastega (*P. capillare*) in obrežnega prosa (*P. riparium*) kažejo na še zadovoljivo učinkovitost (80 do 90 %). Dobro delujeta tudi talna herbicida metolaklor in dimetenamid. Lasasto in obrežno proso vznikata zelo pozno in je to vzrok za nekaj nižjo učinkovitosti pri listnih herbicidih, ker del populacije vznikne po uporabi herbicida. Lasasto proso imamo na njivah že 40 let, a so trenutno še dokaj redke njive, ki so močno zapleveljene. Obrežno proso verjetno imamo šele nekaj let. Za zatiranje lasastega in obrežnega prosa moramo herbicide uporabiti čim bolj pozno, da ne pride do naknadnega vznika.

Pri golem prosu (*P. dichotomiflorum*) razmere za zatiranje niso tako ugodne. Primerov, ko so pridelovalci neuspešni pri zatiranju golega prosa je veliko. V našem

poskusu je prišlo do delne regeneracije pri večini obravnavanj in ta vrsta je imela vpliv na pridelek koruze. Pri pripravkih Dual in Frontier je učinkovitost pri nekaterih populacijah padla na 60 % (glej preglednico 3). Delen padec učinkovitosti je bil viden tudi pri pripravku Monsoon. Učinkovitost je padla na nivo 70 do 75 %. Pri tej vrsti pričakujemo zelo hitro naraščanje števila njiv s težavami pri zatiranju in potrebno je temeljito zatiranje v drugih kulturah. Posamezna rastlina golega prosa lahko oblikuje več kot 100000 semen in semenske banke se zelo hitro povečujejo. Pojava odpornosti na katerega od preučevanih herbicidov nismo potrdili. Pri kostrebi in sivozelenem muhviču smo imeli le tri vzorce iz Dravskega in Ptujkega polja. Na teh območjih je vsaj polovica njiv zelo močno zapleveljena s tema pleveloma. Pri kostrebi učinkovitosti niso presegle 90 %. Testirani pripravki delujejo zadovoljivo. Rezultati doseženi pri muhviču so nekaj slabši, kot pri kostrebi. Kot že precej neučinkovito bi lahko označili snov nikosulfuron (okrog 70 %). Na Dravskem in Ptujskem polju bi bilo dobro zmanjšati frekvenco uporabe snovi nikosulfuron, predvsem kot samostojna uporaba.

Preglednica 3: Podatki o učinkovitosti (%) herbicidnih kombinacij 12 tednov po aplikaciji listnega herbicida.

Lokacija in vrsta trave: PT – Ptujsko polje DR – Dravsko polje SD – Savinska dolina KR – Krško polje MS – Mursko polje VD – Vipavska dolina S – iz semena R – iz rizomov	Monsoon active 1,7 l/ha BBCH 13	Monsoon active 1,7 l/ha BBCH 15	Monsoon active 1,7 l/ha + Mustang 0,5 l/ha BBCH 15	Laudis 1 l/ha BBCH 13 + Monsoon active 1,7 l/ha BBCH 15	ELUMIS 1,5 L/HA BBCH 15 + BANVEL 0,6 L/HA BBCH 15	Dual gold 1,5 l/ha BBCH 00 + Callam 0,3 kg/ha BBCH 15	Frontier 1,4 l/ha BBCH 00 + Callam 0,3 kg/ha BBCH 15	Motivell extra OD 0,75 l/ha + Mustang 0,6 l/ha BBCH 16
<i>Sorghum halepense</i> s PT	82,3 ab	86,0 a	86,3 a	85,7 a	62,3 c	74,7 ab	80,7 ab	72,7 bc
<i>Sorghum halepense</i> s DR	82,0 abc	81,0 abcd	84,7 ab	87,0 a	48,3 e	75,7 bcd	74,7 cd	71,3 d
<i>Sorghum halepense</i> s KR	81,7 ab	80,7 ab	83,0 ab	85,3 a	69,0 b	71,0 ab	75,7 ab	72,0 ab
<i>Sorghum halepense</i> s VD	80,0	81,0	81,7	86,3	71,7	69,7	75,0	73,7

	abc	ab	ab	a	cd	d	bcd	bcd
<i>Sorghum halepense</i> rizomi Pd	60,3 ab	72,0 a	63,0 a	68,0 a	46,7 bc	37,3 b	33,3 b	45,7 b
<i>Panicum dichotomiflorum</i> PT	70,0 ab	75,0 a	76,7 a	81,3 a	73,7 a	60,7 b	60,7 b	70,0 ab
<i>Panicum dichotomiflorum</i> DR	72,7 abc	77,0 ab	76,7 ab	80,0 a	71,7 abc	61,7 c	67,7 bc	68,3 bc
<i>Panicum dichotomiflorum</i> SD	78,0 ab	75,0 abc	75,7 ab	82,3 a	72,7 abc	64,3 c	68,0 bc	70,0 bc
<i>Panicum dichotomiflorum</i> KR	78,3 a	78,7 a	78,0 a	77,0 a	75,7 a	66,7 a	68,3 a	65,3 a
<i>Panicum dichotomiflorum</i> MS	74,0 ab	76,3 a	79,0 a	77,3 a	74,0 ab	65,7 b	67,3 b	72,0 ab
<i>Panicum dichotomiflorum</i> VD	72,7 ab	78,0 a	79,3 a	79,3 a	70,7 b	63,0 c	69,0 bc	69,0 bc
<i>Panicum mill. agricola</i> PT	89,0 ab	89,0 ab	83,7 b	92,7 a	81,3 b	84,3 b	84,0 b	66,3 c
<i>Panicum mill. agricola</i> DR	91,7 a	89,3 ab	87,7 ab	92,3 a	86,0 ab	84,3 ab	82,7 b	66,0 c
<i>Panicum mill. agricola</i> SD	90,0 ab	86,3 abc	81,7 bc	92,0 a	86,3 abc	83,0 abc	77,7 c	67,0 d
<i>Panicum mill. agricola</i> KR	90,0 a	90,3 a	86,0 abc	91,0 a	87,0 ab	78,3 c	81,3 bc	66,7 d
<i>Panicum mill. agricola</i> MS	89,0 ab	86,7 ab	86,7 ab	91,7 a	87,3 ab	80,7 b	82,0 ab	67,0 c
<i>Panicum mill. agricola</i> VD	91,0 a	88,0 ab	87,3 ab	90,0 a	84,7 ab	82,3 b	82,7 b	72,7 c

* Povprečja znotraj ene vrste plevla označena z enako črko se ne razlikujejo med seboj značilno glede na Tukey HSD test ($P < 0,05$).

To priporočilo velja tudi zaradi srakonje (*D. sanguinalis*), kjer smo ugotovili učinkovitost pod 70 %. Srakonja se trenutno kaže kot primer trave z najnižjimi učinkovitostmi herbicidov. Tudi pri pripravku Monsoon pri uporabi v višjem razvojnem stadiju je bil opazen padec učinkovitosti (okrog 75 %). Pri srakonji je učinkovitost padla pod 80 % za vse nabrane populacije. Ta vrsta kaže največji potencial do bo v bližnji prihodnosti povzročala težave pri zatiranju z ALS in HPPD herbicidi. Li s sod. (2017) opisujejo nove mehanizme odpornosti te trave na ALS herbicide in posebej izpostavljajo problematiko nikosulfurona. Je tudi najbolj prilagodljiva na razmere ekstremne suše. Seme dozori pozneje kot pri sivozelenem muhviču in kostrebi. Tako je seme muhviča in kostrebe na njivah s koruzo za pridelavo silaže ob spravilu že zrelo, seme srakonje pa še ne. Če strnišče po spravilu silaže takoj plitvo obdelamo lahko v veliki meri zmanjšamo oblikovanje semen srakonje.

Vrsta, ki zelo hitro napreduje je tudi Faberjev muhvič (*S. faberi*). V preteklosti se je razvijala ob transportni infrastrukturi, danes pa je že pogosta na njivah. Rastlina je zelo konkurenčna saj doseže višino 2 m. Je odporna na sušo. Trenutno po rezultatih poskusa še lahko zagotavljamo povprečno uspešno zatiranje (med 85 in 90 % učinkovitost). Ker je zelo konkurenčna lahko velike izgube pridelka nastanejo že pri majhnem številu preživelih rastlin na m².

Preglednica 4: Podatki o učinkovitosti (%) herbicidnih kombinacij 12 tednov po aplikaciji listnega herbicida.

Lokacija in vrsta trave: PT – Ptujsko polje DR – Dravsko polje SD – Savinska dolina KR – Krško polje MS – Mursko polje VD – Vipavska dolina S – iz semena R – iz rizomov	Monsoon active 1,7 l/ha BBCH 13	Monsoon active 1,7 l/ha BBCH 15	Monsoon active 1,7 l/ha + Mustang 0,5 l/ha BBCH 15	Laudis 1 l/ha BBCH 13 + Monsoon active 1,7 l/ha BBCH 15	ELUMIS 1,5 L/HA BBCH 15 + BANVEL 0,6 L/HA BBCH 15	Dual gold 1,5 l/ha BBCH 00 + Callam 0,3 kg/ha BBCH 15	Frontier 1,4 l/ha BBCH 00 + Callam 0,3 kg/ha BBCH 15	Motivell extra OD 0,75 l/ha + Mustang 0,6 l/ha BBCH 16	
<i>Panicum mill. ruderale</i> PT	89,7 a	85,7 abc	86,0 abc	89,7 a	80,7 cd	82,7 bcd	88,3 ab	78,0 d	
<i>Panicum mill. ruderale</i> DR	82,3 ab	85,7 a	87,0 a	88,0 a	81,7 ab	80,3 ab	86,0 a	76,0 b	
<i>Panicum mill. ruderale</i> SD	81,3 cd	84,3 abcd	88,0 ab	89,3 a	83,0 bcd	79,7 d	86,7 abc	72,7 e	
<i>Panicum mill. ruderale</i> KR	79,3 bc	85,3 ab	87,7 a	87,0 a	80,0 bc	78,7 c	82,7 abc	79,0 c	
<i>Panicum mill. ruderale</i> MS	82,3 abc	88,7 a	88,0 ab	86,3 ab	74,0 d	80,7 bcd	88,7 a	78,7 cd	
<i>Panicum mill. ruderale</i> VD	80,0 cd	84,7 abc	87,7 a	87,0 ab	76,3 d	80,7 bcd	85,7 abc	76,7 d	
<i>Panicum riparium</i> PT	88,7 a	87,0 a	88,7 a	88,3 a	85,0 a	84,0 a	83,7 a	83,0 a	
<i>Panicum riparium</i> DR	87,7 ab	86,3 ab	87,3 ab	88,3 a	86,3 ab	81,3 b	82,3 ab	83,3 ab	
<i>Panicum riparium</i> SD	88,7 a	84,7 ab	87,0 ab	87,3 a	87,0 ab	86,0 ab	86,7 ab	80,3 b	

<i>Panicum riparium</i> KR	86,0 a	86,3 a	84,7 a	84,7 a	85,0 a	80,0 a	85,3 a	78,3 a
<i>Panicum riparium</i> MS	85,3 a	87,7 a	86,3 a	86,7 a	87,0 a	84,3 a	83,3 a	81,7 a
<i>Panicum capillare</i> PT	80,7 a	88,0 a	91,7 a	85,3 a	80,3 a	83,0 a	85,0 a	85,0 a
<i>Panicum capillare</i> DR	71,3 b	80,3 ab	89,3 a	88,7 a	82,0 ab	83,7 ab	87,0 a	84,7 a
<i>Panicum capillare</i> SD	88,7 a	89,7 a	89,0 a	87,3 a	85,3 a	83,3 a	82,7 a	83,7 a
<i>Panicum capillare</i> KR	87,0 a	86,3 a	88,7 a	88,7 a	87,0 a	83,3 a	84,0 a	85,3 a
<i>Panicum capillare</i> MS	86,7 ab	88,0 a	89,3 a	84,3 abc	86,3 abc	81,0 bc	83,7 abc	80,0 c
<i>Panicum capillare</i> VD	88,3 a	88,7 a	87,7 a	83,7 a	82,7 a	83,0 a	82,0 a	82,7 a

* Povprečja znotraj ene vrste plevela označena z enako črko se ne razlikujejo med seboj značilno glede na Tukey HSD test ($P < 0,05$).

Preglednica 5: Podatki o učinkovitosti (%) herbicidnih kombinacij 12 tednov po aplikaciji listnega herbicida.

Lokacija in vrsta trave: PT – Ptujsko polje DR – Dravsko polje SD – Savinska dolina KR – Krško polje MS – Mursko polje VD – Vipavska dolina S – iz semena R – iz rizomov Pd – Pohorski dvor	Monsoon active 1,7 l/ha BBCH 13	Monsoon active 1,7 l/ha BBCH 15	Monsoon active 1,7 l/ha + Mustang 0,5 l/ha BBCH 15	Laudis 1 l/ha BBCH 13 + Monsoon active 1,7 l/ha BBCH 15	ELUMIS 1,5 L/HA BBCH 15 + BANVEL 0,6 L/HA BBCH 15	Dual gold 1,5 l/ha BBCH 00 + Callam 0,3 kg/ha BBCH 15	Frontier 1,4 l/ha BBCH 00 + Callam 0,3 kg/ha BBCH 15	Motivell extra OD 0,75 l/ha + Mustang 0,6 l/ha BBCH 16
<i>Echinochloa crus galli</i> PT	85,0 ab	86,0 ab	84,3 ab	86,0 ab	79,0 b	89,7 a	87,3 a	82,3 ab
<i>Echinochloa crus galli</i> DR	81,0 b	82,3 ab	82,3 ab	86,0 ab	81,3 b	89,0 a	86,7 ab	80,3 b
<i>Echinochloa crus galli</i> Pd	84,3 a	86,3 a	85,0 a	89,0 a	87,0 a	90,7 a	88,3 a	86,0 a
<i>Setaria glauca</i> PT	85,7 a	83,7 a	85,3 a	84,3 a	81,3 ab	80,7 ab	82,0 a	71,0 b

<i>Setaria glauca</i> DR	85,7 a	83,0 ab	88,0 a	85,7 a	80,7 ab	80,7 ab	83,3 ab	76,7 b
<i>Setaria glauca</i> Pd	88,3 a	86,7 a	88,0 a	89,3 a	83,7 a	82,7 a	84,0 a	84,7 a
<i>Digitaria sanguinalis</i> PT	82,3 a	82,3 a	76,7 ab	84,3 a	76,3 ab	83,3 a	66,7 b	67,0 b
<i>Digitaria sanguinalis</i> DR	80,3 ab	78,3 abc	75,3 bc	83,3 ab	78,3 abc	88,7 a	62,7 d	67,3 cd
<i>Digitaria sanguinalis</i> SD	75,3 abc	76,7 abc	82,0 ab	82,0 ab	79,7 ab	85,0 a	68,7 bc	64,0 c
<i>Digitaria sanguinalis</i> KR	79,0 a	76,3 ab	79,7 a	82,7 a	81,3 a	82,0 a	67,3 b	66,7 b
<i>Digitaria sanguinalis</i> MS	76,7 ab	76,3 ab	79,0 a	81,7 a	80,7 a	81,0 a	71,7 ab	62,7 b
<i>Digitaria sanguinalis</i> VD	78,7 ab	80,0 ab	83,0 a	82,3 a	77,7 ab	83,7 a	69,7 bc	65,0 c
<i>Setaria faberi</i> PT	89,0 a	83,0 ab	82,0 ab	87,7 ab	66,7 c	85,7 ab	85,7 ab	80,3 b
<i>Setaria faberi</i> DR	89,0 a	83,0 ab	83,3 ab	87,7 ab	68,0 c	80,7 b	83,0 ab	81,3 b
<i>Setaria faberi</i> SD	90,7 a	86,7 ab	86,3 ab	85,0 ab	71,3 c	81,3 b	80,7 b	83,7 ab
<i>Setaria faberi</i> KR	88,0 a	85,7 a	84,0 ab	87,7 a	71,0 c	84,7 ab	84,7 ab	78,0 bc
<i>Setaria faberi</i> MS	87,7 a	87,7 a	82,0 abc	86,3 ab	71,3 d	83,0 abc	81,0 bc	78,0 c
<i>Setaria faberi</i> VD	87,0 a	86,3 a	82,0 a	84,7 a	68,3 c	83,7 a	84,0 a	75,3 b
<i>Eleusine indica</i> DR	63,3 a	66,3 a	62,7 a	65,3 a	67,3 a	63,0 a	56,0 a	58,3 a

* Povprečja znotraj ene vrste plevela označena z enako črko se ne razlikujejo med seboj značilno glede na Tukey HSD test ($P < 0,05$).

4 SKLEPI

Pri nobeni od preučevanih vrst trav nismo ugotovili tako nizkega nivoja učinkovitosti herbicidov, da bi lahko govorili o odpornosti na preučevane herbicide. Kratkoročne učinkovitosti v roku dva tedna po uporabi herbicida so pogosto bile med 85 in 95 %, pozneje po 12 tednih pa so se učinkovitosti občutno zmanjšale in so padle na nivo med 50 in 75 %.

Večjih razlik med populacijami različnih območij Slovenije ni. Ugotovljene učinkovitosti preučevanih herbicidov ne zagotavljajo več zanesljivega zatiranja prosastih trav, če se nam izrazito povečajo semenske banke v tleh in število vzniklih trav preseže 200 rastlin na m². Ker v bodoče ne pričakujemo večje ponudbe novih vrst herbicidov na trgu, je zelo pomembno, da ne dopustimo povečevanja semenskih bank. Potrebno je izpostaviti slabo higieno strnišč, kjer dopuščamo nemoten razvoj prosastih trav. Pogojno so prosaste trave naravni strniščni dosevki prilagojeni na sušo, a je potrebno z ustreznimi mehanskimi ukrepi preprečiti semenitev. Tak ukrep je na primer uporaba plitvih spodrezovalnikov z gibljivo prečko (angl. rod weeder; glej na primer <http://bighamag.com/bed-preparation/rod-weeder/>).

Dodatno je potrebno v strategijo zatiranja prosastih trav vključiti tudi setev hibridov koruze in ozimnih žit odpornih na DIM (npr. pšenica - kvizalofop) in FOP herbicide (npr. kuruza – cikloksidim, pšenica - setoksidim). To bo aktualno, ko se bomo srečali s prvimi pojavi odpornosti. Najhitrejši pojav odpornosti pričakujemo pri vrstah *Digitaria sanguinalis* (ALS herbicidi) in *Sorghum halepense* (ALS herbicidi). Prosaste trave napredujejo tudi v posevkih ozimnih žit z nizko gostoto sestoja na VVO območjih s sušnimi in zelo toplimi tlemi. Težava je divji sirek, ki do žetve lahko doseže višino 1,5 m in zelo oteži žetev žit. Pri divjem sirku so odpornost na več različnih herbicidov potrdili v več sosednjih državah, kar je indikator, da se to lahko kmalu zgodi tudi pri nas. Sistematično je potrebno zatirati prve najmanjše izhodiščne populacije, ki se pojavijo na robu njiv. Pomembno je zgodnje odkrivanje prvih populacij, ki jih s herbicidi ne uspemo zatreti. Če prve pojave spregledamo, potem ne izvajamo pravočasno ukrepov, kot je na primer nadzor nad semeni, ki jih raznašamo s stroji in načrtno spremenjen nabor herbicidov, ki jih uporabljamo.

5 ZAHVALA

Raziskava je bila opravljena v okviru projekta CRP V4-1601 - Ocena stanja odpornosti škodljivih organizmov na fitofarmacevtska sredstva v Sloveniji. Financerjem MKGP RS in ARRS se zahvaljujemo za sredstva, ki so jih namenili za izvedbo te raziskave.

60

6 LITERATURA

- Beckie, H. J., Thomas, A.G., Légère, A. 1999. Nature, occurrence, and cost of herbicide-resistant green foxtail (*Setaria viridis*) across Saskatchewan ecoregions. *Weed Technology*, 13: 626-631.
- Beckie, H.J., Stephenson, G.R., Dykstra, M.D., McLaren, R.D., Hamill, A.S. 1990. Agronomic practices influencing triazine-resistant weed distribution in Ontario. *Weed Technology*, 4: 199-207.
- De Prado, R., Romera, E., Velenzuela, A., Menendez, J. 1983. Atrazine-resistance mechanisms in *Panicum dichotomiflorum* and *Polygonum lapathifolium*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. The BCPC conference: weeds, Brighton, UK; 12–15: 607–12.
- Gasquez, J., Bay, G. 2007. *Digitaria sanguinalis*: a new species resistant to the ACCase inhibitors in France. *Association Nationale pour la Protection des Plantes*, 7: 141-148.
- Janjić, V., Milosević, D., Djalović, I., Tyr, S. 2007. Weed Resistance to Herbicides—Mechanisms and Molecular Basis. *Acta Agriculturae Serbica*, 24: 19-40.
- Johnson, D.B., Norsworthy, J.K., Scott, R.C. 2014. Distribution of Herbicide-Resistant Johnsongrass (*Sorghum halepense*) in Arkansas. *Weed Technology*, 28: 111-121.
- Li, J., Li, M., Gao, X., Fang, F. 2017. A novel amino acid substitution Trp574Arg in acetolactate synthase (ALS) confers broad resistance to ALS-inhibiting herbicides in crabgrass (*Digitaria sanguinalis*). *Pest Management Science*, 73: 1238-2543.
- Meier, U. 2001. "Growth stages of mono- and dicotyledonous plants". BBCH Monograph. Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry. 158 s.
- Panozzo, S., Scarabel, L., Rosan, V., Sattin, M. 2017. A New Ala-122-Asn Amino Acid Change Confers Decreased Fitness to ALS-Resistant *Echinochloa crus-galli*. *Frontiers in Plant Science*, 8: 2042.
- Püntener, W. 1981. Manual für Feldversuche im Pflanzenschutz. Zweite, überarbeitete und ergänzte Auflage. Ciba – Geigy AG, Basel, Schweiz. 4–72.

- Ritter, R.L., Kaufman, L.M., Monaco, T.J., Novitzky, W.P., Moreland, D.E. 1989. Characterization of triazine-resistant giant foxtail (*Setaria faberi*) and its control in no-tillage corn (*Zea mays*). *Weed Science*, 37: 591–5.
- ZhiBo, H., Zhi, X., DaiZhu, L., JinXin, W. 2013. Determination of ACCase sensitivity and gene expression in quizalofop-ethyl-resistant and -susceptible barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) biotypes. *Weed Science*, 61: 537 - 542.

**ANALIZA UČINKOVITOSTI HERBICIDOV
ZA ZATIRANJE SRAKOPERCA (*Apera spica-venti* (L.) P. Beauv.)**

Andrej PAUŠIČ¹, Mario LEŠNIK², Stanislav VAJS³

¹⁻³ Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede Maribor, Pivola

IZVLEČEK

V poljskem poskusu smo testirali učinkovitost pripravkov na podlagi kombinacij aktivnih snovi tienkarbazon-metil, iodosulfuron, mezosulfuron, pinoksaden, piroksulam, duflufenikan, klorotoluron in pendimetalin za zatiranje srakoperca v pšenici. Herbicidi so bili naneseni na populacije rastlin, ki smo jih na poskusnem polju ustvarili s setvijo semen, nabranih na 20 območjih v severovzhodni in vzhodni Sloveniji. Semena smo nabirali na njivah, kjer so bili neuspešni pri zatiranju in se je razvilo nad 100 rastlin na m². Učinkovitosti herbicidov so se gibale od 50 do 95 %. Na večini lokacij in pri večini testiranih herbicidov je učinkovitost znašala med 75 in 90 %. Rezultati raziskave ne kažejo na odpornost srakoperca na herbicide. Ugotovljena je nekoliko znižana učinkovitost, ki v primeru velike gostote plevela, napak glede izbire termina za nanos herbicida in slabe aplikacijske tehnike povzroči veliko zapleveljenost s srakopercem (pogosto nad 150 rastlin na m²). Močno zapleveljene njive so pogosto rezultat uporabe herbicidov, ki niso učinkoviti in ne odpornosti na herbicide, ki imajo deklarirano učinkovitost na ta plevel. Razpoložljivi registrirani herbicidi nudijo dober nivo zatiranja (90-95 %), dokler semenske banke niso prevelike in ne naredimo napak pri nanosu.

Ključne besede: srakoperec, načrtno spremljanje, učinkovitost herbicidov, razširjenost, Slovenija

ABSTRACT

**ANALYSIS OF HERBICIDE EFFICIENCY FOR THE CONTROL OF COMMON
WINDGRASS (*Apera spica-venti* (L.) P. Beauv.)**

In a field experiment, the efficiency of herbicides for the control of the common windgrass in wheat crop based on combinations of active substances such as thien carbazone-methyl, iodosulfuron, mesosulfuron, pinoxaden, piroxulam, duflufenican, chlorotoluron and pendimethalin was tested. The herbicides were applied to the populations of windgrass plants that were established by planting seeds, which had been collected in 20 locations in north-eastern and eastern Slovenia. We harvested seeds in fields, where farmers were not successful in suppressing windgrass, and where over 100 plants per m² were developed. The efficiency of

¹ dr., Pivola 10, SI-2311 Hoče

² dr., prav tam

³ mag., dipl. inž. agr., prav tam

herbicides ranged from 50 to 95%. In most of the tested windgrass populations, the efficacy of most of the tested herbicides ranged between 75 and 90%. The results of the study did not confirm the resistance of windgrass to herbicides. A somewhat reduced efficiency was found in our trial which can in case of high windgrass density, mistakes in the timing of application of herbicide and unsuitable application techniques, cause a significant increase in population of windgrass (often above 150 plants per m²). Highly infested fields are often a result of use of non-effective herbicides, that are not registered for windgrass control and not due to resistance to herbicides that have a declared efficacy for the control of this weed. The available, registered herbicides enable a good level of control (90-95%) until the amount windgrass seed in the soil is not too large, assuming that we apply the herbicide correctly.

Key words: common windgrass, monitoring, herbicide efficiency, distribution, Slovenia

1 UVOD

Srakoperca (*Apera spica-venti*) opisujejo številne študije kot plevelno vrsto, ki sodi med najbolj rezistentne taksone na herbicide (Massa in Gerhards, 2011). Vrsta spada med enoletne plevelne vrste in je hkrati ena izmed najpomembnejših plevelnih vrst v posevkih žit. Zatiranje srakoperca se je v preteklosti skozi dolga časovna obdobja izvajalo brez ustrezne rotacije oz. kolobarjenja z aktivnimi substancami herbicidov. Posledično opažamo danes v številnih delih Evrope pojav na herbicide odpornih populacij - biotipov obravnavanega plevela.

Prve študije, ki so holistično obravnavale problematiko odpornosti srakoperca na acetolaktat- sintazne (ALS) inhibitorje so bile izvedene v Evropi okoli leta 2002 (Rola in Marczevska, 2002). Na ALS odporni biotipi oz. populacije srakoperca so bili najdeni kasneje tudi v Avstriji, na Češkem ter v Litvi (Heap, 2017). Odpornost vrste je bila med drugim ugotovljena tudi na herbicida diflufenikan in pendimetalin (Petersen in sod., 2012; Stankiewicz-Kosyl s sod., 2017). Pomembnejše objave o odpornosti srakoperca (*Apera spica-venti*) na nekatere herbicide ter o metodah zatiranja vrste so navedene v preglednici 1.

Preglednica 1: Nekaj objav glede odpornosti srakoperca (*Apera spica-venti*) na herbicide.

Herbicide – skupina pripravkov:	Avtorji:
Pinoksaden, piroksulam	Lin s sod., 2018
Več pripravkov iz ALS skupine	Wang s sod., 2017
ALS herbicidi	Stankiewicz- Kosyl s sod., 2017
ALS herbicidi	Stankiewicz- Kosyl in Ciepa, 2014
Sulfonsečninski herbicidi	Hamouzova s sod., 2010
ALS herbicidi	Melander s sod., 2008

Kot posledica klimatskih sprememb (višje povprečne letne temperature zraka, pogostejša pojavnost suš), ter učinka nekaterih drugih dejavnikov (spremenjen režim obdelave tal, pomankljiva higiena na strniščih, upad učinkovitosti herbicidov, ki delujejo kot ALS, HPPD, ACCase inhibitorji) se danes pojavnost srakoperca tudi v

Sloveniji povečuje. Cilj raziskave - poskusa je bilo preverjanje učinkovitosti izbranih herbicidov ter odpornosti na le-te pri vrsti navadni srakoprec (*Apera spica-venti* L. P. Beauv.). Dodatno smo učinek herbicidov testirali tudi pri vrsti njivska stoklasa (*Bromus arvensis* L.).

2 MATERIALI IN METODE

Poljski poskus je bil izveden v letu 2017 na poskusni postaji UKC FKBV UM Pohorski dvor v Pivoli (Hoče pri Mariboru; N46°30'14,29", E15°38'10,28"). Izvedli smo standardno preskušanje učinkovitosti herbicidov za zatiranje plevela v posevku pšenice na majhnih poskusnih parcelicah z nanosom herbicidov z nahrbtno škropilnico. Podatki o testiranih pripravkih so vidni v preglednici 2. Poudarek je bil na analizi učinkovitosti herbicidov za zatiranje srakoperca (*Apera spica-venti*) in njivske stoklase (*Bromus arvensis*).

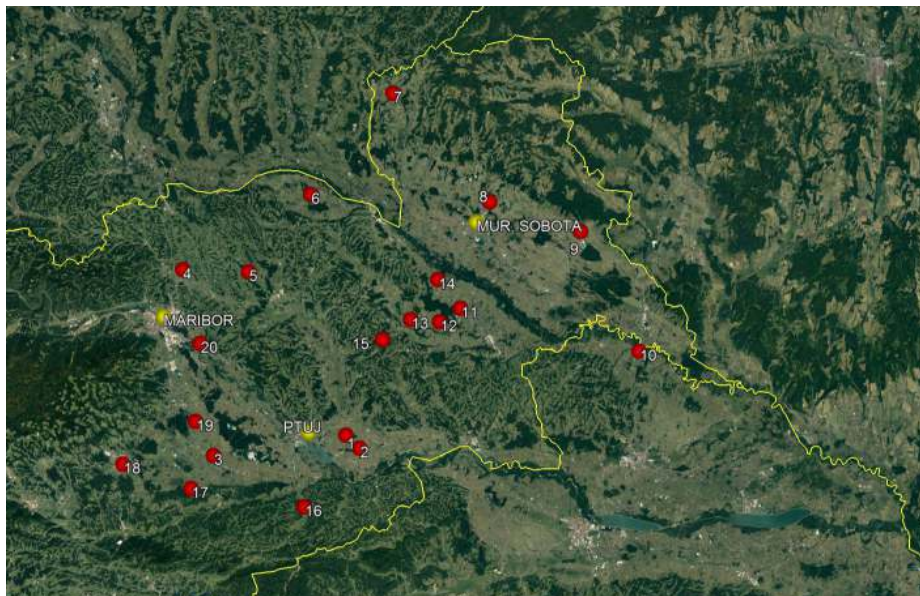
Preglednica 2: Osnovni podatki o aplikaciji herbicidov.

Pripravek:	Sestava:	Datum:	BBCH pšenica	Odmerek ha:
Atlantis TCM + Biopower V1	Iodosulfuron-metil 9 g/kg Mezosulfuron-metil 47 g/kg Tienkarbazon-metil 23,8 g/kg Mefenpir dietil 135 g/kg	23. 3.	28	Pripravek Atlantis: 0,20 kg/ha Iodosulfuron metil 1,8 g/ha Mezosulfuron-metil 9,4 g/ha Tienkarbazon-metil 4,76 g/ha Mefenpir dietil 27 g/ha
Hussar Plus + Mero 1 l/ha V2	Iodosulfuron - metil 50 g/kg Mezosulfuron - metil 7,5 g/kg	23. 3.	28	Pripravek Hussar Plus: 0,20 l/ha Iodosulfuron metil 10 g/ha Mezosulfuron metil 1,5 g/ha
Axial one V3	Florasulam 5 g/kg Pinoksaden 45 g/kg	23. 3.	28	Pripravek Axial one: 1,3 l/ha Florasulam 6,5 g/ha Pinoksaden 58,5 g/ha
Pallas V4	Piroksulam 75 g/kg	23. 3.	28	Pripravek: Pallas 0,2 l/ha Piroksulam 15 g/ha
Alliance V5	Diflufenikan 600 g/kg Metsulfuron - metil 60 g/kg	3. 3.	26	Pripravek: Alliance 0,1 l/ha Diflufenikan 60 g/ha Metsulfuron metil 6 g/ha
Trinity V6	Diflufenikan 40 g/kg Klorotoluron 250 g/kg Pendimetalin 300 g/kg	22. 2.	20	Pripravek: Trinity 2 kg/ha Diflufenikan 80 g/ha Klorotoluron 500 g/ha Pendimetalin 600 g/ha

Močilo – Mero (73,3 % demetilirano repično olje), Biopower (6,7 % EAC1 in 20,7 % EAC2).

Srakoperec in njivsko stoklaso smo na poskusno njivo posejali ročno in seme smo v tla zadelali ročno z grabljami. Seme je bilo nabrano na različnih lokacijah po vzhodni Sloveniji (glej sliko 1). Podatki o lokacijah nabiranja semen so vidni v preglednici 3. Razlika v setvi med srakopercem in stoklaso je bila v tem, da smo stoklaso kot mešan vzorec posejali vse povprek po poskusnih parcelicah, srakoperec pa smo posejali ločeno na mini parcelice, ločene za vseh 20 lokacij. Vsaka poskusna parcela je bila razdeljena na 20 mikro pod-parcelic.

65



Slika 1: Lokacijah nabiranja semen srakoperca na območju SV Slovenije.

Preglednica 3: Podatki o lokacijah nabiranja semen srakoperca na območju SV Slovenije.

Lokacija:	Koordinate N	Koordinate E
1 BOROVCI PTUJ	46° 24' 56,81"	15° 55' 15,38"
2 SOBETINCI PTUJ	46° 24' 24,38"	15° 58' 27,37"
3 CIRKOVCE	46° 24' 16,18"	15° 43' 8,41"
4 PESNICA	46° 33' 32,88"	15° 46' 45,00"
5 JUROVSKI DOL	46° 38' 30,52"	15° 45' 39,69"
6 ČRNCI APAČE	46° 41' 15,25"	15° 52' 58,77"
7 NUSKOVA	46° 49' 1,38"	16° 1' 14,81"
8 MARTJANCI	46° 40' 36,72"	16° 12' 0,47"
9 DOBROVNIK	46° 38' 57,36"	16° 20' 20,19"
10 MURSKO SREDIŠČE	46° 32' 7,12"	16° 25' 5,20"
11 KRIŽEVCI	46° 33' 16,07"	16° 8' 55,70"
12 LOGAROVCI	46° 32' 21,09"	16° 7' 16,15"
13 BOLEHNEČICI	46° 32' 54,50"	16° 4' 9,06"

14	VUČJA VAS	46° 35' 47,62"	16° 5' 53,97"
15	GRABŠINCI	46° 31' 55,70"	16° 0' 30,72"
16	PODLEHNIK	46° 20' 43,59"	15° 52' 14,41"
17	SESTRŽE	46° 21' 25,76"	15° 41' 31,85"
18	SL. BISTRICA	46° 22' 30,53"	15° 34' 34,13"
19	PODOVA	46° 26' 28,81"	15° 41' 51,07"
20	DOGOŠE	46° 30' 53,10"	15° 42' 34,24"

2.1 Metode ocenjevanja stopnje učinkovitosti herbicidov

Stopnja učinkovitosti delovanja herbicidov se je ugotavljala po neposredni metodi vizualnega bonitiranja z ocenami od 1 do 100 % (ocena 1 brez delovanja, ocena 100 popoln propad plevelnih rastlin). V procesu dodelitve ocene se je upoštevala stopnja poškodbe organov plevela, stopnja zastoja rasti, stopnja regeneracije delov rastline, število preživelih rastlin na m² in delež rastlin, ki so cvetele ali oblikovale seme. Stanje plevelov se je ocenjevalo 3 in 6 tednov po aplikaciji herbicida v primerjavi s kontrolnimi neškropljenimi parcelicami, ki so bile naključno razporejene po njivi. Pri srakopercu smo izvedli tudi štetje rastlin, tako, da smo na vsaki pod-parcelici z vrvico razmejili površino 1 m² in nato na tej površini natančno prešteli število srakopercev.

2.2 Podatki o tleh in kolobarju na poskusni lokaciji

66

Pšenica je bila posejana na njivi, kjer imajo običajen kolobar s prevlado okopavin in se pšenica seje vsako 4 leto. Srednja težka ilovnata tla so dobro založena s hranili (org. snov 2,2 %, pH (KCl) 6,2; P₂O₅ 16,5 mg/100 g; K₂O 18,4 mg/100 g). Sistem obdelave tal je klasično globoko oranje s popolnim zaoravanjem požetvenih ostankov.

Preglednica 4: Podatki o stanju plevelne populacije v obdobju aplikacije herbicidov.

Plevelna vrsta: KL – klični listi 1-2 L – eden do dva prava lista 3-4 L – trije do štirje pravi listi	Termin 1 22.2. Bbch 20 Št. r. m ² - stadij	Termin 2 3.3. Bbch 26 Št. r. m ² - stadij	Termin 3 23.3. Bbch 28-29 Št. r. m ² - stadij			
<i>Apera spica-venti</i>	10-15	1-2 L	15-18	3 L	20	3-5 L
<i>Bromus arvensis</i>	10-15	3-4 L	20	4-5 L	25	4-6 L

2.3 Komentar glede razvoja pšenice in plevelne populacije na poskusni parceli

Pšenica sorte Illico je uspevala na srednje težkih in srednje dobro založenih tleh ter je v osnovi imela dobre pogoje za razvoj. Gostota je bila malo nad 440 rodnih bili na m². Jeseni se je pšenica razvijala hitro, v zimskem obdobju pa je bila izpostavljena stresu nizkih temperatur – golomraznici in suši. Na prehodu zime v pomlad smo imeli dolgotrajno sušo, kar je povzročilo zastoj v razvoju, ker potrošena gnojila niso delovala. Pleveli so se jeseni in pozimi razvijali počasi. Počasnejši razvoj pšenice spomladi je omogočil razvoj nekaterih okopavinskih plevelov (ambrozije, metlike, dresni), kar ni običajno za pšenično plevelno floro. Nizke temperature in sušne razmere so zavlekle vznikanje tudi pri plevelnih travah. Pri stoklasi je bil vznik jeseni še kar občuten, pri srakopercu pa je bilo glavno obdobje vznikanja spomladi. Hiter razvoj pšenice in plevelov se je pričel šele v zadnji tretjini aprila. Do konca aprila je pšenica imela zaostanek v razvoju, ki pa ga je pozneje nadoknadila, vendar ne popolnoma.

2.4 Tehnika aplikacije pripravkov

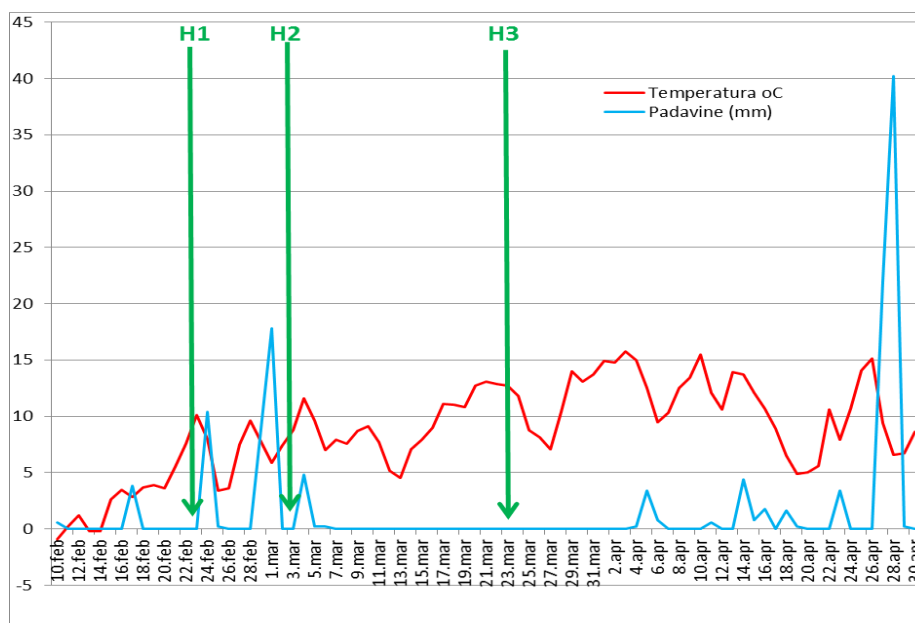
Pripravki so bili aplicirani na majhne parcelice (10 x 2 m) z nahrbtno škropilnico na električni pogon s stransko škropilno armaturo EURO-PULVÉ Tip: CP 45 – 40 – 12 – VDC (Francija). Uporabljena je bila šoba TeeJet XR 110 015 VS (VMD50 95-110 µm), ki je pri pritisku 3,5 bara in hitrosti hoje 3 km zagotovila porabo 250 l/ha škropilne brozge. Aplikacija herbicidov je bila vedno izvedena v dopoldanskem času med 10:00 in 12:00, ko so bile rastline brez rose v razmerah, ko je veter pihal manj kot 0,5 m/s. Podatki o povprečnih dnevniških vremenskih parametrih 1-3 dni pred in po izvedbi vsakega škropljenja so prikazani v preglednici 5.

Preglednica 5: Podatki o dnevniških padavinah (P; mm) in povprečnih dnevniških temperaturah (T; °C) 1-3 dni pred in po aplikaciji herbicidov.

Varianta	D.a.:	BBCH	3 dni pred		2 dni pred		1 dan pred		1 dan po		2 dni po		3 dni po	
			T	P	T	P	T	P	T	P	T	P	T	P
V6	22.2.	20	3,9	0	3,6	0	5,5	0	10,1	0	8	10,4	3,4	0,2
V5	3.3.	26	9,6	0	5,9	17,8	7,4	0	11,6	4,8	9,6	0,2	7	0,2
V1 – V4	23.3.	28-29	12,7	0	13,1	0	12,9	0	11,8	0	8,8	0	8,1	0

D.a. – datum aplikacije herbicida.

67

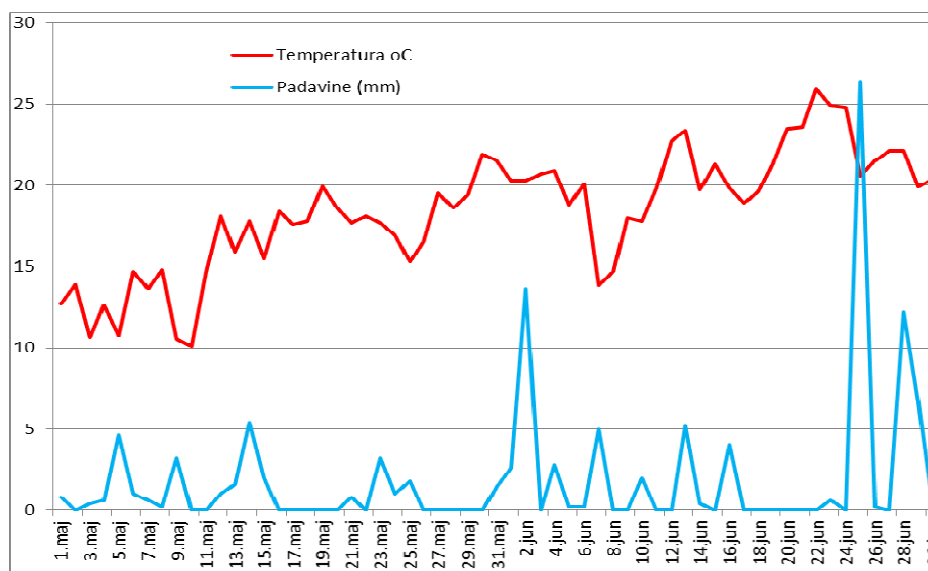


Slika 2: Osnovni vremenski podatki za obdobje od začetka februarja do konca aprila pridobljeni na meteorološki postaji v bližini poskusne njive.

2.5 Vremenski podatki za obdobje izvajanja poskusa

Osnovni vremenski podatki za obdobje nanosa herbicidov in pozneje so prikazani na slikah 2 in 3. Jesen 2016 je bila za razvoj pšenice ugodna. Pšenica je bila posejana konec oktobra in jeseni je bil razvoj plevelov zelo omejen (hladna vlažna tla). Zimska zaloga padavin je bila majhna. Januarja in februarja se je pšenica zelo počasi razvijala in je bila v začetku marca dokaj redka. Varstvo proti boleznim in škodljivcem je bilo osnovno. Dvakrat smo uporabili fungicid iz programa Bayer (Prosaro in Zantara) ter dvakrat insekticid. V času obeh terminov aplikacije herbicidov smo imeli optimalne temperature za delovanje herbicidov. Vlaga za talno delovanje je občasno primanjkovalo.

68



Slika 3: Osnovni vremenski podatki za obdobje od začetka maja do konca junija pridobljeni na meteorološki postaji v bližini poskusne njive.

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

3.1 Ocena delovanja izbranih herbicidov v dveh obdobjih ocenjevanja

Pri prvem ocenjevanju se delovanje herbicidov še ni izrazilo v polni meri (preglednica 6). Imeli smo tudi nekaj, za posevek pšenice, neobičajnih plevelov (dve vrste ambrozije, abutilon, metlike). Trajni pleveli in tudi nekateri enoletni so vznikali počasi zaradi suše in velike zaskorjenosti tal. Talnega delovanja herbicidov v začetku ni bilo veliko. Pšenica je zelo počasi pridobivala na višini in to je omogočalo prodor svetlobe do tal. Pri prvem ocenjevalnem obdobju je po neposredni metodi vizualnega bonitiranja z ocenami od 1 do 100 % najbolje deloval pripravek Atlantis TCM (ocean

vizualnega bonitiranja 78,75 %) (preglednica 6). Isti pripravek je imel v primerjavi z uporabljenimi konkurenčnimi pripravki prav tako najboljši učinek pri zatiranju njivske stoklase (81,5 %).

Preglednica 6: Podatki o učinkovitosti herbicidov za zatiranje srakoperca in njivske stoklase pri prvem ocenjevanju (V1-4, 3 tedne po aplikaciji herbicidov; V5 \cong 6 tednov po aplikaciji herbicida in V6 \cong 8 tednov po aplikaciji herbicida).

Plevelna vrsta:	V1 Atlantis 0,20 KG/HA BBCH 28	V2 Hussar plus 0,20 KG/HA BBCH 28	V3 Axial one 1,3 KG/HA BBCH 28	V4 Pallas 0,20 KG/HA BBCH 28	V5 Alliance 0,10 KG/HA BBCH 26	V6 Trinity 2,0 KG/HA BBCH 20
<i>Apera spica-venti</i>	78,75 a	64,0 ab	66,75 ab	67,5 ab	68,0 ab	62,75 b
<i>Bromus arvensis</i>	81,5 a	38,75 bc	31,0 c	38,5 bc	38,75 bc	42,0 b

Povprečja označena z enako črko znotraj ene vrste plevela se med seboj ne ločijo značilno glede na rezultate Tukey HSD testa ($\alpha < 0,05$).

69

V začetku maja se je že jasno videlo kaj zmorejo herbicidi (preglednica 7). Pšenica je še vedno bila v razvojnem zaostanku in ni popolnoma zaprla sestoja. Bilo je nekaj več padavin in začelo se je vnikanje okopavinskih plevelov. Delovanje na srakoperec je bilo večinoma pri vseh dobro, pri njivski stoklasi pa se je že videlo, da v primerjavi s pripravkom Atlantis nobeden konkurenčni herbicid ne more zatreti tega plevela v takem obsegu. Delovanje oz. ocena vizualnega bonitiranja pripravka Atlantis za zatiranje srakoperca je znašala 97,8 %, za njivsko stoklaso pa 98,0 %. Za zatiranje obeh opazovanih plevelov je imel pripravek Atlantis TCM tudi v drugem obdobju ocenjevanja najvišjo učinkovitost med testiranimi herbicidnimi pripravki.

Preglednica 7: Podatki o učinkovitosti herbicidov za zatiranje srakoperca in njivske stoklase pri drugem ocenjevanju (V1-4, 9 tednov po aplikaciji herbicidov; V5 \cong 11 tednov po aplikaciji herbicida in V6 \cong 14 tednov po aplikaciji herbicida).

Plevelna vrsta:	V1 Atlantis 0,20 KG/HA BBCH 28	V2 Hussar plus 0,20 KG/HA BBCH 28	V3 Axial one 1,3 KG/HA BBCH 28	V4 Pallas 0,20 KG/HA BBCH 28	V5 Alliance 0,10 KG/HA BBCH 26	V6 Trinity 2,0 KG/HA BBCH 20
<i>Apera spica-venti</i>	97,8 a	94,3 a	94,0 a	95,3 a	58,0 c	85,5 b
<i>Bromus arvensis</i>	98,0 a	57,0 c	32,5 d	75,0 b	30,5 d	54,3 c

Povprečja označena z enako črko znotraj ene vrste plevela se med seboj ne ločijo značilno glede na rezultate Tukey HSD testa ($\alpha < 0,05$).

3.2 Komentar glede učinkovitosti herbicidov za zatiranje srakoperca

Glede na to, da smo seme za setev v poskusu nabrali na zelo močno zapleveljenih njivah smo pričakovali, da morda najdemo kakšno lokalno odporno populacijo tega plevela. To se ni zgodilo. V poskusu dosežene učinkovitosti so bile povprečne do visoke. V preglednici 8 so prikazani podatki glede razlik v učinkovitosti herbicidov za zatiranje srakoperca glede na različne lokacije nabiranja semen. Po učinkovitosti je izstopal pripravek Atlantis. Pripravek Hussar je pri večini lokacij imel učinkovitost nad 70 %, kar pomeni, da ta pripravek lahko zadrži srakoperec na vsaki povprečno zapleveljeni njivi. V našem poskusu smo imeli okrog 80 do 110 srakopercev na m². Hussar je pri zatiranju srakoperca bil povsem primerljiv s pripravkoma Axial in Pallace. Pripravek Allinace je morda za odtenek bil še malo bolj učinkovit od omenjenih treh. Rezultat nazorno kaže na podobno učinkovanje vseh uporabljenih herbicidov na srakoperce nabrane na dvajsetih različnih lokacijah. Odstopanja v učinkovitosti med lokacijami so bila majhna. Posledično glede rezistence nobena "populacija" ne izstopa, oziroma v naši raziskavi ne moremo govoriti o, na herbicide bolj ali manj rezistentnih populacijah srakoperca.

3.3 Učinkovitosti herbicidov glede na prešteto število srakopercev in stoklas na m² v času 14 dni pred žetvijo

70

Preglednica 9 kaže podatke o številu srakopercev in stoklas v sestoji pšenice pred žetvijo. Učinkovitost ugotovljena s štetjem rastlin je lahko bolj natančna, kot pa učinkovitost ugotovljena zgolj pri vizualnem bonitiranju stopnje poškodb od herbicida. Pripravek Atlantis je zelo učinkovito zatrl tako srakoperec, kot stoklaso. Podobno velja tudi za nekatere druge pripravke. Pripravek Hussar je bil visoko učinkovit proti srakopercu in imel je le delen učinek proti stoklasi. Le na dveh lokacija L15 in L20 je bila učinkovitost le okrog 50 %, vendar to še ne kaže na popuščanje delovanja pripravka – oziroma na splošno popuščanje aktivnih snovi z ALS učinkom. Pripravek Pallas je bil kar se tiče učinkovitosti zatiranja srakoperca primerljiv s pripravkom Hussar, pri stoklasi pa je bil nekaj bolj učinkovit. Tudi pri njemu je bila na dveh lokacijah učinkovitost kar precej slabša (L19 in L20). Pripravek Axial je dober za zatiranje srakoperca in ni uporaben za zatiranje stoklase. Pripravek Trinyti je imel slabo delovanje, tako na srakoperca, kot na stoklaso. To je delno povzročeno tudi s tem, da ni bil uporabljen v zanj primernem stadiju razvoja pšenice in plevelov. Uporabili smo ga prepozno.

Zaključimo lahko, da je v splošnem učinkovitost herbicidov glede na prešteto število srakopercev pred žetvijo podobna. Ne velja pa to za herbicide pri stoklasi. Tukaj sta bila najbolj učinkovita pripravka Atlantis in Pallas.

Preglednica 8: Podatki o učinkovitosti herbicidov za zatiranje srakoperca glede na lokacijo semen iz katerih se je ustvarila poskusna populacija (V1-4, 6 tednov po aplikaciji herbicidov; V5 ≅9 tednov po aplikaciji herbicida in V6 ≅14 tednov po aplikaciji herbicida).

71

Lokacija nabiranja semen srakoperca (glej preglednico 3):	V1 Atlantis 0,20 KG/HA BBCH 28	V2 Hussar plus 0,20 KG/HA BBCH 28	V3 Axial one 1,3 KG/HA BBCH 28	V4 Pallas 0,20 KG/HA BBCH 28	V5 Alliance 0,10 KG/HA BBCH 26	V6 Trinity 2,0 KG/HA BBCH 20
LOKACIJA 1	91,6 e	75,7 efgh	74,7 ab	77,0 defg	79,3 cde	75,3 cdef
LOKACIJA 2	91,3 de	82,7 ghi	78,7 abc	66,0 abcd	78,6 bcd	74,0 bcde
LOKACIJA 3	90,3 cde	83,0 hi	74,0 a	66,0 abcd	82,0 cdef	81,3 ef
LOKACIJA 4	89,0 bcd	73,0 cde	82,6 bcde	73,3 defg	80,0 cde	74,0 bcde
LOKACIJA 5	87,7 abcd	71,0 cde	74,3 a	79,0 ef	72,3 ab	77,3 def
LOKACIJA 6	91,3 de	69,0 cde	74,6 ab	67,3 abcde	69,3 a	65,0 b
LOKACIJA 7	91,33 de	72,0 cde	74,7 ab	67,7 abcde	79,7 cde	73,3 bcde
LOKACIJA 8	90,0 cde	82,3 fghi	85,3 cde	71,6 cdefg	82,7 cdef	76,6 def
LOKACIJA 9	88,0 abcde	65,3 bc	81,7 abcd	70,6 bcdefg	88,0 fg	73,6 bcde
LOKACIJA 10	87,7 abcde	86,0 i	87,0 de	71,6 cdefg	82,0 cdef	72,3 bcde
LOKACIJA 11	88,3 bcd	87,3 i	82,6 bcde	77,6 efg	82,3 cdef	86,6 bcd
LOKACIJA 12	86,0 abcde	75,3 efgh	85,3 cde	77,3 defg	76,6 bc	71,6 bcde
LOKACIJA 13	89,0 bcd	66,6 bcd	85,3 cde	76,3 defg	88,3 fg	75,6 cdef
LOKACIJA 14	89,0 bcd	74,3 def	85,3 cde	78,0 efg	82,0 cdef	74,0 bcde
LOKACIJA 15	86,3 abcd	59,3 ab	89,7 de	66,0 abcd	84,3 defg	64,3 b
LOKACIJA 16	85,0 abc	74,6 def	90,6 e	80,6 f	90,0 g	81,7 ef
LOKACIJA 17	85,6 abcd	71,0 cde	88,6 de	77,6 defg	87,0 efg	85,3 f
LOKACIJA 18	82,3 a	69,0 cde	89,9 de	66,6 abcde	82,7 def	73,3 bcde
LOKACIJA 19	84,0 ab	73,0 cde	89,3 de	56,7 a	83,0 cdef	51,6 a
LOKACIJA 20	87,3 abcd	55,0 a	83,0 cde	59,3 ab	80,6 cde	78,00 cdef

Povprečja označena z enako črko znotraj ene vrste herbicida se med seboj ne ločijo značilno glede na rezultate Tukey HSD testa ($\alpha < 0,05$).

Preglednica 9: Podatki o učinkovitosti herbicidov (%) glede na prešteto število srakopercev in stoklas v obdobju 14 dni pred žetvijo. Povprečja pri srakopercu so združeni podatki za 20 lokacij skupaj.

Obravnavanje	Učinkovitost (%) srakoperec	Učinkovitost (%) stoklasa
Atlantis 0,2 kg/ha	98,67 a	96,23 a
Hussar plus 0,2 kg/ha	95,50 a	56,10 b
Axial one 1,3 kg/ha	96,93 a	42,63 b
Pallas 0,2 kg/ha	94,73 a	72,20 ab
Alliance 0,1 kg/ha	68,30 b	52,37 b
Trinity 2 kg/ha	64,93 b	39,80 b

Povprečja označena z enako črko znotraj ene vrste plevela se med seboj ne ločijo značilno glede na rezultate Tukey HSD testa ($\alpha < 0,05$).

3.4 Vpliv učinkovitosti herbicidov na višino pridelka pšenice

Na koncu raziskave smo opravili tudi analizo višine pridelka. Podatki o višini pridelka so prikazani v preglednici 10. Žetev parcelic je bila opravljena 14. 7. 2017 s kombajnom za žetev mini parcelic Wintersteiger (izvajalec KIS). Pred žetvijo smo imeli enkrat točo in neurje, ki je povzročila, da je kakšne 15 % pridelka bilo izgubljeno (izpadanje zrnja iz klasja). Podatke o pridelku smo prikazali skupaj s podatki o številu stoklas in srakopercev (na m²) v obdobju pred žetvijo. Upoštevati moramo, da je pridelek rezultat delovanja številnih dejavnikov in ne zgolj uspešnosti zatiranja stoklase in srakoperca. Večino drugih plevelov na poskusni njivi smo zelo uspešno zatrli in ti niso imeli velikega vpliva na pridelek.

72

Preglednica 10: Podatki o pridelku in o velikosti populacije srakoperca in stoklase tik pred žetvijo.

Obravnavanje:	Pridelek kg/ha (13 % vlage)	Število srakopercev na m ²	Število stoklas na m ²
Atlantis	6799,71 a	1,33 c	2,33 cd
Hussar plus	5968,48 ab	4,33 c	27,33 bc
Axial one	4006,19 c	3,00 c	38,67 b
Pallas	5947,19 ab	5,00 c	19,67 bcd
Alliance	5825,76 ab	32,00 b	31,67 b
Trinity	5173,12 bc	34,00 b	38,00 b
Kontrola BREZ HERBICIDA	3742,96 c	98,67 a	70,00 a
Kontrola - POPOLNOMA BREZ PLEVELOV	7226,67 a	0,00 c	0,00 d

Povprečja označena z enako črko znotraj posameznega stolpca se med seboj ne ločijo značilno glede na rezultate Tukey HSD testa ($\alpha < 0,05$).

Večino prisotnih širokolistnih plevelov smo kar uspešno zatrli in tisti, ki so preživeli delovanje herbicidov so imeli manjši vpliv na višino pridelka, kot trave. Ostala je ambrozija, abutilon, nekaj dresni in drugih. Odločilen vpliv na višino pridelka sta imela srakoperec in stoklasa. Tako pri srakopercu, kakor tudi pri stoklasi je imel najboljši učinek pripravek Atlantis TCM zato smo tam dosegli najvišji pridelek (preglednica 10). Tudi boleznin in škodljivcev smo uspešno zatrli in niso imeli velikega vpliva na pridelek. Pomemben vpliv je imela tudi stoklasa. Tako je na primer pripravek Aksial imel slabo delovanje in to se je tudi poznalo na višini pridelka.

4 SKLEPI

Rezultati kažejo, da vsi preučevani herbicidi dokaj dobro zatirajo srakoprec, a le nekateri zadovoljivo njivsko stoklaso. Ne glede na to, da smo semena za poskus nabrali na njivah, ki so bile močno zapleveljene, ne moremo trditi, da so bili opazni znaki popuščenja učinkovitosti herbicidov, ki bi jih opredelili kot začetek pojavov odpornosti.

V poskusu nismo uspeli dokazati nikakršnih pojavov odpornosti srakoperca na herbicide niti pri eni od 20 lokacij. Med lokacijami so bile manjše razlike v rangi učinkovitosti $\pm 3 - 11$ %. Pri stoklasi je drugače. Nekateri herbicidi že v osnovi niso bili deklarirani, kot visoko učinkoviti in zato ne moremo govoriti o klasični odpornosti. V bližnji prihodnosti lahko pričakujemo povečanje izgub pridelka na njivah, ki so močno zapleveljene s stoklaso.

Ker v bodoče ne pričakujemo večje ponudbe novih vrst herbicidov na trgu je zelo pomembno, da sprejmemo in izvajamo nekatere splošne ukrepe za zatiranje obeh vrst. V prvi vrsti je pomembna primerna higiena strnišč, kjer ne dopuščamo nemotenega razvoja obeh vrst. Srakoprec ter stoklasa sta generalistični vrsti, prilagojeni tudi na sušo in sta zato v stresnih razmerah praviloma konkurenčnejši od žit.

Ključno je zgodnje odkrivanje prvih populacij, ki jih s herbicidi ne uspemo zatreti. V kolikor prve pojave vrst spregledamo, potem ne izvajamo pravočasno ukrepov, kot je na primer nadzor nad semeni, ki jih raznašamo s stroji in načrtno spremenjen nabor herbicidov, ki jih uporabljamo.

5 ZAHVALA

Raziskava je bila opravljena v okviru projekta CRP V4-1601 - Ocena stanja odpornosti škodljivih organizmov na fitofarmacevtska sredstva v Sloveniji. Financerjem MKGP RS in ARRS se zahvaljujemo za sredstva, ki so jih namenili za izvedbo te raziskave.

6 LITERATURA

- Hamouzova, K., Soukup, J., Jursik, M., Hamouz, P., Venclova, V., Tumova, P. 2010. Cross-resistance to three frequently used sulfonylurea herbicides in populations of *Apera spica-venti* from the Czech Republic. *Weed Research*, 51, 2: 113–122.
- Heap, I.M. 2017. International Survey of Herbicide Resistant Weeds. <http://www.weedscience.org>. (29. 03.2019).
- Lin, A.I., Košnarova, P., Soukup, J., Gerhards, R. 2018. Detecting herbicide-resistant *Apera spica-venti* with a chlorophyll fluorescence agar test. *Plant, Soil and Environment*, 64, 8: 386–392.
- Massa, D., Gerhards, R. 2011. Investigations on herbicide resistance in European silky bent grass (*Apera spica-venti*) populations. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 118: 31–39.
- Melander, B., Holst, N., Kryger Jensen, P., Hansen, E.M., Olesen, J.E. 2008. *Apera spica-venti* population dynamics and impact on crop yield as affected by tillage, crop rotation, location and herbicide programmes. *Weed Research*, 48, 1: 48–57.
- Petersen, J., Naruhn, G., Raffel, H. 2012. Non target-site resistance inherent in *Alopecurus myosuroides* and *Apera spica-venti* – resistance pattern and factors. *Julius Kuhn Archiv*, 434: 43–50.

- Rola, H., Marczevska, K. 2002. Sulfonylurea herbicide resistant biotype of weeds in Wroclaw Region. *Progress in Plant Protection*, 42: 575–577.
- Stankiewicz-Kosyl, M., in Ciepka, A. 2014. Germination characteristics of *Apera spica-venti* biotypes susceptible and resistant to ALS inhibitors. Simpozij: Landscape Management for Functional Biodiversity. Poznan, Poljska.
- Stankiewicz-Kosyl, M., Wrochna, M., Salas, M., Waldemar Gawronski, S. 2017. A strategy of chemical control of *Apera spica-venti* L. resistant to sulfonylureas traced on the molecular level. *Journal of Plant Protection Research*, 57, 2: 23–29.
- Wang, P., Peteinatos, G., Gerhards, R. 2017. In field identification of herbicide resistant *Apera spica-venti* using chlorophyll fluorescence. Raziskave v sklopu projekta Rapid detection of herbicide resistant weed populations in field. DOI: 10.1017/S2040470017001273.

UČINKOVITOST IZBRANIH HERBICIDNIH KOMBINACIJ PRI DVEH MEDVRSTNIH RAZDALJAH V SOJI

Aleš KOLMANIČ¹, Robert LESKOVŠEK²

^{1,2}Kmetijski inštitut Slovenije, Ljubljana

IZVLEČEK

V letu 2018 smo v poljskem poskusu v Jabljah (osrednja Slovenija) preučevali biotično učinkovitost herbicidnih kombinacij v posevku soje. Poskus smo zasnovali kot trifaktorski bločni poskus z naključno razporeditvijo v štirih ponovitvah. Preučevani faktorji so bili sorta soje (ES Mentor, PR91M10), medvrstna razdalja (25 in 50 cm) ter način varstva pred pleveli (brez, kombinacija pred in po vzniku, aplikacija po vzniku). V poskusu smo uporabili herbicide Dual gold (1 l/ha, a.s. S–metalaklor), Pulsar (0,7 l/ha, a.s. imazamoks) in Basagran 480 (2 l/ha, a.s. bentazon). Za nanos smo uporabili nahrbtno škropilnico na stisnjen zrak, s porabo škropilne brozge 300 l/ha. V rastni dobi smo izvedli dve ocenjevanji, kjer smo na podlagi neškropljenih kontrol ocenili biotično učinkovitost herbicidnih kombinacij na naravno plevelno vegetacijo. Učinek herbicidov na agronomske lastnosti in pridelke soje smo ocenili s primerjavo izbranih morfoloških deskriptorjev med obravnavanji in kontrolnimi (neškropljenimi) posevki. Rezultati kažejo, da je na plevelno floro značilno vplivala samo uporaba herbicida, razlike v pridelku soje med načinoma uporabe herbicida (pred ali po vzniku) nismo ugotovili. Največjo skupno učinkovitost (97 %) je imela herbicidna kombinacija pred vznikom (a.s. S–metalaklor) in po vzniku (a.s. imazamoks + bentazon) in je bila značilno večja kot pri uporabi herbicidov samo po vzniku (92 %). Nekoliko večje učinkovitosti (oz. manj plevelne biomase) pri aplikaciji herbicidov po vzniku smo opazili pri sorti PR91M10, saj ima omenjena sorta zaradi boljše pokrovnosti tudi večjo tekmovalno sposobnost s pleveli kot ES Mentor. V okoljih s primerljivo plevelno vegetacijo bi lahko s kombinacijo a.s. imazamoks in bentazon po vzniku soje zmanjšali potrebo po uporabi talnih herbicidov pred vznikom. Tudi v sistemih pridelave soje z večjo medvrstno razdaljo je kombinacija učinkovito zatrla večino naravne plevelne vegetacije. Ugotovili smo le nekoliko slabše delovanje na travne plevele, kjer lahko omenjeno kombinacijo po potrebi dopolnimo z uporabo graminicida.

Ključne besede: soja, pleveli, zatiranje, herbicidi, medvrstna razdalja

¹ dr., Oddelek za poljedelstvo, vrtnarstvo, genetiko in žlahtnjenje, Hacquetova ulica 17, SI-1000 Ljubljana, e-pošta: ales.kolmanic@kis.si

² dr., Oddelek za kmetijsko ekologijo in naravne vire, Hacquetova ulica 17, SI-1000 Ljubljana

ABSTRACT

EFFICACY OF SELECTED HERBICIDE COMBINATIONS IN TWO ROW SPACINGS ON CONTROL OF WEEDS IN SOYBEAN

Biological efficacy of pre- and post-emergence herbicides and their combinations for weed control were evaluated in soybean. In 2018, a field trial in Jablje (central Slovenia) was conducted. Trial was arranged as a three factor randomised factorial block design in four repetitions. Factors studied were the soybean cultivar ('ES Mentor', 'PR91M10'), row spacing (25 and 50 cm) and the application of herbicides (without, a combination of pre- and post-emergence, only post-emergence). Pre-emergence herbicide Dual gold (1 l/ha, a.i. S-metolachlor), and post-emergence herbicides Pulsar (0.7 l/ha, a.i. imazamox) and Basagran 480 (2 l/ha, a.i. bentazone) were used. Application of herbicides was performed using the knapsack sprayer powered by the compressed air with spray volume 300 l/ha. In the field experiment, weed flora, herbicide efficacy and the effect of herbicides on weed flora and yields of soybean were visual assessed twice in the growing season. Statistical analysis showed that the herbicide use was the only significant factor in terms of soybean yields and the level of weed control, when compared to untreated control. Highest level of weed control (97 %) was observed in the combination of the pre-emergence (a.i. S-metolachlor) and post-emergence (a.i. imazamox + bentazone) while the efficacy of only post-emergence herbicides was decreased to 92%. A slightly higher efficacy (less weed biomass) was observed with the 'PR91M10', suggesting higher competitiveness against weeds compared to cultivar 'ES Mentor'. Herbicide application significantly increased soybean yields, however no differences in yields between the combination of pre- and post-emergence and only post-emergence herbicide use were observed. In environments with similar weed vegetation, this combination could represent alternative to pre-emergence herbicide application also in the systems with soybean wide row spacing. The only weakness shown in the field trial is decreased efficacy on grass weeds, where additional herbicide for grass control should be applied if needed.

76

Keywords: soybeans, weeds, efficacy, herbicides, row spacing

1 UVOD

Soja (*Glycine max* (L.) MERR.) je zrnata stročnica s številnimi ugodnimi učinki v kolobarju (Kolmanič in Bavec, 2016). Spada med okopavine s slabo tekmovalno sposobnostjo do plevelov v zgodnjih razvojnih fazah in obvladovanje plevela je med najpomembnejšimi tehnološkimi ukrepi za njeno uspešno pridelavo. Osnovni pogoj za dober pridelek je ustrezno število rastlin na površino in primerna razporeditev rastlin, da dosežemo maksimalno izkoriščenost sončnega sevanja ob minimalni konkurenci rastlin med seboj. Pri večini sortimenta, ki je pri nas dosegljiv, se je kot primerna gostota rastlin izkazalo 60–70 rastlin na m² pri medvrstni razdalji 25 cm (Kolmanič 2019, Šantavec in sod., 2017). Tudi tuje raziskave nakazujejo, da ima pridelava na ožji medvrstni razdalji večinoma večji potencial pridelka (Cox in sod., 2012, Cox in Cherney 2011, De Bruin in Pedersen 2008). Z manjšanjem medvrstnega prostora se zmanjšuje tudi prostor za razvoj soje in se povečuje kompetitivnost med samimi

rastlinami, kar lahko vodi v razne agronomске težave pri pridelavi. Pri odločitvi o načinu pridelave je zato zelo pomembno poznavanje lastnosti sort soje in prilagoditev medvrstne razdalje tem značilnostim.

Glede tekmovalnosti soje s pleveli imajo setve na ožje medvrstne razdalje prednosti (Bradley in sod., 2005). 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 odstotkov (Gogoi in sod., 1991). Z vidika obvladovanja plevelov je morda največji vpliv ožjih medvrstnih razdalj v zmanjšanju količine svetlobe, ki doseže površino tal in v skrajšanju potrebnega časa, da soja sklene vrste. Puricelli in sod. (2003) ter Steckel in Sprague (2004) sta pri setvi na ožje medvrstne razdalje dokazala bistveno manj sončnega sevanja na površini tal, kar je bilo povezano z manjšo kaljivostjo in večjim propadom plevelov v večini rastne sezone. V starejši raziskavi sta Burnside in Colville (1964) poročala, da je soja, sejana na 15 cm medvrstno razdaljo popolno senčila rastni prostor 22 dni prej, kot soja sejana na 76 cm. S tem je bilo plevelom na voljo bistveno manj časa in energije za rast in razvoj, posledično pa je bila zato konkurenčnost soje proti plevelom bistveno boljša.

V sortnih poskusih Kmetijskega inštituta Slovenije smo opazili, da se sorte soje po razvoju med seboj precej razlikujejo. Prve sorte, ki so k nam prišle po letu 2010, so bile značilne po slabem stranskem razvejanju. Večinoma so te sorte razvile samo glavno steblo ter liste in nato tvorile stroke ob glavnem stebelu. Značilna sorta s takim tipom rasti je npr. sorta 'ES Mentor' in je zaradi tega dobro prilagojena načinu pridelave s strnjeno setvijo na medvrstno razdaljo 25 cm. Nekatere novejšje sorte, ki prihajajo na naš trg pa imajo tudi drugačen tip razvoja. Ob glavnem stebelu močno razvijajo tudi stranske veje ter tako tudi prej pokrijejo medvrstni prostor. Tak tip razvoja je bil bolj značilen za pozne sorte, a so s selekcijo uspeli to lastnost prenesti tudi na zgodnejše. Značilna sorta s takim tipom rasti je 'PR91M10'. Ocenjujemo, da bi bile take sorte primernejše za setev na večje medvrstne razdalje, a kljub temu v poskusih opazamo, da so zelo konkurenčne tudi pri setvah na 25 cm (Kolmanič 2018). Obenem sklepamo, da bi lahko imele te sorte zaradi hitrejšega senčenja medvrstnega prostora tudi boljšo tekmovalnost s pleveli.

Pridelava na širših medvrstnih razdaljah se pri nas le počasi uveljavlja, predvsem zaradi sortimenta, ki je večinoma prilagojen na pridelavo na ožjih medvrstnih razdaljah. Če soja pravočasno ne sklene vrst, lahko kljub uporabi talnih herbicidov pričakujemo naknadni vznik in močno zapleveljenost posevka. Z vidika integriranega varstva rastlin, pa bi uveljavitev širših medvrstnih razdalj omogočila uporabo mehanskih ukrepov zatiranja plevelov v soji. Soja je okopavina, ki pozitivno reagira na učinek rahljanja in zračenja medvrstnega prostora, a je pri ožjih setvah možno izvajati samo zgodnje česanje posevkov. V praksi smo opazili, da se medvrstne razdalje pri pridelavi soje večajo, torej se kmetovalci prilagajajo razvojnim značilnostim novejšega sortimenta. Kljub temu se le malo kmetovalcev odloča za kombiniranje ukrepov kemičnega in mehanskega zatiranja, kar pripisujemo slabemu poznavanju in obvladovanju tehnologij mehanskega varstva ter razmeroma učinkovitim herbicidom v soji, s katerimi lahko dobro obvladujemo plevele. Tak način pridelave ni skladen z načeli integriranega varstva rastlin. Na splošno imamo v Sloveniji za uporabo v soji dovoljenih razmeroma

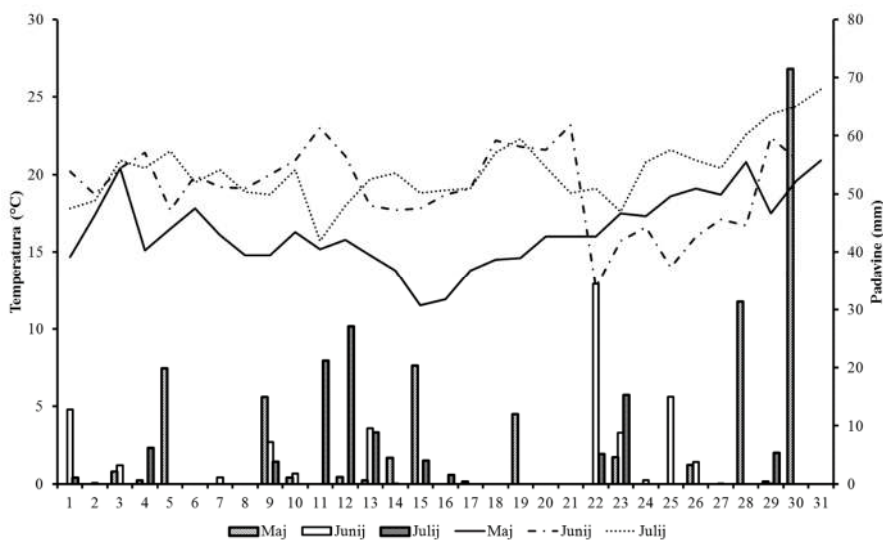
malo herbicidov, vendar lahko z njimi kljub temu dosežemo dobro učinkovitost zatiranja gospodarsko pomembnejših plevelov v soji (Kolmanič in Leskovšek, 2016). Večji izziv pri pridelavi soje predstavljajo vodovarstvena območja ter območja prispevnih voda, kjer je seznam dovoljenih herbicidov bistveno omejen.

Namen poskusa je bil primerjati učinkovitosti herbicidov pred vznikom (a.s. S-metolaklor) ter po vzniku (a.s. imazamoks ter a.s. bentazon) pri dveh sortah soje 'ES Mentor' in 'PR91M10' in pri dveh različnih medvrstnih razdaljah (25 cm in 50 cm) na naravno plevelno floro poskusnega polja.

2 MATERIAL IN METODE DE LA

Poskus je bil zasnovan v letu 2018 v Jabljah (osrednja Slovenija). Na poskusnem polju so težja ilovnato-meljasta tla, v zgornjem horizontu prevladuje ilovica. Zasnova poskusa je večfaktorski poskus (2 × 2 × 3) v obliki blokov z naključno razporeditvijo znotraj bloka s štirimi ponovitvami. Faktorji v poskusih so bili sorta (ES Mentor in PR91M10), medvrstna razdalja (25 cm in 50 cm) ter način zatiranja plevelov (kontrola, kombinacija uporabe herbicidov pred in po vzniku soje, uporaba herbicidov samo po vzniku soje). Velikost posamezne poskusne parcelice je bila 15 m² (2,5×6 m), vrednotili smo osem notranjih vrst. Soja 'ES Mentor' je srednje zgodnja sorta zrelostne skupine 00), soja 'PR91M10' je srednje pozna sorta zrelostne skupine 0–1. Razen zgodnosti se sorti med seboj razlikujeta tudi po morfoloških značilnosti, PR91M10 stroke tvori na glavni in stranskih vejah in na glavnem stebelu, medtem ko ES Mentor stroke tvori tesno ob glavnem stebelu ter tvori zelo malo stranskih vej.

78



Slika 1: Povprečne dnevne temperature in skupne dnevne padavine v mesecih maju, juniju in juliju leta 2018. Podatki so pridobljeni z meteorološke postaje Letališče Jožeta Pučnika.

Setev smo izvedli 21. maja z žitno sejnalnico Wintersteiger za setev poskusov. Medvrstni razdalji sta bili 25 cm in 50 cm, gostota setve je bila 55 semen/m² za sorto 'PR91M10' ter 65 semen/m² za sorto 'ES Mentor'. Pogoji v času vznika so bili primerni zahtevam soje in rastline so vzniknile med 28. in 29. majem. Podrobneje so vremenske razmere v prikazane na sliki 1. Aktivne snovi (a.s.) uporabljene v poskusu, odmerki in termini aplikacije so prikazani v preglednici 1. Herbicide smo aplicirali v dveh rokih, prvič po setvi soje in pred vznikom posevka ter plevelov (24. maj) in drugič, ko so posevki razvijali drugi do tretji trojni list–BBCH 103–104 (24. junij). Za nanos smo uporabili nahrbtno škroplilnico na stisnjen zrak s porabo škroplilne brozge 250 l/ha. Med vegetacijo smo izvedli dve ocenjevanji plevelne flore (15. junija in 27. julija), kjer smo na podlagi neškropljene kontrole ocenili biotično učinkovitost herbicidnih kombinacij na prisotno naravno plevelno vegetacijo. Sestavo plevelne flore smo popisali na kontrolnih parcelicah tako, da smo naključno izbrali dve ocenjevalni mesti (vsaka po 0,25 m²) ter na njih določili in prešteli plevelne vrste. Na škropljenih parcelicah smo nato izbrali dve naključni mesti (vsaka 0,25 m²) ter primerjali vrste in število plevelov s kontrolnimi parcelicami. Tako smo vizualno ocenili učinkovitosti na posamezno plevelno vrsto v odstotkih. Ob tem smo opazovali tudi morebitna znamenja fitotoksičnosti herbicidov na sojo (kloroze in nekroze na listih) ter jih ocenili kot odstotek rastlin z opaženimi znamenji.

Preglednica 1: Zasnova poskusa, preučevane herbicidne kombinacije, njihovi odmerki, termini aplikacije in aktivne snovi

79

št. obr.	Sorta	MVR	Pripravek:	Odmerek l/ha	Termin aplikacije	Aktivna snov
1.	ES Mentor	25 cm	Kontrola			
2.	ES Mentor	25 cm	Dual Gold 960 EC	1,0	A	S-metolaklor 960 g/l
			Pulsar	0,7	B	imazamoks 40 g/l
			Basagran 480	2,0	B	bentazon 480 g/l
3.	ES Mentor	25 cm	Pulsar	1,0	B	imazamoks 40 g/l
			Basagran 480	2,0	B	bentazon 480 g/l
4.	ES Mentor	50 cm	Kontrola			
5.	ES Mentor	50 cm	Dual Gold 960 EC	1,0	A	S-metolaklor 960 g/l
			Pulsar	0,7	B	imazamoks 40 g/l
			Basagran 480	2,0	B	bentazon 480 g/l
6.	ES Mentor	50 cm	Pulsar	1,0	B	imazamoks 40 g/l
			Basagran 480	2,0	B	bentazon 480 g/l
7.	PR91M10	25 cm	Kontrola			
8.	PR91M10	25 cm	Dual Gold 960 EC	1,0	A	S-metolaklor 960 g/l
			Pulsar	0,7	B	imazamoks 40 g/l
			Basagran 480	2,0	B	bentazon 480 g/l
9.	PR91M10	25 cm	Pulsar	1,0	B	imazamoks 40 g/l
			Basagran 480	2,0	B	bentazon 480 g/l
10.	PR91M10	50 cm	Kontrola			
11.	PR91M10	50 cm	Dual Gold 960 EC	1,0	A	S-metolaklor 960 g/l
			Pulsar	0,7	B	imazamoks 40 g/l
			Basagran 480	2,0	B	bentazon 480 g/l
12.	PR91M10	50 cm	Pulsar	1,0	B	imazamoks 40 g/l
			Basagran 480	2,0	B	bentazon 480 g/l

A – pred vznikom soje in plevelov: BBCH 01 (24.5.2018)

B – po vzniku soje in plevelov, ob pojavu prvega/drugega trojnega lista: BBCH 12-13 (24.6.2018)

Učinek herbicidov na agronomske lastnosti in pridelke soje smo določili s primerjanjem izbranih morfoloških deskriptorjev, v obravnavanjih s kontrolnimi (neškropljenimi) posevki. 10. avgusta smo na površini 1m² porezali nadzemno maso plevelov, jih stehali in po sušenju določili vsebnost suhe snovi. Med vegetacijo smo redno spremljali rast in razvoj soje. V tehnološki zrelosti, smo obravnavanja poželi s parcelnim kombajnom za poskuse. Sveže pridelke zrnja smo stehali, izmerili vlago ter iz vsakega obravnavanja odvzeli 0,5 kg vzorca. Po sušenju smo vzorce zmleli in določili vsebnost surovih beljakovin ter suhe snovi z uporabo aparature NIRSystems 6500 Monochromator (Foss NIRSystem, Silver Spring, MD).

Zbrane podatke smo statistično obdelali s programom Statgraphics Centurion XVI, grafično obdelavo pa smo izvedli z uporabo programa Excel. Za analizo variance smo uporabili linearni model (ang. general linear model). V modelu smo uporabili dejavnike blok (kot naključni dejavnik), sorta (fiksni dejavnik), medvrstna razdalja (fiksni dejavnik) ter herbicidna kombinacija (fiksni dejavnik). Če je analiza pokazala statistično značilne razlike ($p \leq 0,05$), smo razlike med obravnavanji ovrednotili s pomočjo post hoc testa Tukey HSD za primerjavo mnogoterih obravnavanj.

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

3.1. Plevelna vegetacija

80

Rezultati popisa in pokrovnosti naravne plevelne vegetacije na kontrolnih (neškropljenih) parcelicah so prikazani v preglednicah 2 in 3. Na neškropljenih kontrolah so prevladovali enoletni ozkolistni in širokolistni pleveli. Pri prvem ocenjevanju je bil številčno najpogostejši zeleni muhvič, prav tako je imel tudi najvišjo pokrovnost, sledila je navadna kostreba. Opazili smo tudi nekaj razlik v plevelni vegetaciji med sortama, ki pa jih pripisujemo naravni variabilnosti v plevelni flori na poskusnem polju.

Pri drugem ocenjevanju so se razmerja med pleveli spremenila. Zmanjšalo se je število plevelov in travni pleveli so številčno prevladali nad širokolistnimi pleveli. Najpogostejši pleveli so bili krvavordeča srakonja, zeleni muhvič in navadna kostreba, največjo pokrovnost pa je imela krvavordeča srakonja. Med širokolistnimi pleveli sta številčno ter po pokrovnosti prevladovali bela metlika in mnogosemenska metlika, v nekaterih kontrolah tudi srhkodlakavi ščir in navadni slakovec.

3.2. Vpliv sorte, medvrstne razdalje in herbicidnih kombinacij na plevelno floro in pridelek

Rezultate vpliva sorte, medvrstne razdalje in herbicidne kombinacije na opazovane parametre prikazujemo v preglednici 4. Interakcij med glavnimi dejavniki nismo opazili, zato smo izvedli statistično analizo znotraj glavnih dejavnikov. Pri tem smo opazili, da je imela sorta značilen vpliv na skupno število plevelov in učinkovitost herbicidov, medtem ko na biomaso plevelov, fitotoksičnost ter pridelek zrnja ni značilno vplivala. Medvrstna razdalja ni značilno vplivala na nobenega od opazovanih

parametrov, nasprotno pa je aplikacija herbicidov značilno vplivala na vse opazovane parametre.

Preglednica 2: Plevelna flora na kontrolnih (neškropljenih) parcelicah pri prvem ocenjevanju, 15. junij 2018 (n=4)

SORTA MEDVRSTNA RAZDALJA	ES MENTOR				PR91M10			
	25 cm		50 cm		25 cm		50 cm	
Plevelna vrsta	št. m ²	pokr. %	št. m ²	pokr. %	št. m ²	pokr. %	št. m ²	pokr. %
Bela metlika (<i>Chenopodium album</i> L.)	3,0	2,0	2,6	2,0	2,0	1,6	3,6	3,0
Mnogosemenska metlika (<i>Chenopodium polyspermum</i> L.)	26,0	8,6	34,6	15,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Prava kamilica (<i>Matricaria chamomilla</i> L.)	4,6	1,2	5,0	1,2	2,0	0,6	2,6	0,6
Drobnocvetni rogovilček (<i>Galinsoga parviflora</i> CAV.)	3,0	0,6	36,0	2,6	13,0	1,0	13,0	1,0
Srhkodlakavi ščir (<i>Amaranthus retroflexus</i> L.)	9,2	3,0	18,0	6,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Navadni slakovec (<i>Polygonum convolvulus</i> L.)	2,0	1,0	1,8	0,6	0,0	0,0	3,6	1,0
Zeleni muhvič (<i>Setaria viridis</i> (L.) P.BEAUV)	103,6	20,6	106,0	21,0	125,0	16,0	129,0	16,6
Breskova dresen (<i>Polygonum persicaria</i> L.)	9,2	1,8	7,2	1,2	2,8	0,6	5,6	1,0
Navadna kostreba (<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P.BEAUV.)	54,6	5,8	72,0	7,6	46,6	5,0	51,6	5,6
Krvavordeča srakonja (<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) SCOP.)	12,0	3,6	18,0	4,6	16,0	4,0	12,0	3,0
Škrlatnordeča mrtva kopriva (<i>Lamium purpureum</i> L.)	0,2	0,2	1,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Pleveli iz rodu <i>Brassica</i> sp.	0,6	0,2	8,0	0,6	0,8	0,2	0,0	0,0
Navadni toliščak (<i>Portulaca oleracea</i> L.)	18,0	1,0	10,8	0,6	1,6	0,2	18,0	1,0
Golo proso (<i>Panicum dichotomiflorum</i> (L.) MICHX.)	7,0	14,0	10,0	4,0	2,6	2,6	2,0	2,0

* nekatere plevelne smo opazili na opazili na nekaterih škropljenih obravnavanih brez, da bi bili prisotni na kontrolnih parcelicah. Ti pleveli so bili 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.)

** vrednosti so povprečja štirih ponovitev

Ocene učinkovitosti herbicidov so bile precej velike pri obeh sortah. Kljub temu pa smo pri sorti 'PR91M10' opazili značilno večjo oceno učinkovitosti, ki je bila večja za tri odstotke. Opaženo pripisujemo hitrejši sklenitvi vrst in boljši pokrovnosti sorte, ki smo ju opazili na kontrolah. Boljšo tekmovalnost sorte 'PR91M10' s pleveli nakazuje tudi značilno manjše skupno število plevelov ter manjša skupna biomasa plevelov na m², a pri tem nismo opazili značilnih razlik med sortama. Čeprav teorija pravi, da razvoj rastlin in sklenitev vrst korelirata z zadrževanjem plevelov, pa v nekaterih študijah teh povezav niso ugotovili. Jannink in sod. (2000) poročajo, da površina posameznih listov soje ni korelirala z tekmovalno sposobnostjo 104 genotipov soje proti plevelom iz rodu *Brassica*.

Preglednica 3: Plevelna flora na kontrolnih (neškropljenih) parcelah pri drugem ocenjevanju, 27. julij 2018 (n=4)

SORTA MEDVRSTNA RAZDALJA	ES MENTOR				PR91M10			
	25 cm		50 cm		25 cm		50 cm	
Plevelna vrsta	št. m ²	pokr. %	št. m ²	pokr. %	št. m ²	pokr. %	št. m ²	pokr. %
Bela metlika (<i>Chenopodium album</i> L.)	8,0	15,0	1,6	1,5	2,0	0,8	3,0	1,0
Mnogosemenska metlika (<i>Chenopodium polyspermum</i> L.)	3,7	8,3	5,6	11,7	3,4	4,3	4,8	7,4
Prava kamilica (<i>Matricaria chamomilla</i> L.)	0,0	0,0	1,0	3,0	0,0	0,0	1,0	3,0
Drobnocvetni rogovilček (<i>Galinsoga parviflora</i> CAV.)	0,0	0,0	0,7	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Srhkodlakavi ščir (<i>Amaranthus retroflexus</i> L.)	1,8	7,3	0,3	1,4	0,2	0,2	1,0	1,1
Navadni slakovec (<i>Polygonum convolvulus</i> L.)	1,2	3,0	1,0	3,0	0,0	0,0	2,1	4,0
Zeleni muhvič (<i>Setaria viridis</i> (L.) P.BEAUV)	11,0	4,0	14,3	6,0	7,0	3,0	10	6,0
Breskova dresen (<i>Polygonum persicaria</i> L.)	3,6	0,6	4,6	1,0	1,4	0,3	2,8	0,5
Navadna kostreba (<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P.BEAUV.)	5,7	13,1	5,8	16,7	11,3	5,0	14,5	6,5
Krvavordeča srakonja (<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) SCOP.)	13,0	20,7	13,0	22,9	9,3	17,5	10	18,2
Škrlatnordeča mrtva kopriva (<i>Lamium purpureum</i> L.)	1,0	0,4	1,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0
Pleveli iz rodu <i>Brassica</i> sp.	0,4	0,1	2,0	0,5	0,2	0,2	0,0	0,0
Navadni toliščak (<i>Portulaca oleracea</i> L.)	1,0	0,5	2,0	0,8	1,0	0,3	3,0	0,9
Pasje zelišče (<i>Solanum nigrum</i> L.)	1,0	3,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Golo proso (<i>Panicum dichotomiflorum</i> (L.) MICHX.)	14,7	10,1	15,3	14,7	9,6	8,9	12,7	10,1

* nekatere plevelne smo opazili na nekaterih škropljenih obravnavanih brez, da bi bili prisotni na kontrolnih parcelah. Ti pleveli so bili njivski slak (*Convolvulus arvensis* L.), ptičja dresen (*Polygonum aviculare* 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.), njivska preslica (*Equisetum arvense* L.)

** vrednosti so povprečja štirih ponovitev

Mrudock in sod. (1986) poročajo, da pri treh sortah soje niso ugotovili razlik v zadrževanju njivskega slaka, kljub razlikam v senčenju površine tal. V našem poskusu smo opazili razvojne in morfološke razlike med sortama, ki so verjetno vplivale tudi na tekmovalnost s pleveli. Na razlike bi lahko vplivala tudi drugačna zrelostna skupina obeh sort, 'ES Mentor' je zelo zgodnja sorta (00), medtem ko je 'PR91M10' zgodnja do srednje pozna sorta (0/1). V povezavi s tem Vollmann in sod. (2010) razpravljajo, da so genetske razlike v tolerantnosti na plevelne znotraj zelo zgodnjih sort soje majhne. tudi druge raziskave so potrdile, da zrelostna skupina vpliva na tekmovalnost soje s pleveli, medtem, ko so razlike znotraj zrelostnih skupin manjše zaradi zmanjšane variacije karakteristik, ki vplivajo na tekmovalnost s pleveli (Horneburg in sod., 2017). Deloma so se te trditve potrdile tudi v naših poskusih.

Preglednica 4: Vpliv sorte, medvrstne razdalje in herbicidne kombinacije na skupno število plevelov, biomasa plevelov, učinkovitost herbicidov, fitotoksičnost herbicidov ter pridelek zrnja

	Skupno število plevelov (2. ocena, m ²)	Biomasa plevelov (m ²)	Učinkovitost herbicidov ¹	Fitotoksičnost herbicidov ¹	Pridelek zrnja
		g (SS)	%	%	kg/ha(SS)
SORTA (A)					
ES Mentor	18,6	52,5	93,4	6,2	4230
PR91M10	14,2	43,6	96,2	6,4	4367
<i>p</i>	**	ns	***	ns	ns
MEDVRSTNA (B)					
25 cm	15,0	47,3	95,2	6,2	4315
50 cm	17,8	48,9	94,4	6,3	4282
<i>p</i>	ns	ns	ns	ns	ns
HERBICID (C)					
Kontrola	39,6 ^c	141,7 ^a	/	/	3748 ^a
PRED + PO VZNIKU	1,8 ^a	0,9 ^b	97,3	6,2	4480 ^b
/ + PO VZNIKU	7,7 ^b	1,7 ^b	92,1	6,3	4667 ^b
<i>p</i>	***	***	***	ns	***

¹ statistična analiza je bila narejena brez neškropljenih kontrolnih obravnavanj

Stopnja značilnosti: ***, p≤0,001; **, p≤0,01; *, p≤0,05; ns, ni statistično značilno

Povprečja označena z različno majhno črko se med seboj razlikujejo statistično značilno glede na rezultate Tukey HSD testa

83

Kljub opaženim razlikam v razvoju in morfoloških značilnostih na neškropljenih kontrolah razlikovali (podatkov ne prikazujemo) pa te razlike med sortama niso bile tako očitne, ko smo uporabili herbicide. To je deloma pričakovano, kajti ko uporabimo herbicide z dobro učinkovitostjo in njihove maksimalne odmerke so razlike v kompetitivnosti sort s pleveli večinoma zamegljene in jih ni mogoče določiti. Pri tem smo pričakovali, da bodo razlike opazne pri večjih medvrstnih razdaljah, kjer je čas do sklenitve vrst lahko daljši kot obdobje delovanja herbicidov in bi zato lahko posredno ocenili tudi ta vpliv razlik v razvoju sort soje.

A v našem poskusu smo opazili, da sta imeli obe herbicidni kombinaciji podobno učinkovitost na plevelno floro ne glede na medvrstno razdaljo setve. Pri večji medvrstni razdalji so sicer nakazane večje število plevelov, večja masa plevelov ter manjša učinkovitost, a so bile opažene razlike v primerjavi s 25 cm medvrstno razdaljo majhne. Očitno v naših poskusih medvrstna razdalja ni bila dejavnik, ki bi vplival na slabše učinkovitosti a.s. oz večjo zapleveljenost sort soje 'ES Mentor' in 'PR91M10' pri uporabi izbranih herbicidnih kombinacij. Seveda, je ta trditev zanesljiva pod predpostavkama, da je razvitih dovolj rastlin, ki lahko pokrijejo in zasenčijo medvrstni prostor pred ponovno vegetacijo plevelov in pri uporabi dovolj učinkovitih a.s., da omogočijo rastlinam soje dovolj časa za sklenitev vrst brez bujnega razvoja plevelov. Tudi pri pridelkih nismo opazili razlik, kar namiguje, da sta obe sorti z ustreznim varstvom pred pleveli primerni za pridelavo na širših medvrstnih razdaljah.

Pričakovano je imela značilno največjo učinkovitost (97,3 %) kombinacija herbicidov pred vznikom soje + korekcijsko škropljenje po vzniku. Ta kombinacija je zatrla večino plevelov, ki so se pojavljali v soji. A.s. 'S–metolaklor' kot samostojna aplikacija ni imela dobrega delovanja na navadnega slakovca in samonikle križnice. Ko smo jo nato pri drugem škropljenju dopolnili s kombinacijo a.s. imazamoks ter bentazon smo dosegli precej visoke učinkovitosti zatiranja tudi navadnega slakovca. Tudi aplikacija herbicidov samo po vzniku soje je imela razmeroma dobro učinkovitost (92,1 %). Slabše delovanje je imela le na travne plevelce, kar nakazuje, da bi jo bilo smiselno kombinirati z graminicidom. V pridelkih ni bilo značilnih razlik pri uporabi herbicida, značilno manjši pridelek je bil edino pri kontrolah. Navedeno namiguje, da zgodnji pritisk plevelov do fenofaze dveh ali treh trojnih listov ni zmanjšal pridelkov.

Uporaba talnega herbicida pred vznikom z rezidualnim učinkom je pri širših medvrstnih razdaljah lahko v prednosti, saj imajo ti pripravki delujočo aplikacijo po vzniku soje. Kljub temu pa je v naših poskusih tudi kombinacija po vzniku (a.s. imazamoks ter bentazon) zadržala plevelce dovolj časa, da je soja lahko sklenila vrste tudi pri setvi na 50 cm. Podobne ugotovitve o učinkovitostih herbicidov apliciranih po vzniku soje sta poročala tudi Nelson in Renner (1998), le da sta v raziskavi opazila večje pridelke pri ožji medvrstni razdalji. Glede na registriran nabor herbicidov predstavlja tekmovalnost soje s pleveli pri nas velik izziv, še posebej če hočemo zmanjšati uporabo herbicidov. Podobno velja tudi za hladnejša in vlažnejša območja osrednje Evrope, kjer taka klima zelo ustreza razvoju plevelov (Vollmann in sod., 2010). Glede na rezultate našega poskusa, bi se lahko s kombinacijo a.s. imazamoks in bentazon ter kontaktnega graminicida ob podobni plevelni strukturi celo odpovedali uporabi herbicidov pred vznikom tudi pri večjih medvrstnih razdaljah in ob tem dosegli primerljive pridelke.

4 SKLEPI

Z večanjem medvrstne razdalje se je povečala biomasa, pokrovnost in število plevelov v kontrolah. A smo pri tem opazili razlike med sortama, 'PR91M10' je imela boljšo tekmovalnost s pleveli, kar je posledica hitrejšega zgodnjega razvoja ter hitrejših sklenitve vrst. Največjo učinkovitost (97,3 %), je imela kombinacija herbicidov pred vznikom (S–metalaklor) + po vzniku (imazamoks + bentazon), ki je zatrla večino plevelne flore. Uporaba herbicidov samo po vzniku je imela 92 odstotno učinkovitost, slabše delovanje je imela le na travne plevelce (~78 %), kar nakazuje, da bi jo bilo po potrebi smiselno kombinirati z graminicidom. Interakcij med sorto, medvrstno razdaljo in herbicidno kombinacijo nismo opazili, na učinkovitosti herbicidov pa sta značilno vplivali sorta in herbicidna kombinacija. Učinkovitosti pri sorti 'PR91M10' so bile večje za tri odstotke, a se to ni odražalo na pridelku zrnja. Obe kombinaciji sta imeli podobno učinkovitost pri setvi na 25 cm ali 50 cm medvrstne razdalje, podoben je bil tudi pridelek zrnja. Glede na rezultate poskusa, bi se lahko s kombinacijo a.s. imazamoks in bentazon odpovedali uporabi herbicidov pred vznikom tudi pri večjih medvrstnih razdaljah in pri tem dosegli enake pridelke zrnja v kolikor bi bila pri nas aktivna snov imazamoks tudi registrirana.

5 ZAHVALA

Za finančno pomoč pri izvedbi raziskave se zahvaljujemo programskima skupinama 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 se zahvaljujemo Alešu Plutu (IC Jablje) .

6 LITERATURA

- Bradley K. W. Bradley, K. W. 2006. A review of the effects of row spacing on weed management in corn and soybean. *Crop Management*, 5, 1.
- Burnside O. C., Colville W. L. 1964. Soybean and weed yields as affected by irrigation, row spacing, tillage, and amiben. *Weeds*, 12: 109–112.
- Cox W. J., Cherney J. H. 2011. Growth and yield responses of soybean to row spacing and seeding rates. *Agronomy Journal*, 103:123–128.
- Cox W. J., Orłowski J., Ditommaso A., Knoblauch W. 2012. Planting soybean with a grain drill inconsistently increases yield and profit. *Agronomy Journal*, 104: 1065-1073.
- De Bruin J. L., Pedersen P. 2008. Effect of row spacing and seeding rate on soybean yield. *Agronomy Journal*, 100: 704–710.
- Gogoi A. K., Kalita H., Pathak A.K. 1991. Integrated weed management in soybean [*Glycine max.* (L.) Merrill]. *Indian Journal of Agronomy*, 36, 3: 453–454.
- Hornburg B., Seiffert S., Schmidt J., Messmer M. M., Wilbois K. P. 2017. Weed tolerance in soybean: a direct selection system, 136: 371–378.
- Kolmanič A. 2019. Rezultati preizkušanja sort v letu 2018: soja, krmni grah in krmni bob. Kmetijski inštitut Slovenija: 26 str. https://www.kis.si/Zrnate_strocnice_1/2018_zrnate_strocnice/
- 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.
- Kolmanič A., Leskovšek R. 2017. Vpliv herbicidnih kombinacij na učinkovitost zatiranja plevelov, pridelek in agronomske lastnosti soje (*Glycine max* [L.] Merr.). Zbornik predavanj in referatov 13. Slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin z mednarodno udeležbo, Rimske Toplice, 7.-8. marec 2017 (ur. Trdan, S.). Ljubljana, Društvo za varstvo rastlin Slovenije: 177-189.
- Nelson K. A., Renner K. A. 1998. Weed Control in Wide- and Narrow Row Soybean (*Glycine max*) with Imazamoks, Imazethapyr, and CGA-277476 plus Quizalofop. *Weed Technology*, 12: 137–144.
- Puricelli E. C., Faccini D. E., Orioli G. A., Sabbatini M. R. 2003. Spurred anoda (*Anoda cristata*) competition in narrow- and wide-row soybean (*Glycine max*). *Weed Technology*, 17: 446–451.
- Steckel L. E., Sprague C. L. 2004. Late-season common waterhemp (*Amaranthus rudis*) interference in narrow- and wide-row soybean. *Weed Technology*, 18: 947–952.
- Šantavec I., Kocjan Ačko D., Bavec F. 2017. Vpliv medvrstne razdalje pri strnjeni setvi soje na pridelek in lastnosti rastlin. Novi izzivi v agronomiji: 19–26 str.
- Vollmann J., Wagentristsl H., Hartl W. 2010. The effects of simulated weed pressure on early maturity soybeans. *European Journal of Agronomy*, 32: 243–248.

UKREPANJE OB NAJDBI KARANTENSKE GLIVE V SLOVENSКИH GOZDOVIH – ZGLED DOLINE REKE SOČE

Barbara PIŠKUR¹, Nikica OGRIS², Anita BENKO BELOGLAVEC³, Marija
KOLŠEK⁴, Dušan JURČ⁵

^{1,2,5}Gozdarski inštitut Slovenije, Oddelek za varstvo gozdov, Ljubljana

³Uprava za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin, Ljubljana

⁴Zavod za gozdove Slovenije, Ljubljana

IZVLEČEK

86 Slovenija je ena izmed najbolj gozdnatih držav v Evropi. Ekstremne vremenske razmere in globalizacija spreminjajo naše gozdove, kar se odraža tudi v pojavljanju številnih novih invazivnih tujerodnih vrst. Pojavi karantenskih gliv v gozdovih predstavljajo svojevrsten izziv, saj so sanacije izbruhov v gozdarstvu obsežne in težavne. Ukrepanje obsega posek, ustrezno ravnanje z materialom ter razkuževanje mehanizacije in opreme. Izvedbo ukrepov otežuje težavnost terena, še bolj pa administrativne prepreke. V Sloveniji smo leta 2016 poročali o najdbi karantenske glive *Lecanosticta acicola* (sin. *Scirrhia acicola*) v naravnih sestojih in nasadih črnega bora v dolini reke Soče. Poškodbe črnih borov so se v letih stopnjevale, opažamo tudi odmiranje odraslih dreves. Nedavne genetske analize so pokazale, da se na tem območju pojavlja populacija glive, ki je geografsko še vedno omejena in domnevamo, da je virulentnost te populacije za črni bor večja v primerjavi z drugimi populacijami na območju Slovenije in Hrvaške. Predlagamo izvajanje ukrepov, ki bi upočasnili širjenje bolezni na druga območja ter izvajanje ozaveščanja tako strokovne kot širše javnosti.

Ključne besede: gozd, karantenski organizem, ukrepanje, rjavenje borovih iglic, *Lecanosticta acicola*, gliva

ABSTRACT

ACTIONS AFTER FINDING A QUARANTINE FUNGUS IN SLOVENE FORESTS – CASE OF SOČA RIVER VALLEY

Slovenia is one of the most forested countries in Europe. Extreme weather events and globalisation are changing our forests, which is reflected also in outspread of numerous new invasive alien species. The emergence of a quarantine fungus in forests poses a

¹ dr., Večna pot 2, SI-1000 Ljubljana, e-mail: barbara.piskur@gozdis.si

² dr., prav tam

³ univ. dipl. inž. agr., Dunajska 22, SI-1000 Ljubljana

⁴ univ. dipl. inž. gozd., Večna pot 2, SI-1000 Ljubljana

⁵ prof. dr., Večna pot 2, SI-1000 Ljubljana

unique challenge, since the suppression of the disease outbreak in forestry is extensive and difficult. The action involves cutting, proper handling of cut materials and disinfection of machinery and equipment. The implementation of measures is difficult because of demanding topography, and even more so, due to administrative barriers. In Slovenia, in 2016 we reported the finding of the quarantine fungus *Lecanosticta acicola* (sin. *Scirrhia acicola*) in natural stands and plantations of black pine in the Soča river valley. Damages to black pine have been increasing over the last years, and the death of adult trees has also been observed. Recent genetic analyses have shown that a population of the fungus, present in Soča river valley, is still present in a geographically limited area, and we suppose that the virulence of this population towards black pine is higher compared to other populations in the territory of Slovenia and Croatia. We propose the implementation of measures that would slow down the spread of the disease and the awareness rising campaign for the professional and general public.

Key words: forests, quarantine organism, actions, brown spot needle blight, *Lecanosticta acicola*, fungus

1 UVOD

87

Rastoča svetovna trgovina ter globalizacija pospešujeta premike organizmov, ki so lahko škodljivi za gozdove (npr. Santini in sod., 2013). Klimatske spremembe, vključujoč ekstremne vremenske pojave, vplivajo na stabilnost ekosistemov ter omogočajo nastanek razmer, ki so lahko za tujerodne škodljive organizme ugodnejše (npr. Sturrock in sod., 2011; Ghelardini in sod., 2016), a tudi trenutni klimatski pogoji v Evropi omogočajo naselitev in ustalitev nekaterih škodljivih organizmov, ki so prepoznani kot karantenski (Seidl in sod., 2018).

Ustrezni fitosanitarni ukrepi in aktivna strategija države vplivajo na prisotnost in širjenje novih škodljivih organizmov (Sikes in sod., 2018): ozaveščanje o tujerodnih, škodljivih vrstah močno vpliva na sprejemljivost politik v zvezi z ukrepi glede izkoreninjenja ali zaustavljanja širjenja teh vrst (Eriksson in sod., 2019); države morajo prepoznati tveganje, ki ga invazivne tujerodne vrste predstavljajo za ekonomijo in okolje, identificirani morajo biti že prisotni tujerodni organizmi in nacionalna politika o invazivnih tujerodnih vrstah mora biti pripravljena na način, da omogoča hitro ukrepanje ob pojavu teh vrst. Pripravljenost držav na možne izbruhe škodljivih tujerodnih organizmov se kaže v proaktivni politiki, ki zajema celovit nadzor na mejah, izvajanje programov preiskav na območju države, v podpori raziskavam, pripravljenih komunikacijskih strategijah in v pripravljenih načrtih ukrepanja ob morebitnem pojavu škodljivega organizma (Early in sod., 2016)

Opustitev ukrepov pri izbruhu karantenskih škodljivih organizmov (KŠO) lahko privede do ekonomskih, socialnih in ekoloških posledic. Določeni škodljivi tujerodni organizmi so na podlagi znanstvene analize tveganja uvrščeni na karantenske sezname, ki so tudi del krovne evropske zakonodaje s področja varstva rastlin (Direktivna Sveta 2000/29/ES), s 14. decembrom 2019 bo stopila v veljavo nova evropska zakonodaja s področja zdravja rastlin, in sicer Uredba (EU) 2016/2031 (Uredba o zdravju rastlin) in Uredba (EU) 2017/625 (Uredba o uradnem nadzoru). Pomembni so tudi sezname, ki jih

ureja Evropska in sredozemska organizacija za varstvo rastlin (EPPO). Na listah so tudi številni škodljivi organizmi, pomembni za gozdarstvo (npr. *Agrilus anxius*, *A. auroguttatus*, *A. planipennis*, *Bursaphelenchus xylophilus*, *Phytophthora ramorum*, *Atropellis* spp., *Dendrolimus sibiricus*, *Geosmithia morbida* in vektor *Pityophthorus juglandis*, *Gibberella circinata* (veljavno ime *Fusarium circinatum*), *Pissodes* spp. (neevropski), *Polygraphus proximus*, *Xylosandrus crassiusculus*, *Anoplophora chinensis*, *A. glabripennis*, *Scirrhia pini* (veljavno ime *Dothistroma septosporum*, *D. pini*), *Scirrhia acicola* (veljavno ime *Lecanosticta acicola*)). V Sloveniji varovanje zdravja rastlin, rastlinskih proizvodov in nadzorovanih predmetov pred škodljivimi organizmi ureja Zakon o zdravstvenem varstvu rastlin. V Sloveniji smo do sedaj potrdili prisotnost *L. acicola* (Jurc in Jurc, 2010), *D. pini* (Piškur in sod., 2013), *X. crassiusculus* (Kavčič, 2018) in vrsto drugih za Slovenijo novih vrst (npr. Jurc in sod., 2016; Hauptman in sod., 2018).

88



Slika 1. Močno okužen črni bor (*Pinus nigra*) v enem izmed kampov v dolini reke Soče. Odpadle in okužene iglice, na katerih so prisotna trosišča glive *L. acicola*, se prenesejo na daljše razdalje tudi z opremo za kampiranje, vozili in predstavljajo vir okužb na novih območjih (foto: D. Jurc).

V Sloveniji smo leta 2008 prvič našli glivo *L. acicola* (Jurc in Jurc, 2010). Do leta 2014 smo glivo sporadično zaznali v različnih krajih po Sloveniji (npr. Kostanjevica na Krki, Čatež, Celje), vse najdbe so bile v urbanih okoljih (Hauptman in Sadiković, 2015). Leta 2014 smo glivo prvič našli v naravnem sestoju na *Pinus mugo*, v Trenti ob reki Soči.

Na vseh naštetih lokacijah so bili izvedeni fitosanitarni ukrepi (uničenje okuženih rastlin). Po letu 2014 smo glivo *L. acicola* našli tudi na širšem območju doline reke Soče, na različnih vrstah borov (*P. mugo*, *P. sylvestris*, *P. nigra*) in v gozdnih sestojih. Najdba te glive na črnem boru in v obsegu, kot ga opažamo v dolini reke Soče, je izredno zanimiva, saj ta vrsta borov do sedaj ni bila poročana kot občutljiva za okužbe z glivo *L. acicola*. V nedavni raziskavi, ki smo jo opravili na Gozdarskem inštitutu Slovenije, v sodelovanju z inštitutom FABI, Južna Afrika in Univerzo v Zagrebu, Hrvaška, smo ugotovili, da se populacije glive *L. acicola* v Sloveniji in na Hrvaškem razlikujejo, in da so zaenkrat še vedno geografsko omejene (Sadiković in sod., 2019). Zaradi močne poškodovanosti črnih borov v dolini reke Soče in najnovejših spoznanj domačih (Sadiković in sod., 2019) ter tujih raziskav (Janoušek in sod., 2016; Adamson in sod., 2018; Mullett in sod., 2018), smo skupaj z Upravo RS za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin (UVHVVR) in Zavodom za gozdove Slovenije (ZGS) pripravili akcijski načrt za preprečevanje širjenja rjavenja borovih iglic v dolini reke Soče. Akcijski načrt vključuje ukrepe za zmanjševanje infekcijskega potenciala glive *L. acicola* iz žarišč okužbe v dolini reke Soče, predvsem so ukrepi usmerjeni na območja, kjer je večji turistični pritisk, saj človek glivo prenaša na daljše razdalje na neokužena območja (Slika 1).

2 PRAVNA PODLAGA

89

Gliva *Lecanosticta acicola*, ki povzroča rjavenje borovih iglic, je uvrščena v prilogo IIAI Direktive Sveta 2000/29/ES (kot *Scirrhia acicola*). Ta uvrstitev pomeni, da morajo države članice EU izvesti vse potrebne ukrepe za preprečevanje vnosa in širjenja te glive. Ker smo leta 2016 glivo našli na širšem območju ter v naravnih sestojih borov, takrat ukrepov nismo izvedli. Z novimi spoznanji in raziskavami, še posebej o obstoju populacij te glive (Sadiković in sod., 2019), ki so geografsko še vedno omejene in ki najverjetneje izražajo različno patogenost za različne vrste borov, je bila sprejeta odločitev, da v dolini reke Soče na tistih lokacijah, kjer je visoka verjetnost raznosa glive na druga, še neokužena območja, ukrepe vseeno izvedemo. S pripravo akcijskega načrta smo pričeli v letu 2018, ukrepi so predvideni v letu 2019. Izvajanje ukrepov z namenom izkoreninjenja ali omejevanja širjenja v gozdarstvu opredeljuje Zakon o zdravstvenem varstvu rastlin (ZZVR-1), ki se navezuje tudi na Zakon o gozdovih (ZG). Ob tem velja poudariti, da je gliva prisotna v več državah članicah Evropske unije in zaradi tega je v razpravi predlog za njeno uvrstitev na seznam nadzorovanih nekarantenskih škodljivih organizmov. To pomeni, da bi bila pod uradnim nadzorom le pri pridelavi razmnoževalnega materiala. Ne glede na to pa smo v Sloveniji dosegli konsenz, da zaradi prisotnosti različnih populacij te glive in morebitnih razlik v patogenosti za različne vrste borov, v dolini reke Soče uvedemo uradne ukrepe. Ti ukrepi so namenjeni za zmanjševanje infekcijskega potenciala glive *L. acicola* v žariščih okužbe v dolini reke Soče in omejevanje hitrosti širjenja bolezni na nova območja; v žariščih v gozdu in zunaj ureditvenih območij naselij ukrepe odreja ZGS (na podlagi 29. člena ZG), v naseljih odreja ukrepe pristojni fitosanitarni inšpektor (10. člen ZZVR-1).

3 UKREPI

Okoli točk potrditve okužbe ZGS skupaj s strokovno podporo GIS pregleda območje v polmeru 1 km in glede na geografske značilnosti terena in navzočnost gostiteljskih rastlin predlaga meje razmejenega območja, kjer se bodo izvajali ukrepi odstranjevanja okuženih rastlin. UVHVVR z odločbo določi žarišča okužb z glivo *L. acicola*. V žarišču ZGS ali inšpektor z odločbo odredi ukrepe imetniku rastlin. V zgledu doline reke Soče in rjavenja borovih iglic so predlagani sledeči ukrepi:

- posek okuženih dreves,
- transport gozdno lesnih sortimentov je dovoljen, z izjemo zelenih sekancev,
- sečni ostanki borov, ki vsebujejo iglice, se uničijo s sežigom v žarišču ali z dovoljenjem ZGS izven žarišča,
- premeščanje sečnih ostankov izven žarišča je dovoljeno pod posebnimi pogoji (zaprte kamionske ali traktorske prikolice),
- ob uničenju je potrebno upoštevati vse požarno varnostne zahteve,
- mehanizacija in orodje se očistijo organskih ostankov na mestu izvajanja ukrepov oziroma na najbližjem mestu razkladanja.

4 KOMUNIKACIJSKI NAČRT

Pomemben vidik načrta ukrepanja je ozaveščanje in obveščanje strokovne in širše javnosti, saj je podpora le-te nujna za učinkovito izvedbo ukrepov. V dolini reke Soče smo predvideli več aktivnosti, ki vključujejo informiranje strokovnih služb in seznanjanje z boleznijo borov lastnike gozdov, izvajalce del, lokalno prebivalstvo in obiskovalce. V načrtu je predvidena izdelava različnih informacijskih tiskovin in obvestilnih tabel, obveščanje javnosti preko medijev, priprava strokovnih člankov, zbori lastnikov.

5 SKLEPI

Predhodno pripravljene načrte ukrepov, pri pripravi katerih sodelujejo strokovne inštitucije in ostali deležniki, so predpogoj za učinkovito izvajanje ukrepov na terenu. Ozaveščanje ožje in širše javnosti je pomembno, saj le podpora javnosti omogoča hitro in ustrezno izvajanje ukrepov. Sanacije izbruhov karantenskih organizmov v gozdarstvu so obsežne in težavne. Ukrepanje obsega posek, ustrezno ravnanje z rastlinskimi ostanki ter razkuževanje mehanizacije in opreme. Izvedbo ukrepov otežuje težavnost terena, še bolj pa administrativne prepreke.

6 ZAHVALA

Program preiskav za rjavenje borovih iglic (2012–2016) je financiralo Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano RS (Strokovne naloge s področja zdravstvenega varstva rastlin v gozdarstvu in Javna gozdarska služba GIS). Pisanje prispevka je bilo izvedeno v okviru Ciljnega raziskovalnega projekta V4-1823 »Razvoj organizacijske in tehnične podpore za učinkovito

ukrepanje ob izbruhih gozdu škodljivih organizmov«, ki ga financirata Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS in Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano RS.

6 REFERENCE

- Adamson K., Laas M., Drenkhan R., Hanso M. 2018. Quarantine pathogen *Lecanosticta acicola*, observed at its jump from an exotic host to the native Scots pine in Estonia. *Baltic Forestry*, 24: 36-41
- Early R., Bradley B.A., Dukes J.S., Lawler J.J., Olden J.D., Blumenthal D.M., Gonzalez P., Grosholz E.D., Ibanez I., Miller L.P., Sorte C.J.B., Tatem A.J. 2016. Global threats from invasive alien species in the twenty-first century and national response capacities. *Nature Communications*, 7: 12485
- Eriksson L., Boberg J., Cech T.L., Corcobado T., Desprez-Loustau M.L., Hietala A.M., Jung M.H., Jung T., Lehtijarvi H.T.D., Oskay F., Slavov S., Solheim H., Stenlid J., Oliva J. 2019. Invasive forest pathogens in Europe: Cross-country variation in public awareness but consistency in policy acceptability. *Ambio*, 48: 1-12
- Ghelardini L., Pepori A.L., Luchi N., Capretti P., Santini A. 2016. Drivers of emerging fungal diseases of forest trees. *Forest Ecology and Management*, 381: 235-246
- Hauptman T., Sadiković D. 2015. Nove najdbe karantenske glive *Lecanosticta acicola* v Sloveniji. 12. slovensko posvetovanje o varstvu rastlin z mednarodno udeležbo, Ptuj, 3.-4. marec 2015. Ljubljana: Društvo za varstvo rastlin Slovenije. Trdan S.: 72-73
- Hauptman T., Rekanje B., Pavlin R., Jurc M. 2018. First record of *Ambrosiodmus rubricollis* in Slovenia. *Forest Protection Colloquium 2018, Austrian Research Centre for Forests, Vienna*, 12.-13. 3. 2018.
- Janoušek J., Wingfield M.J., Monsivais J.G.M., Jankovsky L., Stauffer C., Konecny A., Barnes I. 2016. Genetic analyses suggest separate introductions of the pine pathogen *Lecanosticta acicola* into Europe. *Phytopathology*, 106: 1413-1425
- Jurc D., Jurc M. 2010. *Mycosphaerella dearnessii* occurs in Slovenia. *Plant Pathology*, 59: 808
- Jurc M., Hauptman T., Pavlin R., Borkovič D. 2016. Target and non-target beetles in semiochemical-baited cross vane funnel traps used in monitoring *Bursaphelenchus xylophilus* (PWN) vectors in pine stands. *Phytoparasitica*, 44: 151-164
- Kavčič A. 2018. First record of the Asian ambrosia beetle, *Xylosandrus crassiusculus* (Motschulsky) (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae), in Slovenia. *Zootaxa*, 4483: 191-193
- Mullett M.S., Adamson K., Braganca H., Bulgakov T.S., Georgieva M., Henriques J., Jurisoo L., Laas M., Drenkhan R. 2018. New country and regional records of the pine needle blight pathogens *Lecanosticta acicola*, *Dothistroma septosporum* and *Dothistroma pini*. *Forest Pathology*, 48: e12440
- Piškur B., Hauptman T., Jurc D. 2013. *Dothistroma* eedle Blight in Slovenia is caused by two cryptic species: *Dothistroma pini* and *Dothistroma septosporum*. *Forest Pathology*, 43: 518-521
- Sadiković D., Piškur B., Barnes I., Hauptman T., Diminić D., Wingfield M. J., Jurc D. 2019. Genetic diversity of the pine pathogen *Lecanosticta acicola* in Slovenia and Croatia. *Plant Pathology*, sprejeto v tisk, doi:10.1111/ppa.13017
- Santini A., Ghelardini L., De Pace C., Desprez-Loustau M.L., Capretti P., Chandelier A., Cech T., Chira D., Diamandis S., Gaitniekis T., Hantula J., Holdenrieder O., Jankovsky L., Jung T., Jurc D., Kirisits T., Kunca A., Lygis V., Malecka M., Marçais B., Schmitz S., Schumacher J., Solheim H., Solla A., Szabo I., Tsopelas P., Vannini A., Vettraino A.M., Webber J., Woodward S., Stenlid J. 2013. Biogeographical patterns and determinants of invasion by forest pathogens in Europe. *New Phytologist*, 197: 238-250
- Seidl R., Klöner G., Rammer W., Essl F., Moreno A., Neumann M., Dullinger S. 2018. Invasive alien pests threaten the carbon stored in Europe's forests. *Nature Communications*, 9
- Sikes B.A., Bufford J.L., Hulme P.E., Cooper J.A., Johnston P.R., Duncan R.P. 2018. Import volumes and biosecurity interventions shape the arrival rate of fungal pathogens. *Plos Biology*, 16, 5
- Sturrock R.N., Frankel S.J., Brown A.V., Hennon P.E., Kliejunas J.T., Lewis K.J., Worrall J.J., Woods A.J. 2011. Climate change and forest diseases. *Plant Pathology*, 60: 133-149

PROBLEMI Z JESENOVIM OŽIGOM (*Hymenoscyphus fraxineus*) IN JELŠEVO SUŠICO (*Phytophthora alni*) V SEVEROVZHODNEM DELU SLOVENIJE

Drago TRAJBER¹, Nikica OGRIS², Dušan JURČ³, Barbara PIŠKUR⁴

¹Zavod za gozdove Slovenije, OE Murska Sobota, Murska Sobota

²⁻⁴Gozdarski inštitut Slovenije, Ljubljana

IZVLEČEK

92 Jesenov ožig smo v Sloveniji ugotovili leta 2006, in sicer najprej v severovzhodnem delu Slovenije. Gozdarji v Prekmurju smo opazili, da mladje velikega jesena (*Fraxinus excelsior*) in ozkolistnega jesena (*Fraxinus angustifolia*) naglo propada, posameznim odraslim drevesom pa so odmirale veje. Spomladi 2007 je sušenje mladja in odmiranje delov krošenj starejših dreves zajelo celotni vzhodni del Slovenije. Ob koncu poletja 2007 je bilo odmiranje jesena opazno v vsej državi. Posek jesena se je zaradi jesenovega ožiga na Območni enoti Murska Sobota od leta 2013 do danes povečal za 5-krat. V letu 2017 je 35 % sanitarnega poseka oz. dobrih 13 % celotnega letnega poseka (etata) odpadlo na račun odmiranja jesena. Če jesen ne bo razvil odpornosti na glivo, lahko pričakujemo močno zmanjšanje deleža jesena v gozdu, na nekaterih predelih pa lahko celo izgine. Jelševa sušica je v Sloveniji na novo odkrita bolezen na jelši. V letu 2002 je bila opažena in determinirana in v letu 2016 je bilo odmiranje jelše že obsežno. Bolezen povzroča glivolika alga *Phytophthora alni*. Jelševa sušica povzroči zmanjšanje prenosa vode, dušika in drugih hranil iz korenin in povzroča več škode na jelšah, ki so pod vplivom poplav. Odmirajo kambij in vsa živa tkiva skorje in lesa v deblu in koreninah. Prvotno so na osnovi morfolologije in izocimskih testov *P. alni* razvrstili v tri podvrste, ki pa so na osnovi analiz DNA nedavno reklasificirane v tri nove vrste. V Sloveniji je bila do sedaj nedvoumno potrjena prisotnost dveh vrst, in sicer *P. uniformis* in *P. multiformis*. Ko opazimo, da je jelša okužena z jelševo sušico, poškodovano drevo takoj posekamo. Obnova posekanega sestoja je izključno umetna oz. s sadnjo, ker zaradi bujne pritalne vegetacije oz. zeliščnega sloja naravna obnova ni mogoča. Na novo osnovani sestoj pa naj bi imel nekoliko bolj mešano drevesno sestavo: poudarek naj bi bil še vedno na črni jelši, kateri bi »primešali« vrbo, dob in črni topol.

Gljučne besede: jesenov ožig, *Hymenoscyphus fraxineus*, jelševa sušica, *Phytophthora alni*, simptomi, posek, obnova, severovzhodna Slovenija

¹ Arhitekta Novaka 17, SI-9000 Murska Sobota

² dr., Večna pot 2, SI-1000 Ljubljana

³ prof. dr., prav tam

⁴ dr., prav tam

ABSTRACT

PROBLEMS WITH *Hymenoscyphus fraxineus* AND *Phytophthora alni* IN NORTEASTERN PART OF SLOVENIA

93

First record of ash dieback caused by the fungus *Hymenoscyphus fraxineus* was reported in 2006 in the northeast Slovenia. Foresters in Prekmurje region noticed that *Fraxinus excelsior* and *F. angustifolia* seedlings and branches of individual old trees were dying. In the spring 2017 the symptoms were observed in the whole eastern part of Slovenia. At the end of summer in 2017, ash dieback was observed already throughout Slovenia. Felling of ash trees has risen up to five times in Murska Sobota regional unit of Slovenia Forest Service since 2013. In 2017, 35 % of sanitary felling or 13 % of whole annual felling was due to ash dieback. If ash will not develop a resistance towards ash dieback, we can expect heavy drop in share of ash in forests and even more, ash can disappear in some areas in Slovenia. First record of *Phytophthora alni* was confirmed in 2002 in Slovenia. In 2016 alder dieback due to *P. alni* was already extensive. In *P. alni* infection transmission of water, nitrogen and other nutrients from roots is limited and growth of the roots is disabled and it causes more damages on alders under influence of floods. Cambium and all alive tissues of bark and wood in the trunk and roots are dying off. Initially, researchers had determined three subspecies of *P. alni* based on morphological and isozyme analyses. However, lately those three subspecies were reclassified into three species based on DNA tests. We have unambiguously identified two species in Slovenia: *P. uniformis* and *P. ×multiformis*. When we notice a symptomatic alder, damaged tree is immediately sanitary felled. Regeneration of felled forest stand is exclusively artificial with planting because of dense ground vegetation rejuvenation of the stand is not possible. New formation of stand would have more mixed tree species composition; however, emphasis would still be on alder, to which we would add *Salix*, *Quercus robur* and *Populus nigra*.

Key words: *Hymenoscyphus fraxineus*, *Phytophthora alni*, symptoms, felling, regeneration, northeast Slovenia

1 UVOD

Jesenov ožig smo v Sloveniji ugotovili leta 2006, in sicer najprej v severovzhodnem in severnem predelu. Gozdarji v Prekmurju smo opazili, da mladje velikega jesena (*Fraxinus excelsior*) in ozkolistnega jesena (*Fraxinus angustifolia*) naglo propada, posameznim odraslim drevesom pa so odmirale veje. Spomladi 2007 je na mnogih drevesih seme ostalo pritrjeno na odmrlih vejah, sušenje mladja in odmiranje delov krošenj starejših dreves pa je zajelo celotni vzhodni del Slovenije. Ob koncu poletja 2007 je bilo odmiranje jesena opazno v vsej državi (najbolj značilni simptomi bolezni so tako vidno venenje listov, poganjkov, tako glavnih kot stranskih in sušenje vej) (Ogris *et al.*, 2009).

Jesenov ožig se je najprej pojavil na Poljskem in Litvi na začetku 1990-ih let (Kowalski, 2006). V sredini 90-ih let so o pojavu poročali iz Latvije in Estonije. Pojav se je nato razširil na nordijske države, na Švedskem so odmiranje jesenov opazili v

letu 2002, na Danskem 2004, na Norveškem in Finskem 2007. Odmiranje jesenov se je v zadnjih letih razširilo tudi na zahod, v Nemčijo in Švico ter na jug na Češko, Slovaško in Slovenijo. V Avstriji so zabeležili jesenov ožig leta 2005, na Madžarskem pa leta 2008 (Kirisits et al. 2009; Ogris et al., 2009).

Jelševa sušica je v Sloveniji na novo odkrita bolezen na jelši. V letu 2002 je bila opažena in determinirana (Munda et al., 2006) in v letu 2016 je bilo odmiranje jelše že obsežno (Piškur et al., 2016). Bolezen povzroča glivolika alga *Phytophthora alni*. Jelševa sušica povzroči več škode na jelšah, ki so pod vplivom poplav (Strnadova et al., 2010), saj se zmanjša prenos vode, dušika in drugih hranil iz korenin (onemogočena je rast korenin). Odmirajo kambij in vsa živa tkiva skorje in lesa v deblu in koreninah. Jelševi sestoji na višjih lokacijah, so redkeje okuženi z jelševo sušico, ker so pod manjšim vplivom visokega vodostaja (Schumacher et al., 2006).

Prvotno so na osnovi morfologije in izocimskih testov *P. alni* razvrstili v tri podvrste (Brasier et al., 2004), ki pa so na osnovi DNA analiz nedavno reklasificirane v tri nove vrste (*P. alni*, *P. uniformis* in *P. multiformis*). (Ioos et al., 2006). V Sloveniji smo do sedaj nedvoumno potrdili prisotnost zadnjih dveh vrst. Virulentnost in patogenost vrst se razlikuje. Najbolj agresivna in patogena je vrsta *P. alni*, ostali dve sta bistveno manj agresivni, vendar še vedno patogeni za jelšo. Raziskovalci so dokazali, da je vrsta *P. alni* nastala s hibridizacijo ostalih dveh vrst (Ioos et al., 2006).

2 SIMPTOMI IN ŠIRJENJE BOLEZNI

Jesenov ožig povzroča gliva *Hymenoscyphus fraxineus* (Kowalski, 2006; Ogris et al., 2009), ki se širi s trosi, ki jih prenaša veter in s sadikami. Iz opazovanj na terenu smo ugotovili, da je intenziteta jesenovega ožiga močnejša prav na jesenovih rastiščih, in sicer na vlažnih tleh (ob rekah, potokih), veliki relativni zračni vlažnosti, tam kjer so nekoliko nižje temperature in ni direktnega sonca. Na mestih, kjer je vlažnost tal manjša, kjer je več direktna svetlobe in so višje temperature pa je intenziteta boleznij manjša.

Znaki prepoznavanja jesenovega ožiga (Greccs et al., 2012):

- Venenje in sušenje mladih poganjkov z listi. Posušeni mladi poganjki in listi so lahko tudi črno obarvani, kot bi bili ožgani. Ko spomladi mlada drevesa ozelenijo, se listi čez nekaj dni povesejo.
- Odmiranje tkiva na poganjkih in listnih pecljih. Odmrlo tkivo na listnih pecljih se obarva rjavo. Odmiranje se začne na listnem peclju in od tam prodira naprej v poganjek. Na mladih poganjkih in vejah so opazne svetlo do temno rjave nekroze na skorji. Prehod med zdravim in bolnim delom je dobro viden. Če zarezemo v poškodovano tkivo, vidimo rjavo obarvan les.
- Svetlo do temno rjavo obarvan les. *H. fraxineus* se razrašča hitreje v ksilemu in strženu kot v skorji.
- Prezgodnje odpadanje listov (lahko že konec avgusta). Naslednje vegetacijsko sezono drevesa normalno odženejo, vendar lahko pričakujemo nekoliko več suhih poganjkov. Za takšno drevo ni nujno, da bo takoj odmrlo, ampak bo lahko propadalo

počasi in se bo, odvisno od odpornosti na bolezen, posušilo v obdobju od deset do petnajst let.

Možnosti zamenjave škodljivega organizma (Greco *et al.*, 2012):

- Venenje jesenovih listov zaradi suše;
- Sušenje jesena zaradi mraznice (*Armillaria* spp.);
- Rakavo tvorbo na jesenu lahko povzroči jesenov glivični rak, ki ga povzroča *Neonectria ditissima*;
- Jesen v sušnem stresu lahko poškodujejo glive iz družine *Botryosphaeriaceae*, nekatere med njimi so fakultativni patogeni.

Fitoftora okuži jelšo z zoosporami, ki imajo dva bička in v vodi aktivno plavajo, gostitelja zaznajo s kemotakso in ga okužijo skozi skorjo na koreninskem vratu. Posebnost jelševe sušice je v tem, da ne oblikuje trajnih trosov (klamidospor), in zato v sušnih razmerah hitro propade. Občutljiva je na mraz in mrzlo vreme pozimi predstavlja veliko redukcijo v njenem infekcijskem potencialu. Če je okužila gostitelja, v njem preživi v obliki podgobja. Nova območja okuženosti lahko zavzame le ob poplavih ali z vnosom okuženih sadik jelše (Sullivan, 2010).

Znaki prepoznavanja jelševe sušice (Piškur *et al.*, 2016):

- Iztekanje črnega ali oranžnega izcedka iz okužene skorje;
- Nekroza v skorji in lesu;
- Redko olistana krošnja, manjši listi (znak za obsežno odmiranje korenin);
- Rumenenje listja v vegetacijski dobi in prezgodnje odpadanje listja.

95

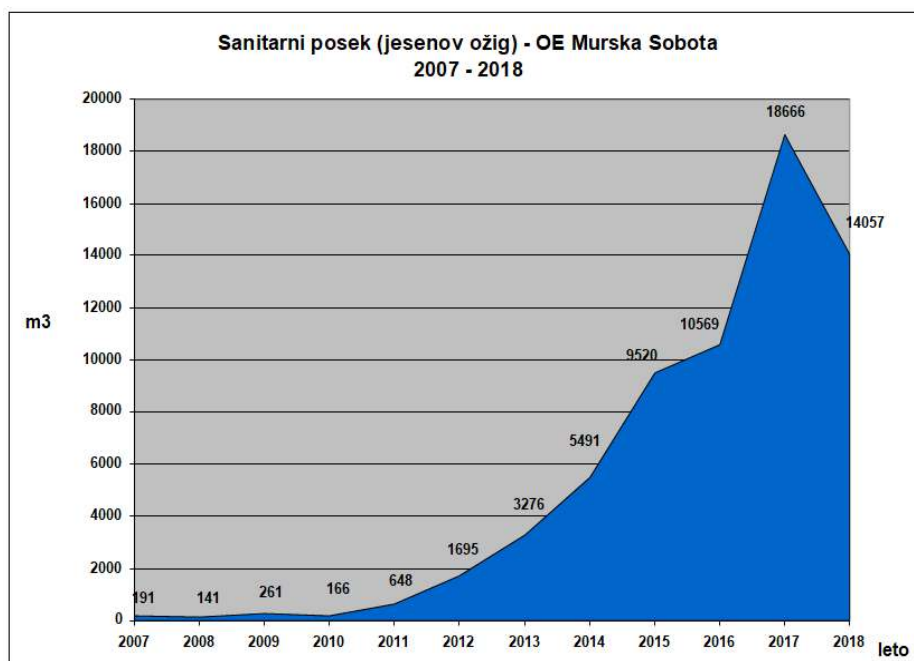
3 POSEK IN UKREPI ZA PREPREČEVANJE ŠIRJENJA

Na OE Murska Sobota se z jesenovim ožigom »srečujemo« že trinajsto leto (od 2006 naprej). Sanitarni posek smo v območju začeli izvajati leto po odkritju. V prvih petih letih oz. do leta 2012 je intenziteta sanitarnega poseka zaradi jesenovega ožiga zelo majhna (giblje se med dobrih 100 m³ do slabih 700 m³). V začetni fazi odkritja se je posek vršil predvsem v treh gozdnogospodarskih enotah (GGE): Dolinsko, Ravensko in Gornja Radgona, izključno na delu ob reki Muri (Murska raven). Po letu 2013 se stanje poslabšuje, intenziteta sanitarnega poseka jesena zaradi jesenovega ožiga strmo narašča. Sečnja zaradi jesenovega ožiga se po letu 2014 izvaja po celem območju, predvsem oz. v večji meri na jesenovih rastiščih (vlažnih tleh, veliki relativni in zračni vlažnosti). Posek se je zaradi jesenovega ožiga na Območni enoti Murska Sobota od leta 2013 do danes povečal za petkrat.

Vrhunec doseže sanitarna sečnja leta 2017, ko smo posekali dobrih 18.500 m³ velikega in ostrolistnega jesena (slika 1).

Slika 2 prikazuje sanitarno sečnjo po vrstah poseka, kjer lahko vidimo kakšen delež »odpade« na jesenov ožig in jelševo sušico, v zadnjih šestih letih. Iz grafikona je razvidno, da se sanitarni posek po deležu iz leta v leto povečuje. Obenem pa se

povečuje tudi delež jesenovega ožiga, kateri doseže največjo vrednost v letu 2017, in sicer 35 % od celotnega sanitarnega poseka oz. 13,4 % od skupnega poseka v GGO Murska Sobota. Zanimivo je tudi dejstvo, da se je celotni sanitarni posek (vse bolezni, škodljivci, ostale ujme) v letu 2018 dvignil na 43 % celotnega poseka (skoraj polovica celotnega poseka je sanitarnih sečenj).



Slika 1: Sanitarni posek zaradi jesenovega ožiga (*Hymenoscyphus fraxineus*) v GGO Murska Sobota.

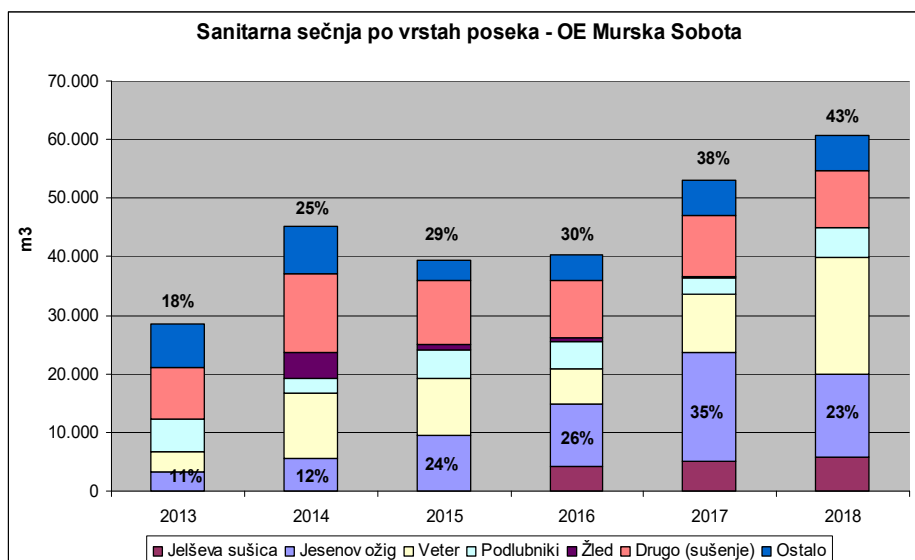
Obsežno sušenje jelše zaradi jelševe sušice je bilo s strani Gozdarskega inštituta Slovenije potrjeno leta 2015 (Piškur *et al.*, 2016). Sanitarni posek jelše smo tako prvič izvedli leto kasneje, ko smo na OE Murska Sobota posekali 4.167 m³. Ker je pojav omenjene bolezni relativno »nov« vršimo sečnjo komaj tri leta (2016–2018). Vsako leto se nam posek zaradi jelševe sušice povečuje, v letu 2017 je bil posek 5.078 m³, v letu 2018 pa 5.782 m³. Večji del poseka (čez 90 %) zaradi jelševe sušice se je izvajal v GGE Dolinsko, v kompleksu Črni log.

Ukrepi za preprečevanje širjenja in zatiranja jesenovega ožiga (Grecc *et al.*, 2012):

- Obnova gozda s sajenjem sadik velikega in ozkolistnega jesena se ne izvaja, dokler ne bodo vzgojene za okužbo z jesenovim ožigom odpornejše sadike. Sadike jesena se naj nadomeščajo z drugimi rastišču primernimi drevesnimi vrstami.

- Pri negovalnih sečnjah veliki in ozkolistni jesen, ki ga zaradi sanitarnih vzrokov ni potrebno posekati, v sestojih ohranjamo, vendar ga praviloma ne pospešujemo na račun drugih rastišču primernih drevesnih vrst. Pospešujemo le posamezna drevesa, ki niso oziroma so manj poškodovana od drugih dreves jesena v sestoju. Enako postopamo pri negi mladovja in pri naravni obnovi.
- Sanitarne sečnje izvajamo, ko je večina poganjkov in vej že odmrlih in suhih. Sanitarne sečnje izvajamo tudi, če je gliva prodrla v deblo, zaradi česar se zmanjšuje vrednost lesa.

97



Slika 2: Sanitarni posek po vrstah poseka v GGO Murska Sobota 2013–2018.

Ukrepi za preprečevanje širjenja in zatiranja jelševe sušice:

- Čim hitrejši posek okuženih in poškodovanih dreves jelše;
- Posekano oz. golo površino čim prej sanirati. V poštev pride izključno umetna obnova (obnova s sadnjo) - naravna obnova ni mogoča zaradi bujne vegetacije oz. zeliščnega sloja;
- Novi sestoj zasnovati z mešano drevesno sestavo - poudarek še vedno na črni jelši s primesjo vrbe, hrasta - doba, črnega topola in čremse (Piškur *et al.*, 2016).

4 SKLEPI

Podatki nam kažejo (sploh zadnje tri leta), da je treba jesenov ožig začeti jemati resno. Bolezen uničuje praktično vse od pomladka do odraslih sestojev, zato bo jesen kmalu močno prizadet. Če jesen ne bo razvil odpornosti na glivo, lahko pričakujemo

močno zmanjšanje deleža jesena v gozdovih na nekaterih predelih pa lahko celo izgine. Jesenov ožig je dejstvo, zato se moramo temu primerno prilagajati: vnos sadik oz. sadnja z rastišču primernimi drevesnimi vrstami (gorski javor, dob, črna jelša, topol, rdeči hrast, črni oreh).

Jelševa sušica je dokaj neznana oz. nova bolezen v Sloveniji. Ker dobiva velikost pojava odmiranja jelš pri nas velike razsežnosti, bi bile nujno potrebne dodatne raziskave v zvezi z jelšovo sušico.

5 LITERATURA

- Brasier, C. M., Kirk, S. A., Delcan, J., Cooke, D. E. L., Jung, T., Man In't Veld, W. A. 2004. *Phytophthora alni* sp. nov. and its variants: designation of emerging heteroploid hybrid pathogens spreading on *Alnus* trees. *Mycological Research*, 108, 10: 1172-1184.
- Grecc, Z., Kolšek, M., Jurc, D., Ogris, N. 2012. Jesenov ožig - *Hymenoscyphus pseudoalbidus*, anamorf *Chalara fraxinea*. In: Navodila za preprečevanje in zatiranje škodljivcev in bolezni gozdnega drevja v Sloveniji. *Studia Forestalia Slovenica*, Strokovna in znanstvena dela, 139. Jurc, D., Kolšek, M. (ur.). Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije, *Silva Slovenica*: 101-104.
- Ioos, R., Andrieux, A., Marçais, B., Frey, P. 2006. Genetic characterization of the natural hybrid species *Phytophthora alni* as inferred from nuclear and mitochondrial DNA analyses. *Fungal Genetics and Biology*, 43, 7: 511-529.
- Kirisits T., Matlakova M., Mottinger-Kroupa S., Cech T.L., Halmschlager E. 2009. The current situation of ash dieback caused by *Chalara fraxinea* in Austria. V: Proceedings of the conference of IUFRO working party 7.02.02, Egirdir, Turkey, 11th–16th May 2009. *SDU Faculty of Forestry Journal*. Süleyman Demirel University: Special edition: 97–119
- Kirisits T., Matlakova M., Mottinger-Kroupa S., Cech T.L., Halmschlager E., Lakatos. 2010. *Chalara fraxinea* associated with dieback of narrow-leafed ash (*Fraxinus angustifolia*). *Plant Pathology*, 59: 411
- Kowalski, T. 2006. *Chalara fraxinea* sp. nov. associated with dieback of ash (*Fraxinus excelsior*) in Poland. *Forest Pathology*, 36: 264–270.
- Munda, A., Žerjav, M., Jakša, J. 2006. Occurrence and characterisation of alder *Phytophthora*, *Phytophthora alni*, in Slovenia. In: Proceeding of III IUFRO Internation Conference Progress in Research on *Phytophthora* Diseases of Forest Trees, September 11–18, 2004(ur.). Freising, Germany.
- Ogris, N., Hauptman, T., Jurc, D. 2009. *Chalara fraxinea* causing common ash dieback newly reported in Slovenia. *Plant Pathology*, 58, 6: 1173.
- Piškur, B., Ogris, N., Jurc, D. 2016. Poročilo o preskusu št.: U2016-004: jelševa sušica (*Phytophthora alni* subsp. *multiformis*), Črni log. Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije, Laboratorij za varstvo gozdov: 10 str.
- Schumacher, J., Leonhard, S., Gundmann, B. M., Roloff, A. 2006. New alder disease in Spreewald Biosphere Reserve causes and incidental factors of an epidemic. *Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd*, 58, 6: 141-147.
- Strnadova, V., Cerny, K., Holub, V., Gregorova, B. 2010. The effects of flooding and *Phytophthora alni* infection on black alder. *Journal of Forest Science*, 56, 41-46.
- Sullivan, M. 2010. CPHST Pest Datasheet for *Phytophthora alni*. 18 str.

NAMNOŽITVE PODLUBNIKOV NA KOČEVSKEM

Mirko PERUŠEK¹

¹Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Kočevje, Kočevje

IZVLEČEK

Na Kočevskem do leta 1985 ni bilo večjih naravnih ujm. Decembra je to leto območje prizadel žledolom. Naslednje leto so sanirali poškodovano drevje v količini za celotni letni posek. Podlubniki se niso prenamnožili. V začetku devetdesetih let so bila prva sušna leta. 1993/94 je bila namnožitev jelovih podlubnikov. Od leta 2000 do 2003 so bila zelo sušna leta. Leta 2002 so se namnožili jelovi podlubniki, naslednje leto pa smrekovi podlubniki. Gradacija slednjih je trajala do konca desetletja. V letu 2014 je zahodni del območja prizadel žledolom od Kolpske doline do Loškega potoka in polomil vrhove smrekovih drogovnjakov po Kočevski in Kočevskoreški dolini. Naslednje leto so se podlubniki močno namnožili v zgornjem delu Kolpske doline, na levem in desnem bregu rek Čabranke in Kolpe. Hitrost in kakovost sanacije je potekala zelo različno. Vzrokov za to je veliko, predvsem pa so povezani z zasebnim lastništvom gozdov, pomanjkljivimi gozdnimi prometnicami idr. V Kočevskoreški dolini se je v naslednjih letih namnožil predvsem osmerozobi smrekov lubadar (*Ips typographus*). V letih 2016 in 2017 so se tam pojavila velika žarišča podlubnikov. Konec leta 2017 je vetrolom na Kočevskem območju porušil več kot milijon m³ drevja, predvsem smreko in jelko. V letu 2018 še ni bilo večjih žarišč. Sanacija lubadark se je izvajala ob poseku vetroloma. Podlubniki so zasedali predvsem od vetra porušene smreke v okolici nekdanjih žarišč.

Ključne besede: podlubniki, ujme v gozdovih, Kočevsko, Slovenija

ABSTRACT

GRADATION OF BARK BEETLE ON KOČEVSKA REGION

Until 1985 there were no major natural disasters in the Kočevje region. In December, this year the area hit the glee. The following year, damaged trees were harvested in quantities for the total annual harvest. They were not overgrown. In the early nineties, the first drought years were. 1993/94 was the multiplication of fir bark. From 2000 to 2003 they were very dry years. In 2002, spruce bark was multiplied, and next year spruce bark grows. The grading of the latter lasted until the end of the decade. In 2014, the western part of the area hit the glee from the Kolpa valley to the Loški brook and broke the spines of spruce spears along the Kočevska and Kočevska Reka valleys. The following year, the bark beetle was greatly multiplied in the upper part of the Kolpa valley on the left and right banks of the rivers Čabranka and Kolpa. The speed and quality of

¹ mag., Rožna ulica 39, SI-1330 Kočevje, e-pošta: mirko.perusek@zgs.si

the rehabilitation was very different. There are many reasons for this, but they are mainly related to private ownership of forests, deficient forest roads etc. In the Kočevje Reka valley in the following years, mainly European spruce bark beetle (*Ips typographus*) were multiplied. In the years 2016 and 2017, large bark beetle spots appeared there. At the end of 2017, over one million m³ of trees, mainly spruce and fir trees, were destroyed by winds in the Kočevje region. In the year 2018, there were no gradation of bark beetle. The repair of bark beetle trees was carried out after the removal of windmills. Bark beetle occupied mainly the wind of a demolished spruce in the vicinity of the former gradation of bark beetle spots.

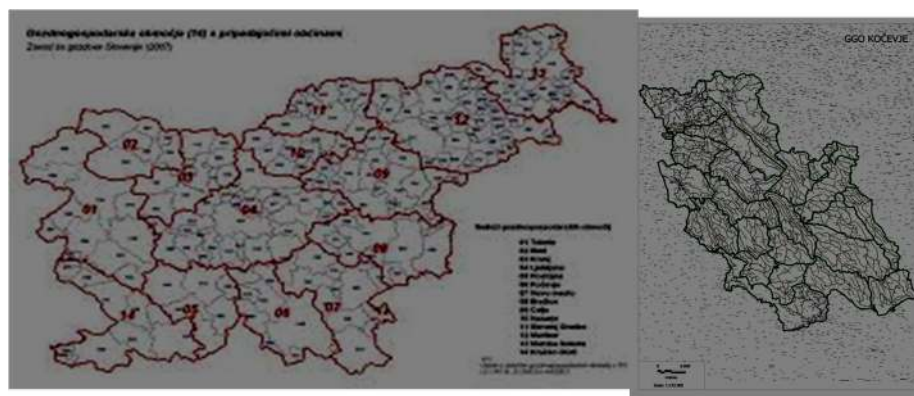
Key words: bark beetle, storms in forest, Kočevje, Slovenia

1 UVOD

Klimatske spremembe vplivajo na celotno okolje ter na dogajanja v njem. Gozdno drevje je večinoma zelo dolgoživo in se le počasi prilagaja na nihanja v okolju. V zadnjem času se je najbolj spremenila drevesna sestava v škodo smreke. V preteklosti je človek, v želji za večjim dobičkom, to vrsto naselil na njena nenaravna rastišča v nižje nadmorske višine in na rastišča drugih drevesnih vrst. Najhitreje se ta drevesna vrsta umika iz prisojnih - sušnih in nižjih predelov. Vzrok za zmanjševanje deleža smreke so naravne ujme, najpogostejše so žled, vetrolom, snegolom in suše. Ujmam navadno sledi namnožitev smrekovih podlubnikov, ki trajajo večinoma od tri do pet let. Naravne ujme so v zadnjih desetletjih vse pogostejše in ravno tako prenamnožitve smrekovih podlubnikov (osmerozobega in šesterezobega smrekovega podlubnika) in občasno tudi jelovih podlubnikov (zrnati jelov lubadar).

2 PREDSTAVITEV OBMOČJA

Kočevsko gozdno gospodarsko območje (GGO) leži v jugovzhodnem delu Slovenije in zajema površino 91.572 ha gozdov (slika 1). Razteza se od 190 m nadmorske višine ob reki Kolpi do 1289 m. n. m. (Goteniški Snežnik). Nadmorske višine v kraških dolinah so okoli 500 do 800 metrov. Matična podlaga so predvsem karbonatne kamnine. Podnebje je humidno z letno količino padavin do 1800 mm. Gozd porašča dobri dve tretjini površine območja. Prevladujejo predvsem dinarski bukovi, jelovo bukovi in smrekovi gozdovi. Hrastovih, borovih in drugih rastišč je manj. Gozdov s spremenjeno drevesno sestavo oziroma zasmrečenih gozdov je 17 %. Prevladujoča drevesna vrsta je bukev s 37 % v lesni zalogi, smreke je 27 % in jelke 19 %. Delež iglavcev se zmanjšuje. V osemdesetih letih prejšnjega stoletja se je sušila jelka, na prelomu tisočletja pa zaradi sušnih let in podlubnikov tudi smreka. Narašča delež bukve.



Slika 1: Kočevsko gozdno gospodarsko območje (06) leži v južnem delu Slovenije.

3 UJME NA KOČEVSKEM OBMOČJU

101

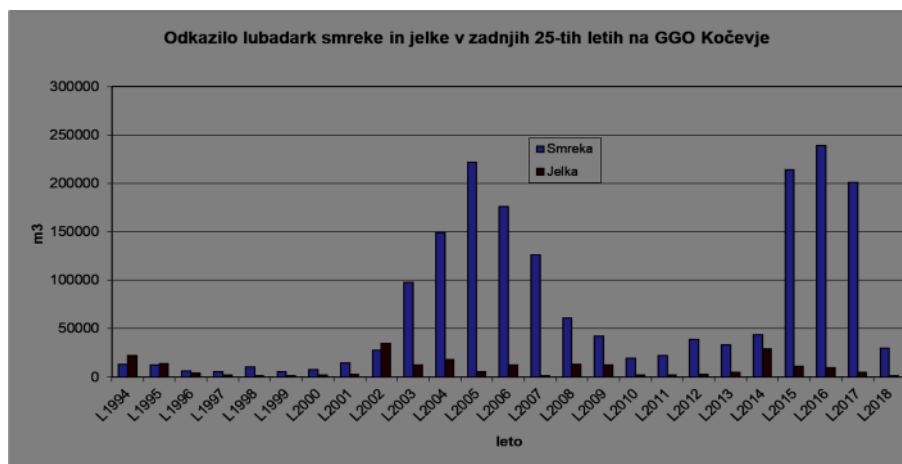
Po drugi svetovni vojni ni bilo večjih naravnih ujm vse do decembra 1985, ko je gozdove poškodoval žledolom. V severnem delu območja je bilo močno poškodovanih za prek 300.000 m³ drevja, kar je bil takrat celoletni posek na območju. Poškodovani so bili predvsem gozdovi zasebnih lastnikov. Sanacijska sečnja je potekala v letu 1986, najprej iglavcev in potem listavcev. Veliko del so opravili profesionalni delavci takratnega Gozdnega gospodarstva Kočevje. Podlubniki se zaradi pravočasne in kakovostne sanacije v gozdovih vseh lastništev zaradi posledic žledoloma niso namnožili. Naslednja ujma so bila sušna leta 1993 in 1994, kar je povzročilo namnožitve jelovih podlubnikov. V letu 1997 je žledolom v južnem delu območja poškodoval 30.000 m³ bukve. Zaporedna sušna leta 2000-2003, so povzročila namnožitve smrekovih podlubnikov. V februarju leta 2014 je močan žledolom v Sloveniji poškodoval za 9 milijonov m³ drevja, od tega na Kočevskem območju le 210.000 m³, predvsem listavcev (90 %). V nižinah je polomil vrhove odraščajočih smrek. V decembru leta 2017 pa je kočevsko območje prizadela najhujša ujma z vetrolomom. V GGO Kočevje je veter porušil za prek milijon m³ drevja, predvsem iglavcev (smreko in jelko).

4 NAMNOŽITVE PODLUBNIKOV

Prva večja namnožitve jelovih podlubnikov je bila v letih 1993 in 1994, ko so podlubniki napadli jelke na njenem spodnjem arealu razširjenosti v območju. Najhuje je bilo v ribniški Mali gori (GGE Mala gora), kjer so lastniki v enem letu zaradi napada jelovih podlubnikov posekali za prek 16.000 m³ drevja. Veliko jelovih lubadark je bilo na kočevski Stojni (GGE Stojna in Grčarice), na zahodni strani Roga in v ribniški Veliki gori. V dveh letih je bilo zaradi namnožitve jelovih podlubnikov posekanih za prek 60.000 m³ jelk. Zrnati jelov lubadar (*Cryphalus piceae*) je kot primarni podlubnik

povzročil najprej sušenje jelovih vej v spodnjem delu krošnje. Čez kak teden ali dva po napadu so bile krošnje napadenih jelk rdeče obarvane zaradi pordečelih suhih jelovih iglic. Sekundarno so se pod lubje debela naselili še krivozobi jelov lubadar (*Pityokteines curvidens*), Vorontzovov jelov lubadar (*Pityokteines vorontzowi*) in drugi. Naslednja namnožitev jelovih podlubnikov s primarnim zrnatim jelovim lubadarjem (*Cryphalus piceae*) je bila leta 2002. Zima je bila brez snega ter drugih padavin in z visokimi temperaturami v februarju. Zrnati jelov lubadar je zgodaj rojil in napadel jelove sestoje največ na Kočevski Stojni in zahodnem delu Roga. V drugi polovici leta je bilo hladno in deževno, zato se namnožitev ni podaljšala v naslednje leto.

102



Slika 2: Odkazilo smrek in jelk napadenih s podlubniki v zadnjih 25. letih (Vir ZGS OE Kočevje).

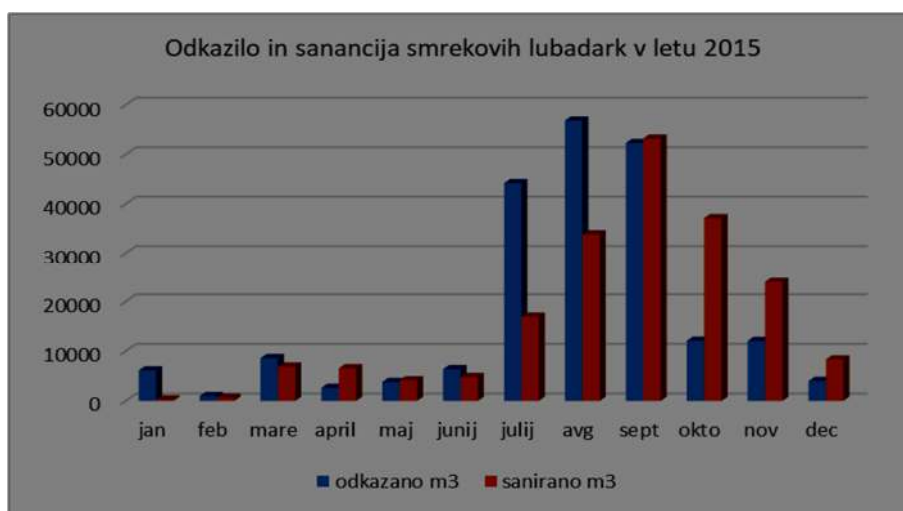
V letu 2003 so se močno namnožili smrekovi podlubniki. Gradacija je trajala sedem let do vključno leta 2009. Daleč največ se je razmnožil osmerozobi smrekov lubadar (*Ips typographus*) in manj šesterezobi smrekov lubadar (*Pityogenes chalcographus*). Vrh prenamnožitve je bil v letu 2005, ko je Zavod za gozdove Slovenije za posek označil za 261.000 m³ napadenih smrek (Slika 2). Namnožitev se je začela v pretežno državnih gozdovih GGE Vrbovec, kjer so prevladovali okoli sto let stari pretežno čisti smrekovi sestoji na hrastovo gabrovih in bukovo hrastovih rastiščih. Sanacijo je izvajal takratni koncesionar Grča d.d. Odvoz posekanega lesa je sprva zastajal za posekom in spravirom lesa iz gozda tudi za več tednov, ob gozdnih cestah so bila spomladi 2003 skladišča lesa z več tisoč m³ smrekove hlodovine naseljene s podlubniki. V okolici skladišč so nastala nova žarišča podlubnikov. Tretiranje kupov hlodovine z insekticidom Fastac namnožitve podlubnikov ni povsem zaustavilo. Od meseca aprila do avgusta je količina smrekovih lubadark naraščala, prenamnožitev smrekovih podlubnikov se je razširila po območju in tudi izven območja.

V naslednjih letih so poleg Kočevskega polja podlubniki naselili tudi smreke v sosednji dolini v okolici Grčaric do Gotenice. V sedmih letih smo zaradi podlubnikov označili za posek za okoli 800.000 m³ smrek.

Žledolom izrednega obsega je v februarju leta 2014 Kočevsko območje prizadel le na njenem zahodnem delu od Kolpske doline do Loškega potoka. V poškodovani lesni zalogi je bilo le 10 % poškodovanih iglavcev – predvsem smreke in bora. Po Kočevsko – Reški dolini je bilo veliko polomljenih vrhov smrek v mlajših smrekovih sestojih v razvojni fazi drogovnjakov in mlajših debeljakov.

Poškodovanost gozdov in ugodne vremenske razmere so bile glavni vzrok za novo prenamnožitev podlubnikov, ki se je začela v letu 2015. Največ lubadark je bilo označenih za posek v mesecih julij, avgust in september. Izvedba poseka je sledila odkazilu z maksimumom v septembru (Slika 3). Največ lubadark (2/3) je bilo v državnih gozdovih.

103



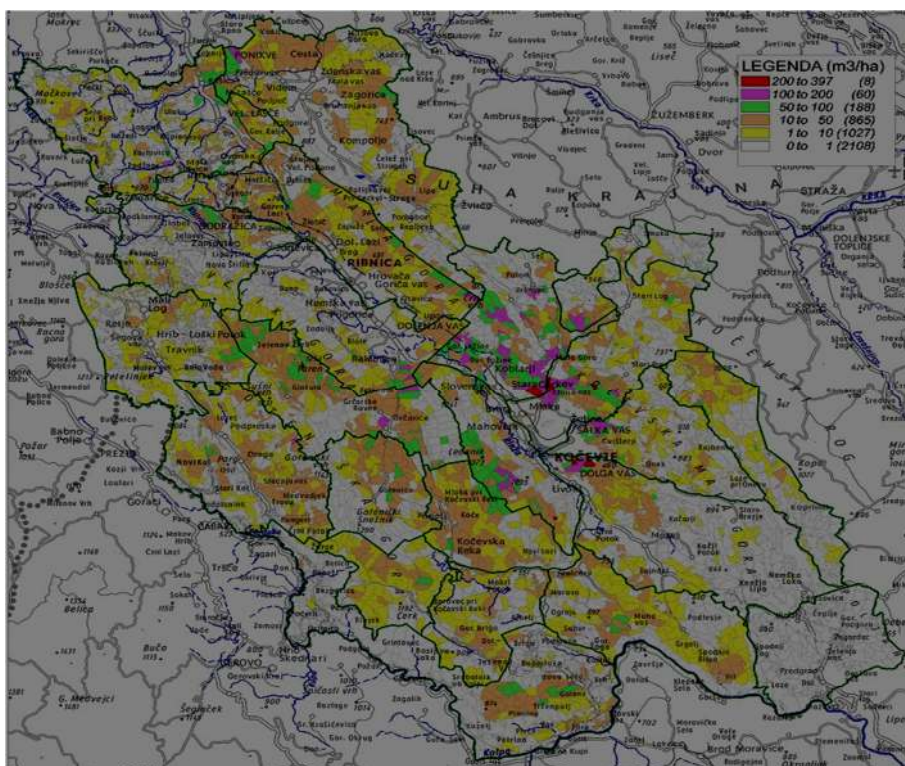
Slika 3: Izbira dreves za posek in posek smrekovih lubadark (vzrok *Ips typographus*) v letu 2015 po mesecih.

Tudi v Kolpski dolini, kjer se smrekovi sestoji nahajajo na nadmorski višini od 300 m. n. m., se je namnožitev smrekovih podlubnikov začela v letu 2015. Zaradi tople pomladi so smrekovi podlubniki rojili že v začetku meseca aprila. Na obeh straneh meje so bila številna žarišča podlubnikov. Zavod za gozdove Slovenije Območna enota Kočevje je meseca aprila 2015 v Osilnici organiziral sestanek za lastnike gozda, na katerega smo povabili tudi izvajalce sečnje in odkupovalce lesa. Po tem sestanku se je na slovenski strani posek lubadark začel intenzivnejše izvajati, na Hrvaškem pa so pogosto ostajala žarišča neposekana. Zaradi zahtevnih strmih in mokrih terenov so bile storitve sečnje in spravila nadpovprečne. Težave pri izvajanju sečnje so nastajale tudi zaradi pomanjkanja skladišč ob cestah za skladiščenje lesa po pravilu. Zagotavljanje potrebnega sanitarnega poseka so oteževale tudi lastniška struktura gozdov – veliko

lastnikov je ostarelih in izseljenih, meje parcel so pogosto neoznačene, ali z večjimi zamiki idr. Pomanjkljivo je bilo tudi sodelovanje s sosedi Hrvati, saj so v zasebnih gozdovih zaradi omejujoče zakonodaje in pomanjkanja gozdarskega kadra zamujali s sanitarnim posekom.

Po Kočevskem polju so v letih od 2015 do 2017 nastajala vedno nova žarišča podlubnikov, največ v nižinskih gozdovih. Decembra 2017 je močan vetrolom porušil večinoma smreke in jelke ter nižji delež listavcev (do 10%). V evidencah poseka Zavoda za gozdove Slovenije za leto 2018 je za milijon kubičnih metrov posekanih iglavcev z vzrokom vetrolom. Podlubniki so se na poškodovanem drevju in sečnih ostankih verjetno že namnožili. Sortiment iglavcev s podlubniki se je odpeljalo iz gozda, veliko pa jih je verjetno prezimilo v panjih, sečnih ostankih in gozdnih tleh. V letu 2018 smo opazili, da se je naselilo več podlubnikov na od vetroloma poškodovanih smrekah v bližini starih lokacij žarišč smrekovih podlubnikov. V letu 2019 pričakujemo pojav večjega števila smrekovih in jelovih žarišč podlubnikov.

104



Slika 4: Območje vetrolomov na GGO Kočevje leta 2017 in več manjših leta 2018 ter poškodovana lesna zaloga – območje potencialne namnožitve podlubnikov v letu 2019 (vir: ZGS).

5 PROBLEMATIKA SANACIJ IN PERSPEKTIVE

V zadnjih dveh desetletjih naravne ujme in podlubniki krojijo delo gozdarjev ter lastnikov gozdov. Kakovosten gozdni red in predvsem pravočasnost sanitarnih sečenj in pravočasen odvoz sortimentov iglavcev iz gozda so ključni ukrepi zaustavitve ali omejitve namnožitve podlubnikov (Titovšek, 1988). V nekaterih zasebnih in drugih gozdovih je mnogokrat problem izvedbe pravočasnega poseka, saj je navezanost lastnikov na gozd vse manjša. Mnogi ne vedo niti, kje imajo parcele. Postopek prisilne izvedbe sanitarne sečnje preko izvršb po drugi osebi je pri normalnih razmerah lahko dobra rešitev problema, medtem ko je pri velikih ujmah učinek le teh manjši. Vse to otežuje delo gozdarjev na Zavodu za gozdove Slovenije ob že tako polni zasedenosti z delom ob ujmah in namnožitvah podlubnikov. Lastnikom je ob velikih ujmah otežena pravočasna izvedba sanitarnega poseka, izvoza napadene hlodovine iz gozda, oziroma prodaje zaradi prevelike količine poškodovanega drevja. V izrednih razmerah primanjkuje izvajalcev, cene izvedbe dela na sanaciji narastejo, cene lesa padejo. Dolgoročno je ena izmed pomembnih usmeritev razvoja gozdov v spremembi drevesne sestave, kjer bodo rasle drevesne vrste na za njih ustreznih rastiščih. Vedno bolj pa se odpira problematika tujerodnih invazivnih vrst na ogolelih površinah in z njimi povezanih težav. Problemi in delo z gozdom so sedaj bolj zahtevni kot pred desetletji in bolj podvrženi dinamičnemu gospodarjenju z izpostavljeno varstveno problematiko gozdov.

105

6 SKLEPI

Namnožitve podlubnikov lahko omejimo ali v določenih primerih celo ustavimo z ustreznimi ukrepi. Ključna je pravočasna izvedba sanacije s kakovostnim gozdnim redom ter pravočasnim odvozom vseh sortimentov iglavcev iz gozda. Ob obsežnih ujmah pa je glede na hitrost in zahtevnost sanacije potrebno premišljeno upoštevati prioritete. Prilagajanje podnebnim spremembam pomeni tudi boljše obvladovanje ujm ter prilagajanje bolj dinamičnemu delu v gozdarstvu od načrtovanja do izvedbe. V zadnjem obdobju nam je lahko v veliko pomoč sodobna tehnologija od satelitskih, navigacijskih orodij do strojne sečnje, ki lahko olajšajo delo pri sanacijah. Ob tem je zelo pomembna osveščenost javnosti in lastnikov, da bodo lahko v pomoč pri reševanju tovrstnih težav sodobnega časa. Sanacije ujm in posledično integralni boj s podlubniki pomenijo tekmo s časom oziroma razvojem generacij podlubnikov in njihovega števila.

7 VIRI

Gozdno gospodarski načrt gozdnogospodarskega območja Kočevje. 2011: (2011 – 2020) št. 06/11, ZGS OE Kočevje.
Titovšek, J. 1988. Podlubniki Slovenije obvladovanje podlubnikov. Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana: 128 str.
Evidenca sečnje za leto 2018, Zavod za gozdove Slovenije.

NAJDBA NOVE VRSTE PODLUBNIKA V SLOVENIJI

Andreja KAVČIČ¹

¹Gozdarski inštitut Slovenije, Oddelek za varstvo gozdov, Ljubljana

IZVLEČEK

Leta 2017 je bila v Sloveniji najdena nova vrsta podlubnika, t.j. azijski ambrozijski podlubnik, *Xylosandrus crassiusculus* (Motschulsky) (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae). Vrsta izvira iz JV Azije, s pomočjo človeka pa se je razširila po celem svetu in je danes ena najbolj razširjenih vrst podlubnikov. Azijski ambrozijski podlubnik je ekstremen polifag. Njegovi gostitelji so lesnate rastline, več kot 120 vrst listavcev. *X. crassiusculus* se pojavlja v drevesnicah, v nasadih, v urbanih območjih in v naravnih habitatih. *X. crassiusculus* ponekod po svetu povzroča znatne ekonomske izgube, zato predstavlja pomembnega gospodarskega škodljivca. Ker predstavlja tveganje za zdravje rastlin po celem svetu, ga je Evropska in mediteranska organizacija za varstvo rastlin (EPPO – European and Mediterranean Plant Protection Organisation) leta 2009 uvrstila na Opozorilni seznam (EPPO Alert List), kot vrsto, ki potencialno predstavlja tveganje za zdravje rastlin na območju EPPO. V Sloveniji smo leta 2016 začeli z izvajanjem programa preiskav za *X. crassiusculus*, katerega cilj je zgodnje odkrivanje te vrste na območju Slovenije, hitro obveščanje o pojavu in hitro ukrepanje z namenom preprečevanja škodljivih vplivov, ki bi jih vrsta potencialno lahko imela na tem območju. V Evropi je bil *X. crassiusculus* prvič najden leta 2003 v Italiji, kasneje pa še v Franciji in v Španiji ter nazadnje v Sloveniji. Najdbi nove vrste podlubnika v Sloveniji leta 2017 je sledilo intenzivno spremljanje zastopanosti te vrste na celotnem ozemlju Slovenije. Najdbe v gozdovih v Z delu države kažejo, da je vrsta v Sloveniji najverjetneje že zastopana v naravnih habitatih. Analiza tveganja, ki je bila izdelana za *X. crassiusculus* za območje Slovenije kaže, da ima vrsta pri nas ugodne pogoje za ustalitev in širjenje. Ker se hrošči najverjetneje v Slovenijo širijo po naravni poti iz SV Italije, fitosanitarni ukrepi za preprečevanje vnosa in širjenja vrste niso bili predlagani. V prispevku je predstavljena prva najdba *X. crassiusculus* v Sloveniji, skupaj z rezultati spremljanja te vrste pri nas v prvem letu po najdbi.

Ključne besede: azijski ambrozijski podlubnik, invazivne tujerodne vrste, listavci, nova vrsta, *Xylosandrus crassiusculus*

ABSTRACT

FINDING OF A NEW BARK BEETLE SPECIES IN SLOVENIA

In 2017, a new bark beetle species was found in Slovenia, namely the Asian ambrosia beetle, *Xylosandrus crassiusculus* (Motschulsky) (Coleoptera: Curculionidae,

¹ dr., Večna pot 2, 1000 Ljubljana, e-pošta: andreja.kavcic@gozdis.si

Scolytinae). *X. crassiusculus* originates in SE Asia. Due to human-assisted spread the beetle is now present all over the world. In fact, it is one of the most widespread bark beetle species. The Asian ambrosia beetle is extremely polyphagous, being able to attack more than 120 species of broadleaved woody plants. It is common in nurseries, plantations, urban areas and in various natural habitats. Due to significant economic losses that it causes in some parts of its non-native range, this bark beetle represents a serious pest. Because it poses serious risk to plant health worldwide, the European and Mediterranean Plant Protection Organisation (EPPO) included *X. crassiusculus* in the EPPO Alert List of invasive alien species potentially harmful for plant health in the EPPO region. Slovenia has been conducting yearly survey programmes for *X. crassiusculus* since 2016. These are intended for early detection of this pest, early warning of the occurrence and rapid response to prevent damage that the beetle might cause. The Asian ambrosia beetle was first found in Europe in 2003 in Italy, where it has established. Later, reports of the species's occurrence came from France and Spain. In 2017, the Asian ambrosia beetle was recorded in the W part of Slovenia. An intensive monitoring that followed suggests that the new bark beetle already occurs in natural habitats in Slovenia. According to the pest risk analysis that has been carried out, environmental conditions in Slovenia favour the establishment and spread of *X. crassiusculus* in this territory. Since the beetle is presumably spreading to Slovenia naturally from Italy, no phytosanitary measures to prevent introduction and spread of the species have been proposed. First finding of *X. crassiusculus* in Slovenia is presented, together with the results of the monitoring in the first year after it was first found.

107

Ključne besede: Asian ambrosia beetle, deciduous trees and shrubs, invasive alien species, new species, *Xylosandrus crassiusculus*

1 UVOD

Človek z obsežno mednarodno trgovino in migracijami ljudi na nova območja vnaša organizme, ki jih ti po naravni poti ne bi mogli doseči. Čeprav je večina tujerodnih organizmov neškodljivih, imajo nekatere vrste na novih območjih negativen vpliv. Med invazivnimi tujerodnimi organizmi so zelo pomembne žuželke, med drugim zato, ker številne vrste škodljivo vplivajo na zdravje rastlin. V Sloveniji je bilo v zadnjih letih najdenih več tujerodnih vrst žuželk, med njimi tudi take, ki predstavljajo tveganje za zdravje lesnatih rastlin in s tem naravnega bogastva Slovenije – gozdov. V Sloveniji že več let potekajo programi preiskav škodljivih organizmov rastlin, katerih namen je zgodnje odkrivanje in hitro ukrepanje ob pojavu vrst, ki potencialno predstavljajo največje tveganje za zdravje rastlin, z namenom preprečevanja škode, ki bi jo te vrste lahko povzročile. Ena od teh vrst je azijski ambrozijski podlubnik, *Xylosandrus crassiusculus* (Motschulsky) (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae). Vrsta izvira iz JV Azije, a jo je človek nenamerno raznesel po celem svetu in je danes ena od najbolj razširjenih vrst podlubnikov (IPPC, 2017). *Xylosandrus crassiusculus* je bil v Evropi prvič najden leta 2003 v Italiji (Pennacchio *et al.*, 2003), kjer se je uspešno ustalil in razširil (Nageleisen *et al.*, 2015, Gallego *et al.*, 2016, Francardi *et al.*, 2017). Kasneje je bila vrsta najdena še v Franciji (Nageleisen *et al.*, 2015) in Španiji (Gallego *et al.*, 2016) ter leta 2017 v Sloveniji (Kavčič, 2018). *X. crassiusculus* živi v lesu več kot sto

različnih vrst lesnatih rastlin in ponekod po svetu povzroča gospodarsko škodo v drevesnicah in nasadih. Analiza tveganja za to vrsto za Slovenijo je pokazala, da ima *X. crassiusculus* velik potencial za širjenje v Slovenijo in ima na tem območju ugodne pogoje za ustalitev in širjenje ter bi pri nas potencialno lahko imel znaten negativen vpliv (Kavčič in de Groot, 2017). Vendar pa ta ocena ni najbolj zanesljiva, saj je glede prisotnosti te vrste v Evropi veliko nejasnosti in tudi sama biologija vrste je slabo raziskana (Kavčič in de Groot, 2017). V prispevku predstavljamo prve rezultate spremljanja prisotnosti in razširjenosti azijskega ambrozijskega podlubnika na ozemlju Slovenije.

2 MATERIAL IN METODE

V Sloveniji od leta 2016 za *X. crassiusculus* izvajamo program preiskave, ki vključuje vizualne preglede gostiteljskih rastlin (listavci) in vzorčenje s pastmi. V letu 2016 so aktivnosti programa preiskave vključevale samo vizualne preglede gostiteljev, v letu 2017 pa smo prvič izvedli tudi vzorčenje s pastmi. Za lovljenje hroščev smo uporabili črne križne pasti za moker ulov. Kot atraktant smo uporabili etanol, kot konzervans v zbirni posodi pa antifriz. Pasti smo postavili v spomladanskem času na petih lokacijah v Z delu Slovenije, vzdolž slovensko-italijanske meje, kjer je največja verjetnost širjenja vrste v Slovenijo. Pasti smo postavili v sestojih listavcev, po eno past na lokacijo. Ulov smo pobrali dvakrat v intervalu 10–14 dni od postavitve pasti oz. predhodnega vzorčenja.

Leta 2017 smo v Z Sloveniji ugotavljali tudi navzočnost orehovega vejnega lubadarja, *Pityophthorus juglandis*, za kar smo uporabili pet črnih režastih pasti za suhi ulov. Kot atraktant smo uporabili GLV Plus, ki je univerzalni atraktant za škodljive vrste žuželke na listavcih. Pasti smo postavili julija na petih lokacijah na gozdnatih območjih s prisotnim orehom (*Juglans* spp.) in drugimi vrstami listavcev, po eno past na lokacijo. Ulov smo pobrali dvakrat v intervalu 10–14 dni od postavitve pasti oz. predhodnega vzorčenja.

Po potrditvi navzočnosti *X. crassiusculus* na ozemlju Slovenije leta 2017 smo v letu 2018 program preiskave za to vrsto razširili, tako da smo izvedli večje število zdravstvenih pregledov gostiteljskih rastlin, postavili smo več pasti, ki so bile razporejene po celotnem ozemlju Slovenije, in odvzeli smo več vzorcev s pasti. Skupno smo postavili 23 pasti, od tega 15 v Z Sloveniji, kjer smo 5 pasti postavili v gozdnih sestojih s prisotnimi listavci – prednostno tam, kjer je prisoten pravi kostanj (*Castanea sativa*) – 10 pa v nasadih sadnih rastlin. Preostalih 8 pasti smo postavili v gozdnih sestojih s prisotnimi listavci – prednostno tam, kjer je prisoten pravi kostanj (*Castanea sativa*), v različnih delih Slovenije.

Za lovljenje hroščev smo uporabili črne režaste pasti za suhi ulov, kot atraktant pa smo uporabili etanol. Postavili smo po eno past na lokacijo. Pasti smo postavili marca in aprila, ulov pa pobirali v 14-dnevnih intervalih od postavitve pasti oz. predhodnega vzorčenja do konca sezone (september) v gozdnih sestojih oz. trikrat v nasadih.

Ulov v zbirni posodi posamezne pasti ob vsakem obisku pasti je predstavljal en vzorec, ki smo ga ustrezno označili in dostavili v Laboratorij za varstvo gozdov Gozdarskega inštituta Slovenije, kjer smo izvedli morfološko analizo ujetih organizmov. Osebkje *X. crassiusculus* (Motschulsky) smo identificirali na podlagi določevalnih ključev (Pennacchio *et al.*, 2003, Rabaglia *et al.*, 2006, Nageleisen *et al.*, 2015, Gallego *et al.*, 2017), pravilnost naše določitve pa sta potrdila tudi strokovnjaka iz tujine, dr. Davide

Rassati iz Italije in dr. Miloš Knížek s Češke. Osebkve smo kot referenčni material shranili v entomološko zbirko Gozdarskega inštituta Slovenije.

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

V sklopu izvajanja programa preiskav za *X. crassiusculus* v letih 2016 in 2017 osebkov te vrste nismo našli niti na gostiteljskih rastlinah niti v pasteh. Vrsto smo v Sloveniji leta 2017 našli naključno, in sicer v pasteh za spremljanje orehovega vejnega lubadarja, *Pityophthorus juglandis*. Pri odvzemu vzorca s pasti avgusta 2017 smo v zbirni posodi pasti, postavljene v Podsabotinu, našli rdečerjave, 2–3 mm dolge, čokate hroščke, ki niso bili niti iskana vrsta niti katera od znanih domačih vrst podlubnikov. Morfološka analiza osebkov je pokazala, da gre za vrsto *X. crassiusculus* (Motschulsky), in sicer samice, saj pri tej vrsti samo samice lahko letijo (slika 1).

109



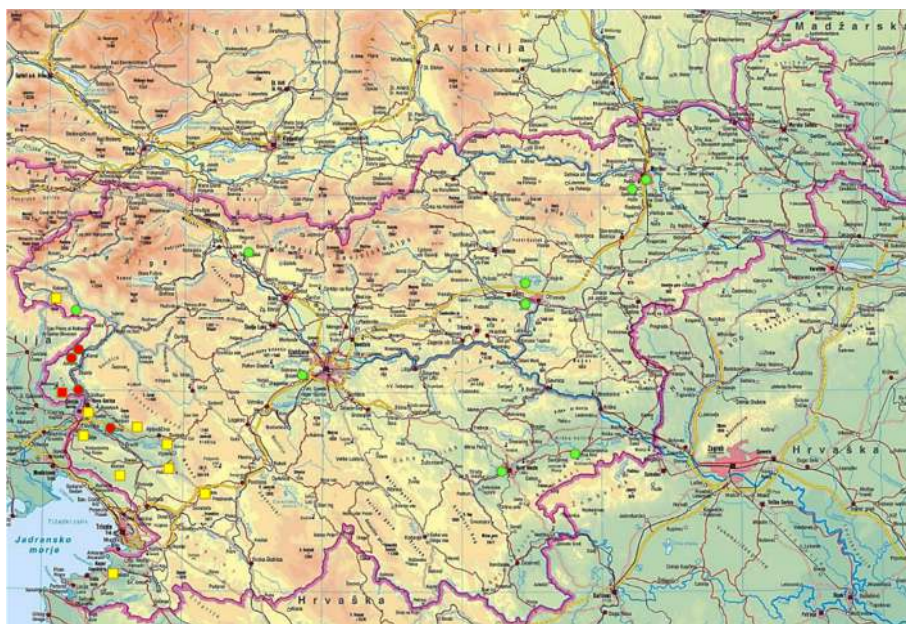
Slika 1: Samica *X. crassiusculus* (foto: Andreja Kavčič).
Figure 1: *X. crassiusculus* female (photo: Andreja Kavčič).

V pasti je bilo ob prvem vzorčenju prisotnih kar 117 samic. Samice te vrste smo v isti pasti našli tudi ob naslednjem vzorčenju, vendar so bile takrat v zbirni posodi prisotne samo štiri samice. Ob drugem pobiranju ulova s pasti za orehovega vejnega lubadarja

smo 2 osebkov *X. crassiusculus* našli tudi v pasti, postavljeni v Prvačini. V krajšem monitoringu na območju Podsabotina, ki smo ga izvedli septembra isto leto, takoj po potrditvi nove vrste podlubnika na ozemlju Slovenije, smo osebkov *X. crassiusculus* našli v pasteh na širšem območju Podsabotina. V petih pasteh, ki so bile postavljene na razdalji od 60 do 1300 m od lokacije prve najdbe, smo našli od ene do 19 samic *X. crassiusculus*. Kljub intenzivnemu pregledovanju gostiteljskih rastlin na ozemlju celotne Slovenije, azijskega ambrozijskega podlubnika nismo našli na rastlinskem materialu niti v 2016 niti v 2017.

V letu 2018 smo v Z Sloveniji ponovno potrdili prisotnost *X. crassiusculus*. Samice smo našli v štirih pasteh, postavljenih v gozdovih (Podsabotin, Prvačina, Bajti, Kostanjevica), in v eni pasti, postavljeni v nasadu sadnih rastlin (Kozana).

110

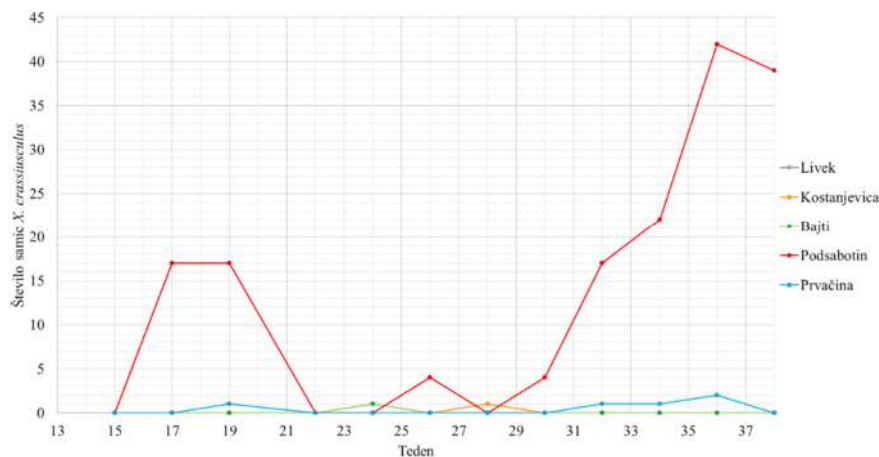


Slika 2: Lokacije pasti za *X. crassiusculus* v 2018. Zeleni krogi – lokacije, kjer je bila past postavljena v gozdnem sestoj; rdeči krogi – lokacije, kjer je bil v pasti, postavljeni v gozdnem sestoj, najden *X. crassiusculus*; rumeni kvadrati – lokacije, kjer je bila past postavljena v nasadu sadnega drevja; rdeči kvadrati – lokacije, kjer je bil v pasti, postavljeni v nasadu sadnega drevja, najden *X. crassiusculus*.

Figure 2: Locations of traps for *X. crassiusculus* in 2018. Green circles – locations where the trap was set in a forest stand; red circles – locations where *X. crassiusculus* was caught in the trap set in a forest stand; yellow squares – locations where the trap was set in an orchard; red squares – locations where *X. crassiusculus* was caught in the trap set in an orchard.

V pasteh smo našli od enega do 42 osebkov. V ostalih delih Slovenije azijskega ambrozijskega podlubnika nismo našli. Enako kot v preteklih letih, kljub letošnjemu intenzivnemu vizualnemu pregledovanju gostiteljev preiskovane vrste nismo našli na

rastlinskem materialu. S spremljanjem *X. crassiusculus* s pastmi, ki so bile v gozdovih v Z Sloveniji postavljene celo leto, smo poskušali ugotoviti fenologijo hroščev pri nas. Število ujetih osebkov je bilo zelo majhno skozi celo leto in razen v pasti v Podsabotinu ni preseгло 2 osebkov. Številčnost ujetih osebkov v Podsabotinu ima dva izrazita vrha, in sicer enega aprila in maja, drugega, ki je skoraj dvakrat višji, pa avgusta in septembra. Glede na veliko število osebkov ob zadnjem vzorčenju na tej lokaciji sklepamo, da bi bil ulov hroščev visok tudi oktobra, ko smo pasti že odstranili.



111

Slika 3: Ulov *X. crassiusculus* skozi sezono v 2018.

Figure 3: Trap catches of *X. crassiusculus* throughout the season in 2018.

Rezultati kažejo, da je azijski ambrozijski podlubnik v Sloveniji lokalno prisoten, vendar zaenkrat samo v Z delu države. Sklepamo, da se je vrsta k nam razširila po naravni poti iz SV Italije, kjer je ustaljena in razširjena v naravnih habitatih ter se širi na nova področja (Nageleisen *et al.*, 2015, Gallego *et al.*, 2016, Francardi *et al.*, 2017). Po našem mnenju naravnega širjenja azijskega ambrozijskega podlubnika v Slovenijo iz Italije ni mogoče preprečiti niti omejiti, zato izvajanje kakršnih koli fitosanitarnih ukrepov ni bilo uvedeno.

Ob ugotovitvi prisotnosti vrste pri nas je bil predviden le posek napadenih rastlin in uničenje zalege *X. crassiusculus* z namenom preprečevanja oz. omejevanja nadaljnjega širjenja hroščev te vrste. Glede na to, da smo hrošče našli v pasteh v gozdnih sestojih dve leti zapored, pa je vrsta pri nas najverjetneje že prisotna v naravnih habitatih.

Azijski ambrozijski podlubnik se pojavlja v raznolikih habitatih in v Sloveniji so za to vrsto ugodne ekološke razmere, zato obstaja velika verjetnost, da bo vrsta pri nas obstala in se razširila. V Sloveniji smo osebkov *X. crassiusculus* našli samo v pasteh, ne pa tudi na rastlinskem materialu, zato ni znano, katere gostitelje vrsta naseljuje pri nas in če povzroča kakršnokoli škodo. Nadaljne raziskave so potrebne za ugotavljanje trenda širjenja vrste na območju Slovenije, za razjasnitev biologije hroščev *X.*

crassiusculus in ugotavljanje potenciala škodljivega vpliva te nove vrste podlubnika na zdravje rastlin pri nas in širše v Evropi.

4 SKLEPI

Azijski ambrozijski podlubnik, *Xylosandrus crassiusculus* (Motschulsky), (Coleoptera, Curculionidae, Scolytinae) je nova vrsta podlubnika v Sloveniji. Njeno prisotnost smo potrdili na več lokacijah v Z delu Slovenije. Osebkje smo našli v pasteh v gozdovih in v nasadih sadnega drevja. Vrste do sedaj nismo nikoli našli na gostiteljskih rastlinah. Azijski ambrozijski podlubnik se je k nam najverjetneje razširil po naravni poti iz Italije, to širjenje pa se bo po našem mnenju nadaljevalo. Izkoreninjenje vrste v Sloveniji ni mogoče in izvajanje fitosanitarnih ukrepov ni smiselno. Vrsta ima pri nas ugodne pogoje za ustalitev in širjenje ter predstavlja resno tveganje za zdravje rastlin na tem območju, vendar pa njenega vpliva na območju Slovenije ni mogoče predvideti.

5 ZAHVALA

Raziskave sta financirala Uprava za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin (Programi preiskav) ter Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano (Javna gozdarska služba). Del aktivnosti je bilo opravljenih s finančno pomočjo Agencije za raziskovalno dejavnost RS (Raziskovalni program P4-0107). Pri izvajanju aktivnosti so sodelovali Gozdarski inštitut Slovenije, Zavod za Gozdove Slovenije, Kmetijsko gozdarski zavod Nova Gorica, Kmetijsko gozdarski zavod Novo mesto, Kmetijsko gozdarski zavod Maribor ter Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije,

6 LITERATURA

- Francardi, V., Noal, A., Francescato, S., Pinto, R., Bruni, A., Loffredi, L., Bucini, D., Guarnieri, D., Bellantuono, M., Esposito, N., Nuccitelli, L., Binazzi, F., Vitale, S., Di Giambattista, G., Roversi, P.F., Pennacchio, F. 2017. Coexistence of *Xylosandrus crassiusculus* (Motschulsky) and *X. compactus* (Eichhoff) (Coleoptera Curculionidae Scolytinae) in the National Park of Circeo (Lazio, Italy). *Redia*, 100, 149–155.
- Gallego, D., Lencina, J.L., Mas, H., Ceveró, J., Faccoli, M. 2017. First record of the Granulate Ambrosia Beetle, *Xylosandrus crassiusculus* (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae), in the Iberian Peninsula. *Zootaxa*, 4273: 431–434.
- IPPC 2017. Detection of *Xylosandrus crassiusculus* (Granulate ambrosia beetle) in Queensland. Final Report. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Available from: <https://www.ippc.int/en/countries/australia/pestreports/2017/04/detection-of-xylosandrus-crassiusculus-granulate-ambrosia-beetle-in-queensland/> (obiskano 23. marca 2019)
- Kavčič, A. 2018. First record of the Asian ambrosia beetle, *Xylosandrus crassiusculus* (Motschulsky) (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae), in Slovenia. *Zootaxa*, 4483: 191–193.
- Kavčič, A., de Groot, M. (2017) Analiza tveganja za azijskega ambrozijskega podlubnika (*Xylosandrus crassiusculus* (Motschulsky, 1866)). Uprava Republike Slovenije za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin, Ljubljana, Slovenia, 33 pp.
- Nageleisen, L.M., Bouget, C., Noblecourt, T. 2015. Les Scolytes du genre *Xylosandrus* en France (Coleoptera Curculionidae Scolytinae). *L'Entomologiste*, 71, 267–271.
- Pennacchio, F., Roversi, P.F., Francardi, V., Gatti, E. 2003. *Xylosandrus crassiusculus* (Motschulsky) a bark beetle new to Europe (Coleoptera Scolytidae). *Redia*, 86, 77–80.
- Rabaglia, R.J., Dole, S.A., Cognato, A.I. 2006. Review of American Xyleborina (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) occurring north of Mexico, with an illustrated key. *Annals of the Entomological Society of America*, 99, 1034–1056.

**RAZŠIRJENOST TUJERODNEGA AMBROZIJSKEGA PODLUBNIKA
Xylosandrus germanus (Blandford, 1894) V SLOVENIJI IN NJEGOV VPLIV
NA GOZDNE EKOSISTEME**

Tine HAUPTMAN¹, Roman PAVLIN², Danijel BORKOVIČ³, Maja JURČ⁴

¹⁻⁴Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Ljubljana

IZVLEČEK

Ambrozijske podlubnike (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) uvrščamo med najpomembnejše tujerodne invazivne organizme. Dober zgled je vrsta *Xylosandrus germanus* (Blandford, 1894), ki sicer izvira iz Vzhodne Azije, danes pa je razširjena tudi v večjem delu Severne Amerike in Evrope. V Sloveniji je bila vrsta prvič najdena leta 2000 na pravem kostanju (*Castanea sativa* Mill.) v bližini Solkana. Od leta 2008 naprej smo vrsto večkrat našli tudi v drugih predelih Slovenije, največkrat smo hrošče ujeli v pasti, namenjene spremljanju hroščev iz rodu *Monochamus*, zabeležili pa smo tudi nekaj zgledov napadenih dreves. Prvo večjo škodo smo zabeležili leta 2016, ko je vrsta napadla večje količine sveže posekanega lesa pri Lovrencu na Pohorju. V letih 2017 in 2018 smo z uporabo pasti z etanolom na več lokacijah po Sloveniji spremljali razširjenost in številčnost vrste. Rezultati naših raziskav kažejo, da je vrsta splošno razširjena v različnih gozdnih sestojih, in da predstavlja najštevilčnejšo vrsto ambrozijskih podlubnikov pri nas. V prispevku natančneje predstavljamo rezultate spremljanja vrste in razpravljamo o možnih vplivih, ki bi jih ta vrsta lahko imela na naše gozdne ekosisteme. Omenjene so tudi nekatere druge tujerodne vrste ambrozijskih podlubnikov, ki smo jih našli v sklopu istih raziskav.

Ključne besede: varstvo gozdov, *Xylosandrus germanus*, ambrozijski podlubniki, invazivne vrste, monitoring, pasti z etanolom, Slovenija

ABSTRACT

DISTRIBUTION OF NON-NATIVE AMBROSIA BARK BEETLE *Xylosandrus germanus* (Blandford, 1894) IN SLOVENIA AND ITS IMPACT ON FOREST ECOSYSTEMS

Ambrosia bark beetles (Coleoptera: Curculionidae; Scolytinae) are one of the most important non-native invasive organisms. A good example is species *Xylosandrus germanus* (Blandford, 1894), an East Asian species, which is now widely spread in much of North America and Europe. In Slovenia, *X. germanus* was first time recorded in 2000. It was found on infested sweet chestnut tree (*Castanea sativa* Mill.) near Solkan. Since

¹ doc. dr., Večna pot 83, SI-1000 Ljubljana

² univ. dipl. inž. gozd., prav tam

³ dipl. inž. gozd., prav tam

⁴ prof. dr., prav tam

2008, the species began to appear also in other parts of Slovenia. It was often caught in traps intended for monitoring of *Monochamus* beetles, and in few cases, infestations of trees were also found. The first major damage was recorded in 2016 when the species attacked larger quantities of freshly harvested timber at Lovrenc na Pohorju. In different parts of Slovenia, monitoring of the species with ethanol-baited traps was conducted in 2017 and 2018. The results of our research show that the species is generally present in different forest stands, and that it has become a dominant ambrosia beetle species in our forests. In the article we will present more detailed results of the monitoring and discuss the impact that this species could have on our forest ecosystems. Mentioned are also some other alien ambrosia beetle species, we found within the same research.

Key words: Forest health, *Xylosandrus germanus*, Ambrosia beetles, Invasive species, Monitoring, Ethanol-baited traps, Slovenia

1 UVOD

Ambrozijski podlubniki (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) so hrošči, ki večinoma napadajo oslABLJENO drevje oziroma sveže posekan les. V napadenem lesu izdelujejo rovne sisteme, v katere v mikangijih zanašajo in omogočajo razrast različnih ambrozijskih gliv, ki jim predstavljajo glavni vir hrane. Ambrozijski podlubniki preživijo večino življenja zavrtani v les. Zaradi prikritega načina življenja je njihov napad včasih težko opaziti in so zato zlahka z lesenim pakirnim materialom ali drugimi lesnimi izdelki vneseni na nova območja po vsem svetu (Rassati in sod., 2016). Za veliko vrst je značilno haplodiploidno določanje spola, parjenje v sorodstvu in zelo širok nabor gostiteljskih rastlin. Vse te lastnosti omogočajo, da se majhne začetne populacije v novem okolju uspešno naselijo in razširijo (Kirkendall, 1983), in prav zato ambrozijske podlubnike uvrščamo med najpomembnejše tujerodne invazivne organizme (Kirkendall in Faccoli, 2010).

Vrsta *Xylosandrus germanus* (Blandford, 1894), izvira iz Vzhodne Azije (Kirkendall in Faccoli, 2010). V Evropi je bila prvič najdena leta 1952 v Nemčiji (Groschke, 1953). Vrsta se kasneje, predvsem po letu 1980, hitro širila po Evropi in je danes prisotna v 21 evropskih državah (Galko in sod., 2019). V Sloveniji smo vrsto prvič odkrili leta 2000 v bližini Solkana pri Novi Gorici na pravem kostanju (*Castanea sativa* Mill.) (Jurc in sod., 2010). Od leta 2008 naprej smo vrsto večkrat našli tudi v drugih predelih Slovenije, večinoma smo hrošče *X. germanus* ujeli v pasti, namenjene spremljanju hroščev iz rodu *Monochamus* (lokacije Brdo pri Kranju, Bitnje pri Kranju, Podpeč). V naravnem rezervatu Mali plac na Ljubljanskem barju smo odkrili napad na treh drevesih navadne jelke (*Abies alba* Mill.), na lokacijah Anovec pri Krškem in Ajševica pri Novi Gorici pa smo vrsto ponovno našli na pravem kostanju (Jurc in sod., 2010; Jurc in sod., 2012). Prvo večjo škodo smo zabeležili leta 2016, ko je vrsta napadla večje količine sveže posekanega lesa pri Lovrencu na Pohorju (Hauptman in sod., 2018). *X. germanus* je izrazit polifag, saj je znanih več kot dvesto gostiteljskih rastlin. V Sloveniji smo vrsto doslej odkrili na pravem kostanju, navadni jelki, navadni smreki (*Picea abies* (L.) H. Karst), rdečem boru (*Pinus sylvestris* L.), bukvi (*Fagus sylvatica* L.) in gradnu (*Quercus petraea* (Mattuschka) Liebl.) (Hauptman in sod., 2018).

X. germanus v Severni Ameriki velja za enega najpomembnejših škodljivcev v gozdnih in okrasnih drevesnicah (Ranger in sod., 2016). V Evropi velja za sekundarno vrsto, ki praviloma napada oslABLJENO drevje oziroma sveže posekan les (Henin in Versteirt, 2004; Lakatos in Kajimura, 2007). Veliko škodo lahko povzroči v gozdovih, ki so jih prizadele naravne ujme. V nekaterih predelih Evrope je *X. germanus* že med najštevilčnejšimi vrstami podlubnikov in bi po predvidevanjih lahko negativno vplival na avtohtone vrste podlubnikov (Henin in Versteirt, 2004).

2 RAZISKAVE RAZŠIRJENOSTI IN ŠTEVILČNOSTI VRSTE *X. germanus* V SLOVENIJI

Škoda, ki jo *X. germanus* leta 2016 povzročil na Pohorju, je sprožila raziskave razširjenosti in številčnosti vrste v Sloveniji. Najbolj obširna raziskava je potekala leta 2017 v osrednjem delu Slovenije, in sicer v 19 različnih gozdnih sestojih, na območju krajevnih enot ZGS Ljubljana, Domžale, Škofljica in Vrhnika (Hauptman in sod., 2019a). Križne cevne pasti (WitaPrall IntPt, Witasek, Nemčija) z etanolom so bile postavljene v sestojih, kjer so med drevesnimi vrstami prevladovala bukev (*F. sylvatica*), graden (*Q. petraea*) oziroma navadna jelka (*A. alba*). Spremljanje je potekalo od 10. marca do 3. novembra, ulovili pa smo 11 različnih ambrozijskih hroščev (preglednica 1). V ulovu je močno prevladovala prav vrsta *X. germanus*, ki je predstavljala 71,8 % celotnega ulova ambrozijskih podlubnikov in 65,4 % celotnega ulova hroščev. Vrsta je bila ujeta na vseh 19 lokacijah, najštevilčnejša je bila na vseh, razen eni. Najštevilčnejša avtohtona vrsta je bila *Xyleborinus saxesenii* (Ratzburg, 1937), sledile so vrste *Xyleborus monographus* (Fabricius, 1792), *Anisandrus dispar* (Fabricius, 1792), *Trypodendron domesticum* (Linnaeus, 1758) in *Trypodendron signatum* (Linnaeus, 1758). Ulov slednjih dveh vrst bi bil najverjetneje nekoliko večji, če bi s spremljanje začeli prej, saj smo na nekaterih lokacijah zamudili začetek rojenja.

Preglednica 1: Ulov ambrozijskih podlubnikov v pasti z etanolom v 19 različnih gozdnih sestojih v širši okolici Ljubljane. Tujerodne vrste so zapisane v krepkem tisku.

Vrsta	Število lokacij	Skupno število osebkov	Delež v ulovu (%)
<i>Xylosandrus germanus</i>	19	67592	71,83
<i>Xyleborinus saxesenii</i>	19	18825	20,00
<i>Xyleborus monographus</i>	14	3385	3,60
<i>Anisandrus dispar</i>	19	2336	2,48
<i>Trypodendron domesticum</i>	17	1127	1,20
<i>Trypodendron signatum</i>	19	558	0,59
<i>Xyleborus dryographus</i>	11	208	0,22
<i>Trypodendron lineatum</i>	6	59	0,06
<i>Gnathotrichus materiarius</i>	4	12	0,01
<i>Xyleborus cryptographus</i>	1	1	0,00
<i>Xyleborinus attenuatus</i>	1	1	0,00
SKUPAJ		94104	100

V ulovu smo odkrili še dve tujerodni vrsti, in sicer *Gnathotrichus materiarius* (Fitch, 1858) in *Xyleborinus attenuatus* (Blandford, 1894). *G. materiarius* je severnoameriška vrsta, ki je bila v Sloveniji prvič najdena leta 2004. Podobno kot *X. germanus*, smo tudi to vrsto večkrat odkrili v pasteh, namenjenih spremljanju hroščev iz rodu *Monochamus* (Jurc in sod., 2012), škod, ki bi jih ta vrsta povzročila v naših gozdovih, pa še nismo zabeležili. Ulovljen osebek azijske vrste *X. attenuatus* po naših podatkih predstavlja prvo najdbo te vrste v Sloveniji. V Evropi je bila prvič najdena leta 1987, njena razširjenost pa zaradi podobnosti s sorodno vrsto *X. saxeseni* ni povsem jasna (Knižek, 1988; Björklund in Boberg 2017a).

Ulov vrste *X. germanus* je bil sicer največji v bukovih sestojih, vendar statistično značilnih razlik v ulovu vrste med različnimi sestoji (bukev, graden, navadna jelka) nismo ugotovili. Ker izbrani sestoji ležijo na različnih nadmorskih višinah (med 303 in 941 m.n.v.), smo preverili tudi vertikalno razširjenost vrste. Tudi v tem primeru statistično značilnih razlik v ulovu med različnimi nadmorskimi pasovi (< 450 m.n.v., 450 – 600 m.n.v., > 700 m.n.v.) ni bilo, ulov pa je bil sicer največji na srednjih nadmorskih višinah. V najvišje ležečo past se je ulovilo še relativno veliko osebkov (2060), zato predvidevamo, da se vrsta pri nas pojavlja še nekoliko višje, vendar bo razširjenost na višjih nadmorskih višinah potrebno še raziskati.

Tudi v raziskavi na Slovaškem (Galko in sod., 2019) so ugotovili, da tip gozda (raziskava je potekala v hrastovih, bukovih in smrekovih sestojih) značilno ne vpliva na številčnost vrste *X. germanus*, vendar so na podlagi razlik v ulovu med različnimi višinskimi pasovi prišli do zaključka, da vrsti najbolj ustrezajo bukovi gozdovi med 500 in 700 m.n.v. Naši rezultati po eni strani potrjujejo to ugotovitev, saj je bil tudi v Sloveniji ulov največji na srednjih nadmorskih višinah (450 – 600 m.n.v.) in v bukovih sestojih, po drugi strani pa naši rezultati kažejo, da so nižinski hrastovi gozdovi (v nižje ležečih sestojih so prevladovali hrasti) podobno primerni za razvoj vrste *X. germanus*, kot višje ležeči bukovi sestoji, saj razlike v ulovu niso bile značilno različne. Številčnosti *X. germanus* v nižinskih hrastovih sestojih bi lahko bila velika tudi zaradi relativno velikega deleža domačega kostanja v teh gozdovih. Rassati in sod. (2016) so namreč v Italiji ugotovili, da je številčnost vrste *X. germanus* v kostanjevih sestojih značilno večja kot v bukovih sestojih oziroma sestojih belega gabra.

Zaradi suma prisotnosti novih tujerodnih podlubnikov v Sloveniji, smo leta 2018 manjšo raziskavo opravili tudi v Zahodni Sloveniji, in sicer na območju območne enote ZGS Tolmin (Hauptman in sod., 2019b). Tudi v tem primeru smo uporabili križne cevne pasti (WitaPrall IntPt, Witasek, Nemčija) z etanolom, spremljanje pa je potekalo od 3. aprila do 13. oktobra. V sestojih, kje so prevladovali bukev (*F. sylvatica*), beli gaber (*Carpinus betulus* L.) in črni gaber (*Ostrya carpinifolia* Scopoli), smo ujeli 10 različnih vrst ambrozijskih podlubnikov (preglednica 2). Tudi na tem območju je močno prevladoval *X. germanus*, ki je predstavljal 68,9 % skupnega ulova ambrozijskih podlubnikov, in tudi v tem primeru je bila najštevilčnejša avtohtona vrsta *X. saxeseni* (19,8 %). V raziskavi smo odkrili tudi dve novi tujerodni vrsti ambrozijskih podlubnikov za Slovenijo, in sicer *Ambrosiodmus rubricollis* (Eichoff, 1875) in *Ambrosiophilus atratus* (Eichoff, 1875), ter ponovno potrdili prisotnost vrste *X. attenuatus*.

Manjšo raziskavo razširjenosti in številčnosti vrste *X. germanus* smo izvedli tudi v revirju Šentvid (KE ZGS Škofljica). V tem primeru je bila ta vrsta še bolj dominantna v ulovu, saj je predstavljala 95,3 % vsega ulova podlubnikov (Pajek, 2019). Pri tem je potrebno poudariti, da je spremljanje potekalo le 8 tednov, ravno v času viška pojavljanja vrste *X. germanus*. Če bi spremljanje potekalo daljše obdobje, bi bil delež vrste v ulovu vsekakor nižji.

Preglednica 2: Ulov ambrozijskih podlubnikov v pasti z etanolom v treh različnih gozdnih sestojih v območju enoti ZGS Tolmin. Tujerodne vrste so zapisane v krepkem tisku.

Vrsta	Število lokacij	Skupno število osebkov	Delež v ulovu (%)
<i>Xylosandrus germanus</i>	3	2644	68,93
<i>Xyleborinus saxesenii</i>	3	759	19,79
<i>Anisandrus dispar</i>	3	387	10,09
<i>Ambrosiodmus rubricollis</i>	3	29	0,76
<i>Xyleborus dryographus</i>	2	7	0,18
<i>Trypodendron signatum</i>	2	4	0,10
<i>Ambrosiophilus atratus</i>	1	2	0,05
<i>Xyleborus monographus</i>	1	2	0,05
<i>Trypodendron domesticum</i>	1	1	0,03
<i>Xyleborinus attenuatus</i>	1	1	0,03
SKUPAJ		3836	100

117

3 SKLEPI

Na podlagi rezultatov naših spremljanj lahko zaključimo, da je vrsta *X. germanus* pri nas splošno razširjena. Še več, tako kot v nekaterih drugih evropskih državah (Gregoire in sod., 2001; Holzinger in sod., 2014; Rassati in sod., 2016; Galko in sod., 2019), so tudi naša spremljanja pokazala, da je *X. germanus* postal dominantna vrsta med ambrozijskimi podlubniki. Kljub veliki številčnosti in splošni prisotnosti vrste v naših gozdovih, poškodb stoječega drevja ne beležimo (izjema so v uvodu navedene redke najdbe). Pravzaprav je tudi v gozdovih, kjer vemo, da so populacije *X. germanus* velike, znake prisotnosti vrste zelo težko odkriti. Kot kaže gre res za sekundarno vrsto, ki zaenkrat večjih škod ne povzroča. Kljub vsemu pa je potrebno opozoriti na primere, ko so ambrozijski podlubniki, s širokim naborom svojih gostiteljev, na novo naseljenih območjih postali primarni škodljivci ožjega kroga svojih gostiteljev (Huler in Dunn, 2011). Tudi vrsto *X. germanus* v Severni Ameriki že omenjajo kot primarnega škodljivca (Björklund in Boberg 2017b), zato obstaja nevarnost, da tudi v Evropi postane bolj škodljiva (Galko in sod., 2019).

Zaradi klimatskih sprememb v naših gozdnih ekosistemih beležimo vse več ekstremnih dogodkov (npr. suš) in veliko površinskih poškodb gozdov. V ujmah prizadeti gozdovi so zaradi povečane trofične kapacitete ustrezni za razvoj vrste *X. germanus* (Jurc in sod., 2010), zato lahko z veliko verjetnostjo trdimo, da bomo v primeru prej omenjenih dogodkov beležili dodatne škode tudi zaradi tega ambrozijskega podlubnika. Na to kaže tudi naša raziskava, kjer smo ugotovili, da je žledolom, ki je Slovenijo prizadel leta 2014, pozitivno vplival na številčnost vrste *X. germanus* (Hauptman in sod., 2019a).

To je še posebej veljalo za območja, kjer je bil sanitarni posek izveden prepozno. Daljše skladiščenje sveže posekanega lesa v gozdu se je pri nas že izkazalo za napačno (Hauptman in sod., 2018). Ob tako veliki številčnosti vrste *X. germanus* v naših gozdovih je takojšnji odvoz posekanega lesa, vsaj v času od marca do avgusta, nujen ukrep, če hočemo preprečiti razvrednotenje lesa, ki bi ga lahko povzročili hrošči in njihovi simbiotski partnerji.

Globalni transport in mednarodna trgovina močno ogrožata gozdne ekosisteme po vsem svetu. Vnos tujerodnih podlubnikov v Evropo se je v zadnjih desetletjih izredno povečal (Kirkendall in Faccoli, 2010) in nič ne kaže, da bi se ta trend ustavil. V Sloveniji smo v zadnjih dveh desetletjih odkrili 6 novih tujerodnih vrst ambrozijskih podlubnikov (Hauptman in sod., 2019b). Zaenkrat še nobena vrsta ne povzroča večjih škod, vendar ni nobenega zagotovila, da bo tako tudi ostalo. V luči klimatskih sprememb, lahko celo z dokaj veliko verjetnostjo pričakujemo prav nasprotno.

4 ZAHVALA

Omenjene raziskave smo opravili s finančno pomočjo Pahernikove ustanove in programske skupine Gozd, gozdarstvo in obnovljivi gozdni viri (P4-0059).

5 LITERATURA

- Björklund, N., Boberg, J. 2017a. Rapid pest risk analysis *Xylosandrus germanus*. Swedish University of Agricultural Sciences: 22 str.
- Björklund, N., Boberg, J. 2017b. Rapid pest risk analysis *Xyleborinus attenuatus*. Swedish University of Agricultural Sciences: 17 str.
- Galko, J., Dzurenko, M., Ranger, C., Kulfan, J., Kula, E., Nikolov, C., Zubrik, M., Zach, P. 2018. Distribution, habitat preference, and management of invasive Ambrosia beetle *Xylosandrus germanus* (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) in European forests with emphasis on the west Carpathians. *Forests*, 10: 10.
- Groschke, F. 1953. Der «schwarze Nutzholzborkenkäfer», *Xylosandrus germanus* Blandf., ein neuer Schädling in Deutschland. *Z. Angew. Entomol.* 34: 297–302.
- Grégoire, J.C., Piel, F., De Proft, M., Gilbert, M. 2001. Spatial distribution of ambrosia-beetle catches: a possibly useful knowledge to improve mass-trapping. *Integrated pest management reviews*, 6, 3–4: 237–242
- Hauptman, T., Pavlin, R., Jurc, M. 2018. Ambrozijski podlubnik (*Xylosandrus germanus*). *Gozdarski vestnik*. 76: 5–6.
- Hauptman, T., Pavlin, R., Grošelj, P., Jurc, M. 2019a. Distribution and abundance of alien ambrosia beetle *Xylosandrus germanus* (Blandford, 1894) and other ambrosia beetles (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) in different forest stands in central Slovenia. *iForest*, 12: 451–458.
- Hauptman, T., Piškur, B., Faccoli, M., Rekanje, B., Marinč, A., Jurc, M. 2019b. The first record of two non-native ambrosia beetles in Slovenia: *Ambrosiodmus rubricollis* (Eichhoff, 1875) and *Ambrosiophilus atratus* (Eichhoff, 1875) (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae). *Zootaxa*, 4657, 2: 397–400.
- Henin, J. M., Versteirt, V. 2004. Abundance and distribution of *Xylosandrus germanus* (Blandford 1894) (Coleoptera, Scolytidae) in Belgium: New observations and an attempt to outline its range. *J. Pest Sci.*, 77: 57–63.
- Holzinger, W.E., Frieß, T., Holzer, E., Mehlmauer, P. 2014. Xylobionte Käfer (Insecta: Coleoptera part.) in Wäldern des Biosphärenparks Wienerwald (Österreich: Niederösterreich, Wien). *Wissenschaftliche Mitteilungen des Niederösterreichischen Landesmuseums, St. Pölten*, 25: 331–362.

- Hulcr, J., Dunn, R.R. 2011. The sudden emergence of pathogenicity in insect–fungus symbioses threatens naive forest ecosystems. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 278, 1720: 2866–2873.
- Jurc, M., Bojovic, S., Fernaández, M.F., Jurc, D. 2012. The attraction of cerambycids and other xylophagous beetles, potential vectors of *Bursaphelenchus xylophilus*, to semiochemicals in Slovenia. *Phytoparasitica*, 40: 337–349.
- Jurc, M., Zavrtanik, Z., Reščič, M. 2010. Tujerodni podlubnik *Xylosandrus germanus* se širi v gozdovih Slovenije. *Novice iz varstva gozdov*, 3: 10-13
- Kirkendall, L.R. 1983. The evolution of mating systems in bark and ambrosia beetles (Coleoptera: Scolytidae and Platypodidae). *Zoological Journal of the Linnean Society* 77: 293–352.
- Kirkendall, L.R., Faccoli, M. 2010. Bark beetles and pinhole borers (Curculionidae, Scolytinae, Platypodinae) alien to Europe. *ZooKeys*, 56: 227–251.
- Knížek, M. 1988. *Xyleborus alni* Nijima, 1909. *Acta Entomologica Bohemoslovaca* 85: 396.
- Lakatos, F., Kajimura, H. 2007. Occurrence of the introduced *Xylosandrus germanus* (Blandford, 1894) in Hungary—a genetic evidence (Coleoptera: Scolytidae). *Folia Entomol. Hung.*, 68: 97–104.
- Pajak, L. 2019. Ambrozijski podlubnik (Curculionidae, Scolytinae, *Xylosandrus germanus*) v revirju Šentvid: diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 32 str.
- Ranger, C. M. in sod. 2016. Biology, ecology, and management of nonnative ambrosia beetles (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) in ornamental plant nurseries. *Journal of Integrated Pest Management*, 7, 1: 25.
- Rassati, D., Faccoli, M., Battisti, A., Marini, L. 2016. Habitat and climatic preferences drive invasions of non-native ambrosia beetles in deciduous temperate forests. *Biological Invasions*, 18, 10: 2809–2821.

INVAZIVNE RASTLINSKE VRSTE IN POSKUSI NJIHOVEGA ZATIRANJA V GOZDOVIH V GOZDNOGOSPODARSKEM OBMOČJU MARIBOR

Mateja COJZER¹, Nenad ZAGORAC²

¹⁻²Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Maribor, Maribor

IZVLEČEK

V gozdovih Gozdnogospodarskega območja Maribor se je že v šestdesetih letih prejšnjega stoletja začelo načrtno gospodariti s tujerodnimi drevesnimi vrstami. Najpogosteje so vnašali duglazijo, zeleni bor, sudetski in japonski macesen, črni bor, rdeči hrast, črni oreh in navadno robinijo. V nekaterih zgledih so te vrste postale dominantne in celo invazivne (predvsem navadna robinija in rdeči hrast). Pri gospodarjenju z njimi je potrebno izpostaviti koristi in probleme, ki jih te vrste prinašajo. Invazivne tujerodne rastlinske vrste (ITV) so se v gozdovih v večji meri razširile po žledu leta 2014. V zadnjih letih se v gozdovih na večjih posekah, ki so nastale kot posledica ujm, žarišč lubadarja in tudi rednih pomladitvenih sečenj, vse bolj uveljavljajo. Velikemu vdoru ITV so izpostavljeni še gozdni robovi in gozdovi ob vodotokih. Metode za zatiranje ITV ter njihova učinkovitost so odvisne od rastlinske vrste, obsega razširjenosti ter stroškov zatiranja. Načine zatiranja je potrebno graditi na zgledih dobre prakse. Z ukrepi omejevanja in odstranjevanja lahko njihovo populacijo bistveno zmanjšamo. Zelo pomembno je hitro ukrepanje, ko je osebkov malo oziroma so mlajši. Pri invazivnih tujerodnih drevesnih vrstah poskušamo gozdarji z gozdnogojitvenimi ukrepi zmanjšati njihov delež ter preprečiti širjenje teh vrst na nove površine. V mlajših fazah gozda to počnemo predvsem z negovalnimi deli in redčenji, pri obnovi gozdov pa s predhodnim posekom invazivnih drevesnih vrst in uravnavanjem svetlobe. Največji gozdnogojitveni problem v našem območju trenutno predstavlja oteženo pomlajevanje gozdov zaradi velike pokrovnosti navadne barvilnice, delno tudi pavlovnije in žlezave nedotike. Zaradi velike številčnosti teh vrst v gozdovih je zatiranje s puljenjem predrago. Zadnja leta poskušamo v mladih fazah gozda te vrste zatirati z obžetvijo dvakrat letno. S tem ukrepom želimo pomagati naravnim vrstam, da čim prej ustvarijo strnjen sestoj, saj je znano, da so invazivne vrste v razmerah zasenčenosti manj konkurenčne. Kako uspešni bomo pri tem, bo pokazal čas.

Ključne besede: Gozdnogospodarsko območje Maribor, invazivne tujerodne rastlinske vrste (ITV), obnova gozdov, metode zatiranja

¹ dr., Tyrševa 15, SI-2000 Maribor

² univ. dipl. inž. gozd., prav tam

ABSTRACT

INVASIVE PLANT SPECIES AND THEIR SUPPRESSION IN THE MARIBOR FOREST MANAGEMENT REGION

As far back as in the sixties of the previous century we began systematic planting of alien tree species in the Maribor forest management region. Among them the most popular were Douglas Fir, White Pine, Sudetian and Japanese Larch, Austrian Pine, Red Oak, Eastern Black Walnut and Black Locust. In some cases, some of them became dominant and even invasive (predominantly the Black Locust and the Red Oak). When managing the alien tree species, it is necessary to highlight the benefits and problems that these species are bringing. After the ice storm in 2014, the invasive alien species (IAS) have expanded primarily in forests. In recent years, IAS have become more and more conspicuous in the forest clearings, which were caused as a result of natural disasters, bark beetle hot spots and regular cuts. Additionally, the forest edges and the forests along the watercourses are also exposed to great intrusion of IAS. The methods of suppressing IAS and their effectiveness depend on the type of plant, extent of distribution and costs of suppression measures. They should be based on examples of good practice. By reducing and removing measures we can greatly reduce their number. It is important to act quickly while they are still rare or while they are still young. In the case of invasive alien tree species, we try with silvicultural measures to reduce their lot in the forest and therefore prevent them spreading to new areas. We do this by thinning in the early stages of forest stands and by removing invasive tree species and regulating light. At present, the main silvicultural problem in our area presents difficulties with the regeneration of forests due to large coverage of American Pokeweed, partly due to Princess Tree and Himalayan balsam. Because they are wide spread, suppression of these species by pulling them out is too expensive. In the past few years, we have tried to suppress them in the early stages of forests by harvesting twice a year. With this treatment, we want to help the native species to reach higher density as soon as possible, because it is known that invasive species are less competitive in conditions of shading. In the years to come it will become evident how successful we have been.

Key words: The Maribor forest management region, invasive alien plant species, reforestation of forest, the methods of suppressing.

1 UVOD

Invazivne tujerodne rastlinske vrste (ITV) je človek namerno ali tudi nenamerno (z embalažo, transportom, ...) naselil zunaj območja njihove prvotne razširjenosti. Namerno jih je naselil z namenom, da bi imel od njih koristi. Tako je začel gojiti rastline primerne za hrano ljudi in živali, medonosne rastline, okrasne rastline na vrtovih, ter tudi grme in drevesa. Večina tujerodnih vrst se na nove razmere v novem okolju ne more prilagoditi. Če pa se tujerodne vrste prilagodijo in ustalijo, se uspešno razmnožujejo ter širijo naprej na nova območja ter s tem ogrožajo ekosisteme, habitate ali domorodne vrste, postanejo invazivne. Definicija ITV, ki jo uporablja Svetovna zveza za varstvo narave (IUCN), je širša in kot invazivne obravnava tujerodne vrste, ki ogrožajo ali zdravje ljudi ali gospodarstvo ali domorodno biotsko raznovrstnost. ITV

so v svetovnem merilu že nekaj desetletij prepoznane kot eden najpomembnejših razlogov za upadanje biotske raznovrstnosti. Tudi v Sloveniji se število ITV iz leta v leto povečuje, njihova prisotnost v okolju pa resno ogroža naravno pomlajevanje domorodnih vrst.

Na gozdnogospodarskem območju (v nadaljevanju GGO) Maribor so v šestdesetih in sedemdesetih letih prejšnjega stoletja gozdarji vnašali tujerodne drevesne vrste predvsem v gozdove Slovenskih goric, Dravsko-Ptujskega polja in Halož, in sicer ne glede na rastiščne razmere, zato je bil ekonomski uspeh teh nasadov pogosto manjši, kot so pričakovali. Ker nasadi tujerodnih drevesnih vrst niso dajali zelenih učinkov, se je njihov vnos z leti prenehal.

Gozdarji delimo invazivne rastlinske vrste v dve skupini:

- v preteklosti načrtno vnesene tujerodne drevesne vrste, ki so postale invazivne ter
 - invazivne rastlinske vrste, ki se v gozdovih spontano pojavljajo v zadnjem obdobju.
- ITV so se v gozdovih v večji meri razširile po žledu leta 2014. V zadnjih letih se v gozdovih na večjih posekah, ki so nastale kot posledica ujm, žarišč podlubnikov in tudi rednih pomladitvenih sečenj, vse bolj uveljavljajo. Velikemu vdoru ITV so izpostavljeni še gozdni robovi in gozdovi ob vodotokih. Nekatere vrste (navadna barvilnica, žlezava nedotika) ovirajo gospodarjenje z gozdovi predvsem v smislu oteženega pomlajevanja avtohtonih vrst, druge vrste (pavlovnija, veliki pajesen) pa v določenih primerih kažejo tendenco izločevanja avtohtonih vrst.

Na osnovi izkušenj gozdarjev v GGO Maribor smo poskusili ovrednotiti težo problema ITV v našem območju in predstaviti razmišljanje o možnih poteh za reševanje problema.

122

2 MATERIALI IN METODE

2.1 Načrtno vnesene tujerodne drevesne vrste

Za spremljanje prisotnosti tujerodnih drevesnih vrst v sestojni sestavi po posameznih gozdnogospodarskih enotah (v nadaljevanju GGE) na GGO Maribor smo uporabili bazo prostorskih podatkov (ZGS, 2013). Kot kazalnik smo uporabili delež (v %) tujerodne vrste v lesni zalogi sestojev.

2.1 Spontano razširjene invazivne rastlinske vrste

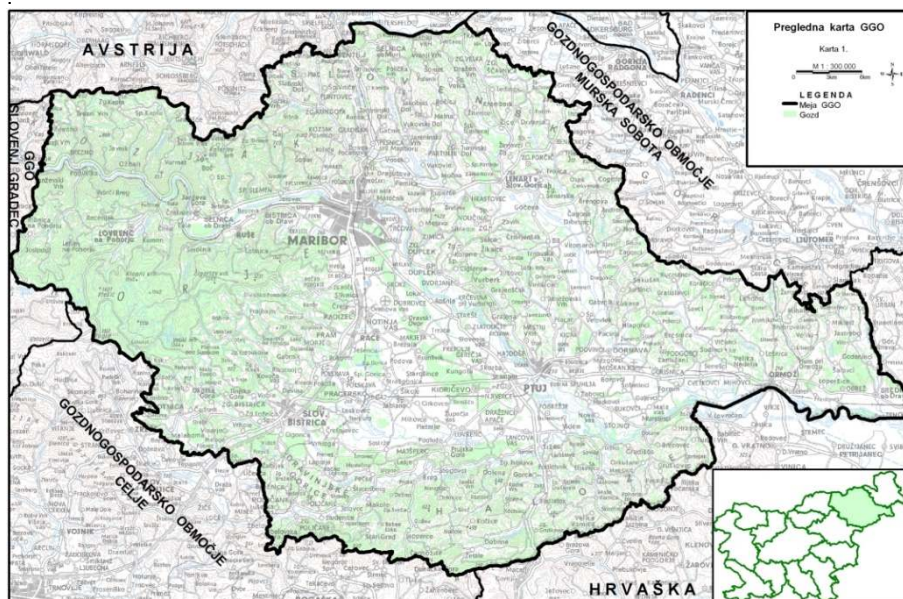
Podatke o razširjenosti ITV, ki se pojavljajo spontano v zadnjih letih, smo pridobili na dva načina:

- informacije, ki so bile v zadnjih letih zabeležene s strani različnih uporabnikov v aplikaciji "Invazivke" (2018),
- informacije, ki smo jih pridobili na podlagi pogovorov z revirnimi gozdarji v GGO Maribor.

Pri analizi vnosov v aplikacijo "Invazivke" (2018) nas je zanimala statistika vnosov (število vrst, število vnosov po vrstah, število osebkov po vrstah) in lokacije pojavljanja.

V pogovorih z revirnimi gozdarji smo beležili lokacije prisotnosti ITV v gozdovih (nivo odseka, parcele ali manjše), ki so jih revirni gozdarji opazili pri rednem delu v gozdovih.

GGO Maribor leži v severovzhodnem delu Slovenije (slika 1).



Slika 1: Pregledna karta GGO.

Pri tem smo analizirali pojavljanje naslednjih ITV, za katere v zadnjih letih opažamo, da postajajo moteče pri gospodarjenju z gozdovi:

- navadna barvilnica (*Phytolacca americana* L.),
- žlezava nedotika (*Impatiens glandulifera* Royle),
- pavlovnija (*Paulownia tomentosa* (Thunb.) Sieb. & Zucc. ex Steud.),
- veliki pajesen (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swing.).

Pogostost pojavljanja teh vrst smo vrednotili po naslednji lestvici:

- 1 (pojavlja se posamič),
- 2 (pojavlja se v šopih in skupinah),
- 3 (pojavlja se sestojno).

Razen točno določenih lokacij smo na podlagi pogovora z revirnimi gozdarji beležili tudi splošno razširjenost vrst (predvsem navadne barvilnice) v revirjih, kjer je obseg razširjenosti takšen, da beleženje posameznih lokacij ni več smiselno (revirja Spodnje Dravsko polje in Zgornje Dravsko polje). Na osnovi vseh teh informacij o pogostosti in intenziteti pojavljanja teh invazivnih vrst smo revirje razvrstili v štiri stopnje ogroženosti (Pregledna karta 3).

V pogovoru smo beležili tudi dosedanje izkušnje revirnih gozdarjev pri zatiranju teh vrst oziroma njihovo razmišljanje glede možnosti ukrepanja v bodoče. Uporabili smo tudi izkušnje iz prostovoljne akcije odstranjevanja invazivnih vrst v gozdovih nad Tremi ribniki, ki ga je v sodelovanju z Zavodom za gozdove Slovenije, območne enote Maribor v letih 2017 in 2018 organizirala Mestna občina Maribor.

Glede dosedanjega ukrepanja smo odgovore revirnih gozdarjev združili v naslednje skupine:

- do sedaj se ni ukrepalo,
- ukrepalo se je v nasadih znotraj rednih gozdnogojitvenih ukrepov (obžetev³, čiščenje mladja⁴),
- ukrepalo se je načrtno proti invazivnim vrstam (prostovoljna akcija Trije ribniki, gozdni posestnik v revirju Slovenska Bistrica).

Za ocenjevanje uspešnosti teh ukrepov je še prezgodaj, saj se izvajajo komaj nekaj let. Kljub temu smo beležili mnenje revirnih gozdarjev o trenutnih rezultatih teh ukrepov.

Zaradi obsežnosti problemov pri obnovi gozdov, ki jih v zadnjih letih povzroča navadna barvilnica, podajamo kratek opis te vrste.

Navadna barvilnica (*Phytolacca americana* L.) je v gozdu že zelo razširjena in močno otežuje oz. onemogoča pomlajevanje avtohtonim vrstam, predvsem v nižinskih gozdovih. Rastline začno poganjati, odvisno od temperature, sredi aprila ali v začetku maja, nekatere pa tudi šele junija ali kasneje. Vsak poganjek ima približno 32.000 semen (Rupp in sod., 2017), ki lahko v zemlji ostanejo tudi več kot 40 let in čakajo, da se prostor presvetli (poseke, močnejša redčenja, pomladitvena jedra) (Vuilleminot in Mischler, 2012). Na presvetljenem območju se navadna barvilnica praviloma pojavi v dveh mesecih po nastali motnji. Razmnožuje se s semeni. Jagode začnejo zoreti že v avgustu in postopoma vse do novembra. V vsaki jagodi je 10 semen, ki jih raznašajo ptiči, majhni sesalci in tudi gozdarski stroji (Vuilleminot in Mischler, 2012). Navadna barvilnica se najraje pojavlja na peščenih, kisljih in vlažnih tleh. V GGO Maribor je v večji meri prisotna na hrastovih in hrastovo-gabrovih rastiščih. Navadna barvilnica v zemljo izloča kalij ter s tem onemogoča rast drugim rastlinskim vrstam (robida idr.) (Vuilleminot in Mischler, 2012). Zaradi toksičnosti rastlinskih delov vpliva tudi na podzemno favno in mehkužce. S tem znižuje vrstno pestrost, poleg tega pa zaradi njene strupenosti povzroča večjo objednost na sosednjih območjih, kjer še ni prisotna.

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

3.1 Načrtno vnesene tujerodne drevesne vrste

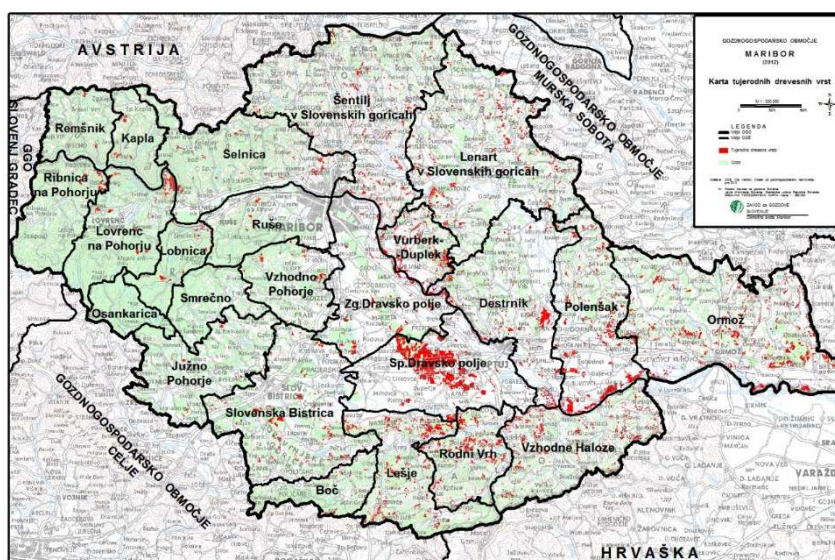
Največji delež gozdov s spremenjeno drevesno sestavo je po podatkih ZGS (2013, 2017) v GGE Spodnje Dravsko polje (slika 2), kjer so bili v preteklosti osnovani obsežnejši nasadi zelenega bora (*Pinus strobus* L.) in rdečega hrasta (*Quercus rubra* L.) ter kjer se na hrastovo-gabrovih rastiščih obilno pomlajuje navadna robinija

³ obžetev: odstranjevanje zeliščnega sloja (praprotni, trava, robida, ...) okrog mladih dreves s koso, srpom, vejnikom

⁴ čiščenje mladja: ukrep negativne množične izbire, kjer iz mladja z vejnikom ali škarjami odstranimo nezaželene osebkke

(*Robinia pseudacacia* L.). Od tujerodnih drevesnih vrst se na GGO Maribor v drevesni sestavi najboljše pojavlja navadna robinija (*Robinia pseudacacia* L.), sledijo ji zeleni bor (*Pinus strobus* L.), duglazija (*Pseudotsuga menziesii* (Mirbel) Franco) in rdeči hrast (*Quercus rubra* L.) (slika 2.1) (ZGS, 2013). Vse našete drevesne vrste se v naravi tudi uspešno naravno pomlajujejo. Zlasti svoj areal vztrajno širi navadna robinija (*Robinia pseudacacia* L.). Duglazija (*Pseudotsuga menziesii* (Mirbel) Franco) in rdeči hrast (*Quercus rubra* L.) sta omejena le na manjši areal okrog nasadov. Navadna robinija (*Robinia pseudacacia* L.) se širi predvsem ob železniških progah v gozdovih ob reki Dravi, v sestojnih vrzelih v nižinskih gozdovih (Dravsko in Ptujsko polje) ter v gozdovih gričevnatega sveta (Slovenske gorice in Haloze).

125

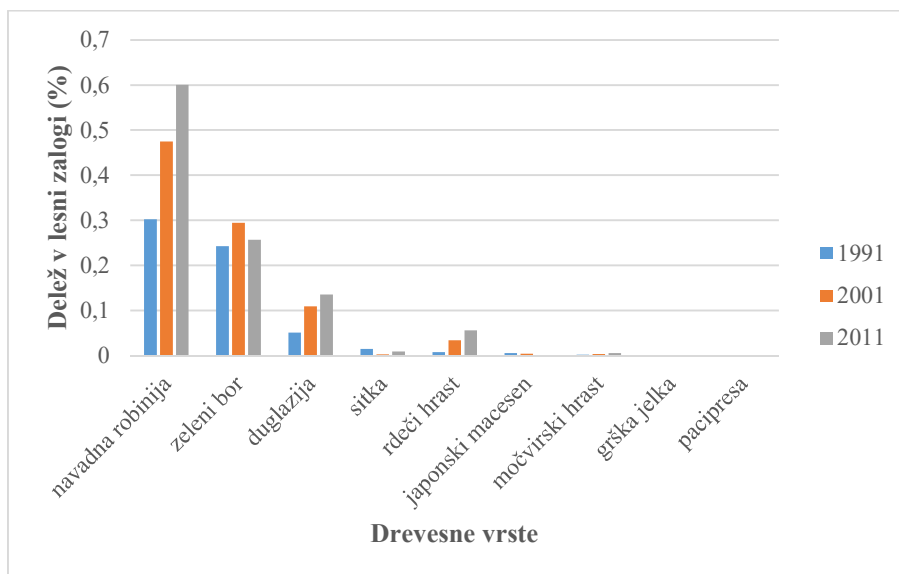


Slika 2: Pregledna karta prisotnosti tujerodnih drevesnih vrst v GGO Maribor.

Preglednica 1: Delež tujerodnih vrst v lesni zalogi v GGE Spodnje Dravsko polje za leti 2006 in 2016 (ZGS, 2007 in 2017)

Tujerodna drevesna vrsta	Delež drevesne vrste v lesni zalogi (%)	
	2006	2016
zeleni bor	10,0	9,2
japonski in sudetski macesen	0,6	1,3
rdeči hrast	1,2	1,1
navadna robinija	7,8	7,3
Skupaj	19,6	18,9

V preglednici 1 je prikazan delež tujerodnih vrst v lesni zalogi v GGE Spodnje Dravsko polje za leti 2006 in 2016 (ZGS, 2007 in 2017). Delež tujerodnih vrst je v drevesni zalogi leta 2006 znašal 19,6 %, leta 2016 pa 18,9 %. Delež tujerodnih drevesnih vrst se je tako zmanjšal za 0,7 odstotnih točk.



126

Slika 2.1: Delež tujerodnih drevesnih vrst v drevesni sestavi po letih v GGO MB.

3.1 Spontano razširjene invazivne rastlinske vrste

Preglednica 2: Seznam najpogostejših najdb invazivnih vrst v GGO Maribor (Sistem Invazivke, 2019).

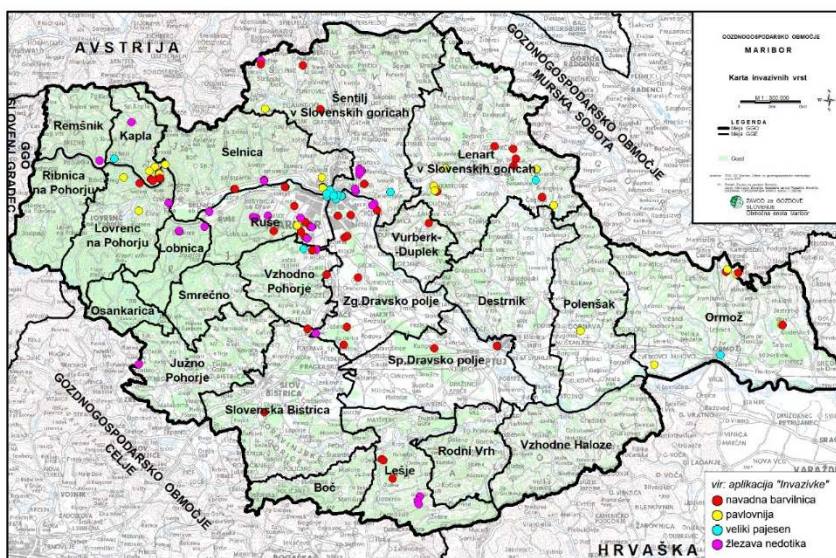
Vrsta	Število vnosov	Število osebkov
navadna barvilnica	54	2.729
žlezava nedotika	43	3.311
pavlovnija	38	3.496
enoletna suholetnica	29	3.299
drobnocvetna nedotika	23	2.821
veliki pajesen	17	178

Iz preglednice 2, ki je narejena na osnovi vnosov v aplikacijo "Invazivke" (2018) vidimo, katere vrste uporabniki aplikacije najpogosteje opažajo. Opozoriti moramo, da so to najdbe tako v gozdnem kot tudi negozdnem prostoru.

V prispevku obravnavane invazivne vrste (navadna barvilnica, žlezava nedotika, pavlovnija, veliki pajesen) so med najbolj pogosto zaznamani v aplikaciji "Invazivke" (2018). Po številu osebkov so visoko še enoletna suholetnica in drobnocvetna nedotika, ki pa ne predstavljata gozdnogojitvenega problema.

V nadaljevanju prispevka se ukvarjamo samo s štirimi rastlinskimi invazivnimi vrstami (rumeno obarvane), za katere ocenjujemo, da že predstavljajo gozdnogojitveni problem.

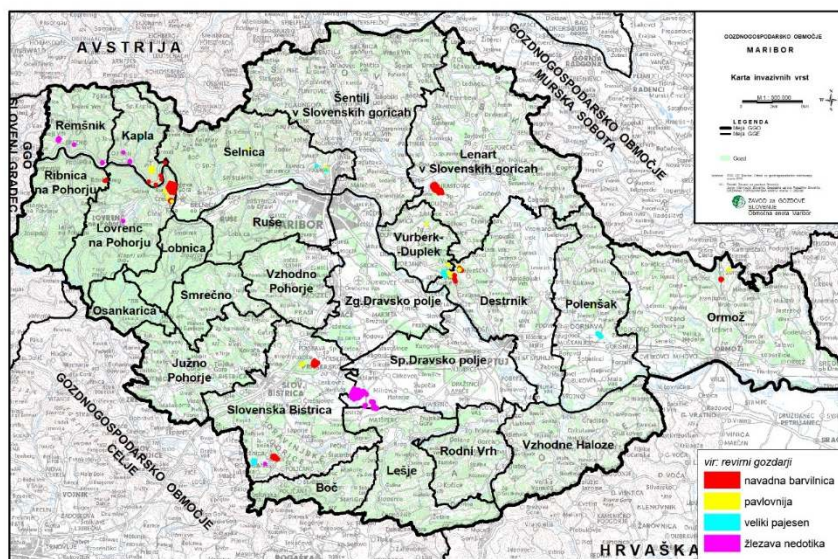
127



Slika 3: Pregledna karta pojavljanja obravnavanih ITV v GGO Maribor (vir: aplikacija Invazivke).

S slike 3 je razvidno, da so te vrste najpogosteje zabeležene v bližini krajev, predvsem Maribora, pogosto tudi ob vodotokih, redkeje pa v gozdnatih delih (Haloze, Kozjak, Pohorje).

Ker gozdarje najbolj zanima gozdnogojitvena problematika, povezana z invazivnimi vrstami, smo v pogovoru z revirnimi gozdarji beležili predvsem tiste lokacije prisotnosti ITV v gozdovih (nivo odseka, parcele ali manjše), kjer revirni gozdarji opažajo težave pri obnovi gozdov zaradi invazivnih vrst. Razen točno določenih lokacij smo na podlagi pogovora z revirnimi gozdarji beležili tudi splošno razširjenost navadne barvilnice v revirjih.



128

Slika 4: Pregledna karta lokacij pojavljanja ITV po revirjih v GGO Maribor (vir: revirni gozdarji).

Revirna gozdarja v revirjih Spodnje Dravsko polje in Rače sta povedala, da je razširjenost navadne barvilnice v teh revirjih takšna, da beleženje posameznih lokacij ni več smiselno, kar je razlog, da znotraj teh revirjev ni zabeleženih konkretnih lokacij.

Razširjenost obravnavanih vrst v gozdovih:

- navadna barvilnica: masovno v nižinskem delu (Dravsko polje), izven nižinskih gozdov v vrzelih Slovenskih goric, spodnjih delov Kozjaka in Pohorja,
- žlezava nedotika: močnejše prisotna na obrežjih vodotokov, v nižinah ter tudi v vrzelih, ki so nastale v gozdovih po ujmah,
- pavlovniija in veliki pajesen se pojavljata v manjšem obsegu na bolj omejenih lokacijah. Pojavljanje pavlovniije v gozdu je večinoma povezano z okrasnimi drevesi te vrste, ki rastejo izven gozda nekje v bližini. Za veliki pajesen opažamo, da se pogosto pojavlja na degradiranih tleh.

Gozdnogojitvena problematika:

- navadna barvilnica: v nižinskih gozdovih oteženo pomlajevanje gozdov - zatiranje praviloma z nego (obžetje 2x letno), redkeje s puljenjem,
- pavlovniija: agresivna rast na posameznih lokacijah - zaenkrat obvladljivo z rednim odstranjevanjem pred cvetenjem - nadaljnji prenos z okrasnih dreves ni preprečen,
- veliki pajesen: agresivna rast na posameznih lokacijah - zaenkrat obvladljivo z rednim odstranjevanjem,

- žlezava nedotika: močnejše prisotna v gospodarsko manj zanimivih gozdovih. Ker je po Uredbi EU (2014) na seznamu invazivnih vrst, bo nujno potrebno ukrepanje.

Na osnovi pogostosti in intenzitete pojavljanja obravnavanih invazivnih vrst (navadna barvilnica, žlezava nedotika, pavlovnija, veliki pajesen) in s tem povezanih gozdnogojitvenih problemov smo gozdove po revirjih razvrstili v naslednje stopnje ogroženosti (slika 3):

- neogroženi,
- rahlo ogroženi,
- srednje ogroženi,
- močno ogroženi.

129



Slika 5: Pregledna karta ogroženosti gozdov zaradi ITV po revirjih v GGO Maribor.

Najbolj ogrožen je osrednji, nižinski del gozdnogospodarskega območja (Dravsko in Ptujsko polje), sledijo gozdovi v gričevju, v bližini mest in vodotokov, manj ogroženi so gozdovi Haloz, zahodnega Kozjaka, spodnjih obronkov Pohorja, neogroženi pa gozdovi v višjih nadmorskih višinah Pohorja.

3.2 Načini zatiranja ITV v gozdovih GGO Maribor

ZGS lastnikom gozdov z odločbami predpiše določene ukrepe za nego in varstvo mladega gozda (B odločbe), oz. posek dreves v okviru redne ali sanitarne izbire dreves za posek (A in C odločbe). Sama izvedba ukrepov je v pristojnosti lastnikov gozdov.

Do sedaj smo v GGO Maribor izdajali odločbe, ki so vključevale odstranjevanje invazivnih vrst le na objektih, kjer smo zaznali probleme v razvoju gozda. Gozdarji ne vidimo možnosti sistematičnega ukrepanja v smislu odstranjevanja ITV po vsej površini, saj je tega preveč. To zlasti velja za nižinske gozdove z razdrobljeno posestjo, kjer imamo opravka s številnimi majhnimi parcelami in številnimi lastniki.

Pri metodah zatiranja ITV se gozdarji praviloma zatekamo h klasičnim gozdnogojitvenim ukrepom (obžetev, čiščenje mladja), s katerimi želimo v čim krajšem času in s kar se da z nizkimi stroški pomagati avtohtonim vrstam.

Največji gozdnogojitveni problem v našem območju trenutno predstavlja oteženo pomlajevanje gozdov zaradi velike pokrovnosti navadne barvilnice, delno tudi pavlovnije in žlezave nedotike. Zaradi velike številčnosti teh vrst v gozdovih je zatiranje s puljenjem predrago. Zadnja leta poskušamo v mladih fazah gozda te vrste zatirati z obžetvijo dvakrat letno. S tem ukrepom želimo pomagati naravnim vrstam, da čim prej ustvarijo strnjeno sestoj, saj je znano, da so invazivne vrste v pogojih zasenčenosti manj konkurenčne. Kako uspešni bomo pri tem, bo pokazal čas.

Največ takšnih primerov je bilo v državnih gozdovih v GGE Spodnje Dravsko polje, kjer smo v zadnjih dveh letih na več objektih izvedli po štiri obžetve (2x letno, prvič spomladi pred cvetenjem barvilnice, drugič pa jeseni). Gre za vrzelaste gozdove, ki so bili poškodovani po žledu 2014 in smo jih obnovili s sadnjo, po kateri se je masovno pojavila navadna barvilnica (slike 6, 7 in 8).

V teh gozdovih je navadna barvilnica zelo agresivna, vendar opažamo, da se pokrovnost barvilnice po vsaki obžetvi nekoliko zmanjša.

130



Slika 6: Odsek 33017A (Kungota pri Ptuju): sadnja pomladi 2017.



Slika 7: Odsek 33017A (Kungota pri Ptuj): stanje poleti 2017.

131



Slika 8: Odsek 33017A (Kungota pri Ptuj): stanje poleti 2018, po treh obžetvah.

Ukrepano tudi v gozdovih, kjer se pojavlja pavlovnija in ponekod tudi veliki pajesen. Tudi tam lastnikom izdajamo odločbe, s katerimi predpišemo izsek vseh osebkov pavlovnije in velikega pajesena. Takšen primer je gozd v Žerovincih v GGE Ormož,

kjer je pavlovnija zelo agresivna v mladovju ali pa gozdovi nad Tremi ribniki, kjer smo soorganizirali prostovoljno akcijo odstranjevanja rastlinskih invazivnih vrst. Žlezava nedotika se pogosteje pojavlja na negozdnih površinah in ob gozdnih robovih, zato zanjo do sedaj še nismo izdajali odločb za odstranitev, vendar bo po Uredbi EU (2014) potrebno ukrepanje.

4 ZAKLJUČEK IN DISKUSIJA

Vnos tujerodnih drevesnih vrst v preteklosti je zelo zaznamoval gospodarjenje z gozdovi. V GGE Spodnje Dravsko polje se je bistveno spremenila drevesna sestava. Rastiščne razmere so se spremenile do te mere, da se danes, ko smo priča podnebnim spremembam, prav na teh površinah in spremenjenih rastiščih pojavljajo ITV.

Čeprav je bilo z vsakim naslednjim ureditvenim obdobjem od leta 1961 na GGO Maribor predvideno manjše število sadik tujerodnih drevesnih vrst kot v obdobju pred tem (Cojzer in sod., 2013), se je v drevesni sestavi njihov delež povečeval. Z Zakonom o gozdnem reprodukcijskem materialu (2002; 2011) se je sadnja tujerodnih drevesnih vrst v zadnjem obdobju skoraj povsem opustila, čeprav bi imel vnos tujerodnih drevesnih vrst, kot sta duglazija (*Pseudotsuga menziesii* (Mirbel) Franco) in črni oreh (*Juglans nigra* L.), ugoden ekonomski in tudi gozdnogojitveni učinek. Na določenih rastiščih bi lahko te vrste uspešno nadomestile domače vrste, ki jih ogrožajo škodljivci ali bolezni (npr. smreka in veliki jesen). Seveda bi bilo potrebno ti vrsti v gozdove vnašati preudarno in v manjšem obsegu. Vnos rdečega hrasta (*Quercus rubra* L.) se zaradi njegove invazivne narave odsvetuje.

Glede spontano razširjenih invazivnih vrst bomo poskušali pri revirnih gozdarjih spodbuditi aktivnejšo uporabo aplikacije »Invazivke« (2018), ki se je pokazala kot zelo koristen pripomoček za pravočasno zaznavanje problemov z invazivnimi vrstami. V gozdu, kjer so prisotne ITV, je potrebno zgodnje in hitro ukrepanje, to pomeni takojšnje ukrepanje z zagotovitvijo izginotja žarišč ter nadzorom obstoječe populacije.

Za navadno barvilnico menimo, da je iztrebljanje nerealno, saj je njena razširjenost v nižinskih gozdovih masovna. Z gozdnogojitvenimi ukrepi pri obnovi teh gozdov bomo poskušali pomagati naravnim vrstam, da čim prej ustvarijo strnjen sestoj in tako zmanjšajo njeno konkurenčno moč. V nasprotnem primeru se bo navadna barvilnica razširila na vsa ugodna rastišča v bližini in postopoma kolonizirala okolje. Cela rastlina je strupena, zato je pri odstranjevanju potrebno uporabljati rokavice in drugo zaščitno opremo.

Zelo pomembno bo osveščanje in izobraževanje lastnikov gozdov in javnosti ter nadaljnje raziskave na tem področju. Razmisliti bomo morali o možnostih uporabe invazivnih vrst (čebelarstvo, zdravilstvo, kozmetika, les, hrana ...). Glede pavlovnije bi bilo potrebno preprečiti prenos semen v gozdove iz okrasnih dreves te vrste, ki rastejo izven gozdov (parki, vrtovi), kar pa bo možno le s spremembo zakonodaje.

5 ZAHVALA

Avtorja se vsem, ki so sodelovali pri zbiranju podatkov (revirni gozdarji, GIS), najlepše zahvaljujeva.

6 LITERATURA

- Aplikacija »Invazivke«. 2018.
- Cojzer, M., Cenčič, L., Zagorac, N., Mlinrič, Z 2013. Tujerodne drevesne vrste na območju GGO Maribor. Tujerodne vrste - stanje, vplivi in odzivi: zbornik razširjenih povzetkov simpozija (13.9.2013). Zavod Symbiosis, Nova vas: str. 31–33.
- Rupp, M., Palm, T., Michiels, H-G. 2017. Die Kermesbeere - eine invasive Art in lichten Wäldern. AFZ, 9: 38-42 (8.01.2019)
https://www.waldwissen.net/waldwirtschaft/schaden/invasive/fva_kermesbeere/index_DE
(20.07.2017)
- Sistem Invazivke: (20.02.2019)
<https://www.invazivke.si/> (15.02.2019)
- Uredba (EU) št. 1143/2014 Evropskega parlamenta in sveta dne 22.10.2014 o preprečevanju in obvladovanju vnosa in širjenja tujerodnih vrst. 2014. Ur. List Evropske unije, l. 317/35.
- Vuillemenot, M., Mischler, L. 2012. Le raisin d'Amérique (Phytolacca americana L.) en Franche-Comté Bilan stationnel et proposition d'un plan régional de lutte. Version 1. Conservatoire botanique national de Franche-Comté - Observatoire régional des Invertébrés: 69 + annexes (8.01.2019)
https://cbnfc-ori.org/sites/cbnfc-ori.org/files/13-juin-2013-PHYTOLACCA_WEB.pdf
(4.08.2012)
- Zakon o gozdnem reprodukcijskem materialu. (Ur. l. RS, št. 58/2002, Ur. l. RS, št. 85/2002 - popr., Ur. l. RS, št. 45/2004 - ZdZPKG, 77/2011).
- ZGS, 2013. Baza prostorskih podatkov ZGS. Ljubljana, Zavod za gozdove Slovenije.
- ZGS, 2017. Baza prostorskih podatkov ZGS. Ljubljana, Zavod za gozdove Slovenije.
- ZGS, 2007. Gozdnogospodarski načrt gospodarske enote Spodnje Dravsko polje 2006–2015. Maribor, Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Maribor.
- ZGS, 2017. Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarske enote Spodnje Dravsko polje 2016–2026. Maribor, Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Maribor.

**MARMORIRANA SMRDLJIVKA (*Halyomorpha halys* (Stål, 1855)
[Hemiptera, Pentatomidae]); POJAV IN RAZŠIRJENOST NOVE
INVAZIVNE, TUJERODNE STENICE V SLOVENIJI**

Mojca ROT¹, Marko DEVETAK², Primož ŽIGON³, Alenka FERLEŽ RUS⁴,
Boštjan MATKO⁵, Andreja PETERLIN⁶

^{1,2}KGZS, Kmetijsko gozdarski zavod Nova Gorica, Nova Gorica

³Kmetijski inštitut Slovenije, Oddelek za varstvo rastlin, Ljubljana

⁴Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije, Oddelek za varstvo rastlin, Žalec

⁵KGZS – Kmetijsko gozdarski zavod Maribor, Maribor

⁶KGZS, Kmetijsko gozdarski zavod Novo mesto, Novo mesto

IZVLEČEK

Marmorirana smrdljivka (*Halyomorpha halys* (Stål, 1855); [Hemiptera, Pentatomidae]) je predstavnik družine ščitastih stenic. Gre za še eno invazivno, tujerodno in polifagno vrsto, ki izvira iz Vzhodne Azije. Sredi 90-ih je bila vnesena v ZDA ter leta 2004 v Evropo. V novih okoljih se hitro prilagaja in uspešno razmnožuje, pri čemer razvije najmanj en popoln rod letno. Promet in sposobnost aktivnega letenja na daljših razdaljah ji omogočata hitro osvajanje novih območij. Njen pojav in širjenje sta tako v ZDA kot v Evropi povezana z nastankom velike gospodarske škode v pridelavi sadja, poljščin in vrtnin. Zaradi specifičnega načina prezimovanja, ki poteka v zavarovanem prostoru, v bližini človeških bivališč, je postala izjemno moteč dejavnik v urbanem okolju. Marmorirana smrdljivka je zastopana tudi v Sloveniji, prvič je bila najdena v Šempetru pri Gorici, pomladi 2017. Istega leta je bila najdena še na več lokacijah v okolici Nove Gorice. Sistematični monitoring *H. halys* v letu 2018 je pokazal, da je vrsta že naselila celotno območje Primorske, od Posočja do Slovenske Istre ter se razširila v osrednjo in jugovzhodno Slovenijo. Zadnje najdbe v urbanem okolju v Kranju, Lescah, Celju, Želimlju in Mariboru potrjujejo, da se bo vrsta kmalu razširila na celotno ozemlje države. Na območju Primorske smo jeseni 2018 že zaznali velike populacije marmorirane smrdljivke ter gospodarsko škodo v pridelavi jabolk in hrušk.

Ključne besede: marmorirana smrdljivka, Slovenija, prvi pojav, razširjenost, invazivne vrste

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

² dr., prav tam

³ mag. inž. agr., Hacquetova ulica 17, SI-1000 Ljubljana

⁴ univ. dipl. inž. agr., Cesta Žalskega tabora 2, SI-3310 Žalec

⁵ mag., univ. dipl. inž. kmet. Vinarska 14, SI-2000 Maribor

⁶ dipl. inž. agr., Šmihelska c. 14, SI-8000 Novo mesto

ABSTRACT

OCCURRENCE AND DISTRIBUTION OF BROWN MARMORATED STINK BUG (BMSB) (*Halyomorpha halys* (Stål, 1855) [Hemiptera, Pentatomidae]); NEW INVASIVE ALIEN STINK BUG IN SLOVENIA

Brown marmorated stink bug (BMSB) (*Halyomorpha halys* (Stål, 1855) [Hemiptera, Pentatomidae]) is an invasive, alien and polyphagous species, native to East Asia. In the mid-1990s was introduced into the USA and in 2004 in Europe. BMSB has shown high adaptability to the new environments and ability to reproduce successfully, producing at least one complete generation per year. By traffic and own capacity for long distance flight can rapidly spread to new areas. Occurrence and spreading of new species in both USA and Europe resulted in severe yield losses in fruit, vegetable and cereal production. Due to its overwintering habits accompanied by invasions of adults to human-made structures, it is considered a nuisance pest in urban areas. BMSB has been present also in Slovenia, first time was recorded in Šempeter pri Gorici in spring 2017. In the same year was found in some other locations around Nova Gorica. Ongoing spread of BMSB in Slovenia was confirmed by methodical monitoring carried out in 2018. The pest already invaded Primorska region, from Soča Valley to Slovenian Istria and spread to Central and Southeast Slovenia. Recent findings in urban area in Kranj, Lesce, Celje, Želimlje and Maribor confirm that the species will soon spread throughout the country. High populations of *H. halys* were observed in Primorska region in autumn 2018 and also an economic important damage was registered in apple and pear production for the first time.

Key words: Brown marmorated stink bug, Slovenia, first occurrence, distribution, invasive species

1 UVOD

Sredi aprila 2017 je bila v Šempetru pri Gorici prvič najdena tujerodna invazivna stenica *Halyomorpha halys* – marmorirana smrdljivka (Rot sod. 2018). Vrsta se je k nam razširila iz Italije, kamor je bila vnesena leta 2012 (Maistrello et. al. 2014). V sosednji Furlaniji in Julijski krajini je bila prvič najdena leta 2014 (Benvenuto et. al. 2015), v okolici Vidma (Udine). Do konca leta 2016 se je razširila proti vzhodu do Gorice, zato ni naključje, da je bila v Sloveniji prvič najdena ravno na posestvu Biotehniške šole v Šempetru, v neposredni bližini glavne prometne povezave z Italijo, le dober kilometer od meje. Izvorno okolje marmorirane smrdljivke je Vzhodna Azija: ozemlje Kitajske, Korejskega polotoka, Japonske in Tajvana (Lee et. al. 2013). Sredi 90-ih let je bila vnesena v ZDA (Hoebeke & Carter 2003), kjer se je razširila v skoraj vse zvezne države ter v Kanado. V Evropi je bila prvič najdena v Švici in Lihtenštajnu leta 2004 (Arnold 2009, Wermelinger et.al. 2008). Od tam se je razširila v številne švicarske kantone, na ozemlje južne Nemčije in severovzhodno Francijo. Od leta 2011 je zastopana v Grčiji, leta 2012 je bila najdena v Italiji, 2013 na Madžarskem. Leta 2015 je bila prvič najdena v Srbiji, Romuniji, Avstriji in Gruziji, leta 2016 na Slovaškem, v Rusiji, Bolgariji in Španiji, leta 2017 v Sloveniji, Hrvaški in Turčiji, nazadnje na Češkem, Malti in Albaniji leta

2018 (EPPO; 2019). Vnos marmorirane smrdljivke v Evropo je posledica globalnega trgovanja, najverjetneje je bila vnesena z rastlinskim in pakirnim materialom. K hitri širitvi tujerodne vrste znotraj Evrope sta pripomogla tovorni in potniški promet ter njene lastne letalne sposobnosti. Marmorirana smrdljivka lahko preleti razdalje daljše od 5 km (Wiman et.al. 2015), kar ji omogoča naravno širjenje tudi na oddaljena območja. Je izjemno polifagna vrsta, po navedbah različnih avtorjev naj bi se prehranjevala z več kot 300 rastlinskimi vrstami, med njimi so številne pomembne kmetijske rastline. Med sadnimi vrstami so njeni najpomembnejši gostitelji hruške, jabolane, marelice, breskve in nektarine, leske in aktinidije, med vrtninami plodovke in stročnice, v pridelavi poljščin jo najpogosteje najdemo v posevkih soje ter koruze. Ličinke in odrasle stenice se prehranjujejo na brstih, listih, poganjkih in plodovih gostiteljskih rastlin. Z vbadanjem v rastlinsko tkivo povzročajo površinsko razbarvanje in pojav nekroz. Posledica hranjenja na plodovih so tudi nepravilnosti v razvoju in znakaženost plodov, udrte pege ter plutasto in grenko meso. Z izločanjem hlapljivih snovi neprijetnega vonja onesnažijo plodove. Škoda, ki jo je do sedaj povzročila v kmetijski pridelavi, je v ZDA ocenjena na nekaj milijard dolarjev (Leskey & Nielsen, 2018). V Evropi je najbolj prizadela pridelavo sadja v Italiji (Bariselli et. al., 2016) in pridelavo vrtnin na Madžarskem (Vétek & Korányi, 2017), o veliki škodi v pridelavi lešnikov poročajo iz Gruzije in Abhazije.

136

1.1 Morfološke in bionomske značilnosti marmorirane smrdljivke - *Halyomorpha halys* (Stål, 1855) [Hemiptera, Pentatomidae]

Marmorirana smrdljivka spada v družino ščitastih stenic (Pentatomidae). Za predstavnike te družine so značilne petčlenaste tipalke ter široko, ploščato telo v obliki ščita. Odrasla stenica meri od 12 do 17 mm. Telo je rjave barve z rdečkastimi odtenki, pokrito z drobnimi črnimi pikami, ki dajejo videz marmoriranega vzorca. Ob robu zadka ima črne in bele pasove, ki se izmenjujejo v obliki vzorca. Zanesljiv razločevalni znak, po katerem jo ločimo od domorodnih pisano obarvanih stenic, je število in pozicija svetlih prog na tipalkah. Marmorirana smrdljivka ima na tipalkah dve svetli progi, prva se nahaja pri osnovi 4. členka, druga pa prekriva vrh 4. členka in osnovo 5. členka. Na videz ji je najbolj podobna domača vrsta sivi smrdljivec (*Raphigaster nebulosa*), ki pa ima za razliko tri svetle proge na tipalkah. Poleg tega pa ima na trebušni strani izrastek v obliki trnčka, medtem ko ga marmorirana smrdljivka nima. V razmerah srednjeevropske klime razvije en rod letno, v centralni Evropi dva popolna rodova, v subtropskem pasu 4-6 rodov letno. Spomladi se seli iz zimskih zatočišč v nasade ter na posevke, kjer se hrani in doseže spolno zrelost. Po paritvi samice odlagajo jajčeca v skupke, na spodnjo stran listov gostiteljskih rastlin. V posameznem skupku je 20 - 30 jajčec. Po 4 do 12 dneh se iz jajčec razvijejo nimfe, katerih razvoj poteka preko petih razvojnih stopenj. Celotni razvoj od jajčeca do odrasle stenice traja od 1 meseca do 1,5 meseca. Na hitrost razvoja vplivajo temperature in prehranske razmere. Jeseni se s krajšanjem dneva začne prehod v zimsko diapavzo. Prezimijo odrasle stenice. V iskanju zimskega zatočišča

se združujejo na fasadah stavb, zavetje najdejo med okenskimi okviri, za zunanji strani senčili ter pod ostrejši stanovanjskih objektov, garaž in lop.

2 MATERIALI IN METODE

V letu 2018 smo izvajali sistematično spremljanje *H. halys* na 24 lokacijah, na območju cele Slovenije. Uporabljali smo feromonske pasti Pherocon® StinkBug STKY™ Dual Panel Adhesive. Gre za lepljive prozorne pasti pravokotne oblike, z dvokomponentnim privabilom, sestavljenim iz agregacijskega feromona in sinergističnega sredstva metil-dekatrienoat (MDT). Pasti smo postavljali v mejice v neposredni bližini intenzivnih sadovnjakov ter na javne zasajene površine, pri tem smo izbirali lokacije, kjer je bila verjetnost za pojav *H. halys* največja. Preglede vab smo izvajali tedensko, v obdobju od začetka aprila do konca novembra. Hkrati smo izvajali tudi preglede nasadov, vinogradov in posevke različnih gostiteljskih rastlin ter ugotavljali prisotnost stenic ali morebitnih poškodb na plodovih. Pregledovali smo tudi stanovanjske objekte in druge zgradbe, kamor se stenice zatekajo v obdobju prezimovanja. Pri izvajanju pregledov smo uporabljali metodo otresanja rastlin ter vizualno spremljanje. Podatki o pregledih in vzorčenjih so bili vneseni v podatkovno bazo UVH – APL.

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

137

Rezultati spremljanja marmorirane smrdljivke v letu 2018 so pokazali, da se je vrsta v dobrem letu po prvi najdbi, razširila skoraj na celotno območje države. V okviru sistematičnega monitoringa *H. halys* s feromonskimi pastmi smo zastopanost vrste potrdili na območju zahodne Slovenije, osrednje Slovenije in JV Slovenije. Pozitivnih je bilo 13 lokacij, od skupno 24, kjer je potekalo spremljanje. Na območju zahodne Slovenije smo zastopanost potrdili na skupno 10 lokacijah spremljanja, od Posočja do Slovenske Istre. V osrednji Sloveniji smo vrsto *H. halys* potrdili na dveh lokacijah, v Ljubljani ter na Brdu pri Lukovici. V jugovzhodni Sloveniji je bila najdena na lokaciji Otočec. V severovzhodni in vzhodni Sloveniji vrste *H. halys* na feromonskih pasteh v letu 2018 nismo zabeležili.

Preglednica 1: Podatki o lokacijah spremljanja *H. halys* s feromonskimi vabami (ime lokacije, koordinate, gostiteljska rastlina/objekt).

Table 1: The data of *H. halys* monitoring (location name, coordinates, location type).

Zap. št.	Ime lokacije:	Koordinate:		Objekt/gostiteljska rastlina:	<i>H. halys</i> navzoča (+) / ni navzoča (-)
		Y	x		
1	Sužid	13,556543	46,246418	intenzivni sadovnjak	+
2	Vipolže	13,526675	45,972929	intenzivni sadovnjak , vinograd	+
3	Šempeter	13,645309	45,932240	okrasne rastline	+
4	Dombrava	13,677693	45,894236	intenzivni sadovnjak	+
5	Branik	13,792976	45,854086	intenzivni sadovnjak	+

6	Stomaž	13,859145	45,893154	intenzivni sadovnjak	+
7	Vogrsko	13,715437	45,913708	vinograd, intenzivni sadovnjak	+
8	Slap pri Vipavi	13,940137	45,839984	vinograd	-
9	Sežana	13,862503	45,078919	javna zasajena površina	+
10	Ilirska Bistrica	14,243642	45,566809	javna zasajena površina	-
11	Kozina (Nasirec)	13,910586	45,615188	sadni vrt	+
12	Sermin	13,763758	45,564230	javna zasajena površina	-
13	Strunjan	13,617208	45,527360	intenzivni sadovnjak	+
14	Koper - Agraria	13,731807	45,535533	javna zasajena površina	-
15	Koper- Luka	13,739838	45,546269	javna zasajena površina	-
16	Šentjur	15,397283	46,216896	sadovnjak	-
17	Mirosan, Kasaze	15,184781	46,230355	intenzivni sadovnjak	-
18	Poljče	15,056836	46,267564	njiva	-
19	Kapla	15,004953	46,247218	njiva	-
20	Otočec	15,235214	45,843181	intenzivni sadovnjak	+
21	Vurberk	15,798792	46,489543	intenzivni sadovnjak	-
22	Gančani	16,235600	46,644035	intenzivni sadovnjak	-
23	Ljubljana	14,518519	46,060671	intenzivni sadovnjak	+
24	Brdo pri Lukovici	14,682183	46,167870	intenzivni sadovnjak	+

138

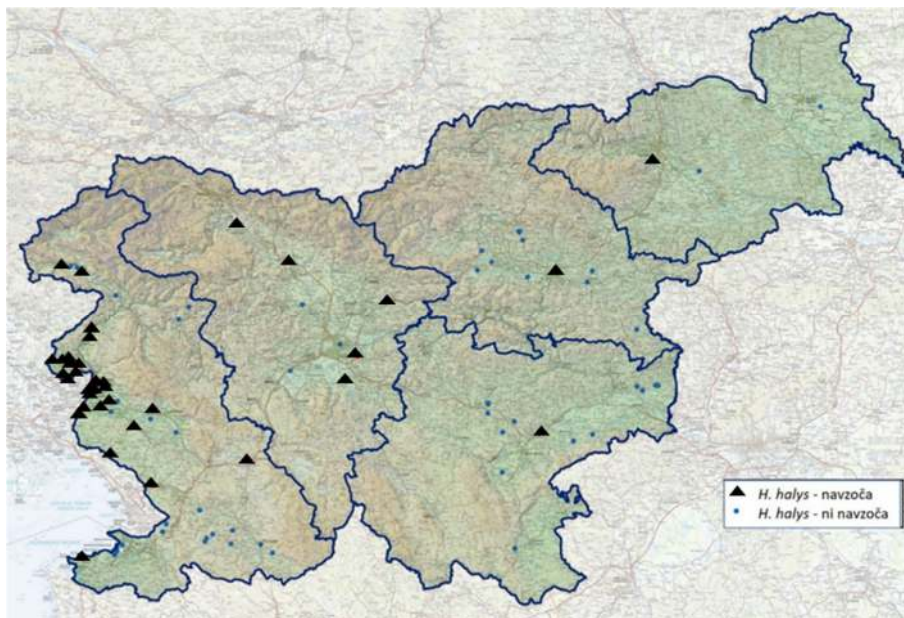
Na območju celotne Slovenije smo v letu 2018 opravili več kot 100 pregledov nasadov, vinogradov in posevkov različnih gostiteljskih rastlin marmorirane smrdljivke, pri čemer smo pregledali skupno 104 ha kmetijskih zemljišč. Zastopanost marmorirane smrdljivke na kmetijskih zemljiščih smo ugotovili le na območju zahodne Slovenije, in sicer na 30 novih lokacijah, kjer vrsta pred tem še ni bila ugotovljena. Poleg prostorske širitve *H. halys*, smo v letu 2018 na območju zahodne Slovenije beležili tudi izjemno povečanje populacije in pojav škode v kmetijski pridelavi. Poškodbe v obliki razbarvanja kože plodov breskev smo opazili v mesecu juniju in juliju. V mesecu avgustu in septembru smo opazili poškodbe na pečkatem sadju. Na hruškah predvsem v obliki deformacije plodov, kot posledica vbodov stenic ter rjave pege na mestih vbodov. V obdobju zorenja jabolk smo opazili prisotnost vdratih peg na plodovih ter porjavenje mesa na mestih vbodov. Podobne poškodbe smo opazili tudi na plodovih kakija in oljkah. Poškodbe od stenic smo opazili tudi v nasadu leske v Spodnji Vipavski dolini. V jesenskem času je na območju Nove Gorice in Goriških Brd prišlo do invazije marmoriranih smrdljivk na fasadah stanovanjskih zgradb, kjer so se zbirale v iskanju zimskega zatočišča. Pojav velikih populacij stenic v urbanem okolju je bil za lokalne prebivalce zelo moteč, sprožal je zaskrbljenost, zaradi česar so pogosto iskali nasvete na Oddelku za varstvo rastlin za varstvo rastlin KGZS Zavod GO.

Preglednica 2: Podatki o vrsti lokacij, številu pregledov ter pregledani površini v (ha) po posameznih inštitucijah.

Table 2: The data on *H. halys* visual inspections (Name of organisation , Location type, N° of inspections, Total area inspected (ha)).

Inštitucija	Predmet pregleda	Število pregledov	Skupna pregledana površina v ha
IHPS	intenzivni sadovnjaki	8	14,6
	njive	2	2,5
KGZS Zavod NM	vinograd	2	1,92
	intenzivni sadovnjaki	9	33,78
	njive, vrtovi	1	0,5
KGZS Zavod MB	intenzivni sadovnjaki	9	8,15
KIS	intenzivni sadovnjaki	4	4,9
KGZS Zavod GO	intenzivni sadovnjaki	40	30,03
	vinogradi	5	4,04
	njive in vrtovi	2	1,85
	nekmetijsko zemljišče	21	1,76
SKUPAJ:		103	104,04

139



Slika 3: Razširjenost marmorirane smrdljivke - *H. halys* na območju Slovenije v letu 2018.
Figure 3: *H. halys* distribution in Slovenia in 2018.

Do konca leta 2018 ter v prvih mesecih leta 2019 smo zabeležili še nekaj naključnih najdb *H. halys* v stanovanjskih in poslovnih zgradbah, na različnih koncih Slovenije (Lesce, Kranj, Celje, Želimlje, Maribor), kar priča, da se vrsta hitro in nezadržno širi na celotno območje Slovenije.

4 SKLEPI

V okviru sistematičnega spremljanja marmorirane smrdljivke smo v letu 2018 ugotovili razširjenost vrste na celotnem območju Z Slovenije ter prvi pojav na območju osrednje in JV Slovenije. Zabeležili smo tudi več naključnih najdb stenice *H. halys* v urbanem okolju na različnih koncih Slovenije, kar kaže na to, da se bo vrsta kmalu razširila na celotno ozemlje države. Na območju zahodne Slovenije je v letu 2018 povzročila prvo škodo v pridelavi sadja, jeseni pa je z množičnimi naleti na fasadah stanovanjskih zgradb, povzročala nevšečnosti lokalnemu prebivalstvu na območju Nove Gorice in Goriških Brd. Marmorirana smrdljivka je zelo mobilna žuželka v vseh razvojnih stopnjah, zlahka se seli med gostitelji, ima velik razmnoževalni potencial, v naših klimatskih razmerah je po vsej verjetnosti sposobna razviti dve popolni generaciji in uspešno prezimiti. S širjenjem in naraščanjem populacije marmorirane smrdljivke v Sloveniji obstaja veliko tveganje za nastanek škode v kmetijski pridelavi.

140

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 .

6 LITERATURA

- Arnold K. 2009. *Halyomorpha halys* (Stål, 1855), eine für die europäische Fauna neu nachgewiesene Wanzenart (Insecta: Heteroptera: Pentatomidae: Cappaeini). Mitteilungen des Thüringer Entomologenverbandes. 16: 19.
- Bariselli M., Bugiani R., Maistrello L. 2016 Distribution and damage caused by *Halyomorpha halys* in Italy. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin 46 (2): 332–334.
- Benvenuto L., Bernardinelli I., Governatori G., Zampa C., 2015. Cimice marmorata asiatica (*Halyomorpha halys*): risultati del monitoraggio condotto in Friuli Venezia Giulia nel 2015. Notiziario Ersa, 3-2015: 18-23.
- EPPO Global Database. 2019. <https://gd.eppo.int/taxon/HALYHA/distribution>
- Hoebeke E. R. & Carter M. E. 2003. *Halyomorpha halys* (Stål) (Heteroptera: Pentatomidae): a polyphagous plant pest from Asia newly detected in North America. Proceedings of the Entomological Society of Washington. 105(1): 225-237.
- Lee D.-H., Short B.D., Joseph S.V., Bergh, J.C., Leskey, T.C. 2013. Review of the Biology, Ecology, and Management of *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) in China, Japan, and the Republic of Korea. Environmental Entomology, 42(4), 627–641.
- Leskey T. & Nielsen A., 2018. Impact of the Invasive Brown Marmorated Stink Bug in North America and Europe: History, Biology, Ecology, and Management. Annual Review of Entomology. 63. 599-608.
- Maistrello L., Dioli P., Vaccari G., Nannini R., Bortolotti P., Caruso S., Costi E., Montermini A., Casoli L., Bariselli M. 2014. Primi rinvenimenti in Italia della cimice esotica *Halyomorpha halys*, una nuova minaccia per la frutticoltura. AttiGiornate Fitopatologiche 1: 283-288.

- Rot, M., Devetak, M., Carlevaris, B., Žežlina, J., Žežlina, I. 2018. First record of brown marmorated stink bug (*Halyomorpha halys* (Stål, 1855)) (Hemiptera: Pentatomidae) in Slovenia. *Acta entomologica Slovenica*, ISSN 1318-1998, jun. 2018, vol. 26, št. 1, str. 5-12, ilustr., zvd. [COBISS.SI-ID 1880821]
- Vétek G., Korányi D. 2017. Severe damage to vegetables by the invasive brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae), in Hungary. *Periodicum biologorum* Vol. 119, No 2, 131–135.
- Wermelinger B., Wyniger D., Forster B. 2008. First records of an invasive bug in Europe: *Halyomorpha halys* Stål (Heteroptera: Pentatomidae), a new pest on woody ornamentals and fruit trees? *Mitteilungen-Schweizerische Entomologische Gesellschaft*. 81: 1–8.
- Wiman, N.G., Walton, V.M., Shearer, P.W., Rondon, S.I., Lee, J.C. 2015. Factors affecting flight capacity of brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae). *Journal of Pest Science* 88, 37–47. <https://doi.org/10.1007/s10340-014-0582-6>

SPREMLJANJE POJAVA BRESKOVE MUHE (*Ceratitis capitata* [Wiedemann]) NA PRIMORSKEM V OBDOBJU 2016-2018

Jan ŽEŽLINA¹, Mojca ROT², Stanislav TRDAN³

^{1,2}KGZS, Kmetijsko gozdarski zavod Nova Gorica, Nova Gorica

³Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Ljubljana

IZVLEČEK

Breskova muha (*Ceratitis capitata* [Wiedemann], Diptera, Tephritidae) je polifagni škodljivec, ki v tujini povzroča veliko gospodarsko škodo. Območje njene razširjenosti obsega sredozemske države, Srednji vzhod, Južno in Srednjo Ameriko, Avstralijo in nekatere druge predele sveta. V Sloveniji se pojavlja že od leta 1958, njeno število pa se v zadnjih letih povečuje. Slovenija predstavlja severno mejo pojavljanja breskove muhe. Jajčeca odlaga v plodove nekaterih sadnih vrst, izlegle ličinke se v plodovih hranijo in povzročajo občutno škodo. Površine, zasajene s kakijem (*Diospyros kaki*), ki je v Sloveniji glavna gostiteljska rastlina breskove muhe, se večajo. Posledično ima breskova muha ugodne razmere za nadaljnje širjenje. Z uporabo različnih feromonskih in prehranskih vab, smo v obdobju 2016-2018 spremljali pojav breskove muhe na različnih lokacijah na Primorskem. V prispevku so predstavljeni rezultati spremljanja v letih 2016-2018 ter njihova primerjava.

Ključne besede: breskova muha, *Ceratitis capitata*, monitoring, Primorska, Slovenija

ABSTRACT

MONITORING OF MEDITERRANEAN FRUIT FLY (*Ceratitis capitata* [Wiedemann]) IN PRIMORSKA REGION IN THE PERIOD OF 2016-2018

Mediterranean fruit fly (*Ceratitis capitata* [Wiedemann], Diptera, Tephritidae) is a polyphagous pest, which causes a lot of damage abroad. It is found in the Mediterranean, Middle east, South America, Mesoamerica, Australia and other places. In Slovenia, medfly was first found in 1958, its population steadily growing since then. Slovenia represents the most northern border of its appearance. Medfly lays eggs in fruits of some species. Hatched larvae then feed on fruit and cause significant damage. Land under persimmon orchards, which is the main host plant for medfly is increasing, which improves the conditions for medfly's continuous expansion. In the period of 2016-2018 we used different types of pheromone and food based traps to monitor the appearance of Medfly in different locations in the Primorska region. The results of the survey of Mediterranean fruit fly in the years of 2016-2018 and its comparisons are presented in this article.

Key words: mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata*, monitoring, Primorska, Slovenia

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

² dipl. inž. agr., prav tam

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

1 UVOD

Breskova muha (*Ceratitis capitata* [Wiedeman], Diptera, Tephritidae) je (svetovno gledano) gospodarsko zelo pomemben škodljivec. Ta invazivna vrsta sadne muhe pomembno vpliva na svetovno pridelavo sadja in zelenjave. Organizacija EPPO šteje breskovo muho med 100 najpomembnejših svetovnih škodljivcev.

Breskova muha je polifagni škodljivec, napade lahko tudi do 350 različnih vrst sadja in zelenjave. Čeprav se v Sloveniji breskova muha pojavlja že od leta 1958, se zaradi njene velike prilagodljivosti in zmožnosti prezimovanja v razvojnem stadiju bube njena populacija vztrajno veča, prav tako pa tudi območje njene razširjenosti. Zmerne zimske temperature in velika izbira gostiteljskih rastlin, na katerih se lahko razmnožuje, omogočajo breskovi muhi pojavljanje po celi Primorski. Kaki je glavna gostiteljska rastlina škodljivca. V zadnjem času je kaki v Sloveniji vse bolj priljubljen, sadijo ga tudi tam, kjer razmere za njegovo rast niso najbolj ustrezne (Posavje, Ljubljanska kotlina, Štajerska), kar daje breskovi muhi možnost, da se vse bolj širi v Sloveniji.

Primerjali smo učinkovitost različnih feromonskih vab za ulov breskove muhe v nasadih kakija na različnih lokacijah na Primorskem.

2 MATERIALI IN METODE

143

Med leti 2016 in 2018 smo v okviru mednarodnega projekta EUPHRESCO: *Ceratitis capitata*, spremljali pojav breskove muhe v nasadih kakija, breskev, jablan, fig, hrušk in citrusov na Primorskem. Skupno smo pregledovali 17 lokacij v Vipavski dolini, Goriških Brdih, Krasu in Slovenski Istri. Ugotavljali smo dejanski pojav in razširjenost škodljivca na pridelovalnih območjih na Primorskem, čas pojavljanja in primerjali dinamiko ulova med leti 2016-2018. Feromonske in prehranske vabe smo pregledovali v 10 dnevni intervalih, obenem smo ocenili poškodovanost plodov.

S poskusom smo želeli določiti širše območje pojavljanja breskove muhe, ugotoviti, katere so najbolj ustrezne oz. učinkovite feromonske vabe za spremljanje pojava breskove muhe, in ugotoviti, kako na pojavljanje vplivajo vremenske razmere.

Za spremljanje breskove muhe smo uporabili različne feromonske in prehranske vabe. Vaba Tephri Trap španskega proizvajalca Sorygar je sestavljena iz rumene lovilne posode z belim, delno prosojnim pokrovom. V zgornjem delu posode so 4 okrogle luknje, s premerom 2,2 cm. Na notranjo steno vabe smo namestili privabila v obliki tanjših paketkov oz. žepkov (debelina do 1,5 mm). Velikost paketka je odvisna od snovi, ki jo le ta oddaja. Uporabili smo sledeče kemijske spojine: trimetil-amin, amonijev acetat in tetrametilen-diamin. Na dno posodice smo položili ploščico rdeče barve, prepojeno s hlapljivim insekticidom DDVP (diklorvos), ki prepreči, da bi ujete žuželke pobegnile. Vaba Tephri Trap je namenjena masovnemu ulovu, vanjo se lovijo osebkii obeh spolov breskove muhe pa tudi veliko ostalih vrst muh in drugih žuželk.

Vaba Jackson je klasična delta vaba oziroma trikotna vaba, ki ima na spodnji stranici notranjega dela ogrodja nameščeno lepljivo ploščo, na katero se ujamejo muhe. Kot feromon je bil uporabljen trimedlure, ki spada med paraferomone, ki privabljajo samo samce breskove muhe. Feromonska kapsula je nameščena v posebni plastični košarici, na sredini vabe. Vaba Storgard je vaba ameriškega podjetja TRÉCÉ inc. ter se uporablja kot feromonska vaba za ugotavljanje zastopanosti breskove muhe. Kemična sestava feromona, ki se uporablja pri izdelavi feromonskih kapsul, ni znana.

Vabe smo postavili v začetku avgusta. Nameščene so bile na višini 1,8 m, med posameznimi vabami v istem nasadu pa je bilo vsaj 40 m razdalje. Vabe smo pregledovali v 10-dnevnih intervalih. Feromonske vabe smo z kontrolo lepljivih plošč pregledovali na terenu, ulov iz prehranskih vab pa v laboratoriju. Pri tem smo si pomagali z uporabo stereo mikroskopa.

Pregledovanje vab smo zaključili v začetku decembra. Skupno smo nadzirali 17 lokacij. 2 lokaciji v Goriških Brdih (Šmartno in Dobrovo), 1 na Krasu (Tublje pri Komnu), 6 v Vipavski dolini (Brje, Miren, Kromberk, Solkan, Male Žablje, Dombrava) in 8 v Slovenski Istri (Lucija, Strunjan, Izola, Cikuti, Hrvatini, Beka in Tatre).

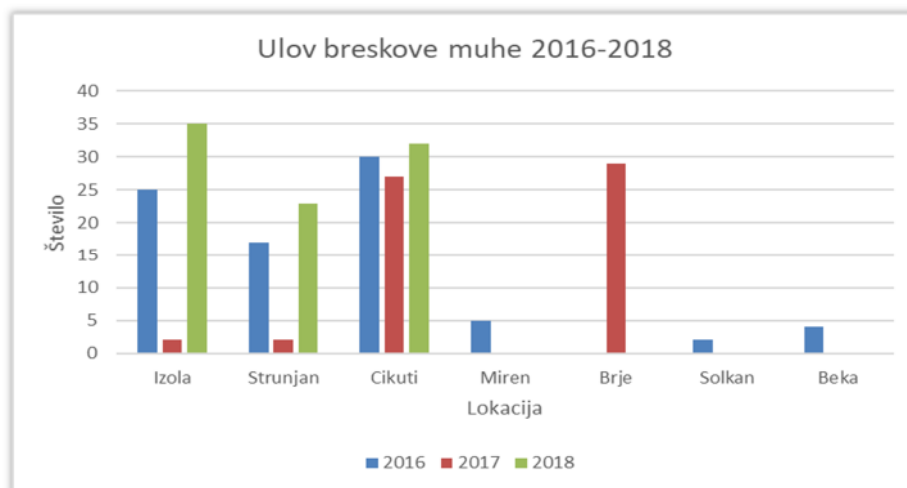
3 REZULTATI IN RAZPRAVA

V letih 2016-2018 smo breskovo muho zaznali na 7 lokacijah od 17, ki smo jih spremljali. Muha se je leta 2016 ujela na 6 lokacijah (Izola, Strunjan, Cikuti, Miren, Solkan in Beka). Največ ulova je bilo na lokacijah Izola (25), Strunjan (17) in Cikuti (30). Leta 2017 smo muho našli na 4 lokacijah (Izola, Strunjan, Cikuti, Brje). Največji ulov je bil na lokacijah Cikuti (27) in Brje (29). Leta 2018 smo muho zaznali samo na 3 lokacijah (Izola, Strunjan, Cikuti). Na vseh 3 lokacijah je bil ulov sorazmerno velik (23-35).

Preglednica 1: Ulov breskove muhe na Primorskem v obdobju 2016-18.

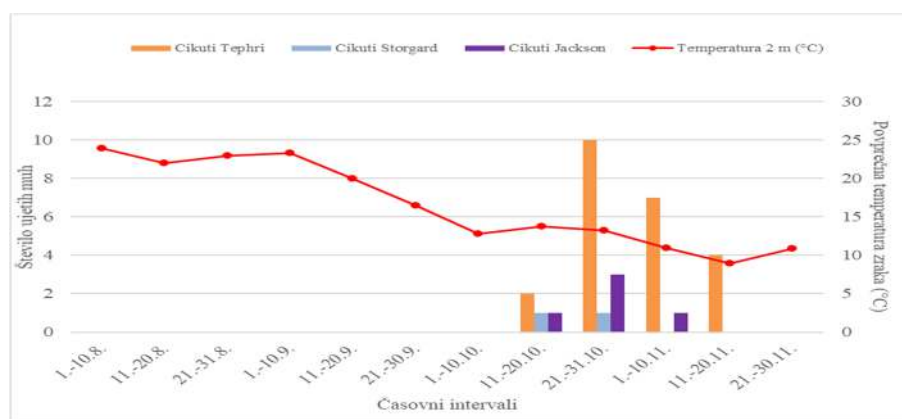
	2016	2017	2018
Izola	25	2	35
Strunjan	17	2	23
Cikuti	30	27	32
Miren	5	0	0
Brje	0	29	0
Solkan	2	0	0
Beka	4	0	0

Breskova muha je najštevilčnejše zastopana na slovenski obali, še posebej v Cikutih, kjer se število ulova med posameznimi leti pretirano ne spreminja. Najzgodnejši ulov muhe je bil 10. septembra, najbolj pozen pa 20. novembra. Pojav breskove muhe v Slovenski Istri je povezan s sezono zorenja kakija, ki je na tem območju njen glavni gostitelj. V Vipavski dolini breskove muhe v letu 2018 nismo zasledili, čeprav smo jo v preteklih letih tam že našli.



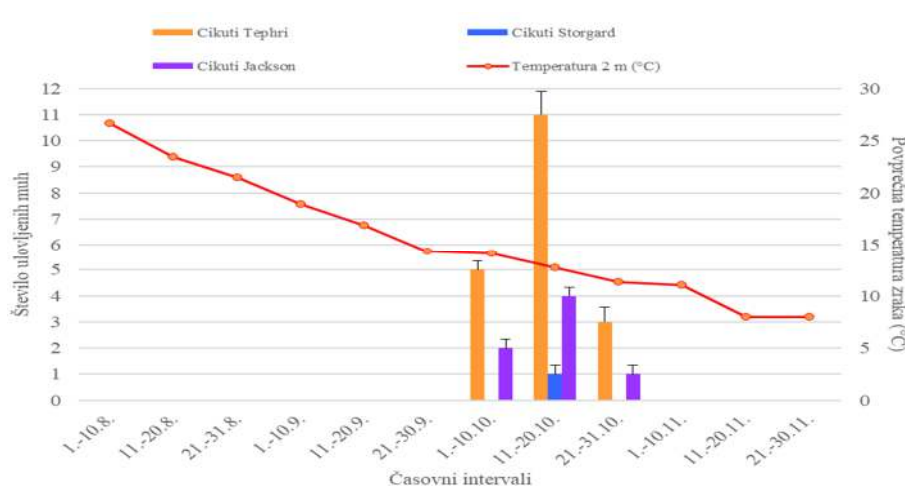
Slika 1: Prikaz ulova breskove muhe v obdobju 2016-18 glede na lokacijo.

145



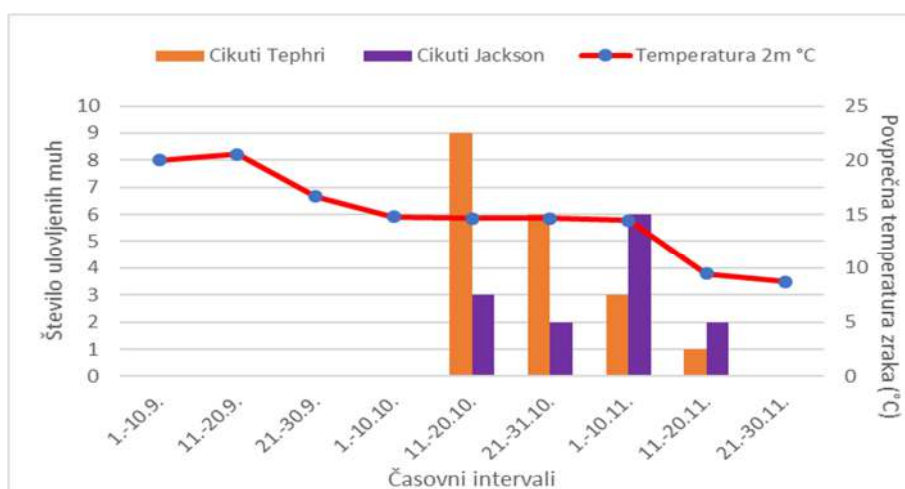
Slika 2: Ulov breskove muhe glede na temperaturo (Cikuti 2016).

Kot pomemben dejavnik pri ulovu breskove muhe so se izkazale vremenske razmere, predvsem temperatura in padavine. Breskova muha se je začela pojavljati, ko je povprečna dnevna temperatura padla pod 15°C (slika 2,3,4). Povprečna temperatura je v letih 2016 in 2018 v prvi polovici septembra še presegala 20°C, posledično se je tudi pojav breskove muhe začel šele 10. oktobra. V letu 2017, ki je bilo jeseni rahlo hladnejše, se je breskova muha začela pojavljati že 30. septembra.



Slika 3: Ulov breskove muhe glede na temperaturo (Cikuti 2017).

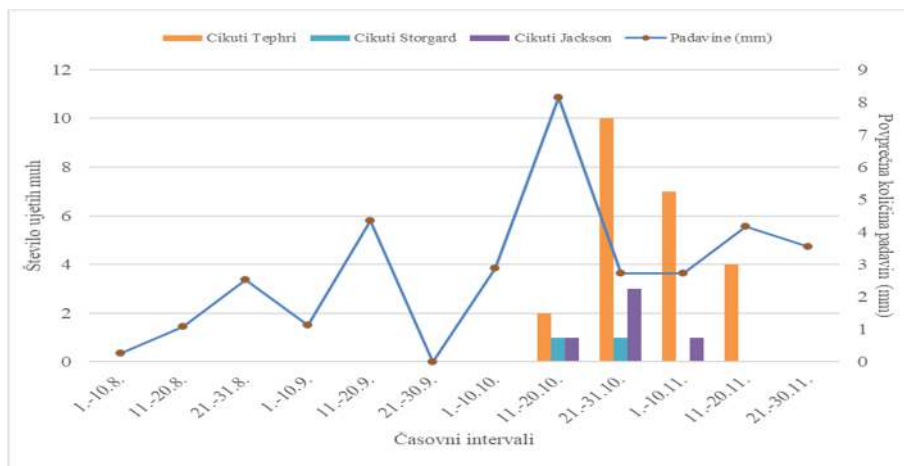
146



Slika 4: Ulov breskove muhe glede na temperaturo (Cikuti 2018).

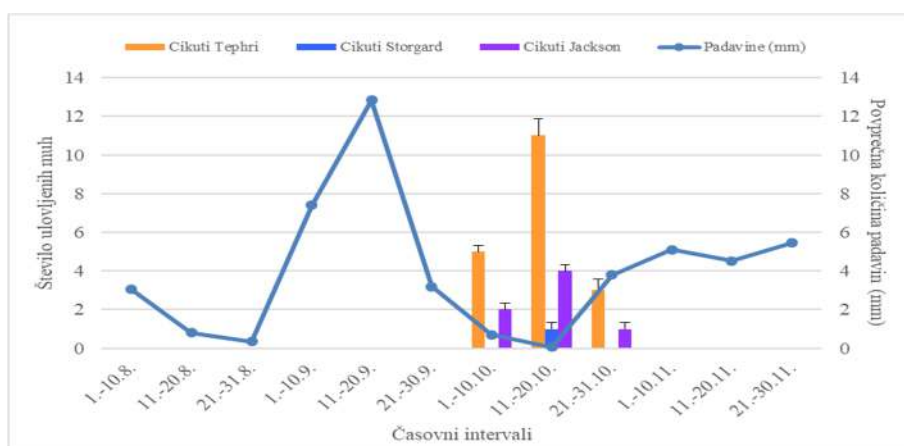
Primerjava ulova breskove muhe s povprečno količino padavin, kaže na to, da se le ta pojavi, ko v jeseni pade večja količina dežja. V letu 2016 se je muha pojavljala predvsem konec oktobra, po tem, ko je v začetku oktobra, po dveh sušnih mesecih v 20 dneh padlo 110 mm dežja. Tudi v letu 2017, ko je sušnemu avgustu sledil deževen september, so se muhe začele pojavljati v začetku oktobra, po obilnejšem deževju. Leta 2018 je bil oktober zelo suh, zato je breskova muha prenehala leteti prej kot prejšnja leta. V letu 2018 se je breskova muha pojavila 10. oktobra, po deževnem začetku

oktobra in z letanjem nadaljevala vse do 20. novembra, ker so bile padavine precej konstantne.



Slika 5: Ulov breskove muhe glede na padavine (Cikuti 2016).

147



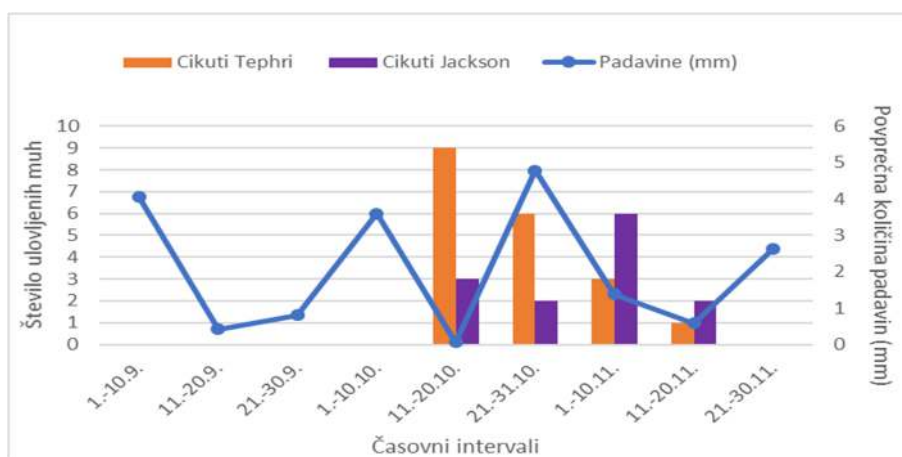
Slika 6: Ulov breskove muhe glede na padavine (Cikuti 2017).

4 SKLEPI

Na podlagi rezultatov spremljanja breskove muhe s feromonskimi in prehranskimi vabami v letih 2016-18 lahko podamo sledeče sklepe:

- Breskova muha se redno pojavlja v Sloveniji. Na vabe so se odrasli osebkji ujeli na 7 od 17 lokacij na Primorskem. Breskova muha se je na 3 lokacijah pojavila vsako leto (Cikuti, Izola, Strunjan).
- Ni nujno, da se breskova muha na izbrani lokaciji pojavi vsako leto. Leta 2016 v Brjah nismo ulovili nobenega odraslega osebkja, v letu 2017 smo zaznali 29 odraslih osebkov in leta 2018 nobene muhe
- na Primorskem se breskova muha pojavlja v obdobju od začetka septembra do konca novembra.
- Največ ulova smo zabeležili, ko je povprečna dnevna temperatura padla na oz. pod 15°C in ko je povprečna dnevna relativna zračna vlaga narasla prek 80 %.
- Breskova muha se je začela pojavljati po večji količini padavin (ta se je ta zelo razlikovala [od 80 do 300 mm]). Začetek pojavljanja je zelo odvisen tudi od predhodnih vremenskih razmer, še najbolj od suše.

148



Slika 7: Ulov breskove muhe glede na padavine (Cikuti 2018).

5 ZAHVALA

Avtorji se zahvaljujemo vsem, ki so kakorkoli pripomogli k izvedbi poskusa.

6 LITERATURA

- Papadopoulos, N. T. 2008. Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae). V: Encyclopedia of entomology. Vol. 3. Capinera J.L. (ed.). Springer, Heidelberg: 2318-2322
- Rot, M. 2018. Poročilo o sodelovanju v mednarodnem projektu EUPHRESCO: *Ceratitis capitata* – breskova muha ter spremljanju razširjenosti *Ceratitis capitata* – breskove muha v Sloveniji. Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije, Kmetijsko gozdarski zavod Nova Gorica: 6 str.
- Rot, M., Jančar, M., Bjeliš, M. 2015. Razširjenost breskove muhe - *Ceratitis capitata* Wiedemann na območju Slovenske in Hrvaške Istre. V: Izvlečki referatov 12. Slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin z mednarodno udeležbo (ur. Trdan S.), Ptuj, 3.-4. marec 2015. Ljubljana, Društvo za varstvo rastlin Slovenije: 25.

VPLIV PROTITOČNE MREŽE NA OBSEG ZANAŠANJA ŠKROPILNE BROZGE ZUNAJ NASADA JABLAN

Stanislav VAJS¹, Mario LEŠNIK², Andrej PAUŠIČ³

¹⁻³Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede Maribor, Pivola

IZVLEČEK

V nasadu jablan z gojitveno obliko vitko vreteno je bil izveden poskus, v katerem smo merili obseg zanosa škropilne brozge zunaj nasada do razdalje 10 m od roba v razmerah brez protitočne mreže in takrat, ko je bila protitočna mreža (Frustar 7 × 3 mm črna standard) razprta. Medvrstna razdalja sajenja dreves je znašala 3,2 m, razdalja v vrsti 0,9 m, TRV 9400 m³ in LAI 2,90. Meritve zanašanja smo izvedli po standardnem protokolu, z uporabo barvnega sledilca tartrazin (E102, Etol Celje) z uporabo sedimentacijske metode s plastičnimi kolektorji, ki so bili položeni na tleh, in fotospektrometrično določitev količine depozita na kolektorjih. Uporabili smo radialni pršilnik Andreoli Eco Simplex 1000 s 5+5 izvodi zraka. Pršilnik je deloval s kapaciteto 15.000 m³/h in je imel vgrajene standardne šobe Lechler TR80 oranžna. Testirali smo vpliv petih različnih načinov škropljenja zadnjih 4 robnih vrst sadovnjaka. Prekritost nasada s protitočno mrežo je zmanjšala zanašanje na razdalji 5 m od roba za 25 % in na razdalji 10 m od roba nasada za 45 %. Če smo zadnje 4 vrste škropili samo enostransko navznoter, smo pri razprti mreži na 10 metrih od roba nasada izmerili 80 % zmanjšanje zanašanja.

Ključne besede: zanašanje, pesticidi, sadovnjak, protitočne mreže

ABSTRACT

INFLUENCE OF ANTI-HAIL NET ON THE EXTENT OF SPRAY DRIFT FROM APPLE PLANTATION

A field trial was carried out in an apple plantation with slender spindle training system in order to evaluate the extent of spray drift emitted to the plantation surrounding to a distance of 10 m from the edge, under conditions with unfolded or folded anti-hail net (Frustar 7 × 3 mm black standard). The tree planting density was 3.2 m between rows and 0.9 m within rows, TRV was 9400 m³ and LAI 2.90. Drift measurements were carried out according to the standard protocol using the tartrazine colorant (E102, Etol Celje), sedimentation method with plastic tray collectors placed on the ground, and a photo-spectrometric determination of the amount of deposits on collectors. We used a radial Andreoli Eco Simplex 1000 sprayer with 5 + 5 air spouts operated at a fan capacity of 15,000 m³/h and with mounted standard nozzles Lechler TR80 orange. We

¹ mag., dipl. inž. agr., Pivola 10, SI-2311 Hoče

² dr., prav tam

³ dr., prav tam

tested five different systems of spraying the last 4 tree rows of the plantation. The coverage of the plantation with anti-hail net reduced spray drift at a distance of 5 m from the edge by 25% and at a distance of 10 m from the plantation edge by 45%. If the last 4 rows were sprayed only one-sided inwards and plantation was covered by net, we determined an 80% drift reduction at a distance of 10 meters from the edge of the plantation.

Key words: drift, pesticides, orchard, anti-hail net

1 UVOD

150

Pri nanašanju fitofarmaceutskih sredstev (FFS) del le teh ne zadene ciljne površine in jih zanese v okolico. Temu pojavu rečemo zanašanje (s tujko drift) in je neželen, saj delovanju FFS izpostavimo organizme in ljudi v bližini območij, ki jih tretiramo (Wencker s sod., 2008). Pri strokovnem delu moramo izvesti vse možne ukrepe, da je zanašanje najmanjše, kar je možno. Poznamo organizacijske in tehnične ukrepe. Običajni ukrepi na primer so: nanašanje v ustreznih atmosferskih razmerah, uporaba anti-driftnih šob, uporaba škropilnic z zračno podporo, uporaba reciklažnih pršilnikov in ustvarjanje robnih zaščitnih vegetacijskih pasov (Rautmann s sod., 2001). Ena od možnosti za omejevanje zanašanja v trajnih nasadih je uporaba protitočnih mrež v običajnem ali v prilagojenem sistemu vpetja na nosilno armaturo. Podatkov o stopnji zmanjšanja zanašanja FFS v nasadih sadnih rastlin, ki so prekriti s protitočno mrežo je zelo malo na voljo in zato smo izvedli preprosto raziskavo, v kateri smo nekaj teh podatkov pridobili. Ena od redkih raziskav, kjer so pridobili podatke o učinku mrež je raziskava raziskovalcev Schweizer s sod. (2014). V njihovi raziskavi so primerjali učinek anti-driftnih šob, robnega vegetacijskega pasu, pokončno postavljene mreže na robu sadovnjaka in učinek protitočne mreže. Glavne ugotovitve glede obsega zmanjšanja zanašanja na razdalji 20 m od roba nasada so bile naslednje: pogosto uporabljene injektorske anti-driftne šobe so zmanjšale zanašanje za 33 do 88 %, standardna protitočna mreža je zmanjšala zanašanje za 57 – 94 %, vegetacijski pas ob sadovnjaku za 48 – 92 % in pokončno postavljena mreža nekaj metrov od roba sadovnjaka na razdalji 20 m od roba nasada, zanašanja ni zmanjšala značilno. Pri pokončno postavljeni mreži so ugotovili, da v primeru prevelike gostote povzroči odklon zračnega toka navzgor in driftni oblak se dvigne in obseg zanešenih depozitov na večjih razdaljah se celo lahko poveča, v primerjavi z običajnim škropljenjem brez mreže. Zato so dali priporočilo, da če uporabljamo mreže, morajo le te biti nameščene tik ob koncu zadnje vrste sadovnjaka. V nekaterih državah uporabo protitočnih mrež uradno štejejo kot ukrep za zmanjšanje zanašanja in ga pridelovalci lahko uveljavljajo za zmanjšanje velikosti varovalnega pasu. Tak primer je Belgija (DGAVA, 2016). Pri njih se šteje, da uporaba nekaterih tipov pršilnikov s senzorji za analizo zelene stene sadovnjaka in nameščanje protitočne mreže za popolno omreženje sadovnjaka zmanjša zanašanje za 75 do 90 %.

Namen naše raziskave je bil preučiti interaktivni vpliv protitočne mreže in enostranskega škropljenja zadnjih vrst nasada jablan na obseg zanašanja škropilne brozge.

2 MATERIALI IN METODE

Izvedli smo praktični poljski poskus v katerem smo škropili zadnjih 5 vrst nasada jablan na različne načine, z enostranskim ali dvostranskim škropljenjem in z razprto protitočno mrežo ali brez razprte protitočne mreže (glej sliko 1). Imeli smo 5 obravnavanj (variant) škropljenja zadnjih 5 vrst nasada. Pri prvi varianti zadnje vrste nismo škropili, 2, 3 in 4 vrsto smo škropili samo navznoter in od 5 vrste naprej smo škropili obojestransko. Pri varianti 2 smo postopali enako, le da smo enostransko škropili le 2 in 3 vrsto, od 4 vrste naprej pa smo škropili obojestransko. Tako smo postopoma zmanjševali število vrst, ki smo jih škropili le v eno smer. Pri 5 varianti smo izvedli klasičen pristop, kjer se vse vrste z izjemo zadnje vrste od zunanje strani škropijo dvostransko.

2.1 Značilnosti nasada in protitočne mreže

Nasad je bil star 13 let. Sorta Jonagold je bila cepljena na podlago MM9. Medvrstna razdalja je znašala 3,2 m, razdalja v vrsti 0,9 m. Zelena stena je bila široka 1 m in visoka 3,3 m. Nosilna žica za protitočno mrežo se je nahajala na višini 3,4 m. Razdalja med najvišjim izvodom zraka pršilnika in protitočno mrežo je znašala 100 cm. Razdalja med izvodi zraka in robom zelene stene je znašala 90 cm. Zadnja vrsta jablan je bila prekrita bočno iz zunanje strani s protitočno mrežo od višine 30 cm od tal navzgor do vrha. Nasad je bil prekrit s standardno protitočno mrežo proizvajalca Frustar črne barve z velikostjo luknjic 7 x 3 mm.

151

Var 5	☉→	☉→	☉→	☉→	☉→	☉
Var 4	☉→	☉→	☉→	☉→	☉→	
Var 3	☉→	☉→	☉→	☉→	☉	
Var 2	☉→	☉→	☉→	☉	☉	
Var 1	☉→	☉→	☉	☉	☉	
6v						
	5v	4v	3v	2v	1v	

☉ - enostransko škropljenje, ☉→ - dvostransko škropljenje

Slika 1: Shematski prikaz različnih škropilnih obravnavanj (Var1 – 5).

2.2 Metoda meritev obsega zanosa škropilne brozge iz nasada

Meritve zanašanja smo izvedli po standardnem protokolu z uporabo barvnega sledilca tartrazin. Za vse preučevane načine škropljenja (variante 1 – 5) smo izvedli ločeno meritev zanašanja. Uporabili smo pršilnik Andreoli eco simplex 1000 z 5+5 izvodi zraka. Pršilnik je deloval s kapaciteto 15000 m³/h, izstopna hitrost zraka iz usmernikov zraka je bila 32 m/s, v notranjosti krošnje je padla na 22 m/s, v območju mreže je znašala 12 m/s. Na vsaki strani je imel vgrajenih 10 šob tipa Lechler TR 80 oranžna. Hektarska poraba vode je pri delovnem tlaku 12 barov in hitrosti vožnje 5,8 km/h je znašala 500 l/ha. VMD vrednost (povprečni statistični volumni premer kapljic) je znašal 110 µm. Uporabili smo barvilo tartrazin (Citronino rumeno E102, Etol Celje) v koncentraciji 1 g/l škropilne brozge. Kot kolektor barvila smo uporabili pladnje

dimenzije 30 x 40 cm, ki so bili nameščeni na tleh na različnih razdaljah od zadnje vrste jablan. Trava je bila pokošena, da ni imela vpliva na sedimentacijo zanesenih kapljic škropilne brozge.

Postopek določitve koncentracije barvila je potekal tako, damo smo pladnje takoj po škropljenju odnesli v temen prostor in jih prelili z 300 ml vode. V temnem prostoru smo jih skladiščili 24 ur in potem smo raztopino malo premešali, da se je raztopljeno barvilo dobro porazdelilo preden smo z injekcijo odvzeli vzorec za vbrizg v merilno kiveto. Raztopino smo pred vbrizgom v kiveto filtrirali skozi filter, ki odstrani delce, ki bi lahko povzročali napake pri izvajanju meritev na fotospektrometru. Pri filtriranju filter odvzeme med 0,65 in 0,75 % barvila v raztopini. Določitev koncentracije je bila izvedena s pomočjo fotospektrometra Varian Cerry 50 pri odčitavanju absorbance pri 430 nm. Iz odčitane koncentracije na aparatu in iz podatka o površni pladnja in količini nanj prelite vode smo lahko izračunali količino barvila na površinsko enoto ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$). Delež zanesene brozge smo izračunali tako, da smo izračunan depozit primerjali s teoretičnim depozitom, ki pri porabi vode 500 l/ha znaša ($500 \text{ g} / 10000 \text{ m}^2 = 0,05 \text{ g}/\text{m}^2 = 50 \mu\text{g}/\text{cm}^2$). Meritve so se izvedle v 5 točkah; v medvrstnem prostoru, pod drevesi, 2,5 m od roba, 5 m in 10 m od roba sadovnjaka. Vse meritve so bile opravljene v 5 ponovitvah. Pri vsaki meritvi se je izvedel celoten sistem vožnje, da je bilo poškopljenih zadnjih 5 vrst. V času izvajanja poskusa je bila temperatura zraka 22 °C, zračna vlaga 68 %, pihal je bočni veter z hitrostjo 1,6 do 1,9 m/s in smer je bila 70 stopinj na smer vožnje iz notranjosti nasad navzven.

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

Rezultati raziskave so predstavljeni v preglednicah 1 in 2. Podani so kot obseg zanašanja v odstotkih zanešene škropilne brozge na različnih razdaljah od roba nasada.

Obnavljanje 5 predstavlja klasičen način škropljenja. Pri zadnjem prehodu znotraj sadovnjaka škropimo dvostransko in zadnjo vrsto nasada poškopimo enostransko tudi iz zunanje strani. V preglednici 1 vidimo, da znaša zanašanje v primeru, ko nasad ni prekrit s protitočno mrežo na kratki razdalji več kot 20 % in na razdalji 10 m 3,08 %. Rezultati so skladni s podatki, ki jih nudijo različni tuji modeli za škropljenje med rastno dobro pri nizkih hitrostih bočnega vetra (Rautmann s sod., 2001). Upoštevati moramo, da smo poskus izvedli s pršilnikom z bočnimi cevni izvodi zraka in radialnim ventilatorjem. Takšni pršilniki imajo približno 20 % nižje zanašanje od klasičnih aksialnih pršilnikov s slabimi možnostmi usmerjanja zračnega toka. Pri enakem načinu škropljenja pod razprto protitočno mrežo je zanašanje na kratki razdalji 2,5 m znašalo 22,77 % in na 10 metrih 1,68 %. V povprečju (glej preglednico 2) je pri običajnem načinu škropljenja (V5) prekritost nasada s protitočno mrežo v prostoru med in pod drevesi povzročila občutno povečanje talnega depozita (enodrift), na razdalji 2,5 m se je zanašanje zmanjšalo za 16,7 % in na razdalji 10 m za 45,5 %. To kaže, da ima protitočna mreža velik potencial za zmanjševanje zanašanja škropilne brozge zunaj nasada. Kaže tudi na to, da mreža povzroči delen odboj zračnega toka navzdol in zato se povečajo depoziti na tleh, kar se tudi obravnava, kot ekološko neugoden učinek. Če uporabljamo kemične snovi z visoko topnostjo v vodi se lahko poveča onesnaževanje podtalnice. V raziskavi smo preučili tudi učinek mreže na

učinkovitost FFS za zatiranje škodljivih organizmov in na porazdelitev škroplilne brozge na drevesu. Rezultati v tem prispevku niso prikazani. Omenimo pa lahko, da uporaba mreže ni imela negativnega učinka na učinkovitost FFS. Učinkovitost v zgornjem delu krošnje se je celo nekoliko povečala, saj je povratni odboj škroplilnega oblaka od mreže povečal obseg depositov na listju zgornjega dela krošnje.

Preglednica 1: Obseg zanašanja škroplilne brozge (%) zunaj nasada jablan v odvisnosti od načina usmerjenosti škroplilne brozge, uporabe protitočne mreže in razdalje od zadnje vrste nasada.

	Razdalja glede na zadnjo vrsto nasada					
	MV	0 m	2,5 m	5 m	7,5 m	10 m
Brez mreže						
Var 5	17,98 a A	11,92 a A	27,32 a B	11,66 a B	4,59 a B	3,08 a B
Var 4	13,51 b A	10,23 ab A	24,44 ab B	11,20 a B	4,25 a B	2,99 a B
Var 3	11,88 b A	9,64 a A	22,07 b A	8,48 b B	4,19 a B	2,73 ab B
Var 2	7,71 bc A	4,32 b A	8,46 c B	5,13 c B	2,37 b B	1,66 b B
Var 1	5,61 c A	2,63 b A	3,88 d A	2,18 d B	0,75 c B	0,17 c B
Z razprto mrežo						
Var 5	35,3 a B	17,41 a B	22,77 a A	8,66 a A	2,92 a A	1,68 a A
Var 4	19,0 b B	12,6 b A	20,34 ab A	7,33 ab A	2,04 b A	1,50 a A
Var 3	15,4 b A	10,71 b A	18,13 b A	6,33 b A	2,04 b A	1,48 a A
Var 2	8,71 bc A	4,17 c A	5,4 c A	3,03 c A	1,3 b A	0,73 b A
Var 1	5,54 c A	3,29 c B	2,97 c A	0,90 d A	0,09 c A	0,04 b A
Brez mreže						
Povprečje	10,80 a	7,12 a	15,43 a	6,86 a	2,97 a	1,91 a
Z mrežo						
Povprečje	16,23 a	8,89 a	12,31 a	4,73 a	1,59 b	0,98 b

* Povprečja označena z enako črko znotraj posamezne merjene razdalje se ne razlikujejo statistično značilno glede na rezultate Tukey HSD testa ($P < 0,05$). Majhne črke služijo za primerjavo za škropljenje znotraj obravnavanj (mreža ali brez mreže), velike črke pa za primerjavo škropljena pod razprto mrežo s škropljenjem brez razprte protitočne mreže. V5 – običajen način škropljenja, V1 – trikratno enostransko škropljenje. MV – deposit na tleh med vrstami, 0 – deposit na tleh pod drevesi.

Preglednica 2: Obseg zanašanja (povečanje (+) ali zmanjšanje (-) v %), če je pri škropljenju bila razprta protitočna mreža primerjano na vrednosti izmerjene pri škropljenju, ko protitočna mreža ni bila razprta.

	MV	0 m	2,5 m	5 m	7,5 m	10 m
Var 5	+96,3 a	+46,1 d	-16,7 a	-25,7 a	-36,4 a	-45,5 a
Var 4	+40,6 b	+23,1 c	-16,8 a	-34,5 ab	-52,0 b	-49,8 a
Var 3	+29,6 c	+11,1 b	-17,9 a	-25,4 a	-51,3 b	-45,8 a
Var 2	+13,0 c	-3,5 a	-36,2 c	-40,9 b	-45,1 ab	-56,0 b
Var 1	-1,2 d	+25,1 c	-23,5 ab	-58,7 c	-88,0 c	-76,5 c
Povprečje	+50,3	+24,9	-20,2	-31,0	-46,5	-48,7

* Povprečja označena z enako črko znotraj posamezne merjene razdalje se ne razlikujejo statistično značilno glede na rezultate Tukey HSD testa ($P < 0,05$). V5 – običajen način škropljenja, V1 – trikratno enostransko škropljenje.

Če v preglednici 2 pogledamo rezultate za ostala obravnavanja lahko vidimo, da praktično vsaka dodatna vrsta, ki jo škropimo samo enostransko značilno prispeva k zmanjšanju zanašanja. Tako je zanašanje pri varianti V1 kar nekajkrat manjše, kot zanašanje pri varianti 5. Učinek vsake dodatne vrste škropljene enostransko je večji

na večji razdalji. V preglednici 1 lahko tudi vidimo, da škropljenje po sistemu variante 1 z razprostrto protitočno mrežo lahko na večjih razdaljah omogoči tudi do 76 % redukcijo zanašanja. Tako je na primer na razdalji 10 m bil obseg zanosa pri varianti 1 pri razprti protitočni mreži (0,04 %) kar za 77 krat manjši kot pri klasičnem načinu škropljenja v nasadu brez protitočne mreže (3,08 %).

4 SKLEPI

Rezultati kažejo na velik potencial uporabe protitočne mreže za zmanjševanje drifta FFS iz nasada jablan. Upoštevati moramo, da smo v našem poskusu uporabili standardne šobe z majhnimi kapljicami. Če bi na primer uporabili antidriftne šobe z dvakrat večjimi kapljicami (npr. VMD vsaj 250 µm) in bi vsaj zadnje tri vrste škropili le enostransko pod protitočno mrežo, bi v primerjavi s klasičnim škropljenjem zanašanje zmanjšali za več kot 90 %. Če pa bi tik na robu nasada razprostrli še eno dodatno pokončno protitočno mrežo, ki bi segala od tal in bi bila kak meter višja od nasada, bi po naši oceni, zanašanje na kratkih razdaljah (do 30 m), pri hitrostih bočnega vetra do 3 m/s in uporabi antidriftnih šob, lahko zanašanje zmanjšali za več kot 98,5 %.

5 ZAHVALA

Financerjem ARRS in MKGP RS se zahvaljujemo za sredstva za izvedbo projekta CRP V4-1404 z naslovom »Izboljšanje kakovosti nanosa FFS in zmanjšanje drifta z uporabo šob in naprav z zmanjšanim zanašanjem«.

6 LITERATURA

- DGAVA - Direction générale Animaux, Végétaux et Alimentation Service Produits Phytopharmaceutiques et Engrais. 2016. Protection des eaux de surface lors de l'utilisation de produits phytopharmaceutiques - Guide pratique pour les utilisateurs professionnels, 23 s.
- Rautmann, D., Streloke, M. 2001. New basic drift values in the authorization procedure for plant protection products. *Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem*, 383: 133–41.
- Schweizer, S., Kauf, P., Höhn, H., Naef, A. 2013. Reduction de la derive: essai pratique. *Recherche Agronomique Suisse*, 4 (11–12): 484–491.
- Wenneker, M., Van de Zande, J. C., 2008. Spray drift reducing effects of natural windbreaks in orchard spraying. In: *International advances in pesticide application: Robinson College, Cambridge, UK, 9-11 January 2008* (Urednik Alexander, L. S.). Association of Applied Biologists, Wellesbourne, 25–32.

DIGITALNO VREDNOTENJE NARAVNIH LASTNOSTI KROŠENJ DREVES V SADOVNJAKU

Peter BERK¹, Denis STAJNKO²

^{1,2}Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede, Pivola

IZVLEČEK

V prihodnosti bo mogoče zmanjševanje odmerkov fitofarmaceutskih sredstev, pomešanih z vodo (škropilna brozga) v predpisanih koncentracijah, v sadovnjakih samo z upoštevanjem naravnih lastnosti krošenj dreves. V praktičnem eksperimentu v sadovnjaku smo vrednotili listno površino sorte jablan ('Zlati delišes') na različnih segmentih z leve in desne strani krošenj dreves. Primerjali smo rezultate ročnih meritev in laserske merilne tehnologije (LIDAR) s pripadajočim algoritmom, s katerim smo omogočili digitalno rekonstrukcijo krošnje drevesa. Z uporabo regresijske metode smo ocenili zvezo med odvisno spremenljivko (digitalno število točk v oblaku) ter neodvisno spremenljivko (ročno izmerjena listna površina). Analiza na petih naključno izbranih krošnjah dreves v sadovnjaku je pokazala, da znaša maksimalna vrednost korelacijskega koeficienta $r = 0,906$ za levo stran ter $r = 0,862$ za desno stran krošnje.

Ključne besede: algoritem, fitofarmaceutsko sredstvo, krmiljenje, krošnja drevesa, merjenje

ABSTRACT

DIGITAL EVALUATION OF THE NATURAL CHARACTERISTICS OF TREE CANOPIES IN THE ORCHARD

In the future, the reduction of the plant protection product dosage mixed with water (spray mixture) in a prescribed concentration will be possible only by sensing the natural characteristics of the tree canopy. In practical experiment in the orchard, the leaf area of apple trees ('Golden delicious') was evaluated on different tree canopy segments. The results of manual measurements were compared with laser (LIDAR) measurements and the application of own algorithm, which enabled digital reconstruction of individual tree canopy. By using regression method the relationship between dependent variable (digital number of point clouds) and independent variable (leaf area, manually measured) were evaluated for five segments of tree canopies. The analysis on five randomly selected tree orchards in the orchard showed the maximum value of the correlation coefficient $r = 0.906$ for the left half and $r = 0.862$ for the right half of the crown.

Keywords: algorithm, plant protection product, controlling, tree canopy, measurement

¹ dr., Pivola 10, SI-2311 Hoče, e-pošta: peter.berk@um.si

² red. prof., dr., prav tam

1 UVOD

Razvoj in širitev digitalizacije na kmetijskem gospodarstvu pri organizaciji pridelave v sadjarstvu zahtevata razvoj novih sadjarskih praks, ki se nanašajo na precizni proces merjenja različnih razvojnih stadijev listne površine v sadovnjakih. Za zmanjšanje porabe količin odmerkov fitofarmaceutskih sredstev (FFS, pomešanimi z vodo, v trajnih nasadih je potrebno natančno poznavanje karakterističnih lastnosti krošnje drevesa jabolka v sadovnjakih, kar predstavlja najpomembnejši dejavnik pri izboljšanju aplikacije FFS. Najpomembnejši dejavnik predstavlja listna površina na krošnji drevesa jabolka, ki jo je mogoče izmeriti tudi ročno. Vendar je to destruktiven, dolgotrajen in drag postopek, pri katerem iz posamezne krošnje potrgamo vse liste ročno.

Opredeleitev naravnih lastnosti krošenj dreves v sadovnjaku je zelo kompleksna naloga. Zato so začele posamezne raziskovalne skupine v preteklosti uporabljati elektronske merilne sisteme za rekonstruiranje krošenj dreves, ki so delovali na principu ultrazvočnih, stereoskopskih in optičnih merilnih sistemov.

Ultrazvočni merilni sistemi delujejo s pomočjo ultrazvočnih merilnih senzorjev, sestavljenih iz komponente za sprejemanje in komponente za oddajanje ultrazvočnega signala v bližnjo okolico. Z njihovo pomočjo je omogočeno brezkontaktno merjenje razdalje, in sicer na podoben način kot z radarji, tako da lahko ovrednotimo lastnosti objektov (krošnja drevesa), (Ladd in Reichard, 1988; Giles et al., 1989; Balsari in Tamagnone, 1998; Doruchowski et al., 1998; Stajnko et al., 2012; Molto et al., 2001; Berk et al., 2016).

Stereoskopski merilni sistem deluje na osnovi fotografij, posnetih iz zraka (zračna fotogrametrija). Le-te so namenjene izdelavi natančne pozicije točk na površju Zemlje, kjer slikovne koordinate določajo lokacije točk objekta (krošnja drevesa) in jih lahko posnamemo, (Meron et al., 2003; Shimborsky, 2003). Obstaja več različnih optičnih merilnih sistemov, ki delujejo na principu optičnih merilnih senzorjev in lahko zelo natančno rekonstruirajo lastnosti krošnje drevesa. Optični merilni sistemi delujejo na osnovi svetlobe, ki se pri optičnem senzorju odbija od objekta nazaj v sprejemnik senzorja. Če objekt ni prisoten pred senzorjem, sprejemnik senzorja ne dobi svetlobe, v primeru prisotnosti objekta, pa se svetloba od objekta odbije v sprejemnik in senzor zazna objekt. Laserska merilna tehnologija, ki deluje na principu metode LIDAR za merjenje razdalje od tarče na osnovi laserskih žarkov, ponuja rešitve za širok spekter aplikacij v geodeziji, geomatiki, arheologiji, geografiji, geologiji, geomorfologiji, seizmologiji, gozdarstvu in kmetijstvu. Na osnovi laserskih merilnih sistemov zajemamo podatke o dvodimenzionalnih in tridimenzionalnih geometrijskih oblikah objektov. Za poskuse v sadovnjaku, vinogradu ali laboratoriju merilne podatke obdelujemo v realnem času, kar je velika prednost merilnega sistema, (Escolà et al., 2007; Sanz et al., 2011).

2 MATERIAL IN METODE DE LA

Raziskovalno delo je zajemalo dva glavna dela. V prvem delu smo z lasersko merilno tehnologijo LIDAR digitalno s pomočjo laserskih žarkov zajemali listno površino na

krošnji drevesa jabolka (slika 1). V drugem delu smo iz posameznih krošenj v sadovnjaku ročno potrgali liste, določili njihovo število in površino ter slednje primerjali s številom odbitih laserskih žarkov.

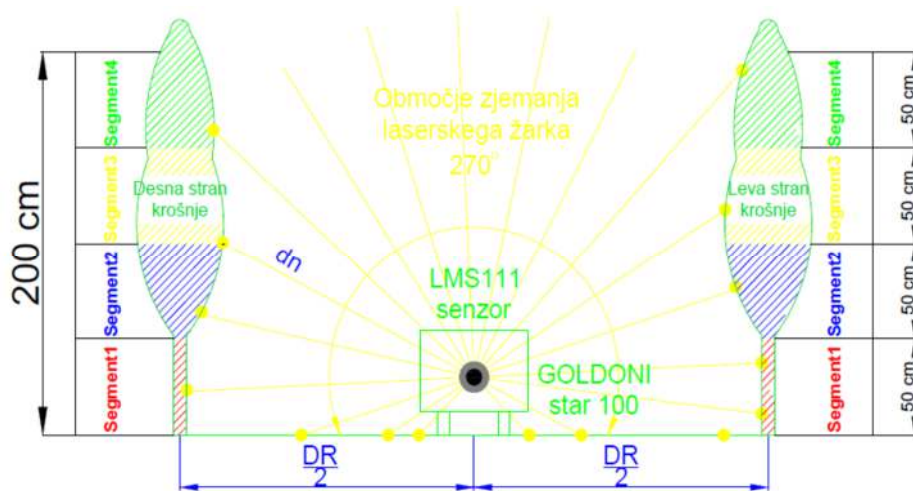
2.1 Sadovnjak

V eksperimentalne namene smo uporabili sadovnjak 'Po bloki IV' Univerze v Mariboru, Fakultete za kmetijstvo in biosistemske vede. Velikost površine sadovnjaka je znašala 41.000 m², lokacije poskusa je bila 46°30'9.01" N, 15°37'38.94" E. V intenzivnem nasadu sadovnjaka so nasajene cepljene sadike drevesa jablane na šibki podlagi M9, ki omejuje rast nadzemnega dela (žlahne sorte oziroma cepiča), zato hitro vstopijo v rodno obdobje in omogočajo manjše gojitveno obliko za doseganje optimalnega pridelka. Gojitvena oblika dreves jablan v sadovnjaku je ozko vreteno. V eksperimentu v sadovnjaku za vrednotenje listne površine smo zajeli sorto jablan 'zlati delišes' (starost 5 let), pri čemer je bila fenološka faza rasti BBCH91 po Fleckingerju (Štampar et al., 2005).

2.2 Rekonstrukcija krošnje drevesa v sadovnjaku

Za rekonstrukcijo krošnje drevesa v sadovnjaku smo ločeno izmerili velikosti listne površine leve in desne strani krošnje z lasersko merilno tehnologijo, ki smo jo namestili na traktor GOLDONI star 100. Pri premikanju traktorja med dvema vrstama v vinogradu smo v realnem času merili razdalje od sredine vrste do leve in desne strani krošnje s pomočjo odbitih laserskih žarkov. Podatke smo sproti v realnem času zapisovali na trdi disk prenosnega računalnika. Iz oblaka točk smo določili število točk posamezno za štiri individualne segmente leve in desne strani krošnje, skupaj za vsako drevo 8 segmentov. Individualne vrednosti števila točk v oblaku smo nato primerjali z dejansko listno površino, ki smo jo opredelili na osnovi ročnih meritev za vsak individualni segment posebej. Za analizo listne površine smo izbrali 5 krošenj.

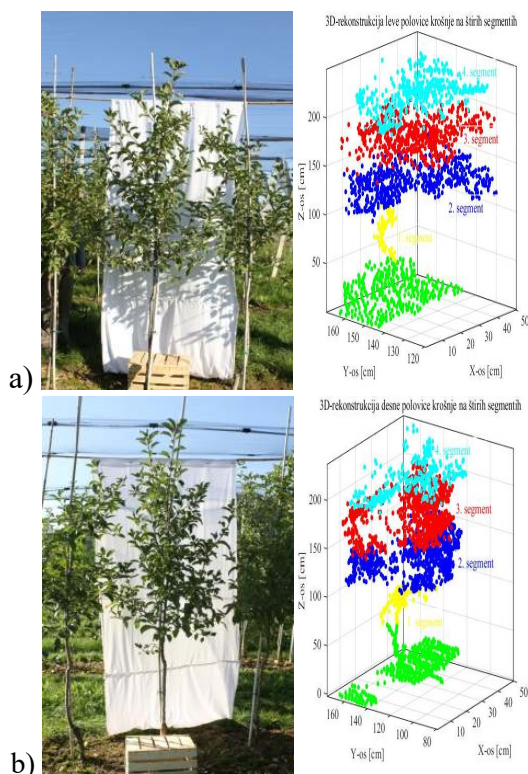
157



Slika 1: Rekonstrukcija krošnje drevesa v sadovnjaku s pomočjo laserske merilne tehnologije.

Po meritvah listne površine krošenj z lasersko merilno tehnologijo smo na istih krošnjah še ročno določili število listov in njihovo površino. Ročne meritve listne površine v poskusu so potekale tako, da smo iz vsake krošnje drevesa potrgali vse liste iz leve in desne strani krošnje drevesa jablane v širini 50 cm in višini 200 cm. Izbrani štirje bloki segmentov za levo in desno stran krošnje se ujemajo z razvrstitvijo šob, ki so po višini nameščene na pršilni armaturi pršilnika na razmaku 50 cm. Širina individualnega segmenta na krošnji drevesa je znašala 50 cm in merila v višino pa 50 cm (slika 1). Število listov in velikost listne površine smo določili za vsak individualni segment s pomočjo avtomatiziranega slikovnega sistema Optomax (Jejčič).

158



Slika 2: 3D-digitalna rekonstrukcija krošnje drevesa jablane, in sicer za levo in desno stran prve izbrane krošnje v poskusu v sadovnjaku a) leva in b) desna stran krošnje.

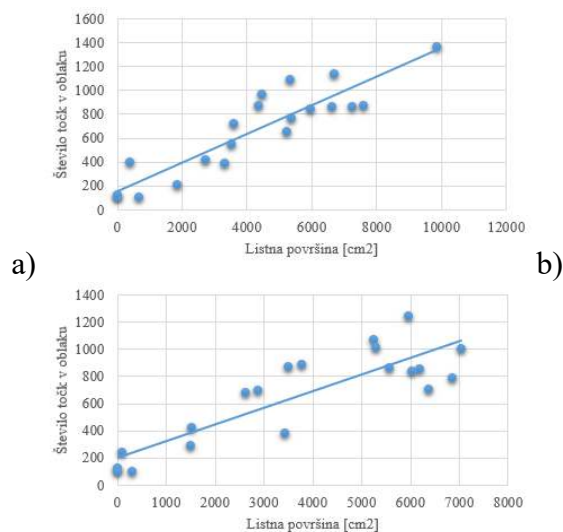
Na principu zajemanja meritev v sadovnjaku s pomočjo laserske tehnologije, pri ločljivosti kota merilnega sistema 0.5° smo omogočili natančno digitalno rekonstrukcijo naravnih oblik krošenj, ki smo jih umestili v virtualni 3D-prostor. Preko uporabniškega vmesnika, razvitega v programskem orodju NI LabVIEW 2015, smo v realnem času zajemali laserske meritve in jih shranjevali v Excelovo datoteko. Obdelavo podatkov laserskih meritev smo izvedli s pomočjo algoritma, napisanega v programskem orodju

Matlab R2015a. 3D-digitalno rekonstrukcijo leve in desne strani krošnje smo predstavili preko grafičnega uporabniškega vmesnika v obliki digitalnega števila točk v oblaku (slika 2).

Za vsak individualni segment krošnje dreves smo določili število točk v oblaku in ga primerjali z ročno izmerjeno listno površino na individualnih segmentih krošnje. Za analizo z metodo linearne regresije smo uporabili programsko orodje Excel (funkcija CORREL).

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

Na sliki 2 a, b je prikazana 3D-digitalno rekonstrukcija krošnje za levo in desno stran prvega naključno izbranega drevesa v poskusu v sadovnjaku. Na podoben način smo naredili 3D-rekonstrukcijo krošnje še za preostale štiri krošnje dreves.



Slika 3: Korealacija med številom točk v oblaku in listno površino na vseh štirih segmentih leve (a) in desne (b) strani 5-ih zajetih krošenj dreves jablan v sadovnjaku.

V raziskavi smo ugotovili, da znaša vrednost korelacijskega koeficienta za levo stran petih zajetih krošenj $r = 0,906$ in za desne strani petih zajetih krošenj v sadovnjaku $r = 0,862$. Iz vrednosti korelacijskih koeficientov lahko sklepamo, da gre v našem primeru za pozitivno visoko povezanost med dvema spremenljivkama. Iz rezultatov meritev lahko sklepamo, da je avtomatizirana merilna tehnologija LIDAR primerljiva oziroma še boljša od rešitev drugih raziskovalcev. Npr. Llorens et al., (2011) so izmerili maksimalno vrednost korelacijskega koeficienta $r = 0,409$ glede na razmerje med številom odbitih laserskih žarkov in listno površino).

4 SKLEPI

Digitalno rekonstrukcijo krošnje smo prikazali v tridimenzionalnem virtualnem prostoru programa Matlab R2015a, v katerem smo kreirali grafični uporabniški vmesnik. Z digitalno rekonstrukcijo krošnje smo omogočili izvedbo analiz naravnih lastnosti krošnje jablane, kar dokazujemo s pozitivno visoko povezanostjo med digitalnim številom oblakov točk na štirih individualnih segmentih leve in desne strani krošnje ter dejansko izmerjeno listno površino. V primeru leve strani petih zajetih krošenj v sadovnjaku smo ocenili vrednost korelacijskega koeficienta $r = 0,906$ in v primeru desne strani petih zajetih krošenj v sadovnjaku $r = 0,862$.

Brez dvoma optični merilni sistemi, ki vključujejo laserski merilni senzor za elektronsko opredelitev krošnje, zagotavljajo najbolj precizne in podrobne informacije o strukturi naravne oblike krošnje v sadovnjaku. Z ustreznim algoritmom lahko krmilimo delovanje optičnega merilnega sistema in ustvarimo 3D-virtualno okolje ob nizkih stroških namestitve merilnega sistema na traktor. Iz vseh naštetih razlogov bi morali v komercialne namene namestiti na prototipe traktorjev optične merilne sisteme; le-ti delujejo na principu laserskega merilne tehnologije, ki bodo v bližnji prihodnosti na osnovi pametnih odločitvenih modelov zagotavljali enakomernejše krmiljenje odmerkov škropilne brozge po celotni strukturi krošnje drevesa jablane v sadovnjaku. Primerjalna analiza bo v bližnji prihodnosti predstavljala močno orodje za krmiljenje odmerkov škropilne brozge v sadovnjakih in vinogradih. Informacijo v obliki ocenjene velikosti listne površine na individualni krošnji drevesa jablane v sadovnjaku bomo zajeli v pametni odločitveni model s katerim bomo lahko krmilili odmerke škropilne brozge v območju od 0 % do 100 %.

160

5 LITERATURA

- Balsari, P., Tamagnone, M. 1998. The necessity to determine the correct amount of air to use in airblast sprayer. In Proc. Intl. Conf. Agric. Eng. Aas, Norway: Norges Landbruksheogskole; NLH, Paper 98-A-075.
- Berk, P., Hočevar, M., Stajnko, D., Belšak, A. 2016. Development of alternative plant protection product application techniques in orchards, based on measurement sensing systems: A review. *Computers and Electronics in Agriculture*, 124: 273–288.
- Doruchowski, G., Jaeken, P., Holownicki, R. 1998. Target detection as a tool of selective spray application on trees and weeds in orchards. SPIE Conference on Precision Agriculture and Biological Quality, 1998: 290–301.
- Escolà, A., Camp, F., Solanelles, F., Llorens, J., Planas, S., Rosell, J. R., Gràcia, F., Gil, E., Val, L. 2007. "Variable dose rate sprayer prototype for dose adjustment in tree crops according to canopy characteristics measured with ultrasonic and laser LIDAR sensors," *Proceedings ECPA-6th European Conference on Precision Agriculture*, 2007: 563–571.
- Giles, D. K., Delwiche, M. J., Dodd, R. B. 1989. Sprayer Control by Sensing Orchard Crop Characteristics: Orchard Architecture and Spray Liquid Savings. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 43: 271–289.
- Jejčič, V., Godeša, T., Hočevar, M., Širok, B., Malneršič, A., Štrancar, A., Lešnik, M., Stajnko, D. 2011. Design and testing of an ultrasound system for targeted spraying in orchards. *Strojniški vestnik*, 57 (7/8): 587–598.
- Ladd, T. L., Reichard, D. L. 1988. Photoelectrically-operated intermittent sprayers for insecticidal control of horticultural pests. *Journal of Economic Entomology*, 73: 525–528.

- Llorens, J., Gil, E., Llop, J., Escolà, A. 2011. Ultrasonic and LIDAR Sensors for Electronic Canopy Characterization in Vineyards: Advances to Improve Pesticide Application Methods. *Sensors*, 11 (2): 2177–2194.
- Meron, M., van de Zande, J. C., van Zuydam, R. P., Heijne, B., Sharagai, M., Liberman, J., Hetzroni, A., Andersen, P. G., Shimborsky, E. 2003. "Tree shape and foliage volume map guided precision orchard sprayer – the PRECISPRAY FP5 project," v In: Precision Agriculture '03, Papers presented at the 4th European Conference on Precision Agriculture, Berlin, 2003: 411–416.
- Molto, E., Martin, B., Gutierrez A. 2001. Pesticide loss reduction by automatic adaptation of spraying on globular trees. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 78: 35–41.
- Sanz Cortiella, R., Llorens Calveras, J., Escolà, A., Arnó Satorra, J., Ribes Dasi, M., Masip Vilalta J., Camp, F., Gràcia Aguilà, F. J., Solanelles Battle, F., Planas de Martí, S., Pallejà Cabré, T., Palacín Roca, J., Gregorio López, E., Del Moral Martínez, I., Rosell, P. 2011. Innovative LIDAR 3D Dynamic Measurement System to Estimate Fruit-Tree Leaf Area. *Sensors*, 11: 5769–5791.
- Shimborsky E. 2003. Digital tree mapping and its applications. *Precision Agriculture*, 2003: 645–650.
- Stajniko, D., Berk, P., Lešnik, M., Jejčič, V., Lakota, M., Štrancar, A., Hočevnar, M., Rakun, J. 2012. Programmable ultrasonic sensing system for targeted spraying in orchards. *Sensors*, 12, 11: 15500–15519.
- Štampar, F., Lešnik, M., Veberič, R., Solar, A., Koron, D., Usenik, V., Hudina, M., Osterc, G. 2005. *Sadjarstvo*, Ljubljana, Kmečki glas: 416 str.

SEZONSKA DINAMIKA IN ČAS ZATIRANJA OLJČNEGA MOLJA (*Prays oleae* Bern.) V SLOVENSKI ISTRI

Jakob FANTINIČ¹, Milena BUČAR MIKLAVČIČ², VASILIJ VALENCIČ³, Erika BEŠTER⁴, Bojan BUTINAR⁵, Maja PODGORNIK⁶

¹⁻⁶Inštitut za oljkarstvo, Znanstveno-raziskovalno središče Koper, Koper

IZVLEČEK

Oljčni molj (*Prays oleae* Bern.) je poleg oljčne muhe (*Bactrocera oleae* Gmelin) najpomembnejši škodljivec oljk v Sredozemlju. Letno ima tri rodove. Prvi (antofagni) rod napada cvetne brste in cvetove, drugi (karpofagni) rod napada plodiče in povzroča škodo na plodovih, tretji rod (filofagni) rod pa poškoduje liste oljk. Največjo škodo naredi karpofagni rod, saj ličinke ob izhodu iz plodov lahko povzročijo njihovo intenzivno odpadanje. Najbolj razširjena sorta v Slovenski Istri – 'Istrska belica' - je zelo občutljiva na oljčnega molja, zato so lahko v nekaterih letih izgube pridelka zelo velike. Priporočila za ukrepanje proti temu škodljivcu se od države do države nekoliko razlikujejo. Z raziskavo smo želeli preučiti najustreznejši čas zatiranja oljčnega molja v Slovenski Istri glede na razpoložljiva priporočila. Preliminarni rezultati raziskave so pokazali, da je pojav oljčnega molja na cvetnih brstih, cvetovih in plodičih neodvisen od dinamike pojavljanja oljčnega molja v feromonskih vabah. Zato je za učinkovito zatiranje oljčnega molja poleg ulova v feromonskih vabah priporočljivo spremljati tudi pojavljanje oljčnega molja na sami rastlini.

Ključne besede: oljčni molj, Slovenska Istra, spremljanje, škoda, zatiranje

ABSTRACT

SEASONAL DYNAMICS AND THE TIME OF TREATMENT AGAINST THE OLIVE MOTH (*Prays oleae* Bern.) IN SLOVENIAN ISTRIA

Olive moth (*Prays oleae* Bern.) is the second most important pest of olives in the Mediterranean region, right after the olive fly (*Bactrocera oleae* Gmelin). During the year it can develop three generations on various plant organs. The first (anthophagous) generation consists of larvae that attack flower buds and flowers, the second (carpophagous) generation consists of larvae, that attack olive fruits and the third (phyllophagous) generation when the larvae feed on olive leaves. The larvae of the second generation enter the olive fruit stone and in autumn when they leave the fruit, it

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

² dipl. inž. kem., prav tam

³ dr., prav tam

⁴ dr., prav tam

⁵ dr., prav tam

⁶ dr., prav tam

can cause heavy fruit drop. The most diffused cultivar in Slovenian Istria – 'Istrska belica' is very sensitive to the attack of olive moths, causing huge losses in some years. The recommendations for controlling this pest slightly vary from country to country. With this research we wanted to address the most opportune time to spray against the olive moth in our region, based on various recommendations. Preliminary results have shown that the occurrence of the olive moth larvae on flower buds, flowers and fruits is not correlated with the population dynamics of the olive moth on pheromonal traps. For an effective pest control of the olive moth, it is necessary to monitor the presence of eggs and larvae on the plant as well as the usage of pheromonal traps.

Key words: olive moth, damage, monitoring, pest control, Slovenian Istria

1 UVOD

Med pomembnejše škodljivce oljk v Sloveniji uvrščamo oljčno muho (*Bactrocera oleae* Gmelin) in oljčnega molja (*Prays oleae* Bern.). Oljčni muhi se posveča največ pozornosti, saj velja za najpomembnejšega škodljivca. Ob zmernem napadu se lahko predvidi njeno škodo ter jo uspešno zatremo. Oljčni molj pa le občasno velja za pomembnega škodljivca, saj po podatkih kmetijske svetovalne službe, lahko v obdobju desetih letih povzroči večjo škodo od dva do trikrat (Jančar in Vesel, 2017). Pridelovalci redko ukrepajo proti omenjenemu škodljivcu in to samo na območjih, kjer se pogosteje pojavlja. Nazadnje je oljčni molj povzročil večjo škodo leta 2016, ko naj bi po ocenah povprečno izpadlo 25 % pridelka (Jančar in Vesel, 2017).

Oljčni molj ima letno tri rodove – prvi je antofagni ali cvetni rod, katere ličinke objedajo cvetne brste in cvetove ter tvorijo značilne pajčevinaste zapredke, karpofagni ali plodovni rod, ko se ličinke zagrizajo v neolesenelo koščico in povzročajo odpadanje plodov ter filofagni ali listni rod, ko ličinka z grizenjem v listu tvori rove ter v njih prezimi. Največjo škodo povzroča plodovni rod, ki lahko v določenih letih povzroči odpadanje več kot 10 % plodov. 'Istrska belica', ki je naša najbolj razširjena sorta in je še posebej občutljiva na napad tega škodljivca (Jančar, 2013).

V Sloveniji imamo registriranih več sredstev za zatiranje oljčnega molja. Ukrepa se predvsem na podlagi ulova odraslih osebkov oljčnega molja na feromonskih vabah. Prag škodljivosti, ki bi pridelovalcem povedal kdaj ukrepati, ni omenjen. Italijani in Španci priporočajo spremljanje leta oljčnega molja s feromonskimi vabami. Ob povečanem ulovu predlagajo spremljanje števila jajčec oljčnega molja na cvetnih brstih, cvetovih ali plodičih ter ob preseženem pragu škodljivosti ukrepanje z ustreznim sredstvom (Pometti, 2011; Barranco et al., 2017).

Z raziskavo smo želeli ugotoviti škodo, ki jo je povzročil oljčni molj v primerjavi z oljčno muho v letu 2018 in ovrednotiti metodo spremljanja leta oljčnega molja s feromonskimi vabami kot način za napovedovanje ukrepanj proti prej omenjenemu škodljivcu.

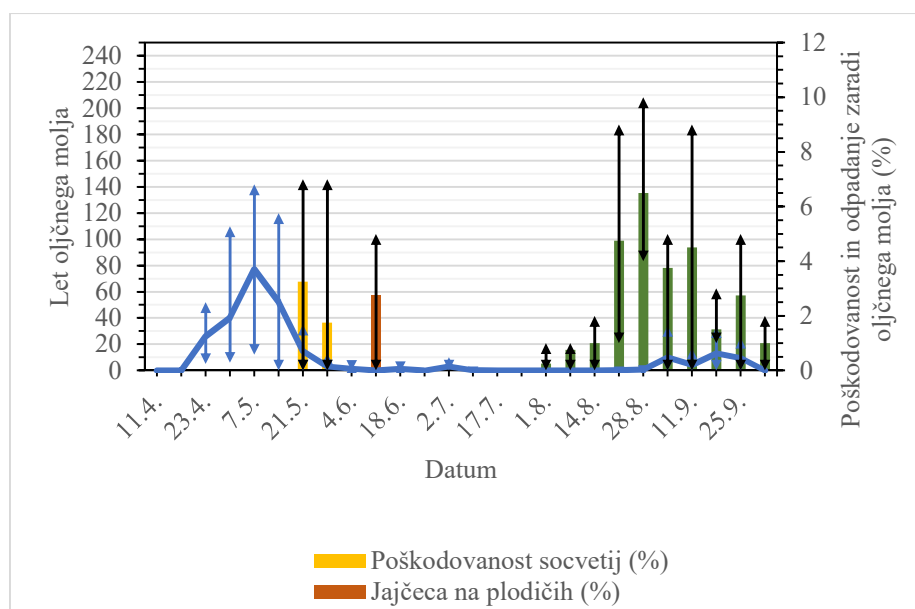
2 MATERIALI IN METODE

Na štirih lokacijah v Slovenski Istri (Mala Seva, Baredi, Bonini in Čentur) smo 16.4.2018 na južno stran krošnje oljke sorte 'Istrska belica', postavili feromonske vabe supertrack ala (Serbios srl) za spremljanje leta oljčnega molja. Vabe smo pregledovali tedensko in beležili število ujetih odraslih osebkov, feromonske kapsule pa smo menjali vsakih šest tednov. Vzorčili smo 100 socvetij (od 14.5. do 28.5.2018), da bi ocenili obseg poškodb in ličink cvetnega rodu oljčnega molja ter 100 plodičev (od 4.6. do 18.6.2018), da bi ocenili število jajčec na plodičih. Plodiče in socvetja smo pregledovali s pomočjo stereomikroskopa (Bresser). Z namenom, da bi ugotovili poškodovanost koščic zaradi oljčnega molja, smo od 16.7. do 1.10. vzorčili plodove in prerezali njihovo koščico ter jo pregledali pod stereomikroskopom. 21.9.2018 smo na istih lokacijah pod petimi drevesi sorte 'Istrska belica' postavili mreže, da bi ulovili odpadle plodove ter določili vzrok odpadanja (oljčna muha, oljčni molj ali drugi razlog). Odpadle plodove smo vzorčili dvakrat in iz vsakega vzorca na vsaki lokaciji pregledali 100 plodov (v primeru, ko je odpadlo manj kot 100 plodov smo pregledali vse plodove). Meteorološke podatke smo pridobili iz strani ARSO (ARSO, 2019) za meteorološko postajo Portorož.

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

Glede na preliminarne rezultate leta 2018 na lokacijah, kjer smo imeli nameščene feromonske vabe, oljčni molj ni povzročil večje škode.

164



Slika 1: Povprečni let in poškodbe oljčnega molja v letu 2018 z minimalnimi in maksimalnimi vrednostmi na štirih lokacijah v Slovenski Istri.

Let listnega rodu se je začel 23.4.2018 in je trajal do 4.6.2018. Največ odraslih osebkov se je v tem obdobju lovilo od 3.5. do 7.5.2018, ko je na posamezni lokaciji bilo ulovljenih do 140 odraslih osebkov. Ta rod je bil edini številčnejši v tem letu. Let antofagnega ali cvetnega rodu, ki bi po podatkih kmetijske svetovalne službe in italijanskih ter španskih priporočil moral trajati od junija pa do sredine julija (Jančar in Vesel, 2017; Pometti, 2011; Barranco et al., 2017), se je pojavil v zelo majhnem številu ali pa ga na nekaterih lokacijah sploh ni bilo. Tudi tretji – plodovni rod, katerega odrasli osebki bi morali leteti od septembra pa do novembra, je bil precej šibek. Med lokacijami je bilo veliko razlik v številu ulovljenih odraslih osebkov oljčnega molja v celotni sezoni. Največ se jih je ulovilo na lokaciji Baredi (559), nekoliko manj na Mali Sevi (328), zelo malo pa v Boninih (103) in v Čenturju (50).

3.1 Zastopanost antofagnega rodu

Odrasli osebki filofagnega ali listnega rodu letijo od aprila do maja (Jančar in Vesel, 2017) in odlagajo jajčeca na cvetne brste. Plodna samica oljčnega molja lahko v tem obdobju odloži od 100 do 300 jajčec, iz katerih se izležejo ličinke antofagnega ali cvetnega rodu, ki se najprej prehranjujejo s cvetnim prahom in kasneje z ostalimi cvetnimi deli. Poškodujejo lahko tako cvetne brste kot že odprte cvetove. Zato, da bi se ličinke lažje premikale od cveta do cveta, tvorijo pajčevinaste zapredke, ki jim služijo tudi kot zaščita med zabubljenjem (Pometti, 2011). Ena ličinka lahko poškoduje od 20 do 30 cvetnih brstov. Ukrepanje proti cvetnemu rodu je priporočljiva predvsem zato, da se zmanjša populacija naslednjih rodov. Škoda, ki jo povzročijo ličinke z objedanjem cvetov ne upravičuje ukrepanja razen v primeru, ko oljka slabo cveti in je malo cvetnega nastavka (Barranco et al., 2017).

V našem poskusu smo ličinke molja cvetnega rodu in poškodbe povezane z njimi prvič opazili 21.5.2018, zaradi delovanja cvetnega rodu oljčnega molja je bil na eni lokaciji največ 7 % poškodovanih socvetij, povprečna tedenska poškodovanost pa je znašala 2,5 %. Španci poročajo, da je prag škodljivosti cvetnega rodu presežen v primeru, ko je več kot 5 % socvetij napadenih z ličinkami oljčnega molja. Hkrati pa, ko je manj kot 10 socvetij na poganjek in manj kot 20 % fertilnih cvetov. Če je oljka dobro cvetela, lahko škodo, nastalo zaradi vpliva oljčnega molja, nadoknadi (Torres Ruiz, 2012).

3.2 Zastopanost karpofagnega rodu

Iz bub cvetnega rodu izletijo odrasli osebki in odlagajo jajčeca na plodiče oljk. Odložijo jih tik ob peclju, izlegle ličinke plodovega rodu pa se zavrtajo v neolesenele koščice, kjer se prehranjujejo z njihovim semenom. Ko opravijo svoj razvoj, zapustijo plod v bližini peclja in se zabubijo v tleh. Napadeni plodovi navadno odpadejo. Prvo odpadanje lahko opazimo že junija, a škodo je težko oceniti, ker oljka potencialno škodo nadoknadi s povečanjem mase preostalih plodov. Z odpadanjem plodičev naj bi se populacija oljčnega molja zmanjšala za od 30 do 80 %. Drugo odpadanje pa nastopi jeseni in takrat je škoda največja, saj oljka ne uspe nadoknadi odpadlih plodov

(Barranco et al., 2017). Molji plodovnega rodu, ki izletijo iz tal, odlagajo jajčeca na liste oljke.

V treh tednih opazovanj smo jajčeca na plodičih zabeležili samo 11.6., ko smo opazili največ 5 % jajčec oljčnega molja na plodičih oljke. Španci poročajo, da se proti karpofagnemu rodu ukrepa v primeru, ko opazimo jajčeca na 20 % vzorčenih plodičih (Barranco et al., 2017). Italijani pa pišejo, da naj bi se prag škodljivosti presešel v primeru, ko opazimo od 10 do 15 % plodičev z jajčeci oljčnega molja pri sortah za olje in 5 do 7 % pri namiznih sortah (Pometti, 2011).

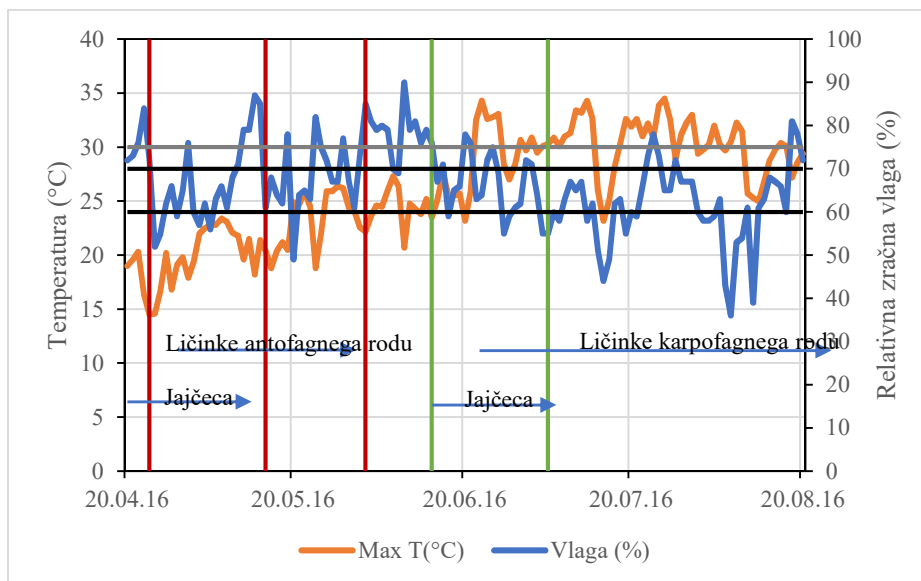
Iz jajčec na listih se razvijejo ličinke filofagnega rodu, ki se zavrtajo v list, kjer imajo pet razvojnih stopenj in naredijo poškodbe v obliki črke "C". Oljčni molj v listih prezimi v stadiju ličinke, spomladi pa izletijo odrasli osebk, ki odlagajo jajčeca na cvetnih organih. V že vzpostavljenih, starejših nasadih filofagni rod ne povzroča škode, lahko pa jo povzroči v mladih nasadih, kjer lahko z objedanjem terminalnih brstov omeji ali prepreči normalen razvoj oljk (Pometti, 2011).

Zaradi velikega števila omejujočih biotskih in abiotskih dejavnikov, ki vplivajo na aktivnost in razvoj oljčnega molja, je končno škodo, ki bi jo lahko ta škodljivec povzročil, težko napovedati. Ličinke za nemoteno izleganje potrebujejo relativno zračno vlago od 60 do 70 % in temperature pod 27 °C (Pometti, 2011). Glede razmer, ki omejujejo njihov razvoj pa se od raziskave do raziskave razlikujejo. Nekateri avtorji pravijo, da temperature nad 30°C in nizka zračna vlaga pod 60 % povzročijo izsušitev jajčec (Barranco et al., 2017; Montiel Bueno, 1981), drugi trdijo da temperature nad 30°C in relativna zračna vlaga nad 70 % ali pod 60 % povzročijo odmiranje jajčec in mladih ličink (Ricciolini, 2010; Jančar et al., 2017; Armendàriz et al., 2007), ostali pa ugotavljajo, da so zimske temperature pod 0°C usodne za ličinke oljčnega molja (Kumral et al., 2005; Armendàriz et al., 2007). Poleg abiotskih dejavnikov so v oljčnikih tudi parazitoidi, ki se prehranjujejo z ličinkami ali jajčeci oljčnega molja - *Chrysoperla carnea* Stephens, *Ageniaspis fuscicollis* Dalm., *Apanteles xanthostigmus* Hal., *Chelonus eleaphilus* Silv... (Pometti, 2011; Podgornik et al., 2013).

Primerjali smo leta 2015 (po podatkih kmetijsko svetovalne službe je bila škoda oljčnega molja nizka), 2016 (po podatkih kmetijsko svetovalne službe je bila škoda oljčnega molja največja v zadnjih 20 letih) in 2018 (oljčni molj je povzročil zelo majhno škodo podobno kot leta 2015).

Iz vremenskih podatkov za leta 2015, 2016 in 2018 lahko sklepamo, da v našem klimatu negativno vpliva na razvoj oljčnega molja hkraten pojav najvišjih dnevni temperatur nad 30°C in relativna zračna vlaga pod 60 %, v času pojava jajčec ali mladih ličink. V letu 2016, ko je bil napad zelo velik, so bile visoke temperature in nizka relativna zračna vlaga le v začetku julija, ko se je večina ličink že izlegla in nato konec julija in v začetku avgusta, ko so ličinke karpofagnega rodu že v koščici in niso več tako občutljive na abiotske dejavnike.

V letu 2015 lahko opazimo take vremenske razmere v času, ko so antofagne ličinke na cvetovih in so takrat bolj občutljive. Nato se take razmere konstantno pojavljajo od začetka julija pa do sredine avgusta, kar je lahko onemogočilo vstop ličinkam v plod. V letu 2018 so se neugodne vremenske razmere za razvoj plodovega rodu pojavile v začetku plodovega rodu ter so tako vplivale na zmanjšanje škode oljčnega molja.



167

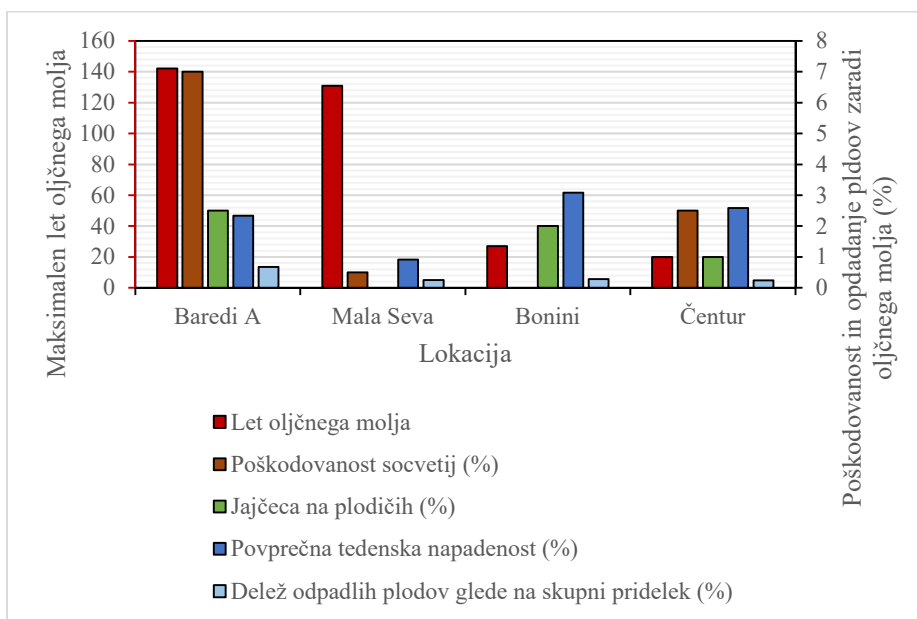
Slika 2: Maksimalna temperatura (°C) in relativna zračna vlaga (%) v obdobju od 19.4. do 16.8.2016, z označenim obdobjem pojava cvetnega rodu (rdeče navpične črte) in plodovega rodu (zeleni navpični črti). V tem obdobju se niso hkrati pojavile maksimalne temperature nad 30°C in povprečna relativna zračna vlaga pod 60 %, sledilo je množično odpadanje plodov zaradi oljčnega molja

Preliminarni rezultati odpadanja plodov in vremenskih razmer v danem letu nam pokažejo, da so visoke temperature in nizka zračna vlaga v določenem obdobju ključno vplivale na preživelost jajčec in ličink oljčnega molja. Samo visoke temperature nad 30°C ali zračna vlaga pod 60 % ali nad 70 % ne vplivata na jajčeca in ličinke, le njuno skupno delovanje lahko zmanjša populacijo oljčnega molja.

Poleg leta oljčnega molja smo v letu 2018 spremljali tudi napadenost cvetov, plodičev in plodov ter končno odpadanje plodov.

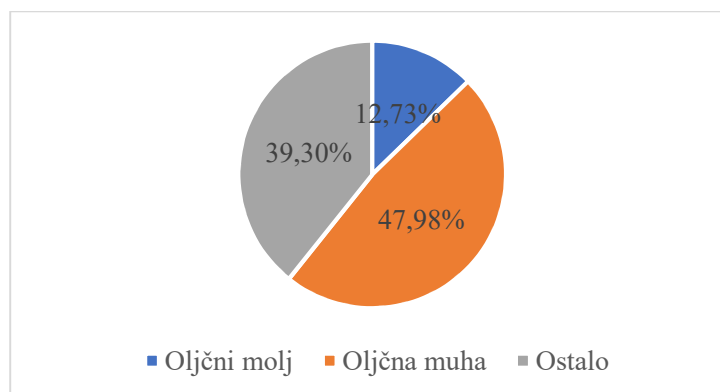
Preliminarni rezultati so pokazali, da škoda zaradi oljčnega molja v letu 2018 na nobeni od preiskovanih lokacijah ni bila večja od 1 %, kljub temu, da se je na lokaciji Baredi v enem tednu ulovilo približno enako največje število odraslih osebkov cvetnega rodu kot v letu 2016, ko je bila škoda zelo velika. Povprečna tedenska napadenost plodov ni korelirala z odpadanjem plodov. S tedenskim pregledovanjem plodov v letu 2018 ne bi mogli uspešno napovedati škode, ki bi ga molj lahko povzročil in v tem terminu nimamo sredstev za zatiranje tega škodljivca. Zatiranje cvetnega rodu je težavno, saj strokovnjaki priporočajo spremljanje poškodovanosti cvetov in spremljanje intenzivnosti cvetenja ter fertilnosti cvetov. Preliminarni rezultati spremljanja poškodovanosti cvetov niso korelirali z odpadanjem plodov. Iz preliminarnih rezultatov lahko opazimo povezavo med jajčeci na plodičih in končnim odpadanjem plodov. Največ jajčec na plodičih smo opazili na lokaciji Baredi, kjer je bilo odpadanje plodov

zaradi oljčnega molja največje, najmanj pa na Čenturju, kjer je bilo tudi odpadanje najmanjše. Lokacijo Mala Seva nismo obravnavali, saj je pridelovalec ukrepal proti antofagnemu rodu, kar je najverjetneje razlog za odsotnost jajčec plodovega rodu in zmanjšano odpadanje.



168

Slika 3: Maksimalni tedenski let oljčnega molja in poškodovanost različnih organov ter odpadanje plodov na štirih lokacijah v Slovenski Istri v letu 2018.



Slika 4: Razlog odpadanja plodov na štirih lokacijah v letu 2018.

Na sliki 4 vidimo, da je oljčna muha na štirih preučevanih lokacijah, poglaviti razlog odpadanja plodov. Najmanjši delež plodov je odpadel zaradi delovanja oljčnega molja. Ostale razloge odpadanja nismo preučevali. Slika predstavlja samo vzrok odpadanja plodov in ni v povezavi s pridelkom. Škoda, ki sta jo oljčni molj in oljčna muha povzročila v letu 2018, je bila zelo majhna.

4 ZAKLJUČKI

Na podlagi preliminarnih rezultatov za leto 2018 smo ugotovili, da je za uspešno zatiranje oljčnega molja potrebno poleg spremljanja leta preveriti delež plodičev, na katerih so jajčeca oljčnega molja. Povečan ulov oljčnega molja naj bi nam služil kot sprožilec za začetek vzorčenja plodičev, saj pogosto ob povečanem ulovu odraslih osebkov opazimo tudi povečano število jajčec in mladih ličink. Po preliminarnih rezultatih ob povečani temperaturi (nad 30 °C) in ob nizki relativni zračni vlagi (pod 60 %) v času odlaganja jajčec in pojavu mladih ličink ukrepanje ni potrebno, saj se v takšnih razmerah jajčeca izsušijo in ličinke umrejo ali ne uspejo prodreti v plodiče. Na preučevanih lokacijah je oljčna muha povzročila več škode v primerjavi z oljčnim moljem.

5 ZAHVALA

Zahvalili bi se vsem pridelovalcem, ki so nam dovolili izvajati poskus v njihovih oljčnikih. Prav tako bi se radi zahvalili Ministrstvu za izobraževanje znanost in šport ter Ministrstvu za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano za finančno podporo.

6 VIRI

- Armendáriz I., De La Iglesia L., Santiago Y., Campillo G., Alberte C., Miranda L., Juárez S., Perez-Sanz A. 2007. Ciclo del prays del olivo (*Prays oleae* Bern.) en Arribes del Duero. Boletín de sanidad vegetal. Plagas, 33: 443-455
- ARSO – meteorološki podatki 2015-2018. Ljubljana, Agencija Republike Slovenije za okolje, Urad za meteorologijo. Dostopno na: <http://meteo.arso.gov.si/>. 15.1.2019
- Barranco N., Fernandez Escobar R., Rallo L. 2017. El cultivo del olivo. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid. 994 str.
- Jančar M. 2013. Škodljivi organizmi v oljčniku. Biotska pestrost ter koristni in škodljivi organizmi v kmetijski kulturni krajini: program čezmejnega sodelovanja Slovenija-Italija 2007-2013 : čezmejna mreža za sonaravno upravljanje okolja in biotske raznovrstnosti - SIGMA 2. Koper, Univerzitetna naložba Annales: 39-44
- Jančar M., Vesel V. 2017. Oljčni molj (*Prays oleae* [Bernard]) – Pojav škodljivca in škoda v Slovenski Istri. V: Zbornik Predavanj in referatov 13. Slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin z mednarodno udeležbo, Rimske toplice, 7. in 8. marec 2017. Trdan S. (ur.). Ljubljana, Društvo za varstvo rastlin Slovenije: 132-139
- Kumral N.A. Kovanci B., Akbudak B. 2005. Pheromone trap catches of the olive moth, *Prays oleae* (Bern.) (Lep., Plutellidae) in relation to olive phenology and degree-day models. Journal of Entomology and Nematology, 129(7): 375-381
- Montiel Bueno A. 1981. Factores de regulación de las poblaciones de *Prays oleae* (Bern.). Boletín de sanidad vegetal. Plagas, 7: 133-140
- Podgornik M., Arbeiter A., Bandelj D. 2013. Koristni organizmi v oljčniku. Biotska pestrost ter koristni in škodljivi organizmi v kmetijski kulturni krajini: program čezmejnega sodelovanja

- Slovenija-Italija 2007-2013: čezmejna mreža za sonaravno upravljanje okolja in biotske raznovrstnosti - SIGMA 2. Koper, Univerzitetna naložba Annales: 45-48.
- Pometti M. 2011. Il controllo delle avversità dell'agro-ecosistema olivo. Agenzia regionale per lo sviluppo e per i servizi in agricoltura, Cosenza: 45 str.
- Ricciolini M., Rizzo M. 2010. Avversità dell'olivo e strategie di difesa in Toscana. Agenzia regionale per lo sviluppo e l'innovazione nel settore agricolo-forestale, Firenze: 310 str.
- Torres Ruiz M.J. 2012. Perspectivas del control biológico de la polilla del olivo. Vida Rural, 346: 43-45

PROGRAMI PREISKAV BAKTERIJSKEGA OŽIGA OLJK – *Xylella fastidiosa* (Wells & Raju) OD 2014 DO 2018 V REPUBLIKI SLOVENIJI

Matjaž JANČAR¹, Tanja DREO², Manca PIRC³, Erika OREŠEK⁴

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

²Nacionalni inštitut za biologijo, Ljubljana

³Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano Uprava Republike Slovenije za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin, Ljubljana

IZVLEČEK

Bakterija *Xylella fastidiosa* (Wells & Raju) je pomemben rastlinski patogen, ki v zadnjih letih predstavlja resno grožnjo za evropsko kmetijstvo in okolje. *X. fastidiosa* okužuje več kot 350 rastlinskih vrst, med katerimi so številne gojene in prosto rastoče rastline. V Evropi je bila ta bakterija prvič potrjena v jeseni 2013 v Apuliji v južni Italiji v provinci Lecce v povezavi s kompleksom hitrega propadanja oljk. V naslednjih letih so sledili večji izbruhi na različnih rastlinskih vrstah v Franciji in Španiji, posamezne okužene okrasne rastline so bile najdene v Nemčiji. Bakterija pa je bila večkrat ugotovljena tudi na rastlinah v trgovini. *X. fastidiosa* spada v Evropski uniji med karantenske škodljive organizme. Uvrščena je v prilogo I.A.II Direktive Sveta 2000/29/ES. Znotraj vrste *X. fastidiosa* so za zdaj znane štiri podvrste z različnim spektrom gostiteljskih rastlin. V skladu z izvedbenim sklepom Komisije št. 2015/789/EU se tudi v Sloveniji od leta 2014 izvaja program preiskave za ugotavljanje navzočnosti *X. fastidiosa*. Cilj programa preiskave je zgodnje odkrivanje morebitnih okužb z namenom izkoreninjenja. Program preiskave se izvaja na celotnem ozemlju Slovenije, s poudarkom na območjih z večjim tveganjem za vnos in širjenje. Od 2014 do konca 2018 je bilo izvedenih 2299 pregledov na približno 1000 ha površin, ki zajemajo oljčnike, sadovnjake, vinograde, vrtove in javne površine. Z laboratorijskimi metodami je bilo testiranih več kot 850 rastlinskih vzorcev. Petletni rezultati izvajanja programa preiskav kažejo, da na območju Slovenije *X. fastidiosa* ni prisotna. Uradni status tega škodljivega organizma pri nas je »odsoten, potrjeno s preiskavo«. Z leti se je skladno s podatki o novih najdbah večalo tudi število pregledanih vrst gostiteljskih rastlin bakterije. Nadgradili smo tudi postopke diagnostičnih preiskav, pri katerih imamo sedaj na voljo vrsto molekularnih presejalnih testov in teste za določanje podvrste *X. fastidiosa*, kar je posebnega pomena za sprejemanje morebitnih ukrepov v primeru najdbe ter tudi teste za določanje te bakterije v potencialnih žuželčjih prenašalcih. Skupaj z vizualnimi pregledi in vzorčenjem rastlin brez bolezenskih

171

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

² dr., Večna pot 111, SI-1000 Ljubljana

³ dr., prav tam

⁴ mag., Dunajska 22, SI-1000 Ljubljana

znamenj nam sodobna diagnostika omogoča zanesljivo analizo večjega števila vzorcev različnih gostiteljskih rastlin.

Ključne besede: bakterija, podatki, programi preiskav, Slovenija, *Xylella fastidiosa*

ABSTRACT

SURVEYS ON *Xylella fastidiosa* (Wells & Raju) FROM 2014 TO 2018 IN SLOVENIA

Bacterium *Xylella fastidiosa* (Wells & Raju) is an important plant pathogen and has been a serious threat to European agriculture and environment in recent years. *X. fastidiosa* can infect more than 350 different plant species which are cultivated as well as wild plants. In Europe, the presence of this bacterium was first confirmed in autumn 2013 in Apulia, in southern Italy, in the province of Lecce, causing olive quick decline. In the following years, major outbreaks of bacteria were observed in France and Spain on several plants and a minor outbreak was reported from Germany. The bacterium was also intercepted several times on plants in trade. *X. fastidiosa* is a quarantine pest in the European Union and listed in the Annex I.A.II of Council Directive 2000/29/EC. For now, four subspecies are commonly recognized and occurring more extensively on a variety of host plants. In accordance with Commission Implementing Decisions No. 2015/789/EU, as of 2014, yearly surveys have been carried out in Slovenia with the objective to early detect the potential occurrence of *X. fastidiosa* and eradicate it. The survey is carried out in the whole territory of Slovenia, with emphasis in the areas with higher risk due to Mediterranean climate. From 2014 to the end of 2018, 2299 inspections were carried out on approximately 1.200 ha of land in olive groves, fruit orchards, vineyards, gardens and urban areas and more than 850 plant samples were analyzed using a laboratory test. The five-year results of the survey show that *X. fastidiosa* is not present in the territory of Slovenia and the official status of this harmful organism is "absent, confirmed by survey". Together with the data on new findings, the number of plant species tested has increased. Over the years, we have also improved a selection of diagnostic tests, for which we now have a range of molecular screening tests, tests for determination of the subspecies of *X. fastidiosa*, which are of particular importance for the adoption of appropriate measures in case of findings, as well as tests for determining this bacterium in potential insect vectors. Together with intensive visual checks and latent sampling, modern diagnostics provide a reliable analysis of a large number of samples of different host plants.

Keywords: bacterium, data, Slovenia, surveys, *Xylella fastidiosa*

1 UVOD

Xylella fastidiosa (Wells & Raju) predstavlja v svetovnem merilu eno najpomembnejših rastlinskih bakterij, ki povzroča številne bolezni z velikim gospodarskim, okoljskim in socialnim vplivom. Njen vnos v Evropo predstavlja resno grožnjo za številne gojene in prosto rastoče rastline, zato je bakterija uvrščena na seznam karantenskih škodljivih organizmov v prilogi I.A.II Direktive Sveta

2000/29/ES, za katere so predpisani posebni ukrepi za preprečevanje vnosa v države in njihovega širjenja.

V Evropi je bila navzočnost te bakterije prvič potrjena v jeseni leta 2013 v Apuliji v južni Italiji v provinci Lecce v povezavi s kompleksom hitrega propadanja oljk. V naslednjih letih so sledili večji izbruhi na različnih rastlinah v Franciji in Španiji, posamezne okužene okrasne rastline so bile odkrite v Nemčiji. Okuženo območje v Apuliji se širi in obsega 500.000 ha, na njem je zasajenih 20 milijonov oljčnih dreves. Škoda, ki jo je tam povzročilo širjenje *Xylella fastidiosa*, je dosegla 8000 hektarjev in prizadela 770.000 oljk in znaša 1,2 milijarde EUR. Decembra 2018 je bila navzočnost *X. fastidiosa* ugotovljena tudi v Toskani, januarja 2019 pa na Portugalskem v okolici Porta.

Obstajajo vsaj štiri podvrste bakterije *Xylella fastidiosa*: *fastidiosa*, *pauca*, *multiplex* in *sandyi*. Identificirane so bile tudi druge podvrste in rekombinacije znotraj iste ali različnih podvrst. Okužujejo lahko več kot 350 rastlinskih vrst, med katerimi so številne gojene in prosto rastoče rastline. V Evropi so bile okužbe odkrite na gospodarsko pomembnih rastlinah: oljkah, mandljevcih, slivah, češnjah, vinski trti, orehu, figah, na množično razširjenih okrasnih rastlinah: mirtolistna grebenuša, oleander, sivka, rožmarin in kavovec, ter na prosto rastočih rastlinah: divji špargelj, žuka, lovor... Evropska komisija redno ažurira sezname gostiteljskih rastlin za *X. fastidiosa* na ozemlju držav, članic EU. Od decembra 2015 dalje je bilo objavljenih že 11 dopolnil seznamov, nazadnje 11. aprila 2019. Doslej je bila *X. fastidiosa* v EU ugotovljena skupno na več kot 80 rastlinskih vrstah oziroma rodovih.

Bakterija v okuženih rastlinah živi v prevodnih ceveh ksilema, od koder jo pri hranjenju posrkajo žuželčji prenašalci in jo prenašajo na zdrave rastline. Najpogosteje omenjeni prenašalci so mali škržatki (Cicadellidae) in prave slinarice (Aphrophoridae). V Evropi je potrjena prenašalka bakterije *X. fastidiosa* navadna slinarica (*Philaenus spumarius*), ki je razširjena tudi po vsej Sloveniji. Na večje razdalje se bolezen prenaša z okuženim sadilnim in razmnoževalnim materialom. S pošiljkami rastlin se lahko prenesejo tudi okuženi prenašalci.

Zaradi nevarnosti širjenja bolezni na nova območja so bili sprejeti ukrepi na ravni EU, ki jih določa izvedbeni sklep Komisije št. 2015/789/EU. Vsi ukrepi so namenjeni temu, da bi bolezen izkoreninili oziroma zadržali njeno širjenje na območjih, kjer izkoreninjenje ni več mogoče.

Slovenija za preprečevanje vnosa bakterije med drugim izvaja program preiskave, ki ga koordinira Uprava za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin.

2 MATERIAL IN METODE

Skladno z izvedbenim sklepom Komisije št. 2015/789/EU se tudi v Sloveniji od leta 2014 izvaja program preiskave za ugotavljanje navzočnosti *X. fastidiosa*. Program je večleten in se bo predvidoma izvajal še v prihodnjih letih. Cilj programa preiskave je zgodnje odkrivanje morebitnih okužb z namenom izkoreninjenja. Kazalniki za merjenje doseganja ciljev programa so: izvedeno število načrtovanih pregledov, izvedeno število načrtovanih vzorčenj in izvedeno število načrtovanih testiranj vzorcev z laboratorijskimi testi.

Program preiskave za bakterijski ožig oljk se izvaja na celotnem območju Slovenije: (i) na območju jugozahodne Slovenije, kjer na prostem uspevajo najpomembnejše gostiteljske rastline *X. fastidiosa*, kot so oljke, mirtolistna grebenuša, oleander in nekatere vrste koščičarjev; (ii) na ostalih območjih Slovenije na lokacijah tveganja za vnos in širjenje: območja rasti najpomembnejših gostiteljskih rastlin vključno z vinogradi. Glede na zastopanost in pomen oljke za slovensko kmetijstvo lahko štejemo za ogrožena območja v Sloveniji nasade oljk v Slovenski Istri, Goriških Brdih in Vipavski dolini. Na območju, zasajenim z oljkami s submediteranskimi vremenskimi razmerami, so razširjene tudi druge gostiteljske rastline, na katerih je bila ugotovljena okužba v Apuliji v Italiji in lahko predstavljajo tveganje za vnos in razširitev bakterije *X. fastidiosa* (npr. oleander, mandljevce, češnja, mirabolana). V obmorskem delu na prostem uspeva tudi mirtolistna grebenuša (*Polygala myrtifolia*), ki zaradi razširjenosti v naravi v primeru vnosa boleznin predstavlja veliko tveganje za širjenje *X. fastidiosa*, poleg tega pa tudi druge prosto rastoče ali okrasne gostiteljske rastline, ki so lahko okužene in kažejo bolezenska znamenja ali pa tudi ne. Kot rastline z večjim tveganjem za prenos so bile v EU prepoznane naslednje vrste: *Polygala myrtifolia*, *Olea europaea*, *Nerium oleander*, *Coffea*, *Lavandula dentata* in *Prunus dulcis*. Te rastline posebej obravnava tudi izvedbeni sklep št. 2015/789/EU.

Obstaja tveganje, da bi bila v Slovenijo vnesena tudi katera druga podvrsta *X. fastidiosa*, npr. *X. fastidiosa* ssp. *fastidiosa*, ki lahko okuži tudi druge gostiteljske rastline, kot je npr. trta (*Vitis*). Doslej je bila v EU *X. fastidiosa* večkrat ugotovljena tudi na rastlinah kavovca z izvorom iz Latinske Amerike. Tveganje za vnos predstavljajo rastline kavovca z izvorom predvsem iz Hondurasa in Kostarike, zato izvedbeni sklep 2015/789/EU uvoz rastlin kavovca iz teh držav prepoveduje. V EU je bilo na kavovcu odkritih več različkov *X. fastidiosa*, med drugim tudi *X. fastidiosa* ssp. *fastidiosa*, ki okužuje tudi trto (*Vitis*). Obstaja tveganje, da bi se lahko bolezen z okuženih rastlin kavovca prenesla na trto v naših razmerah.

Zaradi spreminjajočih se razmer Evropska Komisija redno posodablja informacije v zvezi s *X. fastidiosa*, ki so dostopne na internetnem naslovu:

https://ec.europa.eu/food/plant/plant_health_biosecurity/legislation/emergency_measures/xylella-fastidiosa_en.

Zdravstvene preglede in vzorčenja v okviru programu preiskav za *X. fastidiosa* na območju celotne Slovenije izvaja pet izvajalcev: območje JV Slovenije pokriva Kmetijsko gozdarski zavod Novo Mesto, območje osrednje Slovenije Kmetijski inštitut Slovenije, območje SV Slovenije Kmetijsko gozdarski zavod Maribor, območje Štajerske in Koroške Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije ter območje zahodne Slovenije Kmetijsko gozdarski zavod Nova Gorica. Pregledujejo se lokacije: oljčniki, intenzivni in ekstenzivni sadovnjaki, vinogradi, javne zasajene površine, vrtovi in njive. Največ pregledov in vzorčenj je bilo opravljenih na območju zahodne Slovenije, kjer je prisotnih največ gostiteljskih rastlin in kjer so klimatske razmere najbolj podobne tistim na ozemlju EU, kjer je potrjena prisotnost bakterije *X. fastidiosa*. Vse analize odvzetih vzorcev opravlja Nacionalni inštitut za biologijo.

Za razliko od nekaterih drugih boleznin rastlin so bolezenska znamenja okužbe s *X. fastidiosa* nespecifična. V večini primerov gre za venenje, sušenje in odmiranje delov ali celotnih rastlin. Okužene rastline so še posebej občutljive na sušne razmere in se v takšnih pogojih prej posušijo kot neokužene ali si, za razliko od neokuženih, ne opomorejo, ko so suša mine. Laboratorijska diagnostika je nujna, da ugotovimo, ali je vzrok venenja in propadanja rastlin suša ali okužba, lahko v kombinaciji s sušo. V smislu vizualnih pregledov je tako ena največjih nevarnosti, da opaženo sušenje rastlin

pripišemo suši in ga ne preverjamo. Predvsem v območjih s sredozemskim podnebjem je to velik izziv, saj pričakujemo, da se veliko gostiteljskih rastlin vsako sezono slej ko prej posuši. Smiselna izbira rastlin za vzorčenje zato zahteva stalno prisotnost preglednikov na terenu, da lahko opazijo morebitne spremenjene vzorce razvoja rastlin v kombinaciji z vremenskimi in vodnimi razmerami.

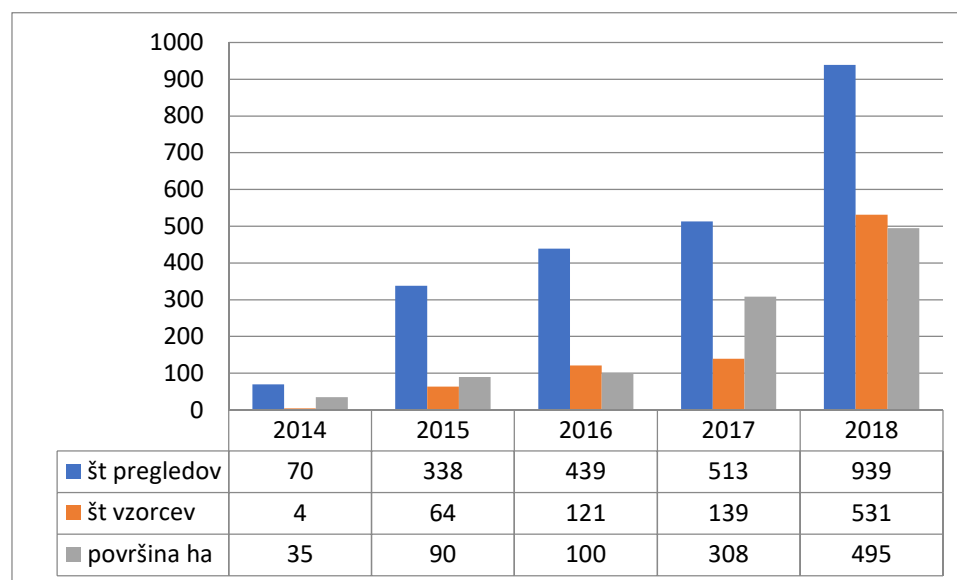
Bakterija *X. fastidiosa* je za gojenje izredno zahtevna in na umetnih gojiščih počasi raste ter pogosto propade tudi v čisti kulturi. Zaradi pomembnosti bakterije so testi, ki jih lahko uporabljamo za določanje te bakterije, določeni na nivoju Evropske Komisije (https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/plant/docs/ph_biosec_legis_emergency_com-m-db-xylella-validated-tests.pdf). Na območjih, kjer bakterija ni prisotna, se za preverjanje najpogosteje uporabljajo molekularni testi PCR v realnem času. Testi se rahlo razlikujejo po specifičnosti in občutljivosti.

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

Od 2014 do konca 2018 je bilo izvedenih 2299 pregledov na približno 1028 ha površin, ki zajemajo oljčnike, sadovnjake, vinograde, vrtove in javne površine. Z laboratorijskimi metodami je bilo testiranih kot 859 rastlinskih vzorcev (Preglednica 1). Petletni rezultati izvajanja programa preiskave kažejo, da na območju Slovenije *X. fastidiosa* ni prisotna.

175

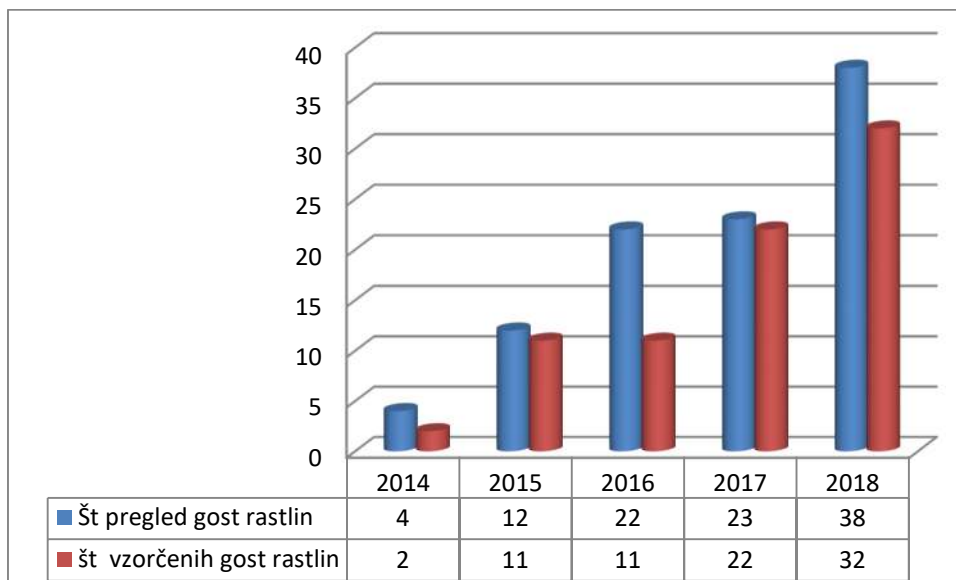
Preglednica 1: Število pregledov, odvzetih in analiziranih vzorcev, ter pregledane površine po letih



V 2015 je bilo odvzetih in pregledanih tudi 5 žuželčjih vzorcev potrjene prenašalke bakterije *X. fastidiosa* navadne slinarice (*Philaenus spumarius*). Vsako naslednje leto

je število pregledov, pregledanih površin ter odvzetih in analiziranih vzorcev naraščalo, kar je zahtevalo optimizacije in spremenjene pristope izvajanja vizualnih pregledov in laboratorijskega testiranja. Največji preskok glede pregledov in vzorčenj je nastal v letu 2018, ko se je število pregledov podvojilo, število vzorcev pa kar početrilo (preglednica 1).

Preglednica 2: Število pregledanih in vzorčenih gostiteljskih rastlin različnih vrst po letih.



176

Skladno z novimi dognanji in dopolnitvami seznamov gostiteljskih rastlin se je z leti večalo tudi število pregledov, vzorčenih in analiziranih različnih gostiteljskih rastlin. V letu 2018 smo tako pregledali 38 in vzorčili 32 različnih rastlinskih vrst. Po posodobitvi seznama Evropske komisije z dne 19.09.2019 je bilo na ozemlju EU prisotnih 76 različnih gostiteljskih rastlin štirih podvrst bakterije *X. fastidiosa*. Od teh je 60 rastočih na ozemlju Republike Slovenije, večina na območju zahodne Slovenije.

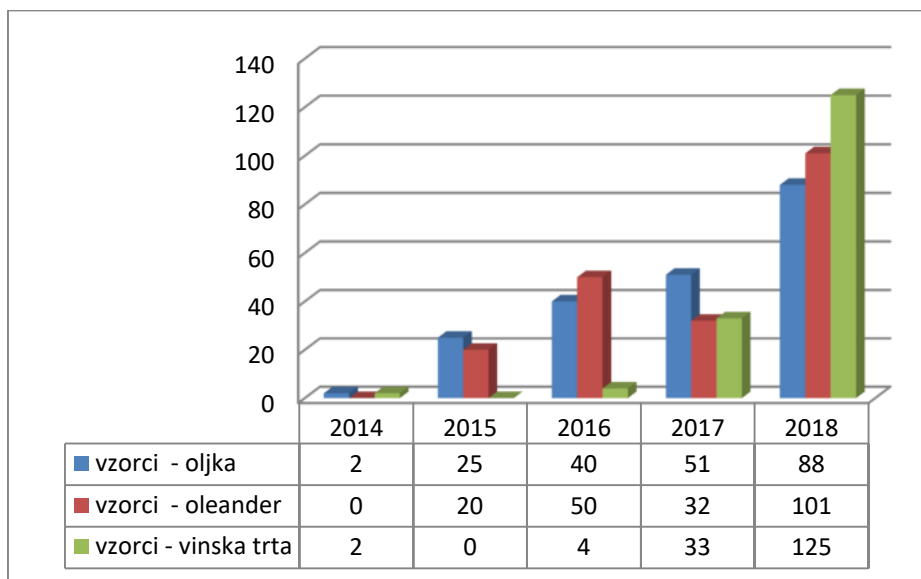
Preglednica 3: Število odvzetih vzorcev različnih rastlinskih vrst v programu preiskav za *X. fastidiosa* v letu 2018.

Rastlinska vrsta	Vzorec na sum	Vzorec latentno	Vzorci skupaj
<i>Vitis vinifera</i>	123	2	125
<i>Nerium oleander</i>	97	4	101
<i>Olea europaea</i>	82	6	88

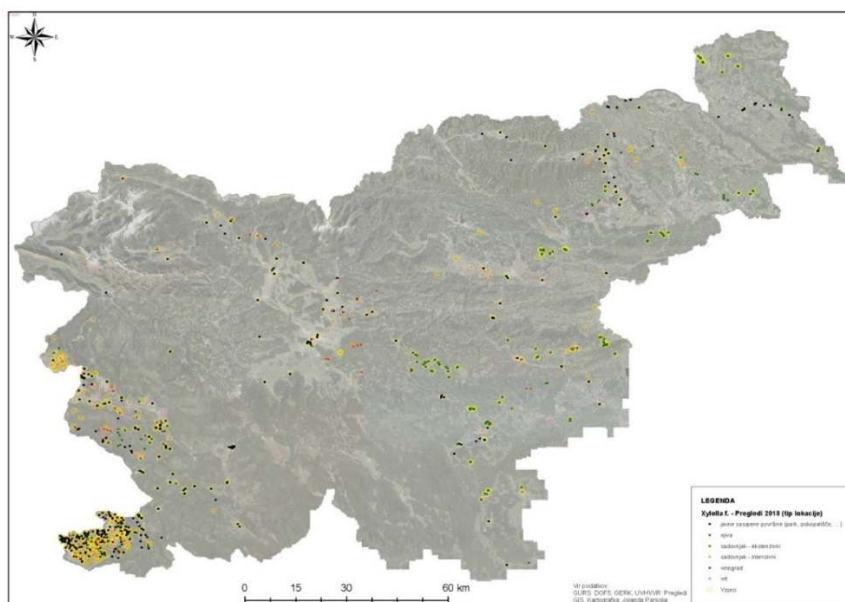
<i>Prunus avium</i>	27		27
<i>Lavandula angustifolia</i>	25	3	28
<i>Acer</i>	18		18
<i>Rosmarinus officinalis</i>	17	2	19
<i>Juglans regia</i>	15		15
<i>Prunus domestica</i>	15		15
<i>Rosa</i>	12		12
<i>Prunus laurocerasus</i>	11		11
<i>Laurus nobilis</i>	9		9
<i>Rosa canina</i>	8		8
<i>Spartium junceum</i>	8	1	9
<i>Acer pseudoplatanus</i>	7		7
<i>Ficus carica</i>	7	1	8
<i>Prunus dulcis</i>	5	1	6
<i>Vinca</i>	5		5
<i>Rosa x floribunda</i>	3		3
<i>Prunus</i>	2		2
<i>Prunus cerasifera</i>	2		2
<i>Prunus persica</i>	2		2
<i>Rosa multiflora</i>	2		2
<i>Asparagus acutifolius</i>	1		1
<i>Coffea sp.</i>	1		1
<i>Ginkgo biloba</i>	1		1
<i>Hebe</i>	1		1
<i>Helichrysum italicum</i>	1		1
<i>Liquidambar</i>	1		1
<i>Quercus</i>	1		1
<i>Rosa damascena</i>	1		1
<i>Vitis</i>	1		1
Rastlinske vrste skupaj	511	20	531

Največ vzorcev je bilo odvzetih in analiziranih na vinski trti, oleandru in oljki. Večinoma so bili odvzeti vzorci na sum (511) in skupno le 20 vzorcev na morebitne latentne okužbe.

Preglednica 4: Število najpogosteje pregledanih in vzorčenih rastlin po letih.



178



Slika 1: Opravljeni pregledi v programu preiskav *X. fastidiosa* na ozemlju Slovenije po tipih lokacij v letu 2018 (vir: Uprava Republike Slovenije za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin).

Na sliki 1 je razvidno, da se pregledi in vzorčenja izvajajo na celotnem ozemlju Slovenije. Največja pogostnost pregledov je bila opravljena v zahodni Sloveniji na območju KGZS Zavod GO.

Na Nacionalnem inštitutu za biologijo po izolaciji DNA iz vzorcev rastlin le-to analiziramo z dvema testoma PCR v realnem času, ki smo ju prilagodili iz Schaad in sod. (2002) in Francis in sod. (2006). Na ta način zagotavljamo zaznavanje različnih podvrst in izolatov *X. fastidiosa*. V letu 2018 smo poleg teh dveh testov uvedli tudi test PCR v realnem času modificiran po Harper in sod. (2010, erratum 2013), ki je eden najpogosteje uporabljenih testov PCR v realnem času za določanje *X. fastidiosa* v Evropi. V letu 2018 smo po obsežnih validacijah vse tri presejalne teste, ki omogočajo zanesljivo zaznavo *X. fastidiosa* v različnih gostiteljskih rastlinah, umestili na seznam akreditiranih metod (ISO 17025).

Zanesljivo testiranje s presejalnimi testi potrjujemo z rednim spremljanjem učinkovitosti testov z uporabo dodatnih kontrolnih vzorcev. Na ta način smo ugotovili, da so med najbolj zahtevnimi vzorci z vidika prisotnosti inhibitornih snovi oljke in začimbnice npr. rožmarin in sivka. Kljub temu naš pristop testiranja omogoča zaznavo izredno nizkih koncentracij bakterije tudi v teh vzorcih. Tekom let smo naše postopke preverjali in potrdili njihovo ustreznost tudi z analizo naravno okuženega materiala oljk in oleandrov iz Italije.

Uvedli smo tudi teste za določanje podvrste *X. fastidiosa*, kar je posebnega pomena za sprejemanje morebitnih ukrepov v primeru najdbe in tudi teste za določanje te bakterije v potencialnih žuželčjih prenašalcih. Skupaj s preostalimi testi npr. testom indirektno imunofluorescence in izolacije bakterij na gojiščih, nam vsi ti testi omogočajo zanesljivo testiranje rastlin in žuželk na prisotnost bakterije *X. fastidiosa*.

4 SKLEPI

Status škodljivega organizma *X. fastidiosa* v Sloveniji je „odsoten, potrjeno s preiskavo“. Program presikave, na osnovi katerega smo prišli do tega zaključka, poteka v koordinaciji Uprave za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin. V programu sodelujejo pregledniki Službe za varstvo rastlin, medtem ko laboratorijsko diagnostiko izvaja Nacionalni inštitut za biologijo. Program presikave je leta 2018 potekal peto leto in je tako kot prejšnja leta vključeval vizualne preglede, odvzem vzorcev in laboratorijsko testiranje vzorcev.

Z opazovanimi lokacijami smo dobro pokrili območja pridelave oljk in drugih gostiteljskih rastlin v Sloveniji. Imamo dovršene presejalne diagnostične teste, katere je Nacionalni inštitut za biologijo v letu 2018 tudi akreditiral v skladu s standardom ISO 17025. Z rednimi optimizacijami smo tekom let povečali tako vizualne preglede kot število laboratorijskih testov.

Program presikave za ugotavljanje navzočnosti *X. fastidiosa* se bo nadaljeval tudi v prihodnjih letih. V letu 2019 se bo program izvajal v podobnem obsegu kot v 2018.

Potem, ko se je pokazalo, da izkoreninjenje bakterije v okuženih območjih južne Italije ni mogoče, je še posebej pomembno, da smo še naprej pozorni na morebitni pojav te bolezni pri nas. Le hitra zaznava najbolj zgodnjih okužb, ko še ne prihaja do

učinkovitega prenosa okužb med rastlinami z žuželčjimi prenašalci, lahko omogoči izkoreninjenje.

Budno spremljanja morebitnega pojavljanja bolezni pri nas bomo še naprej dopolnjevali s spremljanjem in uvajanjem novih spoznanj in tehnologij

5 ZAHVALA

Zahvaljujemo se vsem preglednikom, ki sodelujejo v programu preiskav. Laboratorijske analize določanja *X. fastidiosa* na Nacionalnem inštitutu za biologijo potekajo v okviru letnih Stokovnih nalog s področja varstva rastlin, ki jih financira Uprava za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin. Za pripravo kart za pomoč pri opravljanju pregledov v programu preiskav za 2018 se zahvaljujemo Jolandi Persolja – Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije. Nekatere optimizacije laboratorijskih testov so bile izvedene v okviru Projekta CRP, Sinergija znanj – Razvoj metod in postopkov za hitro odkrivanje in obvladovanje bolezni, ki jih povzroča *Xylella fastidiosa* in njenih prenašalcev (XylVec, V4-1603) financirata Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije in Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano.

6 LITERATURA

- Francis, M., Lin, H., Rosa, J.C.-L., Doddapaneni, H., Civerolo, E.L., 2006. Genome-based PCR Primers for Specific and Sensitive Detection and Quantification of *Xylella fastidiosa*. *European Journal of Plant Pathology* 115, 203–213. doi:10.1007/s10658-006-9009-4.
- Harper, S.J., Ward, L.I., Clover, G.R.G., 2010. Development of LAMP and real-time PCR methods for the rapid detection of *Xylella fastidiosa* for quarantine and field applications. *Phytopathology* 100, 1282–1288. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-06-10-0168>.
- Schaad, N.W., Opgenorth, D., Gauth, P., 2002. Real-Time Polymerase Chain Reaction for One-Hour On-Site Diagnosis of Pierce's Disease of Grape in Early Season Asymptomatic Vines. *Phytopathology* 92, 721–728. doi:10.1094/PHYTO.2002.92.7.721.
- Poročilo o programih preiskav škodljivih organizmov rastlin za leto 2017. 2018. Letno poročilo št. U3430-1/2017. Ljubljana, Uprava Republike Slovenije za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin. 94 str.
- Poročilo o programih preiskav škodljivih organizmov rastlin za leto 2016. 2017. Letno poročilo št. U3430-1/2016. Ljubljana, Uprava Republike Slovenije za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin. 100 str.
- Poročilo o programih preiskav škodljivih organizmov rastlin za leto 2015. 2017. Letno poročilo št. U3430-15/2015-8. Ljubljana, Uprava Republike Slovenije za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin. 42 str.
- Program preiskav za ugotavljanje navzočnosti škodljivih organizmov rastlin – leto 2019. Ljubljana, Uprava Republike Slovenije za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin. 186-201 str.

MODRA OVSOVA PRŠICA (*Penthaleus major* Dugés, 1834) – PRVE POŠKODBE NA VRTNINAH

Marko DEVETAK¹, Ivan ŽEŽLINA², Mojca ROT³, Branko CARLEVARIS⁴, Jan
ŽEŽLINA⁵

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

IZVLEČEK

Leta 2018 smo v bližini Renč našli večje število imagov modre ovsove pršice (*Penthaleus major* Dugés, 1834). Prizadeta sta bila posevka peteršilja (*Petroselinum crispum* Mill.) in motovilca (*Valerianella olitoria* L.), gojena v zavarovanem prostoru. Gre za škodljivo tujerodno vrsto iz družine Penthaleidae, ki v Sloveniji do sedaj še ni bila ugotovljena. Med pomembe gostitelje pršice poleg motovilca in solate spadajo tudi žita, kot so oves, ječmen in pšenica. Po navedbah tujih avtorjev škodljivi organizem prizadene še poljščine in vrtnine, gojene tako na prostem kot v zavarovanih prostorih. Za razliko od drugih fitofagnih pršic, ki se v Evropi povečini pojavljajo v pomladanskem in poletnem obdobju, se odrasli osebkovi modre ovsove pršice razvijajo od jeseni pa do konca pomladi. Poleti vrsta preide v diapavzo. V zavarovanem prostoru v bližini Renč je modra ovsova pršica povzročila škodo na manjšem posevku motovilca in peteršilja. Najbolj prizadeti so bili zunanji listi rastlin, ki so se postopoma razbarvali in dobili srebrnosiv izgled. Pridelek je bil neprimeren za uporabo. Na ostalih zemljiščih, s katerimi razpolaga vrtnarija, modre ovsove pršice nismo našli. Da bi škodljivca omejil in preprečil dodatno izgubo pridelka, se je zelenjadar odločil za mehansko uničenje posevka. Po omenjenem ukrepu predvidenega drugega rodu pršice, ki naj bi se pojavil v jeseni, nismo zasledili.

Ključne besede: modra ovsova pršica, *Penthaleus major* Dugés, tujerodna vrsta, poškodbe na vrtninah, pridelava v zavarovanem prostoru

ABSTRACT

BLUE OAT MITE OR WINTER GRAIN MITE (*Penthaleus major* Dugés, 1834) – FIRST INJURIES ON VEGETABLES

In the year 2018 we have found a large number of adults of the blue oat mite or winter grain mite (*Penthaleus major* Dugés, 1834) near the town of Renče. The affected crops were corn salad (*Valerianella olitoria* L.) and parsley (*Petroselinum crispum* Mill.) both

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

² dr., prav tam

³ univ. dipl. inž. agr., prav tam

⁴ univ. dipl. inž. agr., prav tam

⁵ mag. inž. hort., prav tam

cultivated indoors. The mentioned pest belongs to the *Penthaleidae* family and was not yet recorded in Slovenia. Among the important pest hosts there are corn salad and lettuce and some grain crop such oat, barley and wheat. According to foreign authors the pest affects several field crops and vegetables grown indoor and outdoor. In contrast with other phytophagous mites in Europe which predominantly appear as adults in spring and summer, the adults of the blue oat mite appear from autumn to the end of spring. During summer the pest species is in diapause. In the greenhouse near to the town of Renče the blue oat mite made some damage on corn salad and parsley crops. The most damaged were the outer leaves which tend to be chlorotic and at the end became silver-grey. Because of the damage the yield was not marketable. However, we did not find any blue oat mite population on other facility cultivation areas. In order to limit the pest and prevent additional crop loss the producer decided for mechanical destruction of the affected crop. Since this measure was taken, we did not find any adults of the second generation that were suspected to emerge in autumn.

Key words: blue oat mite or winter grain mite, *Penthaleus major* Dugés, alien species, vegetable crop damage, greenhouse vegetable production

1 UVOD

Pršice predstavljajo pomembno skupino škodljivih organizmov pri pridelavi vrtnin na prostem in v zavarovanih prostorih. Zlasti pri gojenju plodovk v zavarovanih prostorih na Goriškem in v slovenski Istri redno opažamo predvsem dve vrsti, in sicer navadno pršico (*Tetranychus urticae* Koch) in paradižnikovo rjasto pršico (*Aculops lycopersici* Tryon). Slednja se v zadnjih letih na Primorskem pogosto pojavlja tudi pri pridelavi paradižnika na prostem. Za razliko od prej omenjenih vrst, ki povzročata škodo v poletnih mesecih, smo v začetku marca 2018 v zavarovanem prostoru v bližini kraja Renče opazili večji pojav tujerodne vrste *Penthaleus major* (Dugés), katera do sedaj v Sloveniji še ni bila opisana.

1.1 Opis in bionomija vrste

Modra ovsova pršica (*Penthaleus major* Dugés) je tujerodna vrsta, ki spada v družino rdečenogih zemeljskih pršic (Penthaleidae). Odrasla pršica meri v dolžino približno milimeter (Bailey, 2007), medtem ko je jajčece dolgo zgolj 0,25 mm (<https://vtechworks.lib.vt.edu/bitstream/handle/10919/50389/444037.pdf?sequence=1&isAllowed=y>, 11.7.2019). Kot vsi predstavniki iz družine Penthaleidae se tudi modra ovsova pršica razmnožuje partenogenetsko (Umina in sod., 2004). Telo samic je sprva blede zelene barve, nato potemniyo, noge pa so rdeče oranžno obarvane. Za vse gibljive razvojne stadije modre ovsove pršice je značilno, da se analna odprtina nahaja na dorzalni strani telesa.

Za razliko od ostalih fitofagnih pršic, ki povzročajo škodo na pridelku v poletnih mesecih in razvijajo več rodov letno, ima tujerodna vrsta na leto le dva rodova. Poleg tega se predstavniki vrste na rastlinah prehranjuje le v hladnejšem delu leta. Ker so za modro ovsovo pršico temperature v poletnih mesecih neugodne, to obdobje preide v

diapavzo v stadiju jajčeca. Odrasli osebki prvega rodu se pojavijo v septembru in oktobru, populacija pa doseže vrh med decembrom in januarjem (Laffi in Ponti, 1997). Samice prvega rodu odlagajo jajčeca posamično ali v skupke v tla ali na spodnje liste gostiteljskih rastlin.

Jajčeca so ledvičaste oblike in rdeče oranžno obarvana. Prelarva se iz jajčeca razvije pri temperaturah, ki se gibljejo med 7 in 13 °C. Pomemben vpliv na razvoj slednje ima tudi vlažnost na pridelovalnem zemljišču. Laffi in Ponti (1997) omenjata, da v primeru previsoke vlažnosti tal jajčece nabrekne in povzroči propad prelarve. Zaradi omenjene lastnosti se vrsta ne pojavlja v težkih tleh, ki bolje zadržujejo vodo. Sledi pojav ličinke, katera ima tri pare nog in meri v dolžino do 300 µm (da Silva Pereira in sod., 2017). Larva je sprva rožnato-oranžna in se kasneje obarva rjavozeleno. Nato sledi razvoj v protonimfo in deutonimfo, ki ima svetlo zeleno telo, glava in noge pa so rdeče obarvani. Drugi rod pršice se razvije zgodaj spomladi, populacija pa doseže vrh v aprilu.

1.2 Gostiteljske rastline in škoda

Modra ovsova pršica (*Penthaleus major* Dugés) je polifagna vrsta, ki je v svetu bolj znana kot škodljivec ozimin (Chada, 1956 cit. po Hallas in Gudleifsson, 2004). Razen Antarktike je vrsta zastopana na vseh ostalih celinah. V Evropi so škodljivca potrdili že v Španiji, Franciji, Nemčiji, Italiji, Portugalski ter na Madžarskem (Kontschán in sod., 2018) in na Norveškem. Spremljali so jo tudi na Islandiji in Grenlandiji (da Silva Pereira in sod., 2017). Kot je razvidno iz prispevka da Silva Pereira in sod. (2017) pršica povzroča največ škode v Avstraliji, in sicer na ovsu (*Avena* spp.) in pašnikih ter občasno še na pšenici (*Triticum aestivum*), ječmenu (*Hordeum vulgare*), grahu (*Pisum* spp.), leči (*Lens culinaris*) in lucerni (*Medicago sativa*) (Robinson in Hoffmann, 2001). Italijanska raziskovalca Laffi in Ponti (1997) pa poročata o škodi pršice na pšenici in solati, pridelani v zavarovanem prostoru.

Ustni aparat modre ovsove pršice je prilagojen bodenju in sesanju nadzemnih rastlinskih delov. Prizadeti listi se razbarvajo in postopoma dobijo srebrnkast videz. Huje prizadete rastline lahko zaradi poškodovane povrhnjice listov tudi propadejo.

2 POJAV MODRE OVSOVE PRŠICE NA GORIŠKEM IN NJENO ZATIRANJE

V marcu 2018 smo v bližini kraja Renče v rastlinjaku, kjer so pridelovali motovilec (*Valerianella olitoria*) in peteršilj (*Petroselinum hortense*), zaznali povečan napad drugega rodu modre ovsove pršice. Najbolj prizadeta je bila povrhnjica spodnjih listov rastlin. Poleg gojenih rastlin smo poškodbe opazili tudi na nekaterih plevelih, ki so bili v rastlinjaku. Najbolj prizadet je bil predvsem navadni regrat (*Taraxacum officinale*). Listi omenjenih rastlin so imeli srebrnkast izgled, listni robovi pa so rjaveli. Opazili smo, da se pršice intenzivneje prehranjujejo v zgodnjih in večernih urah. Čez dan pa se večinoma zadržujejo na spodnji strani listov ali na tleh ob rastlini. V primeru padavin ali oblačnega vremena pa se lahko tekom celotnega dne pojavljajo na zgornjih straneh listov.

Glede na to, da je bil pojav pršice omejen na samo en objekt, poleg tega je bilo posevka razmeroma malo, smo predlagali uničenje pridelka s sežigom. Ker je razvojni krog škodljivca odvisen tudi od teksture tal, v vlažnih in težjih tleh je razvoj prelarve oviran, smo predlagali še globoko obdelavo tal. Poleg omenjenih ukrepov smo pridelovalcu priporočali še nadaljnje izvajanje širokega kolobarja. Po izvedenih ukrepih pričakovanega prvega rodu modre ovsove pršice, ki bi se moral pojaviti v jeseni, nismo opazili.

184



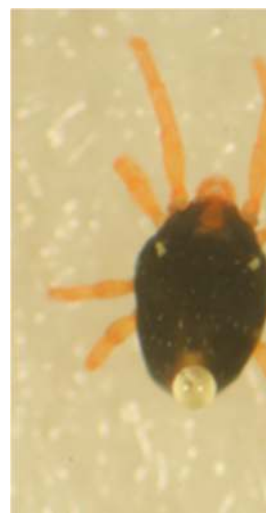
Slika 1 in 2: Modra ovsova pršica (*Penthaleus major* Dugés) in poškodbe na peteršilju (*Petroselinum hortense*).



Slika 3: Poškodbe na motovilcu (*Valerianella olitoria*).



Slika 4: Poškodovan list navadnega regrata (*Taraxacum officinale*).



Slika 5: Modra ovsova pršica (*Penthaleus major* Dugés)

3 SKLEPI

Glede na pojav modre ovsove pršice (*Penthaleus major* Dugés) na Goriškem sumimo, da je bil škodljivec v zavarovan prostor nenamerno zanesen s sadikami in se je pozneje zaradi ugodnih razmer, med drugim tudi zaradi ozkega kolobarja, prekomerno namnožil. Dodatno težavo je predstavljalo tudi dejstvo, da za zatiranje omenjenega škodljivca nimamo registriranih akaricidov. Kljub izbruhu organizma, je pridelovalec s pomočjo različnih agrotehničnih ukrepov uspešno omejil populacijo pršice in uspel preprečiti dodatno škodo na vrtninah. Izkušnja, povezana s pojavom modre ovsove pršice, je še enkrat pokazala pomembnost izvajanja agrotehničnih ukrepov in njihovo vlogo v sklopu integriranega varstva rastlin.

4 VIRI

- Bailey, P., T., 2007. Pests of field crops nad pastures: Identification and control. Csiro Publishing: 11-12
- Chada, H., L., 1956. Biology of the winter grain mite and its control in small grains. Journal of Economic Entomology 49: 515-520
- Da Silva, Pereira, P., R., V., Navia, D., Lampert, S., Savaris, M., 2017. First record of *Penthaleus major* (Acari: Penthaleidae) in Brazil. Proceedings Entomological Society of Washington 119 (1): 157-161
- Hallas, T., E., Gudleifsson, B., E., 2004. Life cycles of *Penthaleus major* (Dugés) (Acari, Prostigmata) in hayfields in northern Iceland. Icelandic Agricultural Sciences, 16-17: 39-44
- Herbert, A., Malone, S., 2009. Winter Grain Mite Potential Pest of Small Grains and Orchardgrass. (<https://techworks.lib.vt.edu/bitstream/handle/10919/50389/444037.pdf?sequence=1&isAllowed=y>, 11.7.2019)
- Jenő, K., Réka, A., Krisztián, A., Viktor, K., István, T., 2018 A *Penthaleus* cf. *Major* (Dugès, 1837) első szabadföldi előfordulásai hazánkban (Acari: Penthaleidae) – The first Hungarian records of the field populations of the pest mite *Penthaleus* cf. *major* (Duges, 1837) (Acari: Penthaleidae). NÖVÉNYVÉDELEM, 79 (54): 8: 333-336
- Laffi, F., Ponti, I., 1997. Acari dannosi alle piante. Edizioni L'Informatore agrario S.r.l. 118 str.
- Robinson, M., R., Hoffmann, A., A., 2001. The pest status and distribution of three cryptic blue oat mite species (*Penthaleus* spp.) and redlegged earth mite (*Halotydeus destructor*) in southeastern Australia. Experimental & Applied Acarology 25: 699-716
- Umina, P., A., Hoffmann, A., A., Weeks, A., R., 2004. Biology, ecology and control of the *Penthaleus* species complex (Acari: Penthaleidae). Experimental & Applied Acarology; 34 (3-4): 211–237

ALI LAHKO PARADIŽNIKOVA RJASTA PRŠICA (*Aculops lycopersici* (Tryon)) OGROZI PRIDELAVO PARADIŽNIKA V SLOVENIJI?

Iris ŠKERBOT¹, Igor ŠKERBOT², Magda RAK CIZEJ³, Silvo ŽVEPLAN⁴

^{1,2} KGZS, Kmetijsko gozdarski zavod Celje, Celje

^{3,4} Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije, Oddelek za varstvo rastlin, Žalec

IZVLEČEK

Paradižnikova rjasta pršica (*Aculops lycopersici*), ki spada v družino Eriophyidae, se največkrat navaja kot škodljivec paradižnika (*Lycopersicon esculentum*), napada pa lahko tudi druge rastlinske vrste iz družine Solanaceae. Razširjena je na vseh območjih, kjer se prideluje paradižnik. Prva prerezmnost tega škodljivca v Sloveniji je bila zabeležena v letu 2001 v poskusnih rastlinjakih na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani. V zadnjih letih jo občasno pogosteje zasledimo pri pridelavi paradižnika v zavarovanih prostorih, tako pri profesionalnih pridelovalcih, kot pri pridelavi na vrtovih. Pršice naselijo rastline kmalu po presajanju. Razvoj od jajčeca do odraslih osebkov v optimalnih razmerah traja od 6 do 7 dni. V eni rastni dobi ima do 7 rodov. Populacija pršic v optimalnih razmerah za razvoj (temperatura zraka 21–27 °C, relativna zračna vlaga približno 30 %) hitro narašča. Pršice se hranijo na listih, steblih, cvetovih in plodovih. Raziskave kažejo, da lahko ta pršica zmanjša pridelek paradižnika tudi do 65 %. Za obvladovanje tega škodljivca je pomembno, da dosledno preventivno izvajamo nekemične ukrepe (vzgoja in sajenje škodljivca prostih rastlin, zatiranje plevelov, vzdrževanje fitosanitarnih higienskih ukrepov,...). V nasadu je potrebno redno izvajanje monitoringa. Ob pojavu prvih znamenj napada opravimo tretiranje z registriranimi akaricidi. Zaradi omejenega nabora akaricidov, upoštevanja karenc in hitrega razvoja odpornosti pršice na akaricide se iščejo možne rešitve za obvladovanje škodljivca tudi v uporabi koristnih organizmov. Številni raziskovalci v laboratorijskih razmerah preizkušajo različne koristne vrste, ki se prehranjujejo in razvijajo na pršici, vendar se v praksi preizkušane vrste niso izkazale tako uspešne kot v laboratorijskih razmerah. Na območju Slovenije so razmere za razvoj tega škodljivca ugodne. Glede na kratek čas, ki je potreben za razvoj od jajčeca do odraslih osebkov ter število rodov, ki jih pršica lahko oblikuje v eni rastni dobi, lahko v primeru vnosa te pršice v zavarovani prostor in ob prepoznavnem zaznavanju ter prepoznavanju prvih znamenj napada pričakujemo občutno škodo na paradižniku. Ta predpostavka se žal že potrjuje v praksi v Sloveniji.

Ključne besede: paradižnikova rjasta pršica, paradižnik

¹ mag., Trnoveljska cesta 1, SI-3000 Celje, e-pošta: iris.skerbot@ce.kgzs.si

² univ. dipl. ing. agr., prav tam

³ dr., Cesta Žalskega tabora 2, SI-3310 Žalec

⁴ univ. dipl. ing. kmet., prav tam

ABSTRACT

CAN TOMATO RUSSET MITE (*Aculops lycopersici*) UNDERMINE THE PRODUCTION OF TOMATOES IN SLOVENIA?

Tomato russet mite (*Aculops lycopersici*) (family Eriophyidae) is most often quoted as tomato (*Lycopersicon esculentum*) pest. The mite can also attack other plants. Widespread in all the areas where grown tomatoes. In the year 2001 tomato russet mite had increased to devastating number in experimental greenhouses of Biotechnical Faculty. In recent years, occasionally more frequently found in the cultivation of tomatoes in protected spaces, both for professional producers, as in the production in the gardens. The infestation of the mite occurs soon after the plants are transplanted. The development from egg to adult lasts 6 to 7 days under optimal conditions. The population of mites in optimal conditions for the development of (air temperature 21 - 27°C, relative humidity about 30 %) is growing fast. Mites are feeding on the leaves, stems, flowers and fruits. Research suggests that this mite reduce the yield of tomatoes up to 65 %. To cope with this pests it is important that a consistent precaution, we use non chemical measures (planting pests free plants, suppress weed, maintenance of crop fitosanitary hygiene,...). In the grove is to be regularly monitoring. Upon the occurrence of the first signs of the attack, we are using acaricides. Due to the limited set of acaricide, compliance with the registered dose and the rapid development of resistance of the mites on the acaricide are searching for the possible solutions for the management of pests also in the use of beneficial organisms. Many of researches in the laboratory conditions tests different useful species, which eat up and develop the spider mite, but in practice, tried types did not proved as successful as in laboratory conditions. On the territory of Slovenia are conditions for the development of that pest a favorable. For development from egg to adult specimens and number of genera is required short time in this period pests may develop in one growing period. In the case of entry of mites into the protected space and at late detecting and identifying first signs of attack, we expect significant damages on tomato. This assumption is unfortunately also confirms in practice in Slovenia.

Key words: tomato russet mite, tomato

1 UVOD

Paradižnikova rjasta pršica je bila prvič najdena v Avstraliji (Van der Ent et al., 2017). Po podatkih EPPO je bila paradižnikova rjasta pršica v Evropi doslej ugotovljena v Bolgariji, na Hrvaškem, Cipru, na Češkem, v Franciji, Grčiji, Italiji, na Malti, na Nizozemskem, Portugalskem, Španiji, Švedski, v Švici Turčiji, Ukrajini in Veliki Britaniji ter seveda v Sloveniji. Po njihovih podatki so škodljivca našli tudi na Finskem in na Madžarskem, a je bila izvedena eradikacija tega škodljivca (EPPO, 2019; Invasive...,2019).

Pisnih podatkov o tem, kdaj je bila paradižnikova rjasta pršica v Sloveniji prvič najdena, ni. Prva prerazmnožitev tega škodljivca v Sloveniji je bila zabeležena v letu 2001 v poskusnih rastlinjakih na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete (Celar in Valič, 2003). V zadnjih letih jo v Sloveniji občasno pogosteje zasledimo pri pridelavi

paradižnika v zavarovanih prostorih, tako pri profesionalnih pridelovalcih, kot pri pridelavi na vrtovih, ampak pridelovalci pogosto ne prepoznajo vzroka za spremembe na gojenem paradižniku (Škerbot, 2018; Devetak, 2018).

Največkrat se navaja kot škodljivec paradižnika (*Lycopersicon esculentum*). Med njene primarne gostitelje poleg paradižnika uvrščamo še sladki krompir (*Ipomoea batatas*), tobak (*Nicotiana tabacum*), jajčevac (*Solanum melongena*) in krompir (*Solanum tuberosum*). Sekundarni gostitelj je paprika (*Capsicum annuum*). Gostitelji so lahko tudi številne druge rastline in zeli, kot so na primer grozdasti paradižnik (*Lycopersicon pimpinellifolium*), pasje zelišče (*Solanum nigrum*), navadni kristavec (*Datura stramonium*), velecvetni kristavec (*Datura innoxia*), njivski slak (*Convolvulus arvensis*) in druge (Celar in Valič, 2003; Masten Milek in Šimala, 2016; EPPO, 2019). Podobno kot navadna pršica (*Tetranychus urticae*) je tudi paradižnikova rjasta pršica kozmopolitska vrsta in se pojavlja na vseh območjih, kjer se prideluje paradižnik in druge vrste rastlin iz družine razhudnikovk. Rastline napade v vegetativni fazi, med cvetenjem ali oblikovanjem plodov. Napade lahko celo rastlino, liste in/ali plodove (Celar in Valič, 2003; Masten Milek in Šimala, 2016).

V toplem in suhem vremenu številčnost populacije paradižnikove rjaste pršice hitro narašča in pršice lahko s svojim sesanjem na rastlinah le te v samo nekaj dneh popolnoma uničijo. V njenem napadu je na paradižniku in na nekaterih drugih gostiteljskih rastlinah poznan fenomen »solanum stimulacije« – bolj kot se povečuje številčnost pršic, toliko bolj se poveča hitrost prehrane vsake pršice (Kashyap et al., 2015; Masten Milek in Šimala, 2016). V primeru, da paradižnikova rjasta pršica napade mlade rastline kmalu po presajanju, lahko zmanjša pridelek paradižnika celo do 65 % (Celar in Valič, 2003).

Paradižnikovi rjasti pršici ustrezajo nekoliko drugačne razmere kot navadni pršici in spremljanja v Sloveniji potrjujejo, da lahko v prihodnjih letih močno ogrozi pridelavo paradižnika v Sloveniji.

2 BIONOMIJA IN MORFOLOGIJA

Paradižnikova rjasta pršica spada v družino Eriophyidae. Paradižnikova rjasta pršica ima lahko rumenooranžno do rumenorjavo obarvano telo. Telo pršice je valjaste oblike (prednji del telesa je nekoliko razširjen in se proti zadku nekoliko zoži) in dolgo od 150 do 219 μm (Celar in Valič, 2003; Masten Milen in Šimala, 2016). Telo je mehko in segmentirano ter pri odrasli pršici daje videz, da je sestavljeno iz dveh delov. Vsi mobilni stadiji pršice imajo le dva para nog. Jajčeca v povprečju v premeru merijo 0,05 mm in so odložena na spodnji strani listov, na listnih pecljih in na steblih na spodnjih delih rastlin. Pravkar odložena jajčeca so kremno bele barve, s staranjem pa se obarvajo neenakomerno rumeno. Ličinke prve stopnje so bele in dolge približno 0,1 mm. Samčki so nekoliko manjši kot samičke. Iz oplojenih jajčec se razvijejo tako samčki kot samičke, iz neoplojenih jajčec pa se razvijejo le samčki (Van der Ent et al., 2017).

Razvoj paradižnikove rjaste pršice, podobno kot pri navadni pršici, poteka od jajčeca, prek ličink, nimfe in odraslega osebka. Odrasle pršice naselijo večletne gostitelje kmalu po presajanju in samice kmalu po naselitvi gostitelja pričnejo odlagati jajčeca. V

optimalnih razmerah (temperatura zraka 27°C in 30 % relativna zračna vlaga) traja razvoj od jajčeca do odraslega osebka od 6 do 7 dni. V eni rastni dobi oblikuje do 7 rodov. Pogosto paradižnikova rjasta pršica živi v gostih kolonijah. Po odmrtnju primarnega gostitelja, se pršice pogosto zberejo na najvišjih delih rastlin in nato jih z zračnimi tokovi prenesejo na bližnje alternativne gostitelje, kjer v skupkih prezimijo (Celar in Valič, 2003; Van der Ent et al., 2017). V primeru, da se listi ali drugi deli sosednjih rastlin dotikajo, se lahko pršice preselijo tudi iz rastline na rastlino. Širimo jih lahko tudi ljudje na obleki, orodju in drugih materialih (Van der Ent et al., 2017). V rastlinjakih so vir napada mladih rastlin populacije pršic, ki so prezimile na rastlinskih ostankih ali so v rastlinjak vnesene z mladimi rastlinami. Odrasle pršice pa so najpogosteje zastopan stadij na napadenih rastlinah (Celar in Valič, 2003).

Preglednica 1: Primerjava optimalnih razmer za razvoj paradižnikove rjaste pršice in navadne pršice (Masten Milek in Šimala, 2003).

	Paradižnikova rjasta pršica	Navadna pršica
Relativna zračna vlaga	približno 30 %	približno 50 %
Temperature zraka (°C)	21-27	30
Trajanje razvoja od jajčeca do odraslega osebka	od 6 do 7 dni	od 5 do 20 dni
♀ živi	približno 3 tedne	od 2 do 4 tedne
♀ odloži	10 do 53 jajčec	nekaj 100 jajčec
Število generacij na leto	do 7	veliko, prekrivanje

189

Za to eriofidno pršico je značilno, da ne oblikuje šišek, ampak živi prosto (vagrant) na gostiteljski rastlini (Van der Ent et al., 2017). V vseh razvojnih stadijih so pršice zelo majhne, zato jih s prostim očesom težko vidimo in na rastlinah jih navadno zaznamo zelo pozno.

Preglednica 2: Dolžina razvoja in plodnost paradižnikove rjaste pršice pri različnih temperaturah (Van der Ent et al., 2017).

Temperatura	15°C	20°C	25°C	30°C
Razvoj (dni)				
Jajčece	8,3	4,6	3,1	2,2
Ličinka in nimfa	8,8	4,1	2,4	2,4
Skupaj	17,1	8,7	5,5	4,6
Dolgoživost odraslih osebkov	32,2	29,7	25,7	17,3
Ovipozicija				
Jajčec/samico	21,9	31,9	51,7	42,7

3 ZNAMENJA NAPADA NA RASTLINAH

Pršice se hranijo na listih, cvetovih in mladih plodovih paradižnika (Celar in Valič, 2003). Poškodbe povzročajo s sesanjem rastlinskih sokov (Van der Ent et al., 2017). Pršice s hranjenjem poškodujejo epidermalno tkivo in tako zavrejo izmenjavo plinov

in fotosintezo (Celar in Valič, 2003). Napadeni listi se rahlo zvijajo in na spodnji strani dobijo srebrnkast lesk (Van der Ent et al., 2017). Najprej pršice intenzivno sesajo ob listnih žilah, nato pa se širijo po celem listu (Masten Milek in Šimala, 2019). Kasneje postanejo prizadeti listi rjavkasti in krhki. Manj prizadeti listi paradižnika in stebela izgubijo dlačice (trihome) (Van der Ent et al., 2017). Na paradižniku pršice najprej povzročijo nekroze, ki so podobne pomanjkanju mikroelementov v listih. Številčno velika populacija pršice vodi rastlino v vodni stres (Aysan in Kumral, 2018). Napadena stebela se obarvajo v rjasto rjavo barvo in površinsko pokajo. Pršica prizadene tudi plodove in cvetove (Aysan in Kumral, 2018; Van der Ent et al., 2017). Napadeni cvetovi pogosto odpadejo. Povrhnjica na prizadetih plodovih paradižnika postane groba, razpokana in se obarva rdečkasto rjavo. Plodovi so pogosto tudi deformirani. Pri višjih temperaturah zraka populacija pršice zelo hitro narašča in napadeni listi se lahko zelo hitro posušijo. Znamenja napada zaznamo najprej na spodnjih delih napadenih rastlin, nato pa hkrati s širjenjem škodljivca iz spodnjega dela napadene rastline proti vrhu rastline zaznamo tudi širjenje znamenj napada po rastlini navzgor (Van der Ent et al., 2017). Ob močnejšem napadu nekateri listi paradižnika odpadejo in plodove lahko prizadene še sončni ožig (Celar in Valič, 2003; Masten Milek in Šimala, 2016).

Znamenja napada te pršice na listih lahko pogosto zamenjamo z znamenji okužbe s paradižnikovo plesnijo (*Phytophthora infestans*). Pri napadu paradižnikove rjaste pršice se listi paradižnika ne zvijajo, medtem, ko se pri okužbi s krompirjevo plesnijo listi zvijajo (Masten Milek in Šimala, 2016).

Pršice povzročajo podobne, vendar navadno manj resne poškodbe na drugih rastlinskih vrstah iz družine razhudnikovk (Celar in Valič, 2003).

4 ZATIRANJE

Paradižnikova rjasta pršica le redko povzroči škodo na paradižniku, pridelovanem na prostem. Pogosteje škodo povzroča na paradižniku, pridelovanem v zavarovanih prostorih. V zavarovani prostor pršico vnesemo z napadenimi sadikami, lahko tudi na obleki in orodju, če smo bili predhodno v stiku z napadenimi rastlinami. V primeru napada paradižnika v predhodni sezoni, pa se pršica v zavarovanem prostoru lahko ohrani na rastlinskih ostankih iz pretekle sezone ali na v zavarovanem prostoru prezimljajočih gostiteljskih rastlinah.

Zelo pomembno je, da pridelovalci redno in natančno spremljajo zdravstveno stanje gojenih rastlin. Za zgodnje zaznavanje tega škodljivca je zelo pomembno, da smo pozorni na morebitna rjavenja spodnjih listov in spodnjega dela stebela gojenih rastlinah. Ker so vsi stadiji pršice s prostim očesom praktično nevidni, je potrebno ob sumu na pojav te pršice, prizadete dele rastlin in dele rastlin nad prizadetim delom (še zelene robne dele) pregledati s povečevalnim steklom (vsaj 14x povečava) ali pa poiskati pomoč strokovnjaka.

Za uspešno uravnavanje številčnosti tega škodljivca pod prag škodljivosti je potrebno kombinirati nekemične in kemične ukrepe. Večjo pozornost moramo nameniti zatiranju plevelov, ki so lahko potencialni gostitelji pršice in odstranjevanju napadenih delov rastlin ali rastlin iz zavarovanega prostora ter njihovemu uničenju. Za zasnovo posevka

uporabimo sadike proste pršice. Ker paradižnikovi rjasti pršici ustreza nižja relativna zračna vlaga (približno 30 %) je za obvladovanje tega škodljivca dobrodošlo, v kolikor to gojena rastlinska vrsta seveda dopušča, v zavarovanem prostoru dvigniti relativno zračno vlago.

Številni raziskovalci so v preteklosti preizkušali učinkovitost različnih akaricidov na to pršico (na primer akaricidov, ki vsebujejo aktivne snovi dikofol, ciheksatin, azociklotin, sulprofos, monokrotofos, avermektin in druge) (Celar in Valič, 2003; EPPO, 2004), vendar večina teh aktivnih snovi ni več v uporabi (ni registracij). Za zatiranje te pršice na paradižniku imamo na začetku leta 2019 v Sloveniji registriran le en akaricid (vsebuje aktivno snov abamektin). Akaricid je v zadnjih letih v zavarovanih prostorih v pridelavi plodovk pogosto uporabljan, saj je ga pridelovalci pogosto uporabljajo predvsem za zatiranje resarjev (Thysanoptera) in navadne pršice (*Tetranychus urticae*).

Kemično zatiranje paradižnikove rjaste pršice je pogosto slabše učinkovito, ker škodljivca zaznamo prepozno (populacija škodljivca že zelo številčna in škoda na paradižniku že povzročena) ali ga sploh ne prepoznamo. Za uspešno zatiranje je pomembno, da aplikacijo akaricida izvedemo v začetku napada, aplikacija pa mora biti kakovostna (poraba večje količine vode, večje kapljice), tretiranje pa mora zajeti vse rastlinske dele (tudi spodnje dele stebel in spodnjo stran listov).

Zaradi omejenega nabora akaricidov, upoštevanja karenc in hitrega razvoja odpornosti pršice na akaricide se iščejo možne rešitve za obvladovanje škodljivca tudi v uporabi koristnih organizmov.

Zaradi omejenega nabora sredstev, doslednega upoštevanja karenc (paradižnikova rjasta pršica opazne težave na paradižniku povzroča v času, ko se pričinja zorenje plodov) in hitrega razvoja odpornosti pršic na akaricide, bomo kljub izvajanju vseh preventivnih mer varstva rastlin, v prihodnje morali večjo pozornost namenjati tudi biotičnemu varstvu. Številni raziskovalci so raziskovali naravne sovražnike paradižnikove rjaste pršice (*Typhlodromus occidentalis*, *Pronematus ubiquitis*, *Lasioseius* sp., *Homeopronematus anconai*, *Agistemus exertus*, *Neoseiulus fallacis* in druge), vendar se je pokazalo, da večina ni ustrezna za biotično zatiranje pršice (Celar in Valič, 2003; Masten Milek in Šimala, 2016). Za biotično zatiranje pršice se lahko uporabljata tudi plenilski pršici *Neoseiulus californicus* in *Phytoseiulus persimilis*, plenilska stenica *Macrolophus pygmaeus* ter plenilska hrčica *Feltiella acarisuga* (EPPO, 2004; Masten Milek in Šimala, 2016). Slednje, z izjemo plenilske pršice *Phytoseiulus persimilis*, so v Sloveniji domorodne vrste organizmov (Seznam domorodnih..., 2019).

Žal sta se obe komercialno dostopni pršici *Amblyseius swirskii* in *Amblydromalus limonicus*, ki se v laboratorijskih poskusih hranita in razvijata na paradižnikovi rjasti pršici, za biotično varstvo v zavarovanih prostorih izkazali kot manj učinkoviti. Razlog je v žlezastih dlačicah na paradižniku, ki ovirajo gibanje plenilskih pršic, ob stiku z njimi sproščajo lepljive in toksične snovi in predstavljajo neke vrste »gozd«, v katerem se lahko skrivajo škodljive pršice (Van der Ent et al., 2017). Dodatno oviro za morebitno komercialno uporabo obeh omenjenih plenilskih pršic v pridelavi paradižnika v Sloveniji predstavlja še njun tujeroden status (Seznam tujerodnih..., 2019).

5 SKLEPI

Paradižnikova rjasto pršico v zadnjih letih pogosteje opazimo pri pridelavi paradižnika v zavarovanih prostorih. Pogosto jo pridelovalci zaznajo šele v drugi polovici rastne dobe, ko so znamenja napada na rastlinah že zelo očitna in je za ukrepanje v dotični rastni dobi že prepozno. Glede na klimatske spremembe, ki smo jim priča tudi v Sloveniji in optimalne razmere za razvoj paradižnikove rjaste pršice, lahko v prihodnje v celinskem delu Slovenije zagotovo pričakujemo več težav v pridelavi s tem škodljivcem. V primeru, da pridelovalci ne bodo dovolj pozorni na zgoden pojav in širjenje škodljivca ali škodljivca ne bodo prepoznali, lahko pri pridelavi paradižnika v zavarovanih prostorih v posameznih letih pričakujemo občutno škodo.

Za uspešno uravnavanje številčnosti populacije tega škodljivca je zelo pomembno, da poleg izvajanja vseh preventivnih ukrepov umno kombiniramo tudi uporabo registriranih akaricidov. Ker je nabor registriranih akaricidov trenutno zelo ozek, je potrebno na škodljivca in potrebo po registraciji še kakšnega akaricida opozoriti tudi distributerje fitofarmaceutskih sredstev v Sloveniji, saj bomo le tako lahko razširili nabor registriranih akaricidov in izvajali antirezistentno strategijo. Posebno pozornost je potrebno nameniti tudi seznanjanju pridelovalcev s tem potencialno nevarnim škodljivcem ter njihovemu osveščanju o pomenu kakovostne aplikacije registriranih sredstev. Glede na trenutno slabše obete za možnosti biotičnega zatiranja tega škodljivca (»naravne ovire« paradižnika, ki zmanjšujejo uspešnost naravnih sovražnikov ter status tujerodnih vrst), trenutno v primeru večjih težav s tem škodljivcem rešitve ali omilitve težav z izvedbo biotičnega zatiranja škodljivca v pridelavi trenutno ne moremo pričakovati.

6 LITERATURA

- Aysan, E., Kumral, N. A. 2018. Tritropic relationships among tomato cultivars, the rust mite, *Aculops lycopersici* (Massee) (Eriophyidae), and its predators. *Acarologia* 58: 5-17.
- Devetak, M. 2018. Arhiv podatkov opazovalno napovedovalne službe za zahodno Slovenijo. EPPO. 2004. Good plant protection practice PP 2/29(1). Solanaceous crops under protected cultivation. *Bulletin OEPP/EPPO* 34: 65-77.
- EPPO Global Database. *Aculops lycopersici*(VASALY). <https://gd.eppo.int/taxon/VASALY> (1.3.2019)
- Celar, F., Valič, N. 2003. Paradižnikova rjasta pršica (*Aculops lycopersici*) (TRYON, 1971) (Eriophyidae) v Sloveniji. Zbornik predavanj in referatov 6. slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin, Zreče, 4.-6. marec 2003: 489-492.
- Invasive Species Compendium. *Aculops lycopersici* (tomato russet mite). <https://www.cabi.org/isc/datasheet/56111> (1.3.2019)
- Kashyap, L., Sharma, D. C., Sood, A. K. 2015. Infestation and Management of Russet Mite, *Aculops lycopersici* in Tomato, *Solanum lycopersicum* under Protected Environment in North-Western India. *Environment & Ecology* 33 (1): 87-90.
- Masten Milek, T., Šimala, M. 2016. Koprivna grinja *Tetranychus urticae* (Koch) i hrđasta grinja rajčice *Aculops lycopersici* (Masse). *Glasilo zaštite bilja* 16/5:461-466.
- Seznam domorodnih vrst organizmov za biotično varstvo rastlin (sprememba 25. 1. 2019). https://www.gov.si/assets/organi-v-sestavi/UVHVVR/Zdravje-rastlin/Bioticno-varstvo-rastlin/Seznam_domorodni_25_januar_2019.pdf (1.3.2019)

- Seznam tujerodnih vrst organizmov za biotično varstvo rastlin (sprememba 25. 1. 2019).
https://www.gov.si/assets/organi-v-sestavi/UVHVVR/Zdravje-rastlin/Bioticno-varstvo-rastlin/Seznam_tujerodnih_25_januar_2019.pdf (1.3.2019)
- Škerbot, I. 2018. Arhiv podatkov opazovalno napovedovalne službe za Celjsko in Koroško regijo.
- Van der Ent, S., Knapp, M., Klapwijk, J., Moerman, E., Van Schelt, J., De Weert, S. 2017. Knowing and recognizing, the biology of pests, diseases and their natural solutions. Koppert B. V.: 443 str.

KRONOLOGIJA AKAROLOŠKIH AKTIVNOSTI V SLOVENIJI, KI IMAJO POMEN V BIOTIČNEM VARSTVU RASTLIN

Tanja BOHINC¹, Serge KREITER², Gijbertus VIERBERGEN³, Stanislav TRDAN⁴

^{1,4}Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Ljubljana

²Montpellier SupAgro, UMR CBGP, France

³Ministry of Economic Affairs, Netherlands Food and Consumer Product Authority,
Division Agriculture and Nature, National Reference Centre, Wageningen, The
Netherlands

IZVLEČEK

V večletni raziskavi smo na gojenih in samoniklih rastlinskih vrstah spremljali zastopanost plenilskih pršic iz družine Phytoseiidae. Spremljanje lahko razdelimo v dve časovni obdobji, obdobje 2001-2006 ter obdobje 2012-2019. V obdobju 2012-2019 smo potrdili 29 novih vrst. Pršice, ki smo jih v naši raziskavi potrdili in so zastopane v obliki pripravkov, ki jih lahko uporabimo v tržnem biotičnem varstvu so *Amblyseius andersoni*, *Neoseiulus californicus* in *Euseius gallicus*. V zadnjih dveh letih raziskave smo v Slovenski Istri potrdili še zastopanost vrst *Phytoseilus persimilis*, *Neoseiulus barkeri* in *Amblydromalus limonicus*. Z rezultatom raziskave bomo lahko pripomogli s širjenju uporabe biotičnega varstva v tržni pridelavi hrane.

Ključne besede: *Amblyseius andersoni*, *Amblydromalus limonicus*, *Euseius gallicus*, *Neoseiulus barkeri*, *Neoseiulus californicus*, *Phytoseilus persimilis*, Phytoseiidae, nove najdbe

ABSTRACT

CHRONOLOGY OF ACAROLOGICAL ACTIVITIES IN SLOVENIA, IMPORTANT TO BIOLOGICAL CONTROL

In a multiple-year survey on cultivated and wild-growing plants, we have monitored the occurrence of predatory mites from the family Phytoseiidae. Research can be divided in two time periods, a period 2001-2006, and the period 2012-2019. In the period 2012-2019 we have recorded 29 new species from Phytoseiidae family. Predatory mites, that were also confirmed in our survey and are available as plant protection products are *Amblyseius andersoni*, *Neoseiulus californicus* and *Euseius gallicus*. In the last two years of our survey in Slovenian Istria, we have confirmed the occurrence of *Phytoseilus persimilis*, *Neoseiulus barkeri* and *Amblydromalus limonicus*. Our

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

² prof. dr., 755 avenue du Campus Agropolis, CS 30016, 34988 Montferrier-sur-Lez cedex, France

³ Geertjesweg 15, 6706 EA, Wageningen, The Netherlands

⁴ prof. dr., Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana

research could influence on spreading of biological control in commercial food production.

Key words: *Amblyseius andersoni*, *Amblydromalus limonicus*, *Euseius gallicus*, *Neoseiulus barkeri*, *Neoseiulus californicus*, *Phytoseilus persimilis*, Phytoseiidae, new records

1 UVOD

Plenilske pršice iz družine Phytoseiidae so zastopane po celem svetu, znanih pa je več kot 2400 vrst (Tixier, 2018). Področje taksonomije pršic iz družine Phytoseiidae dolgo časa ni bilo sistematično urejeno (Chant in McMurty, 2007), saj je bilo v letu 1950 po celem svetu poznanih le 34 plenilskih pršic iz družine Phytoseiidae (Moraes et al., 2004; Tixier et al., 2012). Pršice iz družine Phytoseiidae so pomemben dejavnik v različnih načinih (oblikah) biotičnega varstva (Tixier, 2018).

Značilno za Slovenijo je, da lahko v sklopu biotičnega varstva v tržni pridelavi hrane uporabljamo koristne organizme, ki so v Sloveniji domorodni oziroma jih najdemo na Seznamu domorodnih vrst koristnih organizmov za potrebe biotičnega varstva rastlin (Seznam ..., 2019). Vse navedeno se navezuje na Pravilnik o biotičnem varstvu rastlin (Pravilnik ..., 2006). Tudi druge evropske države zakonodajo na področju biotičnega varstva rastlin spreminjajo do te mere, da je vse bolj podobna slovenski (Ruso in Suma, 2019).

Namen naše raziskave je bil ugotoviti zastopanost plenilskih pršic iz družine Phytoseiidae, in s tem posledično vplivati na širšo uporabnost biotičnega varstva v tržni pridelavi hrane.

2 MATERIALI IN METODE

2.1 Vzorčenje plenilskih pršic

Vzorčenje je v letih 2001-2006 potekalo na jablanah, v letih 2012-2019 pa smo vzorčili na okrasnem drevju, vrtninah in sadnem drevju.

2.2. Analiza vzorcev

V letih 2001-2006 je analiza vzorcev (determinacija) potekala na KGZS v Mariboru. V letih 2012-2018 je analiza vzorcev (determinacija) potekala v dveh različnih laboratorijih. Vrsta *Euseius gallicus* je bila določena v laboratoriju v Wageningenu (Nizozemska), kjer je determinacijo izvedel Gijsbertus Vierbergen, preostale vzorce pa smo analizirali na inštituciji CBGP (The Center for Biology and Management of populations) v Montpellierju (Francija).

3 REZULTATI S PREDSTAVITVIJO NAJDENIH VRST

3.1 Raziskave v obdobju 2001-2006

Preglednica 1: Seznam plenilskih pršic, ki so bile ugotovljene v obdobju 2001-2006.

Leto najdbe	Gostiteljska rastlina	Lokacija	Ime vrste	Družina
2001	jablana	sadovnjak	<i>Zetzellia mali</i>	Stigmaeidae
2006	jablana	sadovnjak	<i>Amblyseius andersoni</i>	Phytoseiidae
2006	jablana	sadovnjak	<i>Neoseius cucumeris</i>	Phytoseiidae
2006	jablana	sadovnjak	<i>Thyplodromus (Antoseius) barkeri</i>	Phytoseiidae
2006	jablana	sadovnjak	<i>Amblyseius rademacheri</i>	Phytoseiidae
2006	jablana	sadovnjak	<i>Neoseiulus reductus</i>	Phytoseiidae
2006	jablana	sadovnjak	<i>Thyplodromus (Anthoseius) rhenanus</i>	Phytoseiidae
2006	jablana	sadovnjak	<i>Phytoseius macropilis</i>	Phytoseiidae
2006	jablana	sadovnjak	<i>Euseius finlandicus</i>	Phytoseiidae
2006	jablana	sadovnjak	<i>Kampimodromus aberrans</i>	Phytoseiidae
2006	jablana	sadovnjak	<i>Paraseiulus soleiger</i>	Phytoseiidae
2006	jablana	sadovnjak	<i>Paraseiulus triporus</i>	Phytoseiidae
2006	jablana	sadovnjak	<i>Neoseiulella tiliarum</i>	Phytoseiidae
2006	jablana	sadovnjak	<i>Thyplodromus (Thyplodromus) pyri</i>	Phytoseiidae

196

Najdbe so predstavljene v dveh delih, in sicer v letu 2006 (Miklavc, 2006) ter v letu 2001 (Miklavc in Miklavc, 2001).

3.2 Raziskave v obdobju 2012-2017

Preglednica 2: Seznam plenilskih pršic, ki so bile ugotovljene v obdobju 2012-2017.

Datum	Gostiteljska rastlina	Lokacija	Kraj	Ime vrste
30.08.2012	jablana	sadovnjak	Ljubljana - BF	<i>Amblyseius andersoni</i>
29.08.2012	jajčevci	njiva	Korte	<i>Neoseiulus californicus</i>
30.08.2012	jablana	sadovnjak	Ljubljana -BF	<i>Neoseiulus californicus</i>
30.08.2012	lubenice	rastlinjak	Ljubljana - BF	<i>Neoseiulus californicus</i>
7.09.2012	lubenice	rastlinjak	Ljubljana - BF	<i>Neoseiulus californicus</i>
2.10.2012	jajčevci	njiva	Korte	<i>Neoseiulus californicus</i>
21.06.2013	sliva	sadovnjak	Zgornja Lipnica	<i>Euseius finlandicus</i>
9.07.2013	sliva	sadovnjak	Zgornja Lipnica	<i>Euseius finlandicus</i>
17.09.2013	jajčevec	rastlinjak	Sečovlje	<i>Neoseiulus californicus</i>

20.09.2013	njivski slak	rastlinjak	Ljubljana - BF	<i>Neoseiulus californicus</i>
8.10.2013	jajčevcevec	rastlinjak	Sečovelje	<i>Neoseiulus californicus</i>
15.10.2013	njivski slak	rastlinjak	Ljubljana -BF	<i>Neoseiulus californicus</i>
22.08.2013	sliva	sadovnjak	Zgornja Lipnica	<i>Neoseiulella tillarium</i>
18.06.2014	jablana	sadovnjak	Rakitnica	<i>Phytoseius horridus</i>
18.06.2014	jablana	sadovnjak	Kočevska Reka	<i>Neoseiulella tillarum</i>
18.06.2014	jablana	sadovnjak	Kočevska Reka	<i>Kampimodromus aberrans</i>
19.06.2014	jablana	sadovnjak	Črnivec (Brezje)	<i>Kampimodromus aberrans</i>
21.07.2017	paprika	rastlinjak	Bukovica	<i>Neoseiulus californicus</i>
21.07.2017	robida	ob rastlinjaku	Šempeter pri Gorici	<i>Euseius gallicus</i>
21.07.2017	robida	ob rastlinjaku	Šempeter pri Gorici	<i>Kampimodromus aberrans</i>
21.07.2017	vrtnice	na prostem	Nova Gorica	<i>Kampimodromus aberrans</i>
21.07.2017	paprika	rastlinjak	Bukovica	<i>Kampimodromus aberrans</i>
21.08.2017	paprika	rastlinjak	Koper	<i>Neoseiulus californicus</i>
21.08.2017	figa	na prostem	Sermin	<i>Amblyseius andersoni</i>
21.08.2017	figa	na prostem	Sermin	<i>Paraseiulus triporus</i>
27.07.2017	jagode	tunel	Zgornja Pohanca	<i>Euseius stipulatus</i>

3.3 Raziskave v letu 2018

3.3.1 *Euseius finlandicus* (Oudemans, 1915)

Preglednica 3: Seznam gostiteljskih rastlin in lokacij, na katerih smo ugotovili zastopanost plenilske pršice *Euseius finlandicus*.

Datum	Gostiteljska rastlina	Lokacija	Kraj
19.06.2018	<i>Acer pseudoplatanus</i>	na prostem	Straža (Raka)
19.06.2018	<i>Capsicum annum</i>	rastlinjak	Straža (Raka)
19.06.2018	<i>Cucumis sativus</i>	rastlinjak	Straža (Raka)
19.06.2018	<i>Diospyros kaki</i>	na prostem	Straža (Raka)
19.06.2018	<i>Prunus cerasus</i>	na prostem	Ravni
19.06.2018	<i>Malus domestica</i>	na prostem	Arnovo Selo
19.06.2018	<i>Prunus cerasus</i>	na prostem	Arnovo Selo
19.06.2018	<i>Tilia cordata</i>	na prostem	Arnovo Selo
19.06.2018	<i>Rubus fruticosus</i>	rastlinjak	Arnovo Selo
19.06.2018	<i>Malus domestica</i>	na prostem	Ljubljana (Vič)

20.06.2018	<i>Prunus cerasus</i>	na prostem	Bukovica
20.06.2018	<i>Ficus carica</i>	na prostem	Bukovica
20.06.2018	<i>Vitis vinifera</i>	na prostem	Bilje
20.06.2018	<i>Prunus persica</i>	na prostem	Prvačina
20.06.2018	<i>Malus domestica</i>	na prostem	Prvačina
20.06.2018	<i>Prunus persica</i>	na prostem	Prvačina
21.06.2018	<i>Bambuseae</i>	na prostem	Ljubljana (Vič)
21.06.2018	<i>Pyrus communis</i>	na prostem	Izola-Pivol
21.06.2018	<i>Prunus domestica</i>	na prostem	Parecag
22.06.2018	<i>Vitis vinifera</i>	na prostem	Maribor
22.06.2018	<i>Prunus persica</i>	na prostem	Maribor
22.06.2018	<i>Malus domestica</i>	na prostem	Pesnica
12.07.2018	<i>Fragaria sp.</i>	tunel	Bukovska vas

3.3. 2 *Amblyseius andersoni* (Chant)

Preglednica 4: Seznam gostiteljskih rastlin in lokacij, na katerih smo ugotovili zastopanost plenilske pršice *Amblyseius andersoni*.

198

Datum	Gostiteljska rastlina	Lokacija	Kraj
19.06.2018	<i>Vitis vinifera</i>	na prostem	Straža (Raka)
19.06.2018	<i>Prunus cerasus</i>	na prostem	Ravni
19.06.2018	<i>Prunus cerasus</i>	na prostem	Arnovo Selo
19.06.2018	<i>Juglans regia</i>	na prostem	Arnovo Selo
19.06.2018	<i>Tilia cordata</i>	na prostem	Arnovo Selo
19.06.2018	<i>Tilia cordata</i>	na prostem	Ljubljana (Vič)
19.06.2018	<i>Acer pseudoplatanus</i>	na prostem	Ljubljana (Vič)
19.06.2018	<i>Malus domestica</i>	na prostem	Ljubljana (Vič)
20.06.2018	<i>Prunus cerasus</i>	na prostem	Bukovica
20.06.2018	<i>Ziziphus sp.</i>	na prostem	Bukovica
21.06.2018	<i>Prunus cerasus</i>	na prostem	Izola-Pivol
21.06.2018	<i>Juglans regia</i>	na prostem	Izola-Pivol
21.06.2018	<i>Prunus cerasus</i>	na prostem	Parecag
22.06.2018	<i>Prunus persica</i>	na prostem	Pesnica
22.06.2018	<i>Carpinus betulus</i>	na prostem	Ljubljana (Tivoli)
22.06.2018	<i>Quercus robur</i>	na prostem	Ljubljana (Tivoli)

22.06.2018	<i>Celtis occidentalis</i>	na prostem	Ljubljana (Botanični vrt)
22.06.2018	<i>Aesculus hippocastanum</i>	na prostem	Ljubljana

3.3.3 *Typhlodromus (Typhlodromus) pyri* (Scheuten, 1857)

Preglednica 5: Seznam gostiteljskih rastlin in lokacijah, na katerih smo ugotovili zastopanost plenilske pršice *Typhlodromus (Typhlodromus) pyri*.

Datum	Lokacija	Kraj	Gostiteljska rastlina
19.06.2018	na prostem	Ravni	<i>Vitis vinifera</i>
19.06.2018	na prostem	Arnovo Selo.	<i>Malus domestica</i>
19.06.2018	na prostem	Arnovo Selo	<i>Tilia cordata</i>
20.06.2018	na prostem	Bilje	<i>Vitis vinifera</i>
21.06.2018	na prostem	Parecag	<i>Vitis vinifera</i>
22.06.2018	na prostem	Maribor	<i>Malus domestica</i>
22.06.2018	na prostem	Pesnica	<i>Malus domestica</i>

199

3.3.4 *Amblyseius rademacheri* (Dosse, 1958)

Preglednica 6: Seznam gostiteljskih rastlin in lokacij, na katerih smo ugotovili zastopanost plenilske pršice *Amblyseius rademacheri*.

Datum	Lokacija	Kraj	Gostiteljska rastlina
19.06.2018	na prostem	Straža (Raka)	<i>Phaseolus vulgaris</i>

3.3.5 *Thyphlodromips driggeri* (Specht, 1968)

Preglednica 7: Seznam gostiteljskih rastlin in lokacij, na katerih smo ugotovili zastopanost plenilske pršice *Thyphlodromips driggeri*.

Datum	Lokacija	Kraj	Gostiteljska rastlina
19.06.2018	rastlinjak	Straža (Raka)	<i>Cucumis sativus</i>

3.3.6 *Proprioseiopsis bordjelaini*

Preglednica 8: Seznam gostiteljskih rastlin in lokacij, na katerih smo ugotovili zastopanost plenilske pršice *Proprioseiopsis bordjelaini*.

Datum	Lokacija	Kraj	Gostiteljska rastlina
19.06.2018	rastlinjak	Straža (Raka)	<i>Cucumis sativus</i>

3.3.7 *Phytoseius juvenis* (Wainstein & Arutunjan, 1970)

Preglednica 9: Seznam gostiteljskih rastlin in lokacij, na katerih smo ugotovili zastopanost plenilske pršice *Phytoseius juvenis*.

Datum	Lokacija	Kraj	Gostiteljska rastlina
19.06.2018	rastlinjak	Straža (Raka)	<i>Cucumis sativus</i>
12.7.2018	na prostem	Podgorje pri Slovenj Gradcu	<i>Phaseolus vulgaris</i>

3.3.8 *Neoseiulella tiliarum* (Oudemans)

Preglednica 10: Seznam gostiteljskih rastlin in lokacij, na katerih smo ugotovili zastopanost plenilske pršice *Neoseiulella tiliarum*.

Datum	Lokacija	Kraj	Gostiteljska rastlina
19.06.2018	na prostem	Arnovo Selo	<i>Rubus fruticosus</i>
21.06.2018	na prostem	Izola - Pivol	<i>Juglans regia</i>
22.06.2018	na prostem	Ljubljana (Botanični vrt)	<i>Celtis occidentalis</i>
22.06.2018	na prostem	Ljubljana	<i>Aesculus hippocastanum</i>

200

3.3.9 *Typhloseiulus calabrae* (Ragusa & Swirski, 1976)

Preglednica 11: Seznam gostiteljskih rastlin in lokacij, na katerih smo ugotovili zastopanost plenilske pršice *Typhloseiulus calabrae*.

Datum	Lokacija	Kraj	Gostiteljska rastlina
19.06.2018	na prostem	Ljubljana	<i>Acer pseudoplatanus</i>

3.3.10 *Kampimodromus aberrans* (Oudemans)

Preglednica 12: Seznam gostiteljskih rastlin in lokacij, na katerih smo ugotovili zastopanost plenilske pršice *Kampimodromus aberrans*.

Datum	Lokacija	Kraj	Gostiteljska rastlina
20.06.2018	na prostem	Bukovica	<i>Ficus carica</i>
20.06.2018	na prostem	Nova Gorica	<i>Morus alba</i>
21.06.2018	na prostem	Izola-Pivol	<i>Prunus cerasus</i>
21.06.2018	na prostem	Izola-Pivol	<i>Juglans regia</i>
21.06.2018	na prostem	Parecag	<i>Ficus carica</i>
22.06.2018	na prostem	Ljubljana	<i>Corylus avellana</i>

11.07.2018	na prostem	Lucija	<i>Ficus carica</i>
------------	------------	--------	---------------------

3.3.11 *Cydnodromus californicus* (McGregor)

Preglednica 13: Seznam gostiteljskih rastlin in lokacij, na katerih smo ugotovili zastopanost plenilske pršice *Cydnodromus californicus*.

Datum	Lokacija	Kraj	Gostiteljska rastlina
20.06.2018	rastlinjak	Bukovica	<i>Solanum melongena</i>
21.06.2018	rastlinjak	Izola - Pivol	<i>Pyrus communis</i>
11.07.2018	rastlinjak	Sečovlje	<i>Cucumis sativus</i>

3.3.12 *Euseius stipulatus* (Athias-Henriot, 1960)

Preglednica 14: Seznam gostiteljskih rastlin in lokacij, na katerih smo ugotovili zastopanost plenilske pršice *Euseius stipulatus*.

Datum	Lokacija	Kraj	Gostiteljska rastlina
21.06.2018	na prostem	Izola-Pivol	<i>Prunus persica</i>
21.06.2018	na prostem	Izola-Pivol	<i>Ulmus procera</i>
21.06.2018	na prostem	Izola-Pivol	<i>Pyrus communis</i>
21.06.2018	na prostem	Izola-Pivol	<i>Juglans regia</i>
21.06.2018	na prostem	Parecag	<i>Prunus domestica</i>

201

3.3.13 *Phytoseius horridus* (Ribaga, 1904)

Preglednica 15: Seznam gostiteljskih rastlin in lokacij, na katerih smo ugotovili zastopanost plenilske pršice *Phytoseius horridus*.

Datum	Lokacija	Kraj	Gostiteljska rastlina
21.06.2018	na prostem	Parecag	<i>Prunus domestica</i>

3.3.14 *Euseius gallicus* (Kreiter & Tixier, 2010)

Preglednica 16: Seznam gostiteljskih rastlin in lokacij, na katerih smo ugotovili zastopanost plenilske pršice *Euseius gallicus*.

Datum	Lokacija	Kraj	Gostiteljska rastlina
21.06.2018	na prostem	Parecag	<i>Dispyros kaki</i>
21.06.2018	na prostem	Dragonja	<i>Pistacia terebenthus</i>
11.07.2018	rastlinjak	Lucija	<i>Cucumis sativus</i>

3.3.15 *Typhlodromus (Anthoseius) recki* (Wainstein, 1958)

Preglednica 17: Seznam gostiteljskih rastlin in lokacij, na katerih smo ugotovili zastopnost plenilske pršice *Typhlodromus (Anthoseius) recki*.

Datum	Lokacija	Kraj	Gostiteljska rastlina
11.07.2018	tunel	Parecag	<i>Fragaria sp.</i>

3.3.16 *Phytoseiulus persimilis* (Athis-Henriot, 1957)

Preglednica 18: Seznam gostiteljskih rastlin in lokacij, na katerih smo ugotovili zastopnost plenilske pršice *Phytoseiulus persimilis*.

Datum	Lokacija	Kraj	Gostiteljska rastlina
11.07.2018	rastlinjak	Sečovlje	<i>Cucumis sativus</i>
11.07.2018	rastlinjak	Sečovlje	<i>Cucumis sativus</i>
11.07.2018	rastlinjak	Sečovlje	<i>Cucumis sativus</i>

202

3.3.17 *Transeius fragilis* (Kolodochka & Bondarenko, 1993)

Preglednica 19: Seznam gostiteljskih rastlin in lokacij, na katerih smo ugotovili zastopnost plenilske pršice *Transeius fragilis*.

Datum	Lokacija	Kraj	Gostiteljska rastlina
12.07.2018	rastlinjak	Podgorje pri Slovenj Gradcu	<i>Phaseolus vulgaris</i>
12.07.2018	rastlinjak	Podgorje pri Slovenj Gradcu	<i>Fragaria sp.</i>
12.07.2018	rastlinjak	Podgorje pri Slovenj Gradcu	<i>Fragaria sp.</i>

3.3.18 *Neoseiulus barkeri* (Hughes, 1948)

Preglednica 20: Seznam gostiteljskih rastlin in lokacij, na katerih smo ugotovili zastopnost plenilske pršice *Neoseiulus barkeri*.

Datum	Lokacija	Kraj	Gostiteljska rastlina
20.06.2018	rastlinjak	Bukovica	<i>Cucumis sativus</i>

3.4 Raziskave v letu 2019

3.4.1 *Amblydromalus limonicus* (Garman & McGregor, 1956)

Preglednica 21: Seznam gostiteljskih rastlin in lokacij, na katerih smo ugotovili zastopnost plenilske pršice *Amblydromalus limonicus*.

Datum	Lokacija	Kraj	Gostiteljska rastlina
19.6.2019	Na prostem	Sečovlje	<i>Cucurbita pepo</i>

4 SKLEPI

Plenilske pršice iz družine Phytoseiidae so pomembna skupina koristnih organizmov, s katero lahko pri pridelavi hrane uspešno zmanjšujemo številčnost škodljivcev. V letih raziskave smo na Seznam domorodnih organizmov za biotično varstvo rastlin uvrstili tri vrste plenilskih pršic, in sicer *Amblyseius andersoni*, *Neoseiulus californicus* in *Euseius gallicus* (Seznam..., 2019). Omenjene plenilske pršice so pomembni naravni sovražniki pršic prelk, pršic šiškarič, resarjev in ščitkarjev. Na podlagi naše raziskave lahko rečemo, da so plenilske pršice zastopane na širokem krogu gostiteljskih rastlin. V obdobju 2006-2019 smo potrdili 29 vrst iz družine Phytoseiidae.

Med tržno zanimivimi so poleg zgoraj navedenih tudi vrste *Phytoseiulus persimilis*, *Neoseiulus barkeri* in *Amblydromalus limonicus*. Pršica *P. persimilis* se lahko prehranjuje na vseh stadijih navadne pršice, vendar ima preferenco do jajčec navadne pršice. Vrsta *Neoseiulus barkeri* se prehranjuje predvsem na resarjih (tobakov resar, cvetlični resar), pa tudi na mehkožnih pršicah (Tarsonemidae). Medtem, ko je bila pršica *Phytoseiulus persimilis* v tržni pridelavi hrane prvokrat v Evropi uporabljena leta 1968, se *N. barkeri* uporablja od leta 1981 (List of biological control ..., 2019). Uporaba pripravka, ki vsebuje plenilsko vrsto *Amblydromalus limonicus* je bila prvokrat možna v letu 2012 (Knapp et al., 2019). Vrsta je pomemben naravni sovražnik ščitkarjev (*Bemisia tabaci* in *Trialeurodes vaporariorum*), resarjev (*F. occidentalis*, *Thrips tabaci* in *Retithrips syriacus*). Prehranjuje se tudi na jajčecih pomarančevega molja (*Prays citri*) in na jajčecih pršic prelk (*Panonychus citri*, *Eutetranychus orientalis* in *Tetranychus cinnabarinus*). Odrasle samice vrste *A. limonicus* lahko na dan pojejo 7 mladih ličink tobakovega resarja in enako število ličink cvetličnega resarja. Ko so omenjeno plenilsko pršico vnašali v rastlinjake, se je populacija rastlinjakovega ščitkarja zmanjšala za 99 %. Pršico *A. limonicus* so prvokrat našli leta 1956 na citrusih v Kaliforniji, v naravi pa je zastopana v območjih z zmernim in subtropskim podnebjem v Severni, Centralni in Južni Ameriki. Najdemo jo na Havajih, Novi Zelandiji in Avstraliji.

Namen nadaljnjih raziskav je ugotoviti, če so plenilske pršice *P. persimilis*, *N. barkeri* in *A. limonicus* zastopane na širšem območju Slovenije.

5 ZAHVALA

Prispevek je nastal s finančno pomočjo Ministrstva za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano – Uprave RS za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin v okviru strokovnih nalog s področja zdravstvenega varstva rastlin. Raziskava v letu 2018 je bila delno financirana s strani Agencije Republike Slovenije za raziskovalno dejavnost v sklopu bilateralnega projekta med Slovenijo in

Francijo (2018-2019). Za pomoč pri vzorčenju plenilskih pršic se zahvaljujemo Matjažu Jančarju, dr. Marku Devetaku, mag. Karmen Rodič, mag. Iris Škerbot, Igorju Škerbotu, mag. Jožetu Miklavcu, Miši Pušenjak in dr. Ivanu Žežlini. V letih 2001-2006 so podatki o zastopanosti plenilskih pršic iz družine Phytoseiidae rezultat raziskovalnega dela mag. Miklavca, za kar se mu ob tej priliki zahvaljujemo.

6 LITERATURA

- Bohinc, T., Trdan, S. 2013. Phytophagous and predatory mites in Slovenia. *Acarologia*, 53: 145-150.
- Chant, D.A., McMurtry, J.A. 2007. Illustrated keys and diagnoses for the genera and subgenera of the Phytoseiidae of the World (Acari: Mesostigmata). Indira Publishing House: 220 str.
- List of biological control agents widely used in the EPPO region. PM 6/3. 2019. EPPO Standards. https://www.eppo.int/RESOURCES/eppo_standards/pm6_biocontrol (10.4.2019)
- Miklavc, J., Miklavc, M. 2001. Razširjenost plenilske pršice *Zetzellia mali* Eving (fam. Stigmadea) v nasadih jablan v severovzhodni Sloveniji. V: Maček J. (ur.). Zbornik predavanj in referatov 5. slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin z mednarodno udeležbo, Čatež ob Savi. Ljubljana, Društvo za varstvo rastlin Slovenije: 344-349.
- Miklavc, J. 2006. Razširjenost plenilskih pršic iz družine Phytoseiidae v nasadih jablane v Podravju in Prekmurju ter prehranske zahteve vrste *Typhlodromus pyri* Scheuten [mag. delo]. Ljubljana: Biotehniška fakulteta: 12 str.
- Moraes, G.J., McMurtry, J.A., Denmark, H.A., Campos, C.B. 2004. A revised catalog of the family Phytoseiidae. Magnolia Press: 496 str.
- Pravilnik o biotičnem varstvu rastlin. 2006. Uradni list RS, št. 45/06. http://www.pisrs.si/Pis_web/pregledPredpisa?id=PRAV6800 (10.4.2019)
- Russo, A., Suma, P. 2019. Entomophagous insects as biocontrol agents of stored food pests. V: Program & Book of Abstracts. Conti, B., Trematera, P. (ur.). Conference of the IOBC/WPRS working group on integrated protection of stored products. 3.-6.9.2019 Pisa. Italija: str. 64.
- Seznam domorodnih vrst organizmov za biotično varstvo rastlin. 2019. Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano. Uprava Republike Slovenije za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin. https://www.gov.si/assets/organi-v-sestavi/UVHVVR/Zdravje-rastlin/Bioticno-varstvo-rastlin/Seznam_domorodni_25_januar_2019.pdf (25.1.2019)
- Tixier, M. S., Kreiter, S., Douin, M., Moraes, G.J. 2012. Rates of description of Phytoseiidae (Acari: Mesostigmata): space, time and body size variations. *Biodiversity Conversations*, 21: 993-1013.
- Tixier, M. S. 2018. Predatory mites (Acari: Phytoseiidae) in Agro-Ecosystems and Conservation Biological Control: a review and explorative approach for forecasting plant-predatory mite interaction and mite dispersal. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 6: 1-21

PREUČEVANJE UČINKOVITOSTI INSEKTICIDOV ZA ZATIRANJE TOBAKOVEGA RESARJA (*Thrips tabaci* Lindeman) V ČEBULI

Mario LEŠNIK¹, Stanislav VAJS², Andrej PAUŠIČ³

¹⁻³Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede Maribor, Hoče

IZVLEČEK

V poljskem poskusu smo preučevali učinkovitost insekticidov na podlagi snovi deltametrin, spinosad, spirotetramat in dimetoat za zatiranje tobakovega resarja v nasadu čebule. Insekticidi so bili naneseni v 100 % in 300 % odmerku trikrat zapored (23.5., 1.6. in 21.6.). Testirali smo tudi učinek dodajanja biostimulatorja Cirkon® (izločki *Echinacea purpurea*) pri obravnavanjih s 100 % odmerkom insekticida. S štetjem števila osebkov na 10 cm² površine lista pod lupo pri naključno izbranih rastlinah smo izvedli oceno velikosti populacije 7 dni po nanosu insekticida in še dvakrat pozneje. Za izračun učinkovitosti smo uporabili Abbottovo formulo. Pri snoveh deltametrin in spirotetramat povečanje odmerka iz 100 na 300 % ni značilno povečalo učinkovitosti. Pri snoveh spinosad in dimetoat je povečanje odmerka imelo značilen učinek na učinkovitost. Dodajanje pripravka Cirkon je povečalo učinkovitost insekticidov za 8 do 20 %. Učinek dodajanja je bil pri vseh testiranih insekticidih podoben in domnevamo, da ima sredstvo repelentni učinek. Pri vseh pripravkih je prišlo do občutnega padca učinkovitosti pri tretjem zaporednem nanosu (-30 %). Poskus kaže na popuščanje učinkovitosti testiranih insekticidov, ki pri večkratni uporabi ne presežejo praga učinkovitosti 60 %.

Ključne besede: insekticidi, tobakov resar, zatiranje, odpornost, čebula

ABSTRACT

ASSESSMENT OF INSECTICIDAL EFFICACY IN CONTROLLING ONION THRIPS (*Thrips tabaci* Lindeman) IN ONION

In the field experiment, the effectiveness of insecticides based on deltamethrin, spinosad, spirotetramat and dimethoate for controlling the onion thrips in the onion plantation was studied. Insecticides were applied at 100 and 300 % dose three times successively (23.5., 1.6. and 21.6.). We also tested the effect of adding a biostimulator Cirkon® (compound of *Echinacea purpurea*) in the treatments with 100 % insecticide doses. By counting the number of thrips individuals per 10 cm² of leaf surface under the magnifying glass in randomly selected plants, an estimation of the size of the population was carried out 7 days after the insecticide application and two more times

¹ prof. dr., Pivola 10, SI-2311 Hoče

² mag., dipl. inž. agr., prav tam

³ dr., prav tam

later. Abbott's formula was used to calculate the efficiency. In the deltamethrin and spirotetramat, the increase in dose from 100 to 300% did not significantly increase the efficacy. In the case of spinosad and dimethoate, the increase in dose had a significant effect on efficacy. Adding the preparation Cirkon has increased the efficiency of insecticides by 8 to 20 %. The effect was similar in all tested insecticides, and it is assumed that the active compound has a repellent effect. At all insecticides, there was a significant drop in efficiency noticed after the third consecutive application (-30%). The experiment demonstrates the decrease in efficacy of tested insecticides, which, when insecticides are used three times successively, do not exceed the 60 % efficiency threshold.

Key words: insecticides, tobacco trips, control, resistance, onion

1 UVOD

Tobakov resar (*Thrips tabaci* Lindeman) je eden najbolj nadležnih škodljivcev v pridelavi poljščin, vrtnin in okrasnih rastlin. Ima velik razmnoževalni potencial in veliko sposobnost pridobivanja odpornosti na insekticide. Pridelovalci čebule pogosto navajajo, da so pri zatiranju resarja skoraj nemočni, kljub pogosti uporabi insekticidov iz različnih skupin (piretroidi, organski fosforjevi estri, neonikotinoidi). Uradne potrditve pojava populacij odpornih na insekticide v Sloveniji nimamo, že dlje pa med pridelovalci vrtnin obstaja sum, da odporne populacije že imamo. V širšem svetovnem merilu spada tobakov resar med škodljivce z velikim številom opisanih primerov pojavov odpornosti. Pri pregledu literature lahko hitro najdemo objave o odpornosti na insekticide. Tako Nazemi in sod. (2015) poročajo o odpornosti na deltametrin, profenofos in klorpirifos. Podobno o odpornosti na enake skupine insekticidov (deltametrin, lambda-cihalotrin in diazinon) poročajo iz Kanade (MacIntrye s sod., 2005). V bazi APRD (Arthropod pesticide resistance database), ki vodi statistiko glede pojavov odpornosti pri škodljivcih, je pri tobakovem resarju navedeno, da so zabeležili odpornost proti 19 insekticidnim aktivnim snovem (glej <https://www.pesticideresistance.org/display.php?page=species&arId=506>). Pogosti so pojavi odpornosti proti piretroidom, dimetoatu, diazinonu in imidaklopridu (Foster s sod., 2010; Mautino s sod., 2011; Meixiang s sod., 2014; Darnell-Crumpton s sod., 2018). Diaz-Montano in sod. (2011) izpostavljajo, da s pojavi odpornosti na insekticide naraščajo tudi težave z virusnimi boleznimi čebule. Povečanje populacije resarjev značilno poveča stopnjo okužbe nasadov z virusi. To je še dodatna velika težava pri pojavih odpornosti na insekticide.

Za pridobitev podatkov o učinkovitosti insekticidov smo izvedli preprost poljski poskus, v katerem smo preučili delovanje najbolj pogosto uporabljenih insekticidov za zatiranje tobakovega resarja v čebuli. Dodatno nas je zanimalo, ali lahko učinkovitost insekticidov povečamo s dodajanjem biostimulatorja na podlagi izvlečkov iz ameriškega slamnika.

2 MATERIALI IN METODE

2.1 Lokacija in zasnova poskusa

Poskus je bil izveden na njivi v lasti kmetije Majerič v kraju Moškanjci na Ptujskem polju. GIS podatki lokacije: 46°24'49,12"N in 16° 00'1,77"E. Čebula je bila gojena na bogato založenih distričnih rjavih tleh. Sistem obdelave tal je že več let bila konzervirajoča obdelava z uporabo orodja Evers. Tla so dobro založena s hranili (org. snov 4,5 %, organski ogljik 2,8 %, pH (CaCl₂) 6,3; P₂O₅ 13,1 mg/100 g; K₂O 41,5 mg/100 g). Čebula na testni njivi ni uspevala več kot 5 let. Poskus je bil zasnovan kot poskus v naključnih blokkih s štirimi ponovitvami parcelic velikih 6 x 1,5 m (9 m²). Za analizo značilnosti razlik med obravnavanji je bila izvedena standardna analiza variance in testiranje povprečij z uporabo Tukey HSD testa pri $\alpha < 0,05$. Čebula sorte Ptujška rdeča je bila posajena na grebene 3. aprila. Gostota sajenja je bila 38-48 rastlin na m². Plevele smo zatirali kemično z večkratno aplikacijo herbicidov. Opravljeno je bilo eno dognojevaje z gnojilom KAN. Varstvo pred boleznimi in škodljivci je potekalo na integriran način s pogostimi aplikacijami ustreznih pripravkov. V začetku aprila so bila tla hladna in čebula se je razvijala počasi. V maju smo imeli ugodne razmere za razvoj. Enako velja za junij, ko je prišlo do povečanega razvoja populacije resarja.

2.2 Tehnika aplikacije pripravkov

207

Pripravki iz kategorije klasična FFS za zatiranje boleznih čebule so bili aplicirani na enak način preko vseh parcelic poskusa z uporabo klasične poljedelske škropilnice RAU 2000 pri porabi vode 300 l/ha. Testirani insekticidi so bili aplicirani s škropilnico za škropljenje poskusnih parcelic na električni pogon s stransko škropilno armaturo EURO-PULVÉ Tip: CP 45 – 40 – 12 – VDC (Francija), ki omogoča škropljenje brez hoje po poskusni parcelici. Uporabljena je bila šoba TeeJet XR 110 015 VS (VMD50 100-115 µm), ki je pri pritisku 3,5 bara in hitrosti hoje 3 km zagotovila porabo 250 l/ha škropilne brozge. Aplikacija je bila vedno izvedena v dopoldanskem času med 10:00 in 11:00, ko je bila čebula suha, resarji pa aktivni.

2.3 Pregled testiranih pripravkov

V preglednici 1 so prikazani pripravki in odmerki pripravkov, ki smo jih testirali glede učinkovitosti za zatiranje tobakovega resarja na čebuli. Pri nekaterih obravnavanjih je bil dodan biostimulator Cirkon, ki je proizvod podjetja Nest M s sedežem v Moskvi (Ruska federacija). Pripravek vsebuje 0,1 g/l ± 0,02 zmesi 3,4 dihidroksicinamične kisline, klorogene kisline in cikorične kisline, pridobljene iz ameriškega slamnika *Echinacea purpurea* (L.) Moench. Pri enem obravnavanju je bilo dodano močilo Wetcit (izvlečki agrumov z dodatkom močil).

2.4 Metode ocene velikosti populacije resarjev in izračun učinkovitosti insekticidov

Velikost populacije resarjev po nanosu insekticidov smo določali s pregledom števila osebkov na listih čebule pod lupo neposredno na njivi. Uporabljali smo pravokotno lupo z 10 cm² velikim vidnim poljem. Za oceno velikosti populacije na posamezni parcelici smo izbrali 30 naključnih rastlin na parcelico. Lupo smo vedno usmerili na isto

točko na začetek listne ploskve sredinskega lista iz notranje strani. Za nekaj sekund smo opazovali vidno polje brez premikanja lupe in prešteli resarje, ki so se pojavili v vidnem polju. Podatke o številu resarjev smo vnesli v Abbottovo formulo za izračun učinkovitosti (glej Püntener, 1981).

Preglednica 1: Pregled poskusnih obravnavanj in odmerkov pripravkov.

Pripravek:	Odmerek na ha:	Odmerek aktivne snovi na ha:	Datum aplikacije:
Decis 100 EC	0,125 l/ha	Deltametrin 12,5 g (100 %)	A, B, C
Decis 100 EC	0,375 l/ha	Deltametrin 37,5 g (300 %)	A, B, C
Decis 100 EC Cirkon	0,125 l/ha 80 ml/ha	Deltametrin 12,5 g (100 %)	A, B, C
Laser 240 SC	0,45 l/ha	Spinosad 108 g (100 %)	A, B, C
Laser 240 SC	1,35 l/ha	Spinosad 324 g (300 %)	A, B, C
Laser 240 SC Cirkon	0,45 l/ha 80 ml/ha	Spinosad 108 g (100 %)	A, B, C
Perfekthion	0,6 l/ha	Dimetoat 240 g (100 %)	A, B, C
Perfekthion	1,8 l/ha	Dimetoat 720 g (300 %)	A, B, C
Perfekthion Cirkon	0,6 l/ha 80 ml/ha	Dimetoat 240 g (100 %)	A, B, C
Movento SC 100	0,75 l/ha	Spirotetramat 75 g (100 %)	A, B, C
Movento SC 100	2,25 l/ha	Spirotetramat 225 g (300 %)	A, B, C
Movento SC 100 Cirkon	0,75 l/ha 80 ml/ha	Spirotetramat 75g (100 %)	A, B, C
Decis 100 EC + Movento SC 100 Wetcit	0,125 l/ha 0,75 l/ha 2 l/ha	Deltametrin 12,5 g (100 %) Spirotetramat 75g (300 %) Olje agrumov	A, B, C

A = 23.05.2018; B = 01.06.2018; C = 21.06.2018

208

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

Rezultati raziskave so podani kot rezultati za posamezne pripravke. Primerjave učinkovitosti med pripravki nas niso toliko zanimale kot učinki odmerkov in učinki dodajanja biostimulatorja. Neodzivnost resarjev na povečane odmerke kaže na morebitne pojave odpornosti.

Preglednica 2: Učinkovitost pripravka Decis (Abbott, %) za zatiranje tobakovega resarja na čebuli v petih časovnih obdobjih po aplikaciji, ki je bila izvedena 23.05., 01.06. in 21.06.

	30.5.	09.6.	20.6.	28.6.	5.7.
DECIS 100 %	78,38 a	50,10 a	24,75 a	38,80 b	39,62 ab
DECIS 300 %	86,90 a	51,63 a	36,63 a	45,68 ab	14,58 b
DECIS 100 % + Cirkon 80	82,75 a	51,33 a	43,85 a	55,68 a	43,78 a

Povprečja označena z enako črko znotraj enega termina ocenjevanje se ne razlikujejo značilno glede na rezultate Tukey HSD testa ($\alpha < 0,05$).

Pripravek Decis (deltametrin) je imel po 7 dnevih dokaj visoko rezidualno učinkovitost (78,38 %). Povečanje odmerka iz 100 na 300 % in dodajanje biostimulatorja Cirkon ni imelo značilnega vpliva na učinkovitost pripravka. Deltametrin je najbolj pogosto opisan insekticid, proti kateremu je resar razvil odpornost. 9. junija po drugi aplikaciji insekticida je učinkovitost padla na 50,1 %. Ponovno povečevanje odmerka in dodajanje biostimulatorja Cirkon ni imelo učinka na učinkovitost insekticida. V sredini junija je prišlo do pospešenega razvoja populacije resarja, ko so se nekoliko dvignile temperature in je prenehalo deževno obdobje. Daljša deževna obdobja motijo resarja v razvoju. Proti začetku julija je učinkovitost nadalje padala, kljub tretji aplikaciji insekticida (21.6.). Povečanje odmerka na 300 % je celo imelo negativen učinek (učinkovitost le 14,5 %). Rezultati ne omogočajo potrditve suma pojava odpornosti na snov deltametrin, a kažejo na popuščanje učinkovitosti tega insekticida. Dodajanje stimulatorja Cirkon je delno povečalo rezidualno učinkovitost pripravka. Glede na izbor pripravkov, ki jih trenutno imamo na voljo, bomo deltametrin še uporabljali enkrat v sezoni pri prvem tretiranju proti najnižjim stadijem ličink, ko temperature zraka še ne presegajo 20 °C. Pozneje je uporaba tega insekticida manj priporočljiva.

Preglednica 3: Učinkovitost pripravka Laser (Abbott, %) za zatiranje tobakovega resarja na čebuli v petih časovnih obdobjih po aplikaciji, ki je bila izvedena 23.05., 01.06. in 21.06.

209

	30.5.	09.6.	20.6.	28.6.	5.7.
LASER 100 %	84,38 a	62,40 ab	51,95 b	63,13 a	55,54 b
LASER 300 %	86,13 a	69,88 a	68,98 a	79,38 a	84,90 a
LASER 100 % + Cirkon 80	84,73 a	53,40 b	64,38 ab	76,43 a	69,39 ab

Povprečja označena z enako črko znotraj enega termina ocenjevanje se ne razlikujejo značilno glede na rezultate Tukey HSD testa ($\alpha < 0,05$).

Pripravek Laser (spinosin) ni v uporabi tako dolgo kot piretroidni insekticidi. Hitrost razpadanja obloge na rastlini je verjetno primerljiva tisti pri piretroidih. Začetna rezidualna učinkovitost je bila dokaj visoka, nekaj nad 80 %. Povečevanje odmerka in dodajanje biostimulatorja Cirkon po prvem nanosu ni imelo značilnega učinka na stopnjo učinkovitosti. Raven učinkovitosti se je do začetka julija obdržala na ravni med 60 in 70 %. Opazen je bil zmeren odziv populacije na povečanje odmerka na 300 %. To se je videlo pri oceni 5.7. (55,54 % proti 84,9 %; glej v preglednici 3). Dodajanje stimulatorja Cirkon je tudi nekoliko povečalo rezidualno učinkovitost. Pripravek Laser se kaže kot še vedno dokaj zanesljivo sredstvo za zatiranje resarja, nima pa zares visoke učinkovitosti. Testirana populacija resarja ne kaže znakov pojava odpornosti, čeprav je bila učinkovitost pri 300 % odmerku pod 90 %. Trenutno kaže, da ga je smiselno uporabiti do dvakrat v eni sezoni.

Preglednica 4: Učinkovitost pripravka Prefekthion (Abbott, %) za zatiranje tobakovega resarja na čebuli v petih časovnih obdobjih po aplikaciji, ki je bila izvedena 23.05., 01.06. in 21.06.

	30.5.	09.6.	20.6.	28.6.	5.7.
PERFEKTHION 100 %	80,98 a	60,55 b	54,90 b	68,08 b	59,36 b
PERFEKTHION 300 %	86,35 a	72,13 a	61,93 b	69,95 b	55,13 b
PERFEKTHION 100 % + Cirkon 80	87,15 a	66,33 ab	70,83 a	79,38 a	74,13 a

Povprečja označena z enako črko znotraj enega termina ocenjevanje se ne razlikujejo značilno glede na rezultate Tukey HSD testa ($\alpha < 0,05$).

Organski fosforjev ester Prefekthion (dimetoat) je že zelo dolgo na tržišču. Kljub temu je v našem poskusu še vedno pokazal dokaj dobro učinkovitost (80,9 %) v tednu dni po prvem nanosu insekticida. Povečevanje odmerka in dodajanje stimulatorja Cirkon je nekoliko povečalo učinkovitost, a ne značilno. Pri poznejših ocenjevanjih povečanje odmerka ni imelo značilnega učinka na učinkovitost. Očitno se preučevana populacija tudi pri tem insekticidu ne odzivna na povečevanje odmerka. Ta insekticid je sicer bil v preteklosti veliko uporabljan proti čebulni muhi in imamo dolgotrajno selekcijo tudi pri resarju. V začetku julija je bilo vidno sinergistično delovanje stimulatorja Cirkon, saj je njegovo dodajanje značilno povečalo učinkovitost. Dimetoat očitno ima pri testirani populaciji še zadovoljivo kratkoročno učinkovitost in ga je še smiselno uporabljati. Območje Ptujkega polja je znano vrtnarsko področje in tukaj že veliko let poteka intenzivna selekcija, a kljub temu do odpornosti še ni prišlo.

Preglednica 5: Učinkovitost pripravka Movento (Abbot, %) za zatiranje tobakovega resarja na čebuli v petih časovnih obdobjih po aplikaciji, ki je bila izvedena 23.05., 01.06. in 21.06.

	30.5.	09.6.	20.6.	28.6.	5.7.
MOVENTO 100 %	71,65 b	34,05 c	19,85 c	38,88 b	35,82 a
MOVENTO 100 %	79,95 ab	55,45 b	38,50 b	52,58 a	42,53 a
MOVENTO 100 % + Cirkon 80	81,15 ab	45,93 bc	40,53 b	53,53 a	40,29 a
MOVENTO 100 % + Decis 100 %	86,05 a	71,53 a	48,53 a	55,00 a	33,59 a

Povprečja označena z enako črko znotraj enega termina ocenjevanje se ne razlikujejo značilno glede na rezultate Tukey HSD testa ($\alpha < 0,05$).

Movento (spirotetramat) je insekticid novejšje generacije, ki vstopa v rastlino in bi naj imel dolgo rezidualno delovanje. Pričakovanja pri zatiranju resarja v čebuli ob pojavu na tržišču so bila velika, saj ima visoko učinkovitost proti številnim drugim sorodnim sesajočim škodljivcem. Prvi teden po prvi aplikaciji (30.5.) je imel dokaj visoko učinkovitost (malo nad 70 %), ki pa je pozneje občutno padla, kljub dvema dodatnima nanosoma (glej preglednico 5). V začetku junija je učinkovitost po treh zaporednih nanosih padla na 35 %. Povečevanje odmerka ni imelo značilnega učinka, tudi dodajanje stimulatorja Cirkon ne. Poskus kaže, da spirotetramat ni insekticid, ki bi imel velik potencial za zatiranje resarja. Tudi kombinacija s pripravkom Decis ni

imela visoke učinkovitosti. O odpornosti resarja na aktivno snov spirotetramat glede na rezultate poskusa ni možno govoriti.

4 SKLEPI

Rezultati enega samega poskusa na eni sami lokalni populaciji resarjev kažejo, da imajo insekticidi precej znižano učinkovitost od tiste, ki so jo imeli ob prvem dajanju na trg pred leti, a je stopnja učinkovitosti še vedno tolikšna, da ne moremo govoriti o odpornosti resarja na preučevane insekticide. Izbor insekticidov za zatiranje tobakovega resarja v čebuli v Sloveniji je odločno premajhen, da bi lahko izvajali dobro antirezistenčno strategijo. Brez dodatne ponudbe novih pripravkov lahko v bodoče gotovo pričakujemo pojave odpornosti.

Pri zatiranju je pomembno, da pričnemo dovolj zgodaj, ko imamo še majhno število nižjih stopenj ličink. Če z zatiranjem pričnemo v juniju, ko je že prišlo do obrata prvega ali drugega rodu in je čebula polna odraslih osebkov, bomo verjetno precej neuspešni.

V danih razmerah skope ponudbe insekticidov je potrebno izvajati vse dodatne ukrepe kot so: izboljšanje aplikacijske tehnike, uvajanje dodatkov z repeletnim delovanjem (številni novi biostimulatoji na podlagi rastlinskih olj in rastlinskih izločkov) in uvajanje običajnih ekoloških načinov varstva (naselitev plenilcev, gojenje rastlin z odvračalnimi učinki, uporaba modrih lepljivih plošč, ...).

5 ZAHVALA

Raziskava je bila opravljena v okviru projekta CRP V4-1601 - Ocena stanja odpornosti škodljivih organizmov na fitofarmaceutska sredstva v Sloveniji. Financerjem MKGP RS in ARRS se zahvaljujemo za sredstva, ki so jih namenili za izvedbo te raziskave.

6 LITERATURA

- Darnell-Crumpton, C., Catchot, A.L., Cook, D.R., Gore, J., Dodds, D.M., Morsello, S.C., Musser, F.R. 2018. Neonicotinoid Insecticide Resistance in Tobacco Thrips (Thysanoptera: Thripidae) of Mississippi. *Journal of Economic Entomology*, 111: 2824-2830.
- Diaz-Montano, J., Fuchs, M., Nault, B.A., Fail, J., Shelton, A.M. 2011. Onion thrips (Thysanoptera: Thripidae): a global pest of increasing concern in onion. *Journal of Economic Entomology*, 104: 1-13.
- Foster, S.P., Gorman, K., Denholm, I. 2010. English field samples of *Thrips tabaci* show strong and ubiquitous resistance to deltamethrin. *Pest Management Science*, 66: 861-864.
- Macintyre Allen, J.K., Scott-Dupree, C., Tolman, J.H., Harris, C.R. 2005. Resistance of *Thrips tabaci* to pyrethroid and organophosphorus insecticides in Ontario, Canada. *Pest Management Science*, 61: 809-815.
- Mautino, G.C., Bosco, L., Tavella, L. 2011. Integrated management of *Thrips tabaci* (Thysanoptera: Thripidae) on onion in north-western Italy: basic approaches for supervised control. *Pest Management Science*, 68: 185-193.
- Nazemi, A., Khajehali, J. 2016. Incidence and characterization of resistance to pyrethroid and organophosphorus insecticides in *Thrips tabaci* (Thysanoptera: Thripidae) in onion fields in Isfahan, Iran. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 129: 28-35.
- Püntener, W. 1981. *Manual für Feldversuche im Pflanzenschutz*. Zweite, überarbeitete und ergänzte Auflage. Ciba – Geigy AG, Basel, Schweiz. 45 – 72.
- Wu, M., Gotoh, H., Waters, T., Walsh, D.B., Lavigne, L.C. 2014. Identification of an alternative knockdown resistance (kdr)-like mutation, M918L, and a novel mutation, V1010A, in the *Thrips tabaci* voltage-gated sodium channel gene. *Pest Management Science*, 70: 977-81.

**PRELIMINARNI REZULTATI PREIZKUŠANJA PRIPRAVKOV Z NIZKIM
TVEGANJEM ZA ZMANJŠEVANJE POPULACIJE KAPUSOVIH
BOLHAČEV (*Phyllotreta* spp.) NA GLAVNATEM ZELJU (*Brassica oleracea*
var. *capitata* L.)**

Magda RAK CIZEJ¹, Franček POLIČNIK², Silvo ŽVEPLAN³, Iris ŠKERBOT⁴, Igor
ŠKERBOT⁵, Jaka RAZINGER⁶

¹⁻³Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije, Žalec

⁴⁻⁵KGZS, Kmetijsko gozdarski zavod Celje, Celje

⁶Kmetijski inštitut Slovenije, Ljubljana

IZVLEČEK

Kapusovi bolhači iz rodu *Phyllotreta* so gospodarsko pomembni škodljivci na rastlinah iz družine križnic (Brassicaceae). Škodo povzročajo z objedanjem listov, še posebej na mladih rastlinah glavnatega zelja (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.) v spomladanskem času. V maju in juniju najpogosteje najdemo vrsti *P. atra* in *P. nemorum*, v manjšem deležu pa *P. nigripes* ter *P. undulata*. Zaradi omejevanja uporabe insekticidov s kontaktnim načinom delovanja, je uporaba pripravkov z nizkim tveganjem neizogibna. V letu 2018 smo na njivi v Savinjski dolini, kjer je bilo posajeno glavnato zelje sorte 'Expect F1', za zatiranje kapusovih bolhačev preizkušali različne biostimulante (AlgoPlasmin, PlanTonic, CutiSan, Boundary BX) in bukov lesni pepel. Njihove učinkovitosti smo primerjali z insekticidnimi snovmi: lambda-cihalotrin (Karate Zeon 5 CS), spinosad (Laser plus) in naravni piretrin (Flora verde). Vse pripravke smo v poskusu uporabili 4-krat. V poskusu smo ocenjevali delež poškodovane listne površine zelja, število kapusovih bolhačev na rastlino, ob koncu rastne dobe smo tehtali tudi pridelek. Karate Zeon 5 CS in Laser plus sta imela v povprečju pri vseh ocenjevanjih statistično značilno najmanjši delež poškodovane listne površine. Poškodbe na listih glavnatega zelja od kapusovih bolhačev so bile, v primerjavi s standardnima insekticidoma, najmanjše pri obravnavanjih, kjer smo uporabili bukov lesni pepel ali Flora verde (naravni piretrin). Največji delež poškodovane listne površine smo opazili pri pripravku CutiSan (kaolinska glina). Največji pridelek zelja smo dosegli na parcelah, kjer smo uporabili Karate Zeon 5 CS, Laser plus, Flora verde in Algo-Plasmin.

Ključne besede: kapusovi bolhači, zelje, metode varstva rastlin z nizkim tveganjem

¹ dr., Oddelek za varstvo rastlin, Cesta Žalskega tabora 2, SI-3310 Žalec, e-pošta: magda.rak-cizej@ihps.si

² mag. inž. hort., prav tam

³ univ. dipl. inž. kmet., prav tam

⁴ mag. agr. znan., Trnoveljska cesta 1, SI-3000 Celje

⁵ univ. dipl. inž. agr., prav tam

⁶ dr., Oddelek za varstvo rastlin, Hacquetova ulica 17, SI-1000 Ljubljana

ABSTRACT

PRELIMINARY RESULTS OF TESTING PLANT PROTECTION PRODUCTS WITH LOW RISK FOR DECREASING CABBAGE FLEA BEETLES (*Phyllotreta* spp.) POPULATIONS ON CABBAGE (*Brassica oleracea* var. *capitata*)

Cabbage flea beetles, *Phyllotreta* spp., are economically important pests on plants from Brassicaceae family. Cabbage flea beetles cause damage on leaves, especially on young plants. In the spring time, on May and June, are most commonly pests on cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.) species *P. atra* and *P. nemorum*, in a smaller part are present *P. nigripes* and *P. undulata*. In order to limit the use of insecticides by contact mode of action, the use of low risk products is necessary in future. In 2018 we were in the field in the Savinja valley, where the seedlings cabbage of the 'Expect F1' variety was planted, for the control of cabbage flea beetles, we tested biostimulants (Algoplasmin, PlanTonic, CutiSan, Boundary BX) and beech wood ash. We compared their efficacy with insecticidal active ingredients lambda-cyhalothrin (Karate Zeon 5 CS), spinosad (Laser plus) and natural pyrethrin (Flora verde). The all products were applicated 4 times on this experiment. In the experiment we evaluated the percentage of damaged leaf surface on the cabbage, No. cabbage flea beetles per plant and at the end of the growing season; we also weighed the crop yield. On average, Karate Zeon 5 CS and Laser plus had a statistically significant the smallest percentage of damaged leaf area in all assessments. The injuries on the leaves from cabbage flea beetles, in comparison with the standard insecticides, were the lowest where we used beech wood ash or Flora verde (natural pyrethrin). The largest part of the damaged leaf was observed where used the product CutiSan (kaolin clay). The highest yield of cabbage was reached on plots where used Karate Zeon 5 CS, Laser plus, Flora verde and Algo-Plasmin.

Key words: cabbage flea beetles, cabbage, low risk plant protection methods

1 UVOD

Kapusovi bolhači (*Phyllotreta* spp.) so oligofagi, ki napadajo vse kapusnice iz družine križnic (Brassicaceae), še posebej glavnato zelje (*Brassica oleracea* var. *capitata*) kot tudi ostale gospodarsko pomembne kapusnice, predvsem oljno ogrščico (*Brassica napus* L.) (Knodel, 2018). Spadajo v družino Chrysomelidae. Škodo povzročajo odrasli bolhači, kateri merijo v dolžino od 2 do 4 mm. V Sloveniji poznamo več vrst kapusovih bolhačev kot so: veliki progasti bolhač (*P. nemorum* L.), progasti bolhač (*P. undulata* Kutsch.), modri kapusov bolhač (*P. nigripes* F.), črni kapusov bolhač (*P. atra* F.) (Laznik, 2006; Modic s sod., 2019).

Kapusovi bolhači imajo en rod letno z vrhom pojava spomladi in poleti (Laznik, 2006, Colvin, 2010, Modic s sod., 2019). Prvi odrasli osebki se pojavijo v spomladanskem času, ko povprečna dnevna temperatura doseže 10 °C. Naselijo se predvsem na samonikle križnice (Brassicaceae) in oljno ogrščico ter oljno repico, iz njih se nato preselijo na kulturno pomembne križnice. Zimo preživijo pod rastlinskimi ostanki in steljo (listi, stebli) ter ob robovih gozdov. Bolhači spomladi dosežejo vrh pojava, ko je na 5 cm povprečna temperatura tal 14-15 °C. Z višanjem povprečne dnevne temperature

zraka, se posledično povečuje tudi številčnost kapusovih bolhačev. Odrasli osebkki kapusovih bolhačev v spomladanskem času povzročajo škodo predvsem na mladih listih kapusnic. Z izjedanjem listne površine povzročajo zmanjšanje fotosintetske aktivnosti lista, listi postanejo kržljavi, na rastlinah se začnejo pojavljati tudi sekundarne poškodbe in list lahko tudi propade (Colvin, 2010). Več škode na posevkih kapusnic povzročajo ob toplem, sončnem in suhem vremenu. Na napad bolhačev so še posebno dovzetne mlade, kaleče rastline in presajene sadike (Modic s sod., 2019). Vrh leta odraslih osebkov kapusovih bolhačev navadno pričakujemo konec junija in v začetku julija. V času prehranjevanja v okolico korenin gostiteljskih rastlin kapusovi bolhači odložijo jajčeca, katera se razvijejo v fazo ličink v 2-6 tednih, odvisno od temperature. Dorasle ličinke se zabubijo v tleh in po preteklih dveh do treh tednih se preobrazijo v hrošče. Poletni pojav kapusovih bolhačev je običajno od julija dalje. Prezimijo odrasli kapusovi bolhači poletnega pojava, ki so hrošči letošnjega rodu. Škoda, ki jo povzročijo bolhači poletnega pojava ni tako izrazita, saj so rastline že starejše in manj privlačne za napad bolhačev. Poletni pojav kapusovih bolhačev na zelju ne predstavlja večjega gospodarskega pomena, saj se naseli na zunanje liste (vehe).

Za uspešno zatiranje kapusovih bolhačev je pomembno, da spremljamo predvsem spomladanski pojav kapusovih bolhačev. Z zmanjševanjem spomladanske populacije kapusovih bolhačev lahko pripomoremo k zmanjšanju poletnega pojava, ki je ključna, saj osebkki prezimijo in povzročajo škodo v naslednjem letu. Zatiranje kapusovih bolhačev izvajamo predvsem z insekticidnim pripravkom na osnovi aktivne snovi lambda-cihalotrin, katero v bodoče ne bo več mogoče uporabiti.

Tako se vse bolj poslužujemo tako imenovanih metod z nizkim tveganjem, kamor sodi uporaba biostimulantov. Biostimulanti nimajo neposrednega vpliva proti škodljivcem in boleznim, učinkujejo kot gnojila, in posledično spodbujajo fiziološke procese v rastlini, tako da povečajo učinkovitost sprejema in izrabe hranil ter sprožijo naravne obrambne mehanizme proti škodljivcem in boleznim. Posledično imajo rastline liste s čvrstejšo povrhnjico, kateri so manj privlačni za kapusove bolhače.

V naši raziskavi smo proučevali, kako uspešno lahko zatiramo kapusove bolhače v primerjavi z standardnima insekticidnima pripravkoma Laser plus in Karate Zeon 5 CS, s komercialnimi pripravki Algo-Plasmin, PlanTonic, CutiSan, Boundary BX in bukovim lesnim pepelom.

2 MATERIALI IN METODE

V letu 2018 smo na Inštitutu za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije z namenom preučevanja učinkovitosti metod z nizkim tveganjem uporabili nekaj pripravkov, biostimulantov, ki imajo stimulativen učinek na rast in razvoj rastlin, kar naj bi posledično zmanjšalo škodo zaradi kapusovih bolhačev (*Phyllotreta* spp.). Izvedli smo poskus na prostem, na njivi v Malih Braslovčah v Savinjski dolini, kjer smo 25. maja 2018 posadili zelje, hibrid Expect F1 (140 dnevni). Poskus smo izvedli v 10 obravnavanjih, v 4 ponovitvah, obravnavanja so bila naključno razporejena. Posamezna poskusna parcela je bila velika 18 m² (širina 4,5 m x dolžina 4 m), na kateri je rastle cca. 58 rastlin zelja. V poskusu smo preizkušali pripravke, ki so imeli bodisi insekticidno delovanje (NeemAzal-T/S - azadirahthin A; Flora verde – naravni piretrin; Laser plus – spinosad ter

standardni insekticid Karate Zeon 5 CS – lambda-cihalotrin) ali kot pospeševalci rasti/biostimulanti (Algo-Plasmin – zelena alga Ca, Mg; Plantonic – ekstrakt vrbe - salicilna kislina, koprive + olje; Boundary BX - rjave alge in rastlinski ekstrakti) ali kot mehanska odvrčala (CutiSan – naravni mineral kaolin; lesni pepel – bukov).

Ker ima zelje zelo voščene liste, smo zaradi zniževanja površinske napetosti ob vsaki aplikaciji pripravka NeemAzal T/S dodajali močilo Trifolio S-forte; pripravkom Flora verde, Laser plus, Karate Zeon 5 CS pa močilo Exirel.

Pripravke smo nanašali 4-krat (31.5., 5.6., 15.6., 19.6.2018) z nahrbtno škropilnico SOLL, pri čemer smo porabili 400 l vode/ha. Ocenjevanja smo izvedli pred 1. nanosom, nato pa 4., 8., 11. in 18. junija). Na vsaki poskusni parceli smo iz osrednjega dela na 10 rastlinah ocenjevali odstotek poškodovanosti listov (5 mladih listov/rastlino), prešteli bolhače/rastlino ter zabeležili fenofazo razvoja zelja. Na koncu rastne dobe, 1. oktobra 2018, smo ovrednotili tudi količino pridelka (10 rastlin/parcelo).

Pridobljene rezultate smo statistično analizirali z analizo variance (ANOVA). Statistične razlike so bile izračunane po Duncan testu s 95-odstotno stopnjo zaupanja.

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

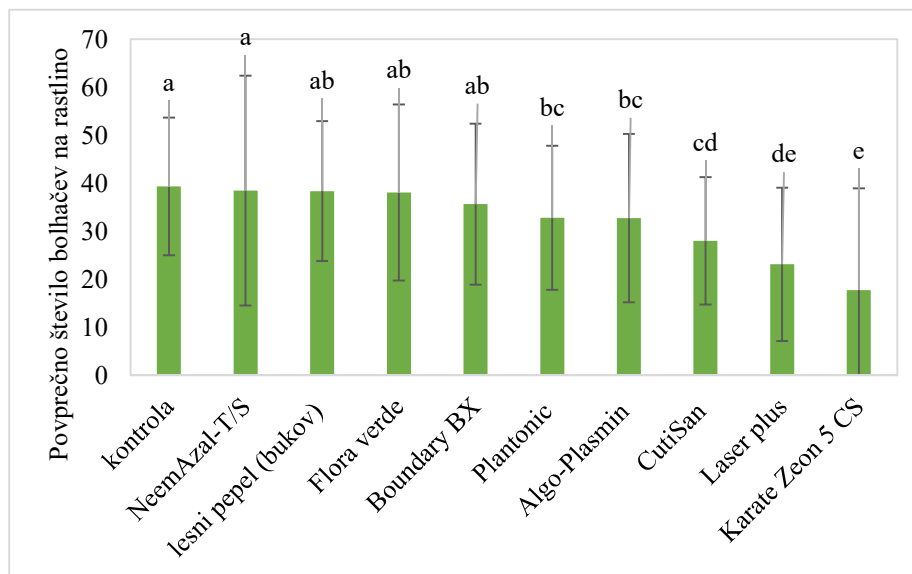
V času trajanja poskusa so na zelju prevladovali črni kapusovi bolhači (*Phyllotreta atra*) v 95 % deležu, v sledovih (5 %) smo našli progastega kapusovega bolhača (*P. undulata*). Obe vrsti na zelju povzročata enake poškodbe. Konec maja, pred prvo aplikacijo, je bilo v povprečju 47 bolhačev na eni rastlini zelja. Od začetka junija do 18. junija je bilo povprečno število bolhačev na rastlino zelja statistično značilno najmanjše, kjer smo uporabili pripravke Laser plus in Karate Zeon 5 CS (slika 1); med njima ni bilo statistično značilnih razlik. Dejstvo je, da je uporaba obeh navedenih insekticidov dovoljena le 2-krat letno na isti površini, vendar smo ju zaradi protokola pri ostalih pripravkih in primerljivosti podatkov, uporabili 4-krat. Največ bolhačev v času trajanja poskusa je bilo na kontrolnih parcelah in na parcelah, kjer smo uporabili NeemAzal-T/S; med tema postopkoma ni bilo statistično značilnih razlik. Povprečno manjše število bolhačev od kontrole, smo zaznali na obravnavanih, kjer smo uporabili Plantonic, Algo-Plasmin in CutiSan; med njimi ni bilo statistično značilnih razlik, ter nato na obravnavanih, kjer smo uporabili Flora verde, Boundary BX in Plantonic (slika 1).

Če med sabo primerjamo lesni pepel in CutiSan (kaolin), je bilo v povprečju manj kapusovih bolhačev na parcelah, kjer smo uporabili CutiSan, vendar vedno ni število bolhačev merodajno za delež poškodb na listih zelja. Tako je bila poškodovanost listne površine na parcelah, kjer smo uporabili lesni pepel, statistično značilno manjša kot v primeru uporabe CutiSan-a (slika 2). Enako učinkovitost kot lesni pepel je glede na odstotek poškodovane listne površine dosegel naravni insekticid Flora verde. Najmanjšo poškodovanost listov zelja smo zabeležili na parcelah, kjer smo uporabili insekticida Laser plus in Karate Zeon 5 SC.

Rastline zelja, na katere smo nanесли biostimulante, kot so Boundary BX, Plantonic in Algo-Plasmin, so imele statistično značilno večje poškodbe na listih od črnih kapusovih bolhačev, kot pri postopkih Laser plus, Karate Zeon 5 CS in Flora verde, so pa še vedno izkazovali delno odvrčalni (repelentni) učinek, saj je bilo zelje značilno manj

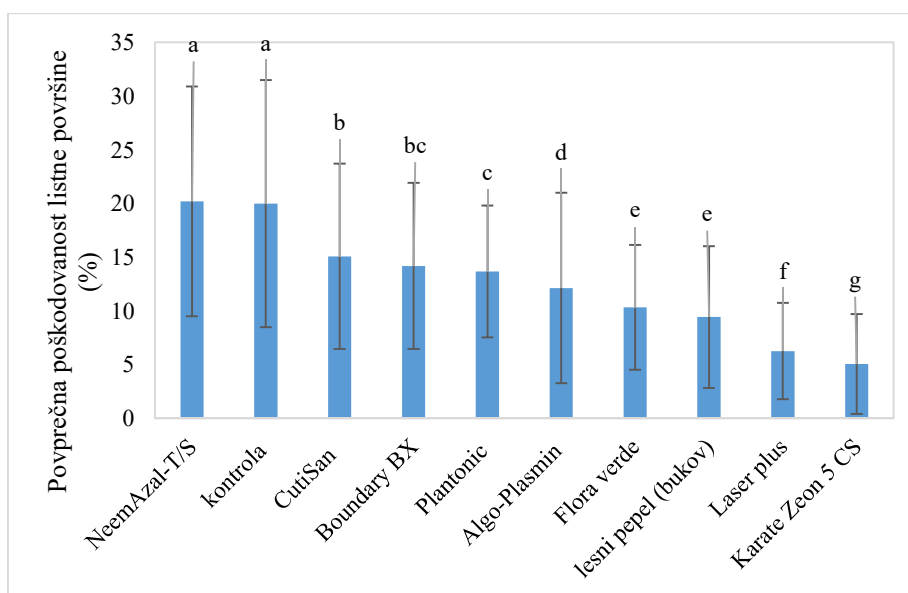
poškodovano od kontrolnih (netretiranih) rastlin. Med navedenimi biostimulanti so bile statistično značilne razlike (slika 2). Najmanj poškodb na listih zelja od bolhačev smo pri biostimulantih opazili pri pripravku Algo-Plasmin.

216



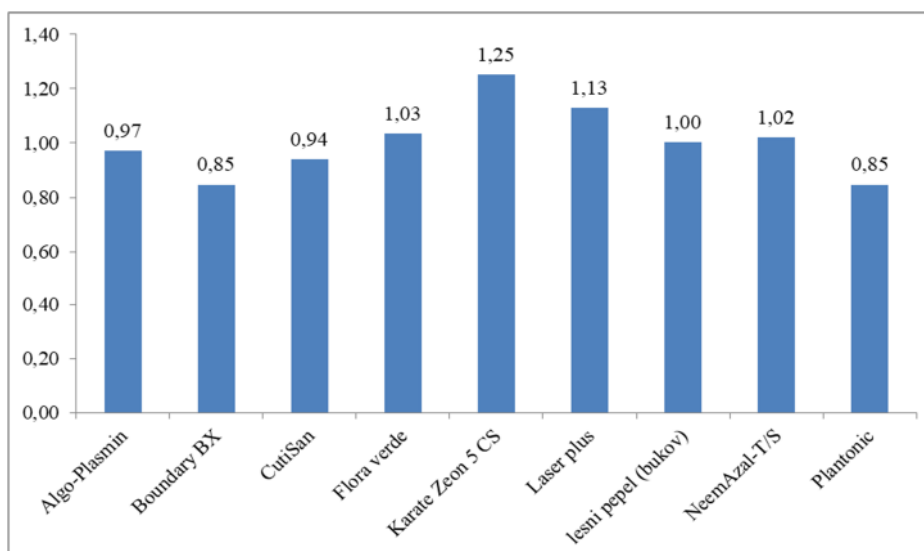
Slika 1: Povprečno število črnih kapusovih bolhačev (*Phyllotreta atra*) na rastlino zelja (*Brassica oleracea* var. *capitata*) v štirih ocenjevanjih. Prikazano je povprečno število bolhačev/rastlino \pm standardna napaka. Različne črke prikazujejo statistično značilne razlike med obravnavanji (Duncan-ov test, $p < 0,05$).

Pri vrednotenju pridelka zelja, smo največji pridelek dosegli na parcelah, kjer smo uporabili Karate Zeon 5 CS in Laser plus. Nobenih razlik v pridelku zelja, v primerjavi s kontrolnimi parcelami, nismo dosegli na parcelah, kjer smo uporabili Flora verde, NeemAzal-T/S in lesni pepel (slika 3). Manjši pridelke zelja in nižji indeks glede na kontrolne parcele, smo dosegli z Boudary BX in Plantonic-om, nato sta sledila CutiSan in Algo-Plasmin. Je pa dejstvo, da je bila njiva na določenih mestih nehomogena, prav tako so bile parcele ob koncu poskusa neenakomerno zapleveljene, tako da je tudi to imelo vpliv na pridelek zelja in ne samo uporabljeni pripravki.



217

Slika 2: Povprečna poškodovanost listne površine zelja (*Brassica oleracea* var. *capitata*) od črnih kapusovih bolhačev (*Phyllotreta atra*). Prikazana je povprečna poškodovanost listne površine ± standardna napaka. Različne črke prikazujejo statistično značilne razlike med obravnavanji (Duncan-ov test, $p < 0,05$).



Slika 3: Indeks (primerjava pridelka zelja glede na kontrolo) pri posameznih pripravkih; Male Braslovče 2018.

4 SKLEPI

Pričakovano smo najmanjšo poškodovanost na zelju (*Brassica oleracea* var. *capitata*) od kapusovih bolhačev (*Phyllotreta* spp.) dosegli s standardnim insekticidom Karate Zeon 5 CS (a.s. lambda-cihalotrin), za katerega bomo v naslednjih letih verjetno izgubili dovoljenje za uporabo. Zato je potrebno, glede na pozitivne rezultate, razširiti uporabo insekticida Laser plus za glavnavo zelje, in sicer za zatiranje kapusovih bolhačev, namreč sedaj ima registracijo na zelju le za zatiranje cvetličnega resarja in sovk. Zelo pozitiven rezultat smo dosegli pri lesnem pepelu in tudi CutiSan-u, katera bi lahko bila v prihodnje dobra alternativa klasičnim pripravkom. Pripravek CutiSan je statistično značilno najbolj zmanjšal povprečno število kapusovih bolhačev na rastlino. V primerjavi s kontrolo statistično značilnih razlik v številu kapusovih bolhačev na rastlino ni bilo med NeemAzal-T/S, bukovim pepelom, Flora verdom in Boundary BX. Pri povprečni poškodovanosti listne površine so bile poškodbe od kapusovih bolhačev na listih zelja v primerjavi z standardnima pripravkoma Laser plus in Karate Zeon 5 CS največje, kjer smo uporabili NeemAzal-T/S. Standardnima insekticidnima pripravkoma sta se po delovanju najbolj približala bukov lesni pepel in Flora verde. NeemAzal-T/S v primerjavi s kontrolo ni imel statistično značilnih razlik pri povprečni poškodovanosti listne površine. Pri teh dveh obravnavanjih so bile poškodbe na listih glavnavatega zelja statistično značilno največje.

218

V bodoče bo potrebno več pozornosti nameniti različnim kombinacijam biostimulativ, s katerimi lahko uspešno zmanjšujemo poškodbe od bolhačev na zelju, tako da pospešujemo rast in razvoj rastlin. Posledično bolhači nimajo velike preference za napad starejših rastlin oziroma listov, kateri imajo čvrstejšo povrhnjico in so manj privlačni za kapusove bolhače. Biostimulanti nimajo neposrednega vpliva na zmanjšanje potenciala škodljivcev in bolezni. Učinkujejo kot gnojila in posledično spodbujajo fiziološke procese v rastlini, tako da povečajo učinkovitost sprejema in izrabe hranil ter sprožijo naravne obrambne mehanizme proti škodljivcem in boleznim.

5 ZAHVALA

Raziskavo je financiral MKGP v okviru Ciljnega raziskovalnega projekta »Uporaba metod z nizkim tveganjem za varstvo zelenjadnic (V4-1602)«.

6 LITERATURA

- Colvin, J. 2010. "Control of Flea Beetles and Other Key Insect Pests of Leafy Salad Brassica Crops." : 1–8.
- Knodel, J. J. 2018. "Flea Beetles (*Phyllotreta* spp.) and Their Management." ResearchGate (January 2017): 1–12.
- Laznik, Ž. 2006. "Učinkovitosti štirih vrst entomopatogenih ogorčic (*Rhabditida*) za zatiranje kapusovih bolhačev (*Phyllotreta* spp., Coleoptera, Chrysomelidae)." Diplomaska naloga: 65 str.
- Modic, Š., Rak Cizej, M., Poličnik, F. 2019. Kapusovi bolhači (<https://www.ivr.si/skodljivci/kapusovi-bolhaci/#1543822274648-98e35155-9631>)

UPORABNOST INVAZIVNIH TUJERODNIH RASTLIN PRI ZATIRANJU POLŽEV

Žiga LAZNIK¹, Tanja BOHINC², Stanislav TRDAN³

¹⁻³Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Ljubljana;

IZVLEČEK

Pri nas in drugod po svetu je zaradi cene in drugih prednosti najbolj razširjena uporaba fitofarmaceutskih sredstev (FFS) v varstvu rastlin pred škodljivimi organizmi. Zaradi negativnih vplivov na okolje, njihovega ne-ciljnega delovanja, pojava rezistence škodljivih organizmov na FFS in vse strožje okoljske politike raziskovalci iščejo nove, okoljsko bolj sprejemljive načine varstva rastlin pred škodljivimi organizmi. Eden od tovrstnih ukrepov je tudi preučevanje rastlinskih izvlečkov pri zatiranju gospodarsko pomembnih škodljivih organizmov. V raziskavi, ki smo jo opravili v okviru projekta ApPLAuSE, smo preučevali limacidni učinek 7 rastlinskih vrst: japonski dresnik (*Fallopia japonica* [Houtt.] Ronse Decr.), češki dresnik (*Fallopia x bohemica* [Chrtek & Chrtková] Bailey), veliki pajesen (*Ailanthus altissima* [Mill.] Swingle), kanadska zlata rozga (*Solidago canadensis* L.), orjaška zlata rozga (*Solidago gigantea* Aiton), octovec (*Rhus typhina* L.) in navadna amorfa (*Amorpha fruticosa* L.) na polže iz rodu *Arion*. Cilji naših laboratorijskih in poljskih poskusov so bili ugotoviti (1) kontaktni učinek preučevanih rastlinskih vrst na lazarje; (2) uporabnost izbranih rastlinskih vrst kot ovira za lazarje; (3) učinek preučevanih rastlinskih vrst na stopnjo hranjenja lazarjev. Rezultati raziskav so pokazali, da na zmanjšano stopnjo hranjenja v največji meri vplivata obe rozgi in japonski dresnik. V poljskem poskusu smo ob hkratni uporabi ovire ter škropljenju listov solate z vodnim izvlečkom orjaške zlate rozge beležili 8 % poškodb na rastlinah v primerjavi s 72 % deležem poškodb na kontrolnih rastlinah. V Sloveniji je danes pridelava mnogih gojenih rastlin ob zadovoljivi kakovosti mogoča le z uporabo FFS. Trenutni trendi v Sloveniji kažejo na zmanjševanje količine porabljenih FFS in potrebo po razvoju, optimizaciji in implementaciji novih, ne-kemičnih načinov zatiranja škodljivih organizmov. Mednje sodijo tudi rastlinski izvlečki invazivnih tujerodnih rastlinskih vrst, ki imajo sodeč po rezultatih dosedanjih raziskav določen potencial v okoljsko sprejemljivem varstvu rastlin.

Ključne besede: invazivne rastlinske vrste, japonski dresnik, češki dresnik, veliki pajesen, kanadska zlata rozga, orjaška zlata rozga, octovec, navadna amorfa, rastlinski izvlečki, zatiranje polžev

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

² znan. sod., dr., prav tam

³ prof. dr., prav tam

ABSTRACT

APPLICABILITY OF INVASIVE ALIEN PLANTS IN CONTROLLING SLUGS

In Slovenia, as well as worldwide, the use of pesticides in plant protection programmes is the most widespread method due to price and other benefits. Researchers are looking for new, environmentally more acceptable ways of protecting plants against harmful organisms due to adverse environmental effects of pesticides, their non-target activity, the occurrence of resistance to pesticides, and increasingly stringent environmental policies. One such measure is also the study of plant extracts in the control of economically important harmful organisms. In a study carried out within the ApPLAuSE project, we examined the molluscicidal effect of 7 plant species: knotweeds (*Fallopia japonica* [Houtt.] Ronse Decr., *F. x bohemica* [Chrtek & Chrtková] Bailey), goldenrods (*Solidago canadensis* L., *S. gigantea* Aiton), staghorn sumac (*Rhus typhina* L.), tree of heaven (*Ailanthus altissima* [Mill.] Swingle), and false indigo (*Amorpha fruticosa* L.) against *Arion* slugs. The aims of laboratory and semi-field studies were (1) the contact control efficacy of an individual use of tested substances; (2) the barrier effect of tested substances; and (3) an effect on slug eating ability of tested substances. The results of the studies have shown that the reduced rate of feeding is largely influenced by both goldenrods and Japanese knotweed. In a field experiment, combined use of barriers and sprinkling of lettuce leaves with water extract of the *Solidago gigantea* resulted 8 % damage to the plants compared to 72 % of the damage in control plants. Nowadays in Slovenia, the cultivation of many plants is satisfactory only with the use of pesticides. Current trends in Slovenia indicate a decrease in the amount of spent pesticides and the need to develop, optimize and implement new, non-chemical ways of controlling harmful organisms. Among them are plant extracts of invasive alien plant species, which, according to the results of our studies, have a certain potential in environmentally acceptable plant protection.

Key words: invasive alien plant species, knotweeds, goldenrods, tree of heaven, false indigo, staghorn sumac, plant extracts, slug control

1 UVOD

Številne vrste polžev so po vsem svetu znani gospodarsko pomembni škodljivci v kmetijstvu in povzročajo škodo na različnih skupinah rastlin: zelenjadnicah, krmnih rastlinah, sadnem drevju, grmovnicah, cvetlicah in travnikih oziroma tratah, pa tudi na samoniklih rastlinah (Rowson in sod., 2014). Polži lahko z objedanjem močno poškodujejo rastline in jih tako spravijo v stres. Posledično so take rastline manj odporne in bolj dovzetne za bolezní ter slabše kljubujejo neugodnim vremenskim razmeram.

Pionirske metode na področju zatiranja lazarjev so znane že dolgo. Mnogih od njih se poslužujemo še danes (Rowson in sod., 2014). Razvoj in industrializacija pa sta pripomogla k proizvodnji FFS. Ta sredstva so postala nepogrešljiv doprinos k uspešni kmetijski pridelavi. Z njimi si pomagamo, da pridelamo kakovostne in količinsko zadovoljive pridelke. Trenutno so sredstva cenovno dostopna, njihova uporaba je enostavna. Skupino FFS, namenjeno zatiranju polžev, imenujemo limacidi. Limacidni

pripravki, ki se jih uporablja v varstvu rastlin vsebujejo metaldehid in železov (III) fosfat. Metaldehid je strupen tudi za ne-ciljne organizme. V ekološkem kmetijstvu je možno uporabljati pripravke z aktivno snovjo železov (III) fosfat, ki pa je žal manj učinkovita (Rowson in sod., 2014; Laznik in Trdan, 2016).

Na področju varstva rastlin se dogajajo spremembe, saj se zavedamo, da ima uporaba mnogih FFS negativen vpliv na okolje (Laznik in Trdan, 2016). Poleg tega je lahko okoljsko sporna tudi njihova proizvodnja. Zato iščemo okolju prijazne, a še vedno učinkovite snovi, ki bi jih uporabljali za zatiranje škodljivih organizmov. Uporaba tovrstnih sredstev bi pripomogla k trajnostnemu načinu kmetovanja, ki je danes aktualna tema na področju razvoja kmetijstva. Na ta način bi izvajali učinkovito zatiranje škodljivcev, v konkretnem primeru polžev, pri čemer ne bi obremenjevali okolja zaradi stranskih toksičnih učinkov aktivnih snovi in njihovih produktov razgradnje. Razvoj učinkovitih alternativnih limacidov je vezan na uporabo v integriranem varstvu rastlin, s katerim bi lahko zmanjšali izgube pridelka, izboljšali kakovost in ponudbo tako pridelane hrane. Prav tako bi bilo možno alternativna sredstva uporabljati tudi v ekološkem kmetijstvu. Eden od tovrstnih ukrepov je tudi preučevanje rastlinskih izvlečkov pri zatiranju gospodarsko pomembnih škodljivih organizmov (Pavela in sod., 2008).

Namen naše raziskave je bil preučiti limacidno uporabnost rastlinskih izvlečkov nekaterih tujerodnih rastlinskih vrst, ki jih preučujemo v sklopu projekta ApPLAuSE. V laboratorijskih in poljskih poskusih smo preučevali rastlinske izvlečke: japonskega dresnika (*Fallopia japonica* [Houtt.] Ronse Decr.), češkega dresnika (*Fallopia x bohemica* [Chrtk & Chrtková] Bailey), velikega pajesena (*Ailanthus altissima* [Mill.] Swingle), kanadske zlate rozge (*Solidago canadensis* L.), orjaške zlate rozge (*Solidago gigantea* Aiton), octovca (*Rhus typhina* L.) in navadne amorfe (*Amorpha fruticosa* L.).

2 MATERIALI IN METODE DE LA

Laboratorijski in poljski poskusi so bili izvedeni v letu 2018, na Oddelku za agronomijo, Biotehniške fakultete v Ljubljani. Za izvedbo poskusov smo uporabili lazarje iz rodu *Arion*, ki smo jih nabrali na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani. Lazarje smo dan pred nastavitvijo poskusa stradali, saj smo želeli zagotoviti njihovo slo po hranjenju (Laznik in Trdan, 2016). Za vsako snov oziroma obravnavanje smo uporabili 10 lazarjev (10 ponovitev). Za namen raziskav smo uporabili rastlinski material 7 rastlinskih vrst: japonski dresnik, češki dresnik, veliki pajesen, kanadska zlata rozga, orjaška zlata rozga, octovec in navadna amorfa. Rastlinski material smo nabrali na območju MOL in ga posušili na prostem. Posušen material smo zmleli. V sklopu raziskave smo izvedli tri oblike laboratorijskih in en poljski poskus: [a] kontaktno preučevanje (polže smo povaljali v posušenem rastlinskem materialu in ugotavljali vpliv na smrtnost in hranjenje); [b] snov kot ovira (okoli vira hrane smo posuli posušen rastlinski material in ugotavljali prehodnost polžev preko ovire in njihovo stopnjo hranjenja); [c] učinek na hranjenje (posušen rastlinski material smo namočili v vodi in pripravili dve koncentraciji vodnega macerata [2,5 in 10 %] v katerega smo namočili list solate in ugotavljali stopnjo hranjenja polžev); [d] poljski poskus (uporabili smo različne tehnike [ovira, vodni macerat, njuna kombinacija] rastlinskega materiala orjaške zlate rozge in ugotavljali različne parametre [% poškodovanih rastlin, % napadenih rastlin,

pridelek solate]). Tipični vedenjski odzivi polžev med poskusom so bili razvrščeni v šestih dogodkih, kot je opisano v preglednici 1. Številke za indeksiranje dogodkov smo uporabili za kvantifikacijo analize. Za izvedbo analize podatkov so bile te vrednosti indeksa uporabljene kot vrednosti odzivne spremenljivke »dogodek«. Na primer, če je polž umrl v poskusu je bila vrednost dogodka 2 (glej preglednico 1). Statistična analize je bila napravljena, kot je opisano v Laznik in Trdan (2016).

Preglednica 1: Vrednotenje dogodkov v poskusu

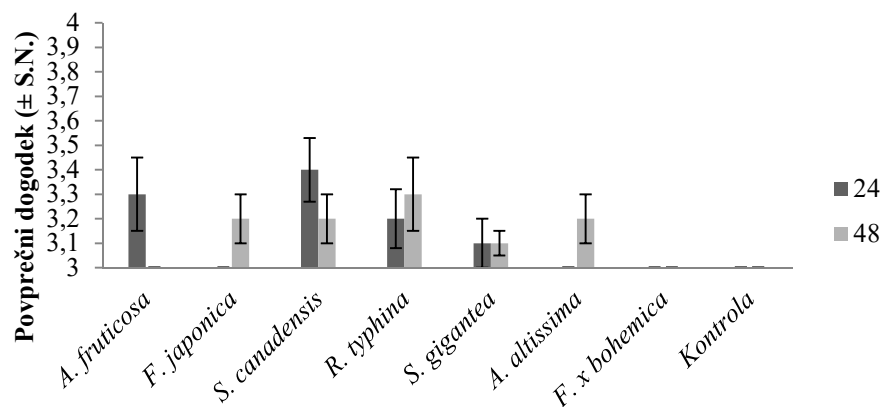
Opis dogodka	Indeks dogodka
Polž je živ.	1
Polž je umrl.	2
Polž se je hranil s solato.	3
Polž se ni hranil s solato.	4
Polž prečkal oviro.	5
Polž ni prečkal ovire.	6

3 REZULTATI

3.1 POSKUS A

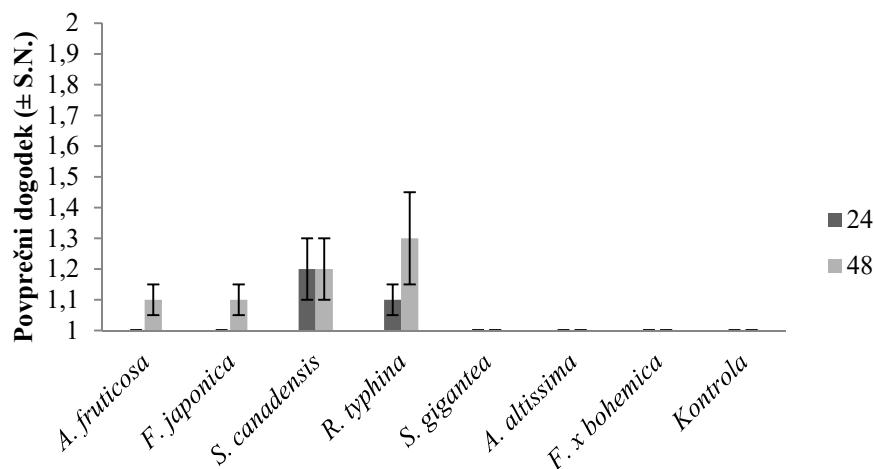
V poskus A smo preučevali vpliv valjanja polžev v posušenem rastlinskem materialu na njihovo zmanjšano sposobnost hranjenja in vpliv na smrtnost. Zmanjšana sposobnost hranjenja polžev po 24 in 48 urah je prikazana na sliki 1. Noben od preučevanih rastlinskih materialov ni pokazal zadovoljive stopnje učinkovitosti. V naši raziskavi smo ugotovili, da se po 24 urah ni hranilo 40 % polžev, ki so bili tretirani z rastlinskim materialom kanadske zlate rozge. Po 48 urah je bilo 20 % zmanjšanje hranjenja polžev ugotovljeno pri tretiranjih z rastlinskim materialom japonskega dresnika, kanadske zlate rozge in velikega pajesna (slika 1).

222



Slika 1: Hranjenje polžev v poskusu A po 24 in 48 urah. Vrednosti dogodka se lahko gibljejo med $3,00 \pm 0,00$ (vsi polži so se hranili v poskusu) ter $4,00 \pm 0,00$ (noben polž se ni hranil v poskusu).

Umrljivost polžev v poskus A je prikazana na sliki 2. Po 24 urah je umrlo 20 % polžev, ki so bili tretirani z rastlinskim materialom kanadske zlate rozge. Po 48 urah smo potrdili smrtnost 30 % polžev, ki so bili tretirani z rastlinskim materialom octovca (slika 2).



223

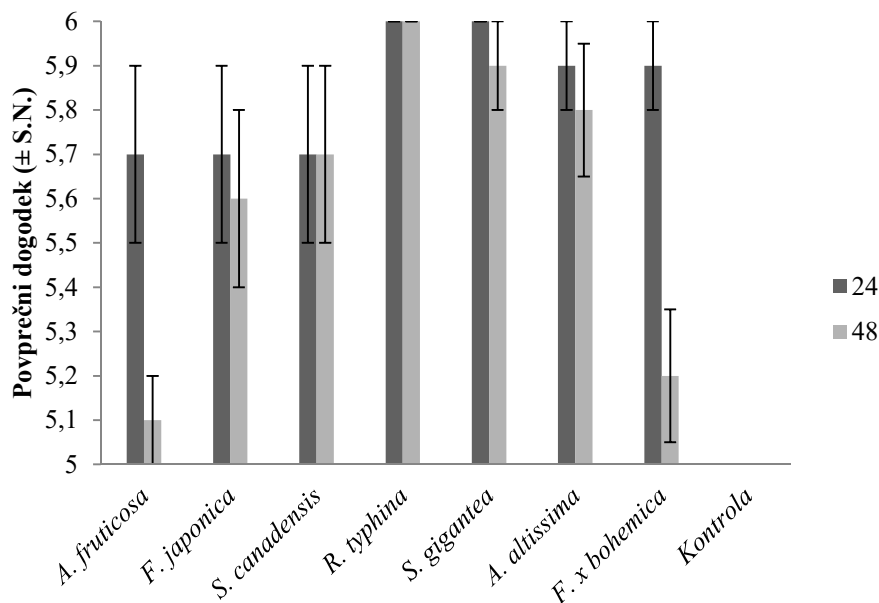
Slika 2: Smrtnost polžev v poskusu A po 24 in 48 urah. Vrednosti dogodka se lahko gibljejo med $1,00 \pm 0,00$ (vsi polži so preživel v poskusu) ter $2,00 \pm 0,00$ (vsi polži so poginili v poskusu).

3.2 POSKUS B

V poskusu B smo preučevali učinkovitost posušenega rastlinskega materiala kot prehodna ovira za polže do vira hrane. Uspešnost prehodnih ovir, ki so bile narejene iz rastlinskega materiala octovca in orjaške zlate rozge, je bila po 24 urah 100 % (noben izmed preučevanih polžev ni prečkal ovire). Po 48 urah je bilo delovanje prehodnih ovir še vedno zelo dobro. Ovira narejena iz rastlinskega materiala octovca je delovala 100 % (noben polž ni prečkal ovire), medtem ko je 10 % polžev prečkalo oviro, ki je bila narejena iz orjaške zlate rozge. Tudi ostali preučevani rastlinski materiali so pokazali zadovoljivo učinkovitost (slika 3).

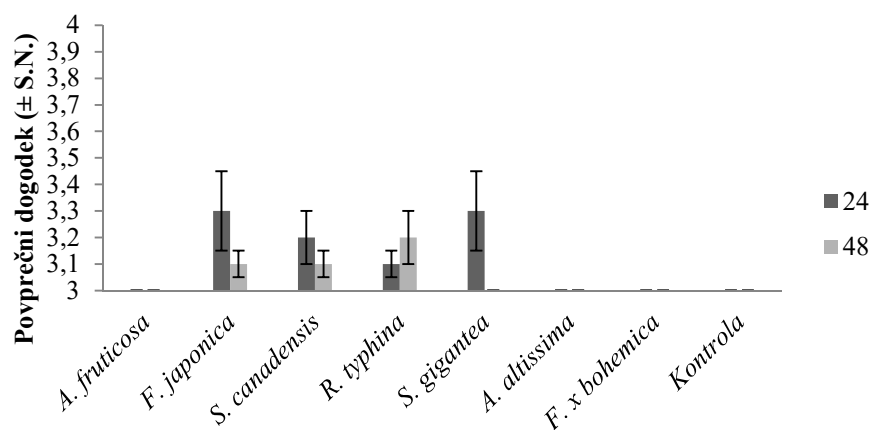
3.3 POSKUS C

V poskusu C smo preučevali vpliv različnih koncentracij vodnega macerata izbranega rastlinskega materiala na zmanjšano sposobnost hranjenja polžev. Pri 2,5 % koncentraciji vodnega macerata orjaške zlate rozge in japonskega dresnika smo po 24 urah potrdili 30 % zmanjšano stopnjo hranjenja polžev. Po 48 urah smo potrdili 20 % zmanjšanje hranjenja polžev pri uporabi vodnega macerata octovca (slika 4).



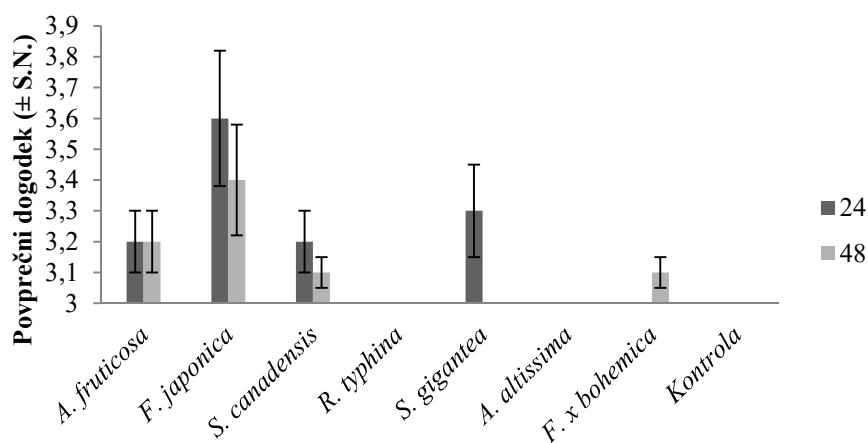
224

Slika 3: Prehodnost polžev preko ovire v poskusu B po 24 in 48 urah. Vrednosti dogodka se lahko gibljejo med $5,00 \pm 0,00$ (vsi polži so prečkali oviro) ter $6,00 \pm 0,00$ (noben polž ni prečkal ovire).



Slika 4: Hranjenje polžev v poskusu C (2,5 % koncentracija vodnega macerata) po 24 in 48 urah. Vrednosti dogodka se lahko gibljejo med $3,00 \pm 0,00$ (vsi polži so se hranili v poskusu) ter $4,00 \pm 0,00$ (noben polž se ni hranil v poskusu).

Pri 10 % koncentraciji vodnega macerata japonskega dresnika smo po 24 urah potrdili 60 % zmanjšano stopnjo hranjenja polžev. Po 48 urah smo potrdili 40 % zmanjšanje hranjenja polžev pri uporabi vodnega macerata japonskega dresnika (slika 5).

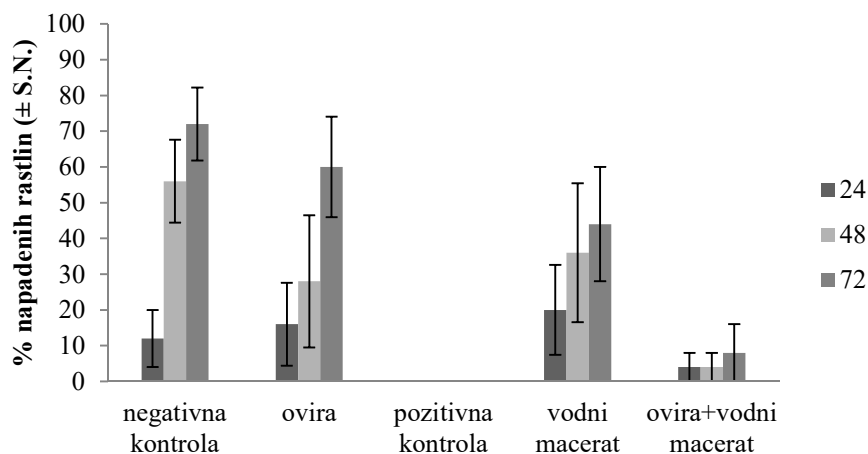


225

Slika 5: Hranjenje polžev v poskusu C (10 % koncentracija vodnega macerata) po 24 in 48 urah. Vrednosti dogodka se lahko gibljejo med $3,00 \pm 0,00$ (vsi polži so se hranili v poskusu) ter $4,00 \pm 0,00$ (noben polž se ni hranil v poskusu).

3.4 POSKUS D

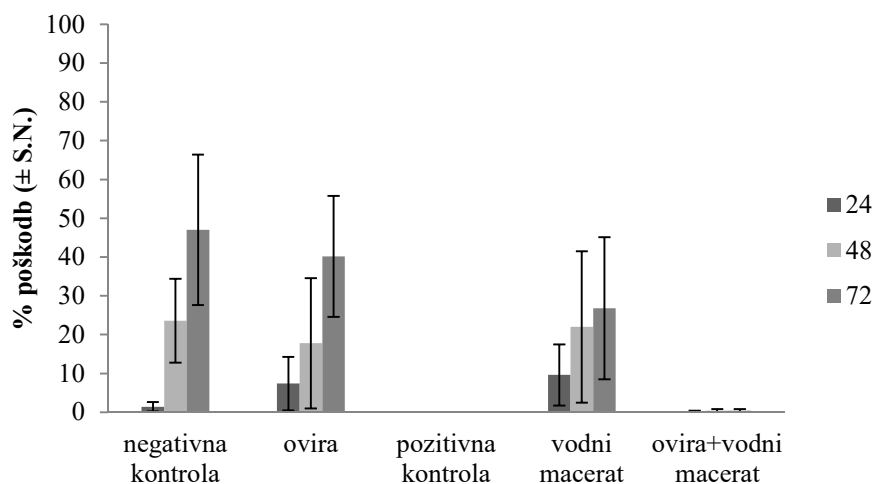
Poskus D je potekal na prostem. V poskusu smo uporabili le rastlinski material orjaške zlate rozge. V sklopu poskusa smo spremljali različne parametre: % napadenih rastlin, % poškodb na rastlinah in pridelek solate. Rezultati so pokazali, da je bilo po 72 urah v kontrolnem obravnavanju napadenih kar 72 % rastlin. Pri hkratni uporabi rastlinskega materiala kot ovire in nanosu 10 % koncentracije vodnega macerata pa je bilo napadenih le 8 % rastlin. Pri samostojni uporabi rastlinskega materiala kot ovire, je bilo napadenih 60 %, medtem ko je bilo pri samostojni uporabi vodnega macerata napadenih 44 % rastlin (slika 6).



Slika 6: Odstotek napadenih rastlin v poskusu D po 24, 48 in 72 urah.

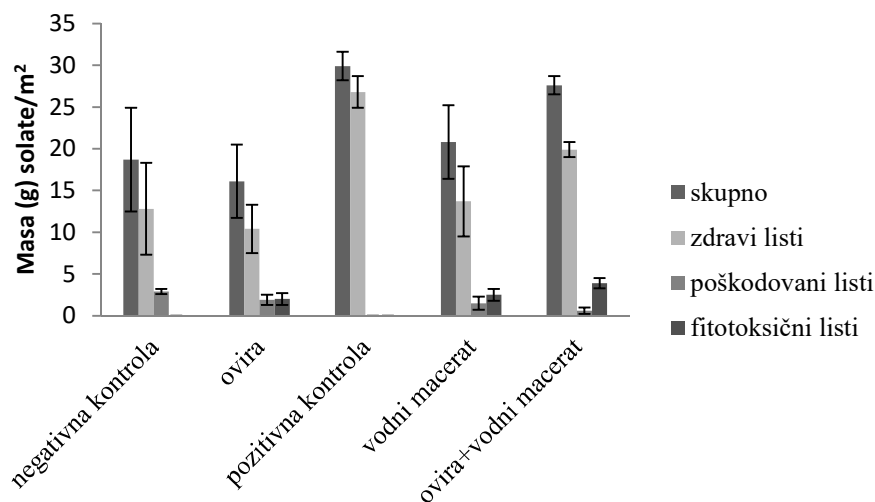
226

Rezultati so pokazali, da je bilo po 72 urah 27 % rastlin poškodovanih, če so bile le-te tretirane z vodnim maceratom orjaške zlate rozge, medtem ko je bil delež poškodb na rastlinah, kjer smo okoli njih posuli posušen rastlinski material 40 %. V kontrolnem obravnavanju smo beležili 47 % poškodb na rastlinah, medtem ko je bilo pri hkratni uporabi vodnega macerata in ovire okoli rastlin beleženih manj kot 1 % poškodb na rastlinah (slika 7).



Slika 7: Odstotek poškodb na rastlinah v poskusu D po 24, 48 in 72 urah.

Pridelek solate je predstavljen na sliki 8. Kot je razvidno smo pri kombinirani uporabi metod dosegli le 5 % izpad pridelka v primerjavi s pozitivno kontrolo, medtem ko je bil izpad pridelka pri uporabi ovire (45 %) ter vodnega macerata (28 %) znatno večji. V sklopu raziskave smo potrdili tudi pojav fitotoksičnosti listov solate, kar pripisujemo uporabi visoke koncentracije (10%) vodnega macerata orjaške zlate rozge.



227

Slika 8: Pridelek solate (g) po 72 urah.

4 RAZPRAVA

Visoki stroški sintetičnih FFS, njihovi škodljivi učinki na okolje in razvoj odpornosti nanje, zahtevajo alternativni pristop na področju varstva rastlin pred škodljivimi organizmi (Rowson in sod., 2014). Upoštevati je potrebno, da ne želimo uničiti vseh populacij polžev, saj so zaradi hranjenja z ostanki različnih živih organizmov pomemben člen za ohranjanje biološkega ravnovesja. Želimo jih le prostorsko omejiti, da ne prihajajo v stik z gojenimi rastlinami. Poleg tega želimo zmanjšati uporabo limacidov in njihovo uporabo omejiti na takrat, ko je to potrebno. Tako bi se zmanjšali stroški pridelave in ne bi negativno vplivali na okolje. Skrb za okolje je pomemben del trajnostnega razvoja kmetijstva, ki skuša zmanjšati obremenitev okolja s strani kmetijske pridelave in s tem ne ogroziti zmožnosti zadovoljevanja potreb po virih prihodnjih generacij. Kljub izjemnemu znanstvenemu napredku ostajajo odprta vprašanja o prihodnosti našega planeta, saj konvencionalno kmetijstvo ni več primerno za pridelovanje hrane in ohranjanje ekosistemov (Rowson in sod., 2014).

Do sedaj je bilo opravljenih kar nekaj raziskav na področju preučevanja kemičnega zatiranja polžev, mnogo pa je tudi literature na temo delovanja alternativnih limacidnih sredstev, kot so žagovina, hidrirano apno, diatomejska zemlja in podobno (Laznik in

Trdan, 2016). Alternativna sredstva morajo biti učinkovita, okolju prijazna in brez stranskih učinkov na ne-ciljne organizme, poleg tega pa tudi cenovno dostopna. Potencialnih sredstev je kar nekaj, vendar vsa ne zadostijo učinkovitosti delovanja. Namen naše raziskave je bil preučiti limacidno uporabnost rastlinskih izvlečkov nekaterih tujerodnih rastlinskih vrst. V laboratorijskih in poljskih poskusih smo preučevali rastlinske izvlečke: japonskega dresnika (*Fallopia japonica* [Houtt.] Ronse Decr.), češkega dresnika (*Fallopia x bohémica* [Chrték & Chrtková] Bailey), velikega pajesena (*Ailanthus altissima* [Mill.] Swingle), kanadske zlate rozge (*Solidago canadensis* L.), orjaške zlate rozge (*Solidago gigantea* Aiton), octovca (*Rhus typhina* L.) in navadne amorfe (*Amorpha fruticosa* L.).

V poskusu s preučevanjem kontaktnega delovanja (poskus A) smo potrdili najvišjo stopnjo smrtnosti polžev (30 %), ki smo jih tretirali z rastlinskim materialom octovca. Nekatere predhodne raziskave so pokazale, da ima octovec baktericidno in fungicidno delovanje (Mosch in sod., 1989; Rayne in Mazza, 2007). Limacidna učinkovitost octovca do sedaj še ni bila potrjena. V drugem poskusu (poskus B) smo ugotovili, da posušen material različnih rastlinskih vrst zelo dobro preprečuje prehod polžev preko ovire. Opazili smo, da so se polži začeli močno sluziti, ko so želeli prečkati oviro. Učinek posušenega rastlinskega materiala je podoben učinku lesnega pepela in hidriranega apna, saj te snovi povzročajo sluzenje polža, prav tako pa tudi vplivajo na blokado dihalnih poti (Laznik in Trdan, 2016). V poskusu C je bil naš namen ugotoviti, ali ima foliarni nanos vodnega macerata izbranih invazivnih rastlin kakršenkoli učinek na zmanjšanje sposobnosti hranjenja polžev. Najboljši učinek je pri obeh preučevanih koncentracijah pokazal vodni macerat japonskega dresnika. Hranjenje polžev je bilo zmanjšano za 40 %. Nekateri drugi avtorji navajajo, da imajo rastlinski izvlečki rastlin iz rodu *Fallopia* fungicidno kot tudi akaricidno delovanje (Herger in sod., 1988; Konstantinidou-Doltsinis in sod., 2006; Tomczyk, 2006). V poskusu D je bil naš cilj raziskati učinkovitost različnih tehnik uporabe rastlinskega materiala (kot pregrada, kot tekoča formulacija) na prostem. Uporabili smo le rastlinski material orjaške zlate rozge. Najboljši rezultati so bili doseženi ob kombinaciji uporabe obeh tehnik (7 % poškodovanost rastlin). V kontrolnem obravnavanju je bilo poškodovanih 70 % rastlin. Literatura navaja, da rastlinski material rastlin iz rodu *Solidago* vsebuje flavonoide, saponine in terpeene (Starks in sod., 2010). V sorodni raziskavi sta González-Cruz in San Martín (2013) ugotovila, da imajo rastline z visoko vsebnostjo saponinona limacidni učinek. Žal smo v naši raziskavi potrdili tudi fitotoksičnost. Okoli 10 % listov je kazalo znake fitotoksičnosti. Simptome pripisujemo dejstvu, da smo v poskusu uporabili visoko koncentracijo vodnega macerata (10 %). V prihodnje bi bilo smiselno uporabiti manjšo koncentracijo (2,5 %), ki se je v laboratorijski raziskavi (poskus C) izkazala za podobno učinkovito kot visoka.

Zaradi same težnje po varstvu okolja, trajnostnem kmetovanju in po zdravem načinu življenja nasploh, se vedno bolj raziskuje alternativne pristope in snovi s potencialnim limacidnim delovanjem. Eno izmed takšnih snovi predstavljajo tudi rastlinski izvlečki invazivnih rastlinskih vrst. Uporaba rastlinskih izvlečkov v limacidne namene bi predstavljala pozitiven vpliv na okolje v več pogledih. Hkrati bi to lahko predstavljalo tudi delno rešitev problematike razširjenosti invazivnih rastlinskih vrst in njihovo

implementacijo v okolju prijazen način zatiranja gospodarsko pomembnih škodljivih organizmov.

5 SKLEPI

V seriji poskusov, ki so potekali v laboratorijskih razmerah kot tudi na prostem, smo preučevali limacidni potencial rastlinskega materiala izbranih invazivnih rastlinskih vrst; japonskega dresnika (*Fallopia japonica* [Houtt.] Ronse Decr.), češkega dresnika (*Fallopia x bohemica* [Chrtek & Chrtková] Bailey), velikega pajesena (*Ailanthus altissima* [Mill.] Swingle), kanadske zlate rozge (*Solidago canadensis* L.), orjaške zlate rozge (*Solidago gigantea* Aiton), octovca (*Rhus typhina* L.) in navadne amorfe (*Amorpha fruticosa* L.). V poskuse smo vključili polže iz družine lazarjev (Arionidae). Rezultati so pokazali, da imajo nekatere rastlinske vrste (orjaška zlata rozga, kanadska zlata rozga, octovec in japonski dresnik) potencial pri zatiranju polžev. Izmed preučevanih tehnik uporabe zaključujemo, da je hkratna uporaba vodnega macerata, ki ga naneseemo na rastlino in uporaba posušenega rastlinskega materiala, ki ga posujemo okoli rastlin, najboljša.

6 ZAHVALA

Prispevek je nastal v okviru projekta ApPLAuSE (Alien PLAnt SpECies) - from harmful to useful with citizens' led activities (od škodljivih do uporabnih tujerodnih rastlin z aktivnim vključevanjem prebivalcev), ki ga financira (2017-2020) Evropski sklad za regionalni razvoj v okviru pobude Urban Innovative Actions (UIA).

7 LITERATURA

- González-Cruz D., San Martín R. 2013. Molluscicidal effects of saponin-rich plant extracts on the grey field slug. *Cien Inv Agr.* 40:341-349.
- Herger G., Klingauf F., Mangold D., Pommer E.-H., Scherer M. (1988). Efficacy of extracts of *Reynoutria sachalinensis* F. Schmidt Nakai Polygonaceae, against fungal diseases, especially powdery mildews. *Nachrichtenblatt des Deutschen PflanzenSchutzdienstes*, 40: 56-60.
- Konstantinidou-Doltsinis S., Markellou E., Kasselaki A.-M., Fanouraki M.N., Koumaki C.M., Schmitt A., Liopa-Tsakalidis A., Malathrakis N.E. (2006). Efficacy of Milsana®, a formulated plant extract from *Reynoutria sachalinensis*, against powdery mildew of tomato (*Leveillula taurica*). *BioControl*, 51: 375-392.
- Laznik Ž., Trdan S. 2016. Is a combination of different natural substances suitable for slug (*Arion* spp.) control? *Spanish Journal of Agricultural Research*, 14, 3: 1-7
- Mosch J., Klingauf F., Zeller W. (1989). On the effect of plant extracts against fireblight (*Erwinia amylovora*). *Acta Horticulturae*, 273: 355-361.
- Pavela R., Vrchtová N., Šerá B. (2008). Growth inhibitory effect of extracts from *Reynoutria* sp. plants against *Spodoptera littoralis* larvae. *Agrociencia*, 42: 573-584.
- Rayne S., Mazza G. (2007). Biological activities of extracts from sumac (*Rhus* spp.): a review. *Plant Foods for Human Nutrition*, 62: 165-175.
- Rowson B., Turner J., Anderson R., Symondson. 2014. *Slugs of Britain & Ireland: identification, understanding and control*. Wales, FSC Publications: 136 str.
- Starks C.M., Williams R.B., Goering M.G., O'Neil-Johnson M., Norman V.L., Hu J.F., Garo E., Hough G.W., Rice S.M., Eldrige G.R. (2010). Antibacterial clerodane diterpenes from Goldenrod (*Solidago virgaurea*). *Phytochemistry*, 71: 104-109.
- Tomczyk A. (2006). Nutritious attractiveness of cucumber leaves to spider mites after treatment with selected inducers of plant resistance. *Progress in Plant Protection*, 46(2): 433-436.

PREGLED UČINKOVITOSTI DELOVANJA APNENEGA DUŠIKA NA KORISTNE IN PATOGENE MIKROORGANIZME V TLEH

Andrej ŠUŠEK¹, Paulina ŠUŠEK²

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

²Fakultät für Lebenswissenschaften, Universität Wien

IZVLEČEK

Apneni dušik (kalcijev cianamid) je najstarejše dušično mineralno gnojilo. Vsebuje okrog 20 % dušika in 50 % kalcija. Zaradi njegovega značilnega delovanja ga uvrščamo med specialna mineralna gnojila. Za gnojilo je značilno počasno sproščanje dušika in fitosanitarno delovanje. Veliko raziskav dokazuje, da cianamid, ki se tvori pri razgradnji gnojila, do neke mere deluje v tleh insekticidno, fungicidno, herbicidno in proti mehkužcem (polžem). Mikroorganizmi so različno dovzetni na apneni dušik. Znano je, da lahko glive iz rodov *Aspergillus* in *Penicillium* koristijo molekule cianamida kot vir dušika pri razgradnji organskih snovi v tleh. Uporaba apnenega dušika ohranja strukturna tla in preprečuje zakisanje tal. Tako se ustvarja naravno stimulatívno okolje za delovanje in razvoj koristnih mikroorganizmov, ki zatirajo oziroma omejujejo delovanje in razvoj škodljivih organizmov. Ugotovljeno je, da običajna raba apnenega dušika ohranja raznovrstnost talnih organizmov in vpliva na njihovo sestavo in množino populacij.

Ključne besede: kalcijev cianamid, Perlka[®], delovanje, mikrobiološka aktivnost

ABSTRACT

REVIEW OF EFFICIENCY OF CALCIUM CYANAMIDE ON BENEFICIAL AND PATHOGENIC MICROORGANISMS IN SOIL

Calcium cyanamide was the first artificial nitrogen fertilizer to be manufactured on an industrial scale. It contains approximately 20 % nitrogen and 50 % calcium. Due to its characteristic performance it is classified as special mineral fertilizer. The fertilizer is characterized by slow release of nitrogen and phytosanitary activity. Many studies prove that cyanamide, which is formed during the decomposition of fertilizer, works to some extent in soil, insecticidal, fungicidal, herbicidal and against molluscs (sludge). However, microorganisms are different susceptible to calcium cyanamide. It is known that fungus *Aspergillus* and *Penicillium* can use cyanamide molecules as a source of nitrogen in the decomposition of organic matter in the soil. The use of calcium cyanamide keeps the structural soil and prevents soil acidification. This creates a natural stimulating environment for the functioning and development of beneficial microorganisms, which inhibit the functioning and development of harmful organisms. It is established that the

¹ dr., Pivola 10, SI-2213 Hoče

² UZA 2 - Althanstraße 14, A-1090 Wien

usual use of lime nitrogen preserves the diversity of soil organisms and affects their composition and the plurality of populations.

Key words: calcium cyanamide, Perlka®, uses, microorganism activity

1 UVOD

Tla so dinamična mešanica različno velikih organskih in mineralnih delcev ter živih organizmov in njihovih ostankov. Rodovitnost tal je torej odvisna od njenih fizikalnih, kemičnih in bioloških lastnosti ter njihovega medsebojnega ravnovesja.

Pri intenzivni pridelavi rastlin se rodovitnost tal zmanjšuje predvsem zaradi stalne uporaba kislih mineralnih gnojil, insekticidov, fungicidov, herbicidov ter časovno neprimerne obdelave tal ali prekomerne izsušitve oz. prekomernega namakanja. Motnje se odražajo kot nihanja v sestavi in množini talnih organizmov ter v spremenjenih kemijskih in fizikalnih lastnostih tal. V tleh, še posebej v plasti, kjer se nahaja glavna koreninskega sistema (do 30 cm globine), se število in struktura talnih mikroorganizmov neprestano spreminja (odvisno od lastnosti tal, letnega časa, intenzivne rabe tal idr.). V rodovitnih tleh so amplitude nihanja majhne, aktivnost in raznovrstnost talnih organizmov pa ostaneta visoki, zaradi česar je razvoj škodljivih organizmov omejen po naravni poti.

231

Koristni talni mikroorganizmi vplivajo na razgradnjo organskih ostankov in mineralizacijo ter tako bogatijo tla s hranili, fiksirajo atmosferski dušik, živijo v simbiotskih odnosih z rastlinami (mikoriza), razgrajujejo ostanke fitofarmaceutskih sredstev v tleh, preprečujejo razvoj škodljivih mikroorganizmov in izboljšujejo strukturo tal (pri razgradnjo organskih ostankov proizvajajo snovi, ki povezujejo talne delce v agregate).

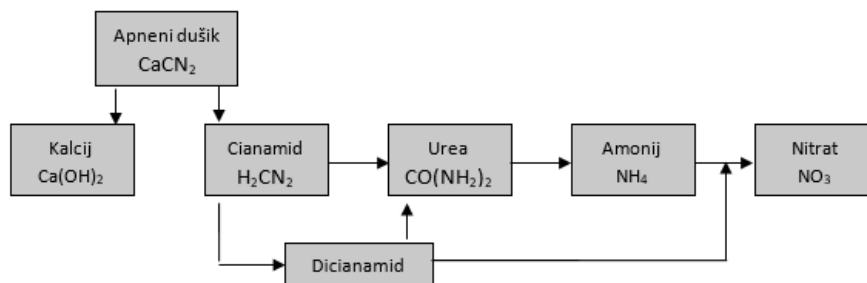
V tleh pa so tudi škodljivi mikroorganizmi, ki značilno zmanjšajo pridelek. Ti patogeni predstavljajo za pridelovalce velik izziv, saj lahko v tleh preživijo veliko let in posamezna rastlinska vrsta je lahko občutljiva na več različnih patogenih vrst.

S talno higieno izvajamo ukrepe, da preprečimo oz. omejimo razvoj škodljivih mikroorganizmov. Patogene glive v tleh preživijo kot saprofiti na organskih ostankih ali pa so prostoživeče. Danes na trgu ne obstaja pripravek s širokim spektrom delovanja, s katerim bi lahko uspešno vzdrževali talno higieno oziroma preprečili razvoj talnih bolezni in škodljivcev. Veliko raziskav dokazuje učinkovito delovanje apnenega dušika na številne bolezni tal.

2 RAZGRADNJA APNEGA DUŠIKA V TLEH

Apneni dušik je najstarejše sintetično dušikovo gnojilo. Je hidroliziran produkt kalcijevega cianamida, ki je bil prvič sintetiziran leta 1898. Fiksacija dušika je dosežena v postopku, kjer se najprej z združitvijo apnenca (kalcijev karbonat) z virom ogljika (navadno je to premog) tvori kalcijev karbid. Z dodajanjem dušika v plinasti obliki (pridobivajo ga iz zraka), se pri visokih temperaturah tvori kalcijev cianamid (CaCN_2), ki ga imenujemo tudi apneni dušik. Proizvodnja apnenega dušika poteka od leta 1909

(Dixon, 2009a). Danes ga proizvaja podjetje Alzchem v tovarni na Bavarskem (Nemčija) in se trenutno prodaja v granulirani obliki pod trgovskim imenom 'Perlka[®]'. Apneni dušik se razlikuje od ostalih mineralnih gnojil po tem, da se mora v tleh najprej razgraditi, da postane vir dostopnega dušika za rastline. Razgradnja apnenega dušika v tleh je odvisna od mikrobiološke aktivnosti. Talni mikroorganizmi razgrajujejo apneni dušik v posamezne spojine (slika 1).



Slika 1: Razgradnja apnenega dušika v tleh.

232

Prva vmesna oblika, ki se tvori dan ali dva potem, ko je gnojilo prišlo v stik s talno vlago, je cianamid (H_2CN_2). Le-ta je fitotoksičen in do neke mere deluje v tleh insekticidno, fungicidno, herbicidno in proti mehkužcem (polžem). Nedavno je bilo ugotovljeno, da je cianamid naraven proizvod. Kamo s sod. (2003, 2008) so dokazali, da se cianamid tvori po biološki poti pri sledečih rastlinah: akaciji (*Robinia pseudoacacia*), *Vicia villosa* subs. *villosa* in *Vicia cracca*.

V času od enega do dveh tednov (odvisno od količine potrošenega gnojila in temperatur) se cianamid popolnoma spremeni v dušikovi obliki, kot sta urea ($CO(NH_2)_2$) in amonij, del pa se ga pretvori v dicianamid ($(H_2N)_2C=N-CN$), ki je v Evropski skupnosti registriran kot zaviralec nitrifikacije (direktiva 2003/2003; amandma iz 8. nov. 2008) (Bjälffve, 1957).

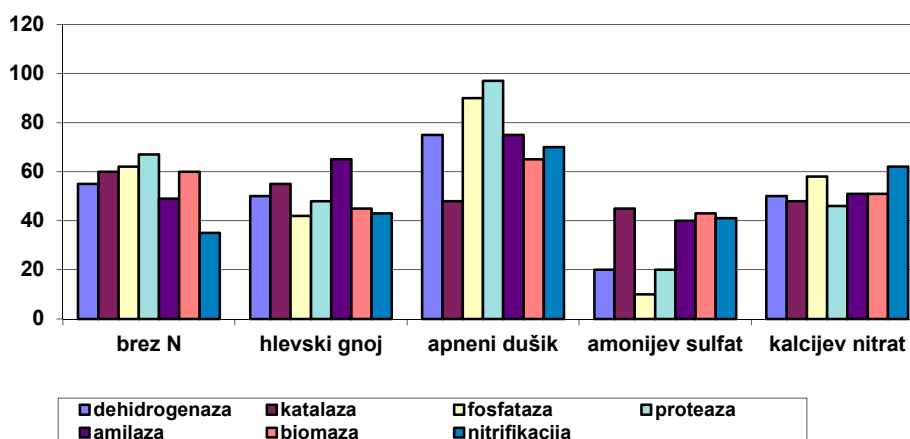
Zaradi cianamidne faze je potrebno upoštevati čakalno dobo 8-14 dni pred setvijo ali saditvijo. Dolžina čakalne dobe je odvisna od uporabljene količine gnojila ter talne vlage in talne temperature, ki vplivata na mikrobiološko aktivnost v tleh (Cornforth, 1971).

3 VPLIV APNEGA DUŠIKA NA MIKROBIOLOŠKO AKTIVNOST IN RODOVITNOST TAL

Pri gnojenju z apnenim dušikom se ugotavlja več učinkov, ki vplivajo na biološko aktivnost tal: ohranja nevtralen pH tal in izboljšuje strukturo tal, pospešuje razgradnjo rastlinskih ostankov, vpliva na močno povečanje skupnega števila talnih mikroorganizmov, poveča encimsko aktivnost mikrobov, izboljša mikrobnost raznolikost, rezultira se v zatiranje talnih škodljivih mikroorganizmov.

Že zelo zgodnje raziskave dokazujejo, da se mikrobnost v tleh povečuje, če gnojimo z apnenim dušikom (Ashby 1905, Allison 1924, Mukeri 1932). Ugotovljeno je, da se biološka aktivnost tal, ki je merjena z encimsko aktivnostjo poveča, če uporabljamo apneni dušik. Poleg rastlin tudi mikroorganizmi v okolje izločajo encime, ki v tleh katalizirajo predvsem koristne in redkeje škodljive kemijske reakcije. Bosch in Amberger (1983) iz Tehnične univerze v Münchnu sta pri ocenjevanju stalnega poskusa, ki je trajal prek 50 let z različnimi dušikovimi gnojili (hlevski gnoj, KAN, apneni dušik, amonijev sulfat, kalcijev nitrat) prišla do rezultatov, kjer so bili parametri rodovitnosti tal (aktivnost sedmih encimov) na parcelah, ki so jih gnojili z apnenim dušikom največji (slika 2).

233



Slika 2: Parametri plodnosti tal. Aktivnost sedmih encimov v tleh, ki so bila v času 53 let gnojena z različnimi N-oblikami (izraženo v enotah aktivnosti - AE).

Prost in vezan kalcijev oksid, ki se sprošča iz apnenega dušika, ohranja tla alkalna. Zaradi tega se povečuje delovanje mikroorganizmov in posledično sproščanje dušika, ki poteka postopoma zaradi prisotnosti dicianamida.

Do podobnih rezultatov sta prišla Crowther in Richardson (1932), ki sta ugotovila povečano rodovitnost v tleh, kjer se je več let zapored uporabljalo apneni dušik. Prikazala sta pomembnost učinka apnjenja in uporabe gnojila, kjer imamo sestavljene dušikove in kalcijeve atome znotraj posamezne molekule gnojila na rodovitnost tal. Počasnejšo stopnjo nitrifikacije in posledično tvorbo nitratov pri uporabi apnenega dušika, v primerjavi z amonijevim sulfatom, je ugotovil tudi Verona (1969).

Junwei in sod. (2013) poročajo o vplivu apnenega dušika na število in raznolikost mikroorganizmov. Poskus je potekal v laboratoriju. Uporabljena so bila tla, na katerih je potekla intenzivna vrtnarska proizvodnja, in so bila okužena z glivo, ki povzroča verticilijsko uvelost (*Verticillium* sp.). Proučevali so naslednja obravnavanja: kontrola (vrtnarska tla), tla z apnenim dušikom ali z riževo slamo ali z apnenim dušikom + riževo slamo. Posamezna obravnavanja so inkubirali pri 25 °C in v različnih časovnih obdobjih, ugotavljali število bakterij in gliv (preglednic 1 in 2).

Iz rezultatov raziskave je razvidno, da uporaba apnenega dušika učinkovito poveča število bakterij in zmanjšala količino gliv. Intenzivno razmnoževanje bakterij je še posebno izrazito 3. dan inkubacije. Dodajanje slame vpliva na povečano razmnoževanje bakterij le kratek čas. Dodajanje slame in apnenega dušika skupaj pa vpliva na veliko močnejše in daljše bakterijsko delovanje. Največ kolonij bakterij ($135,8 \times 10^7$ g/tal) se je razmnožilo v tleh z apnenim dušikom in slamo ter jih je bilo tudi 30. dan inkubacije za kar 46 krat več v primerjavi s kontrolo (preglednica 1).

Nasprotno delovanje pa je ugotovljeno pri talnih glivah. Apneni dušik zmanjša skupno število gliv v tleh do 67 %. Tudi po 30 dneh je število gliv ostalo za 61,2 % nižje kot pri kontroli. Dodajanje slame v tla vpliva na močno razmnožitev gliv. Z dodajanjem apnenega dušika in slame pa je razmnoževanje gliv omejeno (preglednica 2).

Preglednica 1: Število bakterij v tleh (št. kolonij $\times 10^7$ g/tal) po posameznih obravnavanjih glede na termin vrednotenja.

Obravnavanje	Termin vrednotenja				
	1. dan	3. dan	7. dan	15. dan	30. dan
Kontrola	1,3	3,5	2,2	2	0,7
Apneni dušik	3,8	4,1	7,2	3,5	5,8
Slama	37,9	64	9,8	9,6	5,7
Apneni dušik + slama	76,4	135,8	49,6	55,5	32,2

234

Preglednica 2: Število gliv v tleh (št. kolonij $\times 10^7$ g/tal) po posameznih obravnavanjih glede na termin vrednotenja.

Obravnavanje	Termin vrednotenja				
	1. dan	3. dan	7. dan	15. dan	30. dan
Kontrola	13,9	19,1	12,6	16,3	8,5
Apneni dušik	4,6	3,9	2	5,7	3,3
Slama	7,2	74	25,7	40	27,4
Apneni dušik + slama	5,7	5,9	2,6	4,6	5,7

Uporaba apnenega dušika in apnenega dušika skupaj z riževo slamo je očitno povečala razmerje med bakterijami in glivami. Rezultati analiz so prav tako pokazali, da je uporaba apnenega dušika spremenila strukturo bakterij in gliv v tleh. Pojavile so se nekatere nove vrste, nekatere obstoječe vrste pa so bile zavrte. Ugotovljeno je, da se indeks raznovrstnosti in število bakterij zmanjša z aplikacijo apnenega dušika v zgodnji fazi (8 dni po nanosu), vendar se v poznejši fazi (20 dni po aplikaciji) ponovno poveča raznolikost in število bakterij v tleh.

Prav tako pa Shi in sod. (2009) ugotavljajo, da so mikroorganizmi različno dovzetni na apneni dušik. Znano je, da lahko glive vrste *Aspergillus* in *Penicillium* koristijo molekule cianamida kot vir dušika pri razgradnji organskih snovi (celuloze) v tleh. Zaradi tega se bodo ti mikroorganizmi v prisotnosti cianamida v tleh razmnožili,

povečala se bo biodiverziteteta in njihova množina, s tem pa bodo po naravni poti preprečevali razvoj škodljivih mikroorganizmov (Dixon, 2009b).

Številni talni mikroorganizmi so naravno sposobni negativnih medvrstnih razmerij z drugimi mikroorganizmi, rastlinami in živalmi, ki pri pridelavi gojenih rastlin povzročajo škodo. Koristni mikroorganizmi lahko škodljive organizme zatirajo na različne načine: tako da z njimi tekmujejo za virom hrane, jih parazitirajo, proizvajajo antibiotike in druge snovi (toksine), ki zatirajo škodljive organizme (Raaijmakers s sod. 2010).

Apneni dušik prav tako vpliva na povečanje izmenljivega kalcija v tleh, kar so dokazali Murakami in sod. (2002). Število koristnih bakterij, kot so bakterije za fiksacijo dušika, se povečuje v tleh, ki jih gojimo z apnenim dušikom. Fiksacija dušika je bila do 50 % večja na parcelah s sojo, ki smo jo gnojili z apnenim dušikom v primerjavi z negnojjenimi parcelami (Tewari s sod. 2004).

4 ZATIRANJE ŠKODLJIVIH TALNIH MIKROORGANIZMOV

Gnojilo apneni dušik ima tudi fungicidne učinke. Veliko raziskav dokazuje učinkovito delovanje cianamida (ki se tvori pri razgradnji) na številne bolezni tal. Na testni postaji v Belgiji (Fruittteelt v Sint-Truidenu) in testni postaji za kmetijstvo in hortikulturno v Sachsen (Nemčija) dokazujejo, da apneni dušik zmanjša do 90 % število spor škrlupa in hruševne rjave pegavosti v nasadih. O delovanju na fuzarijsko uvelost jagod (*Fusarium oxysporum*), jagodno koreninsko gnilobo (*Rhizoctonia* sp.) in uvenelost jagod (*Verticillium* sp.) poročajo Lijing in sod. (2007); na zatiranje golšavosti kapusnic (*Plasmidiophora brassicae*) (zelja, cvetače, brokoli, ohrovt idr.) poroča več avtorjev (Dixon in Williamson 1984, Klasse 1996, Tremblay s sod. 2005). Bletsos (2005, 2006) poroča, da apneni dušik popolnoma zatire uvenelost jajčevcev (povzročajo jo gliva *Verticillium dahliae*) in priporoča uporabo apnenega dušika namesto metil-bromida (razkuževalca tal, katerega uporaba je prepovedan v EU od leta 2005).

5 SKLEPI

Rodovitna tla so tista, ki imajo visoko biološko raznolikost talnih organizmov (od deževnikov do mikroorganizmov) in kjer poteka aktivna razgradnja organskih ostankov in mineralizacija. Ugotovljeno je, da uporaba apnenega dušika ohranja raznovrstnost talnih organizmov in vpliva na njihovo sestavo in množino populacij. Prav tako ima kolobar trajen vpliv na mikrobne lastnosti tal oziroma njeno rodovitnost. Rezultati analiz dokazujejo pomembnost dodatnega vnašanja organskih in mineralnih snovi v tla, ki služijo kot vir energije talnim mikroorganizmom. Sestava in množina mikrobnih populacij pa je odvisna tudi od fizikalnih (tekstura, struktura tal) in kemičnih (pH, pufernost..) lastnosti tal. Uporaba apnenega dušika ohranja strukturalna tla in preprečuje zakisanje tal (v kislih tleh je razvoj določenih škodljivih mikroorganizmov povečan). Tako se ustvarja naravno stimulatívno okolje za delovanje in razvoj koristnih mikroorganizmov, ki zatirajo oziroma omejujejo delovanje in razvoj škodljivih

organizmov. Apneni dušik povečuje rodovitnost tal in podpira naravne procese zatiranja rastlinskih patogenih organizmov.

6 LITERATURA

- Allison, F. E. 1924. The effect of Cyanamid and related compounds on the number of microorganisms in soil. *Journal of Agricultural Research* 28 (11): 1159-1166.
- Ashby, S. F. 1905. Note on the fate of calcium cyanamide in the soil. *Journal of Agricultural Science*, 1: 358-360.
- Bjälfsve, G. 1957. The nitrification of calcium cyanamide and its effects on the soil microflora. *Annals of the Agricultural College of Sweden* 23 : 423-456.
- Bletsos, F.A., 2005. Use of grafting and calcium cyanamide as alternatives to methyl bromide soil fumigation and their effects on growth, yield, quality and fusarium wilt control in melon. *J. Phytopathol.* 153: 155–161.
- Bletsos, F.A., 2006. Grafting and calcium cyanamide as alternatives to methyl bromide for greenhouse eggplant production. *Sci. Hortic* 107: 325–331.
- Bosch, M, Amberger, A. 1983. Influence of long-term fertilising with different forms of nitrogen fertiliser on pH, humic fractions, biological activity and dynamics of nitrogen of an arable brown earth (Einfluß langjähriger Düngung mit verschiedenen N-Formen auf pH-Wert, Humusfraktionen, biologische Aktivität und Stickstoffdynamik einer Acker-Braunerde). *Z. Pflanzenernaehr. Bodenk.* 146: 714-724.
- Cornforth, I. S. 1971. Calcium cyanamide in agriculture. *Soils and Fertilisers.* 34(5): 463-468.
- Crowther, E. M., Richardson, H. L. 1932. Studies on calcium cyanamide. 1. The decomposition of calcium cyanamide in the soil and its effects on germination, nitrification and soil reaction. *Journal of Agricultural Science* 22 (2): 300-334.
- Dixon, G. R. 2009a. Calcium cyanamide – 100 years of successful integrated control. *Plant Protection Science* 45 (1): 37-38.
- Dixon, G. R. 2009b. *Plasmodiophora brassicae* in its environment. Chapter 3 In: *Plasmodiophora brassicae* (Clubroot) – a plant pathogen that alters host growth and productivity. Urednik: G. R. Dixon, Special Edition *Journal of Plant Growth Regulation.* 28 (3): 193-303.
- Dixon, G. R., Williamson, C. J. 1984. Factors affecting the use of calcium cyanamide for control of *Plasmodiophora brassicae*. Strani 238-244. *Proceedings of Better Brassicas '84 Conference, St Andrews September 1984, Scottish Crop Research Institute, Dundee DD2 5DA*
- JunWei M., WanChun S., QingFa H., QiaoGang Y, Qiang W, JianRong F. 2013. Effects of cyanamide fertilizer on microbial community structure of continuous cropping soil. *Agriculture and Life Sciences*, 39(3): 281-290
- Kamo, T., Endo, M., Sato, M., Kasahara, R., Yamaya, H., Hiradate, S., Fujii, Y., Hirai, N., Hirota, M. 2008. Limited distribution of natural cyanamide in higher plants: occurrence in *Vicia villosa* subsp. *varia*, *V. cracca*, and *Robinia pseudoacacia*. *Phytochemistry* 69(5):1166-72.
- Kamo, T., Hiradate, S., Fujii, Y. 2003. First isolation of natural cyanamide as a possible allelochemical from hairy vetch *Vicia villosa*. *J. Chem. Ecol.* 29: 275-283.
- Klasse, H.J., 1996. Calcium cyanamide – an effective tool to control clubroot – a review. *Acta Hortic.* 407: 403–409.
- Lijing, W., Tongle H., Lijing J, Keqiang C. 2007. Inhibitory efficacy of calcium cyanamide on the pathogens of replant diseases in strawberry. *Front. Agric. China* 1(2): 183–187.
- Mukeri, B. K. (1932). Studies on calcium cyanamide. II. Microbiological aspects of nitrification in soils under varied environmental conditions. *Journal of Agricultural Science* 22 (2): 335-347.
- Murakami, H., Tsushima, S., Kuroyanagi, Y., Shishido, Y. 2002. Reduction of resting spore density of *Plasmodiophora brassicae* and clubroot disease severity by liming. *Soil Science and Plant Nutrition* 48 (5): 685-691.
- Raaijmakers, J. M., Paulitz, T. C., Steinberg, C., Alabouvette, C., Moënne-LOccoz, Y. 2010. The rhizosphere: a playground and battlefield for soilborne pathogens and beneficial microorganisms. *Plant and Soil:* 321 (1-2): 305-339.

- Shi, K., Wang, L., Zhou, Y-H. Yu, Y-L., Yu, J-Q. 2009. Effects of calcium cyanamide on soil microbial communities and *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum*. *Chemosphere* 75: 872-877.
- Tewari, K., Suganuma, T., Fujikake, H., Ohtake, N., Sueyoshi, K., Takahashi, Y., Ohyama, T. 2004. Effect of deep placement of N fertilisers and different inoculation methods of bradyrhizobia on growth, N-fixation activity and N-absorption rate of field-grown soybean plants. *Journal of Agronomy and Crop Science* 190(1): 46-58.
- Tremblay, N., Bélec, C., Coulombe, J., Godin, C. 2005. Evaluation of calcium cyanamide and liming for control of clubroot disease in cauliflower. *Crop Prot.* 24: 798–803.
- Verona, O. 1969. The effects of calcium cyanamide on some groups of lower fungi. *Landwirtsch. Forsch.* 23: 50.

**PRI ISKANJU RASTLINSKIH VIRUSOV IN VIROIDOV V RASTLINAH Z
NEPOJASNJENIM VZROKOM BOLEZENSKIH ZNAMENJ JE POSTALO
NEPOGREŠLJIVO ORODJE VISOKOZMOGLJIVO SEKVENCIRANJE
(HTS)**

Anja PECMAN¹, Denis KUTNJAK², Ion GUTIERREZ AGUIRRE³, Katarina
BAČNIK⁴, Nataša MEHLE⁵, Magda TUŠEK ŽNIDARIČ⁶, Maja RAVNIKAR⁷

¹⁻⁷Nacionalni inštitut za Biologijo, Oddelek za biotehnologijo in sistemsko biologijo,
Ljubljana

^{1,4}Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana Ljubljana

⁷Univerza Nova gorica, Nova gorica

IZVLEČEK

Visokozmogljivo sekvenciranje (HTS) je generična metoda, ki omogoča sekvenciranje vseh nukleinskih kislin v najrazličnejših vzorcih (rastlinski material, vodni vzorci, zemlja, zrak). Pri analizi vzorcev za določanje virusnih in viroidnih nukleinskih kislin uporabljamo različne tehnologije HTS. Z uporabo bioinformatičnih orodij in postavitvijo avtomatskega delotoka smo v preteklih letih analizirali različne rastline z nepojasnenim vzrokom bolezenskih znamenj, pri katerih s klasičnimi diagnostičnimi metodami nismo zaznali patogenih mikroorganizmov. Z analizo HTS smo razkrili okužbe z različnimi virusi, nekateri so bili prvič najdeni v Sloveniji. Tehnologije HTS uporabljamo tudi za odkrivanje virusov v okoljskih vodah. HTS zaradi cenovne dostopnosti v zadnjem času postaja neprecenljivo orodje ne le v raziskavah, temveč tudi v uradni diagnostiki in v certifikacijskih shemah.

Ključne besede: rastlinski virusi/ viroidi, določanje, diagnostika, visokozmogljivo sekvenciranje (HTS)

ABSTRACT

**HIGH-THROUGHPUT SEQUENCING BECAME AN INVALUABLE TOOL FOR
DETECTION AND DISCOVERY OF PLANT VIRUSES/VIROIDS IN THE PLANTS
WITH UNEXPLAINED INFECTION SYMPTOMS**

High-throughput sequencing (HTS) is a generic method, enabling sequencing of all nucleic acids in the broad range of different samples (e.g. plant material, water

¹ mlada raziskovalka, Večna pot 111, SI-1000 Ljubljana

² dr., prav tam

³ dr., prav tam

⁴ mlada raziskovalka, prav tam

⁵ dr., prav tam

⁶ dr., prav tam

⁷ prof. dr., prav tam

samples, soil and air samples). In the sample analysis, different HTS platforms could be used for virus and viroid detection. In past years, we analysed several plants with unexplained symptoms of unknown etiology using classic diagnostic methods. However, no pathogenic microorganisms were detected in some of them. By using bioinformatics tools and an automatic analysis pipeline, the results of the HTS analysis revealed plant infections with several viruses, few of them for the first time in Slovenia. HTS technology is also used for the analysis of viruses in environmental waters. Lately, with fast development of methods and drop of prices, HTS is becoming an invaluable tool, not just for research but also for plant virus official diagnostics and is used also in certification schemes.

Key words: plant viruses/ viroids, detection, diagnostics, high-throughput sequencing (HTS)

1 UVOD

Pri visokozmogljivem sekvenciranju (high-throughput sequencing - HTS) se določa nukleotidna zaporedja milijonom naključnih odčitkov fragmentov in se jih z bioinformatičnimi orodji sestavlja v znane ali povsem nove genome. Tehnologijo uspešno uporabljamo na različnih področjih genomike, kot so medicinska mikrobiologija, žlahtnjenje rastlin, populacijska genetika, študije evolucije ter diagnostika človeških, živalskih in rastlinskih bolezni. Vpeljava HTS v rastlinsko virologijo je pomenila revolucijo v raziskavi virusov, saj je pripomogla k številnim novim odkritjem rastlinskih virusov, njihovih različkov in mutacij. Trenutno se razvija v validirano rutinsko diagnostično orodje, ki bo lahko nadomestilo številne tarčne metode, ki jih trenutno uporabljamo v presejalnih analizah.

2 DETEKCIJA RASTLINSKIH VIRUSOV

Znanstveno raziskovanje rastlinskih virusov sega v začetek 20. stoletja. V prvih nekaj desetletjih je temeljilo predvsem na opazovanju bolezenskih znamenj na gostitelju in testnih rastlinah ter kasneje na osnovi pregleda vzorcev z elektronskim mikroskopom. Z razvojem specifičnih seroloških metod in metod na bazi PCR se je začela nova doba virusne diagnostike. Z opazovanjem bolezenskih znamenj na gostitelju in testnih rastlinah ter s proučevanjem morfologije virusov z elektronskim mikroskopom ne moremo identificirati vrste ali različka virusov (določimo lahko največ rod). Specifične serološke metode in metode na bazi PCR omogočajo identifikacijo virusov, vendar lahko s temi metodami določimo le tiste, ki jih iščemo ciljno, s specifično pripravljenimi reagenti za vsak posamezen virus oziroma različek (Hull 2014; Boonham in sod., 2014).

Uporabo HTS za detekcijo rastlinskih virusov so prvič objavile leta 2009 tri različne raziskovalne ekipe (Adams in sod., 2009; Kreuze in sod., 2009; Al Rwahnih in sod., 2009). V nadaljevanju je uporaba HTS za detekcijo rastlinskih virusov hitro naraščala, saj je ta tehnologija zelo povečala zmožnost odkrivanja le-teh (Boonham in sod., 2014; Adams and Fox 2016). HTS je namreč edina generična molekularna metoda, ki

omogoča sekvenciranje vseh nukleinskih kislin v najrazličnejših vzorcih (rastlinski material, vodni vzorci, zemlja, zrak) ter določi njihovo identiteto do različka virusa natančno (Kutnjak in sod., 2014). Poleg tega omogoča izjemo hitro identifikacijo novih virusov (Pecman in sod., 2017) ter znanih, do sedaj še ne sekvenciranih virusov (Pecman in sod., 2018). Aplikacije in rezultati o odkrivanju novih virusov, novih virusnih različkov in hitrega sekvenciranja celotnega genoma so zbrani v številnih preglednih člankih (Barba in sod., 2013; Massart in sod., 2014; Villamor in sod., 2019). Tehnologije HTS uporabljamo tudi v raziskavah okoljskih voda. Odkrili smo prisotnost in infektivnost rastlinskih virusov v vodi, ki bi lahko predstavljala epidemiološko pot za okužbo rastlin v primeru uporabe takšne vode za namakanje (Bačnik in sod., 2018).

V rastlinah predstavljajo virusne in viroidne nukleinske kisline majhen delež v primerjavi z rastlinskimi nukleinskimi kislinami in ostalo mikrofloro, zato lahko virusne/ viroidne nukleinske kisline obogatimo na različne načine (Roossinck in sod., 2015; Adams in Fox 2016; Wu in sod., 2015). Najpogosteje se uporablja sekvenciranje celokupne RNK, sekvenciranje celokupne RNK z odstranjeno ribosomalno RNK, sekvenciranje dvojno vijačne RNK (double stranded RNA; dsRNA) in sekvenciranje malih RNK (small RNA, sRNA).

3 DIAGNOSTIKA RASTLINSKIH VIRUSOV S HTS

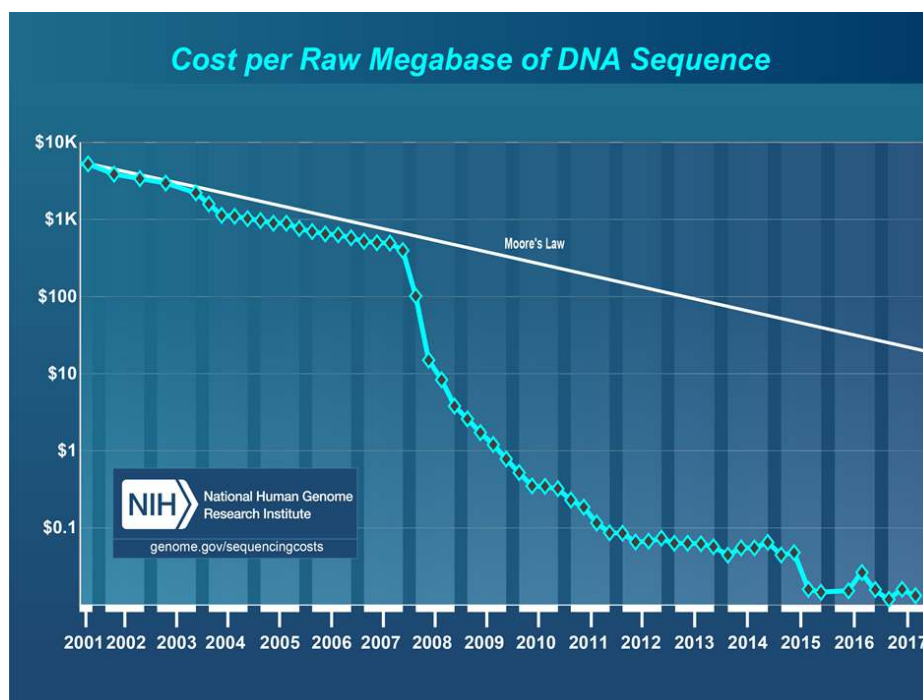
240

Zaradi revolucionarnega vpliva, ki ga ima HTS v virologiji, saj omogoča celovit pogled v virom rastline, ne da bi potrebovali kakršnokoli predhodno informacijo o genomu virusov/ viroidov, ki jih odkrivamo, se je HTS iz raziskovalnih študij razširil tudi v diagnostiko. V sklopu različnih projektov, v katere smo vključeni tudi slovenski raziskovalci (npr. EU projekt Valitest, COST DIVAS FA1407, različni Euphresco projekti: VirusCollect2 2015-F-132, VirusCollect2 2015-F-132, Faster cheaper identification of emerging virus problems 2017-A-243, Community Network for Plant Health Bioinformatics 2018-A-289, Next Generation Sequencing (NGS) standards and best practices for regulatory applications 2018-E-294), ter pri katerih sodelujeta tudi Organizacija za varstvo rastlin v Evropi in Mediteranu (EPPO) ter Mednarodna konvencija o varstvu rastlin (IPPC), potekajo številne raziskave in usklajevanja ter priprava smernic (Olmos in sod., 2018) za uporabo te tehnologije kot rutinske diagnostične metode za detekcijo rastlinskih virusov in viroidov. V sklopu evropskega programa COST DIVAS FA1407 je skupina znanstvenikov iz področja rastlinske virologije pripravila smernice, kako ravnati v primeru detekcije (novih) virusov/ viroidov s HTS (Massart in sod., 2017) v raziskavah in pri uradni diagnostiki (Olmos in sod., 2018; CPM Recommendation, 2018).

HTS tehnologija omogoča, da z enim testom dobimo vpogled v vse prisotne DNK in RNK molekule, ter tako skrajša čas same diagnostike rastlin z nepojasnjenimi bolezenskimi znamenji, saj v enem koraku razkrije celotno bolezensko stanje rastline. Edina omejitev pri detekciji patogenov so razpoložljive baze podatkov nukleinskih kislin s katerimi se primerja generirane podatke. S HTS lahko torej razkrijemo ali gre za mešane okužbe, nepričakovane okužbe novih gostitelje, okužbe z virusi pri katerih

genom še ni bil odkrit, oziroma okužbe z do sedaj še neznanimi virusi. S tega stališča je HTS tudi bolj cenovno učinkovit, saj ni potrebno delati več različnih specifičnih testov, čas do končnega rezultata pa je krajši (Maree in sod., 2018). Poleg tega pa tudi cena same tehnologije z razvojem močno pada (Slika 1). To pomeni, da HTS analiza lahko nadomesti v primeru paradižnika veliko število ELISA testov ali na bazi PCR pripravljenih testov za karantenske in druge viruse, okuževaje testnih rastlin in elektronsko mikroskopijo; sklop metod, ki se sicer uporablja na vzorcih z bolezenskimi znamenji neznanega izvora (trenutno na NIBu izvajamo specifične teste za šest različnih karantenskih virusov in za več kot deset drugih gospodarsko pomembnih virusov, ki lahko okužijo paradižnik).

241



Slika 1: Cena sekvenciranja enega milijona nukleotidov DNK od leta 2001–2017. Prikazano spreminjanje cene je rezultat spremljanja cen sekvenciranja v centrih za sekvenciranje, ki so financirani s strani National Human Genome Research Institute (NHGRI) (<https://www.genome.gov/about-genomics/fact-sheets/DNA-Sequencing-Costs-Data>).

HTS se v rutinski diagnostiki lahko uporablja za: (a) nadzor nad statusom škodljivih organizmov v regiji, (b) preverjanje matičnega razmnoževalnega materiala rastlin, (c) testiranje rastlin v karanteni (po vstopu v regijo) in posledično preprečevanje vnosa škodljivih organizmov, (d) spremljanje uvoza blaga s potencialnim tveganjem.

Razumevanje statusa škodljivcev v regiji je ključno za fitosanitarno regulacijo in ustrezne ukrepe (Olmos in sod., 2018).

Seveda pa ima kot vsaka nova tehnologija tudi HTS svoje izzive. En izmed ključnih tehničnih izzivov je validacija tehnologije. Validacija za molekularne diagnostične metode je podrobno opisana v EPP0 PM7/98 (OEPP/EPPO 2018), v primeru HTS pa so prilagoditve že v pripravi. Pomemben izziv v tem kontekstu je tudi hitro spreminjanje in izboljševanje tehnologij, bioinformatičkih delotokov in podatkovnih baz, kar pomeni da so potrebne verifikacije za zagotavljanje primernosti testov (Maree in sod., 2018), kar pa je tudi značilnost vseh novih tehnologij.

Ker je velik del tehnologije bioinformatička obdelava podatkov, potekajo tudi na tem področju različne aktivnosti v sklopu številnih projektov (COST FA1407, Euphresco projekt: Community Network for Plant Health Bioinformatics 2018-A-289). Diagnostiki in raziskovalci v sklopu različnih delavnic pridobivajo znanje; s sodelovanjem v različnih medlaboratorijskih primerjavah pa preizkušajo svojo usposobljenost (PT-proficiency test) in ustreznost metodologije (TPS – test performance study). Rezultati medlaboratorijske primerjave v okviru projekta COST DIVAS FA1407 so pokazali potrebo po harmonizaciji postopkov in pripravo dobrih bioinformatičkih baz (Massart in sod., 2018). Medlaboratorijske primerjave pripomorejo k razumevanju ključnih pasti bioinformatike, ter vodijo k njenemu odpravljanju, predvsem z nadaljnimi projekti (Euphresco - Community Network for Plant Health Bioinformatics 2018-A-289), z izobraževanjem ter izoblikovanjem boljših delotokov z namenom pripraviti HTS za učinkovito diagnostiko.

4 ZGLEDI UPORABE HTS V DIAGNOSTIKI

V Sloveniji HTS uporabljamo pri združenih vzorcih rastlin z nepojasnenimi bolezenskimi znamenji. Vzorce združujemo, da minimiziramo stroške analiz, najdbe pa potem ločeno preverjamo. Na ta način smo določili že številne s klasičnimi metodami spregledane viruse. Na primer, z uporabo HTS smo na peteršilju z močnimi bolezenskimi znamenji odkrili virus Y zelene (apium virus Y – ApVY) in virus ozkolistnosti korenja (carrot thin leaf virus – CTLV) – kar je bilo objavljeno kot prva najdba v Sloveniji (Mehle in sod., 2019). Rastline peteršilja z znamenji virusne okužbe so bile vzorčene v septembru 2016. Vzorec je bil najprej pregledan z elektronskim mikroskopom, kjer so bili opaženi filamentozni virusni delci velikosti 750-850 x 12-13 nm. Z ELISA testom je bil vzorec testiran in negativen na virus Y krompirja, virus mozaike lubenice in virus rumenega mozaika buče. Celokupno RNK smo izolirali z RNeasy plant mini kitom (Qiagen, Chatsworth, CA). Pripravo knjižnice in sekvenciranje (male RNK, Illumina sekvenciranje) smo izvedli v SeqMatic LLC (Fremont, CA) po postopku opisanem v Pecman in sod., 2017, analizo sekvenc pa po protokolu opisanem v Pecman in sod. (2017) v kombinaciji z uporabo programa SPAdes (Bankevich in sod., 2012). Prisotnost virusov odkritih s HTS smo nato potrdili z ELISA testom (ApVY) in s specifičnim PCR (CTLV). V Sloveniji smo z metodo HTS odkrili prisotnost virus mozaika zobnika (HMV) in sicer na novem gostitelju paradižniku z izredno močno izraženimi bolezenskimi znamenji

(Pecman in sod., 2018). Potrjevanje več novih najdb virusov poteka tudi na bučevkah in drugih rastlinah (Mehle in sod., 2019).

5 LASTNOSTI RAZLIČNIH HTS PLATFORM

Prva generacija sekvenciranja, imenovana SANGER je v uporabi že več desetletij in zahteva poznavanje genomov, ki jim določamo nukleotidno zaporedje. V sklopu druge generacije sekvenciranja, kjer te informacije ne potrebujemo, je prva komercialna HTS tehnologija postala dostopna javnosti leta 2005. Podjetje Roche (takrat 454 Life Sciences) je predstavilo 454 pirosekvenciranje. Na trg so po letu 2005 prišle številne druge platforme. Danes je sekvenator podjetja Illumina najbolj uporabljena platforma za sekvenciranje, zavzemala naj bi 70% celotnega trga. Pri Illumini uporabljajo sekvenciranje s sintezo, kar omogoča večji izplen sekvenciranja za nižjo ceno (preglednica 1).

Preglednica 1: Glavne značilnosti različnih HTS platform. Preglednica je prirejena po (Kulski 2016).

	Tehnologija sekvenciranja/HTS platforma	Dolžina odčitka (nukleotidi)	Čas sekvenciranja	Cena za 1 milijon nukleotidov (\$)	Cena naprave (\$)
Prva generacija	Sanger/Life Technologies	800	2 h	2400	95.000
Druga generacija	454/Roche	700	24/48 h	10	500.000
	HiSeq/Illumina	2x150	27/240 h	0,1	750.000
	MiSeq/Illumina	2x300	27 h	0,13	125.000
	Ion Proton/Life Technologies	200	2-5h	1	215.000
	Ion PGM/Life Technologies	200	2-5h	1	80.000
Tretja generacija	SMRT/PacificBioscience	>10,000	0.5-6 h*	2	750.000
	Nanopore/Oxford Nanopore Technologies	>2,000,000**	4-48 h	<1	Od 1000 \$ dalje

* <https://www.cd-genomics.com/pacbio-smrt-system-single-molecule-real-time-sequencing.html>

** <https://nanoporetech.com/about-us/news/longer-and-longer-dna-sequence-more-two-million-bases-now-achieved-nanopore>

V sklop tretje generacije sekvenciranja prištevamo tehnologijo SMRT (Single-molecule real-time) podjetja PacificBioscience in nanopore tehnologijo podjetja Oxford Nanopore Technology. Pri slednji gre za branje nukleotidnega zaporedja pri prehodu molekule RNK/ DNK skozi nanoporo, kar pomeni, da je možno hkrati

odkrivati celotne sekvence, kar izredno pospeši in olajša sestavljanje genomov za njihovo identifikacijo. Glavna prednost tehnologije je majhnost naprave za sekvenciranje ter hitrost pridobivanja podatkov. Ravno zaradi majhnosti in v zadnjem času tudi cenovne ugodnosti ter on-site možnosti uporabe imajo lahko napravo tudi manjši laboratoriji.

Nanopore tehnologija se že intenzivno uporablja za določanje različnih patogenih mikrobov, tudi rastlinskih virusov (Filloux in sod., 2018; Bronzato Badial in sod., 2018), v prihodnosti pa bi lahko postala ena izmed ključnih diagnostičnih presejalnih metod laboratorijev.

6 SKLEPI

HTS je izjemno revolucionarno in pomembno orodje pri detekciji rastlinskih virusov in viroidov. Tehnologija je v zadnjih letih bliskovito napredovala, po eni strani z nižanjem cen kemikalij in posledično storitev, po drugi strani pa z dostopnostjo same izvedbe in zmanjševanjem časa potrebnega za pridobitev končnih rezultatov. Tehnologija se že uporablja v diagnostiki rastlinskih virusov in viroidov, pomemben preskok pa bo vpeljava te tehnologije kot prve presejalne diagnostične metode za pregled vzorcev s sumom na prisotnost virusov/ viroidov. To bo omogočila standardizacija metode, ki je v teku in se odvija v okviru različnih mednarodnih projektov kot so Valitest, Inextvir, Euphresco projekti (VirusCollect2 2015-F-132, VirusCollect2 2015-F-132, Faster cheaper identification of emerging virus problems 2017-A-243, Community Network for Plant Health Bioinformatics 2018-A-289, Next Generation Sequencing (NGS) standards and best practices for regulatory applications 2018-E-294). Pri teh projektih sodelujemo tudi slovenski raziskovalci. Pri vseh je poleg EU diagnostičnih laboratorijev aktivno udeležena tudi EPPO ter uradni laboratoriji iz držav zunaj EU (Kanada, Avstralija, USA), kar zagotavlja širok konsenz uporabe tehnologije. V prihodnosti pa predvidevamo, da se bodo raziskave še bolj usmerile v HTS kot presejalno metodo, ne le za viruse in viroide, pač pa tudi za druge mikroorganizme.

7 LITERATURA

- Adams, I., in Fox A. 2016. "Diagnosis of Plant Viruses Using Next-Generation Sequencing and Metagenomic Analysis." *Current Research Topics in Plant Virology*, 323–35. doi:10.1007/978-3-319-32919-2_14.
- Adams, I. P., Glover, R. H., Monger, W. A., Mumford, R., Jackeviciene, E., Navalinskiene, M., Samuitiene M., Boonham, N. 2009. "Next-Generation Sequencing and Metagenomic Analysis: A Universal Diagnostic Tool in Plant Virology." *Molecular Plant Pathology* 10 (4): 537–45. doi:10.1111/j.1364-3703.2009.00545.x.
- Bankevich, A., Nurk, S., Antipov, D., Gurevich, A. A., Dvorkin, M., Kulikov, A. S., Lesin, V. M., in sod., 2012. "SPAdes: A New Genome Assembly Algorithm and Its Applications to Single-Cell Sequencing." *Journal of Computational Biology* 19 (5): 455–77. doi:10.1089/cmb.2012.0021.
- Barba, M., Czosnek, H., in Hadidi, A. 2013. "Historical Perspective, Development and Applications of next-Generation Sequencing in Plant Virology." *Viruses* 6 (1): 106–36. doi:10.3390/v6010106.
- Boonham, N., Kreuze, J., Winter, S., van der Vlugt, R., Bergervoet, J., Tomlinson, J., Mumford, R. 2014. "Methods in Virus Diagnostics: From ELISA to next Generation Sequencing." *Virus*

- Research 186: 20–31. doi:10.1016/j.virusres.2013.12.007.
- Bronzato Badial, A., Sherman, D., Stone, A., Gopakumar, A., Wilson, V., Schneider, W., in King, J. 2018. "Nanopore Sequencing as a Surveillance Tool for Plant Pathogens in Plant and Insect Tissues." *Plant Disease* 102 (8): 1648–52. doi:10.1094/PDIS-04-17-0488-RE.
- Filloux, D., Fernandez, E., Loire, E., Claude, L., Galzi, S., Candresse, T., Winter, S., in sod. 2018. "Nanopore-Based Detection and Characterization of Yam Viruses." *Scientific Reports* 8 (1). Springer US: 17879. doi:10.1038/s41598-018-36042-7.
- Hull, R. 2014. "Introduction." *Plant Virology*, 3–14. doi:10.1016/B978-0-12-384871-0.00001-7.
- IPPC work programme for a CPM Recommendation. 2018. "CPM Recommendation: High-Throughput Sequencing (HTS) Technologies as a Diagnostic Tool for Phytosanitary Purposes."
- Bačnik, K., Kutnjak, D., Pecman, A., Gutierrez Aguirre, I., Mehle, N., Tušek Žnidarič, M., Ravnikar, M. 2018. "ISFEV 2018, BOOK OF ABSTRACTS." In *Infectivity Tests Coupled with Metagenomic Analysis Reveal the Presence of Several Infectious Viruses in Wastewaters*, 19.
- Kreuze, J. F., Perez, A., Untiveros, M., Quispe, D., Fuentes, S., Barker, I., in Simon, R. 2009. "Complete Viral Genome Sequence and Discovery of Novel Viruses by Deep Sequencing of Small RNAs: A Generic Method for Diagnosis, Discovery and Sequencing of Viruses." *Virology* 388 (1). Elsevier Inc.: 1–7. doi:10.1016/j.virol.2009.03.024.
- Kulski, J. K. 2016. *Next-Generation Sequencing — An Overview of the History, Tools, and "Omic" Applications*. doi:http://dx.doi.org/10.5772/61964.
- Kutnjak, D., Silvestre, R., Cuellar, W., Perez, W., Müller, G., Ravnikar, M., in Kreuze, J. 2014. "Complete Genome Sequences of New Divergent Potato Virus X Isolates and Discrimination between Strains in a Mixed Infection Using Small RNAs Sequencing Approach." *Virus Research* 191. Elsevier B.V.: 45–50. doi:10.1016/j.virusres.2014.07.012.
- Maree, H. J., Fox, A., Al Rwahnih, M. in Boonham, N. 2018. "Application of HTS for Routine Plant Virus Diagnostics: State of the Art and Challenges" 9 (August): 1–4. doi:10.3389/fpls.2018.01082.
- Massart, S., Candresse, T., Gil, J., Lacomme, C., Predajna, L., Ravnikar, M., Reynard, J-S. in sod. 2017. "A Framework for the Evaluation of Biosecurity, Commercial, Regulatory, and Scientific Impacts of Plant Viruses and Viroids Identified by NGS Technologies." *Frontiers in Microbiology* 8 (January). doi:10.3389/fmicb.2017.00045.
- Massart, S., Chiumenti, M., De Jonghe, K., Glover, R., Haegeman, A., Koloniuk, I., Komínek, P. in sod. 2018. "Virus Detection by High-Throughput Sequencing of Small RNAs: Large-Scale Performance Testing of Sequence Analysis Strategies." *Phytopathology* 109 (3): 488–97. doi:10.1094/phyto-02-18-0067-r.
- Massart, S., Olmos, A., Jijakli, H. in Candresse, T. 2014. "Current Impact and Future Directions of High Throughput Sequencing in Plant Virus Diagnostics." *Virus Research* 188. Elsevier B.V.: 90–96. doi:10.1016/j.virusres.2014.03.029.
- Mehle, N., Dreo, T., Pirc, M., Dermastia, M., Tušek Žnidarič, M., Kutnjak, D., Pecman, A., Camloh, M., Jakoš, N., Jakomin, T., Prijatelj Novak, Š., Blatnik, A., Matičič, L., Ravnikar, M. 2019. Program strokovnih nalog s področja zdravstvenega varstva rastlin: naloge zdravstvenega varstva rastlin po javnem pooblastilu; končno poročilo o opravljenem delu na strokovni nalogi za leto 2018. Ljubljana: Nacionalni inštitut za biologijo, 2019. 312
- Mehle, N., Kutnjak, D., Tušek Žnidarič, M. in Ravnikar, M. 2019. "First Report of Apium Virus Y and Carrot Thin Leaf Virus in Parsley in Slovenia." *Plant Disease* 103 (3): 592. doi:10.1094/PDIS-04-18-0690-PDN.
- OEPP/EPPO. 2018. "PM 7/98 (3) Specific Requirements for Laboratories Preparing Accreditation for a Plant Pest Diagnostic Activity." *EPPO Bulletin*. Vol. 48. doi:10.1111/epp.12508.
- Olmos, A., Boonham, N., Candresse, T., Gentit, P., Giovani, B., Kutnjak, D. in Liefting, L. 2018. "High-Throughput Sequencing Technologies for Plant Pest Diagnosis: Challenges and Opportunities" *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin* 48(2): 219–24. doi:10.1111/epp.12472.
- Pecman, A., Kutnjak, D., Gutiérrez-Aguirre, I., Adams, I., Fox, A., Boonham, N. in Ravnikar, M. 2017. "Next Generation Sequencing for Detection and Discovery of Plant Viruses and Viroids: Comparison of Two Approaches." *Frontiers in Microbiology* 8. doi:10.3389/fmicb.2017.01998.

- Pecman, A., Kutnjak, D., Mehle, N., Tušek Žnidarič, M., Gutiérrez-Aguirre, I., Pirnat, P., Adams, I., Boonham, N., in Ravnikar, M. 2018. "High-Throughput Sequencing Facilitates Characterization of a 'Forgotten' Plant Virus: The Case of a Henbane Mosaic Virus Infecting Tomato." *Frontiers in Microbiology* 9 (November): 1–11. doi:10.3389/fmicb.2018.02739.
- Roossinck, M. J., Martin, D. P., Roumagnac, P. 2015. "Plant Virus Metagenomics: Advances in Virus Discovery." *Phytopathology* 105 (6): 716–27. doi:10.1094/PHYTO-12-14-0356-RVW.
- Al Rwahnih, M., Daubert, S., Golino, D., Rowhani, A. 2009. "Deep Sequencing Analysis of RNAs from a Grapevine Showing Syrah Decline Symptoms Reveals a Multiple Virus Infection That Includes a Novel Virus." *Virology* 387 (2). Elsevier Inc.: 395–401. doi:10.1016/j.virol.2009.02.028.
- Villamor, D. E. V., Ho, T., Al Rwahnih, M., Martin, R. R. in Tzanetakis, I. E. 2019. "High Throughput Sequencing For Plant Virus Detection and Discovery," 1–10. doi:10.1094/PHYTO-07-18-0257-RVW.
- Wu, Q., Ding S.-W., Zhang, Y., Zhu, S. 2015. "Identification of Viruses and Viroids by Next-Generation Sequencing and Homology- Dependent and Homology- Independent Algorithms." *Annu. Rev. Phytopathol* 53: 425–44. doi:10.1146/annurev-phyto-080614-120030.

**VPLIV IZBRANIH INSEKTICIDOV NA POPULACIJO ČEŠPLJEVEGA
KAPARJA (*Parthenolecanium corni* Buche) V NASADU AMERIŠKIH
BOROVNIC (*Vaccinium corymbosum* L.)**

Andrej VONČINA¹, Matic NOVLJAN²

^{1,2}Kmetijski inštitut Slovenije, Oddelek za varstvo rastlin, Ljubljana

IZVLEČEK

V zadnjem obdobju je v določenih nasadih ameriške borovnice prišlo do prerasporeditve češpljevega kaparja (*Parthenolecanium corni* Buche). Ker se škodljivcu v preteklosti ni posvečalo dovolj pozornosti, je zatiranje ob omejenem naboru insekticidov postalo zahtevno. Raziskava je bila izvedena v nasadu ameriških borovnic na Ljubljanskem barju, kjer je bila v zadnjih nekaj letih opažena povečana populacija češpljevega kaparja. V poskusu smo primerjali učinkovitost različnih insekticidov za zatiranje kaparja na podlagi različnih aktivnih snovi. V obeh letih je na zmanjšanje kaparjev najbolje učinkovalo sredstvo Spada (95 in 98 % zmanjšanje). Najmanjšo učinkovitost sta imeli sredstvi Curatio (5 in 20 % zmanjšanje) ter sredstvo Admiral 10 EC (5 in 20 %). Dobro učinkovitost je imelo sredstvo Movento SC 100, (71 in 98 %). Frutapon in Raptol koncentrat, sredstvi na oljni osnovi, sta v obeh letih na zmanjšanje populacije kaparjev učinkovali zadovoljivo.

Ključne besede: ameriška borovnica, češpljev kapar, *Parthenolecanium corni*, učinkovitost, zatiranje

ABSTRACT

**EFFECT OF SELECTED INSECTICIDES ON EUROPEAN FRUIT LECANIUM
POPULATION (*Parthenolecanium corni* Buche) IN A NORTHERN Highbush
BLUEBERRY (*Vaccinium corymbosum* L.) ORCHARD**

In recent years an outbreak of European fruit lecanium occurred in some orchards. Control of European fruit lecanium has become challenging due to lack of attention to the pest in past and ever smaller list of allowed insecticide substances. A study was conducted in an orchard in Ljubljana marshes where a large population of European fruit lecanium was reported. Different pesticide substances- products were tested for their efficacy. Spada showed highest efficacy in both years of the study (95 and 98 % efficacy). Lowest reduction in scale population was observed in Curatio (5 and 20 % efficacy) and Admiral 10 EC (5 and 20 % efficacy) treatments. Movento SC controlled scale insects better than expected; efficacy was higher in first year than in second (71 and 98 % respectively). Both oil based products, Frutapon and Raptol koncentrat, had decent efficacy against European fruit lecanium.

Key words: northern highbush blueberry, european fruit lecanium, *Parthenolecanium corni*, efficiency, control

¹ dr., Hacquetova ulica 17, SI-1000 Ljubljana

² mag. inž. hort., prav tam

1 UVOD

S povečano pridelavo ameriških borovnic se v nasadih pojavljajo tudi vedno nove težave s škodljivci in boleznimi. Tako so v nekaterih nasadih opazili tudi povečano populacijo češpljevega kaparja (*Parthenolecanium corni* Buche). To je ena od splošno razširjenih vrst kaparjev iz družine Coccidae, ki se pogosto pojavljajo kot škodljivci gojenih in divje rastočih rastlin. Kaparji lahko zaradi sesanja rastlinskih sokov ob veliki populaciji povzročajo propadanje grmov, gospodarska škoda pa nastaja tudi zaradi onesnaženja pridelka z glivami sajavosti, ki se naselijo na izločeno medeno roso. Za učinkovito zatiranje kaparjev je velikega pomena poznavanje in upoštevanje bionomije posamezne vrste in s tem povezan izbor sredstev in termina za njihovo zatiranje. Cilj raziskave je bil ugotoviti delovanje različnih insekticidov na zmanjšanje populacije češpljevega kaparja v nasadu ameriških borovnic.

2 MATERIALI IN METODE

Dveletni poskus smo izvedli na območju večjih nasadov ameriških borovnic pri Bistri na Ljubljanskem barju. Tam je bila v zadnjih letih opažena povečana populacija češpljevega kaparja, pojavljali so se tudi problemi, povezani s tem škodljivcem. V enem nasadu s povečano pojavnostjo kaparja smo izbrali del z uniformno porazdelitvijo le-tega po grmih ter tam zasnovali poskus.

248

V poskusu smo preizkušali učinkovanje različnih insekticidov na zmanjšanje populacije češpljevega kaparja (preglednica 1). Nekatera sredstva so registrirana za zatiranje kaparjev in/ali uporabo na ameriških borovnicah (Frutapon, Raptol koncentrat), nekaj pa je takšnih, za katere se je iz pogovorov s strokovnjaki predvidevalo, da bi lahko učinkovito zatirala češpljevega kaparja (Curatio, Admiral 10 EC, Movento SC 100, Spada 200 EC). Škropljenje smo opravili v pomladanskem času, takoj po koncu migracije nimf kaparjev, ko so bile rastline ameriške borovnice v fenofazi BBCH 55-59 (prvi cvetni brsti vidni, vsi cvetovi v grozdiču so ločeni).

Preglednica 1: Sredstva, uporabljena v poskusu, in njihov odmerek; vsa obravnavanja so bila poškropljena s 1000 l vode /ha.

Sredstvo	Aktivna snov	Odmerek (l/1000 l)
Curatio	Žvepleno apnena brozga	100
Frutapon	parafinsko olje	20
Raptol koncentrat	piretrin in olje navadne oljne ogrščice	20
Admiral 10 EC	piriprosifen	500
Movento SC 100	spirotetramat	1,9
Spada 200 EC	fosmet	3,75

Ob postavitvi poskusa smo na 9 grmih (ponovitvah) istega obravnavanja označili 4 konce mladih poganjkov in 4 dele starejšega lesa. Na vsakem označenem delu smo na dolžini ok. 15 cm prešteli žive kaparje. Približno en mesec po opravljenem škropljenju smo na istih delih opravili ponovno štetje živih kaparjev.

Iz razlike v preštetih kaparjih v obeh terminih smo izračunali učinkovanje sredstev na zmanjšanje populacije teh žuželk. Iz zmanjšanja števila kaparjev smo za vsako leto po Sun-Shepard-ovi formuli (Püntener, 1981) izračunali učinkovitost posameznega

sredstva glede na število kaparjev v kontrolnem obravnavanju. Podatke različnih obravnavanj smo za izračun statistično značilnih razlik primerjali z uporabo enosmerne ANOVA testa ter kasnejšega Tukey-evega testa. Statistično obdelavo podatkov smo opravili s programom R (R Team, 2018).

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

Rezultati dvoletne študije, izvedene v nasadu ameriških borovnic, kažejo na dober potencial vsaj nekaterih sredstev za zatiranje ameriškega kaparja.

Tako v letu 2017 kot tudi v 2018 so vsa uporabljena sredstva zmanjšala število kaparjev na poganjkih ameriške borovnice, čeprav se učinkovitost pri dveh (Admiral 10 EC in Curatio) ni statistično razlikovala od kontrolnega obravnavanja (Preglednica 2, Slika 1).

Preglednica 2: Učinkovitost pripravkov (%; s korekcijo po Sun-Shepardu) na zmanjšanje populacije češpljevega kaparja in rezultati enosmerne ANOVA; prikazana so povprečja in standardna napaka, povprečja z isto črko niso statistično različna.

Pripravek	2017		Pripravek	2018	
	Zmanjšanje (%; povp. ± SN)	Sun-Sheppard-ova korekcija		Zmanjšanje (%; povp. ± SN)	Sun-Sheppard-ova korekcija
Admiral 10 EC	46.99 ± 5.18 a	18.71	Admiral 10 EC	42.27 ± 3.23 a	5.52
Raptol	77.95 ± 4.46 b	65.41	Raptol	79.39 ± 2.92 b	64.74
Movento SC 100	81.42 ± 2.63 b	70.86	Movento SC 100	98.80 ± 0.53 c	97.95
Frutapon	83.41 ± 3.47 b	73.98	Frutapon	78.75 ± 3.01 b	63.65
Spada 200 EC	99.09 ± 0.54 c	98.58	Spada 200 EC	97.29 ± 1.06 c	95.36
Curatio	45.33 ± 7.08 a	19.99	Curatio	43.45 ± 3.24 a	4.70
Voda	36.24 ± 3.63 a	00.00	Voda	41.54 ± 3.79 a	00.00
ANOVA			ANOVA		
F _{6,56} =31.07; p < 0.0001			F _{6,56} =85.94; p < 0.0001		

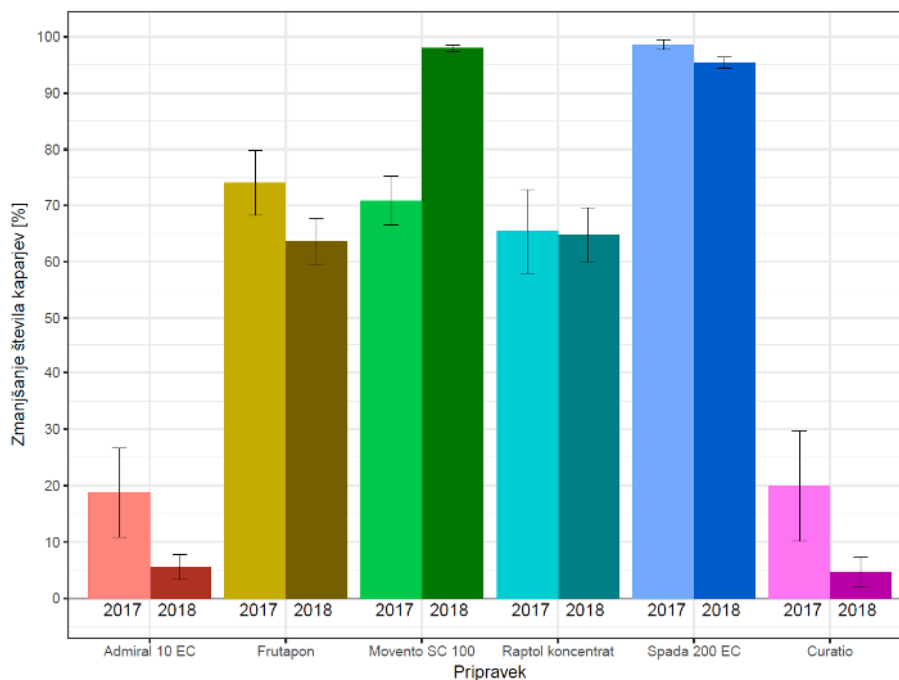
249

Največja učinkovitost zatiranja češpljevega kaparja je bila izračunana po uporabi sredstva Spada 200 EC na osnovi aktivne snovi fosmet (98,58 % učinkovitost v 2017 in 95,36 % učinkovitost v 2018), kar je skladno z našimi pričakovanji. Znano je, da imajo aktivne snovi iz skupine organskih fosforjevih estrov širok spekter delovanja in dobro delovanje proti žuželkam (Sterzi, 2014). Ravno zaradi tega dejstva pa se uporabo teh sredstev omejuje, pripravek Spada 200 EC ni registriran za uporabo v ameriških borovnicah v Republiki Sloveniji in zaradi zakonodajnih omejitev tudi ni pričakovati, da bi dovoljenje za uporabo dobil.

V drugem letu poskusa je kaparje odlično zatiralo tudi sredstvo Movento SC 100 (97,95 % učinkovitost), katerega učinkovitost pa je bila v prvem letu manjša (70,86 % učinkovitost). Iz nabora uporabljenih aktivnih snovi je spirotetramat (Movento SC 100) najnovejša. Učinkovitost sredstva je bila zelo dobra zaradi načina delovanja le-tega, saj se sredstvo zelo učinkovito premešča po rastlinskih tkivih (Nauen in sod., 2008).

Pomemben rezultat je dobro učinkovanje sredstev na oljni osnovi, tako mineralnega kot tudi ogrščičnega olja (od 64-74 % učinkovitost). Takšno učinkovanje na zmanjšanje populacije kaparja je bilo presenetljivo, saj zatiranje ni bilo opravljeno v obdobju njihove največje občutljivosti (Štrukelj, 2016) – v fazi nimfe 1-2.

Sredstvo Admiral 10 EC je na zmanjšanje populacije kaparjev delovalo slabše od pričakovanega, z 18 % učinkovitostjo v letu 2017 in le s 5 % učinkovitostjo v letu 2018, glede na kontrolno obravnavanje. Tudi sredstvo Curatio je kaparje v terminu, izbranem za izvedbo poskusa, slabše zatiralo (19,99 % zmanjšanje v 2017 in 4,70 % zmanjšanje v 2018).



Slika 1: Učinkovitost pripravkov na zmanjšanje populacije češpljevega kaparja na rastlinah ameriške borovnice; prikazana so povprečja in standardne napake.

Sredstvi Curatio in Admiral 10 EC nista zadovoljivo zmanjšali populacije kaparja. Domnevamo, da temu botruje dejstvo, da smo zatiranje opravil v razmeroma poznem terminu. Takrat so kaparji že prešli iz mobilne faze L2 v fazo L3, ko niso več mobilni in s tem manj občutljivi na delovanje obeh zgoraj omenjenih sredstev.

4 SKLEPI

Rezultati poskusa so pokazali, da lahko z redno preventivno uporabo mineralnih olj dovolj učinkovito zatiramo češpljevega kaparja na ameriških borovnicah in s tem preprečimo njegovo prerazmnožitev. Zaradi učinkovitosti mineralnega olja, ki je zelo primerno za uporabo v integrirani pridelavi ameriških borovnic, uporaba drugih sredstev ni potrebna. Ključ do učinkovitega zatiranja pa je uporaba smernic integriranega varstva rastlin, pomembno je predvsem spremljanje razvoja škodljivca in določitev ustreznega termina zatiranja.

5 LITERATURA

- Nauen, R., Reckmann, U., Thomzik, J., & Thielert, W. 2008. Biological profile of spirotetramat (Movento) - a new two way systemic (amimobile) insecticide against sucking pests species. Bayer CropScience Journal, 61,2: 245–278.
- Püntener, W. 1981. Manual for Field Trials in Plant Protection (2nd ed.). Basel, Switzerland: Ciba-Geigy, Ltd: 205 str.
- Sterzi, D. 2014. Insecticidal activity of the active substance phosmet on control of a broad spectrum of pests infesting a wide range of crops; few experiences on apple, citrus, olive, peach. V: AFPP – 10th International conference on pests in agriculture Montpellier.
- Štrukelj, M. 2016. Češpljev kapar (*Parthenolecanium corni* Buche), Kmetijski inštitut Slovenije: 1 str.
- R Team, 2018. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna.

ODPORNOST SIVE PLESNI (*Botrytis* sp.) PROTI FUNGICIDOM V SLOVENSКИH NASADIH JAGOD

Neja MAROLT¹, Metka ŽERJAV²

^{1,2}Kmetijski inštitut Slovenije, Oddelek za varstvo rastlin, Ljubljana

IZVLEČEK

Pri pridelovanju jagod je siva plesen (*Botrytis* sp.) najbolj pogost vzrok gnitja plodov, tako v nasadih kot po obiranju. Večina pridelovalcev jagod fungicide nanaša večkrat v rastni dobi. Preprečevanje boleznih v nasadih jagod v Evropi je postalo težje zaradi pojavljanja sevov glive, ki so hkrati odporni na več aktivnih snovi iz različnih kemijskih skupin in z različnimi načini delovanja. Želeli smo ugotoviti, ali je ta pojav značilen tudi za nasade pri nas. V maju in juniju 2018 smo pregledali sedem intenzivnih nasadov jagod in en nasad z ekološko pridelavo. V vsakem nasadu smo vzeli pet vzorcev okuženih plodov in pripravili skupno 40 izolatov glive v čisti kulturi. Odpornost proti fludioksonilu (FDL) in ciprodinilu (CDL) smo določali z merjenjem prirasta gliv v mikrotitrskih ploščah v tekočem gojišču z dodatkom fungicidov različnih koncentracij, vpliv fenheksamida (FH) pa smo ocenjevali z merjenjem dolžine hif pri kalitvi trosov glive. S Probit analizo smo izračunali koncentracijo EC₅₀, pri kateri fungicid zavre rast glive za 50 %. Odpornost proti CDL je bila ugotovljena v vseh nasadih, razen pri ekološki pridelavi. Od 40 analiziranih izolatov je bilo 23 odpornih in 4 srednje odporni, štirje nasadi so bili brez izolatov občutljivih za CDL. Proti FDL je bila odporna ali srednje odporna polovica izolatov (19 od 38), v enem nasadu so bili takšni vsi. Odpornost ali srednje odpornost proti CDL in FDL hkrati smo izmerili pri 19 izolatih iz sedmih nasadov, 16 od teh je bilo odpornih tudi proti FH. V enem od nasadov so bili vsi izolati odporni proti vsem trem aktivnim snovem. Hkratna odpornost proti več aktivnim snovem je torej pogosta tudi v Sloveniji zato ta pojav zahteva skrbno načrtovanje in omejitev rabe fungicidov in bolj dosledno izvajanje nekemičnih ukrepov za preprečevanje širjenja sive plesni, vključno z uporabo biotičnih pripravkov.

Ključne besede: siva plesen, *Botrytis* sp., odpornost, fungicidi, nasadi jagod, Slovenija

ABSTRACT

RESISTANCE OF GRAY MOLD (*Botrytis* sp.) STRAINS TO FUNGICIDES IN STRAWBERRY FIELDS IN SLOVENIA

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

² mag. agr. znan., prav tam

Gray mold (*Botrytis* sp.) is a major pathogen in strawberry production, causing severe yield losses before and after harvesting. Fungicides against *Botrytis* are commonly applied several times per season. Disease control in European strawberry fields has become difficult due to distribution of strains resistant to more active ingredients from different chemical classes with different modes of action. Strawberry fields in Slovenia were examined to find out whether such strains occur. In May and June 2018 infected fruits were sampled in seven fields with integrated production and in one field with organically grown strawberries. Five samples were collected from each field and 40 isolates in pure culture were obtained. Resistance to fludioxonil (FDL) and cyprodinil (CDL) was analysed with microtiter plate assay, where fungal growth of isolates at different concentrations of fungicides was measured. Resistance to fenhexamid (FH) was evaluated by measuring germ tube length of spores on agar plates. The concentration at which fungal growth was inhibited by 50% (EC₅₀) was calculated with probit analysis. In all fields except the field with organic production, resistance to CDL was detected. Out of 40 isolates there were 23 resistant and four intermediately resistant to CDL. In four fields no isolates sensitive to CDL were found. Half of tested isolates (19 out of 38) were resistant or intermediately resistant to FDL and in one field no sensitive strains were detected. Resistance or intermediate resistance to both CDL and FDL was measured for 19 isolates from seven fields and 16 of them were resistant also to FH. In one field all tested isolates were resistant or intermediately resistant to all three active ingredients. *Botrytis* strains with resistance to more active ingredients were found to be distributed in Slovenian strawberry fields, therefore careful planning of the fungicide use is required. Preventive control measures need to be implemented, including biological control of grey mould.

Key words: grey mould, *Botrytis* sp., resistance, fungicides, strawberry fields, Slovenia

1 UVOD

Siva plesen (*Botrytis* sp.) je eden izmed najpogostejših vzrokov gnitja plodov jagod, drugih jagodičastih sadnih vrst, vrtnin in okrasnih rastlin. Na jagodah se pojavljata vrsti *Botrytis cinerea*, ter novo opisana vrsta *B. fragariae*, ki je bolj specializirana za tkiva jagodnjaka, redkeje pa vrsta *B. pseudocinerea* (Weber in Hahn, 2019; Rupp in sod., 2017a). Za doseganje visoko kakovostnih plodov jagod, po kateri povprašuje današnji potrošnik, je skrb za zdravstveno varstvo nasadov pred boleznimi ključnega pomena. Večina pridelovalcev jagod nanaša fungicide za zatiranja sive plesni večkrat v rastni dobi, od začetka cvetenja dalje. Pogosta raba sintetičnih fungicidov predstavlja velik selekcijski pritisk za glivo in s tem tveganje za pojav odpornosti proti fungicidom. Poročanja o zmanjšani občutljivosti glive *Botrytis* sp. na fungicide segajo že v 60. leta prejšnjega stoletja, kmalu po uvedbi fungicidov s specifičnim načinom delovanja (Hahn, 2014), vendar je po opustitvi rabe fungicidov z delovanjem na več mest v celici glive ta pojav postal izrazitejši. V zadnjem desetletju se vse pogosteje pojavljajo sevi glive *Botrytis* sp., ki so hkrati odporni proti več aktivnim snovem, zato postaja zatiranje sive plesni v Evropi (Španija, Nemčija, Italija) kot tudi širše (ZDA, Brazilija) manj učinkovito (Weber in Hahn, 2019; De Miccolis Angelini in sod., 2014; Fernández-Ortuño in sod., 2016; Pokorny in sod., 2016; Lopes in sod.,

2017). Pri nas so na zmanjšano učinkovitost fungicida z aktivnima snovema ciprodinil in fludioksonil začeli opozarjati pridelovalci jagod v Posavju v letu 2016.

O odpornosti ali rezistenci proti fungicidom govorimo, kadar ima gliva zmanjšano občutljivost na določeno aktivno snov in je ta lastnost dedna. Kadar v populaciji gliv delež osebkov z odpornostjo narašča, pride do praktičnih težav z učinkovitostjo uporabljenih fungicidov. Za doseganje učinka, kot ga sicer pričakujemo pri občutljivih sevih glive, bi v takem primeru potrebovali večjo koncentracijo fungicida ali pa delovanje na glivo sploh izostane tudi pri večjih koncentracijah. Na razvoj odpornosti vpliva več dejavnikov; poleg sposobnosti reprodukcije odpornih sevov glive še vrsta uporabljene aktivne snovi in njen način delovanja ter pogostost rabe fungicidov v rastni dobi (Brent in Hollomon, 2007; Hahn, 2014). Zaradi genetske pestrosti znotraj rodu *Botrytis*, lahko v enem samem nasadu jagod pričakujemo seve z različnimi tipi odpornosti. Gliva je lahko odporna na določeno aktivno snov zaradi mutacije na le enem mestu delovanja v celicah glive (target site resistance) ali na več aktivnih snovi, z enakim načinom delovanja (navzkrižna odpornost). Glive pa imajo lahko zmanjšano občutljivost tudi na aktivne snovi iz različnih kemijskih skupin in z različnim načinom delovanja in govorimo o multipli odpornosti (multi drug resistance, MDR) (Brent in Hollomon, 2007). Razvoj multiple odpornosti sevov sive plesni je pogostejši v nasadih jagod z intenzivnejšo pridelavo. Multipla odpornost lahko temelji na spremembi genov, ki regulirajo transport snovi v celici glive tako, da se poveča aktivno prečrpavanje skozi celično membrano in se celici tuje snovi, tudi aktivne snovi fungicidov, odstranjujejo iz celice. Ker ta mehanizem deluje enako za različne snovi, se odraža kot manjša občutljivost ali odpornost proti več aktivnim snovem. V jagodah sta pogosta fenotipa MDR1 in MDR1h, za katera je značilna hkratna zmanjšana občutljivost oziroma odpornost proti ciprodinilu in fludioksonilu (Hahn, 2014; Grabke in Stammeler, 2015; Rupp in sod., 2017), manj pogost pa je fenotip MDR2 s hkratno odpornostjo proti ciprodinilu, fenheksamidu in iprodionu (Hahn, 2014).

V Sloveniji je bilo v času raziskave registriranih osem različnih aktivnih snovi za zatiranje sive plesni (iprodion, fenpirazamin, pirimetanil, ciprodinil, fludioksonil, fenheksamid, piraklostrobin, boskalid) v sedmih komercialnih pripravkih, dva mikrobiotična pripravka osnovana na bakteriji *Bacillus subtilis* in en mikrobiotični pripravek na osnovi glive *Gliocladium catenulatum*. Po oceni tveganja za pojav odpornosti, ki jo predlaga FRAC je le za biotične pripravke tveganje nizko, za aktivne snovi fludioksonil, fenheksamid in fenpirazamin pa nizko do srednje. Za vse ostale aktivne snovi je tveganje srednje do visoko (FRAC, 2019).

2 MATERIALI IN METODE

2.1 Vzorčenje

V maju in juniju 2018 smo na različnih lokacijah Slovenije vzorčili plodove jagod okužene s sivo plesnijo. Za potrebe raziskave nismo razlikovali med vrstami znotraj rodu *Botrytis*. Pregledali smo osem nasadov jagod in sicer sedem intenzivnih nasadov (dva na Gorenjskem, štiri v Posavju in enega v Prekmurju) ter en nasad z ekološko

pridelavo v okolici Ljubljane. V vsakem nasadu smo vzeli 5 vzorcev okuženih plodov. Posamezen vzorec so sestavljali od dva do trije okuženi plodovi. Za nasade smo zbrali tudi podatke o starosti nasada in načinu varstva proti glivičnim boleznim.

2.2 Priprava izolatov sive plesni

Plodovi so se inkubirali pri sobni temperaturi, dokler ni bila vidna sporulacija. Trosonosce s konidiji smo z izbranega ploda posameznega vzorca prenesli na ploščo z grahovim gojiščem (16 % zmrznjen grah, 2 % agar, 0,5 % glukoza) in inkubirali pri 20 °C in 16 urni fotoperiodi. Po ponovnem precepljanju smo dobili čiste kulture. Skupno smo pripravili 40 izolatov glive *Botrytis* sp., ki smo jih do analize hranili na grahovem gojišču pri temperaturi 4–6 °C.

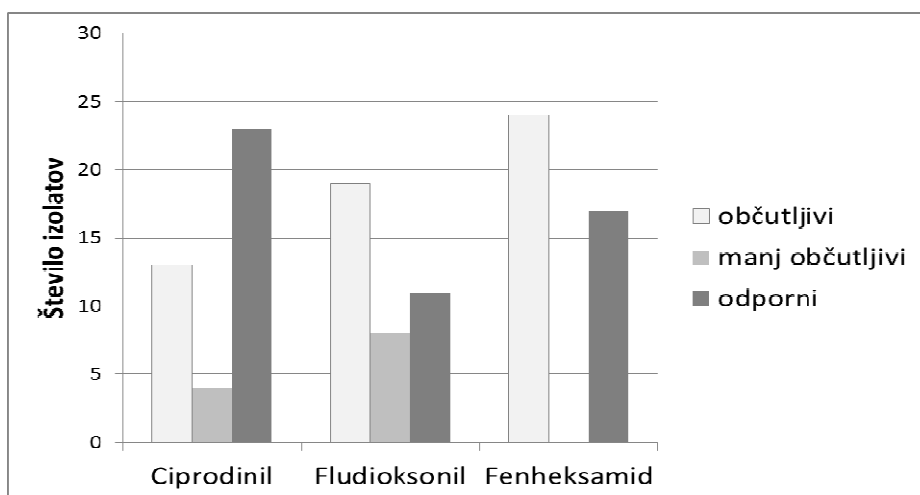
2.3 Preverjanje odpornosti sive plesni proti ciprodinilu (CDL), fludioksonilu (FDL) in fenheksamidu (FH) in kriteriji za razvrščanje izolatov

Odpornost proti CDL in FDL smo testirali z ugotavljanjem skupnega prirasta gliv v tekočem gojišču z želatino z dodatkom fungicidov v različnih koncentracijah na mikrotitrskih ploščah (FRAC, 2006). Uporabili smo kemijsko čisti aktivni snovi, analitska standarda Fludioxonil PESTANAL® in Cyprodinil PESTANAL®, Merck) v 11 različnih koncentracijah od 0,0005 mg/l do 5 mg/l. Intenziteto rasti glive smo merili s fotospektrometrom Tecan Sunrise™ z nastavitvijo pri OD 492 nm. Prvo merjenje je bilo izvedeno takoj po dodajanju suspenzije trosov fungicidu, drugo merjenje pa po 72 urah inkubacije. Iz razlik med obema odčitkom, smo izračunali inhibicijo rasti glive pri vsaki koncentraciji fungicida glede na kontrolo ter s pomočjo probit analize za vsak izolat izračunali koncentracijo EC₅₀ pri kateri posamezen fungicid zavre rast glive za 50 %. Odporne, srednje odporne in občutljive izolate na CDL in FDL smo razvrstili po kriteriju, kot so ga uporabili Scalliet in sod. (2017). Kadar so bile vrednosti EC₅₀ nižje od 0,1 mgL⁻¹ smo izolate razvrstili med občutljive; odporni izolati so imeli EC₅₀ vrednosti med 0,1 mgL⁻¹ in 1 mgL⁻¹, pri vrednosti EC₅₀ večji od 1 mgL⁻¹ pa smo izolate razvrstili med odporne.

Odpornost proti FH smo ugotavljali z metodo povzeto po Webru in Hahnu (2011) tako, da smo merili dolžino hif pri kalitvi trosov glive na trdnem 1 % MAE gojišču z dodatkom fungicida Teldor® SC 500 (fenheksamid 42,74 %, Bayer) v 7 različnih koncentracijah od 0,01 mg/l do 100 mg/l. Dolžino kličnih hif smo merili po 12-14 urah inkubacije na 21 °C in popolni temi. S pomočjo diskriminatorskih koncentracij 1 mgL⁻¹ in 50 mgL⁻¹, ki sta ju določila avtorja smo testirane izolate razvrstili med odporne, kadar so ti pri koncentraciji 1mgL⁻¹ neovirano rastle, pri 50 mgL⁻¹ pa so neovirano rastle ali pa je bila inhibicija rasti manjša od 50 %.

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

V letu 2018 smo analizirali 40 izolatov sive plesni na odpornost proti CDL, FDL in FH. Odpornost proti CDL je bila ugotovljena v sedmih nasadih. Od 40 analiziranih izolatov je bilo 23 odpornih in štirje manj občutljivi (srednje odporni). V štirih nasadih so bili vsi izolati odporni ali manj občutljivi za CDL. Proti FDL je bila odporna ali manj občutljiva polovica izolatov (19 od 38). Odpornost proti FDL je bila ugotovljena v šestih nasadih, v enem od teh ni bilo nobenega občutljivega izolata.



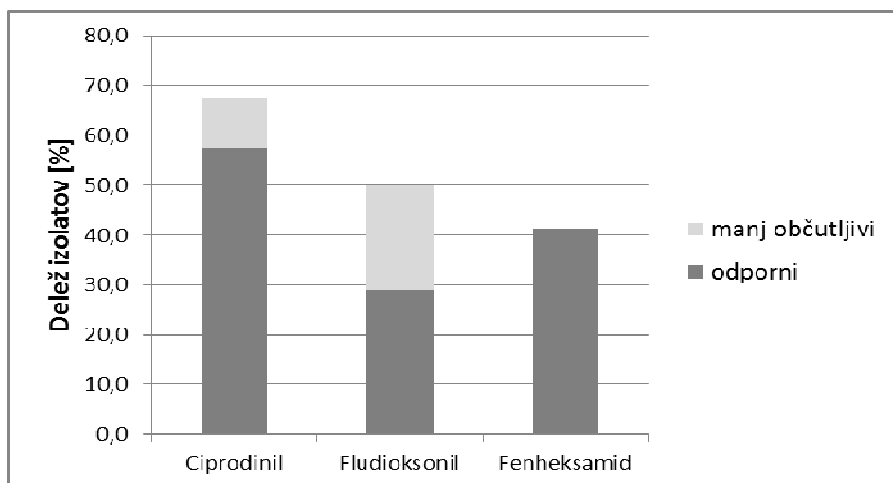
Slika 1: Število testiranih izolatov sive plesni (*Botrytis* sp.) odpornih proti ciprodinilu (CDL), fludioksanilu (FDL) in fenheksamidu (FH) v letu 2018.

256

Odpornost ali srednjo odpornost proti CDL in FDL hkrati smo izmerili pri 19 izolatih iz sedmih nasadov, hkratno odpornost pa pri devetih izolatih. Od 17 izolatov odpornih proti FH (navzoči v šestih nasadih) jih je bilo 16 hkrati tudi manj občutljivih ali odpornih proti CDL in FDL. Osem izolatov najdenih v štirih nasadih je bilo odpornih na vse tri aktivne snovi.

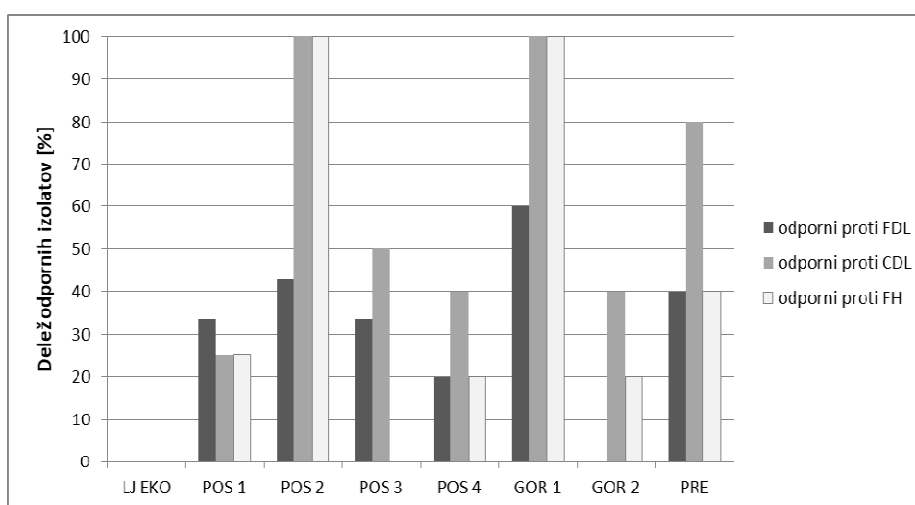
Delež odpornih izolatov proti CDL je v slovenskih nasadih jagod v letu 2018 znašal 57,7 %, delež odpornih proti FDL pa 28,9 %. Podobni monitoringi so se v letih med 2007 in 2015 izvajali v več evropskih državah in v povprečju je bilo odpornih proti CDL od 32 do 62 % izolatov, delež izolatov odpornih proti FDL pa je bil med evropskimi državami bolj variabilen, vendar je v povprečju presegal 10 % (Scalliet, 2017).

Pridelovalci so v obravnavanih nasadih od pripravkov, ki so v Sloveniji registrirani za varstvo proti sivi plesni, uporabljali vse uvodoma naštetе aktivne snovi razen biotičnih pripravkov. V rastni dobi so proti sivi plesni opravili od dva do štiri nanose fungicida. Število nasadov je bilo premajhno, da bi lahko ugotavljali povezavo med številom škropljenj in uporabljenimi pripravki ter intenzivnostjo pojava odpornosti. Kljub temu pa sklepamo, da je večje število škropljenj v istem nasadu povečalo delež odpornih izolatov, saj je bila odpornost bolj izražena v nasadih sajenih v letu 2016 (POS 2, GOR 1, PRE), ki so bili izpostavljeni fungicidom dve zaporedni rastni dobi. Odpornost proti vsem trem aktivnim snovem je bila ugotovljena v treh nasadih v Posavju (POS 1, POS 2, POS 4), enem na Gorenjskem (GOR 1) in v nasadu v Prekmurju (PRE). Zgolj v ekološkem nasadu v okolici Ljubljane, kjer niso uporabljali sintetičnih fungicidov so bili vsi testirani izolati občutljivi na CDL, FDL in FH.



Slika 2: Delež manj občutljivih in odpornih izolatov sive plesni proti CDL, FDL in FH v letu 2018.

257



Slika 3: Delež odpornih izolatov sive plesni proti FDL, CDL in FH v nasadih jagod v letu 2018 glede na lokacijo nasada (LJ EKO-Ljubljana, POS-Posavje, GOR-Gorenjska, PRE-Prekmurje).

4 SKLEPI

Zmanjšana občutljivost in hkratna odpornost sive plesni (*Botrytis* sp.) proti več aktivnim snovem je pogosta tudi v Sloveniji, saj je bila tretjina analiziranih izolatov odporna ali manj občutljiva na tri ključne aktivne snovi, ki se uporabljajo za zatiranje sive plesni na jagodah. Predvidevamo, da gre vsaj pri nekaterih od teh izolatov za

pojavnost multiple odpornosti. Sklepamo, da so nekateri izolati z multiplo odpornostjo manj občutljivi ali odporni tudi na druge pogosto uporabljene aktivne snovi za zatiranje sive plesni jagod, za katere nismo opravili testiranja. Domnevamo, da so izolati odporni proti CDL iz skupine anilino-pirimidinov odporni tudi na pirimetanil, ki pripada isti kemijski skupini.

V dveletnih nasadih jagod z intenzivno pridelavo, ki vključuje od dve do štiri škropljenja proti sivi plesni jagod v rastni dobi, je bil delež odpornih izolatov največji. Razvoju odpornosti se ni mogoče povsem izogniti, vendar lahko njen pojav upočasnimo s skrbnim načrtovanjem rabe fungicidov, ki vsebujejo aktivne snovi z različnim načinom delovanja in pripadajo različnim kemijskim skupinam. V primeru multiple odpornosti je lahko ogroženo delovanje vseh zdaj registriranih fungicidov za zatiranje sive plesni. Zato je priporočljivo, poleg gojenja v zavarovanih prostorih, tudi dosledno izvajanje nekemičnih ukrepov za preprečevanje širjenja sive plesni, vključno s pravilno izbiro rastišča in gostoto sajenja, zmernim namakanjem in gnojenjem, uporabo biotičnih pripravkov ter sprotim odstranjevanjem okuženih plodov.

5 ZAHVALA

Avtorici se zahvaljujeva vsem pridelovalcem jagod, ki so prispevali vzorce za potrebe raziskave in Upravi RS za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin, ki je financirala raziskavo v okviru strokovne naloge Integriranega varstva rastlin.

6 LITERATURA

- Brent, K., Hollomon, D. W. 2007a. Fungicide resistance in crop pathogens: How can it be managed? 2nd revised edition. FRAC, CropLife international: 56 str.
- Brent, K., Hollomon, D. W. 2007b. Fungicide resistance: the assessment of risk. FRAC Monograph No. 2 second, (revised) edition: 53 str.
- De Miccolis Angelini, R. M., Rotolo, C., Masiello, M., Gerin, D., Pollastro, S., Faretra, F. 2014. Occurrence of fungicide resistance in populations of *Botryotinia fuckeliana* (*Botrytis cinerea*) on table grape and strawberry in southern Italy. *Pest management science* 70: 1785-1796
- Fernández-Ortuño, D., Grabke, A., Xingpeng, L., Schnabel, G. 2016a. Independent emergence of resistance to seven chemical classes of fungicides in *Botrytis cinerea*. *The American phytopathology society, Phytopathology* 105(4): 424-432
- Fernández-Ortuño, D., Torés, J. A., Chamorro, M., Pérez-García, A., De Vicente, A. 2016b. Characterization of resistance to six chemical classes of site-specific fungicides registered for gray mold control on strawberry in Spain. *Plant Disease* /Vol.100 No.11: 2234-2239
- FRAC. 2006. BOTRCI monitoring method Syngenta 2006 V1.
- FRAC. 2019. FRAC code list. Fungal control agents sorted by cross resistance pattern and mode of action.
- Grabke, A., Fernández-Ortuño, D., Schnabel, G. 2013. Fenhexamid resistance in *Botrytis cinerea* from strawberry fields in the Carolinas is associated with four target gene mutations. *The American phytopathology society, Plant disease* 97(2): 271-276
- Grabke, A., Stammler, G. 2015. A *Botrytis cinerea* population from a single strawberry field in Germany has a complex fungicide resistance pattern. *The American phytopathology society, Plant disease* 99(8): 1078-1086
- Hahn, M. 2014. The rising threat of fungicide resistance in plant pathogenic fungi: *Botrytis* as a case study. *Journal of chemical biology* 7: 133-141
- Leroch, M., Plesken, C., Weber, R.W.S., Kauff, F., Scalliet, G., Hahn, M. 2013. Gray mold population in German strawberry fields are resistant to multiple fungicides and dominated by

- a novel clade closely related to *Botrytis cinerea*. Applied and environmental microbiology 79(1): 159-167
- Lopes, U. P., Zambolim, L., Capobianco, N. P., Osorio Gracia, N. A., Livramento Freitas-Lopes, R. 2017. Resistance of *Botrytis cinerea* to fungicides controlling gray mold on strawberry in Brazil. *Bragantia*, Campinas, v.76, n.2: 266-272
- Pokorny, A., Smilanick, J., Xiao, C. L., Farrar, J. J., Shrestha, A. 2016. Determination of fungicide resistance in *Botrytis cinerea* from strawberry in the Central coast region of California. The American phytopathology society, Plant health progress 17(1): 30-34
- Rupp, S., Weber, R.W.S., Rieger, D., Detzel, D., Hahn, M., 2017a. Spread of *Botrytis cinerea* strains with multiple fungicide resistance in German horticulture. *Journal frontiers in microbiology, antimicrobials, resistance and chemotherapy* 7: 12 str.
- Rupp, S., Plesken, C., Rumsey, S., Dowling, M., Schnabel, G., Weber, R.W.S., Hahn, M. 2017b. *Botrytis fragariae*, a new species causing gray mold of strawberries, shows high frequencies of specific and efflux-based fungicide resistance. *Applied and environmental microbiology* 83(9): 16 str.
- Russell, P. E. 2004. Sensitivity baselines in fungicide resistance research and management. FRAC Monograph No. 3: 56 str.
- Scalliet, G., Edel, D., Mosbach, A., Oostendrop, M., Camborde, F., Sierotzki, H. 2017. Learning from *Botrytis* monitoring after more than 20 years of Switch®. *Modern fungicides and antifungal compounds*, Vol. VIII: 147-152
- Weber, R.W.S. 2011. Resistance of *Botrytis cinerea* to multiple fungicides in Northern German small-fruit production. *The American phytopathology society, Plant disease* 95(10): 1263-1269
- Weber, R.W.S., Hahn, M. 2011. A rapid and simple method for determining fungicide resistance in *Botrytis*. *Journal of plant diseases and protection* 118 (1): 17-25
- Weber, R.W.S., Hahn, M. 2019. Grey mould disease of strawberry in northern Germany: causal agents, fungicide resistance and management strategies. *Applied microbiology and biotechnology* 103(4): 1589-1597

OKOLJSKO OPTIMIZIRANO UPRAVLJANJE Z ONESNAŽENIMI VODAMI NA KMETIJAH

Alojz SREŠ¹, Peter OHS², David LEMBRICH³

¹Bayer Slovenia

²Bayer AG, Monheim, Germany

IZVLEČEK

Sistem Phytobac[®] omogoča zbiranje in mikrobiološko razgradnjo sredstev za varstvo rastlin v odpadnih vodah, ki nastanejo med polnjenjem in notranjim pranjem škropilnic. Onesnaženo vodo zbiramo v zbirnem rezervoarju, iz katerega jo postopoma dovajamo v bazen za mikrobiološko razgradnjo Phytobac[®] sistema. Sistem Phytobac[®] je zaprt sistem, sestavljen iz neprepustnega bazena (betonski, kovinski ali plastičen), v katerem je mešanica substrata iz slame (zemlje) do višine približno 60 cm. Slama predstavlja vir energije za mikroorganizme, ki razgrajujejo sredstva za varstvo rastlin. Razmerje med slamo in zemljo v mešanici je 70 % zemlje in 30 % (volumski odstotek) sesekljane slame. Za pravilno delovanje Phytobac-a[®] in učinkovito razgradnjo aktivnih snovi je ključnega pomena vlažnost mešanice. Optimalna vlažnost (niti presuho niti prevlažno) spodbuja mikrobiološko aktivnost. Najprimernejša vlažnost znaša 60–75 % vodne kapacitete mešanice. Sonda za merjenje vlažnosti, povezana z elektronsko krmilno enoto, omogoča optimalen dotok onesnažene tekočine iz zbirnega rezervoarja v bazen z mešanico. Enakomerno razporeditev onesnažene tekočine po bazenu izvedemo s kapljičnim sistemom. Redno mikrobiološko aktivnost ohranjamo tudi z dodajanjem organske snovi (slame). Slamo dodajamo, glede na okoljske razmere, vsakih 1–2 leti. Sistemi Phytobac[®] so nameščeni v več državah sveta, večino pa jih je v državah Evrope. V Franciji je sistem Phytobac[®] uradno priznan že od leta 2006, nameščenih pa je že 4500 sistemov. Poleg tega so sistemi Phytobac[®] nameščeni še v Avstraliji in nekaterih državah Azije in Amerike. Partnerska podjetja ponujajo že pripravljene Phytobac[®] sisteme za takojšnjo uporabo.

Ključne besede: Phytobac[®], okolje, čiščenje odpadnih voda, sredstva za varstvo rastlin

ABSTRACT

ENVIRONMENTAL OPTIMIZED ON-FARM EFFLUENT MANAGEMENT WITH PHYTOBAC[®] SYSTEM

The Phytobac[®] system allows the retention and the microbial degradation of plant protection chemicals in waste water effluents generated during filling, cleaning and

¹ dr., Bravničarjeva 13, SI-1000 Ljubljana

² Germany

³ Germany

washing activities of agricultural spraying equipment. The liquid remnants are captured and collected in a storage tank before entering the microbial degradation module of the Phytobac® system. The Phytobac® is a closed system consisting of a sealed container made with waterproof walls (concrete, metal or plastic) filled with a substrate composed of soil and straw to a level of about 60 cm. The straw component provides a source of energy for the microorganisms living in the substrate. By volume the mix consists of 70 % soil and 30 % of chopped straw. Moisture control is a key factor for the proper functioning of the Phytobac® and ensures the efficient degradation of the chemicals. The substrate is kept under optimum moisture conditions (neither anaerobic, nor too dry) in order to promote microbial life. It is recommended to maintain moisture levels corresponding to 60–75 % of water capacity. A soil humidity probe combined with an electronic steering unit enables the correct effluent input from the storage buffer tank according to the local evaporation conditions. Drip irrigation allows a homogeneous liquid distribution over the substrate. Appropriate microbial activity is maintained by regular recharge of the organic matter (straw). Depending on the environmental conditions the recharge is necessary within 1–2 years. Phytobac® systems are installed on a worldwide level. Most Phytobac® systems are installed in European countries. In France, the Phytobac® concept is recognised by the authorities since 2006. Meanwhile more than 4500 systems are implemented in France. Partner companies offer ready-to-use kits. Meanwhile Phytobac® systems are installed in Asia, Australia and American countries.

261

Key words: Phytobac®, environment, effluents management, plant protection products

1 UVOD

Ob izvajanju varstva rastlin moramo poskrbeti tudi za varstvo okolja. Kako preprečiti ostanke sredstev za varstvo rastlin (SVR) v površinskih in talnih vodah, mora biti skrb vseh, ki so kakorkoli povezani s kmetijsko proizvodnjo: proizvajalcev SVR, kmetovalcev in ostalih uporabnikov SVR ter vladnih organizacij. Na podlagi različnih študij je bilo ugotovljeno, da je najpogostejša oblika onesnaženja talne vode s SVR točkovno onesnaženje, saj predstavlja kar 84 % vsega onesnaženja. Evropska komisija je že leta 2000 sprejela vodno direktivo, ki določa osnovna načela trajnostne vodne politike v Evropski uniji (Direktiva..., 2000), v svojo nacionalno zakonodajo pa so jo vključile tudi vse članice Evropske unije.

Za zmanjšanje točkovnega onesnaženja obstaja več možnosti: čiščenje in izpiranje škropilnice na njivi, ureditev prostora za pripravo škropilne brozge na kmetiji ter ureditev sistemov za odpadno vodo, kjer bomo lahko ločevali in/ali razgradili raztopljene aktivne snovi v vodi. Odpadne vode, onesnažene s SVR, lahko uničimo s sežiganjem, izparevanjem ali dehidracijo, fizikalno kemijsko koagulacijo ali kosmičenjem in filtriranjem skozi različne medije ter fotokatalitičnim in biološkim načinom (Rose in sod., 2003). Omenjeni postopki so zelo učinkoviti, vendar v večini primerov za kmetovalce predragi. V mnogih državah evropske unije so zato kot enega od načinov zmanjšanja točkovnega onesnaženja začeli uvajati preproste sisteme za mikrobiološko razgradnjo ostankov SVR. Sistemi za mikrobiološko razgradnjo ostankov SVR v vodni raztopini so cenovno najugodnejši in zelo učinkoviti.

2 MATERIALI IN METODE

Biološka razgradnja (bioremediacija) je proces, v katerem s pomočjo mikroorganizmov in njihovih encimov organske odpadke biološko razgradimo do neškodljivih spojin (mikrobne biomase, CO₂ in vode) oziroma do koncentracije škodljivih snovi v vodi ali tleh, ki je pod določeno dovoljeno mejo (Mueller in sod., 1996). Takšno razgradnjo v naravi v glavnem opravljajo bakterije, glive ali rastline (Vidali, 2001).

Že Feris in Lichtenstein (1980) sta navedla, da se za biološko očiščenje tal in talne vode v glavnem uporabljajo štiri tehnike:

- a) spodbujanje aktivnosti avtohtonih mikroorganizmov (biostimulacija) z dodajanjem hranil, uravnavanjem pH in zračnosti tal...,
- b) inokulacija z mikroorganizmi z ustreznimi biotransformacijskimi sposobnostmi,
- c) dodajanje ustreznih encimov,
- d) odstranitev in/ali razgradnja onesnaževal s pomočjo rastlin (fitoremediacija).

Trenutno najbolj razviti in testirani sistemi v kmetijstvu za bioremediacijo vode, onesnažene s SVR, so Biobed, Phytobac® in Biofilter (De Wilde in sod., 2007). Delujejo na podoben način. Pri vseh je osnova biološko aktivni substrat, ki SVR veže na organsko snov ali na talne delce, kjer izvajajo mikroorganizmi njihovo hitro razgradnjo. Na izbiro in projektiranje najustrežnejšega bioremediacijskega sistema na kmetiji vpliva predvsem količina in pogostnost dodajanja s SVR onesnažene vode, podnebje in zakonodaja. Natančno primerjavo sistemov za mikrobiološko razgradnjo onesnaženih voda s SVR so opisali Tienke in sod. (2007) in TOPPS (2008).

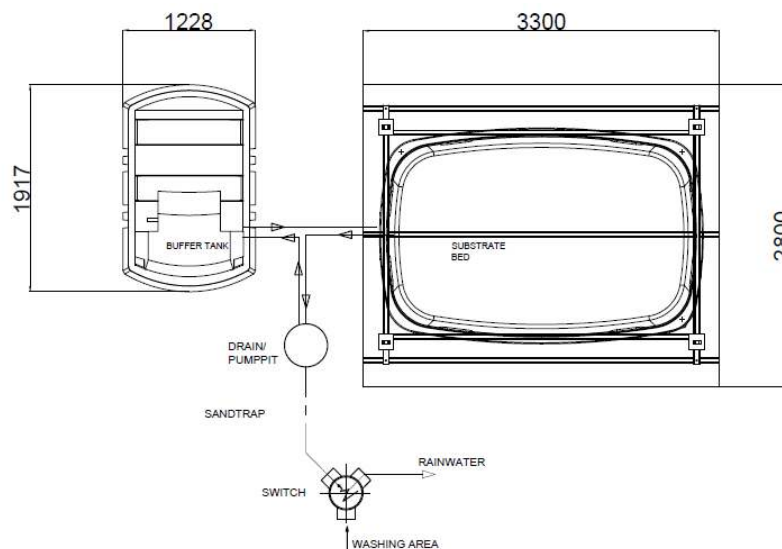
262

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

V sistemih biološke razgradnje SVR je razgradnja neposredno odvisna od aktivnosti mikrobnih združb. Na aktivnost mikrobnih združb vplivajo tudi lastnosti SVR, kaže pa se kot rast in razvoj mikrobnih kolonij, ali pa kot zmanjšanje številčnosti in aktivnosti mikrobnih združb zaradi toksičnosti SVR (Karanasios in sod., 2012b).

Podjetje Biotisa iz Francije že nekaj časa ponuja na tržišču Phytobac®, sistem za učinkovito biološko razgradnjo SVR, raztopljenih v vodi. Namenjen je čiščenju večjih količin s SVR onesnažene vode. Za natančno delovanje tega sistema moramo škropilnico očistiti (notranjost in zunanost) na betonirani ali drugače neprepustni ploščadi, za čiščenjem škropilnice pa moramo prav tako oprati tudi ploščad. Onesnažena voda se steka do preklopnega ventila na najnižjem delu ploščadi, s pomočjo katerega v primeru padavin usmerimo čisto vodo nazaj v okolje, onesnaženo vodo s SVR pa do peskolova. Iz peskolova se voda, očiščena trdih delcev, pretaka do potopne črpalke, ki jo prečrpava na začasno shranjevanje v poseben plastičen rezervoar. Nadaljnje postopno prečrpavanje onesnažene vode iz rezervoarja v bazen z biomešanico je elektronsko regulirano in omogoča, da dosežemo dolgoročno enakomerno vlažnost biomešanice in s tem optimalni izkoristek Phytobaca®. Bazen z biomešanico je zgrajen iz neprepustnega materiala (betona ali plastike...) in je globok 60 cm.

Biomešanica v sistemu Phytobac[®] je sestavljena iz kmetijskih tal (70 vol. %) in slame (30 vol. %). Kmetijska tla v biomešanici omogočajo boljšo sorpcijo SVR in so vir bakterijskih mikroorganizmov. V tako pripravljene biomešanici kmetijskih tal in slame se celo večje koncentracije SVR razgradijo v manj kot enem letu. Razmere, ugodne za razgradnjo SVR v biomešanici, so podobne kot v kmetijskih tleh (malo slame in nevtralni pH). Zato je prilagoditev mikroorganizmov, ki razgrajujejo SVR v biomešanici Phytobac[®], zelo hitra (Fournier in sod., 2013).



263

Slika 1: Skica enega od modelov sistema Phytobac[®].

Da bi dosegli najboljšo razporeditev onesnažene vode in s tem izkoristek potenciala Phytobac[®] za razgradnjo SVR dovajamo onesnaženo vodo v biomešanico s pomočjo razpršilnih šob ali kapljičnega sistema. Konstantno vlažnost biomešanice, najustrenejše za delovanje mikroorganizmov (60-75 % vodne kapacitete), uravnavamo s pomočjo senzorja za določanje vlažnosti v biomešanici. Vodni režim v biomešanici je reguliran tudi z izhlapevanjem in odtokom odvečne količine onesnažene vode skozi posebno cev na dnu bazena nazaj do črpalke. Zaradi padavin in s tem dotoka prevelikih količin vode v sistem, mora biti Phytobac[®] pokrit, vendar pa ne nepredušno zaprt. Omogočeno mora biti izhlapevanje vode iz sistema.

Podjetje Bayer d.o.o. je pripravilo poseben program za izračun potrebne količine substrata za čiščenje predvidene količine onesnažene vode v določenem kraju, program med drugim upošteva tudi povprečne temperature zraka.

3.1 RAZGRADNJA SREDSTEV ZA VARSTVO RASTLIN V SISTEMU PHYTOBAC[®]

V sistemu Phytobac[®] poteka razgradnja SVR v glavnem s pomočjo metabolizma bakterij in aktinomocet, ki so razširjene v kmetijskih tleh. Vendar pa majhen delež razgradnje SVR še vseeno poteka tudi s pomočjo gliv. Razmerje kmetijskih tal in slame ter pH 7 v biomešanici Phytobaca[®] spodbuja razvoj bakterij (Fournier in sod., 2013). Alvarez in sod. (2012) navajajo, da ima mnogo gram negativnih bakterij možnost metabolne razgradnje SVR, med drugimi tudi razni sevi iz rodu *Sphingomonas*. Možnost metabolne razgradnje SVR imajo tudi gram pozitivni mikroorganizmi, kot so na primer sevi iz rodu *Streptomyces*, največjega rodu iz skupine aktinobakterij. Aislabie in Lloyd-Jones (1995) navajata, da so za razgradnjo SVR v kmetijskih tleh med drugimi pomembne bakterije iz rodu *Alcaligenes*, *Flavobacterium*, *Pseudomonas* in *Rhodococcus*.

Sposobnost prilagoditve mikroorganizmov je velika tako v biomešanici Phytobaca[®] kot tudi v tleh. Dodatek gnojevke (5 vol. %) ali naravnega komposta (30 vol. %) tlom 7 mesecev pred dodajanjem bentazona, atrazina in izoproturona je povečal stopnjo razgradnje teh SVR. Zato je za razvoj in aktivnost mikroorganizmov ter s tem dobre metabolne procese potrebno v biomešanico dodati tudi dodatni vir dušika (Fournier, 2004). Rezultati razgradnje SVR v Phytobacu[®] so spodbudni (preglednica 1).

Preglednica 1: Ostanke a. s. v 200 L sodu polnjenem z mešanico 100 L kmetijskih tal in 100 L pšenične slame dve leti po postavitvi poskusa (Fournier, 1 - 2004)

264

Aktivna snov SVR	Vrsta SVR	Vnos SVR (g/sod)	Ostanke aktivnih snovi v substratu po dveh letih (%)
atrazin	herbicid	2,00	0,0
karbetamin	herbicid	5,50	0,0
kloridazon	herbicid	21,50	0,02
klorpropam	zaviralec kalitve	2,10	0,0
diuron	herbicid	16,20	0,01
etofumesat	herbicid	5,00	0,52
glufosinat	herbicid	1,50	0,0
glifosat	herbicid	16,40	0,14
izoproturon	herbicid	10,00	0,0
izoksaben	herbicid	4,00	0,0
metsulfuron-metil	herbicid	0,2	0,0
mezosulfuron-metil	herbicid	0,15	0,0
fenmedifam	herbicid	1,6	0,0
terbutilazin	herbicid	16,2	2,3

Dobro vzdrževano biomešanico lahko uporabljamo več sezon, saj je ni potrebno menjati po vsaki sezoni, moramo pa ji pred vsako sezono dodati nekaj sveže slame (Pietrantoni, 2004). V primeru, da se vseeno odločimo za zamenjavo, staro, odrabljeno biomešanico, odstranimo pred novo sezono škropljenja. Najprej jo čez poletje kompostiramo in nato raztrosimo po obdelovalnih tleh. De Wilde in sod. (2010b) so ugotovili, da je kompostiranje odrabljenе biomešanice v obliki tunela za dokončno razgradnjo SVR učinkovitejše od kompostiranja v sodih. Ker odrabljena biomešanica več ne vsebuje dovolj energije za aktivno delovanje mikroorganizmov, je potrebno

takšni mešanici dodati nekaj sveže biomešanice, ki bo spodbudila razvoj zelenih mikroorganizmov.

Po ugotovitvah Fournierja in sod. (2013) je raztros odrabljene biomešanice iz Phytobaca® na obdelovalna tla možen v količini 10 m³/ha. Francoska zakonodaja dovoljuje raztros 25 m³/ha substrata (biomešanice) iz Phytobaca® 6 mesecev po zadnjem pranju škropilnic. Pri nas pa zakonodaja na tem področju še ni urejena.

4 ZAKLJUČEK

Kmetijstvo je le eden od manjših potencialnih onesnaževalcev okolja, v primeru nepravilne uporabe SVR pa lahko povzroči škodo večjih razsežnosti. Do sedaj so bila največji vir onesnaženja podtalnih in površinskih voda s SVR točkovna onesnaženja, zato se reševanju le teh v zadnjem času posveča velika pozornost. Eden od načinov preprečevanja onesnaženosti voda zaradi točkovnega onesnaženja je tudi uporaba sistemov za biološko razgradnjo SVR na kmetiji. Taki sistemi predstavljajo zelo učinkovit način razgradnje ostankov SVR s pomočjo mikroorganizmov, ki so že tako ali tako prisotni v naravi. V večini držav EU so že začeli s poskusnim čiščenjem onesnažene vode v takih sistemih, ponekod pa je ta način razgradnje SVR že vključen v vsakodnevno prakso (Švedska, Francija...). Glede na občutljivost vodnih virov v Sloveniji bomo tudi pri nas morali čim prej poskrbeti za varovanje vodnih virov s preventivnimi ukrepi. Za razliko od dosedanje prakse, naj varovanje ne bi bile le prepovedi. Rešitve, da bomo lahko pridelali dovolj kakovostne hrane in obvarovali okolje pred neželenimi vplivi SVR, obstajajo. Ena od njih je tudi Phytobac®.

265

5 LITERATURA

- Aislabie J., Lloyd-Jones G. 1995. A review of bacterial degradation of pesticides. Australian journal of soil research, 33, 6: 925-942
- Alvarez A., Benimeli C.S., Saez J.M., Fuentes M.S., Cuozzo S.A., Polti M.A., Amoroso M.J. 2012. Bacterial bio-resources for remediation of hexachlorocyclohexane. International Journal of Molecular Sciences, 13, 11: 15086-15106
- De Wilde T., Spanoghe P., Debaer C., Ryckeboer J., Springael D., Jaeken P. 2007. Overview of on-farm bioremediation systems to reduce the occurrence of point source contamination. Pest Management science, 63, 2: 111-128
- De Wilde T., Debaer C., Ryckeboer J., Springael D., Spanoghe P. 2010b. The influence of small-and large-scale composting on the dissipation of pesticide residues in a biopurification matrix. Journal of the Science of Food Agriculture, 90: 1113-1120
- Direktiva Evropskega parlamenta in sveta 2000/60/ES z dne 23. oktobra 2000 o določitvi okvira za ukrepe Skupnosti na področju vodne politike. 2000. Uradni list evropskih skupnosti, L327/1: 275-346
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=DD:15:05:32000L0060:SL:PDF>
(15. jun. 2019)
- Fournier J. 2004. A survey of INRA studies on biobeds. European Biobed Workshop, 27.-29. September 2004, Malmö, Švedska: 21 drsnič
http://www.biobeds.org/User_files/3576d31798e0f07ef2e6e1daf72c95b1.pdf (1. jun. 2019)
- Fournier J.C., Ponce-Caballero C., Vieille E., Ligny N., Desjardin J. A challenge for biobeduse expansion in France: to upgrade safe and efficient devices: 21 drsnič
<http://www.cleanregion.dk/Presentation%2022.pdf> (28. maj 2019)
- Karanasios E., Tsiropoulos N.G., Karpouzias D.G. 2012b. On-farm biopurification systems or

- the depuration of pesticide wastewaters: recent biotechnological advances and future perspectives. *Biodegradation*, 23: 787-802
- Mueller J.G., Cerniglia P.E., Pritchard P.H. 1996. Bioremediation of environments contaminated by polycyclic aromatic hydrocarbons. V: *Bioremediation: Principles and Applications*. Crawford D.L., Crawford R.L. (eds.). Cambridge, Cambridge University Press: 125-194
- Pietrantonio B. 2004. Promoting development of biobeds/Phytobacs by Bayer CropScience in France. European Biobed workshop, Malmö, 28. - 29. september 2004: 26 drsnič <http://www.cleanregion.dk/13%20Pietrantonio.pdf> (19. maj 2019)
- Prevent water contamination through the point sources. Biopurification systems for spray remnants on farm. TOPPS, Bioremediation Brochure: 33 p. www.TOPS-life.org (18. Jan. 2019)
- Rose S.C., Basford W.D., Carter A.D. 2003. On-farm bioremediation systems to limit point source pesticide pollution. V: Pesticide in air, plant, soil & water system. Proceedings of the XII Symposium on Pesticide Chemistry. Piacenza, 4.- 6. June 2003. Del Rea A.A.M., Capri E., Padovani L., Trevisan M. (eds.): 559-566
- Tieneke d.V., Pieter S., Cristof D., Jaak R., Dirk S., Peter J. 2007. Review: Overview on farm bioremediation systems to reduce occurrence of point source contamination. *Pest management Practice*, 63: 111-128
- Vidali M. 2001. Bioremediation. An overview. *Pure and Applied Chemistry*, 73: 1163-1172

TESTIRANJE NAPRAVE BIOBED-BIOFILTER ZA ČIŠČENJE VODE OD PRANJA ŠKROPILNIC

Mario LEŠNIK¹, Stanislav VAJS², Anja JELEN³, Andrej PAUŠIČ⁴

¹⁻⁴Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede Maribor, Hoče

IZVLEČEK

V letih 2017 in 2018 smo izvedli testiranje delovanja naprave, ki je bila v okviru stewardship programov podjetja BASF Slovenija postavljena na živinorejsko-poljedelski kmetiji. Naprava je klasificirana kod hibridni sistem Biobed-Biofilter. S fitofarmaceutskimi sredstvi (FFS) onesnažena voda, ki se sprosti pri pranju škropilnic, se zbira v rezervoarju in se ciklično vse leto prečrpava skozi kontejnerje, ki so napolnjeni z mešanico zemlje, šote in slame. V mešanici poteka mikrobná razgradnja aktivnih snovi (AS), na površju mešanice pa poteka evaporacija vode. Analizirali smo dinamiko razpadanja 50 AS, obseg tedenske evaporacije vode in opravili izračune kapacitete naprave v pogledu števila pranj škropilnic, ki jih lahko izvedemo letno. Razpad AS je dokaj počasen, saj je pri večini aktivnih snovi stopnja razpada v letu dni bila med 50 in 70 %. Predstavljene so dobre in slabe tehnične plati delovanja naprave.

267

Ključne besede: čistilna naprava, pesticidi, škropilnice, pranje

ABSTRACT

TESTING THE BIOBED-BIOFILTER DEVICE FOR PURIFICATION OF WATER RELEASED AT CLEANING OF SPRAYERS

During the years 2017 and 2018, we tested the performance of a plant which was built on a livestock farm as part of a BASF Company stewardship program. The device is classified as the hybrid system Biobed-Biofilter. Plant protection products (PPP) contaminate water released during sprayer washing, and this water is collected in a tank and cycled throughout the year through containers filled with a mixture of soil, peat and straw. In the mixture, microbial decomposition of the pesticide active substances (AS) takes place and water evaporates from the surface of the mixture. We analysed the dynamics of the decomposition of 50 AS, the volume of weekly water evaporation and performed calculations of the capacity of the device in terms of the number of sprayer washing cycles that can be carried out annually. The breakdown of AS was fairly slow, as for most active substances, the established rate of decay was between 50 and 70% per year. Strong and weak technical aspects of the device are presented.

Key words: purification device, pesticides, sprayers, cleaning

¹ dr., Pivola 10, SI-2311 Hoče

² mag. dipl. inž. agr., prav tam

³ študentka, prav tam

⁴ dr., prav tam

1 UVOD

Po zaključku nanosa fitofarmaceutskih sredstev (FFS) so naprave, s katerimi jih nanašamo, umazane in v njih so ostanki FFS. Tehnično gledano ni možno, da ob zaključku nanosa v napravi (cevi, rezervoar, ...) ne bi ostalo nekaj škroplilne brozge. Pri sodobnih napravah ob zaključku škropljenja v napravi ostane maj kot 1,5 % brozge gledano na celotni volumen rezervoarja, pri starejših napravah pa mnogo več. Naprave so navadno od ostankov FFS umazane tudi od zunaj, še posebej, če FFS nanašamo v razmerah z rahlim vetrom. Pred ponovno uporabo naprave je potrebno napravo očistiti. Čiščenje lahko izvedemo na njivi, v nasadu ali pa na kmetiji na ustreznem mestu za pranje. Najbolj smiselno je čiščenje na njivi ali v nasadu, kjer vodo z razredčenimi ostanki FFS od čiščenja sprostimo v okolje, kjer je bil vnos FFS predviden. Pri pranju na kmetiji je vodo od čiščenja potrebno zbrati in jo ustrezno procesirati v ustreznih napravah. Te naprave glede na mehanizem odstranitve ostankov FFS delimo na naprave za kemijsko čiščenje z aktivnimi filtri, naprave za biotično čiščenje s pretokom skozi biotično aktivne substrate (bio-filter naprave), naprave z razkrojem z UV svetlobo (npr. Heliosecc), naprave za mikrobní razkroj v organskih substratih (npr. Biobed) in naprave s kombiniranim delovanjem (mikrobi + UV, npr. Fitobac in Biobac) (Torstensson, 2000; Vidali, 2001; Pussemier in sod., 2004; De Wilde s sod., 2007). V Sloveniji imamo z uporabo naprav za čiščenje vode od pranja naprav za nanos FFS na kmetiji zelo malo izkušenj, saj so tovrstne naprave redke. Na prvih napravah, ki so bile zgrajene pred kratkim, smo pričeli z nabiranjem izkušenj glede uporabnosti in tehničnih zmogljivosti. Ena takšnih naprav je čistilna naprava Biofilter-Biobed, zgrajena s strani podjetja ESOT-INVEST d.o.o v okviru "stewardship" projekta podjetja BASF Slovenija na kmetiji Medved v vasi Stražgojnca. Podjetje BASF je omogočilo gradnjo objekta za demonstracijske in raziskovalne namene, da se pridobijo praktična znanja glede uporabe čistilnih naprav. Namen raziskave je bil preučiti tehnično učinkovitost naprave v pogledu hitrosti razgradnje ostankov FFS in v pogledu količine vode, ki jo naprava lahko procesira na letnem nivoju.

268

2 MATERIALI IN METODE

2.1 Značilnosti čistilne naprave

Raziskava je bila izvedena na čistilni napravi tipa Biofilter, kjer vodo od pranja naprav za nanos FFS zberemo v rezervoarju in jo postopoma v majhnih količinah sproščamo na biološko aktivni substrat v plastičnih kontejnerjih (glej sliko 1). Biofilter v našem sistemu je koncipiran kot krožni (ciklični) sistem, kjer se perkolat, ki preide skozi substrat ponovno vrne v rezervoar in od tam nazaj na substrat. Površina substrata v kontejnerjih je ves čas vlažna zato prihaja do evaporacije, ki znižuje količino vode v sistemu. Obseg evaporacije naj bi bil tolikšen, da lahko mesečno redno v sistem dovajamo novo vodo od čiščenja. Naprava ima 5 kontejnerjev z volumnom 1 m³ vsak, ki so napolnjeni s substratom, ki je mešanica slame, šote in zemlje (33:33:33 %). Na dnu vsakega kontejnerja je filter iz kamenja različnih granulacij, tako, da perkolat, ki

zapušča kontejner s seboj ne odnaša delcev substrata. Kroženje vode je regulirano s časovnim relejem, kjer lahko nastavimo količino pretoka in dolžino časa prečrpavanja vode. S tem reguliramo vlažnost substrata. Poleti so pretoki večji, kot spomladi in pozno jeseni. Večji del obratovalnega obdobja je dnevni pretok vode na kontejner znašal med 20 in 30 litrov.

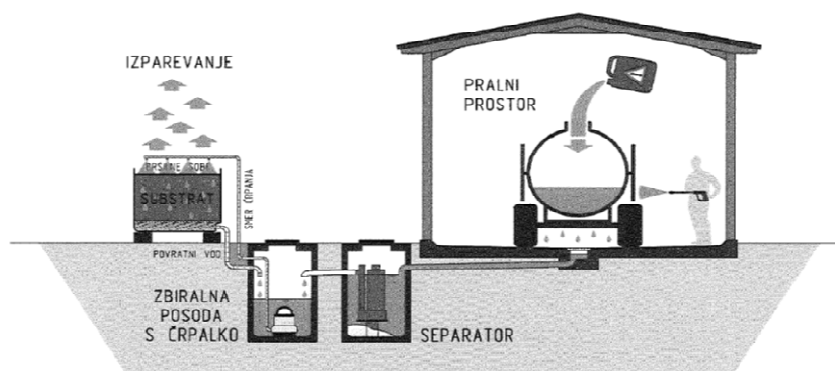
2.2 Postopek čiščenja škropilnice

Vlečena poljedelska škropilnica AW Impex (Poljska) je bila na zbirni betonski ploščadi prana večkrat letno po izvajanju škropljenj na njivi. Za zunanje in notranje pranje se je vsakič porabilo med 100 in 120 litrov vode. Škropilnica ima rezervoar z volumnom 1800 l, škropilno armaturo široko 18 m in tehnični rezidualni volumen po škropljenju znaša približno 40 l. Pri vsakem pranju smo zabeležili datum in aktivne snovi, ki so bile v škropilnici, tako smo evidentirali, kdaj so posamezne aktivne snovi vstopile v čistilno napravo.

2.3 Dodaten vnos FFS v rezervoar čistilne naprave

Ker smo želeli preveriti proces razpadanja čim večjega števila aktivnih snovi, smo v rezervoar sistema vnesli še dodatnih 30 aktivnih snovi. Količino aktivnih snovi za vnos smo določili tako, da smo v literaturi poiskali podatke o običajnih deležih ostanka aktivnih snovi pri običajnem delu, v rezervoarju in na površju škropilnice (Wehmann, 2006; Debaer s sod., 2008; Balsari s sod., 2017) po zaključku nanosa FFS.

269



Slika 1: Shema čistilne naprave (Vir: ESOT-INVEST d.o.o).

Pri izračunu smo upoštevali, da po škropljenju v rezervoarju ostane 0,3 % aktivne snovi in na površju škropilnice 0,25 % aktivne snovi od celokupne količine, dane v rezervoar. Odločili smo se, da po najslabšem scenariju umazanosti škropilnice v rezervoar čistilne naprave damo 0,3 % hektarskega odmerka aktivne snovi (glej podatke v preglednici 2). Potem smo izračunano količino pripravka dali v rezervoar na 2000 litrov vode. S tem smo simulirali pranje škropilnice. Dodana količina aktivnih snovi po naši oceni ni bila prevelika, da bi preveč obremenila mikrobe v substratu in bi se populacija le teh drastično zmanjšala zaradi prevelike toksičnosti dodanih aktivnih

snovi. V tem delu so prikazni le podatki za snovi vnesene v sezoni 2017. Podatki za snovi vnesene v letu 2018 niso prikazani.

2.4 Analiza ostankov FFS v substratu

V načrtu večletne raziskave je, da se koncentracija ostankov FFS spremlja 3 leta (2017-2020) v presledkih vsakih 6 mesecev. V tem besedilu so prikazani rezultati analiz prve polovice tega obdobja za snovi, ki so bile v napravo vnesene v sezoni 2017. Vzorci substrata za analizo koncentracije ostankov so bili odvzeti z vbadanjem cevi v substrat. Pri vsakem kontejnerju smo naredili vsaj 15 vbodov (0,45 m globoko). Potem smo vsebino iztisnili iz cevi in dobro premešali ves izvlečen substrat od različnih vbodov. Tako smo dobili homogen vzorec (2.5 – 4 kg), ki smo ga neprodušno zapakiranega poslali v laboratorij. Analizo koncentracije ostankov so opravili v mednarodno priznanem laboratoriju iz Avstrije (Institut dr. Wagner (Parkring 2, A-8403 Lebring), kjer uporabljajo najsodobnejše analitične metode tekočinske in masne spektrometrije, kot so GC-headspace, GC-MS / MS, GC- μ ECD, LC-MS / MS in podobno.

Preglednica 1: Pregled pripravkov in aktivnih snovi, ki so v čistilno napravo vstopile med čiščenjem škroplilnice v sezoni 2017 in 2018.

270

Pripravek in uporabljeni odmerek pripravka; (datum nanosa)	Aktivne snovi:	Datum vstopa v BIOBED:	Čas od vstopa do vzorčenja: (dni)
Hussar plus (0,2 l/ha) (nanos 26. 3. 2017)	Jodsulfuron 5 % X Mezosulfuron 0,75 % X	22. 5.	≅ 200 dni
Priaxor EC (1,5 l/ha) (nanos 26. 3. 2017)	Fluoksapiroksad 7,5 % √ Piraklostrobin 15 % √	22. 5.	≅ 200 dni
Opus 1 (0,5 l/ha) (nanos 26. 3. 2017)	Epoksikonazol 8,4 % √ Fenpropimorf 25 % √	22. 5.	≅ 200 dni
Adengo (0,44 l/ha) (nanos 26. 4. 2017)	Izoksafutol 2,5 % √ Tienkarbazon-metil 9 % √ Ciprosulfamid (safener) √	22. 5.	≅ 200 dni
Adengo 0,44 l/ha (nanos 2. 5. 2017)	= =	22. 5.	≅ 200 dni
Prosaro (0,1 l/ha) (applied 10. 5. 2017)	Protiokonazol 12,5 % √ Tebukonazol 12,5 % √	22. 5.	≅ 200 dni
Fastac (1 l/ha) (nanos 10. 5. 2017)	Alfa-cipermetrin 10 % X	22. 5.	≅ 200 dni
Harmony 50 SX (30 g/ha) (nanos 30. 10. 2017)	Tifensulfuron-metil 50 % X	30. 10.	≅ 100 dni
Stomp aqua (2,9 l/ha) (nanos 30. 10. 2017)	Pendimetalin 45 % X	30. 10.	≅ 100 dni
	Sezona 2018		
Hussar OD (0,1 l/ha) (nanos 30. 4. 2018)	Jodsulfuron 10 % X	30. 4.	≅ 216 dni
Hussar plus (0,2 l/ha) (nanos 30. 4. 2018)	Jodsulfuron 5 % X Mezosulfuron 0,75 % X	30. 4.	≅ 216 dni
Priaxor EC (1,5 l/ha) (nanos 30. 4. 2018)	Fluoksapiroksad 7,5 % √ Piraklostrobin 15 % √	30. 4.	≅ 216 dni
Opus 1 (0,5 l/ha)	Epoksikonazol 8,4 % √	30. 4.	≅ 216 dni

(nanos 30. 4. 2018)	Fenpropimorf 25 % ✓		
Adengo (0,44 l/ha) (nanos 6. 5. 2018)	Izoksaf lutol 2,5 % ✓ Tienkarbazon-metil 9 % ✓ Ciprosulfamid (safener) ✓	6. 5.	≅ 210 dni
Prosaro (0,1 l/ha) (nanos 17. 7. 2018)	Protioconazol 12,5 % ✓ Tebukonazol 12,5 % ✓	17. 7.	≅ 138 dni
Poleci (1 l/ha) (nanos 17. 7. 2018)	Deltametrin 2,5 % ✓	17. 7.	≅ 138 dni
Caramba (1,5 l/ha) (nanos 10. 7. 2018)	Metconazol 6 % ✓	10. 7.	≅ 145 dni
Retengo (1,25 l/ha) (nanos 17. 7. 2018)	Piraklostrobin 20 % ✓	10. 7.	≅ 145 dni
Tebusha 25 EW (1 l/ha) (nanos 17. 7. 2018)	Tebukonazol 25 % ✓	10. 7.	≅ 145 dni
Duplosan KV (3 l/ha) (nanos 6. 12. 2018)	Mekoprop-p 60 % X	6. 11.	≅ 26 dni
Harmony 50 SX (30 g/ha) (nanos 6. 12. 2018)	Tifensulfuron-metil 50 % X	6. 11.	≅ 26 dni

✓ - aktivna snov je konec leta 2017 ali 2018 bila odkrita v substratu, X - aktivna snov konec leta 2017 ali 2018 ni bila odkrita v substratu.

2.5 Analiza količine vode, ki je evaporirala iz kontejnerjev

271

Eden od namenov raziskave je bil tudi analizirati količino vode, ki med obratovanjem zapusti napravo zaradi evaporacije iz površja substrata. Da bi vsaj približno dobili podatke o količini evaporirane vode, smo uporabili metodo tehtanja. Kontejner s substratom smo tehtali s pomočjo vlečenega ročnega viličarja, ki je imel vgrajeno digitalno tehtnico. Izmenično v krajših časovnih intervalih smo izvedli tehtanje kontejnerja. Na začetku intervala smo kontejner stehali in potem smo za nekaj dni zaprli dotok vode in iztok vode iz kontejnerja. Razliko v masi med dvema tehtanjema smo pripisali masi evaporirane vode. Na bližnji meteorološki postaji smo merili temperature zraka in merili smo tudi temperaturo substrata s termometrom, ki je bil zaboden v substrat. Opisana metoda ni natančna, zato so pridobljeni ocenjeni podatki glede evaporacije zgolj neke orientacijske vrednosti.

Preglednica 2: Pregled aktivnih snovi, ki so bile v čistilno napravo vnesene neposredno v rezervoar (11. september 2017).

Pripravek:	Aktivna snov (%):	Dodana količina pripravka (g/2000 l vode)
Amistar extra (0,8 l/ha)	Azoksistrobin 20 % ✓ Ciprokonazol 8 % ✓	6 ml
Aramo 50 (1,5 l/ha)	Tepraloksidim 50 % ✓	7,5 ml
Arigo (0,33 kg/ha)	Mezotrion 36 % X Nikosulfuron 12 % ✓ Rimsulfuron 3 % X	1,25 g
Cabrio Top (2 kg/ha)	Metiram 55 % X Piraklostrobin 5 % ✓	7,5 g
Calypso 480 SC (0,05 l/ha)	Tiaklopid 48 % X	0,15 ml
Callisto 480 SC (0,3 l/ha)	Mezotrion 48 % X	0,9 ml

Chess 50 WG (0,6 kg/ha)	Pimetrozin 50 % ✓	4,5 g
Collis (0,5 l/ha)	Boskalid 20 % ✓ Krezoksim-metil (10 %) X	1,875 ml
Decis 100 EC (0,075 l/ha)	Deltametrin 10 % X	0,285 ml
Domark 100 EC (0,35 l/ha)	Tetraconazol 10 % ✓	2,25 ml
Elumis (1,5 l/ha)	Mezotrion 7,5 % X Nikosulfuron 3 % ✓	4,5 ml
Envidor (0,5 l/ha)	Spirodiklofen 24 % ✓	1,875 ml
Folicur EW 250 (1 l/ha)	Tebukonazol 25 % ✓	7,5 ml
Fusilade Forte (1,5 l/ha)	Fluazifop-p-butil 15 % X	4,5 ml
Karathane gold 350 EC (0,6 l/ha)	Meptildinokap 35 % X	4,5 ml
Kyleo (4 l/ha)	2,4-D 16 % X Glifosat 24 % X	11,25 ml
Laser 240 SC (0,4 l/ha)	Spinosad (22,7 % w/w) ✓	1,875 ml
Luna experience (1 l/ha)	Fluopiram 20 % ✓ Tebukonazol 20 % ✓	3,75 ml
Mustang (0,6 l/ha)	2,4-D 45,2 % X Florasulam 6,25 % X	2,25 ml
Ortus 5 SC (1,5 l/ha)	Fenpiroksimat 5 % ✓	4,5 ml
Orvego (0,8 l/ha)	Ametoktradin 30 % ✓ Dimetomorf 22,5 % ✓	3 ml
Pyrinex 25 SC (3 l/ha)	Clopirifos-etil 25 % ✓	3,75 ml
Revus (0,6 l/ha)	Mandipropamid 25 % ✓	4,5 ml
Ridomil Gold MZ (3 kg/ha)	Mankozeb 64 % X Matalaksil-M 3,88 % ✓	9 g
Rovral aquaflo (1 l/ha)	Iprodion 50 % ✓	3,75 ml
Stroby WG (0,4 kg/ha)	Krezoksim-metil 50 % X	1,2 g
Pirimor 50 WG (0,7 kg/ha)	Pirimikarb 50 % ✓	2,1 g
Basudin 60 EW (2 l/ha)	Diazinon 60 % ✓	6 g
Teldor (1,5 l/ha)	Fenheksamid 50 % ✓	11,25 ml
Topaz 100 EC (0,5 l/ha)	Penkonazol 10 % ✓	3,75 ml
Vertimec (1,2 l/ha)	Abamektin 1,8 % X	9 ml

✓ - aktivna snov je konec leta 2017 ali 2018 bila odkrita v substratu, X - aktivna snov konec leta 2017 ali 2018 ni bila odkrita v substratu.

272

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

3.1 Rezultati analize stopnje razpadanja aktivnih snovi

Preglednica 3 kaže podatke o obsegu razpadanja nekaterih aktivnih snovi, ki so v sezoni 2017 bile vnesene s pranjem škropilnice. Primerjava je narejena med decembrom 2017 in julijem 2018. Podatki za julij 2018 so podatki o koncentraciji 240 dni od prvega vnosa aktivnih snovi v napravo. Vidimo da v obdobju 240 dni pri polovici aktivnih snovi ni prišlo do znižanja koncentracije. Žal smo vzorčili le v eni polovici aktivnih snovi ni prišlo do znižanja koncentracije. Žal smo vzorčili le v eni polovici in nimamo predstave o prostorski variabilnosti pojava. Vsekakor je bil vzorec vzet iz velikega števila točk iz vseh kontejnerjev in je bil prostorsko reprezentativen. V literaturi le težko najdemo neke primerjalne podatke. Več raziskav podaja podatke za koncentracijo FFS v rezervoarju in v perkolatu, ki izteka iz

kontejnerjev in skozi razliko v koncentraciji prikazuje učinkovitost naprave (Debaer in Jaeken, 2006; Pigeon s sod., 2005). Mi smo analizirali koncentracijo FFS v substratu v času. Za to smo se odločili tudi zato, ker je v konceptu delovanja naprave mišljeno, da se substrat po nekaj letih zamenja in ob zamenjavi bi naj v njem bilo čim manj ostankov. Mi smo imeli relativno velik pretok skozi sistem in ciklično kroženje, zato primerjava med koncentracijo v rezervoarju in koncentracijo v perkolatu ni smiselna.

Preglednica 3: Koncentracija aktivnih snovi v substratu v treh različnih časovnih obdobjih pri snoveh, ki so v napravo vstopile pri pranju škropilnice v letu 2017 in 2018. Stopnja zmanjšanja koncentracije RR (%) = $100 - ((Ca\ 2018 / Ca\ 2017) * 100)$. TP – čas od vnosa snovi v čistilno napravo do izvedbe analize koncentracije.

Aktivna snov:	Koncentracija: mg/kg sveže snovi in RR (%)			
	December Ca 2017	Julij Ca 2018		December Cb 2018
	TP 60	TP 240	RR (%)	TP 370
Epoksikonazol	0,160	0,200	0,00	4,500
Fenpropimorf	0,220	0,300	0,00	9,400
Fluksapiroksad	0,140	0,058	58,50	0,430
Izoksafutol	0,055	0,580	0,00	1,500
Pendimetalin	0,020	0,018	10,00	0,360
Protiokonazol	0,030	0,029	3,30	1,300
Piraklostrobin	0,004	0,003	25,0	0,031
Tebukonazol	1,200	0,570	52,5	11,30
Tienkarbazon-metil	0,021	0,500	0,00	0,410

273

Preglednica 4 kaže podatke za snovi, ki so bile dodane neposredno v rezervoar. Podatki za december 2018 kažejo stopnjo razpada aktivnih snovi po letu dni kroženja v substratu naprave. Razkroj nad 95 % so imele aktivne snovi acetamprid, diazinon, madipropamid, pirimikarb, simazin in terbutilazin. Za prve tri rezultat ni bil presenečenje, za druge tri pa, ker so znane, da dokaj počasi razpadajo. Snovi z nizko stopnjo razpadanja so bile boskalid, metalaksil, spinosad in tepraloksidim. Razen pri snovi spinosad, smo počasen razpad pričakovali. Pri nekaterih snoveh smo pri decembrskem vzorčenju v letu 2018 odkrili celo precej večjo koncentracijo kot jeseni 2017. Primer takšnih so na primer snovi fenpiroksimat, fluopiram, metkonazol in spirodiklofen. To je nepričakovan rezultat. Teh snovi gotovo nismo vnesli s pranjem škropilnice. To pomeni, da obstaja v substratu zelo velika variabilnost porazdelitve aktivnih snovi in da bi morali vzorčiti v več ponovitvah, da bi zajeli celotno variabilnost. Vzorce v več ponovitvah zaradi zelo omejenih sredstev nismo mogli narediti. Rezultati kažejo, da je razpadanje vsaj pri polovici aktivnih snovi dokaj počasno in da leto dni ni dovolj, da bi te snovi popolnoma razpadle.

Preglednica 4: Koncentracija aktivnih snovi v substratu v treh različnih časovnih obdobjih pri snoveh, ki so v napravo bile dodane neposredno v rezervoar 11. septembra 2017. Stopnja zmanjšanja koncentracije RR (%) = $100 - ((C\ 2018 / C\ 2017) * 100)$. TP – čas od vnosa snovi v čistilno napravo do izvedbe analize koncentracije.

Aktivna snov:	Koncentracija: mg/kg sveže snovi in RR (%)				
	December C 2017	Julij C 2018		December C 2018	
	TP 60	TP 240	RR (%)	TP 370	RR (%)
Acetamid	0,023	0,000	100,0	<0,003	≅95,7
Ametoktradin	0,024	0,000	100,0	1,200	0,00
Azoksistrobin	0,820	0,170	79,3	10,50	0,00
Boskalid	0,270	0,097	64,1	0,250	7,40
Ciprokonazol	0,400	0,140	65,0	0,220	45,0
Ciprosulfamid (safener)	0,017	0,064	0,00	0,150	0,00
Diazinon	2,600	0,024	99,1	0,015	99,4
Dimetomorf	0,230	0,040	82,6	2,200	0,00
Fenheksamid	0,130	0,030	76,9	0,020	84,6
Fenpiroksimat	0,180	0,044	75,6	1,200	0,00
Fluopiram	0,290	0,076	73,8	7,100	0,00
Flutriafol	0,007	0,009	0,00	0,019	0,00
Iprodion	0,340	0,014	95,9	0,017	95,0
Klorpirifos	0,066	0,012	81,8	1,600	0,00
Mandipropamid	0,510	0,089	82,5	0,014	97,3
Metalaksil -M	0,210	0,033	84,3	0,160	23,8
Metkonazol	0,005	0,008	0,00	0,130	0,00
Metolaklor	1,800	0,330	81,7	0,120	93,3
Nikosulfuron	0,030	0,058	0,00	0,043	0,00
Pirimikarb	0,970	0,140	85,6	0,026	97,3
Penkonazol	0,065	0,047	27,7	0,160	0,00
Pimetrozin	0,110	0,034	69,1	0,800	0,00
Simazin	0,003	0,000	100,0	0,000	100,0
Spinosaad	0,096	0,024	75,0	0,079	17,7
Spirodiklofen	0,009	0,000	100,0	0,086	0,00
Tepraloksidim	0,014	0,000	100,0	0,009	35,7
Terbutilazin	0,930	0,082	91,2	0,034	96,3
Tetrazonazol	0,026	0,020	23,1	0,074	0,00

274

3.2 Rezultati glede analize količine evaporirane vode

Preglednica 5: Podatki o količini evaporirane vode iz kontejnerjev čistilne naprave po tedenskih obdobjih leta.

Datum in obdobje meritev v 2018	≅ Povprečna tedenska relativna zračna vlaga (%)	≅ Povprečna tedenska temperatura zraka (°C)	≅ Povprečna tedenska temperatura substrata (°C)	≅ Povprečna tedenska količina evaporirane vode L/5 kontejnerjev
1.1. – 7.1.	76,3	6,2	7,0	Ni aktivnosti
8.1. – 14.1.	91,7	3,7	6,5	Ni aktivnosti
15.1. – 21.1.	73,3	2,2	4,0	Ni aktivnosti
22.1. – 28.1.	80,7	2,3	3,5	Ni aktivnosti
29.1. – 4.2.	83,5	3,5	3,8	Ni aktivnosti

5.2. – 11.2.	89,6	0,2	3,8	Ni aktivnosti
12.2. – 18.2.	77,8	0,4	3,8	Ni aktivnosti
19.2. – 25.2.	77,7	-1,8	3,0	Ni aktivnosti
26.2. – 4.3.	78,8	-7,2	3,0	Ni aktivnosti
5.3. – 11.3.	74,9	4,7	6,5	Ni aktivnosti
12.3. – 18.3.	78,7	6,7	6,6	Ni aktivnosti
19.3. – 25.3.	69,5	0,6	6,0	4,5
26.3. – 1.4.	73,9	7,7	6,5	8,5
2.4. – 8.4.	56,9	11,6	6,8	16,3
9.4. – 15.4.	63,0	14,4	10,3	17,5
16.4. – 22.4.	57,1	17,5	12,4	20,5
23.4. – 29.4.	65,5	17,2	13,5	20,1
30.4. – 6.5.	62,8	17,9	13,6	26,4
7.5. – 13.5.	67,3	17,5	13,5	29,8
14.5. – 20.5.	77,8	14,6	13,4	27,8
21.5. – 27.5.	74,9	18,5	15,7	30,7
28.5. – 3.6.	73,4	21,0	17,5	38,6
4.6. – 10.6.	76,1	20,8	17,3	38,0
11.6. – 17.6.	62,6	20,8	17,3	40,2
18.6. – 24.6.	59,4	20,0	17,2	40,5
25.6. – 1.7.	60,7	18,6	17,5	40,0
2.7. – 8.7.	65,3	20,8	17,4	42,7
9.7. – 15.7.	72,3	19,9	17,2	49,7
16.7. – 22.7.	65,4	21,6	18,3	55,7
23.7. – 29.7.	63,6	22,9	18,6	70,6
30.7. – 5.8.	67,0	24,3	20,4	86,7
6.8. – 12.8.	70,4	23,7	21,0	80,7
13.8. – 19.8.	67,1	21,6	20,5	70,4
20.8. – 26.8.	69,3	20,9	19,5	68,7
27.8. – 2.9.	73,2	18,3	17,0	60,4
3.9. – 9.9.	77,8	19,0	17,0	59,8
10.9. – 16.9.	75,2	19,6	18,7	50,8
17.9. – 23.9.	77,7	17,6	18,3	48,7
24.9. – 30.9.	65,5	10,7	12,4	20,4
1.10. – 7.10.	79,4	11,7	10,4	20,0
8.10. – 14.10.	82,0	13,4	10,5	22,4
15.10. – 21.10.	80,7	12,4	10,5	18,4
22.10. – 28.10.	78,8	11,0	10,2	15,7
29.10. – 4.11.	83,3	13,2	10,3	13,7
5.11. – 11.11.	88,8	10,9	9,3	7,8
12.11. – 18.11.	75,0	7,8	9,0	5,3
19.11. – 25.11.	91,5	4,0	6,0	Ni aktivnosti
26.11. – 2.12.	86,7	-0,2	6,1	Ni aktivnosti
			Skupna evaporacija v letu dni \cong 1268 L	

Količina evaporirane vode ima odločilen vpliv na tehnično kapaciteto naprave. Več vode kot evaporira, več ciklov pranj lahko naredimo letno in večje površine, kjer nanašamo FFS, lahko ima kmetija. Rezultati zelo preproste analize evaporacije vode iz kontejnerjev so vidni v preglednici 5. Preglednica 5 kaže, da je naša biofilter naprava v letu dni skozi evaporacijo sprostila razmeroma malo vode (približno 1300 l). Naprava ima ciklični koncept in se razlikuje od običajnih biofilter naprav. Običajne

biofilter naprave imajo za perkolat (eloat) dve rešitvi (Fogg s sod., 2003; Pigeon s sod., 2005). Nekateri tipi naprav imajo poseben zadnji kontejner, v katerem raste bujno, vse leto aktivno rastlinstvo, ki ima veliko porabo vode in se naprava razbremeni vode na tak način, ali pa se eloat razprši po posebnem travinju, ki se ustvari v neposredni bližini naprave kot globoko šotišče, na katerem uspeva trava. Tako ima povprečno velik biofilter kakšnih 200 m² takšnega šotišča in tam se sprosti voda, ki zapusti napravo. Naša testirana naprava nima takšne rešitve in bazira na ideji, da imamo dovolj veliko evaporacijo iz površja substrata. Praktično vprašanje je, ali bi lahko s povečano frekvenco pršenja po substratu in s povečanim pretokom v vsakem ciklu pršenja, povečali evaporacijo? Verjetno bi v poletnem času to bilo možno. Povečali bi tudi delež vode, ki izpari neposredno med pršenjem. Povečana frekvenca močenja substrata ima negativno plat v tem, da substrat postane preveč zasičen z vodo in se pojavijo dolgočasne, skoraj anaerobne razmere, kar značilno zmanjša aktivnost mikrobov in gliv. Večina aktivnih razkrojevalcev FFS ima aerobni metabolizem. Na račun povečanja evaporacije, bi verjetno zmanjšali učinkovitost naprave v pogledu hitrosti razkroja FFS. Do takšnih ugotovitev so prišli tudi drugi (De Wilde s sod., 2007). Testirana naprava ni povsem dovršena. Glede na praktično analizo delovanja bi bile možne naslednje izboljšave:

276

- lahko bi povečali vstop zraka in bi v substrat v vsak kontejner vgradili pokončne drenažne cevi. S tem bi pospešili mikrobno aktivnost in razkroj FFS.
- nad kontejnerji bi lahko vgradili panel s temnimi cevmi s tekočino in jih uvedli skozi substrat. Tako bi lahko povišali temperature substrata spomladi in jeseni in povečali aktivnost mikrobov.
- namesto belih bi lahko vgradili črne kontejnerje, ker se od sonca bolj segrevajo in imajo višjo temperaturo substrata.
- v substrat je večkrat letno priporočljivo vnesti kulturo mikrobov s čemer povečamo mikrobno aktivnost.
- velika izboljšava bi bila dograditev priklopa za delni odtok perkolta na šotišče.

4 SKLEPI

Hitrost razpadanja različnih aktivnih snovi FFS je zelo različna. V povprečju aktivne snovi v obdobju enega leta razpadejo med 50 in 70 %, kar je manj kot smo pričakovali. Po večletnem delovanju bi se verjetno količina ostankov FFS v substratu pričela malo povečevati. Ocenjujemo, da bi bilo substrat potrebno zamenjati po 3 letih ali pozneje, če bi substrat sproti vsako leto dopolnjevali s svežim na vrhu.

Pomemben del leta (pomlad, zima in pozna jesen) je mikrobna aktivnost majhna, ker ima substrat nizko temperaturo, tudi pod 10 °C. To zmanjšuje kapaciteto naprave. V hladnih obdobjih leta je nizka tudi raven evaporacije in iz kontejnerjev se sprosti malo vode.

Če upoštevamo, da se je z evaporacijo letno sprostil med 1200 in 1300 vode in pri posameznem pranju porabimo 100 litrov vode in imamo omejen rezervoar (npr. 2000 – 3000 litrov), potem lahko na letnem nivoju izvedemo 12 do 13 ciklov pranja.

Odgovor na vprašanje, kako velike površine lahko ima kmetija, da testirana naprava zadostuje za postopek čiščenja škropilnice, je odvisen predvsem od raznolikosti kultur, ki jih ima kmetija, velikosti njiv in velikosti površin, ki jih tretiramo dnevno. Če na primer ima kmetija zgolj 3 glavne kulture (npr. žita, koruza in travinje) in velike njive, potem lahko dnevno poškopimo tudi več kot 100 hektarjev. Eno pranje naredimo, po tem ko smo poškopili velike površine. Če je število škropljenj na posamezni njivi letno približno 4, potem lahko testirana naprava omogoča pranje škropilnice na kmetiji, ki je večja od 1000 hektarjev. Če ima kmetija več kultur in takšne, kje letno izvedemo več kot 4 škropljenja, testirana naprava zadošča za kmetijo velikosti med 100 in 400 ha.

Pomembno je dobro načrtovanje škropljenj in da na dvorišče nazaj pripeljemo zares prazno škropilnico le s tehničnim minimum ostanka po splahnjevanju rezervoarja na njivi. Potem za pranje ne porabimo veliko vode in ne obremenimo mikrobov v napravi z visoko koncentracijo FFS.

Ciklični koncept biofilter naprave je verjetno uporaben za poljedelske kmetije, kjer ni veliko škropljenj zgodaj spomladi in pozno jeseni. Verjetno je manj ustrezen, če bi imeli sadjarske površine in bi prali pršilnike. Pri pršilnikih je veliko večja letna frekvenca pranj in večja kontaminacija zunanjih površin.

5 ZAHVALA

Za financiranje izvedbe raziskave se zahvaljujemo družbi BASF in odgovornim za izvedbo projekta v okviru BASF Slovenija. Zahvaljujemo se tudi članom kmetije Medved iz Stažgojnce, ki so na različne načine pomagali pri izvedbi raziskave.

6 LITERATURA

- Balsari, P., Marucco, P. 2017. Internal and External Contamination of Sprayers: Causes and Strategies to Minimise Negative Effects on the Environment. *Chemical Engineering Transactions*, 58: 793-798.
- De Wilde, T., Spanoghe, P., Debaer, C., Ryckeboer, J., Springael, D., Jaeken, P. 2007. "Overview of on-farm bioremediation systems to reduce the occurrence of point source contamination." *Pest Management Science*, 63: 111-128.
- Debaer, C., Jaeken, J. 2006. Modified bio filters to clean up leftovers from spray loading and cleaning; experience from pilot installations. *Aspects of Applied Biology*, 77: 247-252.
- Debaer, C., Springael, D., Ryckeboer, J., Spanoghe, P., Balsari, P., Taylor, WA., Jaeken, P. 2008. Volumes of residual of sprayers and their International Standards: impact on farm water treatment systems. *Aspect of Applied Biology*, 84: 193–199.
- Fogg, P., Boxall, A.B.A., Walker, A. 2003. "Degradation of Pesticides in Biobeds: The Effect of Concentration and Pesticide Mixtures." *J. Agric. Food. Chem.*, 51(18): 5344-5349.
- Pigeon, O., De Vleeschouwer, C., Cors, F., Weickmans, B., De Ryckel, B., Pussemier, L., Debongnie, Ph., Culot, M. 2005. "Development of biofilters to treat the pesticides wastes from spraying applications." *Comm. Appl. Biol. Sci.* 70(4): 1003-1012.
- Pussemier, L., De Vleeschouwer, C., Debongnie, Ph. 2004. Self-made biofilters for on-farm clean-up of pesticides wastes. *Outlooks on Pest Management*. April 2004: 60-63.
- Torstensson, L. 2000. Experiences of biobeds in practical use in Sweden. *Pesticide Outlook*, 11(5): 206-211.
- Vidali, M. 2001. "Bioremediation. An overview." *Pure and Applied Chemistry*, 73: 1163-1172.
- Wehmann, H. J. 2006. Cleaning of sprayers; an emerging ISO standard that is critical to environmental interests. *Aspects of Applied Biology*, 77: 31-38.

AKTIVNOSTI »PRODUCT STEWARDSHIP« – SKRB ZA SREDSTVA ZA VARSTVO RASTLIN

Alojz SREŠ¹

Bayer d.o.o., Bayer CropScience, Ljubljana

IZVLEČEK

Aktivnosti »Product Stewardship« podjetja Bayer obsegajo odgovorno in etično spremljanje sredstev za varstvo rastlin (SVR) skozi njihov življenjski cikel, od razvoja do končne uporabe in odstranjevanja prazne embalaže ter ostankov sredstev za varstvo rastlin. Zagotavljajo razpoložljivost zanesljivih sredstev za varstvo rastlin in najboljšo prakso njihove uporabe z namenom, da dosežemo največjo učinkovitost in preprečimo potencialno onesnaženje okolja ali zastrupitve ljudi na najmanjšo možno stopnjo. Vključujejo obsežno vlaganje v raziskave o varnosti in učinkovitosti sredstev, razvoj najustrežnejših pakiranj sredstev in tehnik varstva rastlin, promocijo odgovorne uporabe in aktivnosti na področju preprečevanja uvoza, trgovanja in uporabe ponorejenih ter ostalih nedovoljenih sredstev za varstvo rastlin. Aktivnosti so usklajene z mednarodnimi predpisi o odličnosti ravnanja med distribucijo in uporabo SVR. So osnova za aktivnosti na področju varstva rastlin po najvišjih standardih kakovosti, kar je eden od pogojev za kmetovanje po načelu trajnostnega kmetijstva.

278

Ključne besede: »product stewardship«, varstvo rastlin, pravilna raba, sredstva za varstvo rastlin

ABSTRACT

»PRODUCT STEWARDSHIP« ACTIVITIES – CARE FOR PLANT PROTECTION PRODUCTS

Product Stewardship is the responsible and ethical management of a product throughout its life-cycle, from its invention through its ultimate use and beyond. Product Stewardship ensures the availability of high quality products and best practices for the product use in order to maximize product potential and to minimize any risks to human health and the environment. Bayer's Product Stewardship activities include: extensive investment in safety and quality testing of products; the development of improved packaging solutions and crop production techniques; the development of new technologies for improved seed varieties; the provision of support services to promote responsible product use and initiatives against production, import, trade and use of counterfeit and illegal Crop Protection Products. The activities are in line with international regulations on excellence in the handling of the distribution and use of the SVR. Bayer, as industry leader, is committed to Product Stewardship as an integral part of activities, in line with the principles of Sustainable Development and responsible care.

Key words: Product Stewardship, plant protection, proper use, plant protection products

¹ dr., univ. dipl. inž. agr., Bravničarjeva 13, SI-1000 Ljubljana

1 UVOD

Pravilna in varna raba sredstev za varstvo rastlin (SVR) je pomembna za povečanje učinkovitosti sredstev, kot tudi za varovanje izvajalca varstva rastlin in okolja ter ostalih deležnikov (mimoidoči, uporabniki pridelkov...). Z namenom pravilne in varne rabe SVR na podjetju Bayer že več let izvajamo aktivnosti "Product stewardship", to je spremljanje SVR od njihovega razvoja do odstranitve prazne embalaže po uporabi SVR, kot tudi odstranitvi potencialno neustreznih SVR. Lahko bi rekli, da izvajamo skrbništvo nad SVR skozi njihov celotni življenjski cikel. Podlaga za naše aktivnosti so mednarodni kodeksi organizacije FAO "Code of conduct on the Distribution and Use of Pesticides", "CropLife International Plant Biotechnology Code of Conduct", program "Excellence Through the Stewardship" in "Responsible Care Charter of the Chemical Industry". S pomočjo našega mednarodnega kolektiva smo nadgradili aktivnosti »Product stewardship« do te mere, da lahko izpolnimo vse strokovno zahtevane standarde za uporabo registriranih SVR. Določene aktivnosti, ki so dejansko nadgradnje že obstoječih, v nadaljevanju omenjenih »Product stewardship« standardov, izvajamo tudi samoiniciativno:

- izpolnjujemo najnovejše zahteve na različnih poslovnih področjih (varstvo rastlin, proizvodnja semen...),
- izvajamo vse potrebno za pravilno uporabo sredstev v ekološkem varstvu rastlin,
- opozarjamo na potencialne nevarnosti določenih SVR.

279

Dosledno izvajanje aktivnosti "Product stewardship" nam omogoča močno zmanjšanje tveganja pri uporabi in povečanje praktične vrednosti naših SVR.

2 MATERIAL IN METODE

Podjetje Bayer je s pomočjo aktivnosti »Product Stewardship« uvedel program spremljanja/skrbnštva SVR skozi njihov celoten življenjski cikel. To omogoča nam in uporabnikom minimizirati tveganje in povečati prednosti uporabe SVR. Kljub temu, da imamo na podjetju osebo, odgovorno za implementacijo vseh aktivnosti »Product Stewardship«, pa spodbujajo pravilno in odgovorno uporabo pri vseh uporabnikih SVR tudi vsi ostali zaposleni na podjetju Bayer.

Osnovni pristop k izvajanju aktivnosti »Product Stewardship« je razdeljen na 8 področij: 1. razvoj in registracije; 2. proizvodnja; 3. pakiranje, prevoz in skladiščenje; 4. marketing, brendiranje in intelektualna lastnina; 5. prodaja in distribucija; 6. integrirano varstvo rastlin in preprečevanje odpornosti škodljivih organizmov; 7. odgovorna uporaba; 8. odstranjevanje embalaže in ostankov SVR.

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

Osnovna področja aktivnosti »Product stewardship« imajo več ključnih zahtev in aktivnosti. Da bi bilo SVR varno in učinkovito, vsako od zgoraj naštetih področij

zahteva še različne dodatne aktivnosti. Navajam le nekaj najosnovnejših pravil na vsakem področju za učinkovito izvajanje Bayerjevih aktivnosti »Product Stewardship«:

1. Razvoj in registracije: razvijamo pripravke z večjo učinkovitostjo in boljšim ekotoksikološkim ter okoljskim profilom. Poskuse izvajamo samo na inštitucijah s pridobljenim certifikatom „GEP“ (good experimental practice – dobra poskusna praksa), skladno z vsemi znanstvenimi postopki in ostalimi regulatornimi zahtevami. Poskuse prijavimo UVHVVR, pridelek s poskusov z neregistriranimi sredstvi uničimo. Registracija sredstev poteka skladno z evropskimi in nacionalnimi predpisi.

2. Proizvodnja: v vseh državah, proizvajalkah SVR, zahtevamo enake, najvišje standarde kakovosti za proizvodnjo SVR. V primeru, da v določeni državi ni uveljavljenih določenih standardov kakovosti proizvodnje, morajo tovarne proizvajalke SVR upoštevati standarde in predpise, zahtevane s strani podjetja Bayer. Vse aktivnosti „stewardship“ izvajamo enako po vseh državah.

3. Pakiranje, prevoz in skladiščenje: izvajamo skladno z veljavnimi lokalnimi pravnimi zahtevami in smernicami podjetja za ohranjanje kakovosti sredstva, varnosti in zdravja ljudi ter varovanja okolja.

4. Marketing, brendiranje, intelektualna lastnina, prodaja in distribucija: vse aktivnosti izvajamo skladno z veljavnimi lokalnimi predpisi in posebnimi predpisi podjetja (vključen tudi pravni oddelek), oglašujemo samo registrirane uporabe v skladu z navodili za uporabo.

5. Integrirano varstvo rastlin, preprečevanje odpornosti škodljivih organizmov: natančno upoštevamo načela integriranega varstva rastlin, v navodilih imamo celo naveden način uporabe SVR za preprečevanje pojava odpornosti škodljivih organizmov.

6. Odgovorna uporaba: obsega vse aktivnosti, od uporabe SVR do odstranjevanja embalaže in ostankov SVR. Uporabnike SVR ozaveščamo o uporabi samo v skladu z navodili, o pravilni aplikaciji sredstev, varovanje okolja, mimoidočih... Izvajamo treninge varne rabe tako uporabnikov SVR, kot tudi interne treninge vseh zaposlenih!

7. Ravnanje z odpadno embalažo: podjetje Bayer aktivno podpira vse nacionalne modele za varno zbiranje in ravnanje z odpadno embalažo. V Sloveniji zbiramo odpadno embalažo s pomočjo modela, ki se izvaja v okviru Gospodarsko interesnega združenja fitofarmacije že od leta 2005.

8. Odstranjevanje neuporabljenih zalog: lastne neprodane (zastarele) zaloge odstranimo varno v skladu s predpisi.

Glede na vse naštetu lahko ugotovimo, da izvajamo skrbništvo nad SVR od njihovega zgodnjega razvoja pa vse do ugotavljanja njihove učinkovitosti in odstranjevanja embalaže in neuporabljenih SVR. Izvajanje osnovnih načel aktivnosti »Product stewardship« poteka v praksi tudi v skladu z lokalnimi predpisi in zahtevami. Poleg izvajanja osnovnih načel aktivnosti »Product stewardship« se prilagajamo tudi lokalnim potrebam in zahtevam. Glede na ugotovljeno dejstvo, da mnogi uporabniki SVR slabo ali pa skoraj ne preberejo navodil za uporabo SVR, smo izvajali akcijo spodbujanja branja navodil za uporabo SVR. Izvajali smo praktične prikaze pravilne uporabe osebne varovalne opreme, uporabo najustreznejših šob za izvajanje

škropljenja... Uporabnike smo izobraževali tudi o pomenu šob z zmanjšanim zanašanjem, pomenu višine škropljenja, tlaka škropljenja, vplivu količine vode na pokritost ciljnih organizmov...

Posebno poglavje aktivnosti »Product Stewardship« pa predstavljajo aktivnosti na področju tretiranja semena. Vpeljali smo sodobno recepturo za tretiranje semena, s pomočjo katere tretiramo z odmerkom sredstva na seme. Nekdaj smo tretirali z odmerkom sredstva na 100 kg semena. Ker pa je v 100 kg semena zaradi različne AM različna količina semena, je bilo drobno seme tretirano s premalo, debelo pa s preveč sredstva za varstvo semena in mladih rastlinic. Dodajamo tudi sredstva za boljši oprijem na seme predvsem insekticidnih sredstev za tretiranje semena. Še pred uradno zahtevo analize kakovosti tretiranja smo izvajali Heubach test tretiranega semena, kjer smo s pomočjo količine odpadlega prahu s tretiranega semena ugotavljali kakovost tretiranja. Čeprav so zahteve po kakovosti tretiranja (količini odpadlega prahu s semena) v Sloveniji zelo stroge, saj je dovoljeno po Heubach testu samo 2 g prahu s 100 kg tretiranega semena koruze, dosegamo v Sloveniji dosti boljše rezultate, pod 0,5 g odpadlega prahu s 100 kg tretiranega semena koruze. Z vsemi temi aktivnostmi smo dvignili tretiranje semena na novo, višjo stopnjo kakovosti tretiranja. Z lastnim znanjem smo aktivno sodelovali tudi pri začetnem izobraževanju nadgradnje podtlačnih pnevmatskih sejalic za usmeritev zračnega toka proti tlom. Sodelujemo tudi s strokovno usmerjenimi čebelarji, kmetovalci in ostalimi partnerji na področju varovanja čebel in ostalih oprashačevalcev. Na naših poskusih tudi redno posejemo ajdo ali druge cvetoče rastline za hrano čebel.

Naše aktivnosti varovanja uporabnika in okolja se nadaljujejo z izobraževanjem o pomenu zaprtih sistemov za nalivanje sredstev za varstvo rastlin (easyFlow in easyFlow M) in pravilnem ravnanju z onesnaženimi vodami, ki nastanejo pri pranju škropilnic. V ta namen predstavljamo Phytobac®, zaprt sistem za mikrobiološko razgradnjo onesnažene vode s SVR. Več o aktivnostih »Product Stewardship« najdete na naši spletni strani.

Zelo smo aktivni tudi v Gospodarsko interesnem združenju fitofarmacije, kjer sodelujemo pri izvajanju tradicionalnih delavnic o varni rabi SVR, izdaji brošur in letakov, pripravi filma o varni rabi SVR... več najdete na spletni strani GIZ fitofarmacije

4 ZAKLJUČEK

Aktivnosti »Product stewardship« nam omogočajo pravilno, varno in učinkovito rabo sredstev za varstvo rastlin. Aktivnosti so med partnerji v kmetijstvu že močno znane in dobro sprejete. V prihodnje bomo vsekakor morali izvajati več aktivnosti na področju informiranja uporabnikov kmetijskih pridelkov o pomenu kmetijstva in medsebojni soodvisnosti vseh deležnikov: npr. kmetje potrebujejo oprashačevalce za oprashačevanje nekaterih kmetijskih rastlin, oprashačevalci potrebujejo tudi zdrave cvetoče kmetijske rastline za svoj obstoj in nabiranje medu, za zagotovitev zdravih cvetočih rastlin potrebujejo kmetovalci SVR, vsi pa potrebujemo čisto vodo in zrak ter dovolj kakovostne in varne hrane. Vse te potrebe pa bomo lahko uskladili samo z medsebojnim

enakopravnim sodelovanjem vseh partnerjev v kmetijstvu, kamor spada tudi čebelarstvo. Zato moramo za doseg trajnostnega kmetijstva pri reševanju določenih izzivov v kmetijstvu sodelovati vsi, ki lahko kakorkoli k temu prispevamo. Rešitve obstajajo.

5 LITERATURA

Bayer CropScience. Varnost pri delu s FFS.

https://www.cropscience.bayer.si/Varnost/varnost_pri_delu_s_FFS.aspx (19. 5. 2019)

GIZ fitofarmacije. Varna raba. <https://fitofarmacija.si/index.php/gradiva> (21. 5. 2019)

Ohs P., 2016. Product Stewardship. Policy and key Requirements of the Crop Science Division. Version 03. Bayer, Monheim: 51 str.

ILUSTRACIJA POTENCIALNE RABE MULTISPEKTRALNEGA SLIKANJA Z BREZPILOTNIM LETALNIKOM PRI OCENI FUNGICIDNEGA POSKUSA V PŠENICI

Matej KNAPIČ¹, Uroš ŽIBRAT², Meta URBANČIČ ZEMLJIČ³, Metka ŽERJAV⁴,
Neja MAROLT⁵

¹⁻⁵Kmetijski inštitut Slovenije, Ljubljana

IZVLEČEK

Pri preizkušanju učinkovitosti fitofarmaceutskih sredstev in oceni njihovega delovanja pretežno uporabljamo vizualne ocene pojavnosti določenega škodljivega organizma ali poškodb, ki jih povzročata in le redko merljive lastnosti rastlin. Multispektralno slikanje rastlinstva meri odboj posameznega dela svetlobnega spektra in med ostalim omogoča zaznavanje upada fotosintetsko aktivne listne površine, ki je rezultat širjenja določene glivične bolezni na listih rastlin. Uporabnost multispektralnega slikanja pri oceni učinkovitosti fungicidov smo preizkusili na mikroposkusu v pšenici, v katerem smo preverjali učinkovitost devetih fungicidnih kombinacij za zatiranje pšenične listne pegavosti (*Zymoseptoria tritici*) ter fuzarioz klasa (*Fusarium* sp.). Slikanje poskusa smo izvedli 14 dni po zadnji terenski oceni pojavnosti bolezni in hkrati določili položaj poskusnih parcel z GNNS sprejemnikom centimetrske natančnosti. S programsko opremo Pix4D smo posnetke ustrezno obdelali ter izračunali 12 vegetacijskih indeksov. Izračun vrednosti indeksov posamezne poskusne parcele smo opravili z ArcGIS programsko opremo ter jih statistično ovrednotili s programom StatGraphics Centurion XVI. Statistično značilne razlike v pojavnosti pšenične listne pegavosti med fungicidnimi obravnavami so pokazali vsi obravnavani indeksi, razlike pa sta pravilno razvrstila indeksa NDVI in PSSR. Razvrstitev učinkovitosti fungicidnih kombinacij za zatiranje pšenične listne pegavosti na osnovi multispektralnega slikanja je bila enaka razvrstitvi z vizualno oceno. Rezultati multispektralnega slikanja niso uspeli ustrezno oceniti pojavnosti fuzarioz klasa.

Ključne besede: brezpilotni letalnik, *Fusarium* sp., multispektralno slikanje, vegetacijski indeksi, *Zymoseptoria tritici*

ABSTRACT

ILLUSTRATION OF POTENTIAL USE OF MULTISPECTRAL IMAGING BY DRONE IN EVALUATION PROCESS OF FUNGICIDE TRIAL IN WHEAT

¹ mag., univ. dipl. inž. agr., Hacquetova 17, SI-1000 Ljubljana, e-pošta: matej.knabic@kis.si

² dr., prav tam

³ mag., univ. dipl. inž. agr., prav tam

⁴ mag., univ. dipl. inž. agr., prav tam

⁵ mag. inž. agr., prav tam

When testing the efficacy of plant protection products and assessing their performance, the visual estimates of the occurrence of a particular harmful organism and the rarely measurable properties of plants are used to a greater extent. Multispectral imaging of vegetation measures the reflection of an individual part of the light spectrum, and among other things, it permits detection of a decrease in the photosynthetic active leaf surface resulting from the spread of a certain fungal disease on the leaves of plants. The application of multispectral imaging in assessing the efficacy of fungicides was tested on a micro-trial in wheat. In the micro trial, the effectiveness of nine fungicidal combinations for the control of wheat leaf spot (*Zymoseptoria tritici*) and fusariosis of class were tested (*Fusarium sp.*). The imaging of experiment was carried out 14 days after the final field assessment of the incidence of the disease, on 21 June, and at the same time the position of experimental plots was determined with a GNSS receiver of centimeters accuracy. With the Pix4D software, the recordings were properly processed and 12 vegetation indices were calculated. The calculation of the value of the indices of each experimental plot was performed with ArcGIS software and was statistically evaluated with the StatGraphics Centurion XVI program. Statistically significant differences between fungicidal treatments and the assessment of the appearance of wheat leaf spot were shown by all the indexes analyzed, and the differences were classified best by the indices NDVI and PSSR. The classification of the efficacy of fungicidal combinations against the wheat leaf spot based on multispectral imaging was the same as the field rating. The results of multispectral imaging failed to adequately assess the incidence of fusariosis of the ears of wheat.

Keywords: drone, *Fusarium sp.*, multispectral imaging, vegetation indices, *Zymoseptoria tritici*

1 UVOD

Pri preizkušanju učinkovitosti sredstev za varstvo rastlin največkrat ocenjujemo delovanje sredstev v preizkusu s pomočjo terenske vizualne ocene. Za dobro terensko oceno delovanja fitofarmaceutskih sredstev je potrebno izdelati lestvico z jasnimi kriteriji, ki omogočajo ponovljivost ocene. Več o zasnovi in obdelavi podatkov poskusov o učinkovitosti delovanja sredstev za varstvo rastlin govori EPPO standard (<https://pp1.eppo.int/standards/PP1-152-4>). Le redko imamo pri oceni delovanja sredstev za varstvo rastlin možnost uporabe merljivih količin, ki bi bile cenovno sprejemljive in bi onemogočale morebitno subjektivnost terenske ocene. To dejstvo nekoliko spreminja možnost uporabe daljinskega zaznavanja pri oceni stanja rastlin. V zadnjem času se v kmetijstvu vse bolj uveljavlja spremljanje stanja rastlin z brezpilotnimi letalniki (droni), ki omogočajo slikanje s spektralnimi kamerami. Praviloma se uporabljajo multispektralne kamere, ki beležijo odboj svetlobe v več pasovih valovne dolžine, predvsem cena pa botruje redki uporabi hiperspektralnih kamer. Poleg beleženja odboja v rdečem, zelenem in modrem delu vidne svetlobe, multispektralne kamere beležijo odboj tudi v bližnjem infrardečem delu svetlobe. Nekatere kamere, ki so namenjene predvsem rabi v kmetijstvu, vključujejo tudi beleženje odboja v robnem delu rdeče valovne dolžine. V tem delu spektra imajo

spremembe v odboju v vegetaciji najbolj strm naklon (Sanches in sod., 2013) in so očitne že pri majhnih spremembah v deležu klorofila in kot takšne primerne za oceno obsega stresnih dejavnikov, indeksa listne površine (LAI) in vsebnosti dušika (Barnes in sod., 2000; Delegido in sod., 2013; Magney in sod., 2017).

Mnoge poškodbe, ki jih povzročijo škodljivi organizmi, se odrazijo v zmanjšanju primarnega metabolizma in aktivne listne površine, saj rastline aktivirajo različne obrambne mehanizme, ki praviloma vodijo v propad napadenih celic in posledično zmanjšanje fotosintetsko aktivne površine. Prav tako lahko propad rastlinskih celic povzroči napad škodljivega organizma (Berger in sod., 2007). Te spremembe so v določeni fazi napada vidne tudi človeškemu očesu, seveda pa zgolj s pogledom obsega poškodb ne zmoremo natančno oceniti. Najbrž je odveč poudariti, da se vidne spremembe odrazijo s spremenjenim odbojem svetlobe v posameznem območju valovne dolžine. Bolj kot same spremembe odboja v posameznem pasu valovne dolžine, se pri obdelavi multispektralnega slikanja uporabljajo vegetacijski indeksi. Vegetacijski indeksi predstavljajo razmerja odboja posameznega valovnega območju. Najbolj pogosti so indeksi, ki poleg odboja v bližnjem infrardečem delu spektra vključujejo še odboj v določenem pasu valovne dolžine. Takšni so denimo indeks normaliziranih razlik v vegetaciji (NDVI), zeleni vegetacijski indeks normaliziranih razlik (GNDVI), indeks enostavnega razmerja (PSSR), itd.. Različni indeksi različno uspešno ocenijo posamezen dejavnik vegetacije. Primernost za oceno posameznega dejavnika se spreminja hkrati z razvojem vegetacije, kar otežuje povsem avtomatično izbiro indeksa za oceno stanja vegetacije. V odvisnosti od proučevanega dejavnika lahko multispektralno slikanje uporabimo za potrditev terenskih ocen in za izdelavo vmesnih ocen med prvo in zadnjo terensko oceno proučevanega dejavnika (Steddom in sod., 2005; Devadas in sod., 2009).

V nadaljevanju predstavljamo rezultate multispektralnega slikanja z dronom pri oceni učinkovitosti devetih fungicidnih kombinacij za zatiranje pšenične listne pegavosti (*Zymoseptoria tritici*) ter fuzarioz klasa (*Fusarium sp.*).

2 METODE DELA

Poskus učinkovitosti različnih fungicidnih kombinacij je bil izveden na poskusnem posestvu Kmetijskega inštituta Slovenije v Jablah. Fungicidne kombinacije so bile sestavljene tako, da so zajele vse ustaljene strategije varstva pred obema glivičnima boleznima ter so hkrati zajele aktivne snovi posameznih skupin, ki jih uporabljamo pri varstvu obeh bolezni (DMI, SDHI QoI, morfolini ter ostali fungicidi). Škropljenje s fungicidi je bilo opravljeno v treh različnih razvojnih fazah pšenice, odvisno od strategije varstva (preglednica 1). Poskus je bil izveden v naključni bločni zasnovi v štirih ponovitvah v ozimni pšenici, sorta Ingenio. Površina osnovne parcelice je bila 24 m². Multispektralno slikanje smo izvedli z RedEdge kamero proizvajalca MicaSense. Kamera poleg merjenja odboja v standardnih pasovih (rdeč, zelen, moder in bližnje infrardeč) beleži odboj tudi v robnem rdečem delu spektra.

Preglednica 1: Številka poskusne kombinacije, fungicidni pripravek ter čas aplikacije.
Table 1: Treatment number, time of application and fungicide.

Št. obravnavanja/Čas aplikacije in pripravek	T1 = BBCH 33 24. april	T2 = BBCH 39 3. maj	T3 = BBCH 61 17. maj
1	KONTROLA - neškropljeno		
2	Amistar opti 2,5	Elatus era 1,0	
3	Archer max 1,0		Magnello 1,0
4		Elatus era 1,0	
5	Zantara 1,5		Prosaro 1,0
6		Zantara 1,5	Prosaro 1,0
7	Seguris Xtra 1,0		Prosaro 1,0
8	Buzz ultra DF 0,33	Seguris Xtra 1,0	
9	Opus 1 1,5	Priaxor 1,0	
10	Opus 1 1,5		Caramba 1,5

286

Multispektralno slikanje poskusa smo izvedli 14 dni po zadnji terenski oceni učinkovitosti delovanja posamezne fungicidnega obravnavanja (21.6.2018). Takrat smo tudi določili položaj poskusnih parcel z GNSS sprejemnikom centimetske natančnosti. S programsko opremo Pix4D smo posnetke združili v mozaik, pripravili normalizirane slike odboja ter izračunali 12 vegetacijskih indeksov (NDVI, GNDVI, NDVRE, PSSR, OSAVI, MCARI 1, MCARI 2, modificiran MSAVI, TCARI, MTV 1 ter posameznih vrednosti odboja v REDEEDGE in NIR spektru). Zaradi pomanjkanja prostora je opis posameznih indeksov na internetnem portalu <https://www.indexdatabase.de/db/i.php>. Z ArcGIS programsko opremo smo slike posameznih indeksov georeferencirali s podatki terenskega zajema položaja parcelic. Hkrati smo na parcelah izločili robni vpliv (zmanjšali širino in dolžino parcelic za 0,5 m) ter naredili presek vrednosti indeksov posamezne poskusne parcele. Rezultate skupnega odboja na parceli smo statistično ovrednotili s programom StatGraphics Centurion XVI. Vse statistične teste smo naredili pri 95% zaupanju. Posamezne vplive na merjene lastnosti smo analizirali z analizo variance (ANOVA). Statistično značilne razlike med obravnavanji smo v drugem koraku preverjali z analizo mnogoterih primerjav z Duncan-ovim testom.

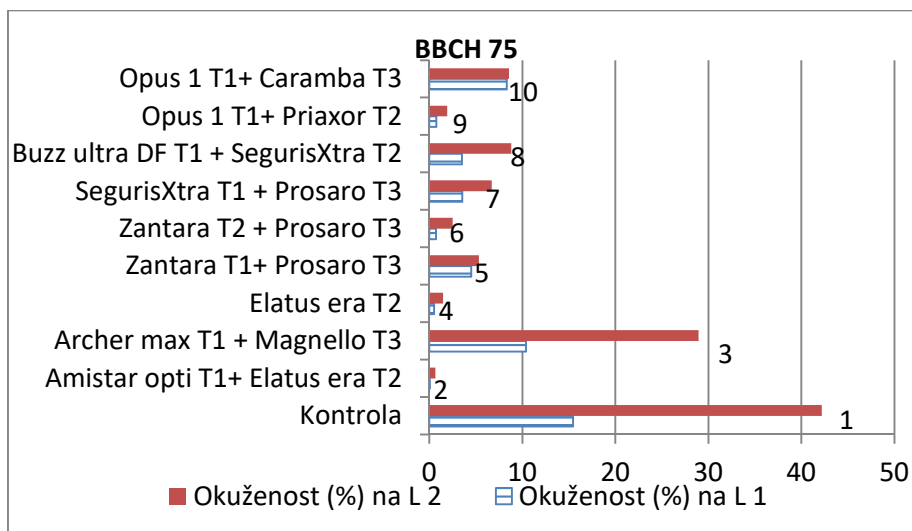
3 REZULTATI IN RAZPRAVA

3.1 Ocena učinkovitosti fungicidnih obravnavanj pri zatiranju pšenične listne pegavosti z multispektralnim slikanjem

Analiza multispektralnega slikanja za ugotavljanje učinkovitosti posamezne fungicidne kombinacije za zatiranje pšenične listne pegavosti je potekala brez prejšnjega poznavanja terenskih ocen učinkovitosti. V prvem koraku smo analizirali vrednosti posameznega vegetacijskega indeksa ter vrednosti odboja v robnem rdečem pasu in v bližnje infrardečem delu. Prvi rezultati so pokazali, da so vsi indeksi, kot tudi vrednosti odboja obeh proučevanih pasov, uspešno razvrstili kontrolo in poskusno kombinacijo številka 2, ki je imela najboljšo delovanje proti pšenični listni pegavosti. Tudi zaradi velikih razlik v obsegu poškodovane listne površine med kontrolnim obravnavanjem in obravnavanjem št. 2, so bile vse razlike statistično značilne. Rezultati odboja v robnem

rdečem pasu so pokazali najslabšo sposobnost razvrščanja fungicidnih kombinacij, saj je pravilno razvrstil le kontrolno obravnavanje in obravnavanje z najboljšim delovanjem. Indeksi MSAVI, TCARI, NDVRE, VTI in MCARI 1 ter vrednosti odboja v bližnjem infrardečem delu, so uspeli določiti obravnavanja z najslabšo učinkovitostjo zatiranja pšenične listne pegavosti. Poleg kontrolnega obravnavanja so to še obravnavanja številka 3, 10 in 8. Ostali indeksi so podobno razvrščali obravnavanja z dobro učinkovitostjo, le da so se razlikovali v razvrščanju obravnavanj 4,6 in 9.

287



Slika 1: Rezultati okužb pšenične listne pegavosti na prvem in drugem listu pšenice posameznih obravnavanj ob zadnji terenski oceni (BBCH 75).

Figure 1: Results of wheat leaf spot infestations on first and second wheat leaf of each treatment at last field evaluation (BBCH 75).

V drugem koraku smo se seznanili z rezultati terenske ocene (slika 1) in ugotovili, da sta indeksa NDVI in PSSR edina razvrstila učinkovitost delovanja obravnavanj skladno s terensko oceno. Po drugi strani je analiza mnogoterih primerjav pokazala, da navkljub pravilni razvrstitvi obravnavanj glede učinkovitosti zatiranja pšenične listne pegavosti, nista jasno izpostavila statistično značilnih razlik med njimi.

OSAVI indeks je zamenjal vrstni red učinkovitosti 9 in 6 obravnavanja, kjer so razlike majhne. Če primerjamo rezultate analize mnogoterih primerjav lahko ugotovimo, da je OSAVI indeks tisti, ki je bolj jasno razmejeval razlike med najbolj učinkovitimi obravnavanji (preglednica 2).

Preglednica 2: Rezultati testa mnogoterih primerjav indeksov NDVI in OSAVI.
Table 2: Results of multiple range test.

NDVI razvrstitev	Povprečje	Homogene skupine	OSAVI razvrstitev	Povprečje	Homogene skupine
1	0.354965	X	1	0.375297	X
3	0.374447	X	3	0.404144	X
10	0.390139	XX	10	0.423178	XX
8	0.423645	XX	8	0.458479	XX
5	0.427035	XX	5	0.4652	XX
7	0.429975	XX	7	0.471607	XX
6	0.437213	XXX	9	0.480993	X
9	0.444444	XX	6	0.484759	X
4	0.447822	XX	4	0.48949	XX
2	0.481785	X	2	0.535826	X

288

3.2 Ocena učinkovitosti fungicidnih obravnavanj pri zatiranju fuzarioz klasa z multispektralnim slikanjem

Analiza multispektralnega slikanja za oceno učinkovitosti fungicidnih obravnavanj za obvladovanje fuzarioz klasa je pokazala, da z multispektralnim slikanjem ne moremo oceniti učinkovitosti delovanja fungicidnih obravnavanj. Nobeden od obravnavanih vegetacijskih indeksov se ni niti približal rezultatom, ki bi lahko dali upanje, da je metoda multispektralnega slikanja uporabna za namen ocene učinkovitosti obvladovanja fuzarioz klasa. Če pogledamo razloge za takšen rezultat nekoliko pobliže, lahko ugotovimo, da je rezultat logičen. Večina uporabljenih vegetacijskih indeksov neposredno oziroma posredno ocenjuje fotosintetsko aktivnost rastlin in ob zmanjšani fotosintetski površini le to tudi zazna. Fuzarioze klasa sicer povzročijo predčasno zorenje in spremembe v fotosintetski aktivnosti klasa, vendar so te spremembe, tudi zaradi lege klasa, neprimerljive z obsegom fotosintetske površine listov, zato jih multispektralno slikanje ne uspe zaznati. Boljše rezultate bi lahko pričakovali bodisi s povečano spektralno ločljivostjo kamere ali z uporabo metod strojnega učenja, hkrati s povečanim naborom vegetacijskih indeksov.

4 SKLEPI

Uporaba drona in multispektralnega slikanja je lahko dobra dopolnilna metoda pri vrednotenju poskusov učinkovitosti fungicidov. Kot so pokazali rezultati multispektralnega slikanja v našem primeru, metoda ni ustrezna za oceno vsake glivične bolezni, ampak le tistih, ki močnejše zaznamujejo spremembe v obsegu aktivne fotosintetske površine. Zaradi tega dejstva smo z multispektralnim slikanjem bili

uspešni pri vrednotenju učinkovitosti fungicidov pri zatiranju pšenične listne pegavosti, vendar nismo uspeli vrednotiti učinkovitosti fungicidnih kombinacij pri fuzariozah klasa.

Kadar so razlike med obravnavanji manjše, avtomatska izbira najustreznjšega vegetacijskega indeksa za pravilno razvrščanje učinkovitosti posameznega obravnavanja ni možna. Ustreznost posameznega vegetacijskega indeksa se lahko spreminja z rastnimi razmerami in je zanesljiva, če so na voljo tudi podatki terenskega vrednotenja. V našem primeru so najboljše rezultate dosegli indeksi, ki so neposredno določali obseg fotosinteze, torej indeksi, ki temeljijo na odboju v bližnje infrardečem delu in rdečem delu spektra. Metodo multispektralnega slikanja lahko uporabimo za vmesna spremljanja učinkovitosti in zmanjšamo število terenskih ocen. Prednost te metode je predvsem, da temelji na merljivih optičnih lastnostih proučevanega dejavnika, ki jih lahko ustrezno statistično vrednotimo in ki izključujejo morebitno subjektivnost ocen.

5 LITERATURA

289

- Barnes E.M., Clarke T.R., Richards S.E., Colaizzi P.D., Haberland J., Kostrzewski M., Waller P., Choi C., Riley E., Thompson T. 2000. Coincident detection of crop water stress, nitrogen status and canopy density using ground-based multispectral data. Proceedings of the 5th International Conference on Precision Agriculture and other resource management July 16-19, 2000, Bloomington, MN USA
- Berger S., Sinha A.K., Roitsch T. 2007. Plant physiology meets phytopathology: plant primary metabolism and plant–pathogen interactions. *Journal of Experimental Botany*, 58, 15–16: 4019–4026
- Delegido J., Verrelst J., Meza C.M., Rivera J.P., Alonso L., Moreno J. 2013. A red-edge spectral index for remote sensing estimation of green LAI over agroecosystems. *European Journal of Agronomy*, 46, 42–52
- Devadas R., Lamb D.W., Simpfendorfer S., Backhouse D. 2009. Evaluating ten spectral vegetation indices for identifying rust infection in individual wheat leaves. *Precision Agriculture*, 10, 6: 459–470
- Magney T.S., Eitel J.U.H., Vierling L.A. 2017. Mapping wheat nitrogen uptake from RapidEye vegetation indices. *Precision Agriculture*, 18, 4: 429–451
- Sanchez I.D., Souza Filho C.R., Magalhães L.A., Quitério G.C.M., Alves M.N., Oliveira W.J. 2013. Unravelling remote sensing signatures of plants contaminated with gasoline and diesel: An approach using the red edge spectral feature. *Environmental Pollution*, 174, 16–27
- Steddom K., Bredehoeft M.W., Khan M., Rush C.M. 2005. Comparison of Visual and Multispectral Radiometric Disease Evaluations of *Cercospora* Leaf Spot of Sugar Beet. *Plant Disease*, 89, 2: 153–158

PRINCIP RADA I PRIMJENA AGROMETEROLOŠKE POSTAJE

Tomislav DVORSKI¹

Pinova d.o.o.

SAŽETAK

Mikroklima i poljoprivreda su dva nerazdvojna pojma. Vremenski uvjeti direktno utječu na rast i razvoj biljaka, bolesti i štetnika, također imaju veliki utjecaj na izvođenje svakodnevnih radova u nasadu/polju. Jednako je važno imati povijesne mikroklimatske podatke kao i pratiti vremensku prognozu za narednih 10 dana. Ručno mjerenje mikroklimatskih parametara iziskuje puno ljudskog rada i organizacije da bi se dobili pregledni podaci. Razvojem suvremenih automatskih agrometeoroloških stanica smanjilo je potrebno vrijeme i logistiku vezanu uz mjerenje mikroklimе. Prednost automatizma je veći broj mjerenja koji se ne može postići priručnim instrumentima, dostupnost podacima u bilo kojem trenutku i na bilo kojem mjestu, lagano preuzimanje podataka u obliku Excel tablica i dr.

Ključne riječi: agrometeorološka postaja, informacijske tehnologije, Pinova, prognozni modeli, senzori

290

ABSTRACT

WORKING PRINCIPLE AND APPLICATION OF AUTOMATIC AGROMETEOROLOGICAL STATION IN PLANT PROTECTION

Microclimate and agriculture are two inseparable concepts. In addition to the growth and development of plants, diseases and pests, the weather have a great impact on the performance of agrotechnical operations. It is equally important to have historical microclimate data as well as to track the weather forecast for the next 10 days. Manual measurement of microclimatic parameters requires a lot of human work and organization in order to obtain transparent data. The development of modern agriculture weather stations has reduced the time and logistics related to the measurement of microclimate. The advantage of automatism is the higher number of measurements that can not be achieved by hand-held instruments, data can be available at any time or place, easy downloading of data in the form of Excel tables, etc.

Key words: agriculture weather station, disease models, information technology, Pinova sensors

¹ mag. ing. agr., Dr. Ivana Novaka 1, HR-40000 Čakovec, e-mail: agronom@pinova.hr

1 UVOD

Izlazak iz siromaštva, rast svjetske populacije te povećanje očekivane životne dobi stavlja nove izazove pred poljoprivrednu proizvodnju, pretpostavka United Nation Food and Agriculture Organization je da će u 2050. godini na svijetu živjeti 9,6 milijardi ljudi i da će se poljoprivredna proizvodnja morati povećati za 60%. Što bi značilo da ako nastavimo proizvoditi hranu na način na koji se uzgaja danas, potrebne su nam nove poljoprivredne površine veličine dvije Indije. Precizna poljoprivreda se nameće kao rješenje za racionalniju upotrebu repromaterijala, energenata i vremena, čime se podiže produktivnost proizvodnje i smanjuje pritisak poljoprivrede na okoliš. U poljoprivredi se meteorološke postaje koriste dugi niz godina, od velikog su značaja kod planiranja zaštite, navodnjavanja i drugih agrotehničkih radova. Nekada su se koristile meteorološke postaje udaljene i do 20 kilometara od nasada proizvođača, što je rezultiralo nepreciznim podacima i nemogućnošću oslanjanja na te podatke prilikom planiranja agrotehničkih mjera.

Razvojem tehnologija, meteorološke postaje su postale jeftinije a samim time i dostupnije te je dohvat i pregled podataka postao jednostavniji. Na tržištu se pojavljuju specijalizirane agrometeorološke postaje koje automatski mjere i šalju podatke na servere, odnosno na računalo korisnika. Razlika između klasične meteorološke i agrometeorološke postaje je u senzorima, klasična ima:

- Temperaturu zraka
- Relativnu vlagu zraka
- Količinu oborina
- Brzinu vjetra
- Smjer vjetra
- Tlak zraka i dr.

Stanica namijenjena za poljoprivredu mora imati mogućnost mjeriti još i:

- Vlažnost lista
- Temperaturu u zoni krošnje ili 10 cm od tla
- Temperaturu tla
- Vlažnost tla
- Globalno zračenje
- Temperaturu mokrog termometra

Postaja namijenjena za poljoprivredu, gabaritima mora biti izrađena da ne smeta u svakodnevnim poslovima u nasadu ili polju. Mora biti jednostavna za montiranje i poželjno je da za nju nije potrebno raditi temelje ili slična rješenja. Osim samog hardware-a velika pozornost se posvećuje i software-u koji osim dohvaćanja i prikaza podataka mora imati algoritme za izračun vodne bilance u tlu, izračun temperaturnih suma, prognoznih modela za biljne bolesti, alarmima i dr. Jedna od takvih agrometeoroloških postaja je i „Pinova Meteo“ tvrtke Pinova d.o.o.

2 AGROMETEOROLOŠKA POSTAJA – PINOVA METEO

Pinova Meteo je samostojeći, automatski mjerni uređaj koji se postavlja u sam nasad ili polje. Transfer podataka je putem GPRS veze. Uzorak se uzima (mjeri) svakih 10 min a slanje je standardno svakih 1 h. U dogovoru s korisnikom, slanje može biti frekventnije. Podaci se šalju na servere gdje se trajno spremaju. Korisnik podacima pristupa putem računalne ili mobilne aplikacije, ulaskom u aplikaciju, automatski se prikazuju se zadnji mjereni podaci. Stanica s svojim perifernim sensorima može mjeriti:

- Temperaturo zraka (°C)
- Relativnu vlagu zraka (%)
- Količinu padalina (mm/m²)
- Prisutnost vlage na listu (%)
- Temperaturo u zoni biljke (°C)
- Temperaturo tla (°C)
- Brzinu vjetra (m/s)
- Smjer vjetra
- Globalno zračenje (W/m²)
- Tlak zraka (hPa)
- Vlagu tla (cb)
- Točku rosišta (izračun)
- Referentnu evapotranspiraciju (izračun)

292

Podaci se prikazuju u grafičkom i tabličnom prikazu, mogu se i preuzeti na računalo korisnika u obliku Excel tablice. Korisnik prema potrebi određuje vremensku rezoluciju prikaza podataka, najmanja rezolucija je prikaz 10-minutnih vrijednosti te u tom slučaju gleda „sirove podatke“, u drugim rezolucijama se prikazuju podaci prosječnih vrijednosti, a one mogu biti 1-satni, 2-satni, 6-satni, 24-satni, tjedni i mjesečni prikazi. Software ima mogućnost prikaza prosječnih, minimalnih, maksimalnih i kumulativnih vrijednosti, kao i temperaturne sume (degree day) prema kojima se može prognozirati razvoj štetnika, dozrijevanje plodova, žitarica i dr.

3 PROGNOZNI MODELI

Pojava i razvoj biljnih bolesti ovise o prisutnosti patogena, o stadiju razvoja biljke domaćina i mikroklimatskim uvjetima, a poznavanjem optimalnih temperatura i dužina vlaženja lišća za pojedine bolesti razvijeni su prognozni modeli. Modeli funkcioniraju tako da kombiniraju izmjerene podatke sa stanice i unaprijed određene varijable prema kojima se ponaša uzročnik određene biljne bolesti. Ako se mjerenja sa stanice poklope s određenim uvjetima, na grafu se prikazuje trenutak infekcije. Osim infekcija na grafu se prikazuje i linija inkubacije i ostale specifičnosti vezane uz pojedine prognozne modele. Ovisno o modelu o kojemu je riječ, model može davati informaciju o trenutnom pritisku bolesti.



293

Slika 2. Sučelje aplikacije za pregled podatka i prognoznih modela.

Tablica 1: Razvijeni prognozni modeli.

Vinova loza	Plamenjača vinove loze	<i>Plasmopara viticola</i>
	Pepelnica vinove loze	<i>Uncinula necator</i>
	Siva plijesan bobica vinove loze	<i>Botrytis cinerea</i>
Jabuka	Krastavost jabuke	<i>Venturia inaequalis</i>
	Bakterijska palež jabuke	<i>Erwinia amylovora</i>
Breskva	Kovrčavost lista breskve	<i>Taphrina deformans</i>
	Smeđa trulež koštičavog voća	<i>Monilinia fructicola</i>
	Šupljikavost lista	<i>Wilsonomyces carpophilus</i>
Marelica	Šupljikavost lišća	<i>Wilsonomyces carpophilus</i>
Kruška	Bakterijska palež kruške	<i>Erwinia amylovora</i>
	Krastavost kruške	<i>Venturia pirina</i>
Trešnja	Kozičavost lista	<i>Blumeriella jaapii</i>
	Trulež plodova trešnje	<i>Monilinia fructigena</i>
Šljiva	Šupljikavost lista	<i>Wilsonomyces carpophilus</i>
Jagoda	Siva plijesan jagode	<i>Botrytis cinerea</i>
Šećerna repa	Cerkospora šećerne repe	<i>Cercospora beticola</i>
Pšenica	Smeđa hrđa lista pšenice	<i>Puccinia recondita</i>
	Prugasta hrđa pšenice	<i>Puccinia striiformis</i>
	Smeđa pjegavost lista pšenice	<i>Septoria tritici</i>

Na slici 2. su prikazane dvije noći i dva dana u rezoluciji prikaza od jednoga sata. Svjetlo sivi stupci prikazuju vlažnost lista (noćni sati), plavi stupci označavaju oborine. Isprekidana linija uzlazne putanje predstavlja period koji pogoduje razvoju infekcije (*Venturia inequalis*) U noći prvog dana iako je padala kiša uvjeti za razvoj infekcije nisu bili ostvareni. U noći, odnosno jutru drugog dana iako nije bilo oborina, zbog zadržavanja rose uvjeti za razvoj infekcije su bili pogodni. Informacija o trenutku infekcije ili pritisku bolesti, zaštita bilja se može provesti pravovremeno i s odgovarajućim sredstvom (preventivno ili kurativno sredstvo).

4 ZAKLJUČAK

Mjerenje podataka na lokaciji gdje se odvija proizvodnja ili postavlja pokus je izuzetno važno zbog preciznosti izmjera. Provođenje radova zaštite bilja, navodnjavanja i obrade tla bez jasnih i pouzdanih informacija o vremenskim prilikama na samoj lokaciji, može dovesti do nepotrebnog gubitka repromaterijala, energenata i vremena. Daljnjim razvojem informacijskih tehnologija postizati će se veća preciznost izmjera i razvijati nova software-ska rješenja. Krajnji cilj upotrebe informacijskih tehnologija ima za cilj uštedjeti novac i smanjiti negativni utjecaj poljoprivrede na okoliš, a u isto vrijeme dobiti proizvod visoke kvalitete i kvantitete.

**OBČASNO POJAVLJANJE BAKTERIJSKEGA OŽIGA VINSKE TRTE
(*Xylophilus ampelinus*) IN VPLIV NA PRIDELAVO OBČUTLIVIH SORT
GROZDJA V SLOVENIJI**

Ivan ŽEŽLINA¹, Mojca ROT², Marko DEVETAK³, Branko CARLEVARIS⁴, Tanja DREO⁵

¹⁻⁴KGZS, Kmetijsko gozdarski zavod Nova Gorica, Nova Gorica

⁵Nacionalni inštitut za biologijo, Ljubljana

IZVLEČEK

S precejšnjo verjetnostjo lahko trdimo, da se je bakterijski ožig vinske trte (*Xylophilus ampelinus*) na Primorskem, predvsem v Vipavski dolini, pojavljal že v petdesetih in šestdesetih letih prejšnjega stoletja, čeprav povzročitelj takrat še ni bil znan. Pozneje se je bakterioza pojavljala še večkrat, na območju Goriških Brd (Vedrijan od leta 1985 do leta 2002 in Višnjevnik 1994) in v Vipavski dolini (Brdo pri Dornberku in Šmarje 1986). Pojav bakterijskega ožiga vinske trte je bil zabeležen tudi v Beli krajini (Vidošiči 1987-1988). Povzročitelj obolenja je bil dokončno potrjen v letu 2004. Z močnejšim pojavom bakterijskega ožiga na vinski trti smo se ponovno soočili v letih 2017 in 2018, in sicer v Šmartnem in ponovno na območju Višnjevika v Goriških Brdih. Omenjena bolezen negativno vpliva na pridelavo občutljivih vinskih sort, kar je še posebej vidno pri pridelavi sorte rebula.

Ključne besede: vinska trta, sorta Rebula, bakterijski ožig vinske trte, *Xylophilus ampelinus*, Slovenija

ABSTRACT

OCCASIONAL OCCURRENCE OF CANCKER OF GRAPEVINE (*Xylophilus ampelinus*) AND INFLUENCE ON THE CULTIVATION OF SENSITIVE GRAPE VARIETIES IN SLOVENIA

With a considerable probability we can claim that the canker of grapevine (*Xylophilus ampelinus*) in the Primorska region, especially in the Vipava valley, appeared already in the fifties and sixties of the last century, although the pathogen was not identified at the time. Later, bacteriosis appeared several times in the area of Goriška Brda (Vedrijan from 1985 to 2002 and Višnjevnik 1994) and in the Vipava valley (Brdo pri Dornberku and Šmarje 1986). Occurrence of canker of grapevine was also recorded in Bela krajina (Vidošiči 1987-1988). The disease causing agent was finally identified in 2004. The stronger occurrence of canker of grapevine was found in 2017 and 2018

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. biol. Večna pot 111, SI-1000 Ljubljana

in Šmartno and again in the area of Višnjevnik in Goriška Brda. This disease has a negative effect on the production of sensitive wine varieties, which is particularly evident in the cultivation of the Rebula variety.

Key words: grapevine, variety Rebula, *Xylophilus ampelinus*, Slovenia

1 UVOD

Bakterijski ožig vinske trte (*Xylophilus ampelinus*) je v nekaterih evropskih državah že stara bolezen. Znanstveno je bila bakterioza prvič opisana na Kreti (Grčija) kot *Xanthomonas ampelinus* (Panagopoulos, 1969), kot patogeno obolenje pa je bila večkrat omenjena že v 19. stoletju, ko so o njenem pojavu poročali v Italiji (Garovaglio in Cattaneo, 1879) in Franciji (Ravaz, 1895). Razširjena je v Franciji, Grčiji, Italiji, Moldaviji, na Portugalskem, v Španiji in Sloveniji, domneva pa se, da je razširjena tudi v Bolgariji, Švici, Tuniziji in Južnoafriški Republiki (CABI, EPPO 1997), kjer njene zastopanosti niso laboratorijsko potrdili, so pa na obolelih rastlinah našli simptome, tipične za omenjeno obolenje. V SLO je bil bakterijski ožig vinske trte uradno potrjen v letu 2004 (Dreo in sod., 2005).

Bolezenska znamenja se pojavijo spomladi. Prvi znak je slabše odganjanje poganjkov iz očes, velikokrat očesa sploh ne odženejo, odgnale mladike so šibke in rumenkaste barve, značilno je šopasto izraščanje poganjkov iz spodnjega dela stebela vinske trte. Simptomi se nadalje kažejo na listih, listnih pecljih in na kabrnih v obliki nekroz, ki se ob ugodnih razmerah združujejo in večajo, posledično se okuženi deli sušijo, mladi grozdčki propadejo. Zelo značilne so nekroze na odgnalih mladikah, ki se širijo od osnove mladike proti vrhu. Nekrotične razjede, ki pri tem nastanejo, so globoke in segajo vse do stržena. Močno okuženi poganjki lahko že isto leto propadejo ali pa v naslednjem letu slabše odganjajo oz. sploh ne. Simptomi so izraženi do začetka poletja, kasneje so težko opazni. Napadeni deli rastlin, vključno z grozdi, se posušijo in odpadejo, rastlina odžene nove liste in vizuelno prepoznavanje omenjene bakterioze je zelo težavno. Še najbolj zanesljiv znak je ta, da so vsi oboleli trsi brez pridelka.

Bolezen se širi mehansko (orodje za rez, obdelavo), z okuženim materialom (cepiči), širjenje je odvisno tudi od vremenskih razmer (mokra pomlad). Na pojavnost obolenja zelo vpliva občutljivost sorte. Med sortami, ki jih imamo v Sloveniji, so zelo občutljive Rebula, Barbera in Pinela.

V Sloveniji se z bakterijskim ožigom vinske trte srečujemo občasno. Starejši zapisi kažejo na to, da je bila za propadanje trsov v Vipavski dolini v letih 1956-65 najbrž kriva okužba z omenjeno bakterijo. V osemdesetih in devetdesetih letih prejšnjega stoletja smo beležili občasne močnejše pojave bolezni v Goriških Brdih, predvsem v okolici Vedrijana in Višnjevika. Pred pojavom omenjene bakterioze v letih 2017-2018 beležimo še močnejši pojav bolezni leta 2002 v Vedrijanu.

Natančen opis bakterijskega ožiga vinske trte (kronologija pojavljanja bolezni v Sloveniji, bolezenski znaki, biologija, epidemiologija, občutljivost sort) je zajet v Poročilu o pojavu karantenskega organizma v Republiki Sloveniji in predlogu

ukrepov (Seljak, 2002) in v prispevku Bakterijski ožig vinske trte (*Xylophilus ampelinus*) – nova ali že stara bolezen v Sloveniji (Seljak in sod. 2005).

2 MATERIALI IN METODE

Spomladi 2017 smo bili obveščeni o pojavu sumljivih bolezenskih znamenj na sorti Rebula v Šmartnem v Goriških Brdih. Konec maja smo si vinograd ogledali. Tekom pregleda smo na nekaterih trtah sorte Rebula opazili simptome, ki so značilni za bakterijski ožig vinske trte (*Xylophilus ampelinus*). Ocenili smo stopnjo okuženosti v vinogradu. Vzorčenje nekaterih simptomatičnih trt smo opravili 30. maja 2017 in vzorce poslali v analizo v pooblaščen laboratorij na Nacionalni inštitut za biologijo (NIB) v Ljubljani.

V času vzorčenja in do zadnje deкаде junija so bili simptomi bakterijskega ožiga vinske trte močno izraženi. Ob naslednjih kontrolah v juliju je bila izraženost zunanjih simptomov manj vidna, v začetku avgusta pa simptomi niso bili več izraženi.

Bolezni znaki bakterijskega ožiga vinske trte so se v večji meri pojavili tudi v letu 2018 v okolici Višnjevika in Snežeč v Goriških Brdih. Opravili smo terenski ogled vinogradov v okolici, kjer so bili vidni simptomi. Ocenili smo stopnjo okuženosti v pregledanih vinogradih. V treh vinogradih na omenjenem območju smo 14. maja 2018 odvzeli vzorce in jih poslali v analizo v pooblaščen laboratorij.

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

V letu 2017 smo v okuženem vinogradu v Šmartnem v Goriških Brdih ocenili, da je bilo ob vzorčenju do 10 % trt, ki so kazale znake okužb z bakterijskim ožigom. Končno potrditev okužbe z bakterijskim ožigom vinske trte v odvzetem vzorcu, je pooblaščen laboratorij posredoval naročniku 7. avgusta 2017. Zaradi neizraznosti simptomov na trtah v okuženem vinogradu v avgustu, je bila natančna identifikacija okuženih trt z namenom ugotavljanja števila okuženih trsov nemogoča. V letu 2018 je bil okužen vinograd izkrčen.

V letu 2018 smo v enem izmed okuženih vinogradih v Goriških Brdih (Višnjevik 1) ocenili, da je bilo okuženih več kot 15 % trsov. V preostalih dveh vinogradih (Višnjevik 2, Snežeče) je bila okuženost do 10 %.

Rezultate analiz je pooblaščen laboratorij posredoval naročniku v juniju 2018. Okužba z bakterijskim ožigom vinske trte je bila potrjena v enem odvzetem vzorcu, v ostalih dveh vinogradih je bil izoliran povzročitelj v nižji koncentraciji.

Istega leta smo opravili pregled vinogradov, zasajenih s sorto Rebula na širšem območju Višnjevika in Vedrijana. V pregledanih vinogradih se posamično pojavljajo simptomatični trsi, podsajene trte drugih, manj občutljivih sort v vinogradih pa kažejo na to, da nekateri lastniki simptomatične trse odstranijo in jih nadomestijo z manj občutljivimi sortami.

Omejevanje pojava in širjenja omenjene bakterioze je najbolj uspešno z uporabo ustreznih mehanskih metod. Tekom celotne rastne dobe trse opazujemo in tiste, ki kažejo znakmenja okužbe takoj posekamo ter odstranimo iz vinograda (odstranjene trse je najbolje sežgati).



Slika 1: Nekroze na listih, značilne za bakterijski ožig vinske trte (*Xylophilus ampelinus*).
Figure 1: Typical necrosis on leaves, caused by *Xylophilus ampelinus*.



Slika 2: Nekatere vinske sorte so manj občutljive, npr. cv. Malvazija.
Figure 2: Some of wine varieties are less sensitive, e.g. cv. Malvasia.

298

Zimsko rez opravimo v času zimskega mirovanja, pri čemer je najbolj pomembno, da rez izvajamo v suhem vremenu. Pri rezi vinske trte je pomembno razkuževanje orodja (škarje, žaga) z baktericidnimi razkužili (alkohol idr...). Porezan les iz okuženega vinograda je potrebno takoj po rezi odstraniti iz vinograda in sežgati. V okviru registriranih sredstev in dovoljenj za uporabo, priporočamo škropljenje okuženega vinograda s sredstvi na osnovi bakra (med rastno dobo in po rezi). Na lokacijah, kjer se bakterijski ožig vinske trte kronično ponavlja, je priporočljivo sajenje sort, ki so na bakterijski ožig manj občutljive (Malvazija, Sauvignonas). Na Primorskem lahko bakterijski ožig vinske trte pomembno vpliva na pridelavo občutljivih sort grozdja (npr. Rebula). Glede na dejstvo, da vinska sorta Rebula v Goriških Brdih pridobiva na veljavi in je tržno zanimiva, je v okolici Višnjevika in Vedrijana pa tudi drugje, kjer smo bakterijski ožig vinske trte že zaznali, smiselna stalna kontrola vinogradov, predvsem tistih, ki so zasajeni s to občutljivo sorto.

4 LITERATURA

- CABI & EPPO, 1997: Quarantine pests for Europe. CAB International: 1162-1165
- Dreo, T., Seljak, G., Jansee, J.D., Van Der Beld, I., Tjou-Tam-Sin, L., Gorkink-Smits, P., Ravnikar, M. 2005. First laboratory confirmation of *Xylophilus ampelinus* in Slovenia. Bulletin OEPP, ISSN 0250-8052, 34: 1-7.
- Garovaglio, S. Cattaneo, A. 1879. Studi sulle dominanti malattie dei vitigni. II. Del Mar Nero. Archivio triennale del Laboratorio Crittogamico di Pavia, 2: 252-261.
- Panagopoulos, C.G. 1969. The disease "Tsilik marasi" of grapevine: its description and identification of the casual agent (*Xanthomonas ampelina* sp. nov.). Annales de l'Institut Phytopathologique Benaki (New Series), 9: 59-81.
- Ravaz, L. 1895. La maladie d'Oleron. Annales de l'École Nationale d'Agriculture, Montpellier 9: 299-317.
- Seljak, G. 2002: Poročilo o pojavu karantenskega organizma v R. Sloveniji in predlog ukrepov. Poročilo za MKGP, Uprava RS za varstvo rastlin in semenarstvo: 1-16.
- Seljak G., Dreo T., Ravnikar M., Janse J.D. 2005. Bakterijski ožig vinske trte (*Xylophilus ampelinus*) – nova ali že stara bolezen v Sloveniji? Zbornik predavanj in referatov 7. slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin. Zreče, 8.-10. Marec 2005, str. 221-225.

KAKOVOST NANOSA PRI PREIZKUŠANJU PRŠILNIKA V SADOVNJAKU

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

¹KGZS, Kmetijsko gozdarski zavod Novo mesto, Novo mesto

²Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije, Žalec

³⁻⁵Biotrehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Ljubljana

IZVLEČEK

Na kmetiji Levak smo v letu 2017 preizkušali pršilnik z aksialnim ventilatorjem Myers DA 600. Ugotavljali smo kakovost nanosa pri škropljenju jablanovega nasada pri različnih hitrostih škropljenja in pri uporabi različnih šob. Sorta je bila 'Gala' na podlagi M9. V članku so predstavljeni rezultati glede odstotka pokritosti in števila odtisov kapljic na 1 cm² pri različnih nastavitvah na pršilniku.

Ključne besede: nanos, nastavitve, pršilnik, šobe.

ABSTRACT

DEPOSIT QUALITY WHEN TESTING ORCHARD SPRAYER IN ORCHARD

On Levak farm in 2017 we tested orchard sprayer with axial fan Myers DA 600. Deposit quality was determined when spraying apple orchard at different spraying speeds and by the use of different nozzles. The apple cultivar was 'Gala' grown on M9 rootstock. Results regarding coverage value and droplet impression number per cm² are presented in the article by different adjustments of the orchard sprayer.

Key words: deposit, adjustments, orchard sprayer, nozzles.

1 UVOD

V trajnih nasadih je veliko težje doseči enakomeren nanos fitofarmaceutskih sredstev (FFS) na ciljno površino kot na njivah. Razlogov za to je več. V trajnih nasadih se razdalja med šobo in ciljno površino zelo spreminja, medtem ko je pri škropljenju na njivah ta razdalja bolj ali manj konstantna. V trajnih nasadih se kapljice transportirajo do ciljne površine s pomočjo ventilatorja in zračnega toka, medtem ko je pri škropljenju na njivah to izjema. Poleg tega gravitacijska sila pri poljščinah pripomore k boljšemu nanosu FFS. Wegener in sod. (2016) so preučevali različne parametre, ki vplivajo na

¹ univ. dipl. ing., Šmihelska cesta 14, SI-8000 Novo mesto

² univ. dipl. ing., 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

vertikalno razporeditev škropilne tekočine na vertikalni merilni mizi v laboratoriju. Spreminjali so tlak škropljenja, razdaljo med šobami na škropilni cevi, razdaljo med šobami in ciljno površino, izvedbo šobe ter vklop-izklop ventilatorja na tangencialnem pršilniku. Njihovi rezultati kažejo, da ima največji vpliv na vertikalno razporeditev škropilne tekočine izvedba šobe. Pomemben vpliv na vertikalno razporeditev ima tudi razdalja med šobami ter razdalja med šobami in ciljno površino. Dekeyser in sod. (2012) so ugotovili, da ima velik vpliv na vertikalno razporeditev škropilne tekočine porazdelitev zračnega toka, ki ga ustvarjajo različne izvedbe ventilatorjev na pršilnikih. Balsari in sod. (2016) navajajo, da je potrebno škropilno sliko prilagoditi obliki drevesa in gostoti krošnje v polni vegetaciji. Tam, kjer je gostota krošnje največja, je potrebno uporabiti šobo z največjim volumskim pretokom in obratno. Isti avtorji priporočajo, da se na pršilnikih z aksialnim ventilatorjem zapre zgornja šoba na desni strani in spodnja šoba na levi strani pršilnika in tako dobimo bolj enakomeren nanos škropilne tekočine. Namen poskusa je bil, da pršilnik nastavimo tako, da dosežemo čim boljšo pokritost s škropilno tekočino po celotni višini drevesa. Zaradi tega smo na pršilniku spreminjali različne izvedbe šob, hitrost škropljenja in posledično s tem porabo vode na hektar.

2 MATERIAL IN METODE

300

Poskus smo izvedli 23.08. 2017 na kmetiji Levak v nasadu jablan. Sorta v poskusu je bila 'Gala' na podlagi M9. Uporabili smo nošeni aksialni pršilnik Myers DA, z imenskim volumnom rezervoarja 600 l. Škropljenje smo izvedli z traktorjem Fendt 209 V, ki ima ozek kolotek. Gre za specialni traktor, ki je namenjen za delo v vinogradu in sadovnjaku. Poskus smo izvedli z vodo občutljivimi lističi (WSP), ki smo jih namestili na sredino drevesa, od vrha drevesa proti spodnjemu delu drevesa, na čim bolj enakomerni razdalji med njimi. Skupno je bilo nameščenih 6 WSP listkov na drevo. Listke smo namestili na drevo na levi in desni strani glede na pršilnik. Škropljenje smo izvajali z vodo. Medvrstna razdalja v nasadu je znašala 3,2 m, tlak škropljenja je bil 10,0 bar. Vrtilna frekvenca priključne gredi na traktorju je bila 450 oz. 480 min⁻¹.

Na pršilniku smo spreminjali različne izvedbe šob. Uporabili smo standardne vrtnične šobe proizvajalca Albuz, in sicer ATR rumena, ATR rjava in ATR oranžna. V posameznih poskusih smo uporabili tudi špranjasto šobo z zmanjšanim zanašanjem proizvajalca Albuz AVI 80 015 C. Skupno smo izvedli 6 različnih nastavitvev, ki so vključevale različne izvedbe šob, hitrost škropljenja in posledično porabo vode na hektar. Vse nastavitve na pršilniku in tehnični podatki so prikazani v preglednicah 1-6.

Preglednica 1 : Nastavitev 1

Leva stran pršilnika	Desna stran pršilnika
1 šoba ATR oranžna	1 šoba ATR oranžna
1 šoba ATR rumena	1 šoba ATR rumena

Preglednica 2: Nastavitev 2

Leva stran pršilnika	Desna stran pršilnika
1 šoba ATR rumena	1 šoba ATR rumena
7 šob ATR rjava	7 šob ATR rjava

6 šob ATR rjava	6 šob ATR rjava
Tehnični podatki pri škropljenju	
Poraba vode	340 l/ha
Hitrost škropljenja	6,5 km/h
Tlak škropljenja	10,0 bar
Medvrstna razdalja	3,2 m
Vrtilna frekvenca priključne gredi	450 o/min

Tehnični podatki pri škropljenju	
Poraba vode	330 l/ha
Hitrost škropljenja	6,5 km/h
Tlak škropljenja	10,0 bar
Medvrstna razdalja	3,2 m
Vrtilna frekvenca priključne gredi	450 o/min

Preglednica 3: Nastavitev 3

Preglednica 4: Nastavitev 4

Leva stran pršilnika	Desna stran pršilnika
1 šoba ATR oranžna	1 šoba ATR oranžna
1 šoba ATR rumena	1 šoba ATR rumena
6 šob ATR rjava	6 šob ATR rjava
Tehnični podatki pri škropljenju	
Poraba vode	340 l/ha
Hitrost škropljenja	6,5 km/h
Tlak škropljenja	10,0 bar
Medvrstna razdalja	3,2 m
Vrtilna frekvenca priključne gredi	450 o/min

Leva stran pršilnika	Desna stran pršilnika
1 šoba ATR oranžna	1 šoba ATR oranžna
1 šoba ATR rumena	1 šoba ATR rumena
6 šob ATR rjava	6 šob ATR rjava
Tehnični podatki pri škropljenju	
Poraba vode	180 l/ha
Hitrost škropljenja	12,0 km/h
Tlak škropljenja	10,0 bar
Medvrstna razdalja	3,2 m
Vrtilna frekvenca priključne gredi	480 o/min

301

Preglednica 5: Nastavitev 5

Preglednica 6: Nastavitev 6

Leva stran pršilnika	Desna stran pršilnika
3 šobe AVI 015	3 šobe AVI 015
5 šob ATR rjava	5 šob ATR rjava

Leva stran pršilnika	Desna stran pršilnika
3 šobe AVI 015	3 šobe AVI 015
5 šob ATR rjava	5 šob ATR rjava

Tehnični podatki pri škropljenju	
Poraba vode	370 l/ha
Hitrost škropljenja	6,5 km/h
Tlak škropljenja	10,0 bar
Medvrstna razdalja	3,2 m
Vrtilna frekvenca priključne gredi	450 o/min

Tehnični podatki pri škropljenju	
Poraba vode	180 l/ha
Hitrost škropljenja	12,0 km/h
Tlak škropljenja	10,0 bar
Medvrstna razdalja	3,2 m
Vrtilna frekvenca priključne gredi	480 o/min

Po škropljenju smo WSP lističe pobrali in jih dali v analizo na Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije v Žalcu. Z napravo za zajem in analizo slik Optomax V. Image Analyser smo analizirali odstotek pokritosti in število odtisov kapljic na 1 cm². Na posameznem WSP smo izvedli tri meritve.

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

302

Pri nastavitvi 1 smo dosegli zelo slabo pokritost na vrhu drevesa na levi strani od pršilnika oz. na levi vrsti (0,9 %) (preglednica 7). V povprečju je bila dosežena višja pokritost na desni vrsti, saj se aksialni ventilator vrti v desno stran in zaradi tega je tudi volumski pretok zraka nekoliko višji na desni strani. Predvidevamo, da je zaradi tega prišlo do višje pokritosti na desni vrsti. Na ostalih višinah je bila pokritost s škropilno tekočino dobra. Tudi število odtisov kapljic je bilo pri nastavitvi 1 dovolj veliko, le na merilnem mestu 3 na desni strani in na merilnem mestu 6 (vrh drevesa) je bilo majhno število odtisov kapljic (22 oz. 28). Na vrhu drevesa je to razumljivo zaradi zelo slabe pokritosti na levi vrsti, medtem ko je na mestu 3 na desni strani prišlo do združevanja odtisov kapljic na WSP lističu zaradi visoke pokritosti (69 %) in merilna naprava to zazna. Pri nastavitvi 2 smo na vrhu uporabili ATR rumeno šobo (1,03 l/min pri 10 bar), ki ima manjši volumski pretok kot ATR oranžna šoba (1,39 l/min pri 10 bar). Zaradi tega smo na vrhu dobili nižjo pokritost kot pri nastavitvi 1, predvsem na levi vrsti, kjer pokritosti s škropilno tekočino praktično ni bilo. Na levi strani smo dobili slabšo pokritost na mestih 2, 4 in 5. Na vseh merilnih mestih 1-6 je bilo na desni vrsti višja pokritost kot na levi vrsti. Pri nastavitvi 2 na levi vrsti na vrhu ni bilo odtisov kapljic, medtem ko je na desni strani na mestu 5 prišlo do združevanja odtisov kapljic na WSP listku (37 odtisov na 1 cm²) kljub zelo dobri pokritosti (62,4 %) (preglednica 8).

Preglednica 7: Odstotek pokritosti in število odtisov kapljic na 1 cm² pri nastavitvi 1

Položaj	Odstotek pokritosti (%)	
	Levo	Desno
1-vrh drevesa	0,9	38,0
2	60,0	46,8

Preglednica 8: Odstotek pokritosti in število odtisov kapljic na 1 cm² pri nastavitvi 2

Položaj	Odstotek pokritosti (%)	
	Levo	Desno
1-vrh drevesa	0,1	19,0
2	9,7	53,2

3	19,0	69,1
4	21,6	17,8
5	27,8	57,2
6-sp. del drevesa	46,6	56,0
Št. odtisov kapljic na cm ²		
Položaj	Levo	Desno
1-vrh drevesa	28	140
2	57	100
3	147	22
4	154	135
5	215	65
6-sp. del drevesa	113	81

3	25,8	46,4
4	14,7	33,1
5	12,6	62,4
6-sp. del drevesa	24,2	49,0
Št. odtisov kapljic na cm ²		
Položaj	Levo	Desno
1-vrh drevesa	4	138
2	130	77
3	160	103
4	164	143
5	172	37
6-sp. del drevesa	181	95

Nastavitev 3 je enaka nastavitvi 1. Tudi v tem primeru smo dosegli nizko pokritost na levi strani zgoraj (7,4 %) (preglednica 9). Število odtisov kapljic na 1 cm² je bilo nizko na mestu 6 na spodnjem delu drevesa, kjer je kljub odlični pokritosti (78 oz. 66 %) prišlo do združevanja kapljic na WSP listku. Pri nastavitvi 4 smo skoraj podvojili hitrost škropljenja iz 6,5 km/h na 12,0 km/h, medtem ko so ostali parametri (šobe, tlak, vrtilna frekvenca) ostali nespremenjeni. S tem smo znižali porabo vode iz 340 l/ha na 180 l/ha. To se je odrazilo tudi na slabši pokritosti s škropilno tekočino glede na nastavitev 3 na glavnini merilnih mest. Pokritost nižjo od 15 % smo dosegli na mestu 1 levo in desno, na mestu 3 levo, na mestu 4 levo in desno ter na mestu 5 levo. Očitno je hitrost prevelika, da bi dosegli boljšo pokritost. Število odtisov kapljic na 1 cm² se je pri nastavitvi 4 gibalo od 80 do 172 (preglednica 10).

303

Preglednica 9: Odstotek pokritosti in število odtisov kapljic na 1 cm² pri nastavitvi 3

Položaj	Odstotek pokritosti (%)	
	Levo	Desno
1-vrh drevesa	7,4	31,1
2	50,1	41,9
3	68,5	38,1
4	26,0	25,0
5	57,6	13,9
6-sp. del drevesa	78,3	66,1
Št. odtisov kapljic na cm ²		
Položaj	Levo	Desno
1-vrh drevesa	127	156
2	94	144
3	29	158
4	165	151
5	50	158
6-sp. del drevesa	9	45

Preglednica 10: Odstotek pokritosti in število odtisov kapljic na 1 cm² pri nastavitvi 4

Položaj	Odstotek pokritosti (%)	
	Levo	Desno
1-vrh drevesa	14,3	11,0
2	25,8	22,3
3	10,5	28,3
4	8,2	6,7
5	12,9	20,5
6-sp. del drevesa	37,1	23,3
Št. odtisov kapljic na cm ²		
Položaj	Levo	Desno
1-vrh drevesa	166	109
2	158	136
3	123	163
4	148	80
5	136	171
6-sp. del drevesa	165	172

Pri nastavitvi 5 smo uporabili zgoraj na pršilniku po 3 špranjaste šobe z zmanjšanim zanašanjem AVI 80 015. Dosegli smo dobre pokritosti na večini merilnih mest, le na mestu 1 na desni je bila pokritost 10 % in na mestu 4 na levi 12,6 %. Na mestu 6 na levi in desni je bilo majhno število odtisov kapljic na 1 cm² kljub zelo dobri pokritosti (preglednica 11). Kot omenjeno zgoraj je prišlo do združevanja kapljic na WSP listku. S povečanjem vozne hitrosti iz 6,5 km/h na 12,0 km/h pri nastavitvi 6 se je pokritost precej znižala, kar je bilo pričakovano (preglednica 12). Na mestu 1 levo in desno, na mestu 2 desno, na mestu 4 levo in na mestu 5 desno je znašala pokritost manj kot 15 %. Deveau (2017) navaja, da mora odstotek pokritosti pri škropljenju s fungicidi in insekticidi znašati vsaj 15 %, medtem ko mora biti vsaj 85 odtisov kapljic na 1 cm². Pri šobah z zmanjšanim zanašanjem je manjše število odtisov kapljic na cm², zato je bolj pomembno, da so enakomerno razporejene po listu in da dosežemo vsaj 15 % pokritost površine lista. Zelo nizko število odtisov kapljic na 1 cm² je bilo na mestu 1 desno, in sicer le 17.

Preglednica 11: Odstotek pokritosti in število odtisov kapljic na 1 cm² pri nastavitvi 5

Položaj	Odstotek pokritosti (%)	
	Levo	Desno
1-vrh drevesa	18,1	9,6
2	42,0	31,9
3	29,7	70,1
4	12,6	26,4
5	25,5	59,4
6-sp. del drevesa	70,7	72,1
Položaj	Št. odtisov kapljic na cm ²	
	Levo	Desno
1-vrh drevesa	76	52
2	66	90
3	109	23
4	141	140
5	159	50
6-sp. del drevesa	25	31

Preglednica 12: Odstotek pokritosti in število odtisov kapljic na 1 cm² pri nastavitvi 6

Položaj	Odstotek pokritosti (%)	
	Levo	Desno
1-vrh drevesa	7,4	5,0
2	23,3	12,7
3	21,9	36,4
4	6,9	36,2
5	16,4	8,3
6-sp. del drevesa	22,4	19,0
Položaj	Št. odtisov kapljic na cm ²	
	Levo	Desno
1-vrh drevesa	50	17
2	114	100
3	125	126
4	138	267
5	236	72
6-sp. del drevesa	284	194

304

4 SKLEPI

- Najvišji odstotek pokritosti po celotni rastlini smo dosegli pri nastavitvah 1 in 3.
- Pri tem je znašala poraba vode 340 l/ha, uporabili smo spodaj 6 vrtničnih standardnih šob ATR rjava, sledi šoba ATR rumena in na vrhu ATR oranžna.
- Tlak škropljenja 10,0 bar in hitrost škropljenja 6,5 km/h sta se izkazala kot optimalna.
- S povečanjem hitrosti iz 6,5 km/h na 12,0 km/h se je znižal odstotek pokritosti na vseh merilnih mestih.

- Poraba vode okoli 340 l/ha je zadostna, da dosežemo dobro pokritost na večini merilnih mest, potrebno je le izbrati ustrezne šobe.
- Hitrost škropljenja 12,0 km/h in poraba vode 180 l/ha sta se izkazali kot neustrezni.
- Z uporabo šobe z zmanjšanim zanašanjem AVI 80 015 smo malo izboljšali pokritost na vrhu drevesa.
- Na vrhu drevesa so bile najnižje pokritosti; zaradi tega bi bilo potrebno izbrati šobe z večjim volumskim pretokom.

5 ZAHVALA

Zahvaljujemo se kmetiji Levak za uporabo njihovih strojev in izvedbo poskusa v njihovem sadovnjaku.

6 LITERATURA

- Balsari, P., Herbst, A., Langenakens, J. 2016. Advice for bush and tree crop sprayer adjustment. In: SPISE ADVICE 01/2016. Julius Kühn-Institut.
- Dekeyser, D., Foque, D., Endalew, A.M., Verboven, P., Goossens, T., Hendrickx, N., Nuyttens, D. 2012. Assessment of orchard sprayers using laboratory trials. *Aspects of Applied Biology*, 114: 395-403.
- Deveau J. 2017. How to confirm coverage with water-sensitive paper. *Sprayers 101*. <http://sprayers101.com/confirm-coverage-with-water-sensitive-paper/>.
- Wegener, J.-K., Hörsten, D. von, Pelzer, T., Osteroth, H.J. 2016. Grundlagenuntersuchungen von Einflussparametern auf die Qualität der Vertikalverteilung von Sprühgeräten. *Landtechnik* 71(1): 4-13

**ALTERNATIVNA METODA ZA PREPREČEVANJE POŠKODB BRSTOV
VINSKE TRTE OD GOSENIC RJAVEGA TRAKARJA (*Noctua pronuba*
[Linnaeus, 1758])**

Domen BAJEC¹, Franci BAMBIČ², Andreja PETERLIN³, Karmen RODIČ⁴

¹⁻⁴KGZS, Zavod NM, Služba za varstvo rastlin, Novo mesto

IZVLEČEK

Gosenice metuljev sovk so v vinogradih jugovzhodne Slovenije občasni škodljivci, ki lahko v posameznih letih povzročijo obsežne poškodbe brstov. V zadnjem desetletju se je za prevladujočo škodljivo vrsto pokazal rjavi trakar (*Noctua pronuba* [Linnaeus, 1758]), medtem ko se mali rumeni trakar (*Noctua comes* Hübner, 1813) in blede trakar (*Noctua fimbriata* [Schreber, 1759]) pojavljata manj številčno. Z namenom zmanjšanja prihodnjih škod smo spomladi 2017 in 2018 v vinogradu pri Novem mestu preizkusili učinkovitost metode 'odvrni in pritegni'. Pri alternativnem pristopu varstva smo gosenice od brstov odvrčali z zapraševanjem šparonov in debla vinske trte z mešanico žvepla in apna, v hranjenje na podrosti medvrstnega prostora pa smo jih privabljali s sladkorno raztopino. V teh letih smo podrobno spremljali tudi razvoj škodljivih vrst.

Ključne besede: *Noctua pronuba*, rjavi trakar, odvrni in privabi, vinska trta, gosenice, škoda na brstih

ABSTRACT

**ALTERNATIVE METHOD TO PREVENT GRAPEVINE BUDS DAMAGE BY THE
LARGE YELLOW UNDERWING CATERPILLARS (*Noctua pronuba* [Linnaeus,
1758])**

Noctuid moth caterpillars are in vineyards of south-eastern Slovenia occasional pests, which can in certain years cause an extensive damage on buds. The Large Yellow Underwing (*Noctua pronuba* [Linnaeus, 1758]) appears to be predominant pest through last decade, while the Lesser Yellow Underwing (*Noctua comes* Hübner, 1813) and the Broad-bordered Yellow Underwing (*Noctua fimbriata* [Schreber, 1759]) are recorded in lower numbers. To reduce the future damage, we tested the efficiency of 'push and pull' method during the spring of 2017 and 2018 in a vineyard near Novo mesto. In this alternative approach to vine protection, we diverted caterpillars from the buds by dusting the canes and grapevine trunks with a mixture of sulphur and lime, while attracted them

¹ mag. agr. znan., univ. dipl. inž. agr., Šmihelska c. 14, 8000 Novo mesto

² prav tam

³ dipl. inž. agr. in hort., prav tam

⁴ mag. agr. znan., univ. dipl. inž. agr., prav tam

to feed on undergrowth between the rows with sugar solution. In these years we also closely monitored the development of pest species.

Keywords: *Noctua pronuba*, Large Yellow Underwing, push and pull, grapevine, caterpillars, bud damage

1 UVOD

V obdobju dveh desetletij smo sledili pojavom izstopajočih poškodb na brstih vinske trte, ki jo spomladi z objedanjem povzročijo v največji meri gosenice sovk. Med leti 2000 in 2005 sta od škodljivih vrst prevladovali *Noctua fimbriata* in *Noctua comes*. Zadnje desetletje najdemo ob poškodovanju brstov predvsem gosenice *Noctua pronuba*. Izkušnje iz preteklih poskusov zatiranja z insekticidi in nesmotrnost ročnega odstranjevanja gosenic na večjih zemljiščih, so nas vodili v iskanje drugih alternativnih pristopov.

Pri spremljanju pojava škod in njihovih povzročiteljev smo opazali, da je stopnja poškodovanih brstov v vinogradih, poraščenih v medvrstnem prostoru z zelmi, v primerjavi z golimi ali le s travo poraslimi parcelami opazno nižja. Podobno sta pred tem ugotavljala že Del Rivero in Garcia Marí (1984). Hkrati smo iskali tudi na pristope odvrčanja, s katerih bi gosenice čim bolj učinkovito odvrnili od trsov. Prednost smo dali sredstvom, katera vinogradniki uporabljajo med rednimi agrotehničnimi opravili. Po metodi 'odvrni in pritegni' (angl. 'push-pull'), katero opisujejo Pickett in sod. (2014), smo preučevali tudi način dodatnega privabljanja škodljivih gosenic za intenzivnejše hranjenje v medvrstnem prostoru. O vlogi sladkorja na stimulacijo apetita pri žuželkah govori več avtorjev (Cocco in Glendinning, 2012; Sood s sod., 2013; Glendinning s sod., 2007).

2 MATERIALI IN METODE

Preskušanje alternativnega pristopa smo izvedli v letih 2017 in 2018 na Karteljevem pri Novem mestu, v vinogradu na legi Knežija. Poskusna parcela je bila površine 1,1 ha. Lokacija poskusa je bila v preteklih letih preverjeno pogosto napadena s strani gosenic rodu *Noctua*.

Vinograd je v medvrstnem prostoru poraščen z najljubšimi gostiteljskimi zelnatimi rastlinami škodljivih vrst sovk: navadnim regratom (*Taraxacum officinale*), trobentico (*Primula vulgaris*), navadnim otavčičem (*Leontodon hispidus*), marjetico (*Bellis perennis*), navadnim jagodnjakom (*Fragaria vesca*)....



Sliki 1 in 2: Pogoji za poskusno parcelo je bil poraščen medvrstni prostor, z gostiteljskimi rastlinami rjavega, malega rumenega in bledega trakarja.

Pred izvedbo poskusa smo večkrat preverili pojavnost škodljivih gosenic in opravili preglede poškodovanosti brstov. Tik pred poskusom smo vse poškodovane brste po poskusnih parcelah prešteli in jih zabeležili. Predviden fenološki okvir za izvedbo poskusa je bil v času brstenja vinske trte, stopnja 03-13 po lestvici BBCH, kar se nam je uspešno izteklo. Predviden časovni okvir za izvedbo poskusa: marec / april pa je bil v vsakem letu določen na podlagi začetka zabeleženih poškodb brstov in se je zaradi muhastega vremenskega dogajanja (pozeba) v 2017 in 2018 zamikal na kasnejše datume.

308



Sliki 3 in 4: Vinsko trto smo z namenom odvrčanja škodljivih gosenic sovk zaprašili z mešanico žvepla in apna, v medvrstnem prostoru pa smo za povečanje ješčnosti gosenic nanесли 10% sladkorno raztopino.

Namen poskusa je bil preveriti princip odvrčanja gosenice iz trsov vinske trte in njihovo usmerjanje v intenzivnejše hranjenje na podrast medvrstnega prostora. Alternativen pristop zmanjševanja poškodb na vinski trti temelji na odvrčalnem učinku kombinacije žvepla v prahu in apna v prahu (v razmerju 50:50), ki smo jo nanašali na trte in privabilnim učinkom sladkorne raztopine nanese na podrast v medvrstnem prostoru. Nanos kombinacije žvepla (S_2) in apna ($Ca(OH)_2$) v prahu smo opravili z ročnim

puhalnikom 04.04.2017 in 23.04.2018 in vsakič porabili 5 kg žvepla in 5 kg apna. Za boljši oprijem prašne mešanice na trte smo le-te predhodno poškropili z vodo, kateri smo za zmanjšanje površinske napetosti dodali na 10 l nekaj kapljic detergenta. Na podrast v medvrstnem prostoru smo z namenom spodbujanja ješčnosti gosenic nanесли 10 l 10 % sladkorne raztopine (beli kristalni sladkor, saharoza).

V zasnovi bločnega poskusa smo preučevali dva fiksna dejavnika in eno interakcijo (sladkorna raztopina (10 %) nanescena na podrast med vrste (A); žveplo + apno posipano na trto (B); interakcija (A+B) in kontrola (K)). Poskus je imel tri ponovitve. Medvrstna razdalja: 2 m; razdalja med trsi v vrsti: 0,75 m; dolžina bloka v vrsti: 6 m; število trsov v vrsti bloka: 10; število vrst v bloku: 3; število trsov v bloku: 30.

Vrednotenje poskusa s štejetjem novo nastalih izjedjenih brstov smo opravili 10-14 dni po nanosu. Statistično obdelavo podatkov smo izvedli s programsko opremo Statgraphics Centurion XVII. Pri analizi variance smo upoštevali za odvisno spremenljivko število poškodovanih brstov; dejavniki so bili tretiranje A, B, interakcija A+B in K kot kontrola. S Tukey-evim HSD testom smo vrednotili ali med tretiranjmi pri 95% stopnji zaupanja obstajajo statistično značilne razlike.

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

Za najbolj perspektiven alternativni pristop se je pokazala interakcija nanosa 10 % sladkorne raztopine na podrast v medvrstnem prostoru z zapraševanjem trt s kombinacijo žvepla in apna. V povprečju je bilo število zabeleženih poškodovanih brstov 2,42. Enak rezultat dosežemo tudi v primeru samostojnega zapraševanja trt s kombinacijo žvepla in apna, a je pri tem potrebno preučiti in interpretirati tudi skrajne posamezne vrednosti meritev. V primeru samostojnega nanosa 10 % sladkorne raztopine na podrast v medvrstnem prostoru smo zabeležili 3,33 poškodovane brste. V kontrolnih, netretiranih parcelah, so gosenice poškodovale v povprečju 5,00 brstov.

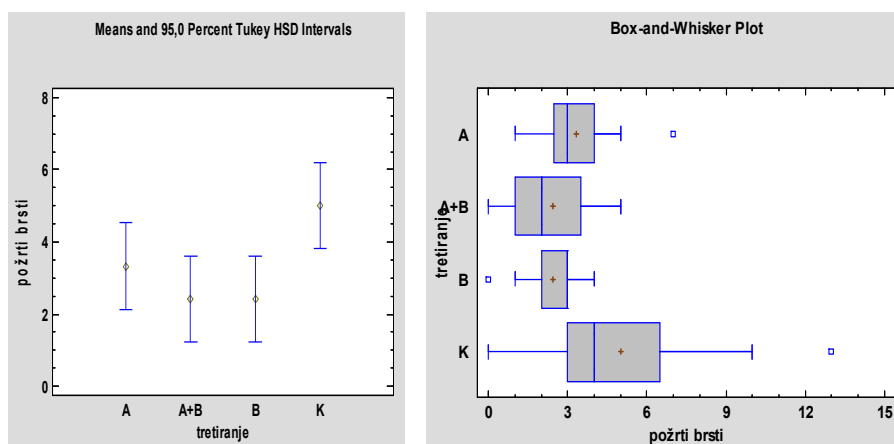
Pri testiranju multiplih rangov po Tukey-u, pri 95% zaupanju, vidimo, da obstajajo statistično značilne razlike med interakcijo A+B, oz. tretiranjem B (zaprševanje trsov z žveplom in apnom) in kontrolo.

Preglednica 1: Vrednotenje statistično značilnih razlik po Tukey-evem HSD testu (95% stopnja zaupanja).

<i>tretiranje</i>	<i>število</i>	<i>povprečje</i>	<i>homogena skupina</i>
A+B	12	2,41667	X
B	12	2,41667	X
A	12	3,33333	XX
K	12	5,0	X
<i>primerjava</i>	<i>značilna</i>	<i>razlika</i>	<i>+/- meje</i>
A - A+B		0,916667	2,38437
A - B		0,916667	2,38437
A - K		-1,66667	2,38437
A+B - B		0	2,38437
A+B - K	*	-2,58333	2,38437
B - K	*	-2,58333	2,38437

* označuje statistično značilno razliko

Tudi na slikah 5 in 6 vidimo, da se interakcija na trte nanešene žvepleno – apnene mešanice in po podrasti tretiranih zeli z 10 % sladkorno raztopino povsem razlikujeta od rezultatov kontrole. Medtem, ko med samostojnim tretiranjem podrasti z 10 % raztopino in kontrolo statistično značilne razlike ni videti.



310

Sliki 5 in 6: Prikaz razporeditve povprečnih vrednosti poškodovanih brstov po HSD intervalih in lastnosti razporeditve poškodovanih brstov pri različnih obravnava (tretiranje).

Preglednica 2: Vrednotenje statistično značilnih razlik po Tukey-evem HSD testu (95% stopnja zaupanja).

leto	<i>povprečne vrednosti</i>							
	A		A+B		B		K	
	Št. pošk. brstov	Standardna deviacija	Št. pošk. brstov	Standardna deviacija	Št. pošk. brstov	Standardna deviacija	Št. pošk. brstov	Standardna deviacija
2017	* 7,7500 0	8,47590	6,2500 0	4,37191	8,3333 3	3,55050	12,1667 0	5,90583
2018	3,3333 3	1,5570	2,4166 7	1,62135	2,4166 7	1,08362	5,00000	3,59292

Opomba: * Opazi se odstopanje v obliki verjetnostne porazdelitve, ki je asimetrična. To opozori na možne nepravilnosti v podatkih. Pojasnilo dobimo v opazovanjih, ki potrjujejo, da je bilo v poskusnem polju s tretiranjem A neobičajno visoko število poškodovanih brstov. Te parcele so bile v letu 2017 na robu poskusnega polja bolj izpostavljene vpadom divjadi.

Pri obravnavi rezultatov po posameznih letih je razvidno, da so stopnje poškodovanih brstov lahko različne. Zastopanost in gostota populacije metuljev sovč vrst rjavi, mali rumeni in blede trakar je odvisna od okoljskih razmer. Pri njihovem dolgoletnem opazovanju smo jih zasledili vsako leto, a v različni številčnosti. Na območju jugovzhodne Slovenije prispevajo h gostoti populacij lokalno prisotni osebk in osebk,

ki migrirajo iz južnejših predelov. Tako je v letu 2017 v kontroli v povprečju zabeleženih 12,17 poškodovanih brstov, leto kasneje pa je bila stopnja poškodb manjša, povprečno 5,00 poškodovanih brstov.

V statistični obdelavi se v drugi ponovitvi poskusa za leto 2018 ne zazna vpliva drugih dejavnikov, ki bi lahko ustvarjali poškodbe na brstih (v letu 2017 je to bila srnjad).

Posebnost izvedbe poskusa v letu 2017 je tudi izrazito intenzivno hranjenje gosenic na sveže odrezanih rozgah, ki so ležale na tleh (trsi so bili obrezani en dan pred izvedbo poskusa), zlasti na površini tretirani z 10 % sladkorno raztopino. Tam so odrezanim rozgam gosenice v celoti poškodovale brste. Ta del poskusa je bil povsem nepričakovan in ga ni bilo mogoče statistično vrednotiti.

311



Slika 7: Sveže odrezane rozge so bile na površini tal tretirani s sladkorno raztopino ob vrednotenju poskusa najdene s popolnoma vsemi objedenimi brsti.

4 SKLEPI

S poskusom smo potrdili domnevo, da se lahko z alternativno metodo uspešno zmanjša posledice napada gosenic sovk. Za najuspešnejši pristop se je pokazalo kombiniranje odraščanja z zapraševanjem mešanice žvepla in apna v prahu ter privabljanja gosenic sovk v podrast medvrstnega prostora z nanosom sladkorne raztopine. Ravno tako je bilo uspešno samostojno odvrščanje z uporabo mešanice žvepla v prahu in apna. Ob tem smo opazili, da se v posameznih letih okoljski dejavniki precej spreminjajo in različno vplivajo na izvedbo poskusa. Zato je le tega smiselno nadaljevati več let.

6 ZAHVALA

Zahvaljujemo se Kleti Zajc (Vina Zajc, Pod trško goro 1, Novo mesto), ki nam je na svojem posestvu Knežija omogočila izvajanje poskusov.

5 LITERATURA

Cocco, N., Glendinning, J. I. 2012. Not all sugars are created equal: some mask aversive tastes better than others in an herbivorous insect. The Company of Biologists Ltd. The Journal of Experimental Biology 215, 1412-1421.

- Del Rivero, J. M., Garcia Mari, F., 1984. Orugas que atacan a las yemas de las cepas y su control- Climbing cutworms which damage grape buds and their control. La semana vitivinicola. 341-347.
- Glendinning, J. I., Jerud, A., Reinherz A. T. 2007. The hungry caterpillar: an analysis of how carbohydrates stimulate feeding in *Manduca sexta*. The Company of Biologists. The Journal of Experimental Biology 210, 3054-3067.
- Pickett, J.A., Woodcock, C.M., Midega, A.O. C., Khan, Z.R. 2014. Push–pull farming systems. Current Opinion in Biotechnology. 26:125–132
- Sood P., Choudhary A., Chandra S., Prabhakar C. S., Mehta P. K. 2013. Effect of feeding stimulants on the insecticidal properties of *Pieris brassicae* granulovirus (PbGV) against *Pieris brassicae*. Phytoparasitica. DOI 10.1007/s12600-013-0327-8
- Statgraphics Technologies, Inc. 2017. <http://www.statgraphics.com/centurion-xviii>

ASSESSING THE NEMATOCIDAL ACTIVITY OF *Bacillus firmus* STRAINS

Nik SUSIČ¹, Saša ŠIRCA², Polona STRAJNAR³, Barbara GERIČ STARE⁴

¹⁻⁴ Plant Protection Department, Agricultural Institute of Slovenia, Ljubljana

ABSTRACT

313

Root-knot nematodes (RKN) from the genus *Meloidogyne* are considered the most important group of the plant-parasitic nematodes, being able to parasitize a wide range of host plants. Field infestations lead to economic damage due to reduction or loss of crop yield. Different types of chemical nematicides are used for RKN control – most of them classified as fumigants, carbamates or organophosphates. Many chemical nematicides are no longer being used due to the high toxicity and are being replaced by the new generation of active ingredients such as fluopyram, bacterial secondary metabolites (avermectins), and biological agents such as fungi (*Pochonia chlamydosporium*, *Myrothecium verrucaria*, *Purpureocillium lilacinus*, *Trichoderma* spp., *Metarhizium* spp.) and bacteria (*Pasteuria* spp., *Bacillus* spp.). We evaluated the nematocidal activity of *Bacillus firmus* strains in *in vitro* and in pot experiments. Assessment of *in vitro* activity of three *B. firmus* strains against *Meloidogyne incognita* and *M. luci* showed comparable reduction in number of hatched and motile larvae for both species. Three different *B. firmus* strains exhibited different rate of nematocidal activity, with strain ZZV12-4809 isolated from garden soil being the most effective. *In vitro* egg-hatching in the presence of bacterial culture was up to 100 % lower in comparison to control treatment, while up to 77.9 % lower in the presence of washed bacterial cells. In pot experiments we evaluated the nematocidal activity of two most effective *B. firmus* strains - ZZV12-4809 and I-1582 isolated from bionematicide VOTiVO® (Bayer CropScience) and compared them to the untreated control, to the chemical nematicide Velum® Prime (Bayer) and to the bionematicide VOTiVO®. The reproduction factor (R_f) of *M. luci* determined at the end of experiment was up to 62 % lower in tomato plants where *B. firmus* was added compared to untreated control. All tested strains showed nematocidal activity; in *in vitro* experiments *B. firmus* ZZV12-4809 was the most effective, while in pot experiments strain I-1582 showed highest nematocidal activity.

Key words: *Bacillus firmus*, *Meloidogyne*, nematocidal activity, biological control agent

¹ mag. biotehnol., Hacquetova ulica 17, SI-1000 Ljubljana, Slovenia, e-mail: nik.susic@kis.si

² dr., prav tam

³ dr., prav tam

⁴ dr., prav tam

IZVLEČEK

OVREDNOTENJE NEMATICIDNE AKTIVNOSTI SEVOV BAKTERIJE *Bacillus firmus*

Ogorčice koreninskih šišk (RKN) iz rodu *Meloidogyne* so najpomembnejša skupina rastlinsko-parazitskih ogorčic, saj zajedajo širok spekter gostiteljskih rastlin. Namnožitev RKN na njivi privede do gospodarske škode zaradi zmanjšanja ali izpada pridelka. RKN je mogoče zatirati z različnimi tipi kemičnih nematicidov, ki jih povečini uvrščamo med fumigante, karbamate ali organske fosforjeve estre. Mnogi kemični nematicidi niso več v uporabi zaradi visoke toksičnosti, nadomeščajo jih nove generacije učinkovin, kot so fluopiram, sekundarni metaboliti bakterij (avermektini) ter bionematicidi na podlagi gliv (*Pochonia chlamydosporium*, *Myrothecium verrucaria*, *Purpureocillium lilacinus*, *Trichoderma* spp., *Metarhizium* spp.) in bakterij (*Pasteuria* spp., *Bacillus* spp.). Ovrednotili smo nematicidno učinkovitost bakterijskih sevov *Bacillus firmus* v *in vitro* in lončnih poskusih. Vrednotenje *in vitro* aktivnosti treh sevov *B. firmus* proti RKN vrst *Meloidogyne incognita* in *M. luci* je pri obeh vrstah pokazalo primerljivo zmanjšanje števila izleženih in motilnih ličink. Opazili smo razlike v delovanju različnih sevov *B. firmus*, in sicer se je kot najbolj učinkovit izkazal sev *B. firmus* ZZV12-4809, izoliran iz vrtnih tal. Izleganje jajčec *in vitro* je bilo do 100 % nižje v primerjavi s kontrolo v obravnavanju, kjer smo jajčecem ogorčic dodali bakterijsko kulturo, do 77,9 % nižje pa ob dodatku spranih bakterijskih celic. V lončnih poskusih smo ovrednotili nematicidno učinkovitost dveh sevov *B. firmus* - ZZV12-4809 ter seva I-1582 izoliranega iz bionematicida VOTIVO® (Bayer CropScience), ter ju primerjali s kontrolami brez tretiranja ter z delovanjem kemičnega nematicidom Velum® Prime (Bayer) oz. bionematicidom VOTIVO®. V lončnih poskusih smo s štejem jajčec ob koncu poskusa določali reprodukcijski faktor (Rf) RKN *M. luci*, ki je bil do 62 % nižji pri rastlinah paradižnika, tretiranih z *B. firmus*, v primerjavi z netretirano kontrolo. Vsi testirani sevi *B. firmus* so pokazali nematicidno aktivnost; v *in vitro* poskusih je bil najbolj učinkovit *B. firmus* ZZV12-4809, v lončnih poskusih pa sev I-1582.

Ključne besede: *Bacillus firmus*, *Meloidogyne*, nematicidna aktivnost, biotični agens

1 INTRODUCTION

Plant-parasitic nematodes (PPNs) are prolific pests of many economically important crop plants causing significant yield losses of over \$100 billion per year. Considering the yield loss and because of their broad range of host plants, root-knot nematodes (RKNs) of the genus *Meloidogyne* are the most damaging of all plant-parasitic nematodes (Fuller et al. 2008). *Meloidogyne* spp. are soil-borne root pathogens that interfere with the normal uptake of nutrients and water into the plant by causing deformities of the root tissue – root galls. Chemical nematicides, many of which are toxic for the environment and human health are still the primary method used to control PPNS (Geng et al. 2016). Most of chemical nematicides are classified as fumigants, carbamates or organophosphates (Compendium of Pesticide Common Names, Nematicides, available at: http://www.alanwood.net/pesticides/class_nematicides.html). Out of these, many are

no longer approved for use due to the high toxicity and are being replaced by the new generation of active ingredients such as fluopyram, bacterial secondary metabolites (avermectins), and biological agents such as fungi (*Pochonia chlamydosporium*, *Myrothecium verrucaria*, *Purpureocillium lilacinus*, *Trichoderma* spp., *Metarhizium* spp.) and bacteria (*Pasteuria* spp., *Bacillus* spp.). Biological pesticides have become an important part of environmentally friendly pest management applications. Rhizobacterium *Bacillus firmus* is one of the most widely used agents in bionematicide preparations. Because of the scarcity of research having been done on *B. firmus* nematode-virulence factors, there is a clear need to further understand the ecology and mode of action of *B. firmus* when used as a bionematicide (Tian et al. 2007). Direct antagonism has been observed for different *Bacillus* species. Most rhizobacteria act against PPNs by means of various secondary metabolites, enzymes and toxins. The effects of these toxins can include suppression of nematode reproduction, eggs hatching and juvenile survival, as well as direct mortality of nematodes (Geng et al. 2016; Tian et al. 2007; Lian et al. 2007). Various *Bacillus* spp. proteases were shown to severely degrade nematode cuticle or internal body structures (Geng et al. 2016; Lian et al. 2007).

The aim of our investigation was to assess antagonistic *in vitro* and *in vivo* activity of three different *B. firmus* strains against the root-knot nematodes *Meloidogyne incognita* and *M. luci*.

315

2 MATERIALS AND METHODS

In *in vitro* experiments, three different *B. firmus* strains were tested for the nematicidal activity against *M. incognita* and *M. luci*. *B. firmus* strain I-1582 was isolated from the VOTIVO® (Bayer CropScience, Germany) formulation containing the bacteria, while *B. firmus* ZZV12-4809 and *B. firmus* ZZV12-4810 strains were isolated from pea (*Pisum sativum*) rhizosphere in the garden in Maribor, Slovenia. Nematode-eggs suspensions were prepared by harvesting egg-masses from the infested tomato (*Solanum lycopersicum* 'Val') roots as described by Hussey and Barker (1973). Eggs were then surface sterilised in 1% (v/v) sodium hypochlorite (NaClO; Kemika, Croatia) aqueous solution and placed on sterile 24-well microplates in concentration of 100 eggs per well. Bacteria were cultured in Luria-Bertani (LB) broth at 22°C with shaking at 130 rpm until reaching the culture density of approximately 1.5×10^8 CFU/ml (OD₆₀₀ of 1 – 1.5). Bacterial culture was used to prepare three different treatments for testing the nematicidal activity on nematode eggs: unprocessed bacterial culture (B); bacterial culture filtrate (F); and washed bacterial cells - pelleted bacterial cells resuspended in phosphate buffer (W). Experiment was conducted four times using *M. incognita* and once using *M. luci*, with four replicates per treatment. The number of hatched second-stage (J2) juveniles was recorded under a stereomicroscope Nikon SMZ800 (Nikon, Japan) and compared to control treatments in sterile water, phosphate buffer and sterile fresh LB medium after 10 days at 23°C. The motility of hatched J2 larvae was inspected by shaking or probing with a fine nematological needle.

For *in vivo* pot experiments, tomato hybrid 'Horus F1' seeds (L'Ortolano, Italy) were surface sterilised in 3% NaClO and seeds were then either coated only with 2% (w/v) aqueous solution of carboxymethyl cellulose (CMC; Sigma-Aldrich, Germany) or with CMC and 2×10^6 bacterial spores. CMC was added for spore adhesion to the seed

surface as described by Razinger et al. (2018). Coated tomato seeds were potted in sterile 11 cm-diameter polypropylene pots ($V = 1.3$ L) with sterile substrate. Procedures for substrate mixture preparation, use of fertilizers during the experiment, final eggs counting and calculation of nematode reproduction factor (R_f) are described in details in Susič et al. (2018). After 35 days, tomato plants were inoculated with 4×10^3 *M. luci* eggs (equalling 3 eggs / cm^3 of substrate). Nematode-infested plants were subjected to 5 treatments with 4 biological replicates per treatment as follows: plants treated with VOTIVO® formulation (B1) according to manufacturers' instructions; *B. firmus* strain I-1582 previously isolated from VOTIVO® formulation (B2); *B. firmus* strain ZZV12-4809 (B3); chemical nematicide Velum® Prime (Bayer) according to manufacturer's instructions (B4, positive control); and untreated plants (B5, negative control). The experiment was conducted in duplicate in the controlled environment in the growth chamber (GC) DPC-420 (Kambič, Slovenia) at 23°C, 12 h/day illumination, 60% relative humidity (Rh); and in the glasshouse (GH) at the Agricultural Institute of Slovenia (Ljubljana, Slovenia) from January to April 2017. The pot experiments were terminated 50 days after nematode inoculation (DAI) when *M. luci* was expected to complete the first developmental cycle. At the end of the experiments, rhizospheric samples were collected and sporogenic bacteria were isolated (adapted from Földes et al. 2000; and Agrawal et al. 2013). Pure bacterial cultures were identified by 16S rRNA sequencing (Bandi et al. 1994). The following parameters were recorded at the end of the experiment: total number of nematode eggs, R_f , total root weight, and galling index (using the scale from 0 – no infestation, healthy plant and roots; to 10 – heavy infestation, plant and roots dead; Zeck et al. 1971). The data for parameters: galling index, total number of nematode eggs per plant, eggs per gram of roots, R_f , were normalised with Box-Cox transformation, while the data for total root weight from GC-replicated pot experiment were normalised with log-transformation (due to the zero lambda value ($\lambda=0$) obtained in Box-Cox). The data from *in vitro* experiments did not need normalisation, except for the *M. luci* treated with *B. firmus* ZZV12-4809 data subset. Normalised data were then statistically analysed with ANOVA and subsequently (where statistically significant) with Tukey's HSD (Honest Significant Difference) test at $\alpha=0.05$ to separate means. Due to unequal variances between groups, the data for the total number of nematode eggs per plant, eggs per gram of roots, and R_f in GH-replicated pot experiment, were analysed with Welch's ANOVA and Games-Howell test. Statistical analyses were performed with R (R Core Team, 2018).

3 RESULTS AND DISCUSSION

In *in vitro* experiments, inhibitory effect on nematode-eggs hatching and larvae motility was observed with all tested bacterial strains and in all three tested treatments. The effect was the most significant in treatment B (Table 1) where unprocessed bacterial cultures were added to the nematode eggs. Different *B. firmus* strains displayed different levels of antagonistic activity; *B. firmus* ZZV12-4809 achieved the highest inhibition of J2 larvae hatching and strain I-1582 the lowest. Treatments F (bacterial culture filtrate) and W (bacterial cells washed in phosphate buffer) were included to discern the nature of inhibitory action in *B. firmus*. Both, treatments F and W, showed comparatively similar inhibition strength in hatching of

M. incognita and *M. luci*, which was lower in strength than in treatment B. As this nematicidal effect was shown for both treatments W and F, we presume that molecules secreted by bacterial cells play a role in nematicidal activity as well as the bacterial cells themselves. *B. firmus* I-1582 seemed to be more effective against *M. luci* than *M. incognita* (Table 1). As different bacterial strains exhibited different levels of antagonistic activity the same nematode-virulence factor(s) might be expressed at different rates in different strains; or a spectrum of nematode-virulence factors differ between strains of *B. firmus*.

Table 1: Results of *in vitro* experiments testing the potential of three different *Bacillus firmus* strains for inhibition of eggs hatching of two *Meloidogyne* species under treatments: B (bacterial cultures), W (washed bacterial cells) and F (bacterial culture filtrates). Data for inhibition of eggs hatching (%) presented as averages with the standard error of the mean (\pm SE), ANOVA statistic and Tukey's HSD results. Means sharing a letter are not significantly different at $p < 0.05$.

Nematode	Treatment	Bacterial strains		
		<i>B. firmus</i> I-1582	<i>B. firmus</i> ZZV12-4809	<i>B. firmus</i> ZZV12-4810
<i>M. incognita</i>	B	71.1 \pm 9.1 a	97.9 \pm 0.8	97.4 \pm 1.2
	W	27.4 \pm 7.0 b	78.9 \pm 6.7	55.8 \pm 13.7
	F	14.5 \pm 13.7 b	77.9 \pm 8.0	54.7 \pm 14.9
	ANOVA statistics	$F_{2,9}=8.53, p=0.008$	$F_{2,9}=3.51, p=0.075$	$F_{2,9}=4.33, p=0.05$
<i>M. luci</i>	B	86.4 \pm 1.9 a	100.0 \pm 0.0 a	96.4 \pm 2.2 a
	W	39.5 \pm 10.9 b	72.7 \pm 5.9 b	52.3 \pm 3.9 b
	F	54.5 \pm 6.9 b	68.2 \pm 0.0 b	38.6 \pm 2.3 c
	ANOVA statistics	$F_{2,9}=11.66, p=0.003$	$F_{2,9}=249.17, p<0.001$	$F_{2,9}=125.47, p<0.001$

Within *in vivo* pot experiments, the original VOTiVO® formulation was tested in parallel with the *B. firmus* I-1582 isolated from this bionematicide in order to account for any additional effects caused by various additives, rather than the *B. firmus* bacteria included in the formulation. Additionally, only *B. firmus* ZZV12-4809 was chosen out of the two rhizosphere strains isolated in Maribor since it exhibited higher inhibitory effect on nematode-eggs hatching in the *in vitro* experiments. Results of the in pot experiments showed that all *Bacillus*-based treatments (i.e. treatments B1, B2 and B3) failed to reduce the overall root galling caused by the *M. luci* infestation (Table 2). Differing results, however, were obtained when total number of nematode eggs per plant, eggs per gram of roots, and corresponding R_f in *B. firmus* treatments were calculated and compared to controls. The reproduction factor (R_f) of *M. luci* determined at the end of the experiment was up to 62% lower in tomato plants where *B. firmus* was added compared to untreated control (Table 2). Our results revealed that observing galling index only would not be sufficient for thorough evaluation of *B. firmus* virulence effects to RKN. Both *B. firmus* I-1582 and ZZV12-4809 strains

inhibited the formation of nematode eggs, with strain I-1582 showing somewhat higher inhibitory action against *M. luci* than ZZV12-4809. At the end of the experiment, sporogenic bacteria were isolated from all rhizosphere samples from *Bacillus*-based treatments (i.e. B1, B2 and B3). PCR amplification and subsequent 16S rRNA sequencing showed that the isolated bacteria belonged to the genus *Bacillus* thus indicating that the bacteria added in treatments B1, B2 and B3 were able to colonise the tomato rhizosphere during the course of the experiments. Differences in RKN reproduction potential and *B. firmus* performance were observed between the experimental duplicates in the growth chamber and in the glasshouse (Table 2). Nematode reproduction factors were comparatively lower in the growth chamber than in the glasshouse. In the glasshouse, more days with temperatures above 23°C positively influenced the reproduction of RKN. *B. firmus* ZZV12-4809 performed comparably in both experiments while the performance of the VOTiVO® and isolated strain I-1582 was inconsistent between the two experiments (Table 2).

Table 2: Results of pot experiments testing the efficacy of *Bacillus firmus* to control the *Meloidogyne luci* infestation in tomato in the growth chamber (GC) and the glasshouse (GH). Data presented as averages from 4 biological replicates with the standard error of the mean (\pm SE), ANOVA statistic and Tukey's HSD results. Means sharing a letter are not significantly different at $p < 0.05$. Treatments: B1 - VOTiVO®, B2 - *B. firmus* I-1582, B3 - *B. firmus* ZZV12-4809, B4 - Velum® Prime (positive control) and B5 - untreated plants (negative control).

318

Treatment	Galling index	Number of eggs/plant ($n \times 10^5$)	Number of eggs/g roots ($n \times 10^3$)	Reproduction factor (R_f)	Root weight (g)
B1 (GC)	3.5 \pm 0.3 a	1.3 \pm 0.3 ab	0.73 \pm 0.14 ab	33.3 \pm 6.7 ab	18.1 \pm 0.4
B2 (GC)	2.5 \pm 0.5 a	0.8 \pm 0.1 b	0.39 \pm 0.06 b	18.8 \pm 3.6 b	19.1 \pm 2.3
B3 (GC)	3 \pm 0.0 a	1.4 \pm 0.2 ab	0.63 \pm 0.04 ab	35.5 \pm 3.9 ab	22.4 \pm 1.8
B4 (GC)	0 \pm 0.3 b	0.01 \pm 0.0003 c	0.006 \pm 0.002 c	0.3 \pm 0.1 c	20.5 \pm 2.1
B5 (GC)	3.5 \pm 0.3 a	2.0 \pm 0.2 a	0.93 \pm 0.17 a	49.6 \pm 4.6 a	22.4 \pm 2.7
ANOVA statistics	$F_{4, 15}=19.98$, $p<0.001$	$F_{4, 15}=105.52$, $p<0.001$	$F_{4, 15}=81.64$, $p<0.001$	$F_{4, 15}=105.52$, $p<0.001$	$F_{4, 15}=0.911$, $p=0.48$
B1 (GH)	3 \pm 0.3 a	1.4 \pm 0.5 ab	0.69 \pm 0.15 ab	35.6 \pm 12.0 ab	18.2 \pm 4.5
B2 (GH)	3.5 \pm 0.3 a	2.4 \pm 0.2 a	1.04 \pm 0.13 a	59.2 \pm 5.4 a	23.3 \pm 2.0
B3 (GH)	3 \pm 0.0 a	2.8 \pm 0.2 a	1.00 \pm 0.12 a	68.7 \pm 5.2 a	28.3 \pm 2.1
B4 (GH)	0 \pm 0.0 b	0.02 \pm 0.02 b	0.008 \pm 0.006 b	0.6 \pm 0.4 b	27.5 \pm 1.6
B5 (GH)	3 \pm 0.3 a	3.4 \pm 0.3 a	1.51 \pm 0.20 a	85.5 \pm 7.7 a	23.8 \pm 3.3
ANOVA statistics	$F_{4, 15}=48.75$, $p<0.001$	$F_{4, 6.05}=76.50$, $p<0.001$	$F_{4, 6.02}=38.86$, $p=0.0002$	$F_{4, 6.05}=76.50$, $p<0.001$	$F_{4, 15}=1.96$, $p=0.15$

Inconsistent performance of biological control agents in *in vitro* and *in vivo* systems has been observed previously. For example, *B. firmus* I-1582 was reported to give

inconsistent results in the management of the soybean cyst nematode (*Heterodera glycines*) infestations in soybean (*Glycine max*) (Beeman and Tylka, 2018). In case of *B. firmus*, effective nematode protection is achieved by colonisation of the plant rhizosphere. Rhizosphere is a very dynamic environment and many environmental factors and interactions between organisms may contribute to the overall performance of the biocontrol agent. Results from *in vitro* and pot experiment show that *B. firmus* strains studied here exhibit nematicidal properties, but nematicidal efficiency decreases when the system is more complex. The difficulty of “fine tuning” this biocontrol agent for maximum nematicidal effect is further exacerbated since the exact mechanism of nematode toxicity in *B. firmus* has still not been established. Bacterial proteases were shown to degrade nematode cuticle or internal body structures (Geng et al. 2016; Lian et al. 2007) and are thought to be the primary nematode-virulence factor. However, rhizobacteria such as *B. firmus* are known to produce an array of compounds to interact with their environment and are able to modulate plant defence systems and responses to stress (El-Esawi et al. 2018). Further studies into the genomics and secondary metabolite production should thus be conducted in order to enable the effective biotechnological exploitation of *B. firmus* bacteria as a biological nematocide.

4 CONCLUSIONS

All tested *B. firmus* strains showed nematicidal activity; in *in vitro* experiments *B. firmus* ZZV12-4809 was the most effective, while in pot experiments strain I-1582 showed the highest nematicidal activity. Nematode-eggs hatching *in vitro* was up to 100% lower compared to control with the addition of unprocessed bacterial culture, and up to 77.9% lower with the addition of washed bacteria. In pot experiments, the reproduction factor of *M. luci* was up to 62% lower in tomato plants where *B. firmus* I-1582 was added compared to the untreated control. Due to the lower overall effectiveness and inconsistent results of these bacteria against RKN in pot experiments compared to *in vitro*, further studies into the nematode-virulence factors are warranted to resolve the current performance issues.

5 ACKNOWLEDGEMENT

Research work was financially supported by ARRS (MR 38128, V4-1602, and P4-0072), and MKGP (C2337, V4-1602).

6 REFERENCES

- Agrawal, D.P.K., Agrawal, S., 2013. Characterization of *Bacillus* sp. strains isolated from rhizosphere of tomato plants (*Lycopersicon esculentum*) for their use as potential plant growth promoting rhizobacteria. *Int J Curr Microbiol App Sci* 2, 406–417.
- Bandi, C., Damiani, G., Magrassi, L., Grigolo, A., Fani, R., Sacchi, L., 1994. Flavobacteria as intracellular symbionts in cockroaches. *Proc R Soc Lond B Biol Sci* 257, 43–48.
- Beeman, A.Q., Tylka, G.L., 2018. Assessing the effects of ILeVO and VOTiVO seed treatments on reproduction, hatching, motility, and root penetration of the soybean cyst nematode, *Heterodera glycines*. *Plant Dis* 102, 107–113.

- El-Esawi, M.A., Alaraidh, I.A., Alsahli, A.A., Alamri, S.A., Ali, H.M., Alayafi, A.A., 2018. *Bacillus firmus* (SW5) augments salt tolerance in soybean (*Glycine max* L.) by modulating root system architecture, antioxidant defense systems and stress-responsive genes expression. *Plant Physiol Biochem* 132, 375–384.
- Földes, T., Bánhegyi, I., Herpai, Z., Varga, L., Szigeti, J., 2000. Isolation of *Bacillus* strains from the rhizosphere of cereals and in vitro screening for antagonism against phytopathogenic, food-borne pathogenic and spoilage micro-organisms. *J Appl Microbiol* 89, 840–846.
- Fuller, V.L., Lilley, C.J., Urwin, P.E., 2008. Nematode resistance. *New Phytologist* 180, 27–44.
- Geng, C., Nie, X., Tang, Z., Zhang, Y., Lin, J., Sun, M., Peng, D., 2016. A novel serine protease, Sep1, from *Bacillus firmus* DS-1 has nematicidal activity and degrades multiple intestinal-associated nematode proteins. *Sci Rep* 6.
- Hussey, R.S., Barker, K.R., 1973. Comparison of methods of collecting inocula for *Meloidogyne* spp., including a new technique. *Plant Dis Repr* 57, 1025–1028.
- Lian, L.H., Tian, B.Y., Xiong, R., Zhu, M.Z., Xu, J., Zhang, K.Q., 2007. Proteases from *Bacillus*: a new insight into the mechanism of action for rhizobacterial suppression of nematode populations. *Lett Appl Microbiol* 45, 262–269.
- Razinger, J., Lutz, M., Grunder, J., Urek, G., 2018. laboratory investigation of cauliflower–fungus–insect interactions for cabbage maggot control. *J Econ Entomol* 111, 2578–2584.
- R Core Team, 2018. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Susič, N., Žibrat, U., Širca, S., Strajnar, P., Razinger, J., Knapič, M., Vončina, A., Urek, G., Gerič Stare, B., 2018. Discrimination between abiotic and biotic drought stress in tomatoes using hyperspectral imaging. *Sens Actuators B Chem* 273, 842–852.
- Tian, B., Yang, J., Zhang, K.-Q., 2007. Bacteria used in the biological control of plant-parasitic nematodes: populations, mechanisms of action, and future prospects: Nematophagous bacteria. *FEMS Microbiol Ecol* 61, 197–213.
- Zeck, W.M., 1971. A rating scheme for field evaluation of root-knot nematode infestations. *Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer*. 24, 141–144.

**PREUČEVANJE VPLIVA RAZLIČNIH KOMBINACIJ PRIPRAVKOV
MINERAL NA DVE VRSTI ŠKODLJIVIH ORGANIZMOV IN PRIDELEK
ČEBULE (*Allium cepa*)**

Tanja BOHINC¹, Vojislav TRKULJA², Stanislav TRDAN³

Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Ljubljana

IZVLEČEK

Poskus je potekal leta 2018 na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani. V enoletni raziskavi smo preučevali delovanje različnih pripravkov Mineral na obseg poškodb tobakovega resarja (*Thrips tabaci*) in okužbe s čebulno plesnijo (*Peronospora destructor*). Preučevali smo tudi vpliv pripravkov Mineral na skupni pridelek. Preučevali smo delovanje pripravkov 'Mineral Zeleni', 'Mineral Modri', 'Mineral Rdeči', 'Mineral Rumeni', 'Mineral Rumeni Forte', dva različna pripravka 'Mineral Oranžni' in dva različna pripravka 'Mineral Rdeči Forte'. Njivo smo razdelili v štiri bloke, znotraj katerih smo razporedili 8 obravnavanj (6 obravnavanj, kjer smo uporabili pripravke Mineral ter pozitivno in negativno kontrolo). Ugotovili smo, da škropljenje s pripravki Mineral ni signifikantno vplivalo na obseg pojavljanja škodljivih organizmov, smo pa ugotovili pozitiven vpliv na skupni pridelek v petih od šestih kombinacij, kjer smo uporabili pripravke Mineral.

Ključne besede: čebulna plesen, Mineral, pridelek, tobakov resar

ABSTRACT

**TESTING THE IMPACT OF DIFFERENT COMBINATIONS OF PRODUCTS
MINERAL ON TWO HARMFUL ORGANISMS AND ON THE YIELD OF ONION**

Experiment was conducted in 2018 at Laboratory Field of Biotechnical faculty in Ljubljana. During one year research, we have tested efficacy of different products Mineral on occurrence of injuries caused by onion thrips (*Thrips tabaci*) and infection caused by downy mildew (*Peronospora destructor*). We have also evaluated impact of spraying/watering with products Mineral on average total yield. We have tested the efficacy of products 'Mineral', i.e. 'Mineral Zeleni', 'Mineral Modri', 'Mineral Rdeči', 'Mineral Rumeni', 'Mineral Rumeni Forte', two different products 'Mineral Oranžni', two different products 'Mineral Rdeči Forte'. Onion Field was divided into 4 blocks, within block we have randomly distributed eight treatments (6 treatments, where we have used products Mineral and positive and negative control). Based on the results of our experiment, we can not confirm impact of products Mineral on occurrence of harmful

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

² prof. dr., Poljoprivredni institut Republike Srpske, Knjaza Miloša 17, BiH-78000 Banja Luka, Republika Srpska, Bosna i Hercegovina

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

organisms, but we have confirmed positive impact of average total yield in five treatments within total six treatments, where products Mineral were used.

Key words: downly mildew, Mineral, yield, onion thrips

1 UVOD

Namen naše raziskave je bil preučiti delovanje pripravkov Mineral (škropljenje/zalivanje) na obseg okužb s čebulno plesnijo (*Peronospora destructor*) in poškodb zaradi tobakovega resarja (*Thrips tabaci*) na listih. Zanimal nas je tudi povprečni skupni pridelek čebule v obravnavanjih z različnimi kombinacijami pripravkov Mineral.

2 MATERIALI IN METODE

2.1 Zasnova poskusa in izbira pripravkov

Poskus je v letu 2018 potekal na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani. Poskusno površino smo razdelili v štiri bloke, znotraj katerih smo naključno razporedili 8 obravnavanj; pozitivno in negativno kontrolo ter 6 različnih kombinacij pripravkov Mineral.

Kombinacije pripravkov Mineral (skupaj s pripadajočimi koncentracijami), ki smo jih uporabili v posameznih obravnavanjih, so predstavljene v preglednici 1. Pozitivno kontrolo smo 21. junija škropili s fungicidom Ortiva v 100 % koncentraciji, 27. junija pa smo omenjene rastline škropili s 100 % koncentracijo insekticida Karate Zeon 5 CS. V 50 % koncentraciji smo s fungicidi/insekticidi škropili pripadajoča obravnavanja, in sicer 26. junija, ko smo uporabili fungicid Ortiva, 27. junija smo uporabili fungicid Ridomil Gold MZ Pepite. Ob zelo nizkem indeksu poškodb tobakovega resarja na obravnavanjih MK 5 in MK 6, 50 % koncentracije insekticida nismo uporabili. Sajenje čebulčka (sorta: 'Belokranjka') (proizvajalec: Semenarna Ljubljana) je potekalo 9. maja 2018, na sadilno razdaljo 0,25 x 0,20 m.

Preglednica 1: Predstavitev obravnavanj v poskusu.

Vrsta obravnavanja	Sestava
Pozitivna kontrola (FFS)	Pozitivna kontrola (uporaba insekticidov in fungicidov v 100 % koncentraciji)
Negativna kontrola	Negativna kontrola
Mineral kombinacija 1 (MK 1)	Mineral Zeleni (4%), Mineral Modri (4%), Mineral Rumeni (4%), Mineral Rdeči (4%), Mineral rdeči Forte (brin) (8%) in Mineral Rumeni Forte (8%)
Mineral kombinacija 2 (MK 2)	Mineral Zeleni (4%), Mineral Modri (4%), Mineral Rumeni (4%), Mineral Rdeči (4%), Mineral rdeči Forte (brin) (8%) in Mineral Rumeni Forte (8%)
Mineral kombinacija 3 (MK 3)	Mineral Zeleni (4%), Mineral Modri (4%), Mineral oranžni 1, Mineral rdeči Forte (brin) (8%) in Mineral Rumeni Forte (8%)

Mineral kombinacija 4 (MK 4)	Mineral Zeleni (4%), Mineral Modri (4%), Mineral oranžni 2, Mineral rdeči Forte (evkaliptus) (8%) in Mineral Rumeni Forte (8%)
Mineral kombinacija 5 (MK 5)	Mineral Zeleni (4%), Mineral Modri (4%), Mineral Rumeni (4%), Mineral Rdeči (4%), Mineral rdeči Forte (brin) (8%) in Mineral Rumeni Forte (8%) + 50 % koncentracija insekticidov/fungicidov ob kurativi
Mineral kombinacija 6 (MK 6)	Mineral Zeleni (4%), Mineral Modri (4%), Mineral Rumeni (4%), Mineral Rdeči (4%), Mineral rdeči Forte (brin) (8%) in Mineral Rumeni Forte (8%) + 50 % koncentracija insekticidov/fungicidov ob kurativi

2.2 Pojav čebulne plesni, tobakovega resarja in tehtanje pridelka

V poskusu smo spremljali zastopanost dveh vrst škodljivih organizmov, in sicer čebulne plesni (*Peronospora destructur*) in tobakovega resarja (*Thrips tabaci*). Okužbo z glivo *Peronospora destructur* smo ocenjevali v treh različnih terminih s 5-stopenjsko EPPO (oepp/eppo, 1997) lestvico, kjer je ocena 1 predstavljala rastline brez okužbe, 2=1-5% okužene listne površine, 3=6-10 % okužene listne površine, 4=11-20 % okužene listne površine in z indeksom 5 smo označili rastline, kjer smo ugotovili 21-50 % okužene listne površine. Povprečni indeks poškodb zaradi hranjenja tobakovega resarja smo ocenjevali s 5-stopenjsko vizualno lestvico Richter in sod., 1999). Ocena 1 je predstavljala listno površino brez poškodb, ocena 2 je predstavljala do 20 % poškodovane listne površine, ocena 3 od 21 do 33 % poškodovane listne površine, 34-50 % poškodovane listne površine smo ovrednotili kot 4, ocena 5 pa je predstavljala nad 50 % poškodovane listne površine čebule. Ocenjevanje poškodb je potekalo na 8 rastlinah znotraj posameznega obravnavanja. Ocenjevanje je potekalo v dveh terminih, in sicer 26. junija in 5. julija. Ob spravi pridelka smo izračunali pridelek na posamezno obravnavanje.

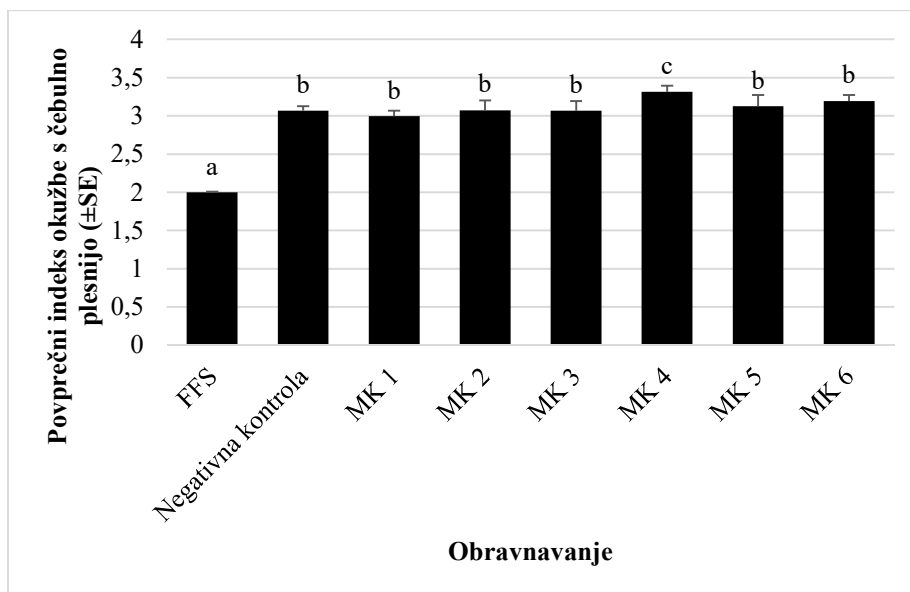
2.3 Statistična analiza podatkov

Rezultate poskusa smo statistično ovrednotili s programom Statgraphics Centurion XVI (Statgraphics Centurion, 2009). Razlike med obravnavanji v parametrih spremljanja (indeks poškodb in okužbe, pridelek) smo ovrednotili z analizo variance (ANOVA) in Student Newman Keulsovim preizkusom mnogoterih primerjav ($P \leq 0,05$).

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

3.1 Povprečni indeks okužbe s čebulno plesnijo

Ugotovili smo, da na povprečni indeks okužbe s čebulno plesnijo vplivata datum ocenjevanja ($F=86,13$, $df=2$, $P<0,0001$) in tudi vrsta obravnavanja ($F=113,10$, $Df=7$, $P<0,0001$). Povprečni indeks okužbe je bil signifikantno najnižji na rastlinah pozitivne kontrole (FFS), kjer je znašal $2,00 \pm 0,01$. Povprečni indeks pa je bil signifikantno najvišji na rastlinah, kjer smo uporabljali kombinacijo pripravkov, označenih z MK 6 ($3,31 \pm 0,08$) (slika 1).



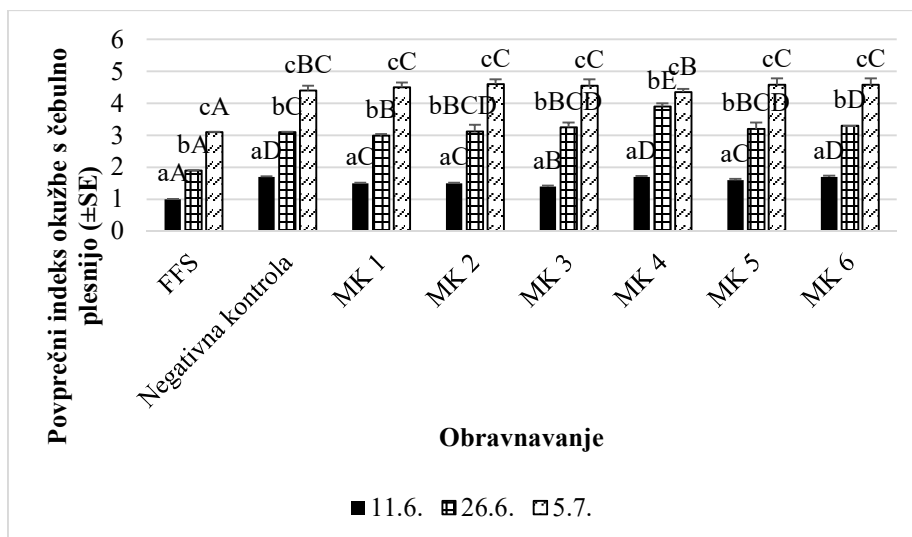
324

Slika 1: Povprečni indeks okužbe s čebulno plesnijo glede na obravnavanje (črke prikazujejo razlike med posameznimi obravnavanji).

V prvem terminu ocenjevanja smo najvišji povprečni indeks ugotovili na rastlinah negativne kontrole in na rastlinah, ki so bile vključene v MK 6. V drugem terminu ocenjevanja je bil povprečni indeks okužbe signifikantno najvišji pri rastlinah, vključenih v MK 4. V zadnjem terminu ocenjevanja nismo ugotovili signifikantnih razlik v indeksu okužbe med rastlinami negativne kontrole, in tistimi obravnavanji, ki so bila obravnavana kot MK 1 ($4,5 \pm 0,15$), MK 2 ($4,6 \pm 0,15$), MK 3 ($4,55 \pm 0,22$), MK 5 ($4,58 \pm 0,02$) in MK 6 ($4,58 \pm 0,02$) (slika 2).

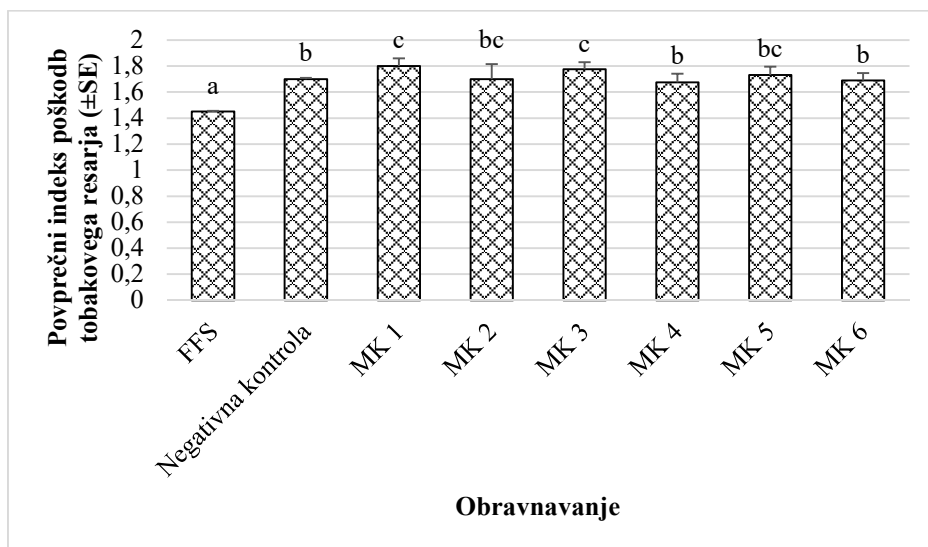
3.2 Spremljanje indeksa poškodb tobakovega resarja

Na podlagi rezultatov naše raziskave lahko ugotovimo, da se povprečni indeks poškodb razlikuje med posameznimi obravnavanji ($F=144,02$, $Df=7$, $P<0,001$) in datumi ocenjevanj ($F=160,10$, $Df=1$, $P<0,001$). Povprečni indeks je bil signifikantno najnižji na rastlinah pozitivne kontrole ($1,45 \pm 0,01$). V obravnavanjih, kjer smo uporabljali pripravke Mineral, je bil povprečni indeks poškodb pri kombinaciji MK 1 ($1,8 \pm 0,06$), pri kombinaciji MK 6 pa $1,69 \pm 0,05$ (slika 3).

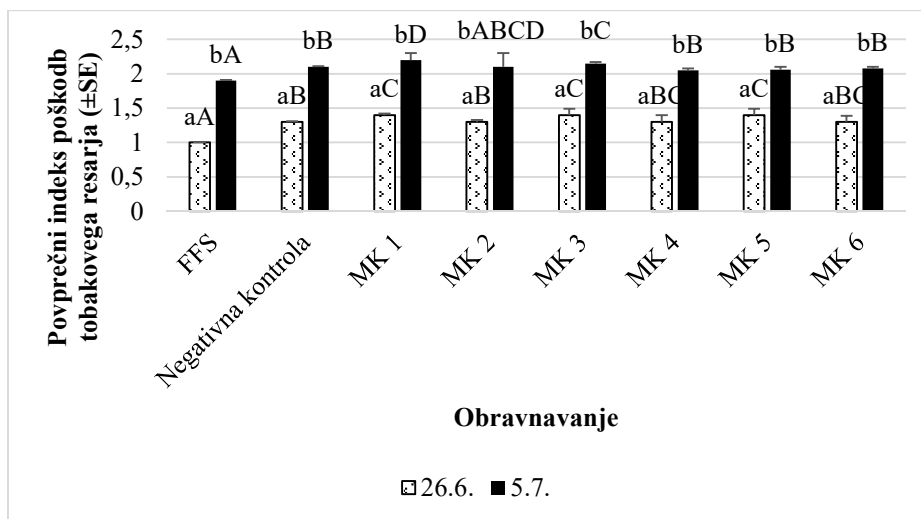


Slika 2: Povprečni indeks okužbe s čebulno plesnijo glede na obravnavanje med posameznimi termini ocenjevanj (male črke prikazujejo statistično značilne razlike znotraj obravnavanja med posameznimi termini ocenjevanja; velike tiskane črke prikazujejo razlike znotraj termina ocenjevanja med posameznimi obravnavanji).

325

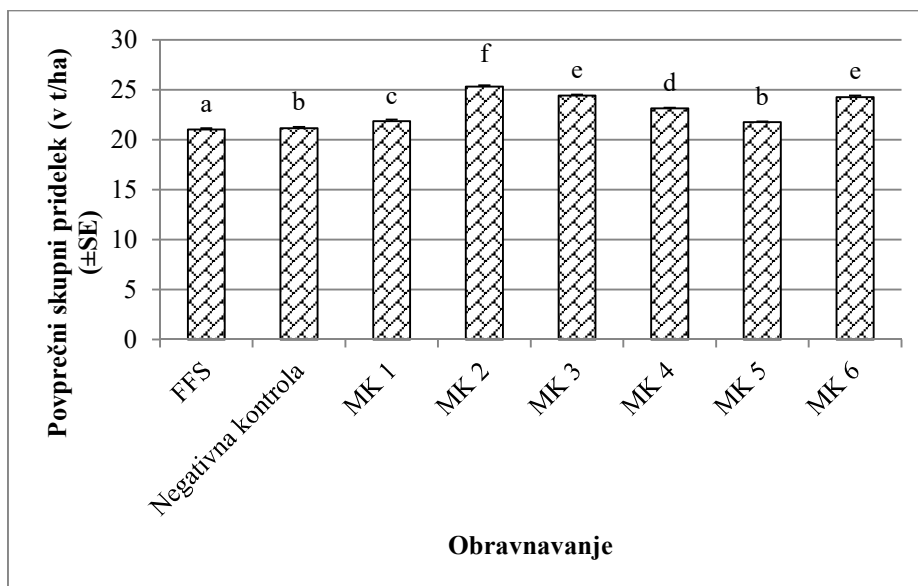


Slika 3: Povprečni indeks poškodb zaradi hranjenja tobakovega resarja glede na obravnavanje (črke prikazujejo razlike med posameznimi obravnavanji).



Slika 4: Povprečni indeks poškodb zaradi hranjenja tobakovega resarja glede na termin ocenjevanja med posameznimi obravnavanji (male tiskane črke prikazujejo razlike znotraj posameznega obravnavanja med termini ocenjevanj, velike tiskane črke prikazujejo razlike datuma ocenjevanja med posameznimi obravnavanji).

326



Slika 5: Povprečni skupni pridelek (v t/ha) glede na posamezno obravnavanje (črke prikazujejo razlike med posameznimi obravnavanji).

3.3 Povprečni skupni pridelek čebule

V naši raziskavi smo ugotovili, da se povprečni skupni pridelek razlikuje med posameznimi obravnavanji ($F=89,81$, $Df=7$, $P<0,0001$). Povprečni pridelek je bil signifikantno najvišji v obravnavanju, ki smo rastline škropili s pripravki vključenimi v MR 2 ($25,33\pm 0,13$) (slika 5).

V naši raziskavi smo preučevali delovanje pripravkov Mineral na dve skupini škodljivih organizmov na njivi s čebulo. Povprečni indeks okužbe s čebulno plesnijo je bil statistično značilno najnižji na rastlinah pozitivne kontrole. Kljub temu, da smo na rastlinah, ki so bile vključene v obravnavanji MK 5 in MK 6, uporabili polovično koncentracijo fungicida, pa povprečni indeksi okužbe niso bili nižji glede na negativno kontrolo. Ugotovili smo, da je bil povprečni indeks poškodb zaradi hranjenja tobakovega resarja signifikantno najnižji na rastlinah pozitivne kontrole. Na podlagi nizkega indeksa poškodb v obravnavanjih MK 5 in MK 6, zmanjšane koncentracije insekticida nismo uporabili. Nismo ugotovili razlik med povprečnim indeksom poškodb na rastlinah negativne kontrole in med rastlinami, ki so bila vključene v obravnavanja s pripravki Mineral.

Povprečni pridelek je bil v petih od šestih obravnavanj signifikantno višji od povprečnega skupnega pridelka v rastlinah pozitivne in negativne kontrole.

327

4 SKLEPI

Na podlagi naše raziskave lahko sklenemo, da uporaba pripravkov Mineral ni signifikantno vplivala na obseg poškodb in okužbe škodljivih organizmov na čebuli, smo pa ugotovili vpliv na povprečni skupni pridelek, ki je bil višji v skoraj vseh obravnavanjih, kjer smo uporabili pripravke Mineral.

5 ZAHVALA

Raziskava je bila financirana v okviru projekta, ki ga podjetju As an d.o.o. financira Evropski sklad za regionalni razvoj v okviru agencije Spirit.

6 LITERATURA

Richter, E., Hommes, M., Krauthausen, J.H. 1999. Investigations on the supervised control of *Thrips tabaci* in leek & onion crops. Bulletin OLB/SROP, 22, 5: 61–72.
OEPP/EPPO, 1997. EPPO standards. Guidelines for the efficacy evaluation of plant protection products. Fungicides and Bactericides. 2: 4-7.

**PREUČEVANJE VPLIVA IZVLEČKOV IN PRAŠIV INVAZIVNIH
TUJERODNIH RASTLIN NA ŠKODLJIVE IN KORISTNE ORGANIZME NA
GOJENIH RASTLINAH – PRVO LETO PROJEKTA APPLAUSE**

Tanja BOHINC¹, Žiga LAZNIK², Tomaž SINKOVIČ³, Filip VUČAJNK⁴, Jaka
RUPNIK⁵, Stanislav TRDAN⁶

Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Ljubljana

IZVLEČEK

V sklopu projekta Applause – od škodljivih do uporabnih tujerodnih rastlin z aktivnim vključevanjem prebivalcev (2017-2020) preučujemo vpliv vodnih izvlečkov in prašiv iz osmih invazivnih tujerodnih rastlin na škodljive in koristne organizme na gojenih rastlinah. Oddelek za agronomijo sodeluje na projektu v okviru Univerze v Ljubljani, ki je le ena od 11 partnerjev, ki delajo na projektu. Prašiva in vodne izvlečke pripravljamo iz listov kanadske zlate rozge (*Solidago canadensis*), orjaške zlate rozge (*Solidago gigantea*), japonskega dresnika (*Fallopia japonica*), češkega dresnika (*Fallopia bohemica*), velikega pajesena (*Ailanthus altissima*), octovca (*Rhus typhina*), navadne amorfe (*Amorpha fruticosa*), smrdljive ditrihovke (*Dittrichia graveolens*) in cvetov kanadske zlate rozge. Preučujemo insekticidno, fungicidno, akaricidno, herbicidno in limacidno delovanje vodnih izvlečkov in prašiv. Poleg tega nas zanima vpliv škropljenj na koristne organizme in oprasovalce. Tujerodne invazivne rastline nabiramo na območju Mestne občine Ljubljana. V prispevku predstavljamo kratek opis projekta in delo, ki poteka na Oddelku za agronomijo.

Ključne besede: Applause, invazivne tujerodne rastlinske vrste, varstvo rastlin, škodljivi organizmi

ABSTRACT

**TESTING THE IMPACT OF PLANT EXTRACTS AND POWDERS FROM INVASIVE
ALIEN PLANT SPECIES ON HARMFUL AND BENEFICIAL ORGANISMS ON
CULTIVATED PLANTS – FIRST YEAR OF THE PROJECT**

Within project Applause - from harmful to useful with citizens' led activities (2017-2020), efficacy of water extracts and powders from eight invasive alien plant species on harmful and beneficial organisms on cultivated plants is being conducted. Department of Agronomy is included within University of Ljubljana, which is one of

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

² doc. dr., prav tam

³ viš. pred., mag., prav tam

⁴ doc. dr., prav tam

⁵ tehn. sod., prav tam

⁶ prof. dr., prav tam

eleven project partners. Plant powders and water extracts are being prepared from leaves of Canada goldenrod (*Solidago canadensis*), giant golderod (*Solidago gigantea*), Japanese knotweed (*Fallopia japonica*), Bohemian knotweed (*Fallopia bohemica*), tree of heaven (*Ailanthus altissima*), staghorn sumac (*Rhus typhina*), false indigo (*Amorpha fruticosa*), stinkwort (*Diurysia graveolens*) and flowers from Canada goldenrod. We have been testing insecticidal, fungicidal, acaricidal, herbicidal and molluscicidal efficacy of water extracts and plant powders. We are also evaluating impact of spraying on beneficial organisms and pollinators. Invasive alien plant species are being collected in the area of Municipality of Ljubljana. Paper presents short summary of project work, and project work at Department of agronomy.

Key words: Applause, invasive alien plant species, plant protection, harmful organisms

1 UVOD

Projekt Applause – od škodljivih do uporabnih tujerodnih rastlin z aktivnim vključevanjem prebivalcev, je bil na razpisu pobude UIA (Urban Innovative Actions) izbran za sofinanciranje v oktobru 2017. Pobudo UIA neposredno vodi Evropska komisija na podlagi Uredbe za Evropski sklad za regionalni razvoj. Pred obdobjem projekta je za Slovenijo veljalo, da so odstranjene tujerodne invazivne rastline namenjene kompostiranju ali sežiganju. Projekt Applause je namenjen nadgradnji omenjenih aktivnosti, saj med cilje projekta uvrščamo: ozaveščanje in sodelovanje z meščani glede prepoznavanja, zbiranja in potenciala tujerodnih invazivnih rastlin v različne namene; razvoj novih orodij za popis nahajališč tujerodnih invazivnih rastlinskih vrst prek analize orto foto in satelitskih posnetkov ter vzpostavitev javne informacijske platforme za identifikacijo in nadzorni sistem invazivnih tujerodnih rastlinskih vrst; uvedba novih, nekonvencionalnih postopkov in tehnik za izdelavo papirja iz tujerodnih invazivnih rastlinskih vrst; analize primernosti in razvoj novih izdelkov, kot so papirnati in lesnati izdelki, hrana, barvila, hibridni premazi, doma narejeni pripravki (prašiva/vodni izvlečki) za varstvo rastlin pred rastlinam škodljivimi organizmi. V projektu sodeluje 11 projektnih partnerjev, ki preučujejo uporabnost 25 tujerodnih invazivnih rastlin. V sklopu dela na triletnem projektu na Oddelku za agronomijo Biotehniške fakultete preučujemo možnost uporabe tujerodnih invazivnih rastlin za pripravo domačih pripravkov za zatiranje rastlinam škodljivih organizmov.

2 PREDSTAVITEV DELA NA PROJEKTU NA ODDELKU ZA AGRONOMIJO

2.2 Namen raziskave

Namen raziskave je ugotoviti uporabnost tujerodnih invazivnih rastlin v varstvu rastlin v obliki vodnih izvlečkov oziroma zmletih suhih rastlin. Projekt je namenjen končnemu uporabniku (meščanom občine Ljubljane), ki bo lahko brez zahtevnega

postopka uporabil vodne izvlečke/prašiva kot domače pripravke, in s tem zatiral škodljive organizme na domačem zelenjavnem vrtu ali v shrambi.

2.1 Osnovne informacije

V sklopu projekta je nastal pregledni članek, kjer opisujemo dosedanje raziskave uporabnosti rastlinskih vrst na škodljive organizme v pridelavi hrane (Laznik et al., 2018).

Na Oddelku za agronomijo smo iz zmletih listov in cvetov osmih tujerodnih invazivnih vrst - japonskega dresnika (*Fallopia japonica*) (slika 1), češkega dresnika (*Fallopia x bohemica*) (slika 2), kanadske zlate rozge (*Solidago canadensis*) (slika 3), orjaške zlate rozge (*Solidago gigantea*) (slika 4), navadne amorfe (*Amorpha fruticosa*) (slika 5), smrdljive ditrihovke (*Dittrichia graveolens*) (slika 6), velikega pajesena (*Ailanthus altissima*) (slika 7) in octovca (*Rhus typhina*) (slika 8) - pripravljali prašiva oziroma vodne izvlečke. Namen raziskave je ugotoviti, ali imajo pripravki iz zgoraj omenjenih tujerodnih invazivnih vrst insekticidno, fungicidno, akaricidno, limacidno in herbicidno delovanje.

330



Slika 1: Japonski dresnik (foto: Stanislav Trdan).



331

Slika 2: Češki dresnik (foto: Stanislav Trdan).



Slika 3: Cvetovi kanadske zlate rozge (foto: Stanislav Trdan).



332

Slika 4: Orjaška zlata rozga (foto: Stanislav Trdan).



Slika 5: Navadna amorfa (foto: Stanislav Trdan).



333

Slika 6: Smrdljiva ditrihovka (foto: Stanislav Trdan).



Slika 7: Veliki pajesen (foto: Stanislav Trdan).



Slika 8: Octovec (foto: Stanislav Trdan).

334

V prvem letu projekta smo preučevali tudi delovanje omenjenih pripravkov na koristne organizme (cvetne plenilke, polonice, navadno tenčičarico, čebele, čmrlje). Delovanje smo preučevali na različnih gostiteljskih rastlinah in škodljivih organizmih. Večbločne poljske poskuse smo izvajali na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete, laboratorijski poskusi pa so potekali v Laboratoriju za entomologijo Katedre za fitomedicino, kmetijsko tehniko, poljedelstvo, pašništvo in travništvo Oddelka za agronomijo. Preučevali smo insekticidno delovanje pripravkov na koloradskega hrošča (*Leptinotarsa decemlineata*), kapusove bolhače (*Phyllotreta* spp.), kapusove stenice (*Eurydema* spp.) in skladiščne škodljivce. Preučevanje fungicidnega delovanja je potekalo na zelju, endiviji in radiču. Predmet preučevanja pa je bila na zelju črna listna pegavost (*Alternaria brassicae*), na endiviji smo spremljali indeks okužbe z glivo *Cercospora longissimi*, na radiču pa nas je zanimal obseg okužbe, ki ga povzroča *Alternaria cichorii*. Na fižolu smo preučevali akaricidno delovanje proti navadni pršici (*Tetranychus urticae*). Herbicidno delovanje vodnih izvlečkov smo preučevali v poljskem poskusu, medtem ko smo limacidno delovanje pripravkov preučevali v laboratorijskih in poljskih razmerah.

Delovanje na koristne organizme smo preučevali v različnih poljskih poskusih. Številčnost v posameznem obravnavanju smo ocenjevali pred škropljenjem z vodnimi izvlečki in dan po škropljenju.

2.2 Priprava izvlečkov/prašiv

Od maja do septembra 2018 smo v različnih časovnih terminih nabirali liste in cvetove zgoraj omenjenih tujerodnih invazivnih vrst in jih sušili v senci na prostem. Nabiranje je potekalo na območju Mestne občine Ljubljana. Lokacije nabranega

materiala so predstavljene v preglednici 1. Po sušenju smo nabrani listni material zmleli s pomočjo mlina, ki ga na Katedri uporabljamo za mletje trav, metuljnic. Zmleti material hranimo v plastičnih posodah v zamrzovalni skrinji. Vodne izvlečke smo pripravljali v 2,5 % koncentraciji.

Priprava vodnih izvlečkov je potekala tako, da smo zmlate liste za 24 ur namočili v vodo iz vodovodne pipe v stekleno (plastično) posodo. Pred škropljenjem smo omenjeno vsebino prefiltrirali. Vodnemu izvlečku, ki ga dobimo nato v nadaljevanju dolijemo vodo, da dobimo pripravek zelene koncentracije.

Preglednica 1: Vrste tujerodnih invazivnih rastlin s pripadajočimi lokacijami nabiranja na območju Mestne občine Ljubljana.

Vrsta tujerodne invazivne rastline	Lokacija nabiranja
Japonski dresnik	Ob Tacenski cesti, ob Nemški cesti, parkirišče pri Športnem parku Ljubljana (ŽAK), ob Podutiški cesti
Češki dresnik	Ob igrišču NK Arne Tabor
Veliki pajesen	Ob Karlovški cesti, ob železniški progi (Litostroj-Stegne), Parkirišče ob Športnem parku Ljubljana (ŽAK)
Kanadska zlata rozga	Na travniku ob Gramozni jami, rondo Vrhovci
Orjaška zlata rozga	Ob Nemški cesti, pri trgovini Hofer (Krajčeva cesta)
Octovec	Pri trgovini Hofer na Krajčevi cesti, Laboratorijsko polje Biotehniške fakultete
Navadna amorfa	Ob Gramozni jami
Smrdljiva ditrihovka	Ob Podutiški cesti

335

3 SKLEPI

V sklopu projekta na Oddelku za agronomijo pripravljamo rastlinske izvlečke/prašiva iz tujerodnih invazivnih rastlin in preučujemo njihovo uporabnost v varstvu rastlin. Uporaba rastlinskih izvlečkov v varstvu rastlin spada med alternativne metode zatiranja škodljivih organizmov. Predpostavljamo, da bo učinkovitost domačih pripravkov za zatiranje rastlinam škodljivih organizmov razlikovala med posameznimi skupinami škodljivih organizmov.

4 ZAHVALA

Prispevek je nastal v okviru projekta ApPLAuSE (Alien PLAnt SpEcies) - from harmful to useful with citizens' led activities (od škodljivih do uporabnih tujerodnih rastlin z aktivnim vključevanjem prebivalcev), ki ga financira (2017-2020) Evropski sklad za regionalni razvoj v okviru pobude Urban Innovative Actions (UIA).

5 LITERATURA

Laznik, Ž., Bohinc, T., Trdan, S. 2018. Uporabnost izbranih invazivnih tujerodnih rastlin pri zatiranju škodljivih organizmov gojenih rastlin. *Acta Agriculturae Slovenica*, 111 (2): 501-509.

**PREUČEVANJE INSEKTICIDNEGA DELOVANJA VODNIH IZVLEČKOV
TUJERODNIH INVAZIVNIH RASTLIN NA KAPUSOVE BOLHAČE
(*Phyllotreta* spp.) IN KAPUSOVE STENICE (*Eurydema* spp.) NA NJIVI Z
ZELJEM**

Tanja BOHINC¹, Stanislav TRDAN²

Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Ljubljana

IZVLEČEK

V letu 2018 smo na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani izvedli poljski poskus, v katerem smo preučevali insekticidno delovanje vodnih izvlečkov sedmih invazivnih tujerodnih rastlinskih vrst na dve skupini škodljivcev na zelju: kapusovih bolhačev (*Phyllotreta* spp.) in kapusovih stenic (*Eurydema* spp.). V tribločnem poskusu smo v vsakem bloku naključno razporedili 9 obravnavanj, in sicer pozitivno in negativno kontrolo ter 7 obravnavanj, kjer smo zelje škropili z rastlinskimi izvlečki kanadske zlate rozge, orjaške zlate rozge, japonskega dresnika, češkega dresnika, velikega pajesena, octovca in navadne amorfe. Ocenjevanje indeksov poškodb zaradi hranjenja škodljivcev je potekalo z večstopenjskimi vizualnimi lestvicami, in sicer 5-stopenjsko EPPO lestvico (poškodbe kapusovih bolhačev) in 6-stopenjsko lestvico Stonerjeve in Sheltona (poškodbe kapusovih stenic). Ugotovili smo, da je bil povprečni indeks poškodb zaradi hranjenja najmanjši v pozitivni kontroli in v obravnavanjih, ki smo jih škropili z vodnim izvlečkom velikega pajesena in navadne amorfe.

Ključne besede: Applause, insekticid, invazivne tujerodne vrste, kapusovi bolhači, kapusove stenice

ABSTRACT

**RESEARCH ON INSECTICIDAL EFFICACY OF WATER EXTRACTS FROM
INVASIVE ALIEN PLANT SPECIES AGAINST CABBAGE FLEA BEETLES
(*Phyllotreta* spp.) AND CABBAGE STINK BUGS (*Eurydema* spp.) IN THE
CABBAGE FIELD**

In 2018, field experiment, where we have tested insecticidal efficacy of water extracts from seven invasive alien plant species on two groups of insects on cabbage, was performed at Laboratory Field of Biotechnical Faculty in Ljubljana. We have tested insecticidal efficacy of water extracts on cabbage flea beetles (*Phyllotreta* spp.) and cabbage stink bugs (*Eurydema* spp.). Nine treatments were randomly distributed into each of total three blocks, i.e. positive and negative control and seven treatments, where we have sprayed with water extract from Canada goldenrod, giant goldenrod,

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

² prof. dr., prav tam

Japanese knotweed, Bohemian knotweed, tree of heaven, staghorn sumac and false indigo. Evaluation of injuries caused by insects feeding was assessed by multiple visual evaluation scales, i. e. 5-grading EPPO evaluation scale (injuries caused by cabbage flea beetles) and 6-grading visual scale by Stoner and Shelton (injuries caused by cabbage stink bugs). We have detected the lowest index of feeding on plants belonging to positive control and to treatments that were sprayed with water extract from tree of heaven and false indigo.

Key words: Applause, insecticide, invasive alien plant species, cabbage flea beetles, cabbage stink bugs

1 UVOD

Zaradi vse težjih razmer za uporabo sintetičnih insekticidov se v svetu in pri nas vse več raziskav usmerja v preučevanje alternativnih načinov zatiranja škodljivih žuželk, med drugim tudi v preučevanje insekticidnega delovanja rastlinskih vodnih izvlečkov (Jiang et al., 2018). V dosedanjih raziskav so potrdili insekticidno delovanje vodnih izvlečkov rastlinskih vrst iz družin Asteraceae in Meliaceae, pa tudi iz družine stročnic (Jiang et al., 2018), kamor spada tudi navadna amorfa (Rodell DeHaan et al., 2006). Invazivne tujerodne rastlinske vrste s svojim širjenjem povzročajo veliko negativnih vplivov na okolje (Laznik et al., 2018). Zaradi dejstva, da je njihovo izkoreninjenje v naravnem okolju nemogoče, v sklopu projekta Applause iščemo alternativne možnosti njihove uporabe.

Namen naše raziskave je bil preučiti, ali vodni izvlečki izbranih invazivnih tujerodnih rastlin delujejo insekticidno na škodljivce na zelju.

2 MATERIALI IN METODE

2.1 Zasnova poskusa in škropljenje

Poskus je v letu 2018 potekal na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani. Poskusno zemljišče smo razdelili v tri bloke, znotraj katerih smo naključno razporedili 9 obravnavanj, pozitivno in negativno kontrolo ter 7 obravnavanj, kjer smo rastline škropili z vodnimi izvlečki invazivnih tujerodnih rastlinskih vrst. Uporabili smo vodne izvlečke japonskega dresnika (*Fallopia japonica*), češkega dresnika (*Fallopia bohemica*), navadne amorfe (*Amorpha fruticosa*), kanadske zlate rozge (*Solidago canadensis*), orjaške zlate rozge (*Solidago gigantea*), velikega pajesena (*Ailanthus altissima*) in octovca (*Rhus typhina*).

Škropljenje z vodnimi izvlečki invazivnih tujerodnih rastlin v 2,5 % koncentraciji je potekalo v šestih terminih, in sicer 14.5., 29.5., 12.6., 21.6., 4.7. in 11.7. Rastline pozitivne kontrole smo 14.5. in 12.6. škropili s 100 % koncentracijo insekticida Fastac 100 EC, 4.7. smo škropili s insekticidom Karate Zeon 5 CS, v 100 % koncentraciji. V poskusu smo posadili srednje-pozni hibrid zelja, 'Atria F1'.

2.2 Spremljanje poškodb kapusovih bolhačev (*Phyllotreta* spp.) in kapusovih stenic (*Eurydema* spp.)

V poskusu smo spremljali indekse poškodb na zelju zaradi hranjenja dveh skupin škodljivcev, tj. kapusovih bolhačev (*Phyllotreta* spp.) in kapusovih stenic (*Eurydema* spp.). Povprečni indeks poškodb zaradi hranjenja kapusovih bolhačev smo ocenjevali z vizualno 5-stopenjsko EPPO lestvice (OEPP/EPPO, 2002), kjer je ocena 1 predstavljala nepoškodovano listno površino, 2 = predstavlja manj kot 2 % poškodovane listne površine, 3=2-10 %, 4=11-25 % in ocena 5 predstavlja več kot 25 % poškodovane listne površine. Poškodbe zaradi hranjenja kapusovih stenic smo ocenjevali s 6-stopenjsko vizualno lestvico Stonerjeve in Sheltona (1998), kjer je indeks 1 predstavljal nepoškodovano listno površino, indeks 2 je predstavljal manj kot 1 % poškodovane listne površine, 3 = 2-10 % poškodovane listne površine, 4 = 11-25 % poškodovane listne površine, 5 = 26-50 % poškodovane listne površine in ocena 6 je predstavljala več kot 50 % poškodovane listne površine.

Poškodbe na listih zelja zaradi hranjenja kapusovih bolhačev smo ocenjevali v šestih različnih terminih, in sicer 16. maja, 5. junija, 20. junija, 6. julija, 20. julija in 6. avgusta. Poškodbe zaradi sesanja (hranjenja) smo ocenjevali v petih različnih terminih, in sicer 16. maja, 5. junija, 20. junija, 6. julija, 20. julija.

2.3 Statistična analiza podatkov

Rezultate poskusa smo statistično ovrednotili s programom Statgraphics Centurion XVI (Statgraphics Centurion, 2009), razlike med obravnavanji v parametrih spremljanja (indeks poškodb) smo ovrednotili z analizo variance (ANOVA) in Student Newman Keulsovim testom mnogoterih primerjav ($P \leq 0,05$).

338

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

3.1 Povprečni indeks poškodb zaradi hranjenja kapusovih bolhačev (*Phyllotreta* spp.)

Ugotovili smo, da je bil povprečni indeks poškodb zaradi hranjenja kapusovih bolhačev odvisen od termina ocenjevanj ($F=59,99$; $Df=5$; $P<0,0001$) in obravnavanja ($F=113,22$; $Df=8$; $P<0,0001$).

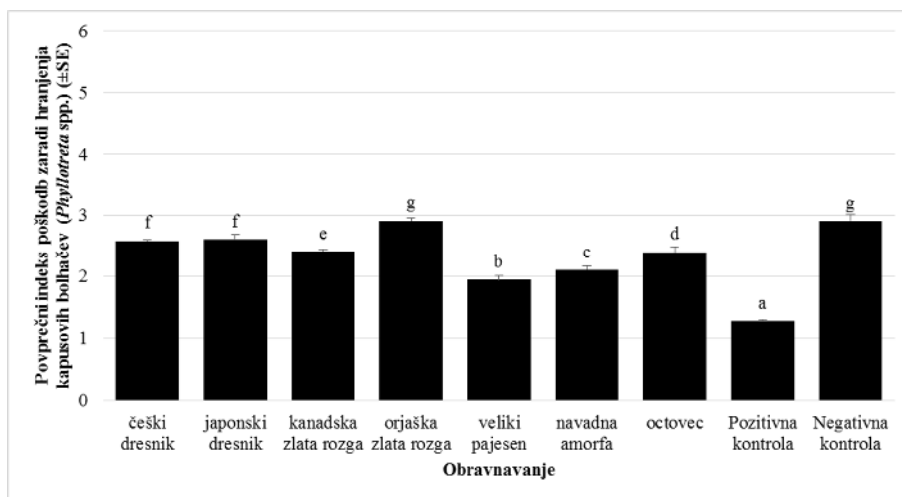
Povprečni indeks poškodb je bil signifikantno največji na rastlinah negativne kontrole ($2,91 \pm 0,1$) in na rastlinah, ki smo jih škropili z vodnim izvlečkom iz orjaške zlate rozge ($2,91 \pm 0,05$). Povprečni indeks je bil signifikantno najmanjši na rastlinah pozitivne kontrole (slika 1). V vseh terminih ocenjevanja smo signifikantno najmanjši indeks poškodb zaradi hranjenja kapusovih bolhačev ugotovili na rastlinah pozitivne kontrole (slika 2).

3.2 Povprečni indeks poškodb zaradi hranjenja kapusovih stenic (*Eurydema* spp.)

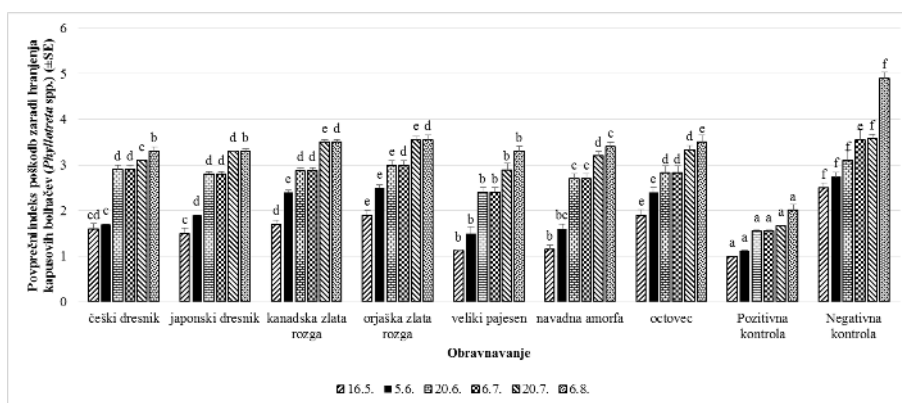
Ugotovili smo, da se povprečni indeks poškodb razlikuje med posameznimi obravnavanji ($F=100,23$; $Df=8$; $P=0,0020$), na indeks poškodb pa je signifikantno vplival tudi termin ocenjevanja ($F=82,13$; $Df=4$; $P<0,0001$).

Povprečni indeks poškodb kapusovih stenic je bil signifikantno najmanjši na rastlinah v pozitivni kontroli ($0,95 \pm 0,03$), medtem ko je bil povprečni indeks poškodb med signifikantno največjimi na rastlinah v negativni kontroli ($1,81 \pm 0,1$) in na rastlinah, ki so bile škropljene z vodnim izvlečkom orjaške zlate rozge ($1,91 \pm 0,05$) (slika 3). Prav tako smo signifikantno najmanjši povprečni indeks poškodb zaradi hranjenja kapusovih stenic ugotovili na rastlinah v pozitivni kontroli v vseh terminih ocenjevanja (slika 4).

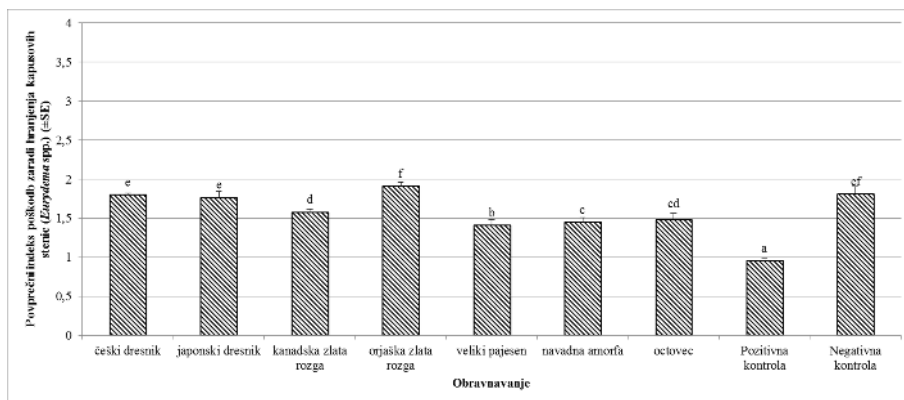
339



Slika 1: Povprečni indeks poškodb zaradi hranjenja kapusovih bolhačev glede na obravnavanje (črke prikazujejo signifikantne razlike med posameznimi obravnavanji).

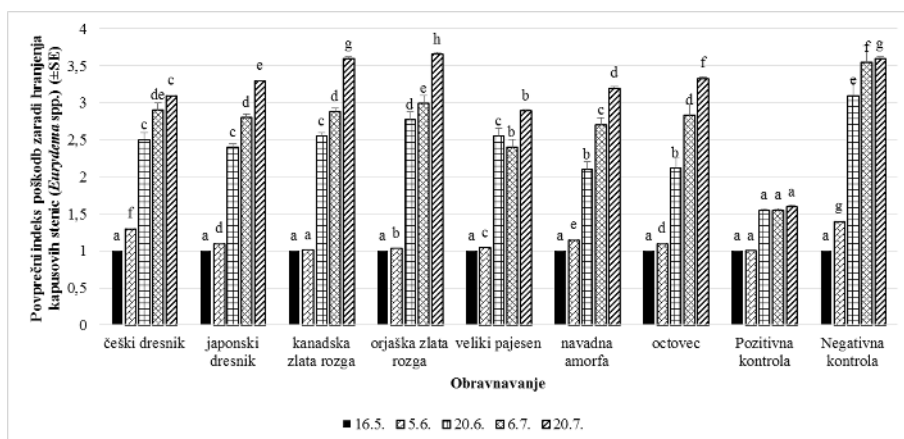


Slika 2: Povprečni indeks poškodb zaradi hranjenja kapusovih bolhačev glede na termin (črke prikazujejo razlike znotraj termina ocenjevanja med posameznimi obravnavanji).



Slika 3: Povprečni indeks poškodb zaradi hranjenja kapusovih stenic (*Eurydema* spp.) glede na obravnavanje (črke prikazujejo razlike med posameznimi obravnavanji).

340



Slika 4: Povprečni indeks poškodb zaradi hranjenja kapusovih stenic glede na termin ocenjevanja (črke prikazujejo razlike znotraj termina ocenjevanja med posameznimi obravnavanji).

Poškodbe zaradi kapusovih bolhačev smo opazili v sredini maja, medtem ko smo poškodbe kapusovih stenic opazili v začetku junija. Da se kapusove stenic pojavijo pozneje kot kapusovi bolhači je bilo že zapisano v doktorski nalogi (Bohinc, 2013). Znano je, da imajo izvlečki iz velikega pajesena lahko insekticidne lastnosti, kar so v raziskavi potrdili že Pavela et al. (2014). V njihovem primeru so potrdili insekticidno delovanje izvlečkov velikega pajesena na gosenice sovke *Spodoptera littoralis*. Dosedanje raziskave, v katerih so preučevali insekticidno delovanje izvlečkov navadne amorfe opisujejo različne rezultate, v nekaterih so potrdili njeno insekticidno delovanje, v drugih tega niso zaznali. Naša raziskava potrjuje insekticidno delovanje vodnih izvlečkov navadne amorfe.

4 SKLEPI

Izmed vodnih izvlečkov, ki smo jih pripravili iz listov sedmih različnih invazivnih tujerodnih rastlinskih vrst, lahko potrdimo potencialno insekticidno delovanje vodnih izvlečkov navadne amorfe in velikega pajesena; in sicer le v razmerah majhne številčnosti kapusovih stenic in kapusovih bolhačev, ki so posledično sposobni povzročiti majhen obseg poškodb na listih zelja.

5 ZAHVALA

Prispevek je nastal v okviru projekta ApPLAuSE (Alien PLAnt SpECies) - from harmful to useful with citizens' led activities (od škodljivih do uporabnih tujerodnih rastlin z aktivnim vključevanjem prebivalcev), ki ga financira (2017-2020) Evropski sklad za regionalni razvoj v okviru pobude Urban Innovative Actions (UIA).

6 LITERATURA

- Bohinc, T. 2013. Interakcije kapusovih bolhačev (*Phyllotreta* spp.) in kapusovih stenic (*Eurydema* spp.) z zeljem in izbranimi privabilnimi posevki. Doktorska disertacija, Univerza v Ljubljana, Biotehniška fakulteta. 84 str.
- Jiang, H., Wang, J., Song, L., Cao, X., Yao, X., Tang, F., Yue, Y. 2018. Chemical composition of an insecticidal extract from *Robinia pseudoacacia* L. seed and its efficacy against aphids in oilseed rape. *Crop Protection*. 104: 1-6.
- Laznik, Ž., Bohinc, T., Trdan, S. 2018. Uporabnost izbranih invazivnih tujerodnih rastlin pri zatiranju škodljivih organizmov gojenih rastlin. *Acta Agriculturae Slovenica*. 111 (2): 501-509.
- OEPP/EPPO. 2002. Guidelines for the efficacy evaluation of insecticides. *Phyllotreta* spp. on rape. *OEPP/EPPO Bulletin*, 32: 361-365.
- Pavela, R., Zabka, M., Tylova, T., Kresinova, Z. 2014. Insecticidal activity of compounds from *Ailanthus altissima* against *Spodoptera littoralis* larvae. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*. 51 (1): 101-112.
- Rodell DeHaan, L., Ehlike, N. J., Sheaffer, C.C., Wyse, D., dEHaan, R. 2006. Evaluation of diversity among North American Accessions of false indigo (*Amorpha fruticosa* L.) for forage and biomass. *Genetic Resources and Crop Evolution*. 53 (7): 1463-1476.
- Stoner, K.A., Shelton, A.M. 1988. Effects of planting date and timing of growth stage on damage to cabbage by onion thrips (*Thrips tabaci*). *Journal of Economic Entomology*. 91: 329-333.

BAZILIKINA PLESEN (*Peronospora belbahrii* Thines) TUDI V SLOVENIJI

Franci Aco CELAR¹, Katarina KOS²

^{1,2} Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Katedra za fitomedicino, kmetijsko tehniko, poljedelstvo, pašništvo in travništvo, Ljubljana

IZVLEČEK

Bazilika (*Ocimum* spp.) je ena izmed gospodarsko najpomembnejših gojenih začimbnic na svetu. »Bazilikina plesen«, ki jo povzroča gliva *Peronospora belbahrii*, je v zadnjem desetletju postala pomembna bolezen navadne bazilike (*O. basilicum*) po vsem svetu. Bolezen izvira iz Ugande, kjer je bila ugotovljena v tridesetih letih prejšnjega stoletja. Pred časom se je razširila v Evropo, Srednji vzhod, obe Ameriki in Daljni vzhod. Prenos bolezni s semenom bi bil lahko vzrok za njeno hitro širjenje po vsem svetu. V Sloveniji se je bolezen prvič pojavila v velikem obsegu leta 2018, tako v rastlinjakih kot na prostem. V prispevku je prikazana morfologija in biologija povzročitelja bolezni, bolezenska znamenja, ki jih povzroča na gostiteljski rastlini in nekatere varstvene ukrepe. Predlagano slovensko ime za bolezen je bazilikina plesen.

342

Ključne besede: bazilika, morfologija, *Peronospora belbahrii*, simptomi, Slovenija

ABSTRACT

BASIL DOWNY MILDEW (*Peronospora belbahrii* Thines) ALSO IN SLOVENIA

Basil (*Ocimum* spp.) is one of the most economically important and widely grown herbs in the world. Basil downy mildew, caused by *Peronospora belbahrii*, has become an important disease in sweet basil (*O. basilicum*) production worldwide in the past decade. It is originated in Uganda in the 1930s and recently spread to Europe, the Middle East, Americas, and the Far East. Seed transmission may be responsible for its quick global spread. In Slovenia, the disease first emerged on a large scale in 2018, both in greenhouses and outdoors. The paper presents morphology and biology of the causative agent, symptoms on the host plant and some control measures. The proposed Slovenian name for the disease is basilikina plesen.

Key words: basil, morphology, *Peronospora belbahrii*, Slovenia, symptoms

1 UVOD

Bazilika (*Ocimum* spp.) je priljubljena začimbna rastlina, ki je cenjena zaradi svojih dišečih in aromatičnih listov, večinoma pri kuhanju. Po svetu se bazilika prideluje kot začimbna rastlina ali za uporabo v farmacevtski industriji. Lahko jo gojimo tako v

¹ izr. prof., dr., Biotehniška fakulteta, Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana, e-pošta: franc.celar@bf.uni-lj.si

² doc. dr., prav tam, e-pošta: katarina.kos@bf.uni-lj.si

zaprtih prostorih kot na prostem in njena oskrba je relativno enostavna. Kljub temu pa je kar nekaj boleznih, ki jo lahko, predvsem v vlažnih razmerah, okužijo in povzročijo občuten propad listov ali celo cele rastline. Fuzarijska uvelost bazilike (*Fusarium oxysporum* f. sp. *basilicum*) je ena izmed najpogostejših boleznih. Poleg nje baziliko okužujejo tudi bakterijska listna pegavost (*Pseudomonas cichorii*), siva plesen (*Botrytis cinerea*), padavica sadik in trohnobe korenin (*Rhizoctonia solani*, *Pythium* spp.). Od začetka tega tisočletja pa pridelavo bazilike vedno pogosteje ogroža bazilikina plesen (*Peronospora belbahrii*), posebej če ne izvajamo ustreznih varstvenih ukrepov. V drugem delu lanskega poletja (2018) smo pridobili več vzorcev okužene bazilike. Po standardnih fitopatoloških metodah smo z mikroskopiranjem ugotovili, da je povzročitelj boleznih psevdogliva *Peronospora belbahrii*. V Sloveniji do zdaj bolezen v dostopnih virih ni bila omenjena.

2 MATERIAL IN METODE

Avgusta leta 2018 smo v Laboratorij za fitomedicino na Oddelku za agronomijo na Biotehniški fakulteti dobili v pregled 5 vzorcev okužene navadne bazilike. Trije so bili prineseni z Gorenjske (Kranj in okolica), dva pa sta bila odvzeta v Ljubljani (rastlinjak na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete in vrt na Kodeljevem). Vzorci navadne bazilike (*Ocimum basilicum*) so bili izvorno iz uvoženih vlončenih sadik (Italija), pa tudi iz sadik, ki so bile vzgojene pri nas iz semena. Rastline so kazale značilna bolezenska znamenja okužbe s peronosporo; kloroze in nekroze na zgornji strani listov in plesniva prevleka na spodnji. Za mikroskopiranje smo pripravili mikroskopske preparate iz postrgane plesnive prevleke na listih. Morfološke značilnosti opaženih trosonoscev in trosov smo ugotavljali pod svetlobnim mikroskopom (Nikon Axioskop) pri 400x povečavi in analizatorjem slike (Nikon NIS Elements BR 2.30).

3 REZULTATI

3.1 Morfološka identifikacija

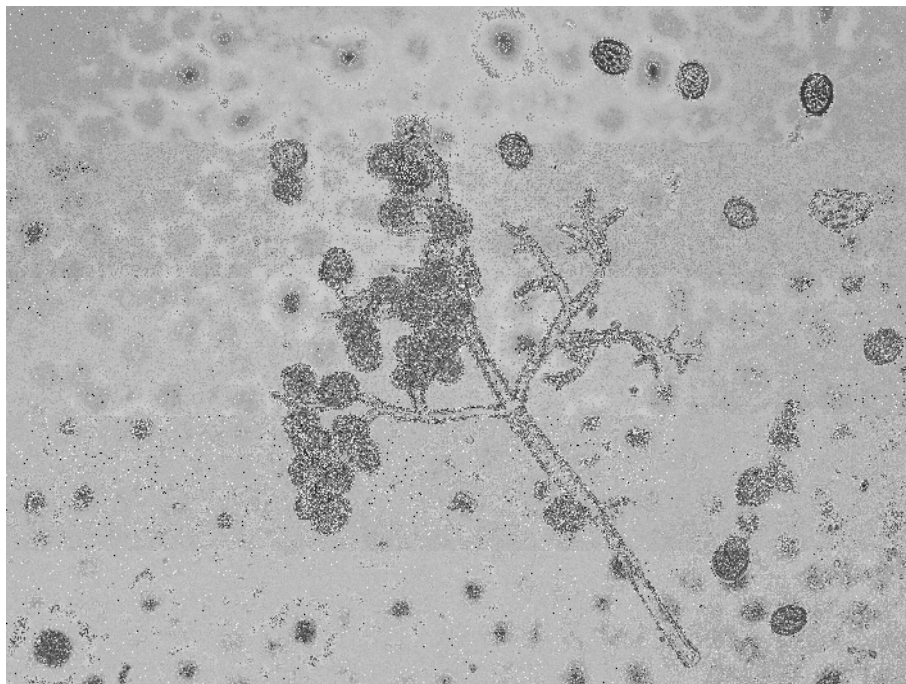
Trosonosci ($n = 50$) so bili hialini, rahlo ukrivljeni, dolgi 360 – 420 μm , navadno 4-5 krat (sub)monopodialno razvejani. Končne veje trosonoscev so bile navadno v parih in prav tako rahlo zakrivljene. Trosi ($n = 100$) so bili na splošno jajčasti do elipsoidni, z zaokroženo bazo, rjavosive do rjavo olivne barve, v povprečju veliki 29,6 x 23,1 μm ; razmerje dolžina : širina = 1,28 (slika 1). Morfološke značilnosti trosonoscev in trosov so bili primerljivi z tistimi, ki jih tvori *P. belbahrii* (Thines in sod., 2009), s tem da so bili konidiofori in konidiji nekoliko manjši. Molekulske analize ITS regij nismo opravili.

3.2 Gostitelji in bolezenska znamenja

O tej bolezni na baziliki so prvič poročali iz Ugande leta 1932 in sprva za povzročitelja določili *Peronospora* spp., ob drugem množičnem pojavu leta 1937 pa kot *Peronospora lamii*. Vse do leta 2001, ko se je pojavila v Švici, ni bilo zapisov o tej bolezni. S PCR

analizo so tudi potrdili, da je povzročiteljica bolezni gliva *Peronospora belbahrii* in ne *P. lamii*, kot so menili prej (Belbahri in sod., 2005). Po tej najdbi so sledila poročila o prvih najdbah v številnih državah po celem svetu. Razen v Švici so jo v Evropi potrdili tudi v Italiji, Belgiji, Cipru, Češki republiki, Franciji, Nemčiji, Madžarski, Veliki Britaniji in na Hrvaškem (EPPO, 2019; Novak in sod., 2016).

344



Slika 1: Trosonosec in trosi psevdoglive *Peronospora belbahrii* Thines.
Figure 1: Sporophore and spores of pseudofungus *Peronospora belbahrii* Thines.

V zgodnejših zapisih o tej bolezni na baziliki je bilo napačno ugotovljeno, da povzročitelj pripada vrsti *Peronospora lamii*, ki sicer lahko okužuje sorodne rastlinske vrste iz rodov *Coleus* in *Salvia*. Kot potencialne gostitelje, vendar v manjšem obsegu, se omenja tudi vrste iz rodu *Agastache* (ožep) in pisano/sobno koprivo (*Plectranthus scutellarioides*), ki prav tako spadajo v družino ustnatic (Lamiaceae) (Thines in sod., 2009; Denton in sod., 2015; EPPO, 2019).

Če nimamo izkušenj, lahko zgodnja bolezenska znamenja na okuženih rastlinah zlahka spregledamo. Lahko jih zamenjamo z znamenji zaradi pomanjkanja hranil, kot sta na primer magnezij in dušik ali pa z sončnim ožigom. Zgodnji simptomi se kažejo na listih v obliki rahlo klorotičnih, blede rumenih do rumenobelih območij oz. lis, najprej na eni strani od osrednje listne žile, potem pa hitro preidejo tudi na preostali del lista. Prva bolezenska znamenja najprej opazimo na spodnjih listih rastlin, kjer je vlaga največja.

V ugodnih razmerah za razvoj bolezní se na spodnji strani listov hitro razvije vijoličnosiva do črna plesniva prevleka, sestavljena iz trosonoscev in trosov. Prevleka se razvije po vsem tistem delu, kjer so z zgornje stani vidne klorotične lise. Kloroze na listih počasi prehajajo v nekroze, rjave do črne barve. Okuženi listi se zvijajo, večinoma navzdol, in na koncu odpadejo. Sporulacija na spodnji strani okuženih listov je lahko tudi manj obsežna, če so okoljske razmere manj ugodne. V zelo ugodnih razmerah za razvoj bolezní mine od okužbe pa do popolnega propada rastlin v povprečju 7 do 10 dni.

3.3 Razvojni krog

Peronospora belbahrii je psevdogliva, oomiceta iz družine Peronosporaceae. Je obligatni parazit, ki se po rastlini širi z medceličnim (intercelularnim micelijem), v bližnje celice pa prodira s havstoriji (sesalnimi bradavicami). Ker gre za relativno novega patogena, njegova epidemiologija še ni popolnoma znana. Peronospore navadno prezimijo v obliki trajnih spor, oospor, ki nastanejo po združitvi dveh paritvenih (ang. mating) tipov. Pri tem patogenu so do zdaj ugotovili le en paritveni tip, prav tako pa so oospore našli samo enkrat, v mezofilu umetno okuženih rastlin (Cohen in sod., 2013). Do zdaj še niso ugotovili ali je patogen heterotaličen ali homotaličen. Predvidevajo, da se patogen ohranja predvsem v obliki micelija in/ali trosov na okuženih ostankih rastlin ali tleh. V ugodnih razmerah se trosi s pomočjo vode ali zračnih tokov prenesejo na rastline, kjer kalijo in prek listnih rež izvršijo okužbo. Trosi kalijo s kličnim mešičkom, če so v vodi vsaj 2 uri in je temperatura od 15 do 20 °C. Kalivost ohranijo tudi, če so dlje izpostavljeni nizkim temperaturam (3 mesece -20 °C ali 2 leti -80 °C). Sveži ali zamrznjeni trosi kalijo na vodnem agarju v območju od 5 pa do 25 °C (Djalali Farahani-Kofoet in sod., 2014). Da pride do okužbe morajo biti listi mokri vsaj 4 do 6 ur (Garibaldi in sod., 2007; Cohen in Ben Naim, 2016). Največji obseg okužb je pri temperaturah 11,5 – 15,5 °C in 8 urni omočenosti listov. Po določenem času, odvisno od okoljskih razmer, se na spodnji strani listov oblikujejo trosonosci s trosi, ki izraščajo iz listnih rež. Sporulacijo pospešuje visoka zračna vlaga (97,6 – 100 %), medtem ko se pri nižji (85 %) skoraj prekinje (Cohen in Ben Naim, 2016). Na tvorbo trosov vpliva tudi osvetlitev. Trosi se tvorijo le v temi, medtem ko 24 urna osvetlitev popolnoma zavre njihovo tvorbo (Lopez-Lopez in sod., 2014). Novonastali trosi širijo okužbo naprej po isti ali pa novih rastlinah. Ugotovljeno je, da se *P. bellbahrii* lahko ohranja tudi na semenu, vendar v zelo majhnem obsegu, 0,33 do 0,66 % (Garibaldi in sod., 2004) obsegu. Razširja pa se lahko tudi z okuženimi sadikami in sveže rezano baziliko.

3.4 Varstvo

Visoka zračna vlaga, predvsem pa omočenost listov, sta pomembni za okužbo. Tako je zmanjšanje časa omočenosti listov oz. preprečitev le te najpomembnejši preventivni varstveni ukrep. V rastlinjakih si pri tem pomagamo z segrevanjem in zračenjem. Rastlin ne zalivamo s pršenjem, temveč s poplavnim ali kapljičnim namakanjem. Za

zatiranje bazilike plesni nimamo v Sloveniji registriranega nobenega fungicida, v drugih državah EU pa za njeno zatiranje uporabljajo fungicide na podlagi dimetomorfa, azoksistrobina, metalaksila v kombinaciji z mankozebom, fosetil-Al in propamokarb hidroklorida. Po dosedanjih izkušnjah je preventivna uporaba prej omenjenih fungicidov veliko bolj učinkovita kot kurativna. Raziskave so potrdile, da je možen prenos bolezni v omejenem obsegu tudi s semenom, zato bi bilo vredno razmisliti o razkuževanju le tega. V ZDA in Izraelu so v raziskavah ugotovili, da obstajajo med posameznimi sortami/križanci bazilike občutne razlike v občutljivosti za oziroma odpornosti proti tej bolezni. Zelo občutljivejši so sorte vrste *O. basilicum*, medtem ko so manj dovzetne za okužbo vrste *O. americanum*, *O. kilimanascharicum*, *O. gratissimum*, *O. campechianum* in *O. tenuiflorum* (Wyenandt in sod., 2010; Cohen in sod., 2015; Homa in sod., 2016). Ustreznim povezovanjem preventivnih in kurativnih ukrepov lahko zmanjšamo okužbe na minimum, vendar pa je predpogoj za uspeh predvsem zgodnje odkrivanje bolezni.

4 SKLEPI

Bazilikina plesen, ki jo povzroča psevdogliva *Peronospora belbahrii*, je bila v Sloveniji prvič ugotovljena in opisana leta 2018. Obstaja velika verjetnost, da je bila v Slovenijo prinesena z uvoženimi sadikami bazilike, predvsem iz Italije. Res pa je, da smo jo našli tudi na sadikah, ki so bile vzgojene pri nas iz semena. Nismo pa mogli ugotoviti ali okužbe izvirajo iz samega semena ali pa so bile povzročene s trosi iz okoliških obolelih rastlin. Verjetno se je bolezen pojavljala v Sloveniji v sporadičnem obsegu že v prejšnjih letih, vendar zapisov o tem ni.

5 LITERATURA

- Belbahri, L., Calmin, G., Pawlowski, J., and Lefort, F. 2005. Phylogenetic analysis and real time PCR detection of a presumably undescribed *Peronospora* species on sweet basil and sage. *Mycol. Res.* 109, 11: 1276-1287.
- Cohen, Y., and Ben-Naim, Y. 2016. Nocturnal fanning suppresses downy mildew epidemics in sweet basil. *PLoS One* 11:e0155330 (<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0155330>).
- Cohen, Y., Ben-Naim, Y., Falach L. 2015. Resistance Against Basil Downy Mildew in *Ocimum* Species. *Phytopathology*, 105, 6: 778-785.
- Cohen, Y., Vaknin, M., Ben-Naim, Y., Rubin, A. E., Galperin, M., Silverman, D., Bitton, S., and Adler, U. 2013. First report of the occurrence and resistance to mefenoxam of *Peronospora belbahrii*, causal agent of downy mildew of basil (*Ocimum basilicum*) in Israel. *Plant Dis.*, 97, 5: 692.
- Denton, G.J., Beal, E., Denton, J.O., Clover, G. 2015. First record of downy mildew, caused by *Peronospora belbahrii*, on *Solenostemon scutellarioides* in the UK, *New Disease Reports* 31, 14.
- Djalali Farahani-Kofoet, R., Romer, P., and Grosch, R. 2014. Selecting basil genotypes with resistance against downy mildew. *Sci. Hortic. (Amsterdam)* 179: 248-255.
- EPPO, 2019. EPPO Global Database (<https://gd.eppo.int/taxon/PEROBE/distribution>).
- Garibaldi, A., Bertetti, D., and Gullino, M. L. 2007. Effect of leaf wetness duration and temperature on infection of downy mildew (*Peronospora* sp.) of basil. *J. Plant Dis. Prot.*, 114, 1: 6-8.
- Garibaldi, A., Minuto, G., Bertetti, D., and Gullino, M. L. 2004. Seed transmission of *Peronospora* sp. of basil. *J. Plant Dis. Prot.*, 111, 5: 465- 469.

- Homa, K., Barney, W. P., Ward, D. L., Wyenandt, C. A., and Simon, J. E. 2016. Morphological characteristics and susceptibility of basil species and cultivars to *Peronospora belbahrii*. HortScience, 51, 11: 1389-1396.
- López-López, A., Koller, M., Herb, C., and Scharer, H. J. 2014. Influence of light management on the sporulation of downy mildew on sweet basil. II International Symposium on Organic Greenhouse Horticulture 1041: 213- 219.
- Novak, A., Sever, Z., Ivić, D., Čajkulić, A.M. 2016. Plamenjača bosiljka (*Peronospora belbahrii*) – destruktivna bolest u proizvodnji bosiljka. Glasilo biljne zaštite, 16, 6: 544-547.
- Thines, M., Choi, Y.J. 2016. Evolution, diversity, and taxonomy of the Peronosporaceae, with focus on the genus *Peronospora*. Phytopathology, 106, 1: 6-18.
- Thines, M., Telle, S., Ploch, S., Runge F. 2009. Identity of the downy mildew pathogens of basil, coleus, and sage with implications for quarantine measures. Mycol Res., 113, 5: 532-540.
- Wyenandt, C. A., Simon, J. E., McGrath, M. T., Ward, D. L. 2010. Susceptibility of Basil Cultivars and Breeding Lines to Downy Mildew (*Peronospora belbahrii*); HortScience 45, 9: 1416–1419.

UČINEK IZBRANIH HERBICIDOV NA PLEVELNE VRSTE V SLADKEM KROMPIRJU

Dragan ŽNIDARČIČ¹, Tomaž SINKOVIČ², Igor ŠANTAVEC³, Mario LEŠNIK⁴,
Stanislav TRDAN⁵, Filip VUČAJNK⁶, Matej VIDRIH⁷

^{1-3, 5-7}Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Ljubljana

⁴Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede Maribor, Hoče

IZVLEČEK

V poljskem poskusu smo preučevali delovanje treh herbicidnih kombinacij na posamezne plevelne vrste v sladkem krompirju (*Ipomoea batatas*). Poleg treh herbicidnih kombinacij, je bila v poskusu uporabljena še polietilenska zastirka in kontrolna parcela. Prva herbicidna kombinacija je bila 2,5 l/ha Devrinol (a.s. napropamid) in 1,5 l/ha Stomp aqua (a.s. pendimetalin), v drugi herbicidni kombinaciji smo uporabili 3 l/ha Stallion (a.s. klomazon in pendimetalin) in 0,7 l/ha Dual gold (a.s. S-metolaklor), medtem ko v tretji 0,25 l/ha Centium (a.s. klomazon) in 2,5 l/ha Stomp aqua (a.s. pendimetalin). V članku je predstavljen učinek posameznih obravnavanj na pokrovnost posameznih plevelnih vrst v sladkem krompirju.

348

Ključne besede: herbicidi, plevelne vrste, sladki krompir.

ABSTRACT

THE EFFICIENCY OF SELECTED HERBICIDES ON WEED SPECIES IN SWEET POTATO

In the field trial we studied the effect of three herbicide combinations on individual weed species in sweet potato (*Ipomoea batatas*). Beside these three herbicide combinations polyethylene mulch and control plot were also used. The first herbicide combination included 2.5 l/ha Devrinol (a.i. napropamide) and 1.5 l/ha Stomp aqua (a.i. pendimethalin). In the second herbicide combination we used 3 l/ha Stallion (a.i. clomazone and pendimetalin) and 0.7 l/ha Dual gold (a.i. S- metolachlor), while in the third 0.25 l/ha Centium (a.i. clomazone) and 2.5 l/ha Stomp aqua (a.i. pendimetalin). In the article the efficiency of treatments on the coverage of individual weed species in sweet potato is presented.

Key words: herbicides, weed species, sweet potato.

¹ izr. prof. dr., Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana

² mag., prav tam

³ asist. dr., prav tam

⁴ prof. dr., Pivola 10, SI-2311 Hoče

⁵ prof. dr., Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana

⁶ doc. dr., prav tam

⁷ doc. dr., prav tam

1 UVOD

Sladki krompir (*Ipomoea batatas* L.) se goji v toplejših območjih na vseh kontinentih. 95 % proizvodnje sladkega krompirja je v državah v razvoju, kjer je na petem mestu med poljščinami. 80 % celotne pridelave je na Kitajskem, ostale pomembne pridelovalke so Uganda, Nigerija in Indonezija. V obdobju 2000-2003 je svetovna pridelava znašala 9 milijonov hektarjev in povprečni pridelek 14500 kg/ha. V ZDA je v letu 2017 pridelava znašala 64470 ha in povprečni pridelek 25080 kg/ha (FAO STAT, 2017). Sadike sladkega krompirja navadno sadimo na razdaljo v vrsti od 25 do 30 cm, medvrstna razdalja pa znaša 100 do 120 cm. To pomeni gostoto 40000 rastlin na hektar (Martin in sod., 2006; Elzebroek in Wind, 2008). Pred saditvijo se oblikujejo grebeni do višine 25 cm. Med rastno dobo je mogoče medvrstno okopavanje, vse dokler se rastlina ne razširi v medvrstni prostor. Mogoča je tudi uporaba herbicidov na podlagi aktivnih snovi metolaklor in klomazon. Dos Santos in sod. (2018) so dosegli najvišje pridelke 20 genotipov sladkega krompirja na parcelah, kjer je bil uporabljen herbicid klomazon. Na kontrolni parceli je bil pridelek nižji za 81 do 99 %. Za spravilo se večinoma uporablja ročno spravilo, obstajajo pa tudi kombajni, vendar je pri njihovi uporabi več zlomljenih gomoljev.

Namen poskusa je bil ugotoviti učinek treh herbicidnih kombinacij na plevelne vrste v sladkem krompirju glede na kontrolno parcelo in parcelo, kjer je bila uporabljena polietilenska zastirka.

349

2 MATERIAL IN METODE

Poskus smo izvedli v letu 2018 na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani. Poskusna zasnova so bili slučajni bloke s tremi ponovitvami. V poskus je bilo vključenih 5 obravnavanj, in sicer tri herbicidne kombinacije, polietilenska zastirka in kontrola (preglednica 1). Prva herbicidna kombinacija je vključevala herbicida Devrinol 45 FL (a.s. napropamid) 2,5 l/ha in Stomp aqua (a.s. pendimetalin) 1,5 l/ha. Kot drugo smo uporabili herbicida Stallion sync tec (a.s. klomazon in pendimetalin) 3 l/ha in Dual gold 960 EC (a.s. S-metolaklor) 0,7 l/ha. Tretja herbicidna kombinacija je bila kombinacija Centium 36 CS (a.s. klomazon) 0,25 l/ha in Stomp aqua (a.s. pendimetalin) 2,5 l/ha.

Preglednica 1: Obravnavanja v poskusu.

Obravnavanje	Opis
OBR 1	Polietilenska zastirka
OBR 2	Devrinol 45 FL 2,5 l/ha (a.s. napropamid) + Stomp aqua 1,5 l/ha (a.s. pendimetalin)
OBR 3	Stallion sync tec 3 l/ha (a.s. klomazon in pendimetalin) + Dual gold 960 EC 0,7 l/ha (a.s. S-metolaklor)
OBR 4	Centium 36 CS 0,25 l/ha (a.s. klomazon) + Stomp aqua 2,5 l/ha (a.s. pendimetalin)
OBR 5	Kontrola (brez herbicida)

Poskusno parcelo smo jeseni preorali z obračalnim plugom. Pred saditvijo konec maja 2018 smo parcelo obdelali z vrtavkasto brano do globine 20 cm. Nato smo z dvovrstnim osipalnikom oblikovali grebene velikosti 25 cm in trapezne oblike. Medvrstna razdalja je znašala 75 cm. Grebene smo nato omočili zaradi boljšega delovanja talnih herbicidov. Nato smo posamezne parcele poškropili s herbicidi. Škropljenje smo izvedli z ročno nahrbtno škropilnico Solo 425, ki ima batno črpalko. Uporabili smo šobe z zmanjšanim zanašanjem Lechler IDK 120 03 C. Tlak škropljenja je znašal 3 bar in poraba vode 400 l/ha. Na kontrolni parceli herbicida nismo uporabili, na eni parceli pa smo uporabili polietilensko zastirko. Dolžina posamezne poskusne parcele je bila 2 m, širina pa 1,5 m. Uporabili smo slovensko sorto sladkega krompirja 'Janja', ki ima oranžno meso in oranžno kožico. Najprej smo vzgojili potaknjence v klimatiziranem prostoru z nakaljevanjem gomoljev. Nato smo kalice visoke 10 cm presadili v gojitvene plošče s šotnim substratom za sadike (Neuhaus N3). Saditev na grebene smo izvedli ročno naslednji dan po škropljenju s talnimi herbicidi. Na grebene smo namestili cevi za kapljično namakanje, ki smo ga izvajali po potrebi. Vsa ostala agrotehnična dela so bila narejena v skladu z dobro kmetijsko prakso rastlin.

Plevele smo popisali v treh terminih, in sicer 23.07., 09.08. in 17.09. 2018. Popise smo izvedli po metodi Braun-Blanquet in njej pripadajoče razpone pokrovnosti (Diersche, 1994). Uporabili smo kovinski okvir dimenzije 1 x 1 m.

3 REZULTATI Z RAZPRAVO

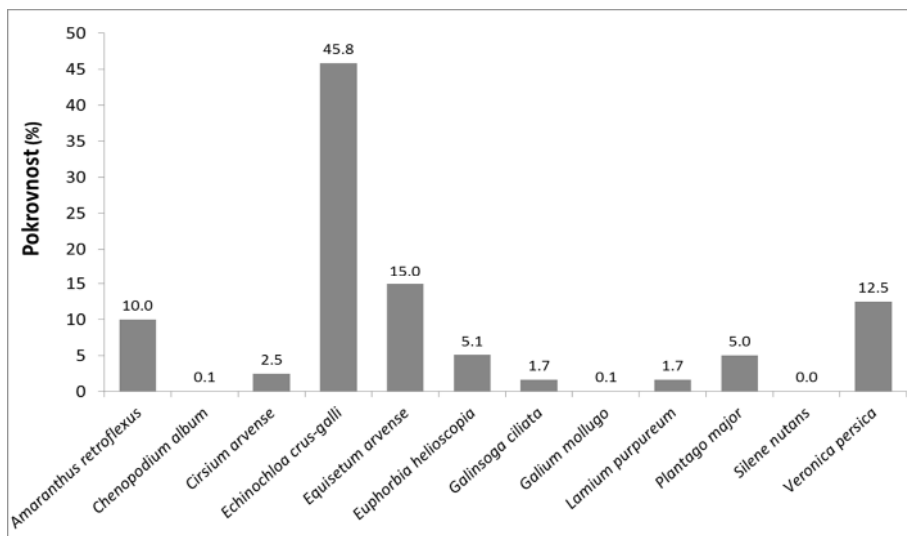
350

Skoraj 46 % površine kontrolne parcele je bila prekrita z vrsto *Echinochloa crus-galli* v prvem terminu popisa plevelov (23.7. 2018) (slika 1). Poleg omenjene vrste so se pojavile še vrste *Equisetum arvense* (15 %), *Veronica persica* (12,5 %) in *Amaranthus retroflexus* (10,0 %). Med 2,5 in 5 % površine so zasedale vrste *Cirsium arvense*, *Euphorbia helioscopia* in *Plantago major*. V manjši meri so se pojavile vrste, kot so *Chenopodium album*, *Galinsoga ciliata*, *Galium mollugo*, *Lamium purpureum* ter *Silene nutans*.

Pokrovnost s pleveli, na parcelah, kjer smo izvedli škropljenje s herbicidi (obravnava 2-4), je bila manj kot 1 % (slika 2). Pojavljale so se iste vrste kot na kontrolni parceli. Rezultati pokrovnosti kažejo, da je bilo delovanje uporabljenih herbicidnih kombinacij na plevelne vrste zelo dobro.

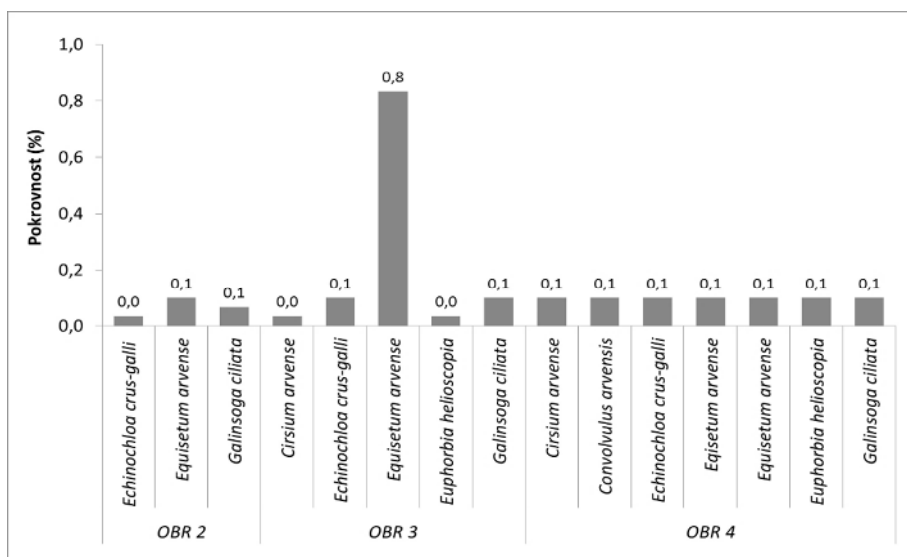
Izračunali smo tudi učinkovitost delovanja herbicidov in polietilenske zastirke na plevelne vrste dne 23.07. 2018 (preglednica 2). Pri tem smo primerjali pokritost s posamezno plevelno vrsto pri obravnavanjih 1-4 (uporaba herbicida in polietilenska zastirka) s pokritostjo na kontrolni parceli (neškropljeno). Pri uporabi polietilenske zastirke (obr 1) je bil učinek 100 %, pri uporabi herbicidnih kombinacij (obr 2 – 4) pa od 93 do 100 %. Mogoče je bilo nekoliko slabše delovanje na plevelni vrsti *Galinsoga ciliata* (obr 2-4) in *Equisetum arvense* (obr 2 in obr 4). Na splošno lahko rečemo, da je bilo delovanje herbicidnih kombinacij in polietilenske zastirke na plevelne vrste zelo dobro. Pri uporabi herbicidnih kombinacij smo opazili, da so rastline zaostale v rasti za 14 dni, kar je veliko. To se je najbolj videlo v primerjavi s parcelo, kjer je bila uporabljena polietilenska zastirka, na kateri je bila rast nemotena in rastline večje. Očitno je sorta Janja občutljiva na uporabljene herbicide. Mogoče bi v prihodnosti

morali preizkusiti delovanje uporabljenih herbicidov na drugih sortah sladkega krompirja oz. znižati odmerke.



351

Slika 1: Pokrovnost s plevelnimi vrstami na kontrolni parceli dne 23.07.2018.



Slika 2: Pokrovnost s pleveli na dan 23.07. 2018, na parcelah, kjer smo uporabili herbicide.

Preglednica 2: Učinek delovanja herbicidov (obr 2 - 4) in polietilenske zastirke (obr 1) dne 23.7. 2018.

PLEVELNA VRSTA	UČINEK (%)			
	OBR 1	OBR 2	OBR 3	OBR 4
<i>Amaranthus retroflexus</i>	100	100	100	100
<i>Chenopodium album</i>	100	100	100	100
<i>Cirsium arvense</i>	100	100	98,8	96
<i>Echinochloa crus-galli</i>	100	99,9	99,8	99,8
<i>Equisetum arvense</i>	100	93,3	94,7	99,3
<i>Euphorbia helioscopia</i>	100	100	99,4	98
<i>Galinsoga ciliata</i>	100	94,1	94,1	94,1
<i>Galium mollugo</i>	100	100	100	100
<i>Lamium purpureum</i>	100	100	100	100
<i>Plantago major</i>	100	100	100	100
<i>Silene nutans</i>	100	100	100	100
<i>Veronica persica</i>	100	100	100	100

352

Tekom rasti se je pokrovnost s plevelnimi vrstami v avgustu povečala pri vseh obravnavanjih, najbolj pa na kontrolni parceli (80,6 %) (preglednica 3). Najnižja pokrovnost je bila pri obravnavanju 2, le 0,8 %. Zanimivo, da so se plevelne vrste pojavile tudi na parceli s polietilensko zastirko pri obravnavanju 1 (5,5 %), in sicer tik ob rastlinah, kjer ni pokritega prostora. Tu sta se najbolj pojavila *Amaranthus retroflexus* in *Setaria viridis*. Podobna pokrovnost s plevelnimi vrstami kot pri obravnavanju 1 se je pojavila pri obravnavanju 3. Na kontrolni parceli (obr 5) je bila najvišja pokrovnost s plevelno vrsto *Echinochloa crus-galli* (62,5 %), sledita plevelni vrsti *Equisetum arvense* (15 %) in *Amaranthus retroflexus* (10 %).

Plevelne vrste smo popisovali zadnjič 17.09. 2018. Opazimo, da se je skupna pokrovnost s pleveli pri obravnavanju 1 znižala v primerjavi s prejšnjim terminom popisa 09.08. 2018 (preglednica 4). Na parcelah, kjer so bile uporabljene herbicidne kombinacije, pa se je nekoliko povečala. Najnižja pokrovnost s pleveli med herbicidnimi kombinacijami je bila na obravnavanju 2 (5,5 %), največja pa pri obravnavanju 3 (21,4 %). Pri slednjem obravnavanju se je v največji meri pojavljala vrsta *Amaranthus retroflexus* (15,0 %). Na kontrolni parceli je bila 67,5 % pokrovnost s plevelnimi vrstami. V primerjavi s prejšnjim terminom popisa plevelov se je močno razširila vrsta *Panicum capillare* (37,5 %) in *Setaria viridis* (15 %). Po drugi strani se je zmanjšala pokrovnost s plevelno vrsto *Echinochloa crus galli* iz 62,5 % na 15 %.

Preglednica 3: Pokrovnost s plevelnimi vrstami po obravnavanjih dne 09.08. 2018.

Plevelna vrsta	Pokrovnost (%)				
	OBR 1	OBR 2	OBR 3	OBR 4	OBR 5
<i>Amaranthus retroflexus</i>	2,5	0,1	1,3	2,5	10,0
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	0,1	0,1	0	0,1	0
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	0,1	0	0	0,1	0
<i>Digitaria sanguinalis</i>	0,1	0	0	0	0
<i>Echinochloa crus-galli</i>	0	0,1	0,1	0,1	62,5
<i>Equisetum arvense</i>	0,1	0,1	0,1	0,1	15
<i>Euphorbia helioscopia</i>	0	0,1	0,1	0	0
<i>Galinsoga ciliata</i>	0	0,1	0,1	0,1	0,1
<i>Geranium dissectum</i>	0	0	0	0	0,1
<i>Potentilla reptans</i>	0	0	0,1	0	0
<i>Portulaca oleracea</i>	0	0	0	0	0,1
<i>Rorippa sylvestris</i>	0	0,1	0,1	0,1	0,1
<i>Setaria viridis</i>	2,5	0,1	0,1	2,5	0
<i>Sonchus asper</i>	0,1	0	0,1	0,1	0,1
<i>Veronica persica</i>	0	0	0	0	0,1
SKUPNO	5,5	0,8	2,1	5,7	80,6

353

Preglednica 4: Pokrovnost s plevelnimi vrstami po obravnavanjih dne 17.09. 2018.

Plevelna vrsta	Pokrovnost (%)				
	OBR 1	OBR 2	OBR 3	OBR 4	OBR 5
<i>Alchemilla arvensis</i>	0	0,1	0	0	0
<i>Amaranthus retroflexus</i>	0	0,1	15,0	0	0
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	0	0,1	0,1	0	0
<i>Chamomilla recutita</i>	0	0,0	0,1	0	0
<i>Convolvulus arvensis</i>	0	0,0	0,1	0	0
<i>Digitaria sanguinalis</i>	0,1	0,0	0,1	2,5	0

<i>Echinochloa crus-galli</i>	0,1	2,5	1,7	0	15
<i>Equisetum arvense</i>	0,1	0,9	0,0	1,7	0
<i>Galinsoga ciliata</i>	0	1,7	1,3	6,7	0
<i>Linaria vulgaris</i>	0	0,0	0,1	0	0
<i>Panicum capillare</i>	0	0,0	0,1	0,9	37,5
<i>Rorippa sylvestris</i>	0	0,0	0,1	0	0
<i>Setaria viridis</i>	0	0,1	2,5	1,3	15
<i>Sonchus asper</i>	0	0,0	0,1	0	0
<i>Trifolium repens</i>	0	0,0	0,1	0,1	0
<i>Veronica persica</i>	0	0,0	0,0	0,1	0,0
SKUPNO	0,3	5,5	21,4	13,3	67,5

4 SKLEPI

354

Vse tri herbicidne kombinacije so dosegle zelo visoko učinkovitost pri zatiranju plevelnih vrst in so bile primerljive z uporabo polietilenske zastirke.

Pri uporabi herbicidnih kombinacij se je na sladkem krompirju pojavil 14 dnevni zastoj v rasti glede na rastline, ki so bile sajene na polietilensko zastirko.

V prvem terminu popisa plevelov konec julija so na kontrolni parceli prevladovalе vrste *Echinochloa crus-galli*, *Equisetum arvense*, *Veronica persica* in *Amaranthus retroflexus*, v zadnjem terminu popisa sredi septembra pa plevelne vrste *Panicum capillare*, *Echinochloa crus-galli* in *Setaria viridis*.

5 LITERATURA

- Diersche, H. 1994. Pflanzensoziologie. Grundlagen und Methoden. Eugen Ulmer GmbH & Co. Wollgrasweg 41, 70599 Stuttgart (Hohenheim). Printed in Germany, 683 str.
- Dos Santos, E.A., de Andrade Junior, V.C., Silva Viana, D.J., dos Santos, A.A., da Silva, A.M., Teixeira Fialho, C.M. 2018. Sensitivity of sweet potato genotypes to clomazone and weed interference. Rev. Caatinga, 31 (2): 352-359.
- Elzebroek, T., Wind, K. 2008. Guide to cultivated plants. Wallingford, CAB International: 540 str.
- FAO STAT. 2017. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>
- Martin, J., Waldren, R.P., Stamp, D.L. 2006. Principles of field crop production. New Jersey, USA, Pearson Education: 954 str.

**RESULTS OF A SURVEY OF JAPANESE FLOWER THRIPS
(*Thrips setosus* Moulton, 1928) IN CROATIA IN 2017 AND 2018**

Mladen ŠIMALA¹, Maja PINTAR², Tatjana MASTEN MILEK³

Croatian Agency for Agriculture and Food – Centre for Plant Protection
Zagreb, Republic of Croatia

ABSTRACT

Thrips setosus Moulton, 1928 (Thysanoptera: Thripidae), the Japanese flower thrips, is a highly polyphagous Asian thrips species that can transmit Tomato spotted wilt virus. The presence of *T. setosus* in the EPPO region was reported for the first time in the Netherlands in 2014. After that, the EPPO Secretariat decided to add this potentially damaging thrips species to the EPPO Alert list. Subsequently, it was also recorded in other European countries (France, Germany and the United Kingdom). *T. setosus* was found in Croatia in 2016 on potted hydrangea plants in a nursery in Turanj (N 43°58'18.5" E 15°25'1.5"), a place situated in coastal part of Croatia. The origin of the finding is unknown but could be linked to imports of hydrangea plants from the Netherlands. A survey of *T. setosus* in Croatia was started in 2017 and continued in 2018. Visual inspections and thrips samplings were conducted in protected and outdoor vegetable and ornamental crops in 63 different localities in 15 counties. Thrips were collected by beating of infested plants on a white paper surface. Altogether 182 samples of thrips were collected for species identification. Thrips in collected samples were identified to the species level on the basis of morphological characters of adult females, using classical identification method according to relevant morphological keys. Species *T. setosus* was determined in 29 samples. A preliminary risk analysis according to EPPO Standard PM 5/5(1) was conducted and the conclusion was that *T. setosus* presents high phytosanitary risk to production of protected fruiting vegetables, as well as chrysanthemum cultivation in Croatia. Therefore, appropriate phytosanitary measures for pest eradication and prevention of its spreading were recommended to the Sector for Phytosanitary Policy of Ministry of Agriculture. No official measures have been undertaken, but the growers on localities where *T. setosus* was found were advised to take measures for limiting the spread of *T. setosus*, which included foliar insecticide treatments of hydrangea plants.

Key words: Croatia, survey, *Thrips setosus*, Thysanoptera

¹ dr. sc., Gorice 68b, HR-10000 Zagreb, Croatia, e-mail: mladen.simala@hapih.hr

² dipl. ing., ibid.

³ dr. sc., ibid.

1 INTRODUCTION

Japanese flower thrips (*Thrips setosus* Moulton, 1928), species native to eastern Asia, has recently been introduced into the Netherlands, Germany, France and the United Kingdom. It was found for the first time in Croatia in 2016 on hydrangea plants (Šimala & al., 2017 a). The origin of the finding is unknown, but it could be linked to import of hydrangea plants from the Netherlands, where *T. setosus* was first recorded in 2014, also on hydrangea plants (OEPP/EPP, 2014). Until then, this thrips species had only been known from Japan and South Korea, where it is a polyphagous pest of minor importance with no known association with hydrangea. Japanese flower thrips is known to feed on numerous plant species from at least 21 botanical families (Vierbergen & Loomans, 2016). Although it is called a flower thrips, it is a typical leaf feeding thrips and does not feed on pollen (Murai, 2001). It is a known pest of solanaceous crops such as tomato, pepper and eggplant and is known to attack chrysanthemum, cucumber, hellebore, hosta, hydrangea, impatiens, petunia, poinsettia, soybean and many more. Damage on leaves is similar to damage caused by other thrips species: silvery spots with dark excrements on the underside of the leaf. *T. setosus* is one of the ten species of thrips able to transmit Tomato spotted wilt virus (TSWV) (EFSA, 2012). This destructive viral disease transmitted by western flower thrips (*Frankliniella occidentalis* Pergande, 1895) causes severe damages in Croatia, especially in production of greenhouse pepper, tomato and chrysanthemum. *T. setosus* presents a high potential risk, especially to greenhouse production of fruitong vegetables and chrysanthemum, which was the reason for conducting a survey of *T. setosus* in Croatia in 2017 and 2018.

356

2 MATERIALS AND METHODS

A survey of *T. setosus* was conducted in greenhouse and outdoor vegetable and ornamental crops in continental and coastal part of Croatia in 2017 and 2018. Host plants were visually inspected for the presence of thrips or the symptoms of feeding, with each inspection site being examined mostly twice, in rare occasions only once, and nurseries even four times during the vegetation. Thrips were sampled by beating of infested plants on a white paper surface for subsequent laboratory analysis. Several adult thrips specimens were collected from each plant species with fine brush and immersed into Eppendorf vials containing AGA solution (10 units of 60 % ethyl-alcohol, 1 unit of glycerine and 1 unit of glacial acetic acid). All sampled thrips specimens were slide mounted in Canada balsam according to the standard method (Mound & Kibby, 1998) and examined using an Olympus BX 51 high power microscope (magnification 100-400x). Thrips in collected samples were identified to the species level on the basis of microscopic morphological characters of adult females, using the classical identification method according to morphological keys by Zur Strassen (2003) and Palmer (1992). Slide-mounted specimens were labelled with all data relevant for faunistic entry and deposited in the collection of Laboratory for zoology of Centre for Plant Protection.

3 RESULTS AND DISCUSSION

A survey of *T. setosus* in Croatia was started in 2017 and continued in 2018. During a two year survey, visual inspections and thrips samplings were conducted in greenhouse and outdoor vegetable and ornamental crops in 63 different localities in 15 counties of Croatia. In 2017, 62 visual inspections and thrips samplings were carried out in vegetables and ornamentals in 32 localities. A total of 65 samples of thrips were collected from 21 plant species. In 2018, 86 visual inspections were conducted in 44 localities and 117 samples of thrips were collected from 31 plant species. Majority of samples were taken from hydrangea, sweet pepper, cucumber, tomato and chrysanthemum, which are the most important cultivated host plants of *T. setosus*. In a total of 182 collected samples, 14 thrips species were identified (Table 1). *F. occidentalis* was the most abundant thrips species. It was identified in 60,4 percent (110 samples) of all analysed samples. This was expected, since it is the most widely spread and harmful thrips species of greenhouse vegetables and ornamentals in Croatia. Unexpectedly, a new invasive thrips species *T. setosus* was identified during a two year survey in as many as 29 samples, alone or in mixed population with *F. occidentalis*, *Thrips tabaci* Lindeman, 1889 or *Echinothrips americanus* Morgan, 1913 (Figure 1). Twenty six positive samples were collected from hydrangea plants and one from cucumber, cyclamen and *Brugmansia* sp. plants respectively. All positive samples were collected in garden centres in 11 following localities: Lučko (N 45°45'27.2" E 15°52'14.01"), Gaženica (N 44°5'52.49" E 15°15'39.95"), Poreč (N 45°13'37.76" E 13°36'14.15"), Umag (N 45°25'34.09" E 13°33'1.12"), Turanj (N 43°58'18.5" E 15°25'1.5"), Split (2 localities: N 43°30'24.36" E 16°29'54.24" and N 43°30'50.32" E 16°30'0.51"), Kaštel Sućurac (N 43°32'40.06" E 16°27'21.7"), Dubrava Šibenska (N 43°44'7.99" E 15°56'49.69"), Metković (N 43°4'6.29" E 17°38'32.23") and Štefanec (N 46°21'47.26" E 16°29'38.54"), except for one sample that was collected in a nursery in Sračinec (N 46°20'12.04" E 16°15'42.18"), on hydrangea plants from domestic production. On the base of recently published literature (Raspudić & al., 2009; Šimala & al., 2008; Šimala & al., 2017 b; Zur Strassen, 2003) and comparison to the latest check list of Thysanoptera in Croatia (Raspudić & al., 2003), *Scolothrips longicornis* Priesner, 1926 and *Thrips viminalis* Uzel, 1895 are newly recorded species for the thrips fauna in Croatia.

357

Table 1: Thrips species identified in collected samples (2017-2018).

PLANT FAMILY	PLANT SPECIES	THRIPS SPECIES					
		<i>Aeolothrips gloriosus</i>	<i>Aeolothrips intermedius</i>	<i>Aeolothrips melaleucus</i>	<i>Echinothrips americanus</i>	<i>Frankliniella intonsa</i>	<i>Frankliniella occidentalis</i>
Amaryllidaceae	<i>Allium cepa</i>					+	
Apiaceae	<i>Apium graveolens</i>						+

358

Araceae	<i>Alocasia</i> sp.						
	<i>Calla</i> sp.						+
	<i>Dieffenbachia</i> sp.				+		+
	<i>Philodendron bipinnatifidum</i>				+		
	<i>Zantedeschia</i> sp.				+		
Asphodelaceae	<i>Hemerocallis</i> sp.						+
Astera- ceae	<i>Aster</i> sp.						+
	<i>Chrysanthemum</i> sp.				+	+	+
	<i>Dahlia</i> sp.					+	+
	<i>Gazania</i> sp.						+
	<i>Osteospermum</i> sp.						+
	<i>Zinnia</i> sp.						+
Campanulaceae	<i>Platycodon</i> sp.						+
Caryophyllaceae	<i>Dianthus</i> sp.						+
Convolvulaceae	<i>Ipomoea</i> sp.			+			
Cucurbitaceae	<i>Cucumis sativus</i>				+	+	+
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia pulcherrima</i>				+		
Fabaceae	<i>Phaseolus vulgaris</i>						+
Gesneriaceae	<i>Streptocarpus</i> sp.						+
Hydrangeaceae	<i>Hydrangea</i> sp.	+	+				+
Iridaceae	<i>Gladiolus</i> sp.						+
Malvaceae	<i>Hibiscus rosa sinensis</i>				+		+
Passifloraceae	<i>Passiflora</i> sp.				+		
Paulowniaceae	<i>Paulownia</i> sp.					+	+
Primulaceae	<i>Cyclamen persicum</i>					+	+
Rosaceae	<i>Rosa</i> sp.						+
Solanaceae	<i>Brugmansia</i> sp.						+
	<i>Capsicum annum</i>	+				+	+
	<i>Datura</i> sp.						

	<i>Lycopersicon esculentum</i>								+
	<i>Solanum melongena</i>								+
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i>								+

Table 1 continued.

PLANT FAMILY	PLANT SPECIES	THRIPS SPECIES							
		<i>Scolothrips longicornis</i>	<i>Thrips atratus</i>	<i>T. flavus</i>	<i>T. italicus</i>	<i>T. major</i>	<i>T. setosus</i>	<i>T. tabaci</i>	<i>Thrips viminalis</i>
Amaryllidaceae	<i>Allium cepa</i>							+	
Apiaceae	<i>Apium graveolens</i>								
Araceae	<i>Alocasia</i> sp.	+							
	<i>Calla</i> sp.							+	
	<i>Dieffenbachia</i> sp.								
	<i>Philodendron bipinnatifidum</i>								
	<i>Zantedeschia</i> sp.								
Asphodelaceae	<i>Hemerocallis</i> sp.								
Asteraceae	<i>Aster</i> sp.							+	
	<i>Chrysanthemum</i> sp.					+		+	
	<i>Dahlia</i> sp.			+				+	
	<i>Gazania</i> sp.								
	<i>Osteospermum</i> sp.								
	<i>Zinnia</i> sp.								
Campanulaceae	<i>Platycodon</i> sp.								
Caryophyllaceae	<i>Dianthus</i> sp.								
Convolvulaceae	<i>Ipomoea</i> sp.								
Cucurbitaceae	<i>Cucumis sativus</i>						+	+	+
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia pulcherrima</i>								
Fabaceae	<i>Phaseolus vulgaris</i>								
Gesneriaceae	<i>Streptocarpus</i> sp.								

Hydrangeaceae	<i>Hydrangea</i> sp.	+				+	+	+	+
Iridaceae	<i>Gladiolus</i> sp.								
Malvaceae	<i>Hibiscus rosa sinensis</i>								
Passifloraceae	<i>Passiflora</i> sp.								
Paulowniaceae	<i>Paulownia</i> sp.								
Primulaceae	<i>Cyclamen persicum</i>							+	+
Rosaceae	<i>Rosa</i> sp.						+		+
Solanaceae	<i>Brugmansia</i> sp.							+	
	<i>Capsicum annuum</i>						+		+
	<i>Datura</i> sp.	+							+
	<i>Lycopersicon esculentum</i>		+						
	<i>Solanum melongena</i>								+
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i>								

360

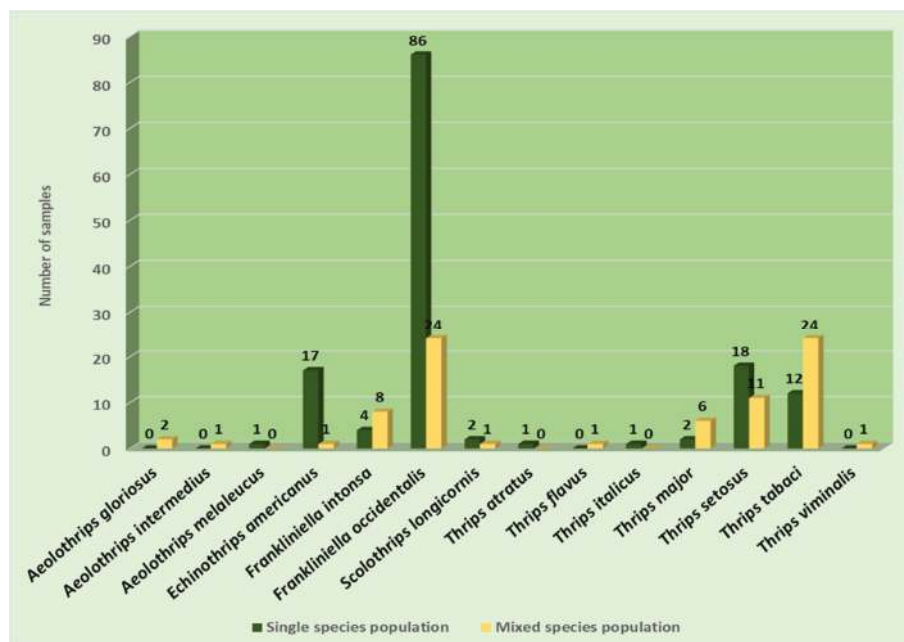


Figure 1: Number of collected samples according to thrips species (2017-2018).

4 CONCLUSIONS

A survey of Japanese flower thrips (*T. setosus*), carried out in 2017 and 2018, confirmed that interceptions of *T. setosus* on hydrangea plants from The Netherlands are common in Croatia. Plants of hydrangea are obviously the main pathway of its spreading within the EU. Due to its highly polyphagous nature and the ability to transmit very harmful Tomato spotted wilt virus, *T. setosus* presents a high potential risk especially to greenhouse production of fruiting vegetables and chrysanthemum, crops that are an important part of Croatian agricultural production and economy. Therefore, appropriate phytosanitary measures for pest eradication and preventing of its spreading were recommended to the Sector for Phytosanitary Policy of Ministry of Agriculture, which included foliar insecticide treatments of hydrangea plants on all localities in which *T. setosus* was found.

5 ACKNOWLEDGEMENT

Thanks are due to Gijsbertus Vierbergen (Ministry of Economic Affairs, Netherlands Food and Consumer Product Authority, Division Agriculture and Nature, National Reference Centre, Wageningen) for confirming the first record of *T. setosus* in Croatia in 2016.

6 REFERENCES

- EFSA 2012. Scientific opinion on the pest categorisation of the tospoviruses. EFSA Journal 2012, 10 (7): 2772.
- Mound, L. A., Kibby, G. 1998. Thysanoptera. An Identification Guide. 2nd edition. Wallingford, UK, CAB International: 70 pp.
- Murai, T. 2001. Life history study of *Thrips setosus*. Entomologia Experimentalis et Applicata, 100: 245-251.
- OEPP/EPPO 2014. First report of *Thrips setosus* in the Netherlands: addition to the EPPO Alert List. EPPO Reporting Service 2014/181, 10: 3-4.
- Palmer, J. M. 1992. *Thrips* (Thysanoptera) from Pakistan to the Pacific: a review. Bulletin of the British Museum (Natural History) Entomology 61 (1): 1-76.
- Raspudić, E., Ivezić, M., Jenser, G. 2003. Check list on Thysanoptera in Croatia. Entomol. Croat. 7 (1-2): 35-41.
- Raspudić, E., Ivezić, M., Brmež, M., Trdan, S. 2009. Distribution of Thysanoptera species and their host plants in Croatia. Acta agriculturae Slovenica 93: 275-283.
- Šimala, M., Masten Milek, T. 2008. Thysanoptera species recorded in greenhouses in Croatia from 2003-2006. Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica 43 (2): 373-383.
- Šimala, M., Pintar, M., Masten Milek, T. 2017 a. Japanski cvjetni trips (*Thrips setosus* Moulton, 1928) (Thysanoptera: Thripidae) – prvi nalaz u Hrvatskoj. Glasilo biljne zaštite 17 (3): 315-322.
- Šimala, M., Pintar, M., Masten Milek, T., Markotić, V., Bjelja, Ž. 2017 b. Rezultati programa posebnog nadzora karantenskih vrsta tripsa iz roda *Scirtothrips* Shull, 1909 na agrumima u Hrvatskoj. Glasilo biljne zaštite Vol. 17 (6): 523-538.
- 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.
- Zur Strassen, R. 2003. Die terebranten Thysanopteren Europas und des Mittelmeer-Gebietes. Die Tierwelt Deutschlands 74: 277 pp.

A FAUNISTIC STUDY ON MITES (Acari) ON CITRUS FRUITS IN CROATIA IN 2018

LUKA MUSTAPIĆ¹, TATJANA MASTEN MILEK²

¹⁻² Centre for Plant Protection, Croatian Agency for Agriculture and Food, Zagreb,
Republic of Croatia

ABSTRACT

Mites (Acari) are economic pests of citrus crops. Most important citrus mites belong to families Tetranychidae, Tenuipalpidae, Tarsonemidae and Eriophyidae. The goal of this study was to make a list of citrus mites in Croatia using the scientific literature and to carry out a faunistic research to show their distribution and to make a checklist of all citrus mites in Croatia. Literature search showed that eight species of citrus mites are present in Croatia. Faunistic research was concluded in 2018., in six counties containing 90 sites and 90 samples using visual inspections and mite sampling with detailed information on localities. Samples were collected from 5 different host plants from family Rutaceae. Collected samples were identified to the species level on the basis of morphological characters of adult mites, using classical identification method according to relevant morphological keys. Mites identified in faunistic research belong to 5 families: Tetranychidae, Phytoseiidae, Tydeidae, Cunaxidae and Trombidiidae. *Panonychus citri* was the most frequent plant-feeding species found and was determined in 19 samples. Family Tydeidae showed as the most frequent in total, determined in 40 samples. The most common predatory mite was *Euseius stipulatus* (Athias-Henriot) confirmed in 15 samples. *E. stipulatus* is reported as a new species for Croatian mite fauna along with the species from families Cunaxidae and Trombidiidae. Checklist of mite fauna on citrus fruits in Croatia contains 11 determined species and 7 families.

Key words: mites, citrus plants, fauna, checklist, Croatia

1 INTRODUCTION

Mites (Acari) are economic pests of citrus plants. It is estimated there are between 500 000 and 1,000,000 species of mites worldwide. Phytophagous and predatory mites are most important to agriculture (Petanović, 2004). Harmful species of mites belong to families Tetranychidae, Tenuipalpidae and Tarsonemidae and superfamily

¹ mag., ing. agr., Svetošimunska 25, HR-10000 Zagreb, Croatia

² PhD, Gorice 68b, HR-10000 Zagreb, Croatia

Eriophyoidea. In tetranychoid mites, the feeding symptoms derive from the removal of the contents of cells of palisade tissue involving the disappearance of chloroplasts and the clotting of cellular residues, these taking on the appearance of small, amber-coloured masses (Vacante 2010). Citrus plants belong in family *Rutaceae*. The harvested area of citrus extends from 40° parallel north to 40° south (Vacante, 2010). It has been calculated that about 140 countries grow citrus and the FAO estimated a total harvested area of over 10,000,000 ha for 2017 (FAOSTAT, 2017). The objective of citrus production is to harvest a large crop of quality fruit (Zalom *et al.* 1991). Optimal production can be achieved only with healthy trees. An even more important aspect of integrated pest management is evaluation of pest control methods for their impact on the total orchard system as well as for their effectiveness in eliminating the primary pest problem (Zalom *et al.* 1991). The production of citrus fruits worldwide is in relative rise (FAOSTAT, 2017). In Croatia most of the citrus fruit harvested area resides in Dubrovacko-neretvanska county. *Citrus reticulata* is the dominant citrus fruit species in Croatia. According to public statistic data, total area under *Citrus reticulata* in 2017. was 2,100 ha. The increased intensity of international trade of plant material and citrus fruits resulted in new species of economic pests being introduced to Croatia, including mites. In Croatia there were no systemic faunistic research of mites so far. As a result, there is no checklist of mites present in Croatia on citrus fruits. The goal of this study was to make a list of citrus mites in Croatia using the scientific literature and to carry out a faunistic research to show their distribution and to make a checklist of all citrus mites in Croatia.

Checklist made by this research will greatly contribute to the successful mite management as well as prevent their spreading, which is directly related to the preservation of the yield.

2 MATERIALS AND METHODS

Conducted faunistic research included: collecting plant material, sample processing under microscope, saving the samples, mounting slides of samples, determination and identification, marking the sites of faunistic research by GPS coordinates (HRTS96/TM), description of mites with economic importance as well as the most distributed species determined in the researched fauna.

Faunistic research was carried out during the 2018. and covered all coastal counties of Croatia. 6 counties in this research: Istarska, Primorsko-goranska, Zadarska, Sibensko-kninska, Splitsko-dalmatinska and Dubrovacko-neretvanska totaled a number of 90 different sites. As most of the citrus fruit production is located in Dubrovacko-neretvanska county, most of the sites as well as most plant samples are from the aforementioned county. A total of 100 plant samples were taken during this research.

Plant samples were collected in orchards, gardens, garden centers and yards. Plant hosts of sampled mites were: *Citrus reticulata*, *C. sinensis*, *C. s limun*, *C. x paradisi*, *C. grandis*. *C. reticulata* contains 56 samples (62.2 %), *C. limon* contains 18 samples (20%), *C. aurantium* 3 samples (3.3 %), *C. x paradisi* and *C. grandis* contained 1 sample each (1.1%). 9 samples (10%) contained more than one citrus plant so they were marked as *Citrus* spp. The microscopic examination of the mites by optical phase contrast and interference system demands the specimens be cleared and mounted on

slides (Vacante, 2010). Permanent mounts require the use of a slide, some drop of medium and a coverslip of different size and shape, depending on the various species and groups of mites. The used media was Hoyer's medium. Hoyer's medium is widely used and basically derives from Berlese fluid, based on the use of arabic gum and chloral hydrate, and can be used for clear, weakly sclerotized specimens; it also has good optical properties (Krantz and Walter, 2009). The identification of the mites is based on the morphological characteristics of adult mite species. Identification keys were used from following authors: Smith Meyer (1987); Dobrivojevic and Petanovic (1982); Krantz and Walter (2009); Vacante (2010); Hoy (2011); EPPO (2018). In the process of the identification OLYMPUS BX 51 optical microscope was used (4x, 10x, 20x, 40x and 100x magnification)

3 RESULTS AND DISCUSSION

Faunistic investigation of the mites of citrus plants in Croatia have resulted in 7 identified mite species, as well as 5 families: Tetranychidae, Phytoseidae, Cunaxidae, Trombidiidae and Tydeidae (Table 1).

Quantitative distribution of mites appearing frequency on citrus plants in Croatia is shown in Figure 1 and showed that family Tydeidae and *Panonychus citri* (Tetranychidae) had the highest appearing frequency.

Based on the literature and faunistic data, a checklist of mites on citrus plants in Croatia was made (Table 2). This checklist represents the first list of complete mite species distributed on citrus plants in Croatia.

364

Table 1: Determined mites in faunistic research on citrus plants in Croatia in 2018.

Phytophagous mites					
Species	Number	Plant Host	Counties	Number of localities	Date of sampling
<i>Panonychus citri</i>	20	<i>Citrus grandis</i> <i>Citrus limon</i> , <i>Citrus reticulata</i> , <i>Citrus</i> spp.	Istarska, Zadarska, Sibensko-kninska, Splitsko-dalmatinska, Dubrovacko-neretvanska	24 localities	May – July 2018.
<i>Panonychus ulmi</i>	1				
<i>Tetranychus urticae</i>	2				
<i>Tetranychus turkestanii</i>	1				
Predatory mites					
<i>Euseius finlandicus</i>	4	<i>Citrus aurantium</i> , <i>Citrus limon</i> , <i>Citrus reticulata</i> , <i>Citrus</i> spp.,	Zadarska, Sibensko-kninska, Splitsko-dalmatinska, Dubrovacko-neretvanska	26 localities	May – July 2018.
<i>Euseius stipulatus</i>	15				
<i>Typhlodromus rhenanus</i>	1				
Family Trombidiidae	1				
Family Cunaxidae	1				
Species of family Phytoseidae	4				

Family Tydeidae					
Tydeidae	40	<i>Citrus aurantium</i> , <i>Citrus reticulata</i> , <i>Citrus limon</i> , <i>Citrus spp.</i> , <i>Citrus x paradisi</i> ,	Istarska, Zadarska, Sibensko-kninska, Splitsko-dalmatinska, Dubrovacko-neretvanska	40 localities	May – July 2018.

365

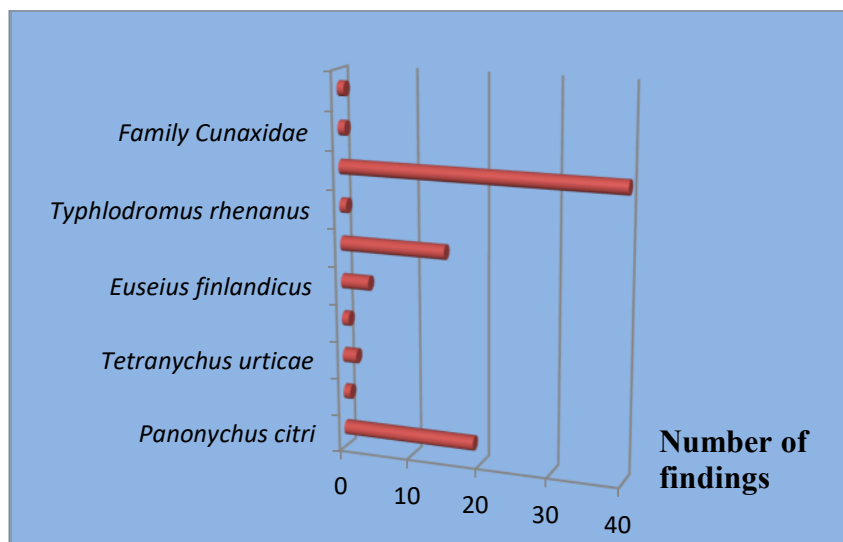


Figure 1: Quantitative distribution of mites appearing frequency on citrus plants.

Table 2: Checklist of mites on citrus plants in Croatia.

Family Tetranychidae
<i>Panonychus citri</i> McGregor 1916
<i>Panonychus ulmi</i> Koch 1836
<i>Tetranychus urticae</i> Koch 1836
<i>Tetranychus turkestanii</i> Ugarov i Nikolski
Family Tenuipalpidae
<i>Brevipalpus lewisi</i> McGregor 1949
<i>Brevipalpus obovatus</i> Donnadieu 1875

Family Eriophyidae
<i>Aceria sheldoni</i> Ewing 1937
<i>Aculops pelekassi</i> Keifer 1959
Family Tydeidae
Family Phytoseiidae
<i>Euseius finlandicus</i> Oudemans, 1915
<i>Euseius stipulatus</i> Athias-Henriot, 1960
<i>Typhlodromus rhenanus</i> Oudemans, 1905
Family Cunaxidae
Family Trombidiidae

4 CONCLUSIONS

366

During a 2018, inspection on mites on citrus plants (Rutaceae) in the open field, and on house and greenhouse pot plants in Croatia showed that citrus plants host a great variety of phytophagous, predatory mites and family Tydeidae that had the highest appearing frequency. Global trade is one of the major factors in the spread of mites worldwide. Faunistic research resulted in 7 different species of mites, namely: *Panonychus citri*, *P. ulmi*, *Tetranychus urticae*, *T. turkestanii*, *Euseius finlandicus*, *E. stipulatus*, *Typhlodromus rhenanus* as well as 5 families: Tetranychidae, Phytoseiidae, Trombidiidae, Cunaxidae, Tydeidae.

Checklist of all mites on citrus plants in Croatia contains 11 species and 7 families. *E.stipulatus* and species from family Cunaxidae and Trombidiidae are new for Croatia mite fauna.

5 ACKNOWLEDGEMENTS

I would like to express my deep gratitude to the Centre for Plant Protection in Zagreb for giving all the necessary elements for carrying out this research.

6 REFERENCES

- Dobrivojević, K., Petanović R. 1982. Osnovi Akarologije, Beograd. Hoy A. M. 2011. Agricultural Acarology, Introduction to Integrated Mite Management. CRC Press. Taylor & Francis Group.
- Krantz G.W. and Walter D.E. 2009. A Manual of Acarology, 3rd edition. Lubbock: Texas Tech University Press. USA.
- Smith Meyer, M. K. P. 1987. African Tetranychidae (Acari, Prostigmata): with reference to the World genera. Department of Agriculture and Water Supply, Republic of South Africa.
- Vacante, V. 2010. Citrus Mites, Identification, Bionomy and Control. Mediteranean University. Reggio Calabria, Italy.
- Zalom, G. F., Morse G. J. 1991. Integrated pest management for citrus. University of California. Division of agriculture and natural resources. Publication 3303: pages 8-10.

POJAVI JUŽNE PLODOVRTKE (*Helicoverpa armigera* [Hübner, 1808]) NA VINSKI TRTI V VINORODNI DEŽELI POSAVJE

Domen BAJEC¹, Mateja ŠTEFANČIČ², Franci BAMBIČ³, Karmen RODIČ⁴,
Andreja PETERLIN⁵, Milena ROŽMAN⁶

^{1,3-6}KGZS – Zavod Novo mesto, Služba za varstvo rastlin, Novo mesto

²EFOS d.o.o.

IZVLEČEK

Škodljiv pojav južne plodovrtke (*Helicoverpa armigera* [Hübner, 1808]) na vinski trti smo prvič zabeležili v vinogradih na Bizeljskem v letu 2014. Pozneje smo v posameznih letih opazili poškodbe tudi na drugih lokacijah vinorodne dežele Posavje. Do poškodb na grozdju pride s prehranjevanjem na povrhnjici grozdnih jagod v avgustu. Gosenice se pred dnevno svetlobo umikajo v notranjost grozda in so zato težko opazne. Zoreče grozdne jagode so v primeru fizičnih poškodb ob deževnem vremenu hitro izpostavljene gnitju. Pri zaznavanju zastopanosti odraslih osebkov smo uporabljali avtomatske daljinske pasti Trapview, s čimer smo primerjali gostoto populacij na območjih z različnimi okoljskimi razmerami.

367

Ključne besede: *Helicoverpa armigera*, južna plodovrtka, vinska trta, gosenica, poškodbe grozdja

ABSTRACT

THE OCCURRENCE OF COTTON BOLLWORM (*Helicoverpa armigera* [Hübner, 1808]) ON GRAPEVINE IN VINE GROWING REGION OF POSAVJE

The occurrence of cotton bollworm (*Helicoverpa armigera* [Hübner, 1808]) on grapevine was recorded in vineyards in Bizeljsko in 2014. In later years we noted damage also on other locations in vine growing region of Posavje. Larvae are active generally by night, when feeding on leaves and grapes. Injuries on grapes are created when caterpillar was fed on grape berry skin at the end July and more often in August. Caterpillars are withdrawn inside the cluster of grape berries in front of the daylight and are therefore difficult to notice. In detecting the presence of adult insects, we used Trapview remote automatic traps, thus comparing population density in areas with different environmental conditions.

Keywords: *Helicoverpa armigera*, cotton bollworm, grapevine, caterpillar, grape damage

¹ mag. agr. znan., univ. dipl. inž. agr., Šmihelska c. 14, SI-8000 Novo mesto

² dr. biol. in bioteh. znan., Razdrto 47b, SI-6225 Hruševje

³ Šmihelska c. 14, SI-8000 Novo mesto

⁴ mag. agr. znan., univ. dipl. inž. agr.; prav tam

⁵ dipl. inž. agr. in hort.; prav tam

⁶ univ. dipl. inž. agr., prav tam

1 UVOD

Vinogradniki na območju jugovzhodne Slovenije so zaradi občasnih, a obsežnejših spomladanskih poškodb, ki se pojavljajo na brstih vinske trte posebno pozorni na poškodbe, ki jih povzročajo grizoči povzročitelji tudi v drugih delih leta. Prve zabeležene poškodbe, ki jih povzročajo gosenice južne plodovrtke na vinski trti tako sovpadajo z letom 2014, ko so precej škode na brstih povzročile že gosenice rjavega trakarja (*Noctua pronuba* [Linnaeus, 1758]). Na območju Bizeljskega je takrat v avgustu prihajalo do poškodb povrhnjice grozdnih jagod. Podobne rane povzroča južna plodovrtka na plodovih paradižnika. Opaženi so bili tudi obgrizeni listi. V poznejših letih smo poškodbe sledili na celotnem območju vinorodne dežele Posavje. Škodo s strani južne plodovrtke so leta 1995 v vinogradih opisali že na Madžarskem (Vörös, 1996). S poskusi so ugotovili, da na grozdju vinske trte le redko uspešno zaključijo celoten razvoj. Sušne vremenske razmere v letih z zabeleženimi poškodbami so v Posavju, na Dolenjskem in Beli Krajini omogočale hitro in uspešno dozorevanje grozdja. Poškodovanim jagodam so se rane zasušile in do večje škode zaradi gnitja grozdja ni prišlo.

2 MATERIALI IN METODE

368

V vinogradih z zabeleženimi poškodbami smo vizualno spremljali razvoj poškodovanih grozdov in trsov ter gosenic južne plodovrtke.

V letih 2017 in 2018 smo pojave odraslih osebkov južne plodovrtke začeli spremljati z avtomatiziranimi daljinskimi pastmi Trapview. Pasti so razporejene na rastiščih treh različnih konfiguracij terena / nadmorske višine ter pridelave kmetijskih rastlin. Na lokaciji Cerklje ob Krki (214 m n.v.) je naprava nameščena na ravninskem vrtnarskem zemljišču ob pridelavi plodovk (paradižnik, paprika, jajčevci); na lokaciji Okljukova Gora (214 m n.v.) poteka spremljanje na zelenjavnem vrtu ob intenzivnih sadovnjakih ter pobočnem vinogradniškem terenu Zgornje Pohance (361 m n.v.). V pasti so bila nameščena feromonska privabila ShinEtsu Surelure HaX222, ki smo jih menjali mesečno.

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

Gosenice južne plodovrtke so se na vinski trti pojavljale najpogosteje od druge polovice avgusta dalje. Njihovo zaznavanje na trti je težavno, saj se pred dnevno svetlobo skrivajo v grozdih ali na senčnih predelih trsja. Gosenice začnejo s hranjenjem na povrhnjici, tudi po več jagod hkrati, in lahko postopno pojedjo cele jagode. Občasno smo poleg poškodovanih grozdov opazili tudi obgrizene liste. Posebno so preferirale namizne sorte, pri čemer je bila zabeležena škoda na sortah: 'Rdeča žlahtnina', 'Kardinal', 'Muškat Hamburg', 'Prima'... Na vinskih sortah sta bili najpogosteje poškodovani 'Rumeni muškat' in 'Modra frankinja'.

369



Slike 1 do 3: Avtomatske pasti Trapview smo namestili na ravninski vrtnarski legi ob reki Krki (Cerklje ob Krki; 214 m n.v.), na sadjarski legi z bližnjim zelenjavnim vrtom (Okljukova Gora; 214 m n.v.) in vinogradniški legi (Zgornja Pohanca; 361 m n.v.).

370



Slike 4 do 7: Poškodbe na grozdju sort ‚Rumeni muškat‘, ‚Modra frankinja‘ in ‚Rdeča žlahtnina‘. Gosenice južne plodovrtke (*Helicoverpa armigera*) se sprva hranijo na povrhnjici groznih jagod. Občasno smo na napadenih trsih zasledili tudi obgrizene liste, a hranjenja gosenic na njih nismo opazili.

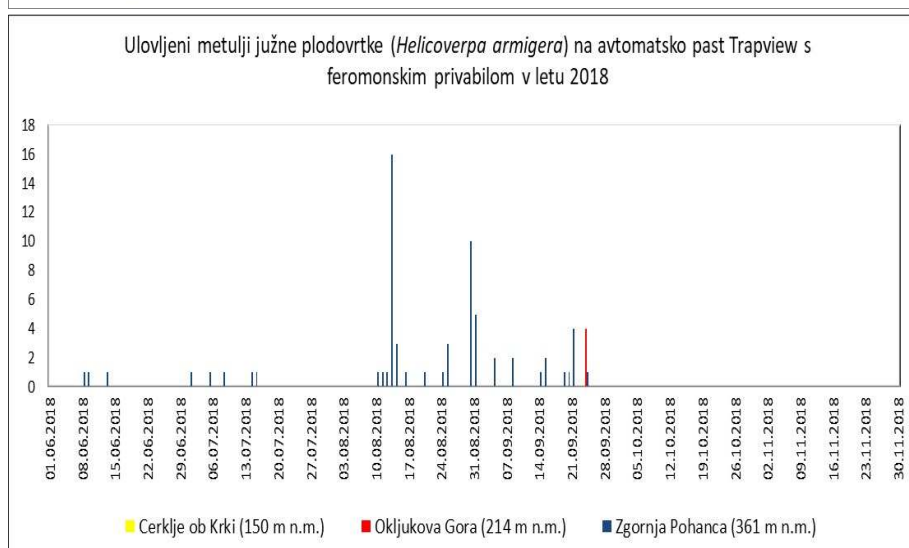
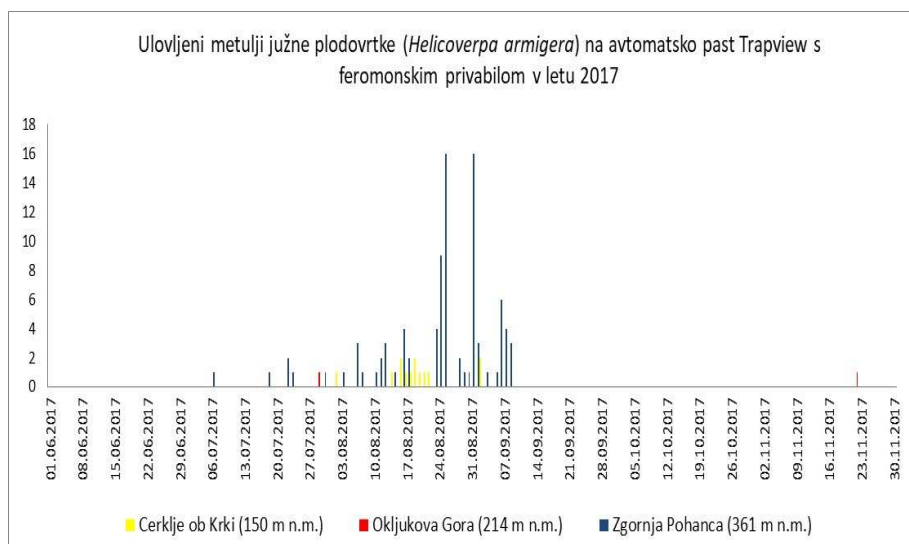
Pri lovu odraslih metuljev z avtomatiziranimi feromonskimi pastmi smo v letih 2017 in 2018 beležili redne in dokaj množične ulove na izraziti vinogradniški lokaciji, medtem ko je pojavljanje na vrtnarskem pridelovalnem območju manj izrazito.

Za primerjavo so priloženi povprečni ulovi odraslih metuljev na isti tip pasti iz treh italijanskih območjih, znanih po intenzivni pridelavi paradižnika, ki je v našem okolju najljubši gostitelj južne plodovrtke. S primerjanjem številčnosti ulovljenih metuljev poskušamo ponazoriti razlike v gostoti populacij med območji kjer predstavlja južna plodovrtka glavni škodljivi organizem v lokalni kmetijski pridelavi in območji s sorazmerno mešano strukturo kmetijskih gostiteljskih rastlin.

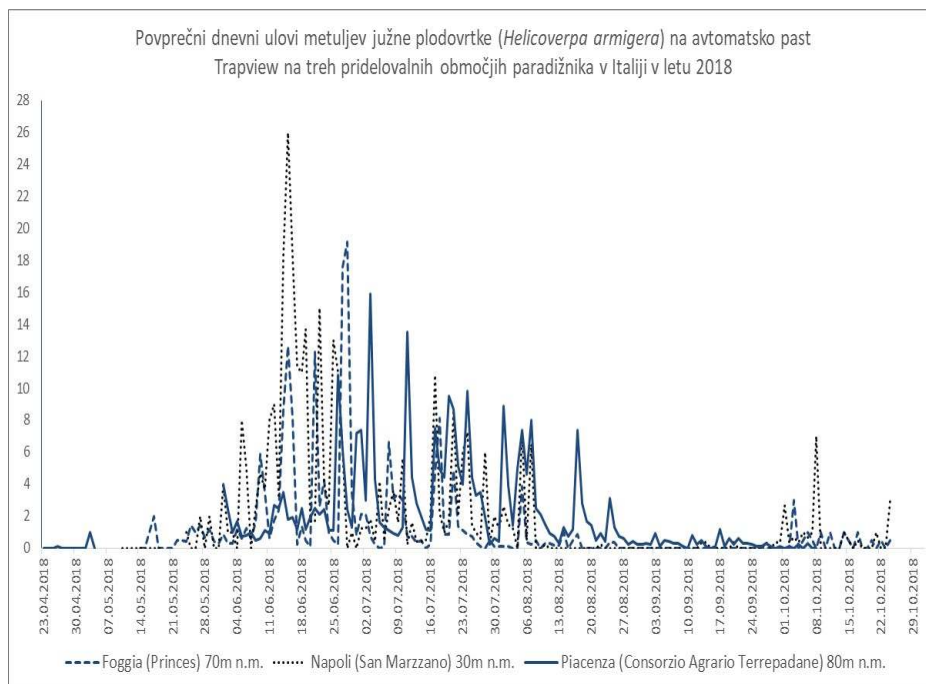
4 SKLEPI

Dosedanja pojavljanja južne plodovrtke na vinski trti so bila občasna in niso prinesla večje škode. To pripisujemo sorazmerno suhemu vremenu v času pojavljanja poškodb na grozdih in po drugi strani verjetno le naključnemu hranjenju gosenic na vinski trti.

371



Sliki 8 in 9: Grafikona prikazujeta ulove odraslih osebkov južne plodovrtke v letih 2017 in 2018 na treh različnih rastiščih za obdobje šestih mesecev. Na izrazito vrtnarskem pridelovalnem območju, kjer se goji plodovke, so bili v obeh letih ulovi najnižji. V obeh letih izstopa vinogradniška lega, obakrat s po 16 ulovljenimi metulji na dan, kot največjim ulovom.



Slika 10: Prikazani so ulovi na isti tip pasti ter feromonsko privabilo kot pri spremljanju pojavov v JV Sloveniji. Dnevna povprečja ulovov južne plodovrtke so pripravljena v lokalnih skupinah več pasti iz intenzivnih pridelovalnih območij: Neapelj (največji dnevni ulov na eni pasti 36 metuljev; prikazan povprečni dnevni ulov v skupini 5 naprav; 30 m n.v.), Foggia (največji dnevni ulov na eni pasti 53 metuljev; prikazan povprečni dnevni ulov v skupini 8 naprav; 70 m n.v.) ter Piacenza (največji dnevni ulov na eni pasti 39 metuljev; prikazan povprečni dnevni ulov v skupini 22 naprav; 80 m n.v.).

5 VIR

Vörös, G. 1996. Damage of cotton bollworm (*Helicoverpa armigera* Hübner) in grapevine. *Növényvédelem*, 32(5), 229-234.

FIRST RECORD OF THE *Prociphilus oleae* (Leach ex Risso, 1826) IN SLOVENIA AND CROATIA

Tatjana MASTEN MILEK¹, Gabrijel SELJAK², Mladen ŠIMALA³, Maja PINTAR⁴

^{1,3,4}Croatian Centre for Agriculture, Food and Rural Affairs – Institute for Plant
Protection, Zagreb

²Agricultural and Forestry Institute Nova Gorica, Nova Gorica

ABSTRACT

Prociphilus oleae (Leach ex Risso, 1826) [Hemiptera, Aphidoidea: Aphididae] was found for the first time in Slovenia in the middle of May 2018 on a garden olive tree in Solkan near Nova Gorica. It is assumed, that this pest was brought by olive plant seedlings from neighbour Italy. There is no significant damages for now, but it can still be considered as a potential but less significant olive pest. *P. oleae* was registered for the first time in Croatia in June 2018 in the olive grove on the Šibensko kninska county in two locations. The infested olives by this aphid, were exposed to low temperatures and adverse climatic conditions over the past winter. In the vicinity of the olive groves there were also vineyards. There is very little information about the bioecology of this pest. In the paper description of species, its biology and ecology, distribution in Europe, Slovenia and Croatia, natural enemies and potential control options are presented.

Key words: *Prociphilus oleae*, *Olea europaea*, Slovenia, Croatia

1 INTRODUCTION

Prociphilus oleae is by now the only known aphid that attacks the olive tree (*Olea europaea*). Beside olive tree, primary host plant can be *Phillyrea latifolia*, but less often. In spring compact colonies covered in white wax wool are settled on shoots near base of trunk. The secondary host plant of this pest is a grape vine (*Vitis vinifera*). On grape vine this aphid parasites at the roots.

So far it has been recorded in France, Greece, Italy, Spain and Turkey. In these countries, infestation of very high intensity, as well as the presence of these aphid at the primary and secondary hosts were recorded.

2 MATERIALS AND METHODS

Faunistic investigations aimed at these aphid species were carried out in 2018 in Solkan area near Nova Gorica in Slovenia and Šibensko-kninska county of Croatia. *P. oleae*

¹ dr. sc., Gorice 68b, HR-10000 Zagreb, Croatia, e-mail: tatjana.masten@zeleni-prsten.hr

² mr. sc., Pri hrastu 18, SI-5000 Nova Gorica

³ dr. sc., Gorice 68b, HR-10000 Zagreb, Croatia

⁴ dipl. ing., ibid

was found during inspections of olive trees. Host plants were surveyed visually for the presence of immature or adult stages with the help of a magnifying lens of 10x magnification. Host plant material infested with aphids (stems, shoots, part of branches) was collected and stored in plastic bags, each sample labelled with collection data (locality details, host plant, any damage symptoms, collectors name, samples number, date, GPS coordinates). Characteristics of collected specimens were observed under the dissecting stereo microscope. Aphids were subsequently slide mounted according to methods of Blackman & Eastop (2000) and microscopic identification was made on the basis of morphological characteristics of adult females according to key by Blackman & Eastop (1994) (Fig. 1).

374



Fig 1: Permanent slide of *P. oleae* (photo: G. Seljak).

3 RESULTS AND DISCUSSION

In Slovenia it was found for the first time in the middle of May 2018 on a garden olive tree in Solkan near Nova Gorica 45°58'14"N, 13°38'30"E. It is assumed, that this pest was brought by olive plant seedlings from neighbour Italy. There is no significant damages for now, but it can still be considered as a potential but less significant olive pest.

In June 2018 in the olive grove on the Šibensko kninska county in Croatia in two locations Ičevo 43°54'36.7"N, 15°54'32.5"E and Grabovci 43°51'39.71"N, 15°45'10.03"E *P. oleae* was registered. The infested olives by this aphid, were exposed to low temperatures and adverse climatic conditions over the past winter. In the vicinity of the olive groves there were also vineyards.

P. oleae was already mentioned in Croatia in the past, in 2001 in Istria (Žužić, 2008) and on island Brač - locality Supetar (Bjeliš, 2013). In these cases laboratory identification was not made according relevant keys and microscopic morphological characteristics. These previous records were done only by visual inspections what is not relevant faunistic data, but we can take it into account as a fact.

Notes on morphological and ecological characters

Macroscopic characters are not reliable to separate *P. oleae* and *Euphyllura olivina* because they look very similar because of waxy filaments of this two species. It should be pointed out that only identification on the basis of microscopic morphological characters, according to the relevant keys can give reliable results of species identity. Adult female of *P. oleae* are grey with greyish yellowish abdomen (Fig. 2).



375

Figure 2: Adult alata *P. oleae* (photo: Tatjana Masten Milek).

Some microscopic characters important for a reliable identification of *P. oleae* are: missing siphunculi, group of well-developed glands on head and mesonotum, round rhinarium on antenna and transversal rhinarium on third and fourth segment of antenna and pale apical band on last segment of rostrum.

Compact colonies of the aphid occupied usually the basal part of 2 to 3-year old shoots at various heights in the trees up to 4 m, and mostly 1.5 to 2.5 from the ground (Fig. 3). Usually there was one colony per shoot. The colonies consisted of approximately 50 individuals, including fundatrices, alatae fundatrigeniae and immatures.

On olive the fundatrices occur in the fissures near the base of the trunk, while the fundatrigeniae almost exclusively infest the "wild shoots" at the base of the trunk, and seldom occur higher on the trunk. On *P. media* they occur on "stems and branches" towards their base.

A high percentage of the infested olive trees had some or all of the following characteristics: deep scars, fissures, or other cavities on the trunk or on the main limbs.

Those cavities were caused by the removal of limbs, shoots, or suckers in the past, or by large wounds of the bark. Some trees had knobs or galls at the base of the trunk, at or near the soil line or up to half a meter from it. The cavities seem to offer suitable sites for the sexuales to lay the winter eggs.



376

Figure 3: Colony of *P. oleae* (photo: Gordana Kožarić Silov).

The fundatrigeniae are winged and migrate at the end of April and early May from these oleaceous primary hosts to the roots of an unknown secondary host or hosts. Alatae sexuparae fly to the primary hosts in November - December and the fundatrix occurs in March. Infested trees are very often on uncultivated land.

4 CONCLUSIONS

Prociphilus oleae are native to Europe. It is the only species of aphid known to infest olive trees. *P. oleae* has been reported from a number of countries of the Mediterranean,

namely Greece, Turkey, France, Italy, Slovenia and Croatia. It is new insect species for Slovenia and Croatia recorded for the first time in 2018, even occurrence of this species was mentioned in the past in Croatia only on the base of the visual inspection without laboratory diagnostic confirmation. There was no significant damages for now, but it can still be considered as a potential but less significant olive pest.

5 REFERENCES

- Blackman, R. L., Eastop, V. F. 1994. Aphids on the World's Trees. An Identification and Information Guide. Wallingford, Oxon, UK, CAB International: 987 pp.
- Blackman, R. L., Eastop, V. F. 2000. Aphids on the world's crops. An identification and information guide. Chichester, UK, Wiley: 476 pp.
- Institute for plant protection. 2013. Early warning system in 2013. – annual report – Institute for plant protection - CAFFRA (internal)
- Tzanakakis, M., Prophetou-Athanasiadou, D. 1988. Characteristics of infestation of olive trees by *Prociphilus oleae* (Leach ex Risso) (Homoptera: Pemphigidae). Entomologia Hellenica, 6: 49-54.
- Žužič, I. 2008. Maslina i maslinovo ulje (s posebnim osvrtom na Istru). Olea – udruga maslinara Istarske županije: 380 pp

OPTIMIZACIJA LABORATORIJSKEGA TESTIRANJA GOSTITELJSKIH RASTLIN ZA DOLOČANJE BAKTERIJE *Xylella fastidiosa*

Manca PIRC¹, Tjaša JAKOMIN², Tanja DREO³

Nacionalni inštitut za biologijo, Ljubljana

IZVLEČEK

Bakterija *Xylella fastidiosa* (Wells & Raju) je rastlinska patogena bakterija, ki povzroča nevarne bolezni velikega števila različnih rastlinskih vrst. V EU je bakterija uvrščena med karantenske škodljive organizme. Od prvih najdb v Italiji v letu 2013 se je predvsem zaradi resnosti okužb, neznačilnih bolezenskih znamenj in možnosti prikritih okužb močno povečalo število testiranj rastlin na to bolezen. Tudi v Sloveniji Uprava za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin s sodelujočimi institucijami že od leta 2014 izvaja program preiskav na to bakterijo. Prve laboratorijske analize smo sicer uvedli in izvajali testiranje rastlin vinske trte v obdobju 2006-2009, v okviru ciljnega raziskovalnega projekta CRP (V4-0313). Laboratoriji se z vidika zanesljivega testiranja in števila vzorcev soočamo z izzivom, kako oblikovati diagnostično shemo, ki omogoča hitro, zanesljivo in cenovno ugodno hkratno testiranje večjega števila vzorcev in različnih gostiteljskih rastlin z ali brez bolezenskih znamenj. V prispevku je predstavljena shema testiranja te bakterije, kakor jo izvajamo na Nacionalnem inštitutu za biologijo, ter evalvacija presejalnih testov, ki smo jih v letu 2018 tudi akreditirali (ISO 17025). Ob tem smo preverili, kako število reakcij v testu PCR v realnem času in število redčitev izolirane DNA vplivajo na zanesljivost določanja te bakterije. Prikazana je tudi primerjava uporabe različnih polavtomatiziranih aparatov za izolacijo DNA, ki smo jo izvedli v okviru CRP projekta XylVec (V4-1603). Na podlagi rezultatov smo oblikovali izboljšano diagnostično shemo laboratorijskega določanja bakterije *X. fastidiosa*.

Ključne besede: PCR v realnem času, optimizacija testiranja, avtomatizirana izolacija DNA

ABSTRACT

OPTIMIZATION OF LABORATORY TESTING OF HOST PLANTS FOR DETECTION of *Xylella fastidiosa*

Xylella fastidiosa (Wells & Raju) is a plant pathogenic bacterium that can infect a large number of different host plants. In the EU, the bacterium is classified as quarantine pests. Since the first findings in Italy in 2013, the number of samples tested for this

¹ dr., Večna pot 111, SI-1000 Ljubljana

² str. sod., prav tam

³ dr., prav tam

disease has greatly increased, especially due to the severity of infections, unspecific disease symptoms and the possibility of asymptomatic infections. In Slovenia, the Administration of the Republic of Slovenia for Food Safety, Veterinary Sector and Plant Protection with participating institutions has been conducting a survey of *X. fastidiosa* since 2014. The first laboratory analyses were introduced and carried out in the period 2006–2009 within the targeted research project CRP (V4-0313) on grapevine plants. In terms of reliable testing and the number of samples, the laboratories face the challenge of designing a testing scheme that enables rapid, reliable and cost-effective simultaneous testing of a large number of samples and of different host plants with and without symptoms. In the presentation is presented a scheme for testing this bacterium, which is carried out at the National Institute of Biology, and the evaluation of molecular screening tests, which are accredited since 2018 (ISO 17025). We presented how the number of reactions in the real time PCR and the number of dilutions of isolated DNA affect the reliability of the determination of this bacterium. Results of comparisons of different half-automated devices for DNA extraction, done within the XylVec project (V4-1603) are shown. Based on the results, an improved diagnostic scheme is proposed for the laboratory determination of bacteria *X. fastidiosa*.

Key words: real time PCR, optimization of testing, automated DNA extraction

1 UVOD

379

Od leta 2014 do konca leta 2018 smo na Nacionalnem inštitutu za biologijo v okviru programa preiskav in inšpekcijskega nadzora testirali skupaj 1020 vzorcev. Od tega jih je imelo 839 (82 %) izražena bolezenska znamenja. V 181 (18 %) vzorcih smo preverjali prikrito prisotnost bakterije *Xylella fastidiosa*. V nobenem od testiranih vzorcev bakterije *Xylella fastidiosa* nismo potrdili.

Pripravo vzorcev ter shemo testiranja smo tekom let prilagajali novim smernicam testiranja, ki so bile rezultat različnih mednarodnih sodelovanj, delavnic in izkušenj drugih laboratorijev, kjer je bila ta bakterija potrjena. Tako smo tudi sodelovali pri oblikovanju zadnjih diagnostičnih protokolov PM 7/24 določanja *X. fastidiosa* regionalne organizacije za varstvo rastlin, EPPO (EPPO Bulletin 48(2), 2018; EPPO Bulletin 46(3), 2016)).

Zaradi velikega števila različnih gostiteljskih rastlin in velikega števila vzorcev, se laboratoriji z vidika zanesljivega testiranja in števila vzorcev soočamo z izzivom, kako oblikovati in optimizirati diagnostično shemo, ki omogoča hitro, zanesljivo in cenovno ugodno hkratno testiranje večjega števila vzorcev in različnih gostiteljskih rastlin z ali brez bolezenskih znamenj z enako učinkovitostjo.

Številne gostiteljske rastline bakterije *Xylella fastidiosa* vsebujejo snovi, ki delujejo inhibitorno na pomnoževanje DNA. Teh snovi nato v postopku izolacije DNA navadno ne moremo popolnoma odstraniti in lahko vplivajo na uspešnost metode PCR v realnem času (qPCR). Vpliv inhitornih snovi zmanjšamo, če testiramo več redčitev izolirane DNA posameznih vzorcev. Tako je naša prvotna shema testirana vključevala testiranje neredčene, 10x in 100x redčene DNA s testoma specifičnima za *X. fastidiosa* po Schaadu (Schaad in sod., 2002) in po Francisu (Francis in sod., 2006) ter kontrolnim

COX amplikonom, ki zaznava rastlinsko DNA (Weller in sod., 2000, Mumford in sod., 2004). Vse teste in redčitve DNA smo analizirali v treh ponovitvah (reakcijah).

V prispevku je prikazano preverjanje vpliva števila redčitev DNA na zanesljivost testiranja in rezultati vpeljave visoko-zmogljivostnega sistema za izolacijo MagMax™ Express-96 Deep Well Magnetic Particle Processor, ki omogoča hkratno izolacijo DNA v 96 reakcijah. KingFisher mL sistem, ki ga v laboratoriju sedaj uporabljamo, omogoča hkratno izolacijo DNA le iz 15 vzorcev.

2 MATERIALI IN METODE

2.1. Vpliv redčitev DNA na zanesljivost testiranja

Ob testiranju rastlinskih ekstraktov smo v določen delež rastlinskih ekstraktov (preglednica 1) dodali suspenzijo bakterije *Xylella fastidiosa* (Xyf; t.i. PKIe kontrole z mejno koncentracijo bakterije Xyf). Tako smo 10 µL bakterijske suspenzije Xyf (LMG 17159 (NIB Z 1960)) s koncentracijo 4×10^4 kopij na mL pri simptomatičnih vzorcih dodali k 90 µL rastlinskega ekstrakta ter pri latentnih vzorcih k 990 µL ekstrakta. Postopek izolacije DNA smo izvedli enako kakor pri vzorcih. S qPCR metodo po Schaad (Schaad in sod., 2002), Francis (Francis in sod., 2006) in COX amplikonom (Weller in sod., 2000, Mumford in sod., 2004) smo testirali neredčeno, 10x in 100x redčeno DNA v treh ponovitvah.

380

Pri analizi vpliva redčitev DNA na zanesljivost testiranja nas je zanimala predvsem pogostost primera, kjer samo 100x redčitev pokaže prisotnost bakterije, pri manj redčenih vzorcih pa je zaradi prisotnosti inhibitorjev pomnoževanja DNA ne zaznamo. Pri teh vzorcih bi dobili lažno negativen rezultat, če 100x redčitve ne bi analizirali. Če se takšni primeri pojavljajo, bi želeli ugotoviti kako pogosti so in ali so vezani na določene gostiteljske rastline. Poleg tega bi želeli tudi izvedeti, katera redčitev je najustreznejša za izvedbo in ali je možno uporabiti samo eno redčitev v analizi.

V analizo smo zajeli vzorce ter PKIe kontrole od začetka leta 2016 do aprila 2018. V tem obdobju smo analizirali 258 vzorcev z izraženimi bolezenskimi znamenji in 85 PKIe kontrol (33%) ter 126 vzorcev brez bolezenskih znamenj in 69 PKIe kontrol (55%; Preglednica 1).

Preglednica 1: Število vzorcev ter testiranih kontrol z dodano bakterijo *Xylella fastidiosa* (PKIe kontrole) glede na rod testirane rastline v obdobju od začetka leta 2016 do aprila 2018.

Rod testirane rastline	Vzorci brez izraženih bolezenskih znamenj		Vzorci z izraženimi bolezenskimi znamenji	
	Število vzorcev	Št. analiz PKIe (delež %)	Število vzorcev	Št. analiz PKIe (delež %)
<i>Acacia</i>	/	/	1	1 (100%)
<i>Acer</i>	2	2 (100%)	2	2 (100%)
<i>Asparagus</i>	/	/	1	1 (100%)
<i>Citrus</i>	4	4 (100%)	/	/
<i>Coffea</i>	7	4 (57,14%)	5	4 (80%)
<i>Ficus</i>	1	1 (100%)	1	1 (100%)
<i>Ginko</i>	1	1 (100%)	/	/
<i>Grevillea</i>	1	1 (100%)	1	1 (100%)
<i>Hebe</i>	2	2 (100%)	/	/

<i>Hedera</i>	2	2 (100%)	/	/
<i>Laurus</i>	1	0 (0%)	1	1 (100%)
<i>Lavandula</i>	12	8 (66,67%)	11	7 (63,64%)
<i>Liriodendron</i>	1	1 (100%)	/	/
<i>Lonicera</i>	/	/	1	1 (100%)
<i>Myrtus</i>	1	1 (100%)	/	/
<i>Morus</i>	/	/	1	1 (100%)
<i>Nerium</i>	31	7 (22,58%)	74	10 (13,51%)
<i>Olea</i>	24	11 (45,83%)	91	20 (21,98%)
<i>Origanum</i>	1	1 (100%)	/	/
<i>Polygala</i>	3	3 (100%)	4	4 (100%)
<i>Prunus</i>	3	3 (100%)	6	4 (66,67%)
<i>Quercus</i>	/	/	1	1 (100%)
<i>Rhamnus</i>	1	1 (100%)	/	/
<i>Rosa</i>	/	/	1	1 (100%)
<i>Rosmarinus</i>	22	11 (50%)	12	8 (66,67%)
<i>Rubus</i>	3	3 (100%)	/	/
<i>Spartium</i>	/	/	4	4 (100%)
<i>Vinca</i>	3	2 (66,67%)	2	2 (100%)
<i>Vitis</i>	/	/	38	11 (28,95%)
SKUPAJ	126	69 (55%)	258	85 (33%)

2.2.
381

Uvedba MagMax™ Express-96 Deep Well Magnetic Particle Processor (Applied Biosystems)

Za uvedbo MagMax™ aparature smo pripravili 14 PKIe kontrol z mejno koncentracijo bakterije Xyf. Vse PKIe kontrole so bile pripravljene iz rastlinskih ekstraktov vzorcev, ki so imeli bolezenska znamenja. Zajeli smo 13 različnih rodov. Poleg PKIe kontrol smo uporabili tudi 4 ekstrakte iz naravno okuženega oleandra in oljke. Iz vseh pripravljenih PKIe kontrol in naravno okuženih vzorcev, ki smo jih uporabili za uvedbo MagMax™ aparature, smo predhodno izolirali DNA z KingFisher mL aparaturo.

Postopek izolacije pri MagMax™ aparaturi (količina kemikalij in program izolacije) je bil enak kakor pri KingFisher mL. Po izolaciji DNA smo neredčeno in 10x redčeno DNA testirali s Schaad (Schaad in sod., 2002), Francis (Francis in sod., 2006) in COX amplikonom (Weller in sod., 2000, Mumford in sod., 2004) v treh ponovitvah.

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

3.1. Vpliv redčitev DNA na zanesljivost testiranja

Analiza 69 PKIe kontrol pri vzorcih brez izraženih bolezenskih znamenj kaže na to, da le pri enem vzorcu brez bolezenskih znamenj pri uporabi amplikona Francis brez 100x redčitve dobimo lažno negativen vzorec (preglednica 3). Gre za gostiteljsko rastlino rožmarina, ki vsebuje veliko inhibitornih snovi. Pri ostalih 10 rastlinah rožmarina je bila 10x redčena DNA pozitivna. Iz navedenih podatkov je diagnostična občutljivost qPCR pri upoštevanju neredčene in 10x redčene DNA za Schaad 100% in Francis amplikon 98,6%. Ker uporabljamo kombinacijo qPCR amplikonov smo zaključili, da za testiranje pri vzorcih brez izraženih bolezenskih znamenj 100x redčitev nepotrebna.

Preglednici 2 in 3: Diagnostična občutljivost qPCR pri PKIe kontrolah pri vzorcih brez bolezenskih znamenj – latentni vzorci (preglednica 2 (levo) – Schaad 100 %, preglednica 3 (desno) - Francis 98,6 %) pri upoštevanju neredčene in 10x redčene DNA.

PCR v realnem času		Xyf Schaad 0x,10x,100x		SKUPAJ
Latentni vzorci		poz	neg	
Xyf Schaad 0x,10x	poz	69	/	69
	neg	0	0	0
	SKUPAJ	69	0	69

PCR v realnem času		Xyf Francis 0x,10x,100x		SKUPAJ
Latentni vzorci		poz	neg	
Xyf Francis 0x,10x	poz	68	/	68
	neg	1	0	1
	SKUPAJ	69	0	69

Analiza 85 PKIe kontrol pri vzorcih z izraženimi bolezenskimi znamenji je pokazala da pri amplikonu Schaad in Francis (preglednici 4 in 5) ni bilo primera, kjer bi samo s 100x redčitvijo zaznali bakterijo, kar pomeni da pri ukinitvi te redčine ne bi imeli lažno negativnega rezultata zaradi inhibicije. Tako je diagnostična občutljivost qPCR pri upoštevanju neredčene in 10x redčene DNA za Schaad in Francis amplikon 100 %

382

Preglednici 4 in 5: Diagnostična občutljivost qPCR pri PKIe kontrolah pri vzorcih z bolezenskimi znamenji – simptomatični vzorci (preglednica 4 (levo) – Schaad 100 %, preglednica 5 (desno) - Francis 100 %) pri upoštevanju neredčene in 10x redčene DNA.

PCR v realnem času		Xyf Schaad 0x,10x,100x		SKUPAJ
Simptomatični vzorci		poz	neg	
Xyf Schaad 0x,10x	poz	85	/	85
	neg	0	0	0
	SKUPAJ	85	0	85

PCR v realnem času		Xyf Francis 0x,10x,100x		SKUPAJ
Simptomatični vzorci		poz	neg	
Xyf Francis 0x,10x	poz	85	/	85
	neg	0	0	0
	SKUPAJ	85	0	85

V nadaljnji analizi smo preverili delež vzorcev, kjer je neredčena DNA inhibirana in je zato potrebno testiranje 10x redčene DNA. Pri vzorcih testiranih na latentno okužbo je takih primerov 34,8 % (Francis) in 23,2 % (Schaad). Pri vzorcih z izraženimi bolezenskimi znamenji je delež manjši in sicer 9,4 % (Francis) in 5,9 % (Schaad). Iz navedenih podatkov smo zaključili, da je potrebno za zanesljivo testiranje uporabiti tako neredčeno in 10x redčeno DNA.

Oba presejalna testa (Schaad in Francis) smo v letu 2018 tudi akreditirali v skladu s standardom 17025.

3.2. Uvedba MagMax™ Express-96 Deep Well Magnetic Particle Processor (Applied Biosystems)

Da bi preverili uspešnost izolacije DNA bakterije Xyf z uporabo MagMax™ sistema, smo iz 14 PKIe kontrol ter 4 naravno okuženih vzorcev izolirali DNA z uporabo obeh sistemov za izolacijo DNA (MagMax™ in KingFisher mL). Iz preglednice 6 je razvidno, da je bila pri obeh sistemih izolacija DNA uspešna, saj smo dobili pozitiven rezultat pri vseh PKIe kontrolah in tudi pri naravno okuženih vzorcih. Tudi Cq vrednosti pri Schaad in Francis amplikonih pri obeh sistemih za izolacijo DNA so zelo primerljive.

Pri hkratni izolaciji DNA iz večjega števila vzorcev je možnost kontaminacije nekoliko večja, vendar so bile vse negativne kontrole, ki smo jih pri izolaciji DNA uporabili, negativne.

Preglednica 6: Primerjava qPCR rezultatov pri izolaciji s KingFisher 1mL in MagMax™ Express-96 Deep Well Magnetic Particle sistemom. Analizirali smo 14 PKIe kontrol ter 4 naravno okužene vzorce. V oklepaju so prikazane povprečne Cq vrednosti pri neredčeni DNA za Schaad / Francis amplikon.

PKIe kontrole (rodovi rastlin)	KingFisher mL	MagMax™
<i>Juglans</i>	poz (31,61 / 34,64)	poz (32,22 / 35,1)
<i>Prunus laurocerasus</i>	poz (31,81 / 35,52)	poz (33,37 / 37,42)
<i>Acer</i>	poz (31,62 / 35,59)	poz (32,13 / 36,81)
<i>Vinca</i>	poz (31,02 / 34,8)	poz (31,54 / 34,89)
<i>Prunus domestica</i>	poz (31,41 / 34,25)	poz (31,78 / 34,87)
<i>Laurus nobilis</i>	poz (32,88 / 35,82)	poz (32,65 / 36,65)
<i>Ficus carica</i>	poz (31,69 / 35,17)	poz (31,91 / 36,25)
<i>Olea europaea</i>	poz (33,08 / 37,18)	poz (33,78 / 36,91)
<i>Olea europaea</i>	poz (34,64 / 37,54)	poz (34,08 / 37,01)
<i>Nerium oleander</i>	poz (30,8 / 33,7)	poz (30,74 / 33,96)
<i>Rosa canina</i>	poz (32,1 / 36,31)	poz (32,9 / 35,92)
<i>Rosmarinus</i>	poz (31,14 / 34,43)	poz (31,81 / 35,07)
<i>Coffea</i>	poz (31,86 / 36,15)	poz (31,96 / 34,93)
<i>Lavandula</i>	poz (30,51 / 33,74)	poz (31,31 / 34,56)
Naravni okuženi vzorci		
Oleander D345/16-D	poz (33,49 / 40,34)	poz (32,88 / 40)
Oleander D345/16-E	poz (32,81 / 39,35)	poz (32,45 / 38,44)
Oleander D345/16-F	poz (29,79 / 36,96)	poz (29,59 / 36,46)
Oljka D346/16	poz (26,68 / 31,19)	poz (26,71 / 30,94)

383

4 SKLEPI

Pri ugotavljanju vpliva redčitev DNA na zanesljivost testiranja smo ugotovili, da je uporaba 100x redčitve DNA nepotrebna in ne prispeva k večji zanesljivosti testiranja. Z namenom optimizacije testiranja smo jo opustili, kar nam omogoča analizo večjega števila vzorcev v enem testu PCR v realnem času.

Za hkratno testiranje večjega števila vzorcev, kadar bi bilo to potrebno, smo uspešno izvedli prenos izolacije DNA iz KingFisher mL na večjo napravo MagMax™ Express-96 Deep Well Magnetic Particle Processor, ki omogoča hkratno izolacijo DNA iz do 96 vzorcev.

5 ZAHVALA

Zahvaljujemo se Upravi RS za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin za financiranje, koordinatorjema programa preiskav, mag Eriki Orešek in Matjažu Jančarju, vzorčevalcem *X. fastidiosa* ter Lidiji Matičič, Špeli Prijatelj Novak in Alešu Blatniku za izvajanje laboratorijskih testov. Projekt CRP, Sinergija znanj – Razvoj metod in postopkov za hitro odkrivanje in obvladovanje bolezni, ki jih povzroča *Xylella fastidiosa* in njenih prenašalcev (XylVec, V4-1603) financirata Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije in Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano.

6 LITERATURA

- Francis, M., Lin, H., Rosa, J.C.-L., Doddapaneni, H., Civerolo, E.L., 2006. Genome-based PCR Primers for Specific and Sensitive Detection and Quantification of *Xylella fastidiosa*. *European Journal of Plant Pathology* 115, 203–213. doi:10.1007/s10658-006-9009-4
- Mumford, R.A., Skelton, A.L., Boonham, N., Posthuma, K.I., Kirby, M.J. and Adams, A.N. (2004). The Improved Detection Of Strawberry Crinkle Virus Using Real-Time Rt-Pcr (Taqman®). *Acta Hortic.* 656, 81-86, DOI:10.17660/ActaHortic.2004.656.11, <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2004.656.11>
- Schaad, N.W., Opgenorth, D., Gauth, P., 2002. Real-Time Polymerase Chain Reaction for One-Hour On-Site Diagnosis of Pierce's Disease of Grape in Early Season Asymptomatic Vines. *Phytopathology* 92, 721–728. doi:10.1094/PHYTO.2002.92.7.721
- Scortichini, M., Saponari, M., Loconsole, G., Legendre, B., Olivier, V., Poliakoff, F., Bergsma-Vlami, M., Gottsberger, R. A., Dreo, T., Loretto, S., Mueller, P., López, M. M. PM 7/24 (2) *Xylella fastidiosa*. *Bulletin OEPP*, ISSN 0250-8052, Dec. 2016, vol. 46, iss. 3, str. 463-500.
- Scortichini, M., Saponari, M., Loconsole, G., Legendre, B., Olivier, V., Poliakoff, F., Bergsma-Vlami, M., Gottsberger, R. A., Dreo, T., Loretto, S., Mueller, P., López, M. M., C., S., Cuntly, A., Landa, B., Koenig, S., Vaerenbergh, J. van. PM 7/24 (3) *Xylella fastidiosa*. *Bulletin OEPP*, ISSN 0250-8052, 2018, vol. 48, iss. 2, str. 175-218.
- Weller S.A., Elphinstone J.G., Smith N.C., Boonham N., Stead D.E. 2000. Detection of *Ralstonia solanacearum* Strains with a Quantitative, Multiplex, Real-Time, Fluorogenic PCR (TaqMan) Assay. *Applied and Environmental Microbiology*, 2000, 66(7): 2853-2858.

**LABORATORIJSKO PREUČEVANJE ODPORNOSTI REPIČARJA
(*Meligethes aeneus* F.) NA AKTIVNO SNOV LAMBDA-CIHALOTRIN IZ
SKUPINE SINTETIČNIH PIRETROIDOV**

Primož ŽIGON¹, Špela MODIČ²

^{1,2}Kmetijski inštitut Slovenije, Oddelek za varstvo rastlin, Ljubljana

IZVLEČEK

Repičar *Meligethes aeneus* F. (Coleoptera: Nitidulidae) je eden najpomembnejših škodljivcev oljne ogrščice (*Brassica napus* L.). Za njegovo zatiranje se v praksi najpogosteje uporabljajo insekticidi iz skupine piretroidov, kar povzroča velik selekcijski pritisk in s tem pojav odpornosti škodljivca na določene aktivne snovi. O pojavu odpornih populacij repičarja so v preteklosti že poročali iz številnih evropskih držav, kjer pridelujejo oljno ogrščico. V letu 2018 smo vzorčili hrošče na štirih lokacijah v osrednji Sloveniji. V laboratoriju smo z uporabo metode IRAC No. 011 preučevali občutljivost hroščev na aktivno snov lambda-cihalotrin iz skupine piretroidov. Glede na rezultate sklepamo na pojav odpornosti oziroma delne odpornosti pri dveh testiranih populacijah hroščev, medtem, ko pri preostalih dveh populacijah škodljivca, pojava odpornosti nismo zaznali, saj je bila smrtnost testiranih hroščev dovolj visoka.

Ključne besede: laboratorijsko testiranje, lambda-cihalotrin, *Meligethes aeneus*, odpornost, piretoridi, repičar

ABSTRACT

**LABORATORY TESTING OF POLLEN BEETLE (*Meligethes aeneus* F.)
RESISTANCE TO SYNTHETIC PYRETHROID INSECTICIDE LAMBDA-
CYHALOTHRIN**

Pollen beetle, *Meligethes aeneus* F. (Coleoptera: Nitidulidae), is one of the major pest of oilseed rape (*Brassica napus* L.). Pyrethroid insecticides have been widely used against this insect pest which has resulted in high selection pressure and subsequent development of resistance. So far resistant populations of pollen beetle have been confirmed in many oilseed rape growing parts of Europe. In 2018 samples of the adult pollen beetle were collected from four locations in central Slovenia. Sensitivity of beetles to pyrethroid lambda-cyhalothrin was laboratorically tested using IRAC method No. 011. The obtained results demonstrated some level of resistance by two tested populations which were classified as moderately resistant to resistant. Other two tested populations showed no occurrence of the resistance since adults of the insect were highly susceptible to tested insecticide.

Key words: lambda-cyhalothrin, laboratory test, *Meligethes aeneus*, pollen beetle, pyrethroid, resistance

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

² mag., prav tam

1 UVOD

Repičar (*Meligethes aeneus* F., Coleoptera, Nitidulidae) je eden najpomembnejših škodljivcev oljne ogrščice v Evropi in pri nas (Williams, 2010; Vrabl, 1992). Odrasli hrošči povzročajo poškodbe cvetnih brstov, ki jih izjedajo, da se lahko prehranjujejo s cvetnim prahom in vanje odlagajo jajčeca. Poškodovani brsti ne cvetijo in pogosto odpadejo, zato je v primeru pojava številčnejše populacije škodljivca pridelek manjši. V posameznih primerih lahko hrošči povzročijo tudi popoln izpad pridelka (Slater in sod., 2011). Gospodarski pomen škodljivca se odraža tudi v pogostosti rabe insekticidov za njegovo zatiranje, kar povečuje selekcijski pritisk in razvoj odpornosti hroščev (Thieme in sod., 2010). Za kemično zatiranje repičarjev se v praksi največkrat uporabljajo insekticidi iz skupine sintetičnih piretroidov, saj so cenovno ugodnejši v primerjavi z insekticidi z aktivnimi snovmi iz drugih skupin. Na pogostost rabe piretroidov poleg nižjih stroškov vpliva tudi zmanjšanje števila dovoljenih aktivnih snovi za zatiranje repičarja v zadnjih desetletjih, predvsem iz skupine organskih fosforjevih estrov, kar dodatno povečuje selekcijski pritisk in razvoj odpornih populacij (Thieme in sod., 2010).

O pojavu zmanjšane občutljivosti repičarjev na aktivne snovi iz skupine sintetičnih piretroidov so prvič poročali v Franciji (Ballanger in sod., 2003) ter kasneje v številnih drugih evropskih državah (Gotlin Čuljak in sod., 2013; Hansen, 2003; Heimbach in sod. 2006). Razvoj in širjenje odpornih populacij repičarja sta povezana predvsem z zastopanostjo oljne ogrščice in drugih gostiteljskih rastlin v kolobarju ter s tem povezano tehnologijo pridelave, vključno s pogostostjo rabe insekticidov (Heimbach in Müller, 2013; Kaiser in sod., 2018). V raziskavah večletnega spremljanja pojava odpornih populacij v Evropi so namreč ugotovili, da odporne populacije repičarjev prevladujejo v številnih državah zahodne in osrednje Evrope in so že ustaljene tudi na vseh ostalih območjih, kjer poteka pridelava oljne ogrščice v večjem obsegu (Slater in sod. 2011; Zimmer in Nauen, 2011). Tudi v Sloveniji so v okviru diplomskih del že preučevali učinkovitost insekticidov za zatiranje repičarjev in v laboratorijskih ter poljskih poskusih ugotovili določeno stopnjo zmanjšane učinkovitost piretroidov (Mavec, 2017; Vincek, 2018).

Leta 2007 je bila v okviru mednarodne organizacije IRAC (Insecticide Resistance Action Committee) z namenom spremljanja pojava in širjenja odpornih populacij repičarja v Evropi ustanovljena delovna skupina, ki je razvila metodologijo za laboratorijsko testiranje odpornosti tega škodljivca na piretroide (Slater in sod. 2011). V okviru projekta CRP-V4-1601 smo na Kmetijskem inštitutu Slovenije vpeljali standardizirano laboratorijsko metodo za preizkušanje učinkovitosti aktivne snovi lambda-cihalotrin iz skupin sintetičnih piretroidov za zatiranje repičarja. Z namenom preučevanja učinkovitosti izbrane aktivne snovi in pridobivanja informacij o splošnem stanju glede problematike odpornosti repičarja, smo izvedli testiranja štirih populacij repičarja z lokacij v osrednji Sloveniji in na Gorenjskem.

2 MATERIALI IN METODE

Raziskava je potekala maja leta 2018. Hrošče repičarja smo v času cvetenja oljne ogrščice nabrali na štirih različnih lokacijah na Gorenjskem in v osrednji Sloveniji: Podbrezje (46°18'46" N 14°16'34" E), Vodice (46°11'1" N 14°29'44" E), Jablje (46°9'8" N 14°34'36" E) in Grosuplje (45°57'28" N 14°37'56" E). Pred testiranjem smo imeli repičarje 24 ur v rastni komori v plastičnem insektariju pri temperaturi 20 ± 2 °C in 75 % zračni vlagi. Laboratorijsko preizkušanje odpornosti repičarja smo opravili z uporabo referenčne metode IRAC 011 Version 3, ki temelji na 24 urni izpostavitvi repičarjev v steklenih vialah, v katere predhodno apliciramo različne koncentracije aktivne snovi lambda-cihalotrin, raztopljene v acetonu (IRAC, 2009; Slater in sod., 2011). V našem poskusu smo uporabili 100 % poljskega odmerka insekticida, ki znaša 7,5 g aktivne snovi/ha in 20 % poljskega odmerka insekticida ter rezultate primerjali s kontrolo, kjer insekticida nismo uporabili. Pripravljene viale za izvedbo poskusa nam je zagotovilo podjetje Bayer CropScience (Monheim, Nemčija). V posamezno vialo smo dali približno 10 do 15 repičarjev in izbrane odmerke za vsako lokacijo preizkušali v petih ponovitvah. Viale z repičarji smo shranili pri temperaturi 20 ± 2 °C in 70 %. Smrtnost in prizadetost hroščev zaradi delovanja insekticida smo ocenjevali po 24 urah izpostavitve, v vsaki viali posebej. Med »mrtve« smo uvrstili mrtve in prizadete hrošče, to je vse, ki so se na dražljaje nenormalno odzivali (nekoordinirani gibi, nezmožnost hoje) (IRAC, 2009). Rezultate smo predstavili kot povprečno smrtnost hroščev v odstotkih (%). Glede na rezultate smo testirane populacije repičarjev razvrstili v različne kategorije občutljivosti na izbran insekticid (preglednica 1).

387

Preglednica 1: Kategorije občutljivosti hroščev za ocenjevanje odpornosti repičarja na piretroide (IRAC, 2009).

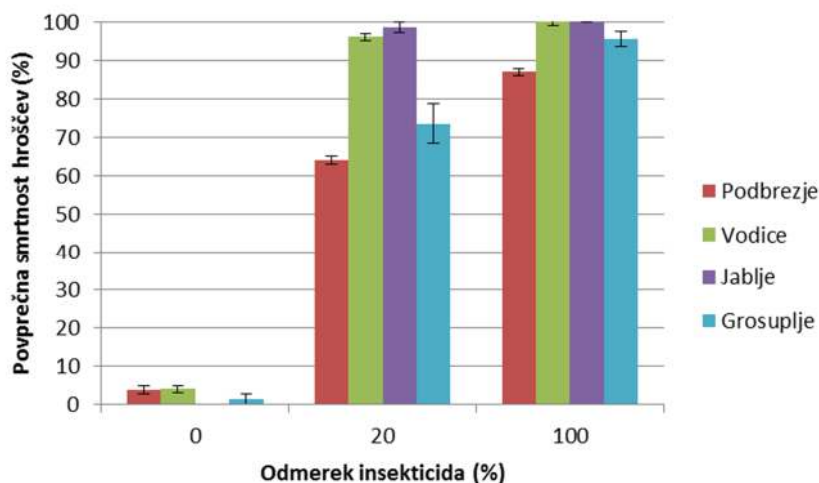
Odmerek insekticida (% standardnega odmerka)	Povprečna smrtnost (%)	Kategorija občutljivosti populacije
100 20	100 100	Zelo občutljiva
100 20	100 < 100	Občutljiva
100	< 100 do ≥ 90	Delno odporna
100	< 90 do ≥ 50	Odporna
100	< 50	Zelo odporna

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

Testiranja vzorčnih populacij hroščev, ki smo jih izvedli v okviru raziskave, smo uspešno opravili, saj v kontrolnem obravnavanju smrtnost odraslih osebkov repičarjev v nobenem primeru ni preseгла 20 %, kar je predpogoj za veljavnost opravljenih testov (IRAC, 2009). Rezultati večletnih raziskav spremljanj pojava odpornih populacij repičarja v Evropi, kažejo na vse pogostejši pojav odpornih populacij na insekticide iz skupine sintetičnih piretroidov, predvsem na aktivno snov lambda-cihalotrin (Heimbach in Müller, 2013; Kaiser in sod., 2018, Slater in sod., 2011). Razvoj

odpornosti repičarjev na aktivne snovi iz skupine sintetičnih piretroidov je posledica sprememb na tarčnih mestih delovanja preko mutacij genov in prilagoditve metaboličnih procesov, ki omogočajo razgradnjo aktivne snovi in preživetje hroščev (Nauen in sod., 2012; Thieme in sod. 2010). Zimmer in Nauen (2011) sta v raziskavi, ki je vključevala 42 vzorcev iz 25 evropskih držav ugotovila, da je 70 % vzorčnih populacij delno odpornih oziroma zelo odpornih na aktivno snov lambda-cihalotrin. Delež odpornih populacij se iz leta v leto povečuje in tako so v letu 2018 pri testiranju 200 vzorcev populacij iz 14 držav Evropske unije ugotovili, da je manj kot 10 % vzorcev populacij repičarja občutljivih na isto aktivno snov (IRAC, 2018). V naši raziskavi pojava zelo odpornih populacij repičarjev nismo ugotovili. Najmanjšo smrtnost izmed preučevanih populacij repičarjev smo zabeležili pri hroščih nabranih v Podbrezju na Gorenjskem. Pri 20-odstotnem odmerku insekticida je poginilo 64 % repičarjev, pri 100-odstotnem je bila smrtnost 87-odstotna. Rezultat vzorec omenjene populacije uvršča v kategorijo odpornih populacij, vendar tik pod zgornjo mejo te kategorije. Rezultati so mejni. Pri repičarjih, nabranih v Jabljah in Vodiceh, smo ugotovili visoko toksičnost insekticida lambda-cihalotrin, saj so pri obeh odmerkih po 24 urah izpostavitve skoraj vsi hrošči poginili. Pri obeh vzorcih populacij repičarja je že 20-odstotni odmerek insekticida povzročil skoraj 100-odstotno smrtnost hroščev (Jablje 98 % in Vodice 97 %), medtem ko je bila pri največjem preučevanem odmerku dosežena 100-odstotna smrtnost.

388



Slika 1: Povprečna smrtnost odraslih osebkov repičarja (%) (\pm SN, n=5) z različnih lokaciji pri treh različnih odmerkih aktivne snovi lambda-cihalotrin (odmerek insekticida 0 % = kontrola).

Glede na opredeljene kategorije za ocenjevanje odpornosti hroščev, lahko vzorce populacij z obeh lokacij (Jablje in Vodice) uvrstimo med občutljive. Pri populaciji iz Grosuplja smo v primerjavi s populacijo iz Jabelj in Vodice ugotovili manjšo smrtnost

repičarjev, ki je bila pri 20-odstotnem odmerku 73-odstotna, najvišja uporabljena koncentracija insekticida pa je povzročila 96-odstotno smrtnost. Glede na rezultate, lahko vzorec populacije iz Grosuplje uvrstimo med delno odporne.

Zmanjšana učinkovitost insekticidov za zatiranje škodljivih žuželk ni zgolj posledica prilagoditve žuželk v smislu razvoja odpornosti, saj je ta lahko posledica številnih okoljskih in drugih dejavnikov, ki vplivajo na kakovost nanosa fitofarmacevtskega sredstva na rastlino ter učinkovitost delovanja aktivne snovi (Heimbach in sod. 2006; Thieme in sod. 2010). Izvedba poljskih poskusov preučevanja učinkovitosti insekticidov za zatiranje repičarja je zamudna, na rezultate lahko vplivajo številni zunanji dejavniki, zaradi katerih lahko prihaja do napačnih sklepanj. Pri ocenjevanju poljskih poskusov je pomemben čas ocenjevanja po izvedbi zatiranja, saj lahko po aplikaciji insekticida prihaja do migracije repičarjev iz okolice, ki jih nevede smatramo kot del odporne populacije (Thieme in sod. 2010). Metode laboratorijskega testiranja odpornosti lahko v primeru ugotovljene zmanjšane učinkovitosti insekticida na hiter in enostaven način pripomorejo k iskanju vzrokov za zmanjšano učinkovitost in so zato lahko ustrezno dopolnilo poljskim poskusom (Heimbach in sod., 2006). Pri interpretaciji rezultatov je potrebno upoštevati omejitvene dejavnike laboratorijskih testiranj pri katerih navadno uporabljamo laboratorijske standarde aktivnih snovi, ki imajo lahko različno učinkovitost v primerjavi s komercialnimi insekticidi, ki se uporabljajo v praksi. Zgolj na podlagi rezultatov obeh načinov preizkušanj lahko dokončno potrdimo ali ovržemo sum glede odpornosti preučevane populacije (Thieme in sod., 2010).

4 SKLEPI

Na podlagi rezultatov laboratorijskega testiranja odpornosti vzorcev štirih populacij iz osrednje Slovenije in Gorenjske lahko sklepamo, da na večini lokacij težav z zmanjšano učinkovitostjo zaradi razvoja odpornosti repičarjev na aktivno snov lambda-cihalotrin ni pričakovati. Rezultati testiranja vzorca populacije iz lokacije Grosuplje kažejo na zmanjšano učinkovitost preučevane aktivne snovi v priporočenem odmerku, vzorec populacije iz lokacije Podbrezje pa glede na rezultat testiranja lahko uvrščamo med odporne, vendar so rezultati mejni. Za dejansko potrditev pojava odpornosti te populacije bi morali število povečati število vzorcev repičarjev in testiranja izvajati več let zaporedoma ter rezultate podkrepiti z izvedbo poljskih preizkušanj učinkovitosti insekticida. Glede na rezultate podobnih raziskav iz drugih evropskih držav, je občutljivost testiranih vzorcev populacij repičarja v naši raziskavi relativno visoka. Kljub temu velja pri odločanju o uporabi insekticidov za zatiranje škodljivcev v oljni ogrščici upoštevati pravila antirezistenčne strategije o menjavanju aktivnih snovi z različnimi načini delovanja.

5 LITERATURA

Ballanger, Y., Détourné, D., Delorme, R., Xavier P. Difficulties to control pollen beetle (*Meligethes aeneus* F.) in France revealed by unusual high level infestations in winter rape fields. GCIRC, 11th International Rapeseed Congress, Copenhagen, July 6-10 2003, 3: 1048-1050.

- Gotlin Čuljak, T., Ančić, M., Pernar, R., Žokalj, A., Rapajić D. 2015. Rezistentnost repičina sjajnika [(*Brassicogethes aeneus* (Fabricius 1775))] na piretroide u Hrvatskoj. Glasilo biljne zaštite, 15, 6: 411-418.
- Hansen, L. M. 2003. Insecticide-resistant pollen beetles (*Meligethes aeneus* F.) found in Danish oilseed rape (*Brassica napus* L.) fields. Pest Management Science, 59:1057–1059.
- Heimbach, U., Müller, A., Thieme T. 2006. First steps to analyse pyrethroid resistance of different oil seed rape pests in Germany. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes, 58, 1: 1–5.
- Heimbach, U. in Müller, A. 2013. Incidence of pyrethroid-resistant oilseed rape pests in Germany. Pest Management Science, 69, 2: 209-16.
- IRAC. 2009. IRAC susceptibility test methods series—method no: 11. Insecticide Resistance Action Committee
<https://www.irac-online.org/methods/meligethes-aeneus-adults/>
- IRAC Coleoptera Working Group. 2019. Pollen Beetle Resistance Monitoring 2018. Insecticide Resistance Action Committee
<https://www.irac-online.org/documents/pollen-beetle-monitoring-poster-2018/?ext=pdf>
- Kaiser, C., Vagn Jensen, K. M., Nauen, R., Kristensen, M. 2018. Susceptibility of Danish pollen beetle populations against k-cyhalothrin and thiacloprid. Journal of Pest Science, 91: 447-458.
- Mavec K., Laboratorijsko preučevanje odpornosti repičarja (*Meligethes aeneus* F., Coleoptera, Nitidulidae) na piretroide. 2017. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 31 str.
- Nauen, R., Zimmer, C. T., Andrews, M., Slater, R., Bass, C., Ekbohm, B., Gustafsson, G., Monrad Hansen L., Kristensen, M., Zebitz, P. W. C., Williamson, M. S. 2012. Target-site resistance to pyrethroids in European populations of pollen beetle, *Meligethes aeneus* F. Pesticide Biochemistry and Physiology, 103: 173-180
- Slater, R., Ellis, S., Genay, J. P., Heimbach, U., Huart, G., Sarazin, M., Longhurst, C., Müller, A., Nauen, R., Rison, J. L., Robin, F. 2011. Pyrethroid resistance monitoring in European populations of pollen beetle (*Meligethes* spp.): a coordinated approach through the Insecticide Resistance Action Committee (IRAC). Pest Management Science, 67, 6: 633-638.
- Thieme T., Heimbach, U., Müller, A. 2010. Chemical Control of Insect Pests and Insecticide Resistance in Oilseed Rape. V: Biocontrol-Based Integrated Management of Oilseed Rape Pests. Williams I. H. (ed.). Dordrecht, Springer: 313-335
- Vincek, K. 2018. Ocena stopnje učinkovitosti insekticidov za zatiranje repičarja (*Meligethes aeneus* F.) in ogrščičnega kljunotaja (*Ceutorhynchus napi* G.). Diplomsko delo. Maribor, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede: 34 str.
- Vrabl, S. 1992. Škodljivci poljščin. Ljubljana, Kmečki glas, knjižica za pospeševanje kmetijstva: 142 str.
- Williams I. H. 2010. The Major Insect Pests of Oilseed Rape in Europe and Their Management: An Overview. V: Biocontrol-Based Integrated Management of Oilseed Rape Pests. Williams I. H. (ed.). Dordrecht, Springer: 1-43
- Zimmer, C. T. in Nauen, R. 2011. Pyrethroid resistance and thiacloprid baseline susceptibility of European populations of *Meligethes aeneus* (Coleoptera: Nitidulidae) collected in winter oilseed rape. Pest Management Science, 67: 599-608

**PREUČEVANJE VPLIVA PRIPRAVKA RHIZOFLO PREMIUM NA
POJAVLJANJE ŠKODLJIVIH ŽUŽELK NA KORUZI (*Zea mays* L.) IN
PRIDELEK KORUZE V POLJSKIH RAZMERAH**

Sergeja ADAMIČ¹, Tilen ZAMLJEN², Stanislav TRDAN³

¹Kmetijski inštitut Slovenije, Ljubljana

²⁻³Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Ljubljana

IZVLEČEK

Na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani smo konec aprila 2018 posejali dva različna hibrida koruze – 'SY Dartona' in 'NK Timic', na katerih smo spremljali sezonsko dinamiko pojavljanja petih škodljivih žuželk: koruznega hrošča (*Diabrotica virgifera virgifera*), pokalic (*Agriotes* spp.), koruzne večče (*Ostrinia nubilalis*), bolhačev iz rodu *Phyllotreta* in fižolove muhe (*Delia platura*). Koruza je bila posejana v tribločnem poskusu, pri vsakem hibridu smo imeli dve obravnavaji: kontrolo (netretirano zrnje) in zrnje, ki je bilo pred setvijo poškrpljeno s pripravkom Rhizoflo Premium. Ta pripravek je razvilo podjetje CKC iz Argentine, ki razvija najnovejše različice bioloških gnojil. Na vseh parcelah je bil maja narejen popis vznika, med izvedbo poskusa pa se je v 10-dnevnih intervalih spremljalo pojavljanje škodljivih žuželk. Koruzni hrošč se je pojavljal od sredine junija do žetve, pokalice od konca aprila do sredine avgusta, koruzna večča od sredine avgusta do žetve, bolhači od konca aprila do žetve ter fižolova muha od konca aprila do začetka septembra. Med izvajanjem poskusa smo v dveh terminih (28. junij in 30. avgust) izvedli tehtanje korenin koruze po posameznih obravnavanjih in parcelah. Povprečna masa korenin pri hibridu 'NK Timic' je bila v obeh terminih, pri obravnavanju s tretiranim zrnjem, večja kot pri kontroli (netretirano zrnje). Pri hibridu 'SY Dartona' pa je bila povprečna masa korenin pri obravnavanju s tretiranim zrnjem večja kot pri kontroli (netretirano zrnje) le v drugem terminu. Konec septembra (20. september) smo koruzo poželi in zrnje iz različnih obravnavanj in parcelic stehali. Ugotovili smo, da je bil povprečni pridelek zrnja koruze pri obeh hibridih večji v obravnavanju s tretiranim zrnjem.

Gljučne besede: kuruza, pridelek, Rhizoflo premium, sezonska dinamika, škodljive žuželke

ABSTRACT

**INVESTIGATION THE EFFECT OF PRODUCT RHIZOFLO PREMIUM ON THE
OCCURANCE OF INSECT PESTS IN MAIZE (*Zea mays* L.) AND THE YIELD OF
MAIZE**

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

² mag. inž. hort., mladi raziskovalec, Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana

³ prof. dr., prav tam

At the Laboratory Field of Biotechnical Faculty in Ljubljana, at the end of April 2018, two different maize hybrids were sown – 'SY Dartona' in 'NK Timic', where we monitored the seasonal dynamics of the occurrence of five insect pests: Western corn rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera*), catchfly (*Agriotes* spp.), European corn borer (*Ostrinia nubilalis*), striped flea beetles (*Phyllotreta* sp.) and seedcorn maggot (*Delia platura*). Maize was sown in a three-block experiment. For each hybrid, we had two treatments: control (untreated grains) and grains, which were treated with Rhizoflo Premium before sowing. This product was developed by CKC Company from Argentina, which develops the latest versions of biological fertilizers. In May we evaluated the incidence of maize seedlings on all parcels, while the occurrence of insect pests was monitored in 10-day intervals during the experiment. The Western corn rootworm appeared from middle of June until harvest, catchfly from the end of April to the middle of August, European corn borer from middle of August until harvest, striped flea beetles from late April until harvest, and seedcorn maggot from late April until early September. During the experiment, we weighed the roots of maize twice (June 28 and August 30) in individual treatments and parcels. The average root mass in the 'NK Timic' hybrid was greater in treatment with treated grains than in control (untreated grain) at both weighing periods. For 'SY Dartona' hybrid, however, the average mass of the roots in treatment with treated grains was greater than in control (untreated grains) only in the second term. At the end of September (September 20), maize was harvested and grains from different treatments and parcels were weighed. We found that the average yield of corn grains in both hybrids was higher in treatments with Rhizoflo Premium.

Key words: maize, yield, Rhizoflo Premium, seasonal dynamics, insect pests

1 UVOD

Koruza (*Zea mays* L.) je enoletno žito, ki izvira iz Amerike, natančneje iz perujskega višavja v Andih. Goji se tako za prehrano ljudi kot za krmo za živali (Kocjan Ačko, 2015). Na koruzi se pojavljajo različni škodljivci in bolezni. Najbolj pomembni škodljivci na koruzi so strune (*Agriotes* spp.), koruzni hrošč (*Diabrotica virgifera virgifera*), koruzna vešča (*Ostrinia nubilalis*), kapusovi bolhači (*Phyllotreta* spp.) in fižolova muha (*Delia platura*). Strune so ličinke hroščev pokalic in so izraziti polifagi, vendar v naših rastnih razmerah največ škode povzročijo na koruzi, krompirju in vrtninah. Pri koruzi razredčijo posevek. Še večji napad strun in posledična škoda nastopi takrat, ko je na njivi malo plevelov (Tajnšek, 1991). Drugi najpomembnejši škodlivec na koruzi je koruzni hrošč. Glede prehranjevanja uvrščamo ličinke in hrošče med polifage. Hroščki se spomladi, ko še ni cvetnega prahu in svile hranijo na koruznih listih, poškodbe pa so podobne tistim, ki jih povzroča žitni strgač, katerega ličinke največjo škodo povzročajo na mehkem zunanem koreninskem tkivu, zaradi česar koreninski vršički porjavijo, korenine pa so obgrizene vse do koreninske osnove (Mrganić, 2018). Odrasli osebki se prehranjujejo tudi na koruznih listih, cvetnem prahu, svili in koruznem zrnju. Posledica napada hroščev se kaže v zmanjšani asimilacijski površini listov, slabši opršenosti rastlin in gluhosti storžev (Tóth et al., 2006). Pri močnem napadu ličink na korenine koruze so rastline majave in zaradi vpliva okoljskih

dejavnikov velikokrat poležejo. Posledice napada se kažejo v manjšem pridelku in kakovosti koruze (Mrganić et al., 2018). Koruzna veščica je pri nas prav tako zelo pomemben škodljivec koruze, ki je največ škode povzročal na Primorskem, danes pa ga je mogoče najti tudi drugod (Tajnshek, 1991). Škodo povzročajo gosenice, ki z vrtanjem rovov v stebelu in storžih slabijo rastline ali jih naredijo bolj dovzetne za okužbe s patogeni. Iz izvrtin visijo iztrebki škodljivca in rastlinski ostanki v obliki žagovine. Na mestih izvrtin so rastline pozneje močno podvržene lomljenju, kar je eden glavnih pokazateljev napada koruzne veščice (Franeta et al., 2018). Na izvrtinah se na storžu ob zrnju lahko naselijo glive fuzarioz, ki lahko nadalje pomenijo zastrupitve živali zaradi mikotoksinov (Blandino et al., 2015). Na koruzi škodo povzročajo tudi bolhači iz rodu *Phyllotreta*. Tipične poškodbe so majhne, okroglaste izjede, v glavnem na zgornji strani lista, velikosti do 4 mm. Te so vidne kot luknjice skozi list, ali kot okroglaste jamice, če je list debelejši. Izjede se lahko združujejo in ob večji gostoti zajamejo večji del listne površine (Tóth et al., 2006). Zadnji izmed škodljivcev, ki se pojavlja na koruzi pa je tudi fižolova muha, ki je polifag in se poleg koruze pojavlja še na fižolu, žitu in lucerni. Žerke izjedajo nabrekla semena, kalčke in koreninski vrat. Večjo škodo povzroča v hladnem vremenu, napad pa se lahko ublaži s hitrim vznikom rastlin (Tajnshek, 1991).

Za izboljšanje rasti koruze obstajajo številni pripravki. Enega izmed takšnih je razvilo tudi podjetje CKC iz Argentine, kjer razvijajo najnovejše različice bioloških gnojil, med katerimi je tudi pripravek Rhizoflo Premium (Kandus, 2009). To biološko gnojilo temelji na dveh vrstah mikroorganizmov – bakterijah *Azospirillum brasilense* in *Pseudomonas fluorescens*, ki spodbujata rast rastlin. Prva bakterija omogoča boljši sprejem dušika iz zraka, spodbuja razvoj koreninskega sistema in vegetativnega nadzemnega dela ter boljši odziv rastlin na stresne dejavnike (Cassan in Diaz-Zorita, 2016), medtem ko druga bakterija prispeva k večji topnosti fosforja in boljšemu sprejemu le-tega, spodbuja rast rastlin in zagotavlja boljšo naravno odpornost rastlin na povzročitelje bolezni (Kandus, 2009). Zaradi velikega vpliva pripravka na rastline skozi celo rastno dobo, je na koncu le-te viden tudi večji pridelek (Cassan in Diaz-Zorita, 2016).

2 MATERIALI IN METODE

Poljski poskus je bil izveden leta 2018 na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani. Njiva namenjena poskusu je bila velikosti 2688 m², širine 22,4 m in dolžine 120 m. Konec aprila smo posejali dva hibrida koruze – 'SY Dartona' in 'NK Timic'. Seme je bilo posejano na razdalji 70 cm med vrstami in 17,5 cm v vrsti. Seme hibridov koruze nam je priskrbelo podjetje Syngenta Agro d.o.o. iz Ljubljane. Poskusno površino smo razdelili na tri bloke. Za vsak hibrid smo imeli dve obravnavanji: prvo obravnavanje je predstavljalo netretirano seme (kontrola), drugo obravnavanje pa je bilo tretirano seme, ki smo ga pred sajenjem poškropili s pripravkom Rhizoflo premium. Vsako obravnavanje je bilo v dveh ponovitvah (pri vsakemu hibridu 8 vrst kontrola – netretirano seme in 8 vrst tretirano seme). Tretirano zrnje je bilo poškropljeno s 300 ml suspenzije pripravka in pred sajenjem posušeno na sobni temperaturi. V sredini maja je bil na vsaki parceli, ki je bila ločena glede na obravnavanje in ponovitev, narejen popis vznika.

Za spremljanje pojava pokalic so bile uporabljene tri talne feromonske vabe, koruzni hrošč se je lovil na štiri prozorne lepljive plošče s feromonom, koruzna vešča na dve feromonski vabi, bolhači iz rodu *Phyllotreta* na dve vabi z rumeno privabilno ploščo in lepljivim trakom ter fižolova muha na dve rumeni lepljivi plošči z atraktantom. Vse vabe so bile dobavljene iz madžarskega podjetja Csalomon®. Tekom poskusa smo v vabah v 10-dnevnih intervalih spremljali pojavljanje škodljivih žuželk, enkrat mesečno pa smo v vabah menjavali feromon in lepljivo ploščo.

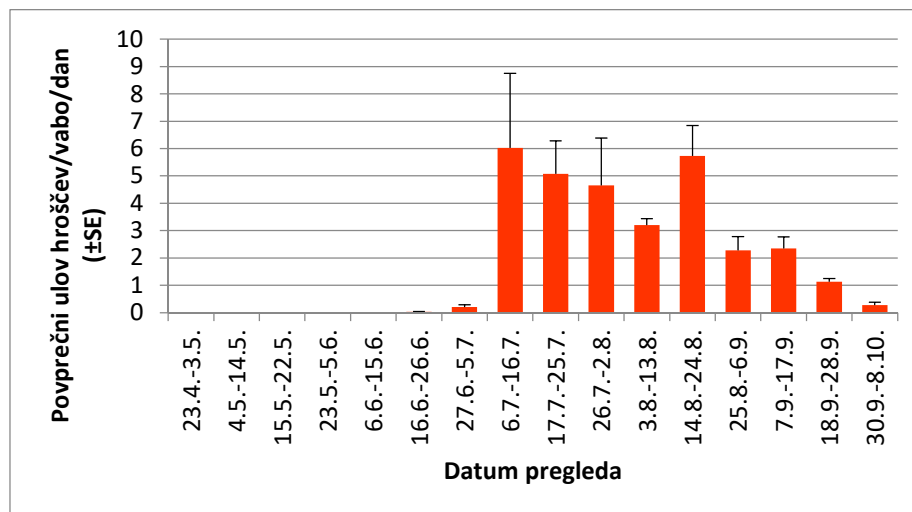
Med izvedbo poskusa smo v dveh terminih spremljali maso korenin, glede na obravnavanje in ponovitev. Pred žetvijo smo ocenili poškodbe zaradi gosenic koruzne vešče glede v obravnavanjih, in sicer z razrezom stebela in storžev za ugotavljanje zastopanosti gosenic. Konec septembra smo koruzo poželi in zrnje iz različnih parcel (obravnavanj) stehali in izmerili vlago. Pridelek smo pobrali glede na hibrid, obravnavanje in ponovitev. Po žetvi koruze nismo pospravili feromonskih vab, saj smo želeli spremljati, kaj se dogaja z sezonsko dinamiko škodljivih žuželk tudi po tem, ko nimajo več na razpolago koruze za hranjenje.

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

3.1 Sezonska dinamika škodljivih žuželk

Sezonska dinamika pojavljanja škodljivih žuželk se je tekom izvajanja poskusa razlikovala, čemur je po vsej verjetnosti botrovalo tudi vreme (Kambrekar et al., 2015). Edina škodljiva žuželka, ki se je tekom celega poskusa lovila v vabe so bili bolhači iz rodu *Phyllotreta*, ostali pa so se lovili le del trajanja celotnega poskusa. Koruzni hrošč (*Diabrotica virgifera virgifera*) se je začel loviti v sredini poskusa, konec junija. Največ hroščev se je ujelo v obdobju od 6.7. do 16.7. ($6,025 \pm 2,72$ na vabo na dan), najmanj pa od 16.6. do 26.6., in sicer manj kot en na vabo na dan ($0,025 \pm 0,02$) (slika 1).

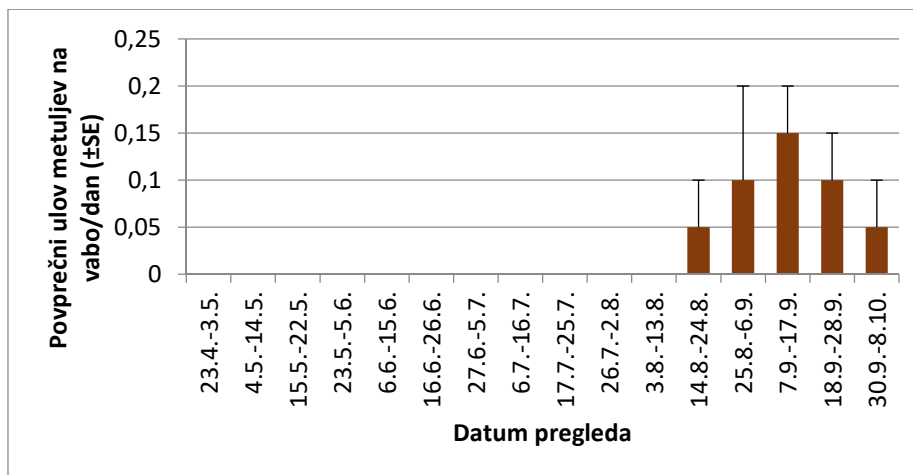
394



Slika 1: Povprečni ulov koruznih hroščev (*Diabrotica virgifera virgifera*) na vabo na dan.

Najpomembnejši škodljivec na koruzi, koruzna vešča (*Ostrinia nubilalis*), se je začela pojavljati šele v sredini avgusta, kar je relativno pozno. Lovila pa se je do konca poskusa (začetek oktobra). Domnevamo, da je k takšnemu rezultatu prispeval neustrezen feromon v nastavljeni feromonski vabi. Največ metuljev koruzne vešče se je ujelo v začetku septembra (7.9.-17.9.), in sicer $0,15 \pm 0,05$ na vabo na dan, najmanj pa v obdobju od 14.8. do 24.8. ($0,05 \pm 0,05$ na vabo na dan). Pri tej škodljivi žuželki smo med celotnim potekom poskusa našli manj kot enega metulja na vabo na dan (slika 2).

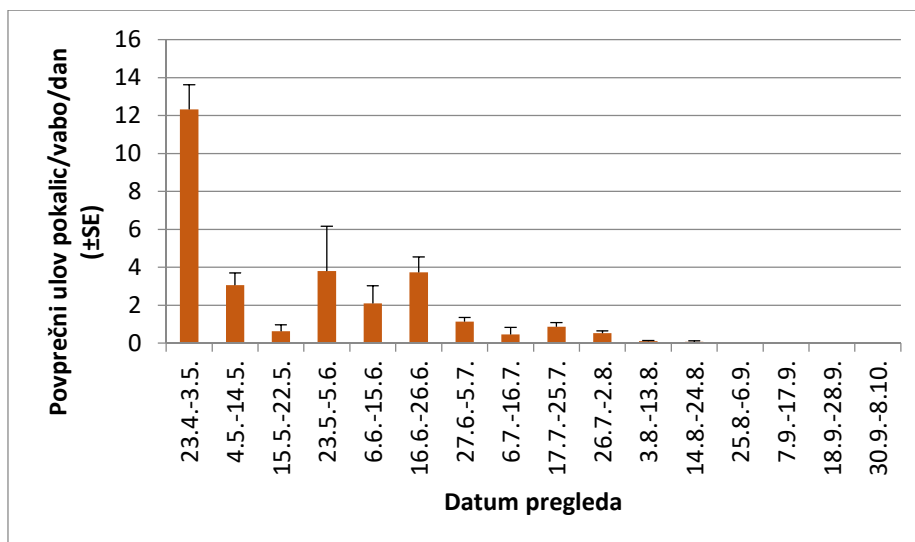
395



Slika 2: Povprečni ulov koruzne vešče (*Ostrinia nubilalis*) na vabo na dan.

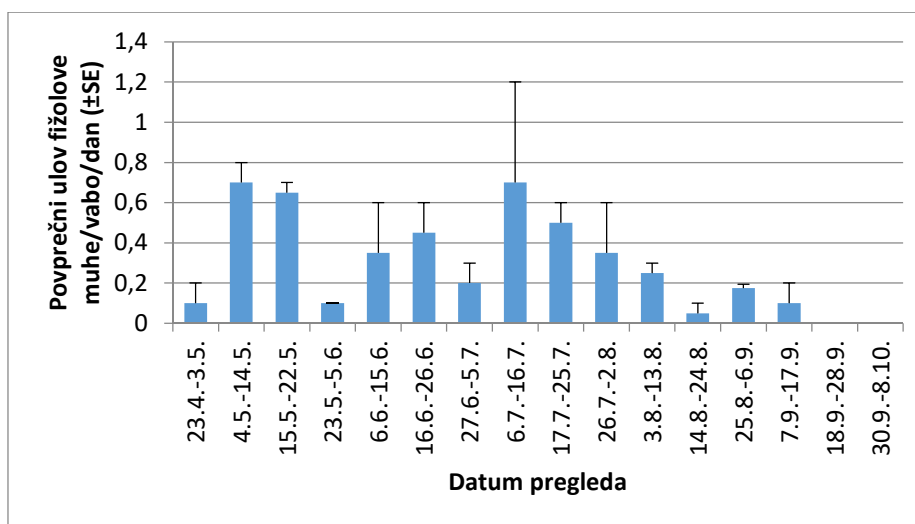
Pokalice (*Agriotes* spp.) so se v talne feromonske vabe lovile od začetka izvajanja poskusa pa vse do sredine druge dekade avgusta. Število ulovljenih pokalic je v tretjem terminu spremljanja močno upadlo ($0,63 \pm 0,33$ na vabo na dan) glede na prvi 10-dnevni interval. Na to je lahko vplivalo vreme, saj je bilo Laboratorijsko polje v tem času kar nekaj časa poplavljen in so se pokalice umaknile vodi. Kot lahko vidimo s slike 3 se je v obdobju od 23.4. do 3.5. ujelo kar $12,33 \pm 1,3$ pokalic na vabo na dan, kar je največ v celotnem obdobju poteka poskusa, najmanj pa od 14.8. do 24.8. – manj kot 1 na vabo na dan ($0,06 \pm 0,06$).

Četrta škodljiva žuželka, katere sezonsko dinamiko smo spremljali tekom poskusa, pa je bila fižolova muha (*Delia platura*). Na vabe se je lovila od začetka spremljanja dinamike pa do konca druge dekade septembra. Največ muh se je ulovilo v terminu od 4.5. do 14.5., vendar manj kot ena na vabo na dan ($0,7 \pm 0,1$). Najmanj muh, in sicer $0,05 \pm 0,05$ na vabo na dan, smo našli v obdobju od 14.8. do 24.8. (slika 4). Poleg koruzne vešče je bila to edina škodljiva žuželka, pri kateri smo med spremljanjem njene dinamike, našli manj kot eno ulovljeno muho na vabo na dan med celotnim potekom poskusa.



Slika 3: Povprečni ulov pokalic (*Agriotes* spp.) na vabo na dan.

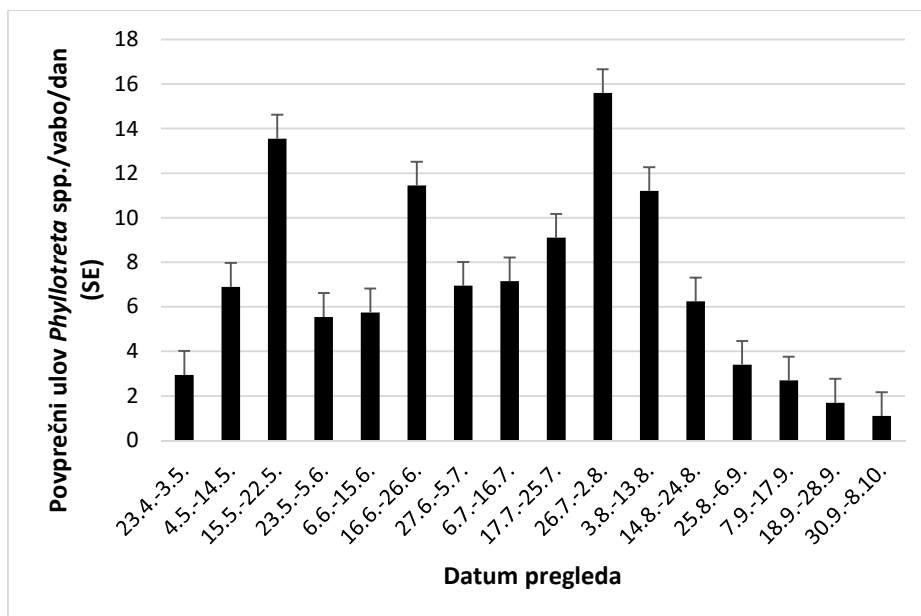
396



Slika 4: Povprečni ulov fižolove muhe (*Delia platura*) na vabo na dan.

Na Laboratorijskem polju smo v posevku koruze spremljali tudi sezonsko dinamiko pojavljanja bolhačev iz rodu *Phyllotreta*. Kot je že bilo omenjeno, je bila to edina opazovana škodljiva žuželka, ki se je na vabe lovila tekom celega izvajanja poskusa. Največ kapusovih bolhačev smo našli od 26.7. do 2.8., kar $15,6 \pm 5,2$ na vabo na dan.

Najmanj pa se jih je ujelo v zadnjem terminu spremljanja od 30.9. do 8.10., in sicer le $1,1 \pm 0,1$ na vabo na dan (slika 5).



397

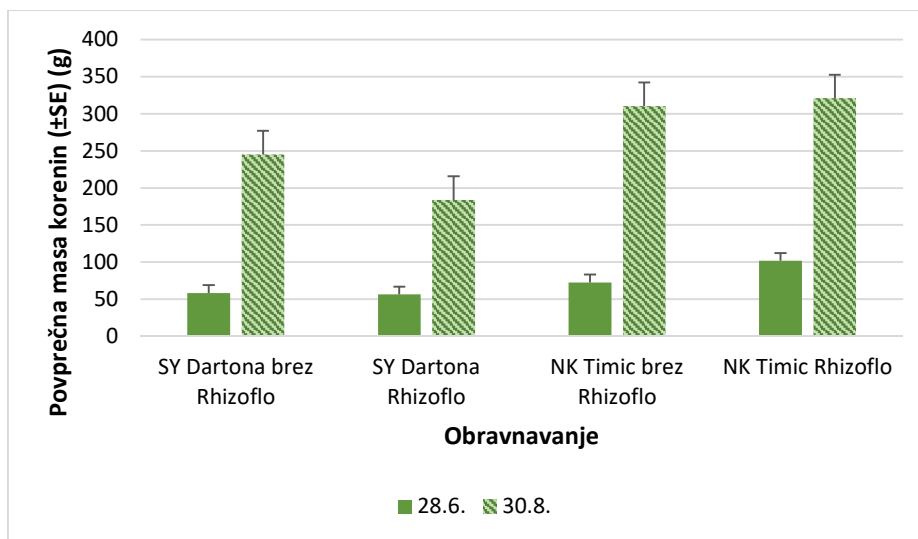
Slika 5: Povprečni ulov *Phyllotreta* spp. na vabo na dan.

3.2 Vpliv pripravka Rhizoflo Premium na maso korenin koruze

Namen poskusa je bil, poleg spremljanja sezonske dinamike škodljivih žuželk, tudi preučiti vpliv pripravka Rhizoflo Premium na razvoj koreninskega sistema. Ker ta pripravek vsebuje bakterijo *Azospirillum brasilense*, ki rastlini omogoča boljši sprejem dušika iz zraka in spodbuja razvoj koreninskega sistema (Kandus, 2009; Cassan in Diaz-Zorita, 2016), smo v dveh terminih tehtali maso korenin. Pri obeh sortah in obravnavanjih je bila povprečna masa korenin v prvem terminu tehtanja manjša kot v drugem. Povprečna masa korenin pri sorti 'SY Dartona' v obravnavanju brez Rhizoflo je bila pri prvem tehtanju $58,4 \pm 3,98$ g, pri drugem tehtanju pa $245,3 \pm 40,12$ g. V obravnavanju 'SY Dartona' Rhizoflo je bila povprečna masa korenin pri prvem tehtanju $56,6 \pm 3,88$ g, v pri drugem pa $183,8 \pm 19,55$ g. Pri sorti 'NK Timic' brez Rhizoflo je bila povprečna masa korenin pri prvem tehtanju $72,7 \pm 5,68$ g, pri drugem pa že kar štirikrat večja ($310,5 \pm 35,15$ g). Pri obravnavanju 'NK Timic' Rhizoflo je bila povprečna masa korenin pri prvem tehtanju $101,9 \pm 8,37$ g, medtem ko je bila pri drugem trikrat večja ($320,9 \pm 38,75$ g).

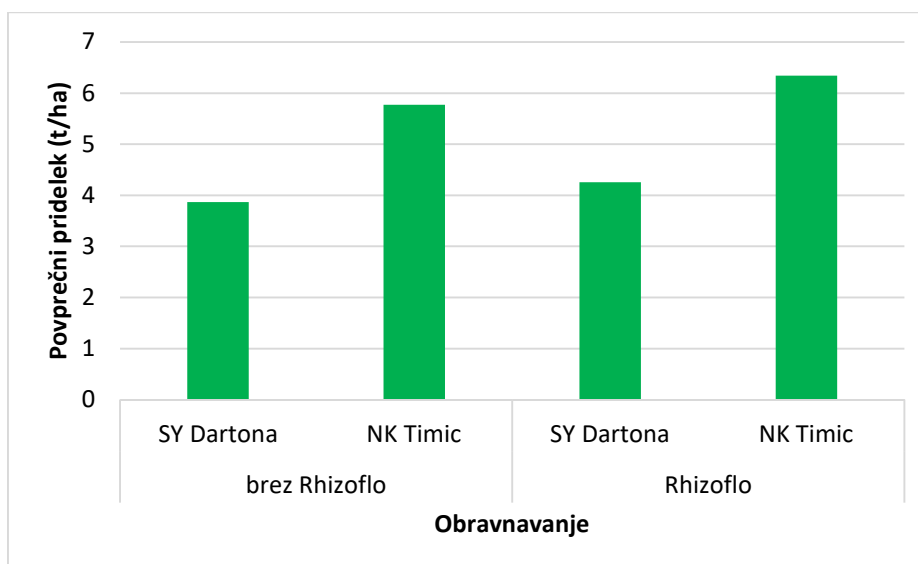
Če povzamemo podatke obeh terminov tehtanj, lahko rečemo, da je bila povprečna masa korenin pri obeh sortah in obravnavanjih v prvem terminu manjša kot v drugem.

Pri sorti 'NK Timic' je očiten tudi vpliv pripravka Rhizoflo Premium na maso korenin, ki je v drugem terminu tehtanja do štirikrat večja kot pri prvem.



398

Slika 6: Povprečna masa korenin (g) s standardno napako v dveh terminih ocenjevanja.



Slika 7: Povprečni pridelok zrnja koruze (t/ha) glede na posamezno obravnavanje.

3.3 Vpliv pripravka Rhizoflo Premium na pridelek zrnja koruze

Pripravek Rhizoflo Premium vpliva na rastline tekom cele rastne dobe, kar se na koncu pozna tudi na pridelku (Cassan in Diaz-Zorita, 2016). Tudi sami smo ugotovili, da je temu res tako, saj je bil pri obeh sortah večji pridelek pri obravnavanju s tretiranim semenom v primerjavi s kontrolo (netretirano seme). Pri sorti 'SY Dartona' je bil povprečni pridelek zrnja koruze pri kontroli 3,8 tone in pri tretiranemu semenu 4,3 tone. Pri sorti 'NK Timic' je bil povprečni pridelek zrnja pri kontroli 5,8 ton in pri tretiranemu semenu 6,3 ton.

4 SKLEPI

- Sezonska dinamika škodljivih žuželk se je tekom izvajanja poskusa razlikovala, na kar so verjetno vplivale tudi vremenske razmere.
- Najbolj konstantno so se na vabe lovili fižolova muha (*Delia platura*) in bolhači iz rodu *Phyllotreta*.
- Koruzna vešča (*Ostrinia nubilalis*) se je začela na feromonske vabe loviti šele sredi avgusta. Domnevamo, da je za to kriv neustrezen feromon v feromonski vabi.
- Dokazali smo, da pripravek Rhizoflo Premium dejansko vpliva na boljši razvoj koreninskega sistema (povprečna masa korenin rastlin zraslih iz tretiranega semena v drugem terminu tehtanja je bila tudi do štirikrat večja kot v prvem terminu).
- Pripravek Rhizoflo Premium prav tako vpliva na večji pridelek, če pred setvijo seme koruze poškopimo z njim.

5 LITERATURA

- Blandino M., Scarpino V., Vanara F., Sulyok M., Krska R., Reyneri A. 2015. Role of the European corn borer (*Ostrinia nubilalis*) on contamination of maize with 13 *Fusarium* mycotoxins. Food additives & contaminants: Part A, 32, 4: 533-543.
- Cassan F., Diaz-Zorita M. 2016. *Azospirillum* sp. in current agriculture: From the laboratory to the field. Soil biology & biochemistry, 103: 117-130.
- Franeta F., Mikić S., Milovac Ž., Mitrović B., Indić D., Vuković S. 2018. Maize defence mechanisms against the European corn borer, *Ostrinia nubilalis* Hubner (Lepidoptera: Crambidae). International journal of pest management, 65, 1: 23-32.
- Kambrekar D. N., Guledgudda S. S., Katti A. 2015. Impact of climate change on insect pests and their natural enemies. Journal of Agricultural Sciences, 28, 5: 814-816.
- Kandus M. V. 2009. Corn trial. CKC Argentina, 4 str.
- Kocjan Ačko D. 2015. Poljščine: pridelava in uporaba. ČZD Kmečki glas, d.o.o., Ljubljana: 187 str.
- Mrganić M., Bažok R., Mikac K. M., Benitez H. A., Lemic D. 2018. Two decades of invasive western corn rootworm population monitoring in Croatia. Insects, 9, 160: 13 str.
- Tajnshek T. 1991. Koruza. Knjižica za pospeševanje kmetijstva. ČZP Kmečki glas, Ljubljana: 180 str.
- Tóth, M., Csonka, É., Szarukán, I., Vörös, G., Furlan, L., Imrei, Z., Vuts, J. 2006. The KLP+ ("hat") trap, a non-sticky, attractant baited trap of novel design for catching the western corn rootworm (*Diabrotica v. virgifera*) and cabbage flea beetles (*Phyllotreta* spp.) (Coleoptera: Chrysomelidae). International journal of horticultural science, 12, 1: 57-62.

**METAGENOMSKA ANALIZA BAKTERIJSKE ZDRUŽBE ORHIDEJ
Phalaenopsis Z BOLEZENSKIMI ZNAMENJI MEHKIH GNILOB**

Špela ALIČ¹, Nataša TOPLAK², Simon KOREN³, Tanja DREO⁴

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

^{2,3}Omega d.o.o, Ljubljana

IZVLEČEK

Bolezni mehkih gnilob povzročajo občutno gospodarsko škodo pri vzgoji in pridelavi številnih gospodarsko pomembnih poljščin in okrasnih rastlin, kot so npr. krompir in orhideje. V razvoj bolezni je navadno vključena populacija patogena ali pa celo mešana populacija, ki lahko vključuje različne vrste iz rodov *Dickeya* in *Pectobacterium*. Diagnostične metode, ki temeljijo na sposobnosti gojenja bakterij na gojiščih ali detekciji tarčnega organizma, zaradi visoke selektivnosti ne omogočijo realnega vpogleda v prisotno bakterijsko združbo. Zato potrebujemo pristop, ki omogoča celosten pogled v bakterijsko združbo povezano z razvojem bolezni in odnose znotraj nje (sinergija, antagonizem). Tak pristop nam omogočajo metode okoljske genomike, kot je npr. metagenomika, ki temeljijo na sekvenciranju nukleinskih kislin. Metagenomika omogoča raziskovanje mikrobnih združb neposredno iz naravnega okolja, brez predhodnega gojenja v laboratoriju. Cilj naše raziskave je bil ovrednotenje širše bakterijske združbe orhidej *Phalaenopsis* z bolezenskimi znaki mehkih gnilob s pomočjo komercialnega kita za metagenomsko analizo na osnovi 16S rDNA.

400

Ključne besede: metagenomika, bakterijska združba, mehke gnilobe

ABSTRACT

**METAGENOMICS ANALYSIS OF BACTERIAL COMMUNITY IN *Phalaenopsis*
ORCHIDS WITH SOFT ROT**

Soft rots remain an important economical liability in production of various economically important crops and ornamental plants e.g. potato and orchids. Frequently, a population of the pathogen or even mixed populations including various strains of *Dickeya* and *Pectobacterium* spp. can contribute to the development of the soft rot disease. Diagnostic methods, based on the cultivation of the bacteria on artificial media or detection of specific target organisms, are extremely selective and do not provide realistic insight into bacterial community. A holistic approach is required to

¹ asist. dr., Večna pot 111, SI-1000 Ljubljana, e-pošta: spela.alic@nib.si

² dr., univ. dipl. biol., Dolinškova ulica 8, SI-1000 Ljubljana

³ dr., univ. dipl. biokem., prav tam

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

understand bacterial community involved in the disease development, especially their inter-bacterial relationships acting synergistically and antagonistically. This can be explored through sequenced-based environmental genomics. Metagenomics provides a cultivation-independent approach to study microbial communities directly in their natural environments. The aim of our study was to gain a wider insight in bacterial communities involved soft rot disease of *Phalaenopsis* using commercial 16S rDNA based metagenomics kit.

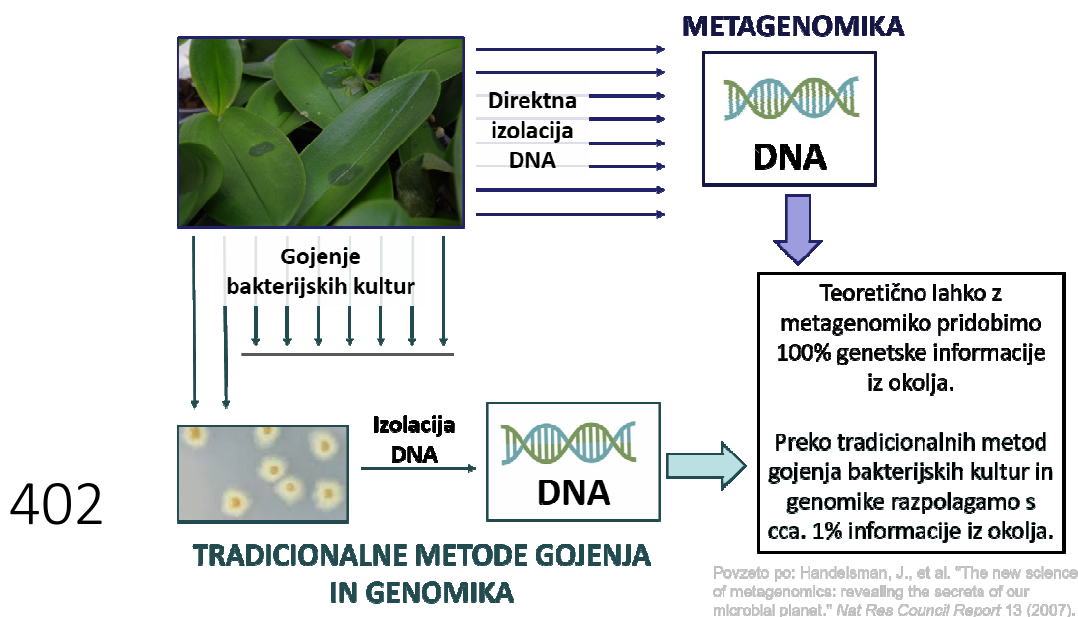
Key words: metagenomics, bacterial community, soft rot

1 UVOD

Bakterijska bolezen mehkih gnilob je uničujoča rastlinska bolezen, ki prizadene številne vrste okrasnih rastlin in poljščin, npr. krompir in orhideje. Družina Orchidaceae predstavlja eno največjih in najbolj priljubljenih družin okrasnih rastlin v hortikulturnem svetu. Bolezen mehkih gnilob predstavlja hudo omejitev pri tržni vzgoji orhidej in posledično povzroča hudo gospodarsko škodo številnim pridelovalcem po celem svetu. Na razvoj bolezni poleg okoljskih dejavnikov močno vpliva tudi samo mikrookolje rastline. Mikroflora rastline lahko vpliva na virulenco in agresivnost povzročiteljev ter posledično na sam razvoj bolezni. Kot pogoste povzročitelje bolezni mehkih gnilob v literaturi najpogosteje zasledimo različne vrste iz rodov *Dickeya* in *Pectobacterium*. V Sloveniji je bila kot povzročitelj mehkih gnilob na orhidejah identificirana novo opisana vrsta *Dickeya fangzhongdai*, ki predstavlja zelo agresivnega patogena z izredno širokim naborom gostiteljev vključno s številnimi gospodarsko pomembnimi rastlinami (Alič in sod., 2017; Alič in sod., 2018; Alič in sod., 2019). Vendar pa je navadno v razvoj bolezni vključena populacija patogena ali pa celo mešana populacija, ki lahko vključuje predstavnike različnih vrst iz rodov *Dickeya* in *Pectobacterium*. To se sklada tudi z opisi zastopanosti mešanih populacij rodu *Dickeya* v orhidejah s simptomi mehkih gnilob (Alič in sod. 2017).

Člani mikrobne združbe rastline tvorijo interakcije tako med seboj in tudi z rastlino ter tako posredno vplivajo na samo zdravje rastline (Turner in sod., 2013; Berendsen in sod., 2012). Na primer mikroflora rastline lahko vpliva na virulenco in agresivnost povzročiteljev ter posledično na sam razvoj bolezni. Diagnostične metode, ki temeljijo na sposobnosti gojenja bakterij na gojiščih ali detekciji tarčnega organizma, zaradi visoke selektivnosti ne omogočijo realnega pogleda v prisotno bakterijsko združbo. S pomočjo tradicionalnih metod gojenja bakterijskih kultur in genomike dobimo vpogled v približno 1 % informacije iz okolja, ki ni zadostna za širše razumevanje mikrobnih združb in njihovih vplivov na rastline (Doonan in sod., 2017; Handelsman, 2004). Metode okoljske genomike, kot je na primer metagenomika, ki temeljijo na sekvenciranju nukleinskih kislin in zajemajo dedno informacijo neposredno iz naravnega okolja, brez predhodnega gojenja v laboratoriju, pa nam omogočajo celosten pogled v bakterijsko združbo in odnose znotraj nje (sinergija, antagonizem). Metagenomske raziskave bakterijskih združb so pogosto osnovane na analizi hipervariabilnih regij 16S rRNA gena, splošno uporabljenega filogenetskega markerja, ker ta omogočajo hiter vpogled v osnovno sestavo posamezne združbe.

Cilj naše raziskave je bil ovrednotenje širše bakterijske združbe orhidej *Phalaenopsis* z bolezenskimi znaki mehkih gnilob s pomočjo komercialnega kita za metagenomsko analizo na osnovi 16S rDNA.



Slika 1: Primerjava tradicionalnih tehnik proučevanja mikrobnih združb in sodobnega pristopa metagenomike.

2 MATERIALI IN METODE

Vzorci smo pridobili iz različnih vrst tkiv orhidej *Phalaenopsis* v različnih fazah razvoja bolezni mehkih gnilob. Bakterijskega povzročitelja bolezni smo identificirali s pomočjo izolacij bakterij na gojiščih in analize qPCR testi specifičnimi za *Dickeya* spp. in *Pectobacterium* spp.. Vzorci za metagenomsko analizo smo izbrali na podlagi rezultatov analize qPCR in vrste rastlinskega tkiva ter faze bolezni. Iz izbranih vzorcev smo izolirali DNA z uporabo QuickPick Plant Mini Kit (BioNobile) in z uporabo 16S™ Metagenomics Kit pomnožili 7 variabilnih regij 16S rDNA. Kit vsebuje dva seta PCR začetnikov s katerimi pomnoži hipervariabilne regije V2, V3, V4, V6, V7, V8 in V9 bakterijske 16S rDNA. Ker vzorci vsebujejo relativno visok delež gostiteljske DNA, smo protokol priprave knjižnice prilagodili vzorcem z nizko koncentracijo mikrobnne DNA in visoko koncentracijo ozadja, skladno s priporočili proizvajalca (MAN0006846_RevA_UB_3March2014_Amplicon Libraries). Amplikonom pomnoženih variabilnih regij smo popravili konce (Ion Plus Fragment Library Kit) in jih označili z ustreznimi nukleotidnimi kodami (IonXpress Barcode Adapters 1-16 Kit) (MAN0010799_RevA_Ion_16S_Metagenomics_UG_27Aug2014). Iz vseh očiščenih amplikonov smo pripravili združeno knjižnico s končno koncentracijo 26 pM. Tako

pripravljeno knjižnico smo sekvencirali na Ion 316v2 čipu na Ion Torrent Personal Genome Machine (PGM) sistemu in ob uporabi Ion PGM Hi-Q Sequencing Kit (Ion Torrent, ThermoFisher Scientific).

Kvaliteta sekvenčnih podatkov je bila najprej pregledana v programu Torrent Suite 4.4. Podatke smo analizirali z dvema različnima programskima platformama, in sicer Ion Reporter (Life Technologies) in MG-RAST (Meyer in sod., 2008). Analiza podatkov v Ion Reporterju je bila izvedena tako po posameznih vzorcih kot tudi posameznih variabilnih regijah z uporabo sledečih parametrov analize: (i) podatkovni bazi za analizo - Greengenes in Ion Torrent 16S Reference library, (ii) potrebno število kopij – 10, (iii) detekcija primerjev – na enem koncu in (iv) omejitev dolžine – 150 bp. Vzporedno je bila izvedena primerjalna analiza posameznih vzorcev s programom MG Rast v kateri so bili uporabljeni sledeči parametri: (i) podatkovna baza – Greengenes, (ii) maksimalna omejitev e-vrednosti – 10^{-5} , (iii) minimalna omejitev ujemanja – 95%, minimalna omejitev v dolžini prileganja -150 bp.

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

S pomočjo metagenomske analize tkiva orhidej smo pridobili osnovni vpogled v bakterijsko združbo orhidej in razlike v strukturi združbe simptomatičnega in asimptomatičnega tkiva.

403

Čeprav 16STM Metagenomics Kit ni specializiran za metagenomiko rastlin, je omogočil ustrezno analizo bakterijske združbe tkiva orhidej z in brez bolezenskih znamenj. Prisotnost kloroplastne rDNA v rastlinskih vzorcih je vplivala na občutljivost metagenomske analize. Delež odčitkov, ki so pripadali kloroplastni DNA je bil občutno višji v zdravem (71,8 %) kot v nekrotičnem (do 18,4 %) tkivu, kar sovпада pričakovani razgradnji kloroplastov v gnijočem tkivu. Kljub variabilnim deležem bakterijskih sekvenc sta bila število in kakovost odčitkov ustrezna za določitev profila bakterijske združbe testiranem rastlinskem tkivu, vendar je pri enaki globini sekvenciranja resolucija rezultatov bakterijske združbe v asimptomatičnem tkivu občutno nižja. Za boljši vpogled v bakterijsko združbo zdravega, asimptomatičnega tkiva bi morali povečati globino sekvenciranja ali pa v vzorcih obogatiti delež mikrobne 16S rDNA. Prevalentni predstavnik bakterijske združbe v simptomatičnega tkiva orhidej so bile bakterije iz rodu *Dickeya*, kar potrjuje rezultate predhodnih analiz določanja bakterijskega povzročitelja bolezni s pomočjo izolacije na gojiščih in specifičnimi testi qPCR. V okuženih rastlinah je bil prisoten velik delež bakterij *Dickeya* spp. tudi v delih rastline brez simptomov bolezni.

Analiza sekvencnih podatkov je bila izvedena z dvema različnima programoma, in sicer Ion Reporter in MG-RAST. Ion Reporter je namenski program za obdelavo sekvenc pridobljenih pri sekvenciranju s tehnologijo Ion Torrent, zato ima razširjenje funkcije kot npr. ločena analiza sekvenc po posameznih variabilnih regijah. Splošni programi za metagenomiko kot je MG-RAST te opcije nimajo, ker sekvenčni markerji, ki omogočajo ločevanje med variabilnimi regijami niso javno dostopni. Posledično rezultati analizirani s programom MG-RAST predstavljajo povprečno sliko vseh variabilnih regij. Sekvenčni podatki posameznih variabilnih regij 16S DNA podajo drugačno sestavo bakterijske združbe istega vzorca in tudi ločljivost določanja

združbe se med variabilnimi regijami razlikuje. Profili bakterijskih združb tako na nivoju rodov kot družin so bili najbolj primerljivi med variabilnimi regijami V2, V3, V4, V8 (Preglednica 1). Medtem ko je regija V9 je imela na nivoju družin najnižjo resolucijo. Število pridobljenih odčitkov za regiji V2 simptomatičnem tkivu in V4 v asimptomatičnem tkivu je bilo občutno nižje od ostalih regij, česar ni bilo mogoče razložiti s samim potekom eksperimentalnega dela (Preglednica 1).

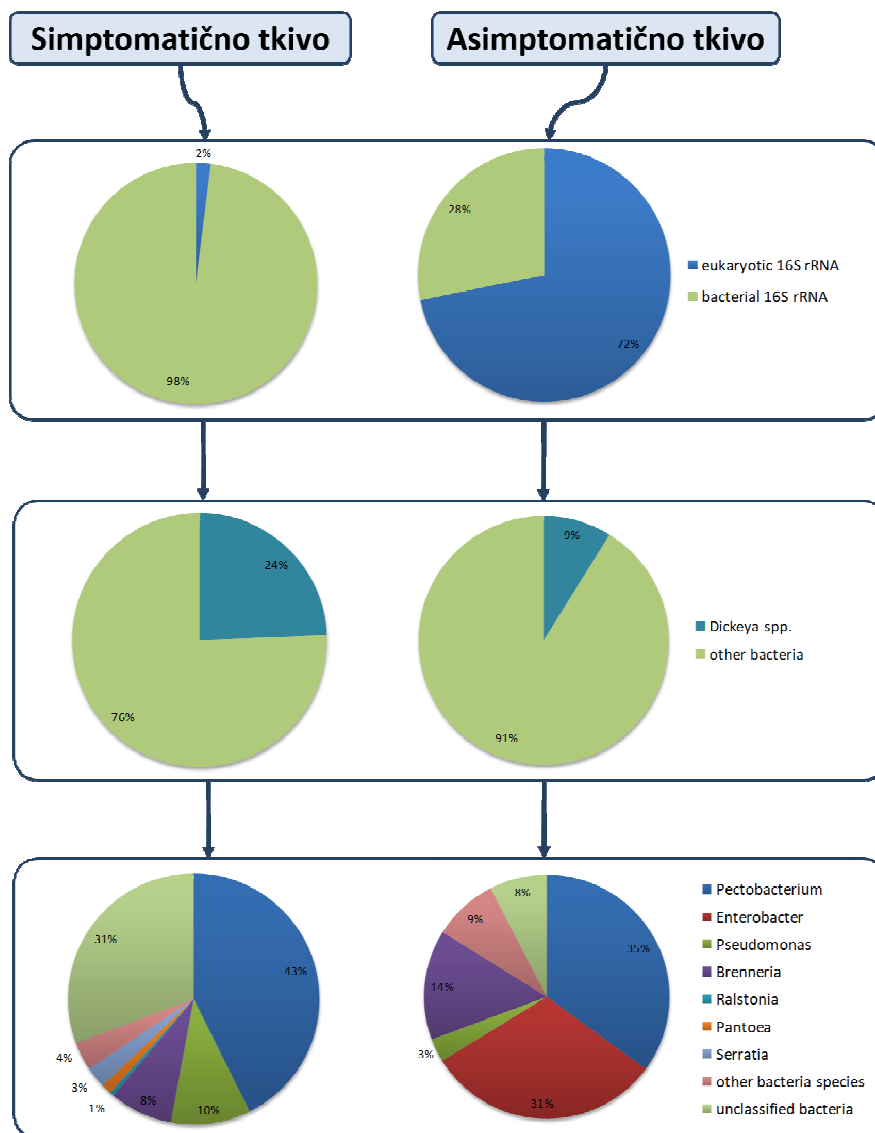
Preglednica 1: Profil bakterijske združbe simptomatičnega in asimptomatičnega tkiva na nivoju družin bakterij.

Vzorec:		Simptomatično tkivo						Nesimptomatično tkivo					
Variabilna regija 16S:		V2	V3	V4	V67	V8	V9	V2	V3	V4	V67	V8	V9
Število dobljenih odčitkov:		3245	26825	10988	23832	29158	17937	16282	118473	8682	44109	43335	15165
Družina bakterij	<i>Enterobacteriaceae</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	<i>Pseudomonadaceae</i>	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-
	<i>Burkholderiaceae</i>	+	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Alcaligenaceae</i>	-	+	+	-	+	-	-	+	+	-	+	-
	<i>Xanthomonadaceae</i>	-	+	+	-	+	-	-	-	+	-	+	-
	<i>Brucellaceae</i>	-	-	+	+	+	-	-	-	+	-	-	-
	<i>Rhizobiaceae</i>	-	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Rhizobiaceae</i>	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Oxalobacteraceae</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Bacillaceae</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Vibrionaceae</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Ferrimonadaceae</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Peptococcaceae</i>	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
	<i>Thermodesulfobiaceae</i>	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
	<i>Alteromonadaceae</i>	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
	<i>Syntrophaceae</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
Št. detektiranih družin bakterij		3	8	7	6	7	1	3	5	5	3	4	1

404

Večji delež identificirane bakterijske združbe, tako tarčnega patogena (*Dickeya* spp.) kot tudi spremljajoče mikroflora, predstavljajo enterobakterije. Resolucija 16S rDNA ima svoje omejitve. Čeprav je uporaba variabilnih regij 16S rDNA učinkovit pripomoček pri identifikaciji bakterij oz. bakterijskih združb, ki vsebujejo predstavnike različnih taksonomskih skupin, je na drugi strani uspešnost rekonstrukcije bakterijskih združb sorodnih skupin bakterij precej omejena (Naum in sod., 2008). Omejitve ločljivosti 16S rDNA za določanje sorodnih skupin bakterij smo opazili tudi v naših eksperimentalnih podatkih, kar nakazuje na potrebo po uporabi dodatnih genetskih markerjih za natančnejše določanje prisotne bakterijske združbe.

405



Slika 2: Primerjava bakterijske združbe simptomatičnega in asimptomatičnega rastlinskega tkiva glede na razmerje odčitkov. Analiza je bila izvedena z orodjem MG-RAST. Zastopanost prikazanih bakterijskih vrst je bila več kot 1000 odčitkov.

Najobčutnejša zaznana razlika v mikrobnih združbi med zdravim tkivom in tkivom z bolezenskimi znaki je bila v zastopanosti bakterij iz rodov *Serratia* in *Enterobacter*. V simptomatičnem tkivu je bil zaznan višji delež bakterij iz rodu *Serratia*, v

asimptomatičnem pa so občuten delež bakterijske združbe sestavljale bakterije *Enterobacter*, ki jih v simptomatičnem tkivu skoraj ni bilo moč zaznati (Slika 2). Bakterije iz rodu *Serratia* so identificirane kot povzročitelji boleznih mehkih gnilob paprik (Gills in sod., 2014), prav tako je so bili izolati *Serratia* spp. najdeni v povezavi s simptomi mehkih gnilob na krompirju (Balabel, 2014) in tudi orhidejah (Joko in sod., 2014). Na drugi strani pa več objav poroča o antagonističnem delovanju vrste *Serratia plymuthica* proti bakterijskim povzročiteljem mehkih gnilob (Czajkowski in sod., 2012; Hadizadeh in sod., 2019). Glede na poročila lahko predstavniki *Serratia* spp. zasedejo širok nabor bioloških niš, od bakterijskih endofitov do saprofitov. Modelni sistem mehkih gnilob orhidej, ki smo ga uporabili v tej raziskavi, nakazuje, da v tem rastlinskem sistemu bakterije *Serratia* spp. sodelujejo v bakterijski združbi kot saprofitske bakterije ali pa celo sodelujejo s patogenom pri razvoju boleznih.

Podobno tudi bakterije iz rodu *Enterobacter* sodelujejo pri različnih vlogah v mikrobiomu rastline, od rastlinskih patogenov (Zhu in sod., 2010; Garcia-González in sod., 2018) do simbiotov in endofitov (Taghavi in sod., 2010; Naveed in sod., 2014; Macedo-Raygoza in sod., 2019), ki spodbujajo rast rastlin. Do sedaj še ni bilo nobene objave, ki bi povezala vpliv bakterij *Enterobacter* in razvoj boleznih mehkih gnilob.

V nekrotičnem tkivu je prisoten občutno višji delež bakterij, ki jim ni bilo mogoče klasificirati, kar nakazuje na kompleksnost bakterijske združbe, ki sodeluje oz. prispeva k končnemu propadu rastlinskega tkiva (slika 2). Pri pregledu raznolikosti bakterijske združbe v zdravem rastlinskem tkivu je potrebno upoštevati, da je bila globina sekvenciranja nižja, zaradi prisotne kloroplastne DNA, kar posledično vpliva na zaznavo skupin bakterij, ki so v združbi v manjšem deležu.

4 SKLEPI

Metagenomika, tehnologija proučevanja bakterijskih združb, ki temelji na sekvenciranju genetske informacije organizmov neposredno iz naravnega okolja nam omogoča celosten pogled v bakterijsko združbo povezano z razvojem boleznih in v odnose znotraj združbe. Eden najenostavnejših in najhitrejših načinov za vpogled v osnovno sestavo posamezne združbe predstavlja analiza hipervariabilnih regij 16S rDNA.

V sklopu naše raziskave smo pokazali, da je komercialni kit 16STM Metagenomics Kit, ki ni specializiran za metagenomiko rastlin, omogočil ustrezno analizo bakterijske združbe tkiva orhidej, vendar je zaradi prisotnosti kloroplastne DNA v zdravem rastlinskem tkivu z ohranjenimi kloroplasti resolucija metagenomske analize slabša.

Potrdili smo, da *Dickeya* spp. predstavlja dominantno vrsto v nekrotičnem tkivu, kar potrjuje rezultate dobljene z drugimi metodami. Analiza rezultatov po posameznih variabilnih regijah je pokazala, da različne variabilne regije 16S DNA podajo drugačno sestavo bakterijske združbe istega vzorca. Profili bakterijskih združb tako na nivoju rodov kot družin so bili najbolj primerljivi med variabilnimi regijami V2, V3, V4, V8.

Z analizo sestave bakterijske družbe na nivoju rodov bakterij smo pokazali, da se v nekrotičnem tkivu orhidej poveča delež bakterij iz rodu *Serratia*, medtem ko je bila v asimptomatičnem tkivu pa so bile pogostejše bakterije iz rodu *Enterobacter*, kar predstavlja novo informacijo o bakterijski združbi orhidej in potrjuje generičnost orodja.

5 ZAHVALA

Delo je bilo sofinancirano s strani Javne agencije za raziskovalno dejavnost RS (pogodbe P4-0165, L7-5534 and 1000-15-0105) in Euphresco Phytosanitary ERA-NET projekta na temo *Dickeya* in *Pectobacterium* sp.. Avtorji se zahvaljujejo Tomažu Jevšniku, Ocean Orchids, za rastlinski material.

6 LITERATURA

- Alič, Š., Naglič, T., Tušek-Žnidarič, M., Peterka, M., Ravnikar, M., & Dreo, T. (2017). Putative new species of the genus *Dickeya* as major soft rot pathogens in *Phalaenopsis* orchid production. *Plant pathology*, 66(8), 1357-1368.
- Alič, Š., Van Gijsegem, F., Pédrón, J., Ravnikar, M., & Dreo, T. (2018). Diversity within the novel *Dickeya fangzhongdai* sp., isolated from infected orchids, water and pears. *Plant pathology*, 67(7), 1612-1620.
- Alič, Š., Pédrón, J., Dreo, T., & Van Gijsegem, F. (2019). Genomic characterisation of the new *Dickeya fangzhongdai* species regrouping plant pathogens and environmental isolates. *BMC genomics*, 20(1), 34.
- Turner, T. R., James, E. K., & Poole, P. S. (2013). The plant microbiome. *Genome biology*, 14(6), 209.
- Berendsen, R. L., Pieterse, C. M., & Bakker, P. A. (2012). The rhizosphere microbiome and plant health. *Trends in plant science*, 17(8), 478-486.
- Doonan, J., Denman, S., McDonald, J. E., & Golyshin, P. N. (2017). Shotgun Metagenomic Sequencing Analysis of Soft-Rot Enterobacteriaceae in Polymicrobial Communities. In *Metagenomics* (pp. 85-97). Humana Press, New York, NY.
- Handelsman, J. (2004). Metagenomics: application of genomics to uncultured microorganisms. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 68(4), 669-685.
- Meyer, F., Paarmann, D., D'Souza, M., Olson, R., Glass, E. M., Kubal, M., ... & Wilkening, J. (2008). The metagenomics RAST server—a public resource for the automatic phylogenetic and functional analysis of metagenomes. *BMC bioinformatics*, 9(1), 386.
- Naum, M., Brown, E. W., & Mason-Gamer, R. J. (2008). Is 16S rDNA a reliable phylogenetic marker to characterize relationships below the family level in the Enterobacteriaceae?. *Journal of molecular evolution*, 66(6), 630-642.
- Gillis, A., Rodríguez, M., & Santana, M. A. (2014). *Serratia marcescens* associated with bell pepper (*Capsicum annuum* L.) soft-rot disease under greenhouse conditions. *European journal of plant pathology*, 138(1), 1-8.
- Balabel, N. M. (2014). Species Determination of Cross-Reacting Bacteria in Immunofluorescence Diagnosis of Potato Brown Rot. *Plant Pathology Journal*, 13(1), 28-36.
- Joko, T., Subandi, A., Kusumandari, N., Wibowo, A., & Priyatmojo, A. (2014). Activities of plant cell wall-degrading enzymes by bacterial soft rot of orchid. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 47(10), 1239-1250.
- Czajkowski, R., De Boer, W. J., Van Veen, J. A., & Van der Wolf, J. M. (2012). Characterization of bacterial isolates from rotting potato tuber tissue showing antagonism to *Dickeya* sp. biovar 3 in vitro and in planta. *Plant Pathology*, 61(1), 169-182.
- Hadizadeh, I., Peivastegan, B., Hannukkala, A., van der Wolf, J. M., Nissinen, R., & Pirhonen, M. (2019). Biological control of potato soft rot caused by *Dickeya solani* and the survival of bacterial antagonists under cold storage conditions. *Plant pathology*, 68(2), 297-311.

- Zhu, B., Wang, G., Xie, G., Zhou, Q., Zhao, M., Praphat, K., ... & Tian, W. (2010). *Enterobacter* spp.: a new evidence causing bacterial wilt on mulberry. *Science China Life Sciences*, 53(2), 292-300.
- García-González, T., Sáenz-Hidalgo, H. K., Silva-Rojas, H. V., Morales-Nieto, C., Vancheva, T., Koebnik, R., & Ávila-Quezada, G. D. (2018). *Enterobacter cloacae*, an emerging plant-pathogenic bacterium affecting chili pepper seedlings. *The plant pathology journal*, 34(1), 1.
- Taghavi, S., Van Der Lelie, D., Hoffman, A., Zhang, Y. B., Walla, M. D., Vangronsveld, J., ... & Monchy, S. (2010). Genome sequence of the plant growth promoting endophytic bacterium *Enterobacter* sp. 638. *PLoS genetics*, 6(5), e1000943.
- Naveed, M., Mitter, B., Yousaf, S., Pastar, M., Afzal, M., & Sessitsch, A. (2014). The endophyte *Enterobacter* sp. FD17: a maize growth enhancer selected based on rigorous testing of plant beneficial traits and colonization characteristics. *Biology and fertility of soils*, 50(2), 249-262.
- Macedo-Raygoza, G. M., Valdez, B. S., Prado, F. M., Prieto, K. R., Yamaguchi, L. F., Kato, M. J., ... & Beltran-Garcia, M. J. (2019). *Enterobacter cloacae*, an endophyte that establishes a nutrient-transfer symbiosis with banana plants and protects against the black Sigatoka pathogen. *Frontiers in microbiology*, 10, 804.

SPREMLJANJE POJAVA BAKTERIJSKIH BOLEZNI NA STROČNICAH

Janja LAMOVŠEK¹

¹Kmetijski inštitut Slovenije, Oddelek za varstvo rastlin, Ljubljana

IZVLEČEK

V letih 2017 in 2018 smo spremljali pojav bakterijskih bolezní na soji (*Glycine max* L. Merr.) in fižolu (*Phaseolus vulgaris* L.). Glavni namen naloge je bila identifikacija povzročiteljev bakterioz na soji zaradi povečane pridelave soje v zadnjih letih. Preglede in vzorčenja smo opravljali v poletnih mesecih (junij-avgust) v Prekmurju in na Gorenjskem. V večini primerov smo bolezenska znamenja opažali na listih, redkeje na steblih in strokih. Opažena bolezenska znamenja so bila podobna bakteriozam na fižolu. Bakterije smo iz rastlinskih tkiv izolirali z uporabo standardnih metod ter jih identificirali z analizami MALDI-TOF in metodo določevanja nukleotidnega zaporedja genov *gyrB* in *rpoD* (t.i. barcoding). Iz vzorcev listov, kjer so se pojavljale manjše vodene rumenorjave pege s svetlo obrobo, smo identificirali bakterije iz rodu *Pseudomonas*. Potrdili smo vrsto *Pseudomonas savastanoi* pv. *glycinea* (bakterijska pegavost soje) ter ostale patogene pseudomonade (*P. savastanoi* pv. *phaseolicola*, *P. viridiflava* in *P. syringae*). Redkeje smo opažali rjavkaste pege z rumenim obročem s prisotnim rumenkastim eksudatom ob listnih žilah na spodnji strani listov. Ponekod so imeli listi videz razcefranosti zaradi združevanja in izpadanja posušenih peg. Opisana znamenja so značilna za bakterijsko mozoljavost soje (*Xanthomonas axonopodis* pv. *glycines*), a prisotne so bile tudi bakterije vrste *X. axonopodis* pv. *phaseoli*, ki povzročajo navadno bakterijsko pegavost fižola. V letu 2018 smo spremljali tudi bakterioze na fižolu. Potrdili smo patogene vrste *P. savastanoi* pv. *phaseolicola* (mastna fižolova pegavost), *P. viridiflava* ter *X. axonopodis* pv. *phaseoli*. V enem samem zgledu smo identificirali tudi patogeno vrsto *X. arboricola*. Iz vzorca krmnega graha (*Pisum sativum* L. var. *arvense*) z znamenji mehke gnilobe na stebelu smo identificirali bakterije iz rodu *Erwinia*. Ni znano, da bi omenjene bakterije v Sloveniji povzročale večjo gospodarsko škodo. Ker pa se večina njih prenaša z okuženim semenskim materialom, svetujemo pridelovalcem uporabo zdravega in certificiranega semena.

Gljučne besede: soja, bakterioze, mastna fižolova pegavost, pegavost soje, barcoding

ABSTRACT

MONITORING OF BACTERIAL DISEASES ON LEGUMES

In 2017-2018 we were monitoring bacterial diseases on soybean (*Glycine max* L. Merr.) and common beans (*Phaseolus vulgaris* L.). Initially, the goal was to identify bacterial

¹ dr., Hacquetova ulica 17, SI-1000 Ljubljana, e-pošta: janja.lamovsek@kis.si

pathogens on soybean as the productions has increased significantly over the last years. Monitoring and sampling were performed in summer months (June-August) in region of Prekmurje and Gorenjska. The symptoms were mainly observed on leaves, less on stems and pods, and resembled those of bacterial diseases on beans. Standard bacterial isolation techniques were used. Isolates were identified with MALDI-TOF and barcode sequence analysis (*gyrB*, *rpoD*). Leaf samples exhibiting symptoms of small, water-soaked, yellow-to-brown spots surrounded by light halo, were associated with *Pseudomonas* species infection. Bacterial blight of soybean (*Pseudomonas savastanoi* pv. *glycinea*) was common as well as other pathogenic *Pseudomonas* species (*P. savastanoi* pv. *phaseolicola*, *P. viridiflava*, *P. syringae*). Less frequently we observed symptoms of angular brown spots with yellowish exudate on the lower leaf surface. Due to spot merging and drying the infected leaves often had ragged look. These symptoms are characteristic for bacterial pustule disease of soybean (*Xanthomonas axonopodis* pv. *glycines*), but we also isolated *X. axonopodis* pv. *phaseoli* that causes common bacterial blight disease of beans. In 2018 we extended the monitoring to common beans. We confirmed the presence of halo blight disease caused by *P. savastanoi* pv. *phaseolicola*, and other pathogens (*P. viridiflava*, *X. axonopodis* pv. *phaseoli*). There was also one case of infection caused by *X. arboricola*. One sample of fieldpea (*Pisum sativum* L. var. *arvense*) exhibited symptoms of soft rot on stem. We isolated and identified bacteria from genus *Erwinia*. All identified bacterial pathogens of soybean and beans are not economically important in Slovenia. However, most of them are seed transmissible. We therefore encourage producers to use healthy and certified seed material to minimize yield loss.

Key words: soybean, bacteriosis, halo blight, blight of soybean, barcoding

1 UVOD

Svetovna pridelava soje (*Glycine max* L. Merr.) se povečuje. V letu 2013 so jo gojili v najmanj 70 državah, največ v Združenih državah Amerike (31 %) in v Braziliji (31 %) ter v Argentini (19 %), na Kitajskem (5 %), v Indiji (4 %), Paragvaju (3 %) in Kanadi (2 %) (Hymowitz in sod., 2015). Kazalniki za leto 2019 napovedujejo podobno razmerje (Statista, 2019). V svetovnem merilu je ocena škode zaradi bakterijskih bolezni na soji izredno majhna (0,1 % izgub v svetovni pridelavi soje). Kljub temu je škoda lahko veliko večja ob ugodnih klimatskih razmerah, navadno na ožjih pridelovalnih območjih. Pridelava soje se je v Sloveniji v zadnjih letih povečala za okoli desetkrat (preglednica 1).

Preglednica 1: Pridelava soje v Sloveniji v letih 2013-2018 (Vir: SURS, 2019)

Leto	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Površina (ha)	278	404	1705	2466	2908	1756
Pridelek na ha (t/ha)	1,7	2,6	2,7	3,0	2,7	3,0

Ob pregledovanju informacij s slovenskega spleta o boleznih soje je razvidno, da manjkajo podatki o pojavu bakterijskih bolezni na soji. Zato smo v letih 2017 in 2018 preučevali bolezni na soji z namenom priprave seznama glavnih bakterijskih

Ljubljana, Društvo za varstvo rastlin Slovenije (Plant Protection Society of Slovenia), 2019

povzročiteljev bolezni. Zaradi sorodnosti soje z drugimi stročnicami, smo v raziskavo vključili tudi bakterijske povzročitelje bolezni na navadnem fižolu (*Phaseolus vulgaris* L.).

2 MATERIALI IN METODE

2.1 Pregledi in vzorčenja

Preglede in vzorčenja smo opravljali v poletnih mesecih (junij-avgust) v Prekmurju, na Gorenjskem, na Dolenjskem ter v okolici Ljubljane. Skupno smo pregledali 21 lokacij: 13 njiv soje, 7 njiv fižola in eno njivo krmnega graha. Ker smo iskali znamenja bakterijskih bolezni, smo z ene lokacije odvzeli več vzorcev z različnimi bolezenskimi znamenji.

2.2 Izolacija in identifikacija bakterij iz rastlinskih tkiv

Bakterije smo izolirali iz rastlinskih tkiv (listi, stebela ali stroki) tik ob meji med zdravim in obolelim delom. Izrezano tkivo smo macerirali in inkubirali v pufru (0,1 M MgSO₄) ter nacepili razredčine suspenzije na plošče s trdnim gojiščem King's B (KB). Nacepljene plošče smo inkubirali 4-5 dni na 25 °C. Ob pregledu kolonij smo se osredotočali le na bakterije iz rodu *Pseudomonas* in *Xanthomonas*, za katere je znano, da spadajo med najpomembnejše bakterijske rastlinske patogene. Za natančnejšo in hitrejšo identifikacijo smo uporabili metodo MALDI TOF in tako zožili izbor možnih patogenih organizmov.

2.3 Identifikacija sevov (*barcoding*)

Bakterijsko DNA izbranih sumljivih sevov smo izolirali po metodi termalne lize (95 °C, 5 min). Metodo PCR smo uporabili za pomnoževanje dveh taksonomsko pomembnih genov, in sicer gena za sigma dejavnik RNA polimeraze (*rpoD*) ter gena za girazo (*gyrB*). Vsi postopki priprave reakcijskih mešanic in razmerij med oligo začetniki so bili povzeti po avtorjih navedenih ob oligo zaporedjih v preglednici 2.

Fragmente PCR smo ločiti z agarozno elektroforezo, jih izrezali, očistili (QIAquick gel extraction kit, Qiagen) ter poslali na sekveniranje po metodi Sanger (Macrogen Europe). Vsa dobljena zaporedja smo analizirali z algoritmom Blastn. Zanesljivi zadetki so tisti, ki imajo vrednost E čim bližje 0.0 in čim večje ujemanje baz s primerjanim referenčnim zaporedjem.

2.4 Testi patogenosti na gostiteljskih rastlinah

Patogenost bakterijskih izolatov smo preverili na mladih (2-4 tedne starih) rastlinah v rastlinjaku in ob pojavu značilnih bolezenskih znamenj ponovno izolirali patogeni organizem. V liste 2-4 tedne starih rastlin (soja ali fižol) smo injicirali okoli 10 µl sveže bakterijske kulture (24h) testiranega izolata. Prvih 24h smo vzdrževali višjo vlago v prostoru, nato pa rastline opazovali 4 tedne. Po razvoju znamenj, smo patogene bakterije izolirali iz listov in opravili potrditev.

Preglednica 2: Seznam vseh uporabljenih oligonukleotidnih začetnikov za identifikacijo bakterijskih sevov.

Ime oligo začetnika	zaporedje 5'-3'	gen / rod	vir
PsEG30F	ATYGAAATCGCCAARCG	<i>rpoD</i> /	Mulet in sod., 2009
PsEG790R	CGGTTGATKTCCTTGA	<i>Pseudomonas</i>	
XrpoD1F	TGGAACAGGGCTATCTGACC	<i>rpoD</i> /	Young in sod., 2008
XrpoD1R	CATTCYAGGTTGGTCTGRTT	<i>Xanthomonas</i>	
gyrBBAUP2	GCGGAAGCGGCCNGSNATGT A	<i>gyrB</i> / <i>Pseudomonas</i> ,	Santos and Ochman, 2004
APrU	TGTAACGACGGCCAGTGCN GGRTCYYTYTCYTGRCA	<i>Xanthomonas</i>	Yamamoto <i>et al.</i> , 2000
M13(-21)	TGTAACGACGGCCAGT		
2F	ACCGTCGAGTTCCGACTACGA	<i>gyrB</i> /	Richert <i>et al.</i> , 2005
6R	AGSACGATCTTGTGGTA	<i>Curtobacterium</i>	

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

Skupno smo opravili 33 izolacij na trdnih gojiščih in 123 analiz MALDI TOF, da smo identificirali 40 bakterijskih sevov večinoma iz rodov *Pseudomonas* in *Xanthomonas*.

412

3.1 Patogeni iz rodu *Pseudomonas*

Iz vzorcev soje smo najbolj pogosto izolirali bakterije vrste *P. savastanoi* pv. *glycinea* (Psg) (povzročitelje bakterijske listne pegavosti) ter *P. savastanoi* pv. *phaseolicola* (preglednica 3). Slednji patovar se pogosteje pojavlja na fižolu, a se pojavlja tudi na soji. Kljub temu, da oba patovarja povzročata podobna bolezenska znamenja na soji in fižolu, se razlikujeta v tvorbi fitotoksinov. Bakterije iz patovarja *glycinea* tvorijo fitotoksin koronatin, medtem ko bakterije iz patovarja *phaseolicola* proizvajajo fazeolotoksin (Bender in sod., 1999). Na gojišču morfoloških razlik med kolonijami patovarjev ne moremo opaziti. Oboji tvorijo drobne, belkaste do prozorne, svetleče, okrogle kolonije in izločajo fluorescentno zeleno barvilo v trdno gojišče KB. Večino patogenov iz rodu *Pseudomonas* smo izolirali iz vodenih peg na listih, nekaj tudi iz nekrotičnih stebel. Najbolj prepoznavno znamenje okužbe s pseudomonadami so manjše vodene pege, ki jih obdaja rumeno zelen sij. Kadar je okužba močnejša, se lahko pege združijo v večje zaplate nekrotičnega tkiva, ki se posuši in izpade z listov. Takšni listi imajo razcefran videz (Hartman in sod., 2015). V letu 2018 smo na posevkih fižola z močno izraženimi znamenji bakterioz potrdili prisotnost pseudomonad, in sicer vrste *P. savastanoi* pv. *phaseolicola* (preglednica 4).

Patogenost izolata iz Genterovcev (D03/17-2) smo potrdili na soji, kar je bila prva laboratorijsko potrjena najdba te bakterije v Sloveniji.

3.2 Patogeni iz rodu *Xanthomonas*

Za bakterije iz rodu *Xanthomonas* je značilno, da bolezen povzročajo ob višjih temperaturah in v letu 2018 smo imeli vroče in vlažno poletje, torej idealne razmere za razvoj številnih bakterioz.

V dveh vzorcih soje iz Moravskih toplic, ki sta bila odvzeta na sum okužbe z glivami, smo identificirali povzročitelja bakterijske mozoljavosti soje (*X. axonopodis* pv. *glycines*) (preglednica 2). Bakterije so bile na gojišču KB videti kot drobne, prozorno rumene, svetleče, okrogle kolonije. Okuženost listov s ksantomonadami prepoznamo po majhnih rumeno zelenih lisah z opečnato obarvano sredico, ki je rahlo privzdignjena. Lise so opazne tako na zgornji kot na spodnji strani listov. Razcefran videz obolelih listov je podoben kot pri navadni bakterijski pegavosti fižola. Patogenost izolata iz Moravskih toplic (G02/17-2) smo potrdili na soji, kar je bila prva laboratorijsko potrjena najdba te bakterije v Sloveniji.

Preglednica 3: Povzročitelji bakterijskih bolezní na soji in lokacije najdb v letih 2017 in 2018.

Leto	Povzročitelj bolezni	Število lokacij	Lokacije	Čas vzorčenja
2018	<i>Pseudomonas savastanoi</i> pv. <i>phaseolicola</i>	2	Komenda, Lahovče	konec junija-začetek julija
2017	<i>Pseudomonas savastanoi</i> pv. <i>glycinea</i>	4	Moravske toplice, Genterovci, Račja vas, Cerklje ob Krki	julij, začetek avgusta
	<i>Xanthomonas axonopodis</i> pv. <i>glycines</i>	2	Moravske toplice	začetek avgusta

413

V dveh vzorcih listov fižola smo potrdili navadno bakterijsko pegavost fižola, ki jo povzroča bakterija *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* (Xaph). V enem od teh okuženih vzorcev smo identificirali tudi patogeno bakterijo *Pseudomonas viridiflava*. V drugem vzorcu fižola, ki je bil odvzet na Klancu pri Komendi, smo identificirali vrsto *Xanthomonas arboricola*. Bakterije so na gojišču imele značilen videz kolonij kot ostale ksantomonade. Izolat je tudi dal pozitivno reakcijo na tobaku (HR test), vendar nam do zdaj še ni uspelo natančneje določiti patovarja.

3.3 Bakterije mehkih gnilob na krmnem grahu

Odvzeli smo en vzorec krmnega graha, ki je na strokih kazal znamenja mehkih, mokrih nekroz. Vzorec je bil odvzet v obdobju močnega deževja (junij 2018) in omenjena bolezenska znamenja so se pojavljala na skoraj 20 % posevka. Iz okolice nekrotičnih mest na listih smo izolirali bakterije iz rodu *Erwinia*. Za te bakterije je znano, da povzročajo mehke gnilobe na številnih rastlinskih vrstah. Bakterije smo identificirali na podlagi analize MALDI TOF MS, ter dodatno z molekularnimi analizami na genih *recA* in *dnaJ* (Waleron in sod., 2002, Marin in sod., 2011).

Preglednica 4: Povzročitelji bakterijskih bolezni na fižolu in lokacije najdb v letu 2018.

Povzročitelj bolezni	Število lokacij	Lokacije	Čas vzorčenja
<i>Pseudomonas savastanoi</i> pv. <i>phaseolicola</i>	2	Komenda, Voklo	junij
<i>Xanthomonas axonopodis</i> pv. <i>phaseoli</i>	2	Savlje	julij
<i>Xanthomonas arboricola</i>	1	Lahovče	junij
<i>Pseudomonas viridiflava</i>	1	Savlje	julij

3.4 Združba bakterij v simptomatičnih vzorcih

Z analizo MALDI TOF MS smo v vzorcih identificirali tudi številne druge bakterije, ki so se pojavljale v združbi skupaj s patogeni. Najpogosteje smo iz vzorcev izolirali vrsto *Pantoea agglomerans*, za katero je znano, da ima lahko pozitiven učinek na rastline in se uporablja kot biotični agens. V vzorcih so se pogosto pojavljale tudi različne nepatogene ksantomonade in pseudomonade (preglednica 5).

Preglednica 5: Združba bakterij, ki se je pojavljala skupaj s patogenimi bakterijami.

Povzročitelj bolezni	Najdba v istem vzorcu (MALDI TOF MS)
<i>Pseudomonas savastanoi</i> pv. <i>glycinea</i>	<i>Xanthomonas axonopodis</i> pv. <i>glycines</i>
	<i>Pantoea agglomerans</i>
	<i>Kosakonia cowanii</i>
	<i>Xanthomonas arboricola</i>
	<i>Paenibacillus</i> sp.
<i>Pseudomonas savastanoi</i> pv. <i>phaseolicola</i>	nepatogene pseudomonade
	nepatogene pseudomonade
	<i>Pantoea agglomerans</i>
	<i>Sphingomonas</i> sp.
	<i>Xanthomonas campestris</i> (nepatogen)
<i>Xanthomonas axonopodis</i> pv. <i>phaseoli</i>	<i>Xanthomonas arboricola</i>
	<i>P. viridiflava</i> (patogen)
	nepatogene pseudomonade
	<i>Curtobacterium flaccumfaciens</i> (nepatogen)
	<i>Pantoea agglomerans</i>
<i>Xanthomonas axonopodis</i> pv. <i>glycines</i>	<i>Kosakonia cowanii</i>
	<i>Pseudomonas savastanoi</i> pv. <i>glycinea</i>
	<i>Rhizobium</i> sp.
<i>Xanthomonas arboricola</i>	nepatogene pseudomonade
	<i>Pantoea agglomerans</i>
brez najdb bakterijskih patogenov	<i>Pantoea agglomerans</i>
	<i>Bacillus</i> sp.
	<i>Sphingomonas</i> sp.
	<i>Streptomyces</i> sp.
	<i>Arthrobacter</i> sp.
	<i>Acinetobacter</i> sp.

414

4 SKLEPI

Glavni namen naloge je bila identifikacija povzročiteljev bakterijskih bolezni na soji zaradi povečane pridelave soje v Sloveniji. Ob pregledu posevkov smo ugotovili, da se bolezenska znamenja bakterioz pojavljala na skoraj vseh pregledanih lokacijah, pri čemer so prevladovala znamenja listne pegavosti na soji (Psg) in znamenja obročkastega ožiga na fižolu (PspH). Tako na soji kot fižolu smo potrdili prisotnost patogenih bakterij iz rodu *Xanthomonas* (Xag, Xaph). Vsi patogeni, ki smo jih identificirali, se širijo s semenom, zato je skrb za zagotavljanje kakovostnega semena bistven preventivni ukrep za preprečevanje širjenja bolezni. Navkljub omejenemu obsegu naloge, rezultati nakazujejo, da je razširjenost patogenih bakterij na posevkih soje v Sloveniji večja kot smo sprva predvidevali. Ali zastopanost omenjenih bakterij predstavlja tveganje za domače pridelovalce je odvisno od vremenskih razmer, mikroklimi v posevku in zdravja semenskega materiala. Trenutno iz sosednjih držav ne poročajo o večjih izgubah pridelkov soje, kljub pojavu bakterioz (Popović in sod., 2010).

5 ZAHVALA

Za podporo se zahvaljujemo Ministrstvu za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, UVHVVR (C2337-19-000016), programski skupini Agrobiodiverziteta (P4-0072) ter projektu FP7 CropSustain (FP7-REGPOT-CT2012-316205). Zahvala gre tudi sodelavcem OVR, še zlasti Neji Marolt, Ireni Mavrič Pleško in Metki Žerjav.

6 LITERATURA

- Bender, C. L., Alarcón-Chaidez, F., Gross, D. C. 1999. *Pseudomonas syringae* phytotoxins: mode of action, regulation, and biosynthesis by peptide and polyketide synthetases. *Microbiol. Mol. Biol. Rev.*, 63, 2: 266-292.
- Hartman, G.L. 2015. Worldwide importance of soybean pathogens and pests. V: Hartman, G.L., Rupe, J.C., Sikora, E.J., Domier, L.L., Davis, J.A., Steffey, K.L. (ur.). *Compendium of Soybean Diseases and Pests*, 5.izd., The American Phytopathological Society, Minnesota, ZDA, 2015: 4-5.
- Hartman, G.L., Rupe, J.C., Sikora, E.J., Domier, L.L., Davis, J.A., Steffey, K.L. 2015. *Compendium of Soybean Diseases and Pests*, 5.izd., The American Phytopathological Society, Minnesota, ZDA, 2015: 201 str.
- Hymowitz, T., Nelson, R.L., Sinclair, J.B., Hartman, G.L. 2015. History and growth of the soybean plant. V: Hartman, G.L., Rupe, J.C., Sikora, E.J., Domier, L.L., Davis, J.A., Steffey, K.L. (ur.). *Compendium of Soybean Diseases and Pests*, 5.izd., The American Phytopathological Society, Minnesota, ZDA, 2015: 1-4.
- Marín, F., Santos, M., Carretero, F., Yau, J. A., Diáñez, F. 2011. *Erwinia aphidicola* isolated from commercial bean seeds (*Phaseolus vulgaris*). *Phytoparasitica*, 39, 5: 483.
- Mulet, M., Bannasar, A., Lalucat, J., García-Valdés, E. 2009. An *rpoD*-based PCR procedure for the identification of *Pseudomonas* species and for their detection in environmental samples. *Molecular and cellular probes*, 23, 3-4: 140-147.
- Popović, T., Balaž, J., Nikolić, Z., Starović, M., Gavrilović, V., Aleksić, G., Vasić, M., Živković, S. 2010. Detection and identification of *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* on bean seed collected in Serbia. *African Journal of Agricultural Research*, 5, 19: 2730-2736.
- Richert, K., Brambilla, E., Stackebrandt, E. 2005. Development of PCR primers specific for the amplification and direct sequencing of *gyrB* genes from microbacteria, order Actinomycetales. *Journal of microbiological methods*, 60: 115-123.
- Santos, S. R., Ochman, H. 2004. Identification and phylogenetic sorting of bacterial lineages with universally conserved genes and proteins. *Environmental Microbiology*, 6, 7: 754-759.

- Statista. 2019. Leading soybean producing countries worldwide from 2012/13 to 2018/19 (in million metric tons). <https://www.statista.com/statistics/263926/soybean-production-in-selected-countries-since-1980/> (maj, 2019)
- SURS. <https://www.stat.si/StatWeb/Field/Index/11> (marec, 2019)
- Waleron, M., Waleron, K., Podhajska, A. J., Łojkowska, E. 2002. Genotyping of bacteria belonging to the former *Erwinia* genus by PCR-RFLP analysis of a *recA* gene fragment. *Microbiology*, 148, 2: 583-595.
- Yamamoto, S., Kasai, H., Arnold, D. L., Jackson, R. W., Vivian, A., Harayama, S. 2000. Phylogeny of the genus *Pseudomonas*: intrageneric structure reconstructed from the nucleotide sequences of *gyrB* and *rpoD* genes. *Microbiology*, 146, 10: 2385-2394.
- Young, J. M., Park, D. C., Shearman, H. M., Fargier, E. 2008. A multilocus sequence analysis of the genus *Xanthomonas*. *Systematic and applied microbiology*, 31, 5: 366-377.

SPREMLJANJE VZNIKA PLEVELOV KOT DEL STRATEGIJE INTEGRIRANEGA URAVNAVANJA PLEVELNE VEGETACIJE

Andrej VONČINA¹, Robert LESKOVŠEK²

Kmetijski inštitut Slovenije, Oddelek za varstvo rastlin, Ljubljana

IZVLEČEK

V integriranem pristopu uravnavanja plevelne vegetacije je prepoznavanje plevelov in spremljanje dinamike njihovega vznika na kmetijskih zemljiščih osnova za sprejemanje odločitev o metodah njihovega obvladovanja. Ker se uporabo kemičnih pripravkov za zatiranje plevelov vedno bolj omejuje, je njihovo spremljanje še toliko bolj pomembno, saj lahko v nekaterih zgledih uporabo herbicidov nadomestimo z drugimi nekemičnimi ukrepi uravnavanja plevelne vegetacije. Redno spremljanje je pomembno tudi zaradi ugotavljanja pojava morebitne odpornosti plevelov na določeno aktivno snov. Za preizkus modela spremljanja smo v letu 2018 na štirih lokacijah po Sloveniji, na dveh skupinah poljščin (koruza, žito), spremljali vznik plevelov na stalnih opazovalnih mestih. Najbolj so na hitrost vznika plevelov, kakor tudi na razlike v vrstni sestavi plevelov vplivale pedo-klimatske razlike med posameznimi lokacijami. V splošnem smo ugotovili, da je bila uporaba herbicidov ob pravočasni aplikaciji zelo učinkovita pri uravnavanju plevelne vegetacije, najboljše rezultate smo zabeležili pri zmanjšanju pokrovnosti plevelov v koruzi.

Gljučne besede: pleveli, herbicidi, spremljanje plevelov, žita, koruza

ABSTRACT

WEED MONITORING AS A PART OF INTEGRATED WEED MANAGEMENT STRATEGY

Identification and monitoring of weed emergence dynamics is a basis for decisions on appropriate weed control methods and has a considerable influence on the outcome of their efficacy. Weed monitoring is lately of even greater importance due to limited choice of available herbicides and restrictions regarding their use, as well as increasing cases of weed resistance to particular herbicide active ingredients all over the world. In 2018, weed population was continuously monitored in maize and cereals at four locations in Slovenia. Pede-climatic conditions were the foremost factor influencing weed species composition and their emergence dynamics, where as expected, more temperate species were found in sites with warmer climate. In general, optimal use of herbicides greatly reduced weed infestation compared to untreated plots in most cases, the most effective results in reducing weed ground cover was determined in maize.

Key words: weeds, hebicide, weed monitoring, cereals, maize

¹ dr., Hacquetova ulica 17, SI-1000 Ljubljana

² dr., prav tam

1 UVOD

Pojavnost plevelov in razlike v njihovi številčnosti in vrstni sestavi na kmetijskih zemljiščih je problem, s katerim se v kmetijskih pridelovalnih sistemih zelo pogosto srečujemo. Prav zaradi tega se že dolgo raziskuje možnosti njihovega obvladovanja na različne načine, tako s preventivnimi metodami kot tudi z neposrednimi metodami varstva. Ob zatiranju plevelov s kemičnimi pripravki (herbicidi), se v zadnjem času veliko pozornosti namenja tudi nekemičnim metodam zmanjševanja pojavnosti plevelov v poljščinah (Bond & Grundy, 2001; Graglia, Melander, & Jensen, 2006; Melander, Rasmussen, & Bàrberi, 2005; Van Der Weide et al., 2008). Pri obeh načinih pa je zelo pomemben dejavnik, ki določa uspešnost metode zatiranja, pravi čas uporabe le-te.

Pravočasno zatiranje plevelov je pomemben tehnološki ukrep pri pridelavi poljščin. Tekmovalna sposobnost plevelov je proti posevku v začetnih fazah navadno velika, zato lahko prepozno zatiranje plevelov vodi k zmanjšanju pridelka. Po drugi strani pa s prezgodnjim terminom ukrepa zatiranja plevelov ne zatremo pozneje kalečih plevelov, ki lahko nato neovirano rastejo, semenijo in s tem povečujejo zalogo semen v tleh.

Spremljanje pojavnosti rastlinskih vrst, ki se na pridelovalnih zemljiščih pojavljajo kot pleveli, je eno od orodij integriranega varstva pred pleveli. Z rednim spremljanjem vznika plevelov lahko določimo pravičen termin njihovega zatiranja ter pozneje ocenimo ustreznost uporabljenih kemičnih in nekemičnih metod zatiranja. Zaradi enostranske uporabe določenih herbicidov in vedno manjšega izbora aktivnih snovi se vedno pogosteje pojavljajo odporne populacije plevelov. Redni monitoring plevelne vegetacije je zato pomemben tudi pri ugotavljanju morebitne odpornosti plevelov na aktivne snovi herbicidov.

Z rednim spremljanjem plevelov na več lokacijah želimo prispevati k razvoju modela rednega monitoringa plevelov, ki bi pridelovalcem omogočal učinkovito spremljanje plevelov ter odločanje o poznejših ukrepih varstva.

2 MATERIALI IN METODE

Vznik in rast plevelov smo spremljali na štirih lokacijah po Sloveniji: Ajdovščini, Jabljah pri Mengšu, Novem mestu in Rakičanu. Lokacije smo umestili znotraj večjih pridelovalnih zemljišč v okolici in glede na različne mikroklimatske razmere, ki prisostvujejo k razvoju različnih populacij plevelov. Hkrati so opazovalna mesta v bližini raziskovalnih/izobraževalnih ustanov (razen Ajdovščine, kjer pa potekajo sortni poskusi, ki jih izvaja Kmetijski inštitut Slovenije). Na vseh štirih lokacijah smo monitoring plevelov izvajali na dveh skupinah najbolj pogostih poljščin pri nas, v posevkih ozimnih žit - pšenici in v posevkih koruze. Za vsako skupino poljščin smo izbrali poskusno ploskev (polje), na kateri smo označili stalna opazovalna mesta (velikosti 0,5 x 0,5 m). Na teh mestih smo skozi celotno rastno dobo poljščine v rednih intervalih spremljali število vzniklih plevelov posamezne vrste, njihovo pokrovnost ter razvojni stadij. Ker so bile poskusne ploskve deli pridelovalnih zemljišč, ki jih tamkajšnja kmetijska gospodarstva uporabljajo v svoje namene, smo želeli primerjati vznik plevelov na zemljišču,

izpostavljeno dotičnim kemičnim ukrepom zatiranja plevelov ter vznik plevelov na kontrolnem, neškropljenem zemljišču. V ta namen smo del opazovalnih mest ob aplikaciji herbicidov pokrili s folijo in tako pustili kot kontrolo z neoviranim razvojem plevelov.

Ob koncu rastne dobe smo podatke o številu in pokrovnosti plevelnih vrst statistično obdelali ter izračunali povprečne vrednosti in standardno napako za dane ocene. Dodatno smo za primerjavo pokrovnosti plevelov na različnih lokacijah plevela združili tudi po skupinah, tipičnih pri odločitvah o zatiranju plevelov – širokolistni, ozkolistni, trajni pleveli.

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

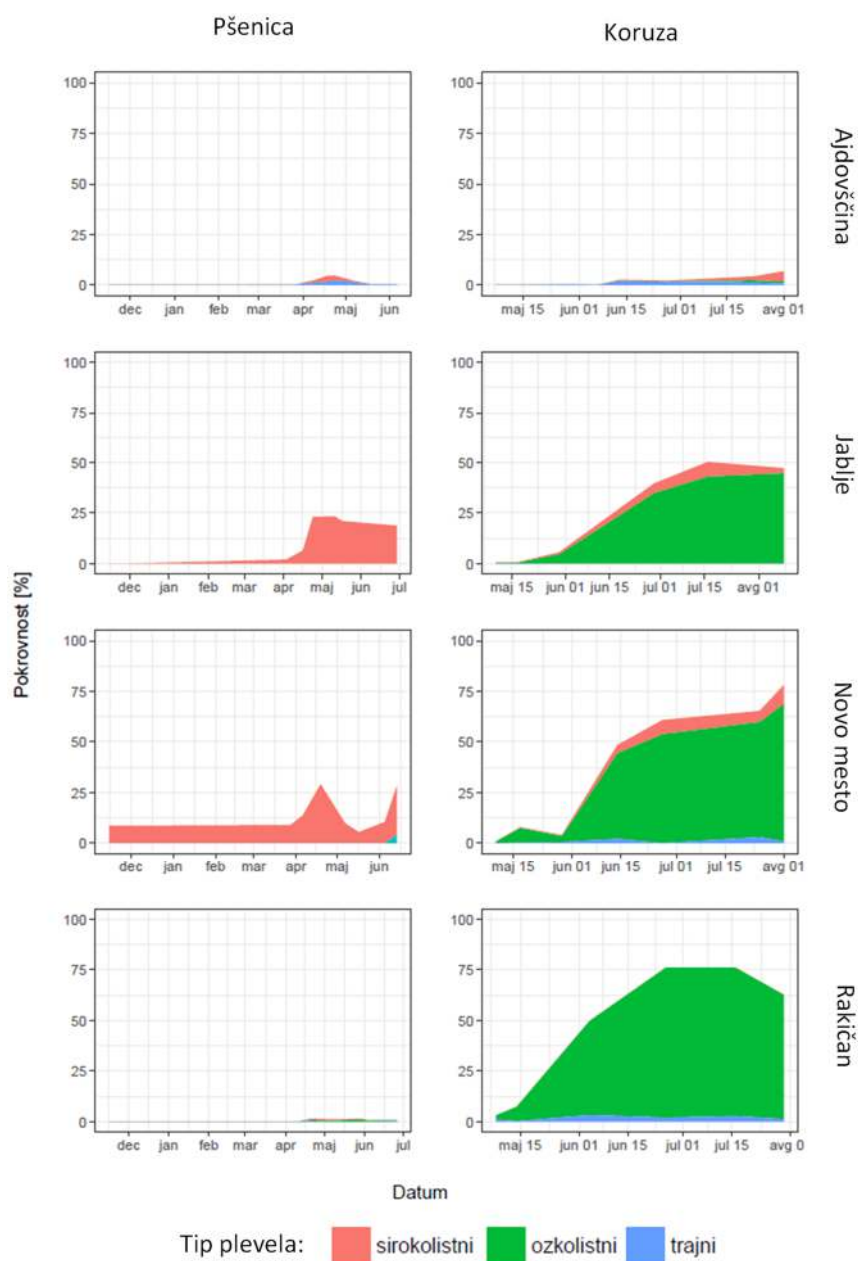
Na hitrost vznika plevelov, kakor tudi na razlike v vrstni sestavi plevelov, so najbolj vplivale pedo-klimatske razlike med posameznimi lokacijami, kar je glede na postavitev lokacij pričakovano. Takšne razlike so opažene tudi v drugih raziskavah, ki so proučevale sestavo plevelnih vrst na kmetijskih površinah (Fried, Norton, & Reboud, 2008; Vidotto, Fogliatto, Milan, & Ferrero, 2016). Opazna je tudi različna vrstna sestava plevelov v obeh proučevanih poljščinah. Na to najbolj vpliva čas setve (Fried et al., 2008) in tehnologija pridelave, ki se pri žitih in koruzi močno razlikujeta.

Pokrovnost plevelov je večja na posevkih koruze, kar je zaradi časa setve in večjih medvrstnih razdalj pričakovano. Največji vznik in pokrovnost plevelov v žitu sta bila zabeležena na lokacijah z zmernim celinskim podnebjem (Novo mesto, Jablje), medtem ko je bil vznik plevelov na lokacijah z višjimi povprečnimi letnimi temperaturami (Ajdoščina in Rakičan) zelo majhen. Na vseh lokacijah so prevladovali prezimni enoletni pleveli (VERPE, STEME, LAMPU, CAPBP, VIOAR), na lokaciji Ajdoščina so bile zastopane tudi trajne vrste plevelov (MENAR in SENVU), katerih pokrovnost pa je bila zelo majhna.

Aplikacija herbicida je na vseh lokacijah zelo dobro uravnala rast populacije plevelov, slabše je herbicid deloval le na velikost populacije plevelov na lokaciji Novo mesto. Tam je bila aplikacija sredstva poznejša in pleveli pa so bili bolj razviti, kar bi lahko vplivalo na zmanjšano učinkovitost herbicida. Tudi večja pokrovnost pšenice je najverjetneje zmanjšala količino nanešenega sredstva na plevela.

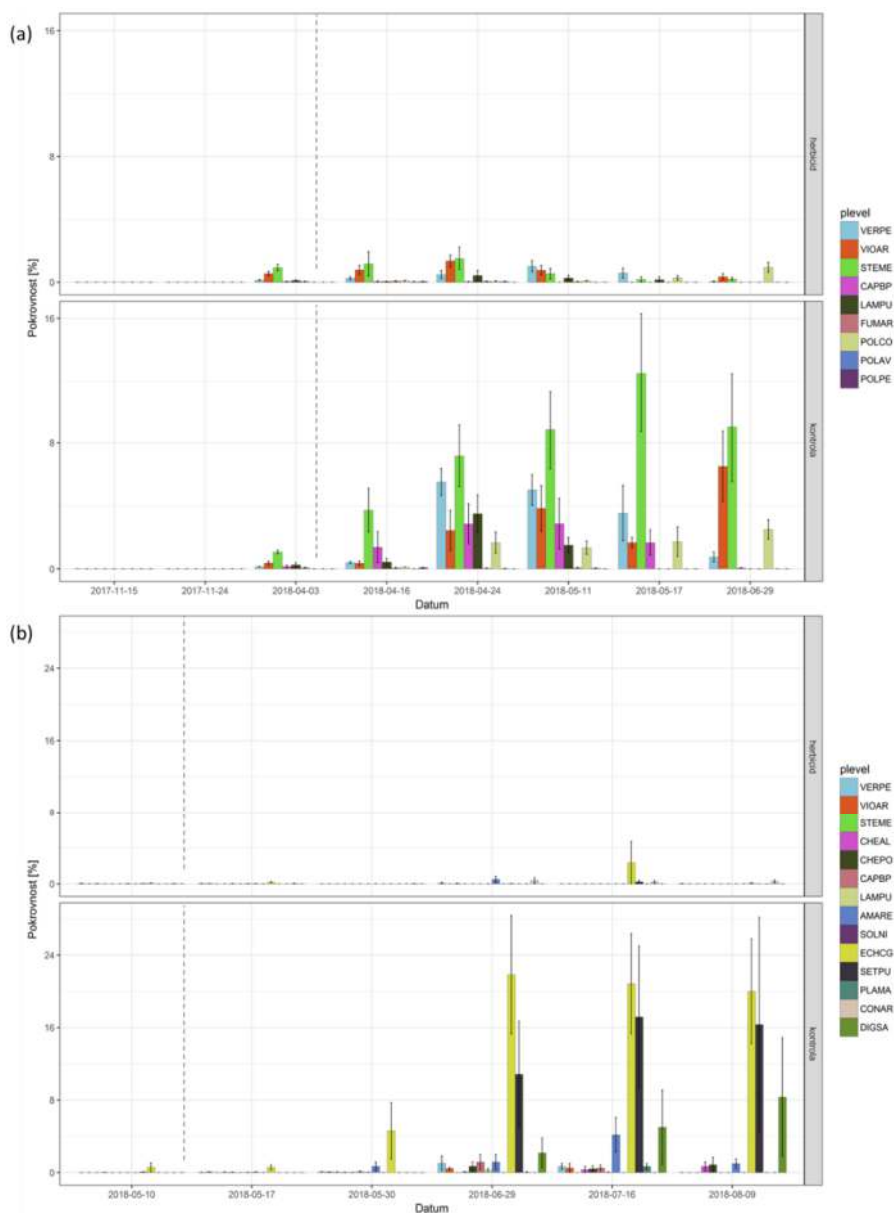
Tudi v posevku koruze so se pokazale razlike v številu in pokrovnosti plevelov med lokacijami. Pričakovano je bilo skozi celotno rastno dobo koruze zastopanih največ ozkolistnih plevelov (ECHCG, SETPU, DIGSA), ki so na kontrolnih opazovalnih mestih dosegala veliko pokrovnost (ok. 50 do 75 %), in so močno vplivale tudi na rast in razvoj poljščine. Na lokaciji Ajdoščina je bila pokrovnost plevelov tako na tretiranih kot tudi na kontrolnih ploskvah zelo majhna, vendar pa je to posledica mehanske obdelave tal v začetnih fazah rasti koruze. Le-ta je onemogočila razvoj plevelov, ki pozneje, ko je poljščina bolj pokrila medvrstni prostor, niso imeli velike možnosti za vznik. Splošno so bile v koruzi prisotne vrste, ki bolje prenašajo ali za svoj razvoj celo potrebujejo višje temperature: ozkolistni – ECHCG, DIGSA, SETPU; širokolistni – CHEAL, CHEPO, SOLNI, AMARE, GALPA.

420



Slika 1: Pokrovnost plevelov v sezoni 2017/2018 na 4 lokacijah: v ozimni pšenici in v koruzi; povprečja na kontrolnih ploskvah (n=6), pleveli v treh skupinah: širokolistni, ozkolistni in trajni pleveli.

421



Slika 2: Primer spremljanja vznika plevelov - pokrovnost posameznih plevelnih vrst na lokaciji Jablje: v ozimni pšenici (a) in v koruzi (b), oboje za obrnavanje z uporabo herbicida in kontrolno obrnavanje; prikazana so povprečja in standardne napake (n=6), navpična črta prikazuje čas aplikacije herbicida.

Preglednica 1: Uporabljeni herbicidi v poljščinah, kjer je bil izvajen monitoring plevelov v letu 2018.

Lokacija	Ajdovščina		Jablje		Novo mesto		Rakičan		
	Poljščina	Pšenica	Koruza	Pšenica	Koruza	Pšenica	Koruza	Pšenica	Koruza
Uporabljeni herbicidi	Ergon	Motivel Harmony 50 SX	Trinity	Adengo	Sekator OD	Adengo	Hussar Plus	Adengo Banvel	

4 SKLEPI

Uporabljena herbicidna sredstva so na vseh lokacijah učinkovito zmanjšala razvoj plevelov, katerih rast je bila pozneje, ob prekritju medvrstnega prostora, zelo majhna ali celo nična.

Rezultati raziskave kažejo na dejstvo, da je spremljanje vznika plevelov pomembno za pravočasno sprejemanje odločitev o potrebnih ukrepih zatiranja plevelov, skladno s smernicami integriranega varstva rastlin. Sestava plevelne vegetacije je na vseh preučevanih lokacijah precej podobna, razlike se pojavljajo zaradi klimatskih razmer (toploлюбni pleveli) ter uporabljene tehnologije pridelave (vrsta herbicidov, čas obdelave, čas uporabe herbicidnih pripravkov).

5 LITERATURA

- Bond, W., & Grundy, A. C. 2001. Non-chemical weed management in organic farming systems. *Weed Research*, 41: 383–405.
- Fried, G., Norton, L. R., & Reboud, X. 2008. Environmental and management factors determining weed species composition and diversity in France. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 128: 68–76.
- Graglia, E., Melander, B., & Jensen, R. K. 2006. Mechanical and cultural strategies to control *Cirsium arvense* in organic arable cropping systems. *Weed Research*, 46, 4: 304–312.
- Melander, B., Rasmussen, I. A., & Bárberi, P. 2005. Integrating physical and cultural methods of weed control— examples from European research. *Weed Science*, 53, 3: 369–381.
- Van Der Weide, R. Y., Bleeker, P. O., Achten, V. T. J. M., Lotz, L. A. P., Fogelberg, F., & Melander, B. 2008. Innovation in mechanical weed control in crop rows. *Weed Research*, 48, 3: 215–224.
- Vidotto, F., Fogliatto, S., Milan, M., & Ferrero, A. 2016. Weed communities in Italian maize fields as affected by pedo-climatic traits and sowing time. *European Journal of Agronomy*, 74: 38–46.

PREŽIVETJE SEMENA PELINOLISTNE AMBROZIJE (*Ambrosia artemisiifolia* L.) V SILAŽI

Robert LESKOVŠEK¹

Kmetijski inštitut Slovenije, Oddelek za kmetijsko ekologijo in naravne vire,
Ljubljana

IZVLEČEK

Pelinolistna ambrozija (*Ambrosia artemisiifolia* L.) je pogosta plevelna vrsta, tako na njivskih, kakor tudi na nekmetijskih zemljiščih. Rastline proizvajajo ogromne količine alergenelega peloda, ki povzroča pri ljudeh precejšnje zdravstvene težave. Zaradi velike proizvodnje semena na infestiranih območjih, pa lahko tudi živalska krma predstavlja pomemben vektor njenega širjenja. Namen preiskave je bil določiti kalivost in preživetje semena ambrozije v travni in koruzni silaži. Semena so bila nabrana jeseni leta 2015 in stratificirana pri 4 °C dva meseca. Kalivost stratificiranih semen je znašala 70 %, medtem ko je bilo vitalnih semen na podlagi tetrazol (TTC) testa 98 %. Mrežaste vrečke s 100 stratificiranimi semeni smo položili v 30 L plastične silirne posode, v katere smo natlačili travno in koruzno silažo. Obravnavanja so vsebovala dve vrsti silaže (2 dni uvela travna silaža in že povreta koruzna silaža iz silosa) ter dve obdobji inkubacije semen ambrozije v silaži (4 in 8 tednov). Semena smo nato vzeli iz posod in opravili test kalivosti in vitalnosti. Semena ambrozije iz travne silaže so v celoti izgubila tako kalitveno sposobnost, kakor tudi vitalnost (0 %). V koruzni silaži pa smo ugotovili precejšen delež tako kalivih (29 %), kakor tudi vitalnih semen (48 %). Rezultat je posledica dejstva, da smo uporabili že povreto koruzno silažo. Obdobje inkubacije v silaži je značilno vplivalo na kalivost in vitalnost samo pri koruzni silaži (*P<0.05). Po 4 tednih inkubacije v koruzni silaži smo tako izmerili 57 % in 13 % kalivosti in vitalnosti, v primerjavi s 40 % in 26 % kalivosti in vitalnosti pri 8 tednov trajajoči inkubaciji semena ambrozije. Naši rezultati so pokazali, da so semena ambrozije po 4 tednih v travni silaži v celoti izgubila kalivost in vitalnost. Kljub precejšnjemu zmanjšanju kalivosti in vitalnosti semen v koruzni silaži, pa je precejšen delež semen ambrozije preživel in le-ta lahko predstavlja pomemben vektor v procesu njenega širjenja.

Ključne besede: pelinolistna ambrozija, invazivna, silaža, preživetje semena

ABSTRACT

VIABILITY OF COMMON RAGWEED (*Ambrosia artemisiifolia* L.) SEEDS IN THE SILAGE

¹ dr., Hacquetova ulica 17, SI-1000 Ljubljana, e-pošta: robert.leskovsek@kis.si

Common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) is a frequent weed species on non-agricultural land, disturbed areas and arable cropping systems. It is also a major allergenic plant due to vast production of pollen, which causes severe health problems in humans. Because of ragweed extensive seed production, animal feed could also be considered as an important spreading vector in extremely infested areas. The objective of this study was therefore to determine ragweed seed germination and viability in grass and maize silage. Seeds were collected in autumn 2015 and stratified at 4 °C for 2 months. Germination rate of stratified seeds (control treatment) was 70 %, while total viability rate determined with Tetrazolium (TTC) test was 98 %. Samples with 100 stratified seeds were then placed in mesh bags and put inside small, 30 L plastic ensilage containers. Treatments consisted out of two different silage types (2 days wilted grass and fermented maize silage) and two periods of ragweed seed incubation in the silage (4 and 8 weeks). Seeds were then taken out of the silage and subjected to germination and viability test. Ragweed seeds stored in grass silage had completely lost their germination capacity and viability (0 %). In the maize silage, high proportion of germinated (29 %), as well as vital seeds (48 %) was observed. This result could be related to already fermented maize silage being used in the experiment. Time of seed incubation was significant only for the maize silage, (*P<0.05), where germination and non-vital seed rate for 4 weeks stored seeds was 57 % and 13 % compared to 40 % and 26 % in the 8 weeks long storage, respectively. Our results showed that after 4 weeks in the grass silage, ragweed seeds completely lost their germination ability and viability. Despite of significant reduction of germinability and viability in the maize silage, portion of seeds still survived and could represent an important vector for the spread of ragweed.

Keywords: common ragweed, invasive, silage, seed survival, viability

1 UVOD

Pelinolistna ambrozija (*Ambrosia artemisiifolia* L.) je invazivna plevelna vrsta, tako na njivskih, kakor tudi na nekmetijskih zemljiščih. Rastline proizvajajo ogromne količine alergene peloda, ki pri ljudeh povzroča precejšnje zdravstvene težave. V razmerah visoke založenosti hranil lahko posamezne rastline proizvedejo tudi več kot 16000 semen (Leskovšek in sod., 2012), generativna sposobnost pa je precej odvisna od lokacije in velikosti posamezne rastline (Fumanal in sod., 2007). Pelinolistna ambrozija je imela še konec 80 let prejšnjega stoletja predvsem lokalni značaj, saj so bila evidentirana le posamezna njena nahajališča (Kačičnik, 1990). V zadnjih 20 letih smo bili priča nezadržnemu širjenju ambrozije tudi na območju Slovenije, zato je bila leta 2010 sprejeta Odredba o ukrepih za zatiranje škodljivih rastlin iz rodu *Ambrosia* (Ur. l. RS, št. 63/2010). Kljub relativno hitro sprejeti zakonski podlagi in ozaveščanju javnosti, se je ambrozija hitro razširila predvsem ob cestni in železniški infrastrukturi, ob bregovih vodotokov in predvsem na zapuščenih obdelovalnih, nekmetijskih zemljiščih ter robovih njiv. Podobno kot v drugih državah se je tudi pri nas ambrozija večinoma širila z gradbenimi posegi in premiki s semeni infestirane zemljine (Bullock in sod., 2010), s kmetijsko in komunalno mehanizacijo (kombajni, kosilnice in mulčerji) (Vitalos in Karrer, 2009) ter infestiranimi semeni kmetijskih rastlin, še

posebej sončnic (Vitalos in Karrer, 2008). Na intenzivnih travnikih zaradi močnega gnojenja še vedno ni večjih populacij ambrozije, saj rastlina v razmerah velike založenosti s hranili in pogoste rabe, ni sposobna tvoriti semena. Danes je ambrozija zastopana praktično v vseh nižinskih predelih Slovenije, vendar se v primerjavi z državami v naši regiji (Madžarska, Hrvaška, Srbija) še vedno srečujemo z relativno majhnimi populacijami ambrozije na kmetijskih zemljiščih. Ambrozija je pri nas najpogosteje zastopana na robovih ekstenzivnih travnikov in v lucerniških, na njivah posejanih z bučami, sončnicami, sojo, krompirjem in na žitnih strniščih. Ker so posamezne rastline sposobne tvoriti velike količine semena, lahko tudi živalska krma iz teh zemljišč predstavlja pomemben vektor nadaljnjega širjenja ambrozije. Kljub v zadnjih letih intenzivnemu raziskovanju širitvenih poti ambrozije, še vedno nimamo dovolj informacij glede fitosanitarnih tveganj v zvezi z možnostmi razširjanja ambrozije pri uporabi organskih gnojil (gnojevka, gnoj, kompost) in muljev iz bioplinarn, kakor tudi različnih silaž.

Pri skladiščenju suhe krme, kot sta seno ali lucerna, lahko semena ambrozije v velikem obsegu obdržijo kalivost. Manj verjetno pa je, da bodo semena ambrozije dolgo obdržala kalivost v silirani krmi. Na voljo je zelo malo virov, ki dokumentirajo stopnjo preživetja semen v silaži, čeprav nekatere študije nakazujejo, da lahko seme ambrozije dlje ohrani kalivost tudi v silaži. V svojih raziskavah Lešnik (2001) ugotavlja, da je seme ambrozije popolnoma izgubilo kalivost šele po 13-mesečnem skladiščenju v koruzni silaži. Ta rezultat nakazuje, da tudi silaža predstavlja določeno vrsto tveganja za širjenje pelinolistne ambrozije, saj se krma v silosih redko skladišči dlje od enega leta. Namen naše raziskave je torej ugotoviti kalivost in preživetje semena ambrozije pri kratkotrajni inkubaciji v travni in koruzni silaži.

2 MATERIAL IN METODE DELA

Semena pelinolistne ambrozije so bila nabrana jeseni 2015 na različnih ruderalnih rastiščih po Sloveniji in zaradi boljše kalivosti stratificirana dva meseca pri temperaturi 4 °C. Pred začetkom raziskave smo v semenskem laboratoriju Kmetijskega inštituta Slovenije, na manjšem vzorcu semena, opravili test kalivosti po TP metodi. Pri tem so bila semena za 14 dni izpostavljena dnevni temperaturi 30 °C (12 h) in nočni temperaturi 20 °C (12 h). Vitalnost semena, ki v dveh tednih ni kalilo, smo preverili s TTC testom (metoda: 24h/H₂O/sobna temp., 6h/TTC/30 °C) v semenskem laboratoriju KIS-a. Trifenil tetrazolijev klorid (TTC) je redoks indikator, ki se uporablja kot pokazatelj celičnega dihanja, kjer se zaradi redukcije živa tkiva obarvajo rdeče. Pri tem smo semena za 24 h namočili v vodno raztopino pri sobni temperaturi, nakar smo jih prerezali s skalpelom. Polovica semena je bila zavržena, večjo polovico pa smo namočili v 1 % raztopino trifenol tetrazol klorida (TTC) in za 6 ur postavili v temen prostor. Semena smo zatem odstranili iz raztopine, jih sprali z destilirano vodo ter jih z uporabo mikroskopa glede na obarvanost razvrstili kot nevitarna ali vitalna.



Slika 1: Seme ambrozije v silaži (levo) in rezultati TTC testa: obarvana-vitalna semena (sredina) in neobarvana - nevitarna semena (desno).

426

V raziskavo so bila skupno vključena 4 obravnavanja in kontrola (samo stratificirano seme), v štirih ponovitvah. Obravnavanja so vsebovala dve vrsti silaže (2 dni uvela travna silaža in že povreta koruzna silaža iz silosa) ter dve obdobji inkubacije semen ambrozije v silaži (4 in 8 tednov). Za travno silažo smo uporabili tretji odkos naravnega travinja, ki smo ga dva dni venili na tleh. Koruzna silaža v poskusu ni bila podvržena fermentaciji, ampak smo iz silosa odvzeli že povreto koruzno silažo. V poskusu smo uporabili propustne polietilenske mrežaste vrečke, ki smo jih napolnili s 100 predhodno stratificiranimi semeni ambrozije. Vrečke s semeni smo položili na sredino 30 L plastičnih silirnih posod (slika 1 - levo). Te smo zatem do vrha napolnili s silažo, dobro potlačili in zraketesno zaprli. Skupno smo v silirne posode vstavili 16 vrečk oziroma 1600 semen ambrozije. Po obdobju od 4 in 8 tednov smo vrečke s semenom ambrozije vzeli iz posod in ponovno opravili test kalivosti in vitalnosti (slika 2 - sredina in desno).

Zbrane podatke smo statistično obdelali s programom Statgraphics Centurion XVI, grafično obdelavo pa smo izvedli z uporabo programa Excel. Homogenost varianc smo preverili z Levenovim testom, normalnost porazdelitve pa z Shapiro-Wilkovim testom. Za analizo variance smo uporabili linearni model (ang. general linear model), kjer smo uporabili faktorje vrsta silaže in čas inkubacije semena v silaži kot fiksna dejavnika. Analizo variance smo opravili z dvofaktorsko analizo. Če je analiza pokazala statistično značilne razlike, smo razlike med obravnavanji ovrednotili s pomočjo post hoc Tukeyevega HSD testa za primerjavo mnogoterih obravnavanj.

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

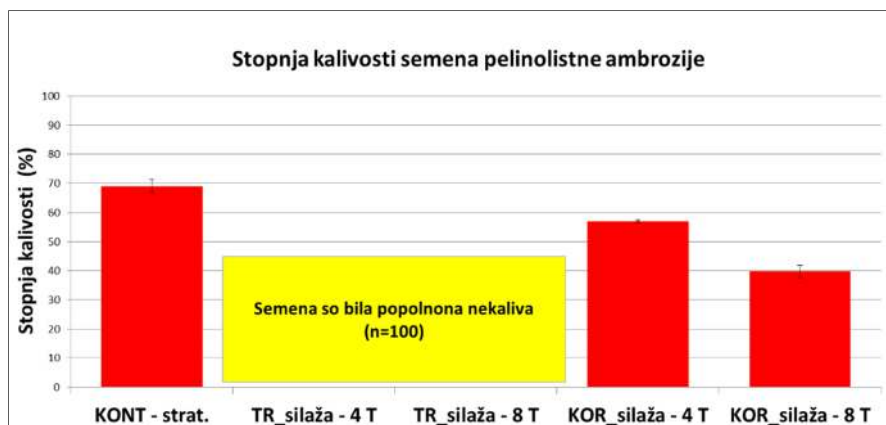
Rezultati analize variance glavnih dejavnikov so pokazali, da obstajajo statistične razlike med travno in koruzno silažo v % kalivosti, % vitalnosti in v % nevitarnih semen ($P \leq 0,001$), medtem, ko je čas inkubacije vplival samo na delež nevitarnih semen ($P \leq 0,05$) (preglednica 1).

Preglednica 1: Dvosmerna analiza variance (ANOVA) vpliva vrste silaže in obdobja trajanja inkubacije semena ambrozije na stopnjo vitalnosti, nevitarnosti in kalivosti.

Dejavnik	% kalivosti	% vitalnosti	% nevitarnih semen
Vrsta silaže	***	***	***
Čas inkubacije	ns	ns	*

*** $P < 0,001$; ** $P < 0,01$; * $P < 0,05$; ns = ni signifikantno

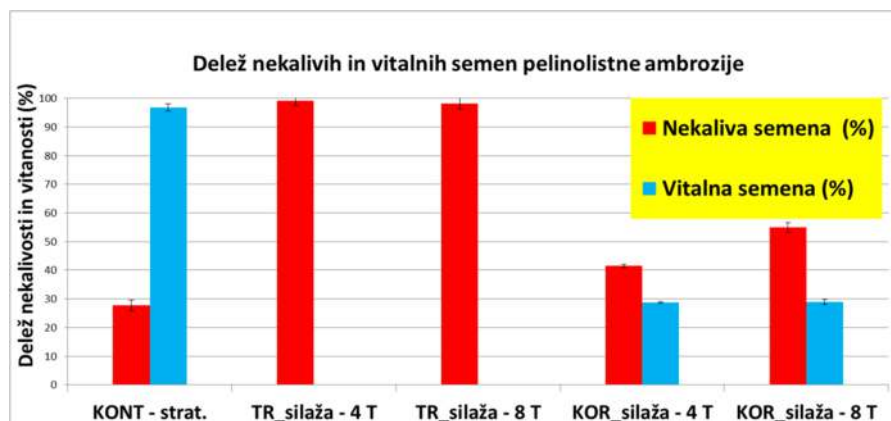
Rezultati laboratorijske analize pred začetkom izvajanja poskusa so pokazali, da je bila začetna stopnja kalivosti stratificiranih semen 70 % (slika 2), medtem ko je bilo vitalnih semen na podlagi tetrazol (TTC) testa kar 98 % (slika 3).



Slika 2: Povprečna stopnja kalivosti semen ambrozije inkubirane od 4 in 8 tednov v travni in koruzni silaži v primerjavi s stratificirano kontrolo (n=100).

427

Po izpostavljenosti semena ambrozije fermentacijskim procesom v travni silaži so rezultati pokazali, da so bila le-ta v travni silaži že po 4 tednih popolnoma nekaliva (slika 2), kar je skladno z nekaterimi poročili. Tako je Woodward (1940) že pred časom poročal, da semena ambrozije pri skladiščenju v silaži izgubijo kalivost v zelo kratkem času.



Slika 3: Delež nekalivih in vitalnih semen ambrozije inkubirane od 4 in 8 tednov v travni in koruzni silaži v primerjavi s stratificirano kontrolo (n=100).

Nasprotno smo ugotovili, da je bila po 4 tednih inkubacije v koruzni silaži stopnja kalivosti semena ambrozije še vedno 57 %. Dodatno obdobje izpostavljenosti v koruzni silaži je le malo vplivalo na dodaten padec kalivosti, saj smo po 8 tednih ugotovili, da je le-ta upadla na 40 % (slika 2).

Čeprav je bil tudi pri stratificirani kontroli precejšen delež semena nekaliv (30 %), so rezultati TTC testa pokazali, da je bilo kljub temu vse seme še vedno vitalno (98 %; slika 3). Pri semenu ambrozije, inkubiranem v travni silaži, se to ni zgodilo, saj je bilo ne glede dolžino trajanja inkubacije vse seme, ki je bilo nekalivo, tudi nekalivo (slika 3).

Pri semenu ambrozije, ki smo ga dali v koruzno silažo, so bili rezultati nekoliko drugačni, kar je verjetno posledica dejstva, da smo uporabili že povreto koruzno silažo. Delež nekalivih semen se je s trajanjem inkubacije (od 4 tednov do 8 tednov) nekoliko povečal, in sicer iz 40 % na 57 %. Zanimivo pa je, da je kljub povečanju stopnje nekalivosti, delež vitalnih semen ostal popolnoma enak (29 %; slika 3).

4 SKLEPI

Seme ambrozije iz travne silaže je v celoti izgubilo tako kalitveno sposobnost, kakor tudi vitalnost (0 %), že po 4 tednih inkubacije v travni silaži. V koruzni silaži smo po 4 tednih ugotovili precejšen delež kalivih (57 %), kakor tudi vitalnih semen (29 %), kar je verjetno posledica dejstva, da smo uporabili že povreto koruzno silažo. Podaljšanje izpostavljenosti semena v koruzni silaži je le malo vplivalo na zmanjšanje stopnje kalivosti in vitalnosti. Po 8 tednih inkubacije smo ugotovili, da je še vedno kalivih 40 % in vitalnih 29 % semen, ki smo jih izpostavili koruzni silaži. Naši podatki nakazujejo, da v primeru izpostavljenosti fermentacijskim procesom seme ambrozije v celoti izgubi tako kalitveno sposobnost kakor tudi vitalnost. Glede na rezultate iz koruzne silaže pa smo ugotovili, da je precejšen delež semena ambrozije preživel in da v primeru nepravilnega siliranja oz. poteka vrenja le-ta lahko predstavljajo pomemben vektor v procesu njenega širjenja.

5 ZAHVALA

Za finančno pomoč pri izvedbi raziskave se zahvaljujem programski skupini Trajnostno kmetijstvo (P4-0133).

6 LITERATURA

- Bullock J., Haynes T., Beal S., Wheeler B., Dickie I., Phang X, Tinch R., Civic K., Delbaere B., Jones-Walters L., Hilbert A., Schrauwen A., Prank M., Sofiev M., Niemelä S., Räisänen P., Lees B., Skinner M., Finch F., Brough C. 2010. Assessing and controlling the spread and the effects of common ragweed in Europe. Final report: ENV.B2/ETU/2010/0037. Str 9-10; 39-41.
- Fumanal B., Chauvel B., Bretagnolle F. 2007. Estimation of pollen and seed production of common ragweed in France. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 14: 233-236.
- Kačičnik M. 1990. Flora kvadranta 0057/2 v Krškem hribovju. Diplomsko naloga, Ljubljana, UL, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo: 19-74.
- Leskovšek R., Eler K., Batič F., Simončič A. 2012. The influence of nitrogen, water and competition on the vegetative and reproductive growth of common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.). *Plant Ecology* 213: 769–781.

- Lešnik, M., 2001, The changes in germinability of *Ambrosia artemisiifolia*, *Panicum dichotomiflorum* and *Sorghum halepense* seeds stored in maize silage and cattle slurry. *Rostlina Vyroba*, 47, 34–39.
- Odredba o ukrepih za zatiranje škodljivih rastlin iz rodu *Ambrosia*. 2010 Ur. l. RS, št. 63/2010.
- Vitalos, M., Karrer, G. 2008. Distribution of *Ambrosia artemisiifolia* L. - is birdseed a relevant vector? *Journal of Plant Diseases and Protection*, 345-347.
- Vitalos, M. in Karrer, G., 2009. Dispersal of *Ambrosia artemisiifolia* seeds along roads: contribution of traffic and mowing machines. *Neobiota*, 8, 53-60.
- Woodward, T., 1940, The viability of seeds affected by the siloing process, *Journal of Dairy Science* 23, 267-271.

PRIDELEK ZELJA PRI RAZLIČNIH STRATEGIJAH INTEGRIRANEGA URAVNAVANJA PLEVELNE VEGETACIJE

Robert LESKOVŠEK¹

¹Kmetijski inštitut Slovenije, Oddelek za kmetijsko ekologijo in naravne vire,
Ljubljana

IZVLEČEK

Pravočasno in učinkovito uravnavanje plevelne vegetacije je v primerjavi s poljedelsko proizvodnjo v pridelavi zelenjave še toliko bolj pomembno. Čeprav zelje ne spada med najbolj občutljive vrste glede tekmovalne sposobnosti s pleveli, lahko njegovo neučinkovito zatiranje privede do precejšnjega izpada tako količine kakor tudi same kakovosti pridelka. Z namenom primerjave različnih strategij integriranega pristopa uravnavanja plevelne vegetacije s standardno uporabo herbicidov, je bil v letu 2018 v Jabljah izveden poljski poskus v zelju. Obravnavanja so vključevala nezapleveljene parcele, postopek z neškropljeno kontrolo ter različne kombinacije zmanjšane rabe herbicida (herbicid samo v vrsti, herbicid samo pred vznikom) in okopavanja. Zaradi ugodnih vremenskih razmer (dovolj padavin in zmerne poletne temperature) so bili v letu 2018 ugotovljeni visoki pridelki zelja. Najbolj učinkovit postopek je bil dvakratna raba herbicida (pred in po vzniku; 97 %), ki mu je sledila uporaba herbicida pred vznikom in kasnejše okopavanje (91 %). Pred pobiranjem pridelka smo na teh parcelah izmerili 37 in 74 g/m² suhe mase plevela. Na parcelah, kjer smo uporabili samo herbicid pred vznikom (metazaklor), smo dosegli 83 % učinkovitost in izmerili 184 g/m² suhe plevelne mase. Najvišji tržni pridelek zelja smo izmerili v obravnavanju z uporabo herbicida pred vznikom, ki mu je sledilo okopavanje (87,3 t/ha) in je bil podoben obravnavanju z dvema aplikacijama herbicida (pred vznikom - metazaklor in po vzniku - piridat; 85,6 t/ha) ter nezapleveljenim zemljiščem (87 t/ha). Neškropljeno zemljišče je bilo izjemno zapleveljeno, tam smo izmerili precej nižji pridelek, ki je znašal le 40 t/ha. Kljub nekoliko nižji stopnji učinkovitosti zatiranja plevela v nekaterih postopkih z zmanjšano rabo herbicida in okopavanjem, je bilo ugotovljeno le manjše zmanjšanje pridelka. V obravnavanju z uporabo herbicida v vrsti ter postopku s samo enkratno aplikacijo herbicida pred vznikom, (v obeh primerih je pozneje sledilo še okopavanje), smo tako izmerili 75 t/ha in 80 t/ha tržnega pridelka zelja. Naši rezultati nakazujejo, da je v intenzivni proizvodnji zelja mogoče pristop zmanjšane rabe herbicidov uspešno kombinirati z mehanskimi postopki zatiranja plevela.

Ključne besede: integrirano varstvo pred pleveli, zatiranje, zelje, herbicidi

¹ dr., Hacquetova ulica 17, SI-1000, Ljubljana, e-pošta: robert.leskovsek@kis.si

ABSTRACT

CABBAGE YIELD UNDER DIFFERENT INTEGRATED WEED MANAGEMENT STRATEGIES

Timing and efficacy of weed control in vegetables is in contrast to arable production of much greater importance. Although cabbage is not extremely sensitive to weed competition, poor weed control can affect the yields, but even more important the quality of the crop. Integrated weed management (IWM) principles include combination of several control practices for effective and sustainable weed management. With aim to compare various IWM strategies with standard herbicide application, a field trial with five treatments and 3 replications was conducted at experimental farm Jablje in 2018. Treatment consisted of untreated control, season long weed free and combination of herbicide application (herbicide in the row) and mechanical tools. Due to favourable environmental conditions (sufficient precipitation and moderate temperatures), high yields were observed in 2018. The most effective treatments were two applications of herbicides (97 %), followed by combination of pre-emergence broadcast herbicide application combined with hoeing (91 %). Before cabbage harvest, 37 and 74 g/m² of dry weed biomass was measured in this treatments, respectively. Only preemergence application of metazachlor resulted in 83 % of visual weed control efficacy and 184 g/m² of dry weed biomass. The highest cabbage marketable yield was observed in treatment with preemergence broadcast herbicide application followed by hoeing (87, 3 t/ha) and was similar to strategy with two herbicide applications (preem. - metazachlor and post - pyridate; 85,6 t/ha) and the weed free treatment (87 t/ha). Untreated control was extremely weedy, which resulted in significant yield reduction to 40 t/ha. Despite of moderate decrease in weed control level in plots with less herbicide input, cabbage yields were however not greatly affected. In treatments with preemergence herbicide row application and preemergence broadcast herbicide application, both followed by hoeing, only minor yield reduction was observed with 75 t/ha and 80 t/ha of marketable cabbage measured in this two treatments, respectively. Our results showed that herbicides can be effectively combined with mechanical tools in intensive cabbage production.

Keywords: integrated weed management, cabbage, efficacy, herbicides

1 UVOD

Struktura slovenske pridelave zelenjave v zadnjih nekaj letih kaže, da so največja skupina zelenjadnic še vedno kapusnice, ki jih pridelujemo na 523 ha ali na skoraj četrtini celotne površine, namenjene pridelavi tržne zelenjave. Od tega je največji delež površine namenjen pridelavi belega zelja, ki ga v zadnjih 15 letih pridelujemo na približno 375 ha površin, s povprečnim pridelkom približno 40 t/ha. Tržna pridelava zelja ne zadostuje domačim potrebam, tako da Slovenija vsako leto uvozi več kot 3500 ton zelja (Pintar in sod., 2018).

V splošnem uravnavanje plevelne vegetacije predstavlja enega večjih izzivov v pridelavi zelenjadnic. V nasprotju z nekaterimi poljščinami, kjer že enkratno učinkovito ukrep zatiranja plevela v kritičnem obdobju zapleveljenosti ohrani pridelek, je

uravnavanje plevelne vegetacije v pridelavi zelenjave bolj težavno. Tekmovanje plevelov z gojenimi zelenjadnicami povzroča velik izpad pridelka, še posebej to velja za vrste, za katere je značilen počasen začetni razvoj. Čeprav imamo v splošnem na voljo tako kemične kakor tudi nekemične ukrepe za zatiranje plevela, je njihova uporaba v nekaterih zgledih omejena ali pa gospodarsko neupravičena. Pri kemičnih metodah zatiranja smo pri nekaterih zelenjadnicah po eni strani omejeni s številom registriranih pripravkov, po drugi strani pa nam posebej korenčne dobe onemogočajo uporabo v poznejših razvojnih stadijih gojenih rastlin. Da bi zmanjšali negativni vpliv FFS na okolje in zdravje ljudi, si prizadevamo, da bi bila uporaba herbicidov omejena na najmanjšo možno mero, vendar brez vpliva na zmanjšanje pridelka. Kljub temu, da imamo na voljo zelo učinkovite ukrepe, kot je npr. pridelovanje na PE foliji ali pa uporaba zelo natančnih in učinkovitih strojev za mehansko zatiranje plevela, te metode niso ustrezne za vse vrste zelenjadnic ali pa se ukrepi zaradi visokih stroškov niso uveljavili v slovenskih razmerah. Čeprav zelje ne spada med najbolj občutljive vrste glede tekmovalne sposobnosti s pleveli (Zaragoza, 2003), lahko njegovo neučinkovito zatiranje privede do precejšnjega izpada tako količine kakor tudi kakovosti pridelka. Naravne populacije plevelov v številu 50 do 540 rastlin na m² lahko zmanjšajo tržni pridelek zelja za 47-100 % v primerjavi s pridelki na njivah brez plevela (Roberts in sod., 1976). Z namenom primerjave različnih strategij integriranega pristopa uravnavanja plevelne vegetacije s standardno uporabo herbicidov, je bil v letu 2018 v Jabljah izveden poljski poskus v zelju. Obravnavanja so vključevala nezapleveljene parcele, postopek z neškropljeno kontrolo ter različne kombinacije zmanjšane rabe herbicida (herbicid samo v vrsti, herbicid samo pred vznikom) in okopavanja.

2 MATERIALI IN METODE DELA

Z namenom primerjave različnih strategij integriranega pristopa uravnavanja plevelne vegetacije s standardno uporabo herbicidov, je bil v letu 2018 na zemljišču infrastrukturnega centra Kmetijskega inštituta v Jabljah pri Mengšu izveden poljski poskus v zelju. Na poskusnem polju so bila težja meljasto-ilovnata tla, kjer v zgornjem horizontu prevladuje ilovica. Zasnova poskusa je bila v obliki stalnih blokov, z naključno razporeditvijo obravnavanj v treh ponovitvah.

Obravnavanja so vključevala nezapleveljene parcele (strategija 5 - brez plevela), postopek z neškropljeno kontrolo (strategija 6 - kontrola zapleveljeno), standardni postopek z uporabo herbicida pred in po vzniku (strategija 2 - HER_+ her) ter različne kombinacije zmanjšane rabe herbicida (herbicid samo v vrsti, herbicid samo pred vznikom) in okopavanja (strategija 1 – HER, strategija 3 - HER_okop., strategija 4 - Her_vrs + okop.) Skupaj je bilo v poskus vključenih pet različnih obravnavanj in zapleveljena kontrola. Strategije in njihove značilnosti so prikazane v preglednici 1.

Velikost posamezne poskusne parcele je bila 14 m² (5 × 2,8 m). V poskusu smo uporabili srednje zgodnji hibrid zelja Quisor F1, ki spada med srednje zgodnje hibride, s kratko do srednje dolgo rastno dobo (80-90 dni). Sajenje smo izvedli 23. maja 2018 na medvrstno razdaljo 70 x 50 cm. V poskusu je bila uporabljena dobra kmetijska praksa pri obdelavi tal in gnojenju. Poleg samega zatiranja plevela, smo zaradi preseženih pragov škodljivosti v začetnih razvojnih fazah zelja morali trikrat uporabiti tudi insekticid za zatiranje kapusovih bolhačev, medtem ko težav z drugimi škodljivci nismo imeli.

Med rastno dobo smo izvedli eno ocenjevanje plevelne flore (7. avgust), kjer smo na podlagi neškropljene kontrole ocenili biotično učinkovitost herbicidnih kombinacij in mehanskih ukrepov na naravno zastopano plevelno vegetacijo. Sestavo plevelne flore smo popisali na kontrolnih parcelicah tako, da smo naključno izbrali dve ocenjevalni mesti (vsaka po 0,25 m²) ter na njih določili in prešteli plevelne vrste. Na škropljenih parcelicah smo nato izbrali dve naključni mesti (vsaka 0,25 m²) ter primerjali vrste in število plevelov s kontrolnimi parcelami. Tako smo vizualno ocenili učinkovitosti na posamezno plevelno vrsto v odstotkih. V istem terminu smo izmerili tudi suho biomaso plevela, tako da smo znotraj vsakega obravnavanja naključno izbrali eno ocenjevalno mesto (0,25 m²). Znotraj le-tega smo nato porezali vso nadzemno maso plevelov, jo stehali in po sušenju določili vsebnost suhe snovi. Pridelek svežega zelja smo ovrednotili 20. 8. 2018, tako da smo pobrali zeljne glave iz notranjih dveh vrst in jih stehali ter dobljene vrednosti ustrezno preračunali na površino 1 ha.

Preglednica 1: Opis preizkušenih strategij integriranega pristopa uravnavanja plevelne vegetacije v zelju.

Strategija	Strategija 1	Strategija 2	Strategija 3	Strategija 4	Strategija 5	Strategija 6
Opis	Herbicid pred vznikom	Herbicid pred + herbicid po vzniku	Herbicid pred vznikom + okopavanje	Herbicid pred vznikom v vrsti + okopavanje	Nezapleveljeno	Kontrola-zapleveljeno
Oznaka	HER	HER_+ her	HER_okop	HER_vrs + okop	Brez plevela	Kontrola
Herbicid	Metazaklor *	Metazaklor * + piridat †	Metazaklor *	Metazaklor *	NE	NE
Odmerek	priporočen	v vrsti : (100 %) na celotno površino: (40 % odmerek)	priporočen	v vrsti : (100 %) na celotno površino: (40 % odmerek)	0	0
Fenofaza zelja	EC 13	EC 13 + EC 18	EC 13	EC 13	/	/
Mehansko zatiranje	NE	okopalnik	okopalnik	okopalnik	2 x ročno okopavanje	NE

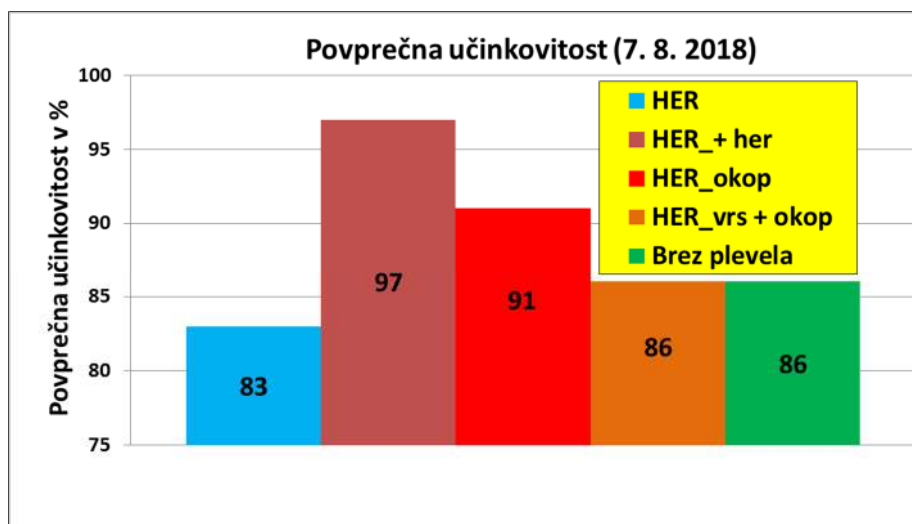
* Fuego (metazaklor 500 g/L) - 1,5 L/ha, 6 dni po presajanju (29. 5. 2018)

† Lentagran 45 WP (piridat 450 g/kg) - 2 kg/ha (5. 7. 2018)

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

Vremenske razmere po uporabi herbicida po vzniku so bile ugodne, saj je bilo dovolj padavin, ki so omogočile dobro delovanje herbicida pred vznikom. Tudi v poznejših razvojnih fazah vse do pobiranja pridelka ni primanjkovalo padavin, zato namakanje ni bilo potrebno.

Rezultati vizualnega ocenjevanja učinkovitosti 9 tednov po uporabi herbicida pred vznikom so pokazale, da lahko v ugodnih razmerah in z dobro predsetveno pripravo zadržimo razvoj plevela že z eno samo uporabo herbicida pred vznikom. Pri tej strategiji smo sicer dosegli najnižjo učinkovitost (83 %; slika 1), s katero ni mogoče preprečiti semenjenja plevelov in večje izgube pridelka. Pri tej strategiji smo kljub temu dosegli precejšnje zmanjšanje suhe plevelne biomase (184 g/m²) v primerjavi z zapleveljeno kontrolo (1231 g/m²; podatek o suhi plevelni biomasi zapleveljene kontrole zaradi velike razlike v enotah ni vključen v sliko 2).



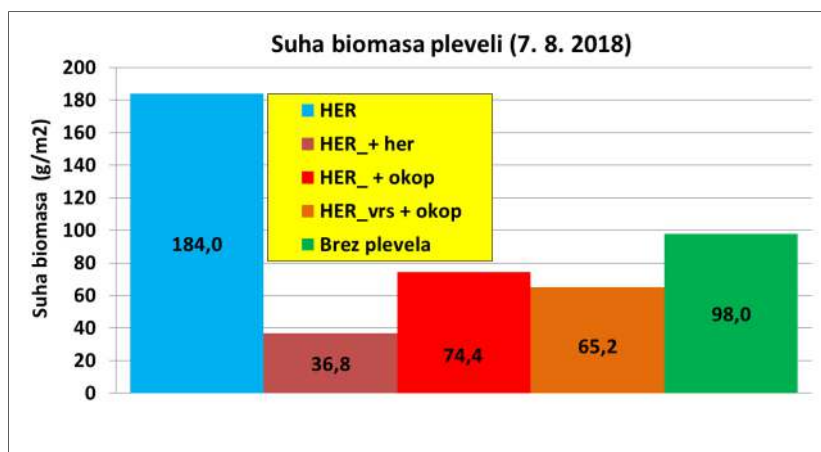
Slika 1: Povprečna vizualna učinkovitost različnih strategij uravnavanja plevelne vegetacije v zelju (n=3).

434

Največjo učinkovitost (98 %) smo dosegli pri obravnavanju z uporabo herbicida pred in po vzniku (strategija 2; HER_+ her), kjer so bile parcele zelo čiste tudi v času pobiranja pridelka (slika 1a desno). Precej visoke učinkovitosti smo ugotovili tudi pri uporabi herbicida pred vznikom, ki mu je sledilo okopavanje (strategija 3; HER_okop), medtem ko je pri podobni strategiji 4 (HER_vrs + okop.), kjer smo herbicid pred vznikom uporabili le v vrsti in površino kasneje še okopali, učinkovitost nekoliko upadla (86 %).



Slika 1a: Obravnavanje z uporabo samo herbicida pred vznikom (levo) v primerjavi z dodatno uporabo herbicida po vzniku (desno).



Slika 2: Povprečna suha masa plevelov na m² pri različnih strategijah uravnavanja plevelne vegetacije v zelju (n=3).

435

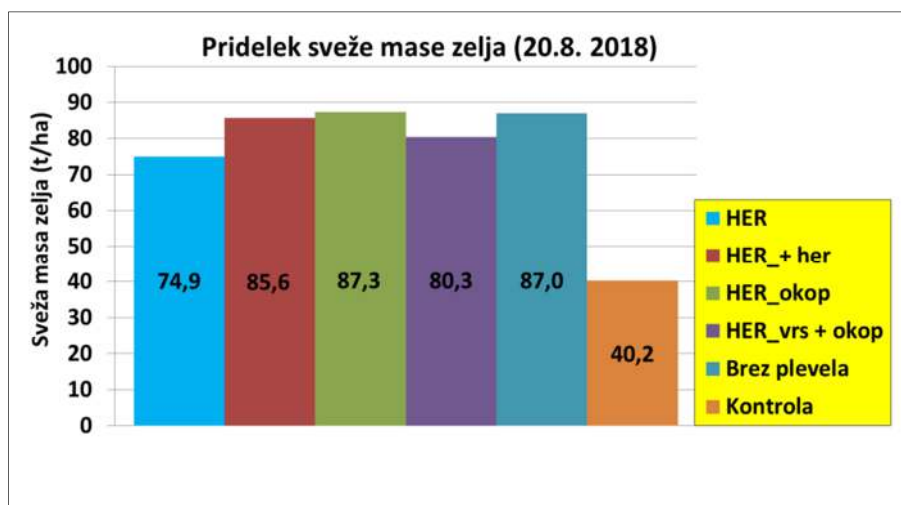
Rezultati izmerjene suhe biomase plevela so v veliki meri sledili rezultatom vizualne ocene. Najnižje vrednost (36,8 g/m²) smo izmerili pri dvakratni uporabi herbicida pred in po vzniku (HER_ + her), medtem ko sta si bili vrednosti pri uporabi herbicida pred vznikom (HER_ + okop.) in v vrsti (HER_vrs + okop.), ki mu je sledilo okopavanje, precej podobni (slika 2). Kljub temu, da smo večkrat v sezoni ročno okopali nezapleveljeno obravnavanje (brez plevela), so se zaradi obilnih padavin parcelice v obdobju pred pobiranjem pridelka precej zaplevelile.



Slika 2a: Zaradi velike zapleveljenosti kontrolnih parcelic (levo) je bil pridelek močno zmanjšan tudi zaradi gnitja (desno).

Vseeno smo na tem obravnavanju pričakovano izmerili zelo visok pridelek (87 t/ha), povsem primerljiv z najboljšo strategijo 3 – uporabo herbicida pred vznikom, ki mu je sledilo okopavanje (HER_ + okop), kjer smo izmerili 87,3 t/ha. Tudi pri standardnem

postopku z dvakratno rabo herbicida pred in po vzniku je bil ugotovljen primerljivo visok pridelek zelja 85,6 t/ha (slika 3).



436

Slika 3: Povprečni pridelek sveže mase zelja (t/ha) pri različnih strategijah uravnavanja plevelne vegetacije (n=3).

Glede na rezultate učinkovitosti in izmerjene suhe plevelne mase lahko povzamemo, da tudi nekoliko slabše dosežene učinkovitosti pri strategijah uporabe herbicida pred vznikom in okopavanja niso bistveno vplivale na količino pridelka svežega zelja. Podobno so ugotovili tudi Umeda in sod. (1999), ki so pri strategijah z uporabo herbicida pred vznikom, dopoljenih z mehanskim in ročnim pletjem, zmanjšali večino plevelnega pritiska v zelju. Šele večji padec učinkovitosti pri strategiji 1 (HER; 83 %) in že precejšnja izmerjena suha plevelna biomasa (184 g/m²) je vplivala tudi na približno 10 t/ha nižji pridelek v primerjavi z najboljšimi preučevanimi strategijami. Kljub temu, da je bila v letu 2018 številčnost plevelne populacije zgolj povprečna, smo na tem obravnavanju izmerili približno 50 % izgubo pridelka, ki je kljub temu znašal 40 t/ha.

4 SKLEPI

Zaradi ugodnih vremenskih razmer (dovolj padavin in zmerne poletne temperature) so bili v letu 2018 izmerjeni zelo visoki pridelki zelja.

Najbolj učinkovit postopek je bil dvakratna raba herbicida (pred in po vzniku; 97 %), ki mu je sledila uporaba herbicida pred vznikom in poznejše okopavanje (91 %). Pred pobiranjem pridelka smo na teh parcelah izmerili 37 in 74 g/m² suhe mase plevela.

Najvišji tržni pridelek zelja smo izmerili v obravnavanju z uporabo herbicida pred vznikom, ki mu je sledilo okopavanje (87,3 t/ha) in je bil podoben obravnavanju z

dvema aplikacijama herbicida (pred vznikom - metazaklor in po vzniku - piridat; 85,6 t/ha) ter nezapleveljeno površino (87 t/ha).

Neškropljena površina je bilo izjemno zapleveljena, tam smo izmerili več kot polovico nižji pridelek, ki je znašal le 40 t/ha.

5 ZAHVALA

Raziskava je bila financirana s strani Javne agencije za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije (ARRS) in Ministrstva za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano (MKGP) v okviru ciljnega raziskovalnega projekta Uporaba metod z nizkim tveganjem za varstvo zelenjadnic (V4-1602). Za finančno pomoč pri izvedbi raziskave se prav tako zahvaljujem programski skupini Trajnostno kmetijstvo (P4-0133). Za pomoč pri zasnovi, aplikaciji herbicidov in vrednotenju poskusa se zahvaljujemo Urošu Kavlerju (OVR), Alešu Plutu in Boštjanu Ogorevc (oba IC-Jablje).

6 LITERATURA

- Pintar, M., Zagorc B., Moljk, B., Brečko, J. 2018. Poročilo o stanju kmetijstva, živilstva, gozdarstva in ribištva 2017, Pregled po kmetijskih trgih. Kmetijski inštitut Slovenije; Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano RS, Ljubljana
- Roberts HA., Bond W., Hewson RT. 1976. Weed competition in drilled summer cabbage. *Annals of Applied Biology* 84,1: 91–95
- Umeda, K., Gal, G., Murrieta, J. 1999. Postemergence Herbicide Weed Control in Cole Crops Study. *Vegetable: A College of Agriculture Report*: 41-43
- Zaragoza C. 2003. Weed management in vegetables. V: *Weed managing for Developing Countries* (ed. Labrada R.). *FAO plant production and protection paper* 120.

VPLIV RAZLIČNIH STRATEGIJ INTEGRIRANEGA URAVNAVANJA PLEVELNE VEGETACIJE NA PRIDELEK OZIMNE PŠENICE

Robert LESKOVŠEK¹, Aleš KOLMANIČ²

¹ Kmetijski inštitut Slovenije, Oddelek za kmetijsko ekologijo in naravne vire,
Ljubljana

² Kmetijski inštitut Slovenije, Oddelek za poljedelstvo, vrtnarstvo, genetiko in
žlahtnjenj, Ljubljana

IZVLEČEK

Implementacija integriranega pristopa uravnavanja plevelne vegetacije, v slovenski pridelavi žit, bi vplivala na razvoj bolj trajnostnih pridelovalnih sistemov, saj zatiranje plevela trenutno večinoma temelji na uporabi herbicidov. Za doseg tega cilja smo v oktobru 2017 v Jabljah izvedli poljski poskus, kjer smo preizkusili različne kombinacije uporabe herbicidov in mehanskih ukrepov zatiranja plevela. Pri tem smo tri alternativne strategije primerjali z dvema standardnima pristopoma. V dveh standardnih postopkih je bila ozimna pšenica posejana v optimalnem roku, herbicide pa smo uporabili v jeseni in zgodaj spomladi v priporočenih odmerkih. V enem alternativnem pristopu smo setev opravili 14 dni pozneje, druga pa je dodatno vključevala še izvedbo slepe setve. Pri obeh postopkih smo v spomladanskem času opravili še česanje. V tretji alternativni strategiji je bila pšenica posejana v optimalnem roku, česanje smo opravili že v jeseni, herbicid pa uporabili zgodaj spomladi. Zaradi dolge zime je bilo spomladansko česanje opravljeno v neugodnih razmerah in zelo pozno, zato ni bilo učinkovito. Posledično smo namesto znižanih odmerkov, morali uporabiti herbicide v poznejšem roku, v priporočenih odmerkih. Pogoji pri izvedbi slepe setve so bili neugodni (zelo suho), zato ta ni bila učinkovita. Zaradi tega smo v pozno spomladanskem roku prav tako uporabili herbicid v priporočenem odmerku. Poznejša setev ni bistveno vplivala na zapleveljenost, tudi razlike v razvoju pšenice so bile komaj vidne. Glede na izmerjeno suho biomaso plevela, je bila izjemno učinkovita standardna jesenska uporaba herbicida (0,15 g/m²). Pozno spomladanska aplikacija herbicida je bila bolj učinkovita v primerjavi z zgodaj spomladansko uporabo, saj smo izmerili le 1,5 g/m² suhe biomase plevela. V standardnem zgodnjespomladanskem terminu uporabe herbicida in česanjem smo izmerili 16,2 g/m², v kombinaciji tega postopka s česanjem pa 17,5 g/m² suhe biomase plevela. Pridelki ozimne pšenice med postopki so bili zelo podobni, izmerili smo od 5,7 t/ha pri zgodnje spomladanski uporabi herbicida in do 6,1 t/ha suhega zrnja ozimne pšenice sorte Vulkan pri standardni jesenski aplikaciji herbicida.

Ključne besede: integrirano varstvo pred pleveli, zatiranje, ozimna pšenica, herbicidi

¹ dr., Hacquetova ulica 17, SI-1000 Ljubljana, e-pošta: robert.leskovsek@kis.si

² dr., prav tam

ABSTRACT

YIELD OF WINTER WHEAT INFLUENCED BY DIFFERENT INTEGRATED WEED MANAGEMENT STRATEGIES

Weed control in Slovenian cereal production is mainly achieved with the use of herbicides. Implementation of integrated weed management principles can result in more sustainable cropping systems. A winter wheat trial was set in October 2017, where various combinations of chemical and mechanical weed control measures were tested. Three alternative strategies were compared to two standard chemical approaches. In the two standard strategies winter wheat was drilled at optimum sowing date and recommended doses of herbicides were applied in the autumn and early in the spring. In one alternative strategy winter wheat was drilled 14 days later, while the second one included false seed bed technique in the period of delayed drilling. Both strategies were followed by tine harrowing in the spring. In third alternative strategy winter wheat was drilled at optimum sowing date, followed by autumn harrowing and herbicide application in the early spring. Due to long and cold winter, spring harrowing was performed very late. Consequently, the effect of harrowing was poor and recommended dose of herbicide was used in late spring application. In the strategy with false seedbed the conditions for promoting weed germination were not suitable (very dry) and similarly recommended dose was used in the late spring application of herbicide. Delayed sowing did not have any measurable effect on reducing weed infestation and only minor differences in winter wheat development was observed. Autumn herbicide application showed best results in terms of dry weed biomass at the wheat flowering stage, where only 0.15 g/m² of dry weed biomass was measured. Late spring herbicide application performed better compared to early spring application with 1.5 g/m² of dry weed biomass. In the standard early spring herbicide treatment and combination with autumn harrowing 16.2 and 17.5 g/m² of dry weed biomass was determined, respectively. Winter wheat variety Vulkan yields were very similar between treatments ranging from 5.7 t/ha in early spring herbicide treatment, to 6.1 t/ha in standard autumn herbicide application.

Keywords: integrated weed management, weed control, winter wheat, efficacy, herbicides

1 UVOD

Glede na obseg pridelave so ozimna žita druga najpomembnejša skupina gojenih rastlin v Sloveniji, takoj za koruzo. Zatiranje plevela v intenzivni pridelavi ozimnih žit večinoma temelji na uporabi herbicidov, še vedno pa v ekstenzivni pridelavi na nekaterih zemljiščih varstva pred pleveli sploh ne izvajajo. Kljub temu, da imajo ozimna žita precej veliko tekmovalno sposobnost proti plevelom, je kljub temu uravnavanje plevelne vegetacije v ozimnih žitih zelo pomembno tako v samem posevku, kakor tudi poznejše preprečevanje širjenja in semenjenja plevelov na požetih njivah (strnišču). V zadnjem času se zaradi zniževanja stroškov in združevanja tehnoloških postopkov vsej bolj uvajajo različne tehnologije obdelave tal (konzervirajoča, reducirajoča), ki imajo skupaj z ožanjem kolobarja za posledico vse

večji pritisk nekaterih vrst plevelov. Tako se je v zadnjem času pri nas še posebej razširil navadni srakoperec (*Apera spica-venti* L.).

Sodobni sistemi varstva rastlin temeljijo na načelih integriranega varstva rastlin (IPM), kjer bolezni in škodljivce zatiramo na podlagi opazovanja in preseženih pragov gospodarske škodljivosti. Slovenija se je v okviru obvladovanja rastlinskih bolezni in škodljivcev v skladu z evropsko direktivo o trajnostni rabi fitofarmaceutskih sredstev (2009/128/ES) zavezala, da bo skrbela za racionalno rabo in zmanjševanje tveganj in vplivov rabe FFS na zdravje ljudi in okolje (površinske in podtalne vodne vire, zemljo, zrak, neciljne organizme). Tako je eden izmed ciljev NAP tudi spodbujanje kmetijskih praks z zmanjšano porabo FFS in uvajanje integriranega pristopa uravnavanja plevelne vegetacije. Smernice uravnavanja plevelne vegetacije po načelih integriranega zatiranja plevelov se razvijajo v smeri ciljnega uravnavanja plevelne populacije, saj se vrste razlikujejo po občutljivosti na določene vrste herbicidov, kakor tudi škodi, ki jo povzročajo v gojenih rastlinah.

Integrirani pristop uravnavanja plevelne vegetacije (IVR) temelji na ciljni in upravičeni rabi herbicidov, kjer so v ospredju prizadevanja za zmanjšanje njihovega vnosa in s tem manjše obremenitve okolja in z njim povezanega tveganja za zdravje ljudi. Porabo herbicidov lahko v praksi znižamo z zmanjševanjem velikosti odmerkov in števila aplikacij ali pa uporabo herbicidov nadomestimo z uporabo nekemičnih metod.

Eden izmed načinov, kako zmanjšati porabo herbicidov, je uporaba znižanih odmerkov, saj se je v praksi pokazalo, da so le-ti pogosto dovolj učinkoviti pri uravnavanju plevelov pod pragom škodljivosti oz. morebitno izgubo pridelka (Hamill in Zhang 1995; Steckel in sod. 1990).

Obstaja precej raziskav o učinkovitosti različnih odmerkov posameznih skupin herbicidov na posamezne plevelnih vrst. Kudsk (2002) na primer poroča, da se je učinkovitost delovanja na ptičjo dresen (*Polygonum aviculare* L.) pri uporabi klorsulfurona v odmerkih med 1/16 in 1/1 (polnim odmerkom) gibala med 38 in 96 %. Pri uporabi klorsulfurona v istem razponu odmerkov pa je bila učinkovitost delovanja na perzijski jetičnik (*Veronica persica* L.) med 98 in 100 %. Tudi razvojna faza plevelov ima velik vpliv na učinkovitost delovanja herbicida. V večini primerov je učinkovitost herbicidov višja pri nižjih razvojnih fazah plevela, čeprav obstajajo tudi izjeme (Kieloch in Domaradzki, 2011). Pri tem lahko v znatni meri zmanjšamo neželene učinke uporabe herbicidov na zdravje ljudi in okolje tako, da uporabimo najnižji odmerek potreben za biološko učinkovito delovanje (Kudsk in Streibig, 2003). Tudi zamik setve prezimnih žit za 3 tedne, zniža gostoto in biomaso plevela za 30 do 75 %, odvisno od sestave vrst plevela. Hkrati lahko poznejša setev povzroči do 10 % izgube pridelka, zato je ta metoda ustrezna le pri visoki stopnji zapleveljenosti, kjer bi konkurenčnost plevela sicer povzročila še večje izgube pridelka (Rasmussen in sod., 2000). Namen demonstracijskega poskusa v ozimni pšenici je bil preizkusiti, ali lahko z različnimi strategijami, kot so poznejša setev in kombinacija zmanjšane rabe herbicidov in mehanskega zatiranja plevela uspešno uravnamo plevelno populacijo v ozimni pšenici brez večje izgube pridelka.

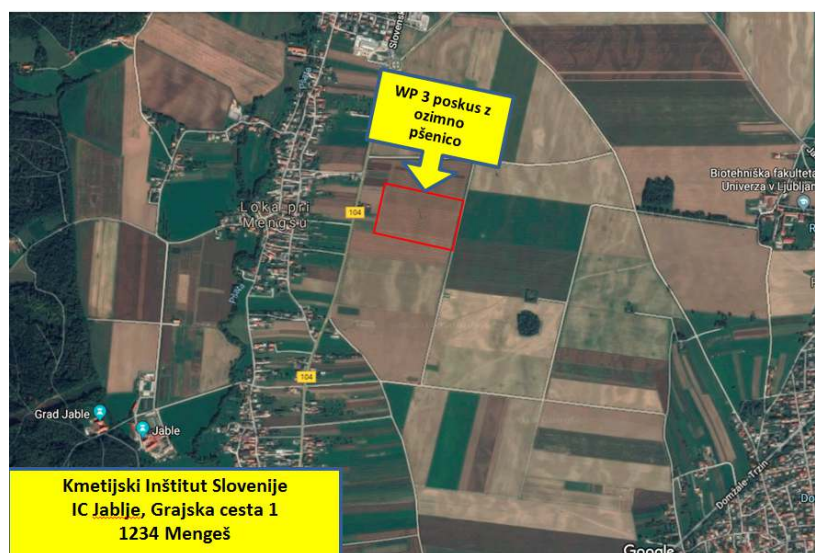
2 MATERIALI IN METODE DE LA

S ciljem razvoja bolj trajnostne pridelave žit smo v jeseni 2017 izvedli poljski poskus v ozimni pšenici. Demonstracijski poskus z različnimi kombinacijami zmanjšane rabe herbicidov in mehanskega zatiranja plevela je bil posejan v jeseni 2017 na zemljiščih Infrastrukturnega centra Jablje, Kmetijskega inštituta Slovenije (osrednja Slovenija). Lokacija poskusa je prikazana na sliki 1. Na poskusni lokaciji so značilna aluvialna, plitka prodnata tla, s slabimi vodno zadrževalnim sposobnostmi. Gre za tipično obliko rendzine na karbonatnem produ (pH=7,5), ki je zaradi intenzivne pridelave in gnojenja v globini ornice (0–25 cm) dobro založena s fosforjem in kalijem. Zgornji del tal kljub precejšnjemu deležu skeleta odlikuje velika vsebnost organske snovi (3,5 - 4 %).

Poljski poskus, izveden v okviru projekta IWMPRAISE, je vključeval pet različnih strategij uravnavanja plevelne vegetacije v ozimni pšenici sorte Vulkan. Poskus je bil zasnovan v pasovih širine 24 m in dolžine 300 m.

Pri tem smo dva standardna pristopa z jesensko (HER-jeseni) in spomladansko uporabo herbicidov (HER-spomladi) primerjali s tremi alternativnimi pristopi uravnavanja plevelne vegetacije. Pri dveh alternativnih strategijah smo ozimno pšenico posejali 14 dni pozneje (POZ_set + HER_poz-spoml.), v eni izmed teh pa smo izvedli slepo setev in zemljišče teden dni pred setvijo počesali (SLEP_ + HER_poz-spoml.) Tretja alternativna strategija je vsebovala optimalni rok setve in uporabo mehanskega zatiranja plevela v jeseni (ČES_jes + HER_zgod-spoml.). Pri vseh alternativnih pristopih smo načrtovali uporabo herbicidov glede na potrebe in dejansko stanje zapleveljenosti v spomladanskem času. Ozimna pšenica je bila v obravnavanju z optimalnim rokom posejana 16.10.2017, medtem ko smo poznejšo setev izvedli 30. 10. 2017. V standardni strategiji 1 smo herbicid uporabili zgodaj spomladi (10. 4. 2018; EC 32), medtem ko smo pri standardni strategiji 2 le-tega uporabili že v jeseni (23. 11. 2017; EC 12).

441



Slika 1: Lokacija izvajanja poskusa v ozimni pšenici, v letu 2017/2018.

V obeh primerih smo uporabili priporočene odmerke. Zaradi neučinkovite izvedbe česanja smo pri strategijah 3 (10. 4. 2018; EC 32), 4 (24. 4. 2018; EC 39) in 5 (24. 4. 2018; EC 39), kljub načrtovanim znižanim odmerkom, morali uporabiti priporočene odmerke herbicida. Opis in značilnosti posameznih strategij so prikazane v preglednici 1.

Preglednica 1: Opis preizkušenih strategij zatiranja plevela v ozimni pšenici.

Strategija	Strategija 1	Strategija 2	Strategija 3	Strategija 4	Strategija 5
Oznaka	HER-spomladi	HER-jeseni	ČES_jes + HER_zgod-spoml.	POZ_set + HER_poz-spoml.	SLEP_ + HER_poz-spoml.
Čas setve	Optimalen	Optimalen	Optimalen	14 dni kasneje	14 dni kasneje
Slepa setev	NE	NE	NE	NE	DA, česanje
Herbicidi	DA *	DA †	DA * po potrebi	DA * po potrebi	DA * po potrebi
Čas aplikacije	Zgodaj spomladi	Jeseni	Zgodaj spomladi	Pozno spomladi	Pozno spomladi
Fenofaza pšenice	EC 32	EC 12	EC 32	EC 39	EC 39
Odmerek	Priporočen	Priporočen	Priporočen ‡	Priporočen ‡	Priporočen ‡
Mehansko zatiranje	Brez	Brez	Česanje v jeseni	Česanje spomladi	Česanje spomladi

* jodosulfuron-metil 50 g/L + metsulfuron-metil 7,5 g/L - Hussar plus

† pendimetalin 300 g/L + klortoluron 250 g/L + diflufenikan 40 g/L - Trinity

‡ Česanje je bilo zaradi neugodnih vremenskih razmer neučinkovito, zato smo namesto načrtovanih znižanih odmerkov uporabili priporočen odmerek herbicida

Med vegetacijo smo izvedli eno ocenjevanje plevelne flore (6. junij), kjer smo naključno izbrali štiri ocenjevalna mesta (vsaka po 0,25 m²) ter na njih porezali nadzemno maso plevelov, jih stehali in po sušenju določili vsebnost suhe snovi. Poskus smo poželi z žitnim kombajnom, 14. julija 2018 in na podlagi izmerjene vlage posameznega obravnavanja izračunali hektarski donos suhega zrnja.

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

Vremenske razmere po setvi so bile ugodne, saj so bili tako oktober in november 2017, ter še posebej januar 2018 precej toplejši od dolgoletnega povprečja. Kljub precejšnjemu zaostanku v razvoju ozimne pšenice pri 14 dni poznejši setvi pa je bil ob koncu zime zaostanek v razvoju zelo majhen (slika 2). Zgodaj spomladi razlika v razvoju ozimne pšenice med optimalnim in poznejšim rokom setve ni bila več vidna.



Slika 2: Razlike v razvoju ozimne pšenice pri optimalnem roku setve in 14 dni poznejši setvi. Stanje v jeseni (levo) in pred zimo (desno).

443

Pri strategiji 5 (SLEP_ + HER_poz-spoml.) smo 10 dni po predsetveni pripravi tal izvedli slepo setev, kjer smo uporabili česalo. Zaradi sušnih razmer v tem obdobju je kalila zelo majhna populacija jesenskih plevelov, dodatno je bilo zaradi premalo vlage predsetvena struktura preveč grudasta, zato je bil ta ukrep precej neučinkovit (slika 3 - levo). Česalo v jeseni smo uporabili tudi pri strategiji 3 (ČES_jes + HER_zgod-spoml.) v razvojni fazi 3 - listov. Podobno kot pri strategiji 5 konec oktobra 2017, je bila tudi mesec dni pozneje plevelna populacija precej majhna, dodatno smo morali zaradi vlažnih razmer česati zelo plitko. Posledično je bil spomladi učinek česanja nezadovoljiv, zato smo morali spomladi namesto znižanega odmerka uporabiti herbicid v priporočeni količini.

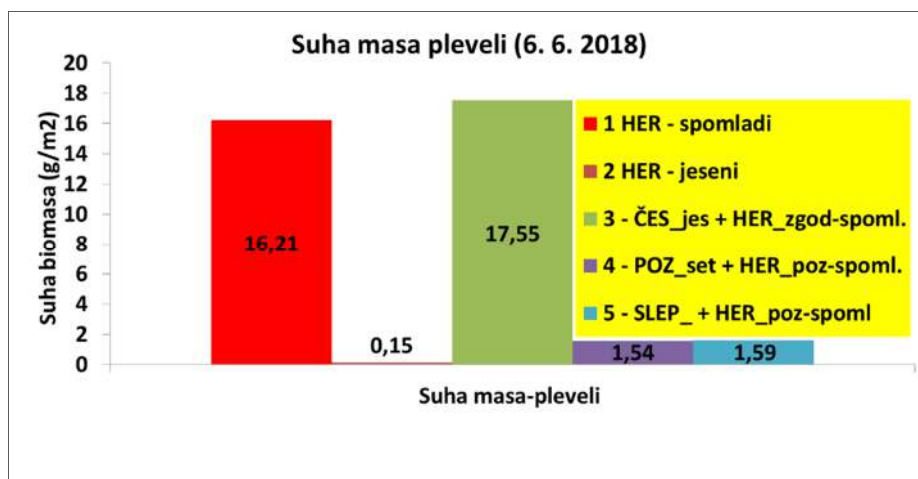
Konec januarja 2018 se je zgodil vremenski preobrat, obdobje nadpovprečno visokih temperatur se je končalo, nastopilo je obdobje obilnih snežnih padavin in obdobje zelo hladnega vremena, ki se je zavleklo globoko v začetek spomladi. Prezimatev je bila kljub temu dobra, vendar je bilo zaradi razmočenega zemljišča prvo dognojevanje z dušikom opravljeno zelo pozno, kar je verjetno poglavitni razlog za precej povprečno višino pridelka.



Slika 3: Česanje zemljišča pred setvijo-slepa setev (levo) in česanje posevka ozimne pšenice spomladi (desno).

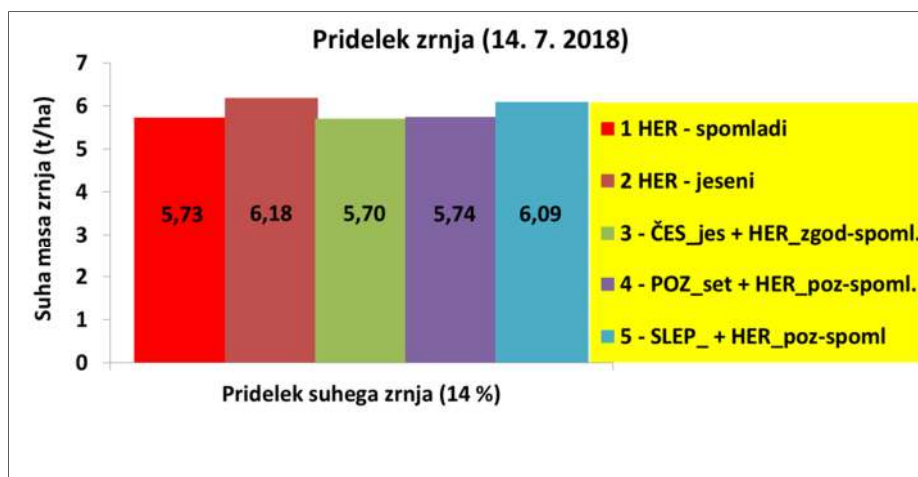
Obilne padavine so onemogočile pravočasno izvedbo česanja, dodatno je bilo zaradi velikih količin snega zemljišče precej zbito. Kljub neugodnim razmeram smo česanje kljub temu izvedli, ko je bilo žito že v fazi sredi kolenčenja. Zaradi zbitega površja tal vzmetni prsti česala niso dosegli delovne globine, pleveli pa so bili zunaj optimalne faze zatiranja. Podobno sta ugotovila tudi Rasmussen in Svenningsen (1995), in sicer, da pri poznih brananjih, kjer peresa obdelujejo samo medvrstne prostore, ni mogoče pričakovati, da bodo zatirale dobro zasidrane vrste plevela, ki so ukoreninjene z glavno korenino in imajo pokončno rast, zlasti pa ne tiste, ki rastejo v vrstah. Zaradi neučinkovitega česanja smo se odločili, da je potrebno za optimalno zatiranje plevela uporabiti še herbicid v priporočenem odmerku (slika 3 - desno).

444



Slika 4: Povprečna suha masa plevelov na m² pri različnih strategijah uravnavanja plevelne vegetacije v ozimni pšenici (n=4).

Spomladanski pleveli so zaradi nizkih temperatur in zamika v razvoju vegetacije kalili pozneje kot navadno, zato je poznejša aplikacija herbicida spomladi pri strategijah 4 in 5 (POZ_set + HER_poz-spoml. in SLEP_ + HER_poz-spoml.) pokazala bistveno višjo učinkovitost v primerjavi z obravnavaji 1 in 3 z zgodnjo uporabo herbicida (HER_zgod-spoml. in ČES_jes + HER_zgod-spoml.). To pripisujemo predvsem dejstvu, da je zaradi zamika v razvoju vegetacije in poznejših obilnih padavin prišlo do naknadnega vznika precejšnjega števila plevelov, ki pri zgodnejši spomladanski uporabi herbicida še niso bili zastopani.



Slika 5: Povprečni pridelek suhega zrnja (14% vlaga) pri različnih strategijah uravnavanja plevelne vegetacije v ozimni pšenici (n=1).

445

V začetku junija 2018 smo daleč najmanjšo zapleveljenost (suha masa plevla/m²) zabeležili pri jesenski aplikaciji herbicida (0, 15 g/m²; slika 4). Zelo dobro so se izkazale tudi strategije 3 in 4, kjer smo izmerili 1,54 in 1,59 g/m² suhe biomase plevla. Najmanj učinkovite so bile strategije 1 in 3, kjer smo ugotovili precej podobne vrednosti suhe biomase plevla (16, 21 in 17,55 g/m²). Rezultati učinkovitosti so deloma vplivali tudi na višino pridelka. Najvišja pridelka 6,18 in 6,09 t/ha suhega zrnja smo izmerili pri najbolj učinkovitih strategijah 2 in 5, medtem ko je bil najnižji pridelek izmerjen pri najmanj učinkovitih strategijah 1 in 3 (5,73 in 5,70 t/ha). Pri strategiji 4 se dobra učinkovitost ni pokazala v ustrezno visokem pridelku, saj smo izmerili le 5,74 t/ha suhega zrnja.

4 SKLEPI

V primerjavi z optimalnim rokom, poznejša setev (14 dni pozneje) ni vplivala na zmanjšano stopnjo zapleveljenosti, razlike v stopnji razvoja ozimne pšenice pa so bile vidne le do začetka zime. Slepa setev zaradi suhega vremena ni bila uspešna. Spomladansko česanje je bilo izvedeno pozno in v neugodnih razmerah (dolga zima, razmočena tla), zato je bilo neučinkovito. Zaradi tega smo morali namesto znižanih odmerkov, uporabiti herbicide v poznejšem roku, v priporočenih odmerkih.

Glede na izmerjeno suho biomaso plevla, je bila izjemno učinkovita standardna jesenska uporaba herbicida (0,15 g/m²). V standardnem zgodnje spomladanskem terminu uporabe herbicida smo izmerili 16,2 g/m², v kombinaciji tega postopka z jesenskim česanjem pa 17,5 g/m² suhe biomase plevla.

Pridelki ozimne pšenice sorte Vulkan med postopki so bili precej povezani z učinkovitostjo uravnavanja plevelne vegetacije. Izmerili smo od 5,7 t/ha pri zgodnje

spomladanski uporabi herbicida pa do 6,1 t/ha suhega zrnja ozimne pšenice sorte pri standardni jesenski aplikaciji herbicida.

5 ZAHVALA

Za pomoč pri izvedbi agrotehničnih opravil se zahvaljujem vsem sodelavcem na oddelku IC-Jablje. Raziskava je bila financirana s sredstvi raziskovalnega in inovacijskega programa Obzorje 2020 v okviru projekta IWMPRAISE s št. pogodbe 727321.

6 LITERATURA

- Doyle, P., Stypa M. 2004. Reduced herbicide rates— a Canadian perspective. *Weed. Technology* 18:1157–1165.
- Hamill A.S., Zhang J. 1995. Quackgrass control with glyphosate and SC-0224 in corn and soybean. *Canadian Journal of Plant Science* 75:293–299.
- Kieloch R., Domaradzki K. 2011. The role of the growth stage of weeds in their response to reduced herbicide doses. *Acta Agrobotanica* 64, 259-266.
- Kudsk, P. 2002. Optimising herbicide performance. V: *Weed Management Handbook*. R. E. L. Naylor, Oxford, UK, Blackwell Publishing, 323-344.
- Kudsk, P., 2014. Reduced herbicide rates: present and future. *Julius-Kühn-Archiv*, vol. 443, 37-44.
- Kudsk P., Streibig J.C. 2003. Herbicides –a-two-edged sword. *Weed Research* 43: 90-102.
- Rasmussen I. A., Melander B, Rasmussen K., Jensen R. K., Hansen P. K., Rasmussen G., Christensen S., Rasmussen J. 2000. Recent advances in weed management in cereals in Denmark. V: *Proceedings 13th IFOAM Scientific Conference: IFOAM 2000: The World Grows Organic*. Basel, Switzerland: International Federation of Organic Agriculture Movements. 178-179.
- Rasmussen J., Svenningsen T. 1995. Selective weed harrowing in cereals. *Biol. Agric.Hortic.* 12: 29–46
- Steckel, L.E., DeFelice M.S., Sims B.D. 1990. Integrating reduced rates of postemergence herbicides and cultivation for broadleaf weed control in soybeans (*Glycine max*). *Weed Science* 38:541–545.

VPLIV RAZLIČNIH STRATEGIJ INTEGRIRANEGA URAVNAVANJA PLEVENE VEGETACIJE NA PRIDELEK KORUZE

Robert LESKOVŠEK¹, Andrej SIMONČIČ²

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

IZVLEČEK

Koruza predstavlja našo najpomembnejšo poljščino in večina njene intenzivne pridelave v Sloveniji poteka na ravninskih predelih z rodovitnimi aluvialnimi tlemi, ki so zelo podvržena izpiranju. Zatiranje plevela v intenzivni pridelave koruze pri nas večinoma temelji na uporabi herbicidov. S ciljem uvajanja inovativnih in učinkovitih praks integriranega pristopa uravnavanja plevelne vegetacije v pridelave koruze, je bil leta 2018 v Jabljah izveden poljski poskus. Namen poskusa je bil preizkusiti različne kombinacije zmanjšane rabe herbicidov in mehanskega zatiranja plevela v koruzi. Preizkušene strategije za zatiranje plevela so vključevale zmanjšan odmerek herbicida (60 %) in uporabo le-tega samo v vrsti, v primerjavi s standardno uporabo herbicida in postopkom mehanskega zatiranja plevela (okopavanje). Glede na izmerjeno suho biomaso plevela ob koncu rastne dobe je bilo zatiranje plevela najbolj učinkovito pri standardnem postopku (19 g/m²) in kombinaciji zmanjšane odmerka herbicida, ki mu je sledilo okopavanje (20 g m²). Pri uporabi herbicida v vrsti, ki mu je sledilo okopavanje, smo izmerili 88 g/m² suhe biomase plevela. Najvišji pridelek je bil izmerjen v standardnem postopku uporabe herbicida zgodaj po vzniku (14,6 t/ha). Na parcelah z zmanjšanim odmerkom herbicida in postopku uporabe herbicida v vrsti, ki mu je v obeh primerih sledilo okopavanje, smo izmerili pridelek 12,2 t/ha in 13,2 t/ha suhega zrnja koruze. Pri teh dveh postopkih so bili nižji pridelki predvsem posledica izgube rastlinskega sklopa zaradi zelo agresivnega okopavanja s prstastim okopalnikom. Najnižji pridelek je bil izmerjen pri strategiji s samo enim okopavanjem (10,6 t/ha), kjer je bila ob koncu avgusta izmerjena precejšnja suha biomasa plevela (226 g/m²). Naši rezultati so pokazali, da lahko v intenzivni proizvodnji koruze uporabo herbicidov uspešno dopolnujemo z mehansko postopki zatiranja, z minimalnim vplivom na zmanjšanje pridelka koruze.

Ključne besede: integrirano varstvo pred pleveli, zatiranje, koruza, herbicidi, učinkovitost

ABSTRACT

THE EFFECT OF DIFFERENT INTEGRATED WEED MANAGEMENT STRATEGIES ON MAIZE YIELD

¹ dr., Hacquetova ulica 17, SI-1000 Ljubljana, e-pošta: robert.leskovsek@kis.si

² izr. prof. dr., prav tam

Maize is the most important arable crop in Slovenia with majority of its intensive production concentrated on the fertile shallow alluvial soils in the lowlands, which are highly susceptible to leaching. Maize production in Slovenia is highly dependent on herbicides. In order to support the implementation of innovative and effective Integrated weed management practices in maize production, a field trial was established in 2018 in Jablje. The objective of the experiment was to test various combination of herbicide treatment and mechanical weed control in maize. Weed control strategies that were tested included reduced herbicide use and herbicide application in the row combined with hoeing, standard broadcast herbicide application and treatment with only mechanical weed control (hoeing). In terms of dry weed biomass at the end of the season, weed control was most effective in the standard treatment (19 g/m²) and reduced herbicide use followed by hoeing (20 g/m²). In treatments with band spraying followed by hoeing and only mechanical weed control, 88 g/m² and 227 g/m² of dry weed biomass was determined. The highest yield was measured in the standard early post broadcast herbicide treatment (14.6 t/ha). In plots with reduced herbicide application (60 % dose) and band spraying, both followed by hoeing dry maize grain yield of 12.2 t/ha and 13.2 t/ha was observed. In treatments with reduced herbicide inputs weed infestation did not had any significant effect on yield loss, lower yields were the consequence of maize stand loss due to very aggressive hoeing with finger weeder. The lowest yield was achieved in strategy with only one hoeing (10.6 t/ha), where substantial dry weed biomass was measured at the end of the season (226 g/m²). Our results showed that in the intensive maize production mechanical tools can be successfully combined with mechanical tools with minimum impact on the maize yield.

Keywords: integrated weed management, weed control, maize, efficacy, herbicides

1 UVOD

V Sloveniji je podtalnica glavni vir pitne vode in velik del najbolj rodovitnih tal v Sloveniji se nahaja na območjih, ki so za izpiranje hranil in fitofarmaceutskih sredstev najbolj ranljiva. To so pretežno plitva, obrečna tla z neugodno strukturo, saj so večinoma namenjena njivski pridelavi, kar dodatno predstavlja tveganje za onesnaženja podzemnih voda z nitrati (Sušin in sod., 2008), kakor tudi fitofarmaceutskimi sredstvi iz kmetijstva (Štangelj, 2009). Koruza predstavlja našo najpomembnejšo poljščino in večina njene intenzivne pridelave v Sloveniji poteka na ravninskih predelih z rodovitnimi aluvialnimi tlemi, ki so zelo podvržena izpiranju. Zatiranje plevela v intenzivni pridelave korusa pri nas večinoma temelji na uporabi herbicidov. Slovenija se je v okviru obvladovanja rastlinskih boleznih in škodljivcev v skladu z evropsko direktivo o trajnostni rabi fitofarmaceutskih sredstev (2009/128/ES) zavezala, da bo skrbela za racionalno rabo in zmanjševanje tveganj in vplivov rabe FFS na zdravje ljudi in okolje (površinske in podtalne vodne vire, zemljo, zrak, nečiljne organizme). Tako je eden izmed ciljev NAP tudi spodbujanje kmetijskih praks z zmanjšano porabo FFS. V zadnjem obdobju se uporaba herbicidov vse bolj nadomešča z nekemičnimi načini zatiranja plevelov, med herbicidi pa uporabljamo manj obstojne, okolju prijaznejše pripravke, ki jih uporabljamo usmerjeno, glede na plevelno stanje na posamezni njivi.

Takšen pristop k uravnavanju plevelne vegetacije imenujemo integrirano varstvo pred pleveli (IVP), to je uporabo različnih ukrepov, ki se medsebojno dopolnjujejo z namenom varstva pred pleveli. Cilj pri tem naj ne bi bil popolna eradikacija plevela, temveč uravnavanje plevelne vegetacije z namenom preprečitve gospodarske škode. Pri tem IVP ne pomeni izključitve herbicidov iz varstva pred pleveli, temveč prizadevanje za njihovo manjšo ter varnejšo uporabo.

Eden izmed načinov, kako zmanjšati porabo herbicidov, je uporaba znižanih odmerkov, saj se je v praksi pokazalo, da so le-ti pogosto dovolj učinkoviti pri uravnavanju plevelov pod pragom škodljivosti oz. morebitno izgubo pridelka (Hamill in Zhang 1995; Steckel in sod. 1990). Trenutno si stroka ni enotna, ali uporaba znižanih odmerkov herbicidov vpliva na pospeševanje razvoja odpornosti na herbicide, saj zniževanje odmerkov ne pomeni nujno tudi nižje učinkovitosti. Učinkovitost registriranih odmerkov herbicidov je namreč zagotovljena v širokem območju okoljskih razmer, kakor tudi razvojnih faz plevela (Doyle in Stypa, 2004).

Najbolj pogost in razširjen pristop za manjšo rabo herbicidov je njihovo dopolnjevanje oz. nadomeščanje z mehanskimi postopki zatiranja plevela. Vasileiadis in sod. (2017) so v triletni študiji izvedeni po različnih evropskih regijah ugotovili, da so integrirani pristopi pri gojenju pšenice in koruze veliko bolj trajnostni od konvencionalnih. Pridelki v integriranih sistemih z zmanjšanimi odmerki herbicidov oz. aplikacijami v vrsti, se niso razlikovali od konvencionalnih. V bolj strogem sistemu integriranega varstva, kjer niso uporabili herbicidov in insekticidov, pa so bili pridelki nižji kot v konvencionalni pridelavi, vendar je bila donosnost, zaradi zmanjšanih stroškov pridelave, primerljiva.

Namen poljskega poskusa v koruzi je bil preizkusiti, ali lahko z različnimi kombinacijami zmanjšane rabe herbicidov in mehanskega zatiranja plevela v koruzi uspešno uravnamo plevelno populacijo v koruzi brez večje izgube pridelka.

2 MATERIALI IN METODE DELA

Poskus v koruzi, z različnimi kombinacijami zmanjšane rabe herbicidov in mehanskega zatiranja plevela je bil zasnovan v letu 2018 na zemljiščih Infrastrukturnega centra Jابلje, Kmetijskega inštituta Slovenije (osrednja Slovenija). Lokacija poskusa je prikazana na sliki 1. Na poskusni lokaciji so značilna aluvialna, plitka prodnata tla, s slabimi vodno zadrževalnim sposobnostmi. Gre za tipično obliko rendzine na karbonatnem pradu (pH=7,5), ki je zaradi intenzivne pridelave in gnojenja v globini ornice (0–25 cm) dobro založena s fosforjem in kalijem. Zgornji del tal kljub precejšnjemu deležu skeleta odlikuje velika vsebnost organske snovi (3,5 - 4 %).

Poljski demonstracijski poskus je bil posejan 30. aprila 2018 in je vključeval štiri različne strategije uravnavanja plevelne vegetacije v koruzi sorte Phyton. Poskus je bil zasnovan v pasovih širine 12 m in dolžine 200 m v obliki naključnih blokov brez ponovitev. V okviru projekta IWMPRAISE smo standardni pristop s polnim odmerkom herbicida (strategija 1- KONV) primerjali s tremi alternativnimi pristopi uravnavanja plevelne vegetacije. Pri eni od alternativnih strategiji smo uporabili herbicid v znižanem odmerku (strategija 2 - RED), medtem ko smo pri drugi le-tega uporabili le v 30 cm pasu koruze (strategija 3 - HV). Pri obeh smo uporabo herbicidov dopolnili še z okopavanjem. Pri četrti alternativni strategiji (EKO) herbicidov nismo uporabili, ampak smo plevela uravnavali le z

mehanskim postopkom (okopavanje). Strategije in njihove značilnosti so prikazane v preglednici 1.

450



Slika 1: Lokacija izvajanja poskusa v korusi, v letu 2018.

Preglednica 1: Opis preizkušenih strategij zatiranja plevela v korusi.

Strategija	Strategija 4	Strategija 3	Strategija 2	Strategija 1
Oznaka	EKO	HV	HER_RED	KONV
Oznaka	Brez herbicida + okopavanje	Herbicid v vrsti + okopavanje	Zmanjšan odmerek herbicida + okopavanje	Priporočen odmerek herbicida
Obdelava	oranje spomladi	oranje spomladi	oranje spomladi	oranje spomladi
Čas uporabe herbicida	/	Zgodaj po vzniku EC 13	Zgodaj po vzniku EC 13	Zgodaj po vzniku EC 13
Odmerek	/	priporočen †*	zmanjšan 60 % *	priporočen *
Okopavanje	Prstasti plevelnik EC 18	Prstasti plevelnik EC 18	Prstasti plevelnik EC 18	/
* izoksaf lutol 225 g/L + tienkarbazon metil 90 g/L + ciprosulfamid varovalo 150 g/L - Adengo: 0,44 L/ha † priporočen odmerek je bil uporabljen samo v širini vrste (30 cm)				

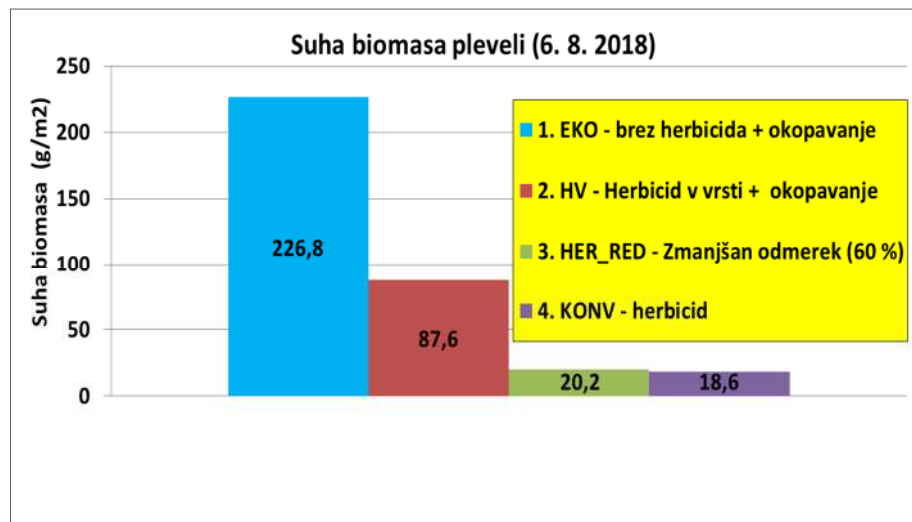
Po setvi je koruza hitro kalila in smo herbicide uporabili zgodaj po vzniku 18. maja 2018 (EC 13). Pri strategijah 3 in 4 smo načrtovali dva prehoda s prstastim plevelnikom, vendar je bil zaradi neugodnih vremenskih razmer z obilnimi padavinami izveden le en prehod v razvojni fazi 8 listov.

Med vegetacijo smo izvedli eno ocenjevanje plevelne flore (6. avgust), kjer smo v vsakem obravnavanju naključno izbrali štiri ocenjevalna mesta (vsaka po 0,25 m²) ter na njih porezali nadzemno maso plevelov, jih stekali in po sušenju določili vsebnost suhe snovi. Poskus smo poželi s koruznim kombajnom, konec septembra 2018 in na podlagi izmerjene vlage posameznega obravnavanja izračunali hektarski donos suhega zrnja.

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

Rezultati vzorčenja suhe plevelne biomase so pokazali precejšnje razlike v zapleveljenosti med obravnavanji. Najvišjo suho biomaso 226 g/m² smo izmerili pri strategiji 1, kjer nismo uporabili herbicidov, ampak le en mehanski postopek zatiranja plevela (slika 1.1). Pri tem postopku je bil prstasti plevelnik učinkovit pri zatiranju plevela v medvrstnem prostoru, medtem ko je bila v vrsti konec avgusta zabeležena precejšnja zapleveljenost. Potrebno je poudariti, da smo pri tej strategiji, zaradi razmočenega zemljišča, uspeli izvesti samo en prehod s prstastim plevelnikom in še ta je bil izveden prepozno, ko so bili pleveli že izven optimalne razvojne faze (slika 2-3).

451



Slika 1.1: Povprečna suha masa plevelov na m² pri različnih strategijah uravnavanja plevelne vegetacije v koruzi (n=4).

Zmanjšani odmerek herbicida ni bistveno povečal zapleveljenosti, saj so bile razmere za delovanje herbicidov v letu 2018 zelo dobre (dovolj vlage), zato se je že 60 %

priporočenega odmerka izkazalo kot povsem primerljivo priporočenemu odmerku pri strategiji 4 – KONV.



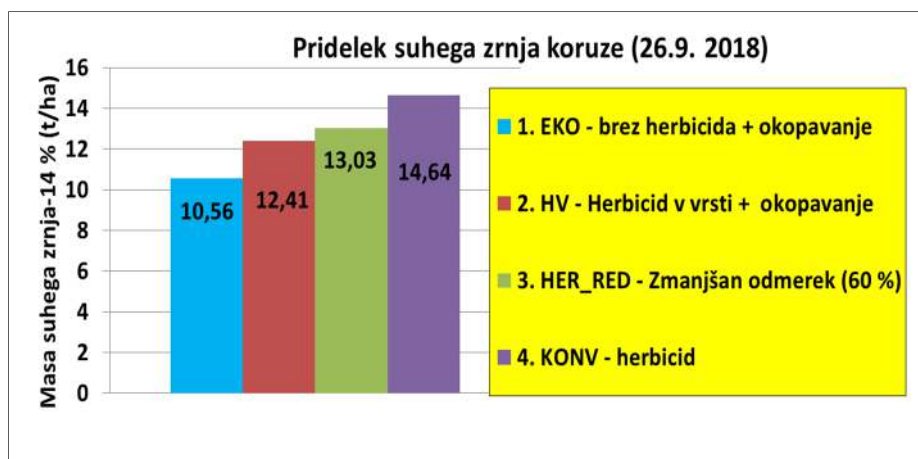
Slika 2: Zelo zapleveljena parcela koruze v fazi 8-listov (levo) in izvedba okopavanja s 6- vrstnim, s kamero vodenim, prstastim okopalnikom (desno).

452



Slika 3. Čista njiva po okopavanju (levo) in žetev poskusnih parcel konec septembra 2018 (desno).

Najvišji pridelek suhega zrnja koruze smo pričakovano izmerili pri standardnem postopku z uporabo priporočenega odmerka herbicida (14,64 t/ha). Nekoliko nižje pridelke smo izmerili pri strategiji z uporabo herbicida v vrsti (HV; 12,41) in pa zmanjšane odmerka (HER_RED; 13,03 t/ha), kjer smo kemično zatiranje dopolnili z okopavanjem. Glede na precej nizko zapleveljenost pri obeh navedenih postopkih, lahko zmanjšanje pridelka vsaj delno pripišemo okopavanju s prstastim plevelnikom v neugodnih razmerah. Stroj smo namreč zaradi neugodnih vremenskih razmer lahko uporabili šele, ko je imela korusa razvitih 8 listov, pa še takrat smo zaradi slabih pogojev dela in prevelike zapleveljenosti zaradi uporabe stroja izgubili del sklopa.



Slika 4: Povprečni pridelek suhega zrnja (14% vlaga) pri različnih strategijah uravnavanja plevelne vegetacije v koruzi (n=1).

453

Tudi pri najslabšem obravnavanju (EKO), kjer je bila zapleveljenost približno 10-krat višja kot pri najboljši strategiji (KONV), smo izmerili precej visok pridelek 10,56 t/ha (slika 4). Rezultat gre pripisati dejstvu, da je bila koruza v letu 2018 zaradi zadostne količine padavin in optimalnih temperatur precej konkurenčna s pleveli. Dodatno pa smo tudi pri tem postopku vsaj v začetni fazi razvoja koruze zadovoljivo zatrli plevela (slika 3). Večina plevelne biomase se je namreč razvila v drugem delu razvoja koruze (julij in avgust), ko pleveli nimajo več bistvenega vpliva na pridelek zrnja.

4 SKLEPI

Rezultati izmerjene suhe biomase plevela ob koncu rastne dobe so pokazali, da je bilo zatiranje plevela najbolj učinkovito pri standardnem postopku (19 g/m²) in kombinaciji zmanjšane odmerka herbicida, ki mu je sledilo okopavanje (20 g/m²). Najnižji pridelek je bil izmerjen pri strategiji s samo enim okopavanjem (EKO; 10,6 t/ha), kjer je bila ob koncu avgusta izmerjena tudi najvišja suha biomasa plevela (226 g/m²). Najvišji pridelek je bil izmerjen v standardnem postopku uporabe herbicida zgodaj po vzniku (14,6 t/ha). Na parcelah z zmanjšanim odmerkom herbicida in postopku uporabe herbicida v vrsti, ki mu je v obeh primerih sledilo okopavanje smo izmerili pridelek 12,2 t/ha in 13,2 t/ha suhega zrnja koruze. Naši rezultati so pokazali, da lahko v intenzivni proizvodnji koruze uporabo herbicidov uspešno dopolnujemo z mehansko postopki zatiranja, z minimalnim vplivom na zmanjšanje pridelka koruze.

5 ZAHVALA

Za pomoč pri izvedbi agrotehničnih opravil se zahvaljujem vsem sodelavcem na oddelku IC-Jablje. Raziskava je bila financirana s sredstvi raziskovalnega in inovacijskega programa Obzorje 2020 v okviru projekta IWMPRAISE s št. pogodbe 727321.

6 LITERATURA

- Doyle, P., Stypa M. 2004. Reduced herbicide rates—a Canadian perspective. *Weed. Technology* 18:1157–1165
- Hamill A.S., Zhang J. 1995. Quackgrass control with glyphosate and SC-0224 in corn and soybean. *Canadian Journal of Plant Science* 75:293–299.
- Steckel, L.E., DeFelice M. S., Sims B. D. 1990. Integrating reduced rates of postemergence herbicides and cultivation for broadleaf weed control in soybeans (*Glycine max*). *Weed Science* 38:541–545.
- Sušin J., Vrščaj B., Bergant J. 2008. Nitrati v podzemni vodi in kmetijstvo. V kazalci okolja v Sloveniji. Ljubljana, Kmetijski inštitut Slovenije. <http://kazalci.arso.gov.si/sl/content/nitrati-v-podzemni-vodi-kmetijstvo?tid=1> (21.7. 2019).
- Štangelj A. 2009. Ocena izpiranja izbranih herbicidov na obrečnih tleh apaške doline posejane s koruzo. Diplomsko delo, Ljubljana Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 20-30.
- Vasileiadis V. P., Dachbrodt-Saaydeh S., Kudsk P., Colnenne-David C., Leprince F., Holb I. J., Kierzek R., Furlan L., Loddo D., Melander B., Jørgensen L. N., Newton A. C., Toque C., van Dijk W., Lefebvre M., Benezit M., Sattin M. 2017. Sustainability of European winter wheat- and maize-based cropping systems: Economic, environmental and social ex-post assessment of conventional and IPM-based systems. *Crop Protection* 97: 60-69.

DVELETNE IZKUŠNJE PREUČEVANJA UPORABE FUNGICIDA PRI PRIDELAVI KORUZE ZA ZRNJE

Aleš KOLMANIČ¹

Kmetijski inštitut Slovenije, Ljubljana

IZVLEČEK

V letih 2017 in 2018 smo v poljskih poskusih v Jabljah (osrednja Slovenija) preučevali učinke uporabe fungicida v nasadih koruze za zrnje. Poskuse smo zasnovali kot dvo-faktorske bločne poskuse z naključno razporeditvijo, v štirih ponovitvah. Preučevana faktorja sta bila hibrid (OS 398 in KWS 2323 v letu 2017 ter KWS 2370, KWS Walterino in KWS Solferino v letu 2018) ter fungicid (brez fungicida in s fungicidom). Uporabili smo pripravek QUILT XCEL (1 l/ha, a.s. azoksistrobin + propikonazol). Aplikirali smo ga v začetku julija. V letu 2017 so bile rastline ob aplikaciji velike 140–150 cm (BBCH 33–35), v letu 2018 pa 190–200 cm (BBCH 37–51). Za nanos fungicida smo uporabili nahrbtno škropilnico na stisnjen zrak, s porabo škropilne brozge 300 l/ha. Po aplikaciji smo spremljali fenološki razvoj, morfološke značilnosti ter pojav bolezni koruzna progavost (*Setosphaeria turcica* (Luttr.)) in fuzarioze (*Fusarium* spp.). Pred žetvijo smo prešteli število polomljenih in poleglih rastlin in po žetvi ovrednotili pridelok zrnja ter vlago. Rezultati kažejo, da aplikacija fungicida v nobenem letu ni značilno vplivala na razvoj rastlin, pridelke in pojav bolezni. V letu 2017 je bil povprečni pridelok 10,45 t/ha brez uporabe in 10,28 t/ha z uporabo fungicida. V letu 2018 smo fungicid aplicirali v poznejši razvojni fazi in ob tem opazili malce večji pridelok ob uporabi fungicida. Pridelok je bil 12,86 t/ha brez fungicida in 13,39 t/ha s fungicidom. Vizualne ocene pojavnosti bolezni se v obeh letih niso razlikovale, kar je deloma zaradi manj ugodnih okoljskih razmer za razvoj glivičnih bolezni v preučevanih letih. Tudi na rastlinah, kjer fungicida nismo uporabili, nismo opazili večjega pojava glivičnih bolezni. Rezultati poskusov kažejo, da je bil učinek uporabe fungicida premajhen, da bi izboljšal gospodarnost pridelave koruze za zrnje.

455

Ključne besede: koruza, fungicid, pridelki, glivične bolezni

ABSTRACT

EXPERINCES IN TWO YEAR OF TESTING FUNGICIDE APPLICATION IN CULTIVATION OF GRAIN MAIZE

Effects of fungicide application in grain maize were studied in field experiments at Jablje (central Slovenia) in years 2017 and 2018. The experiments were arranged as two-factor factorial in randomized complete block design with four repetitions. The factors studied

¹ dr., Oddelek za poljedelstvo, vrtnarstvo, genetiko in žlahtnjenje, Hacquetova ulica 17, 1000 Ljubljana, e-pošta: ales.kolmanic@kis.si

were hybrids (OS 398 and KWS 2323 in 2017 and KWS 2370, KWS Walterino and KWS Solferino in 2018) and the application of fungicide (no fungicide and fungicide applied). Fungicide QUILT EXCEL (1 l / ha, a. s. azoxystrobin + propiconazole) was used in trials. Fungicides were applied in early July. At the time of the application plants were approximately 140–150 cm tall (BBCH 33-35) in 2017 and 190–200 cm tall (BBCH 36-51) in 2018. Fungicide was applied using the knapsack sprayer powered by the compressed air; spray mixture usage was set to 300 l/ha. Phenological development, morphological characteristics and severity of fungal diseases *Setosphaeria turcica* (Luttr.) and *Fusarium* spp. were observed after the application, number of broken and lodged plants was counted before the harvest and grain yields and moisture were measured at the harvest. Statistical analysis showed that the application of fungicide had no significant effect on plant development, yields and on presence of the disease. Grain yields in 2017 were 10.24 t/ha without and 10.45 t/ha with fungicide. Small increase in yields with the application of fungicide was observed in 2018 when fungicide was applied at later growth stage. Grain yields in 2018 were 12.86 t/ha without and 13.39 t/ha with fungicide. Environmental conditions for the development of fungal diseases were less favourable in 2017 and 2018 and no significant differences among visual disease estimates were observed between treatments. Results of trials suggests that the yield increase with the use of fungicide was too small to improve the economics of maize production.

Keywords: maize, fungicide, yields, fungal diseases

456

1 UVOD

Koruza (*Zea mays* L.) sodi v skupino enoletnih toploljubnih rastlin in je poljščina, ki jo v Sloveniji najpogosteje pridelujemo. Njen delež v setveni strukturi se je v zadnjih letih ustalil na približno 38 % njiv, kar znaša okoli 68.000 hektarjev (SURSTAT, 2019). Podobno kot drugje po svetu, se je tudi v Sloveniji v zadnjih 50 letih pridelava koruze občutno povečala, predvsem zaradi dostopnosti do rodnejših hibridov in rabe sintetičnih gnojil. K temu je prispevala tudi uporaba kemičnih sredstev za varstvo rastlin, ki so kmetovalcem omogočila učinkovito zatiranje škodljivih organizmov in kar je, gledano globalno, omogočilo t. i. zeleno revolucijo v kmetijstvu (Kogan, 1998). Pridelava koruze (kot tudi ostalih poljščin) ogrožajo razni škodljivci, pleveli, povzročitelji glivičnih bolezni (Oerke, 2006), pa tudi virusi, bakterije in nekateri drugi patogeni.

Bolezni koruze se pri pridelavi v praksi posveča nekoliko manj pozornosti. Razloge za to lahko globalno pripišemo i) napredku pri žlahtnjenju na odpornost, ki je zmanjšalo škodo zaradi nekaterih bolezni ter ii) večinski uporabi certificiranega in razkuženega semena. V Sloveniji imajo pomemben vpliv pri zmanjševanju okužb in pojavnosti bolezni tudi nekateri preventivni ukrepi pri pridelavi, kot sta npr. kolobarjenje (zelo redka je pridelava v monokulturi) ali zadelava ostankov v tla. Najpogostejši bolezni pri pridelavi koruze sta koruzna progavost (*Setosphaeria turcica* (Luttrell) K.J. Leonard & E.G. Suggs) ter fuzarijske okužbe stebel, storžev in zrnja (*Fusarium* sp.). Občasno se pojavljajo tudi nekatere pegavosti listov, rje ter koruzna bulava snet (Žerjav, 2008), a so večinoma manjšega gospodarskega pomena. Koruzna progavost se najpogosteje

kaže v obliki dolgih eliptičnih lis na listih. V ugodnih razmerah gliva popolnoma uniči liste, kar zmanjša fotosintetsko sposobnost rastline. Pridelek je lahko manjši tudi do 50 % (Žerjav, 2008). Varstvo pred boleznijo večinoma temelji na izkoriščanju mehanizmov odpornosti. S tem namenom se pri žlahtnjenju vnašajo t.i. *Ht*-geni in gre za uporabo t.i. mehanizma odpornosti z večjim učinkom. Ta rešitev se je izkazala za zelo učinkovito, a ob pogostem izkoriščanju te odpornosti nastaja tudi močan selekcijski pritisk na patogene. Tako Rozman (2003) poroča, da se je po večji uporabi *Ht*-genov za odpornost proti koruzni progavosti po 15 letih pojavila rasa povzročitelja, na katero gen ni imel vpliva.

Poleg izkoriščanja mehanizmov odpornosti pa lahko glivične bolezni v konvencionalnem kmetijstvu preprečujemo ali zatiramo tudi z uporabo fungicidov. Pri pridelavi koruze je najbolj razširjena uporaba fungicidov z namenom varstva semena, povečuje pa se tudi foliarna raba med rastjo koruze. Najpogostejša je pri semenski pridelavi koruze, a se povečuje tudi pri pridelavi za zrnje (Paul in sod., 2011). V ZDA se je zanimanje za rabo fungicidov v pridelavi koruze začelo povečevati po letu 2006. K temu so precej pripomogle številne nepreverjene trditve o občutnem povečanju pridelkov z njihovo uporabo. Povzetki natančnih raziskav o učinku uporabe, razlage učinkov in posebej ekonomski zaključki uporabe fungicidov pa so si pogosto nasprotujoči (Paul in sod., 2011).

Tudi v Sloveniji so bili v zadnjih letih registrirani fungicidi za uporabo v koruzi. Vendar so možnosti kemičnega zatiranja bolezni v praksi omejene zaradi pomanjkanja ustrezne mehanizacije, ki bi omogočala aplikacijo FFS na višje rastline. Učinek zgodnje rabe fungicida, ki ga omogoča obstoječa škropilna oprema, v naših pridelovalnih razmerah ni znan.

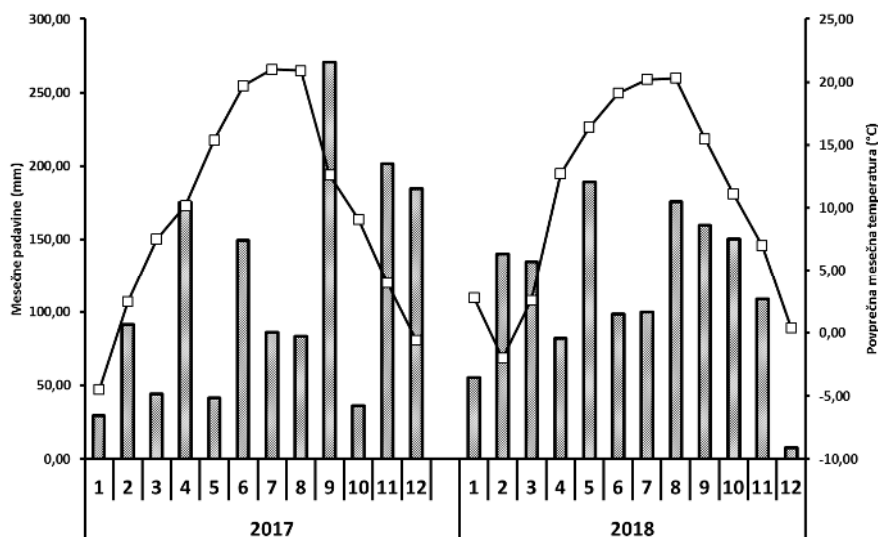
Namen poskusa je bil preučiti učinkovitost uporabe fungicida pri pridelavi različnih hibridov koruze za zrnje.

2 MATERIAL IN METODE DELA

Poljske poskuse smo izvedli v Jabljah, osrednja Slovenija (46°08'N, 14°33'E, nadmorska višina 308 m), v pridelovalnih sezonah 2017 in 2018. Tla so globoka in težja ter spadajo v tip psevdoglejnih tal s prevladujočo teksturo ilovnati melj. Statistično so bili poskusi zasnovani kot dvofaktorski poskusi z naključno razporeditvijo po blokkih v štirih ponovitvah. Preučevali smo vpliv izbire hibrida in aplikacije fungicida. Posamezna parcelica je bila velika 19,6 m². Rastline v poskusu smo ročno redčili na končni sklop 85.714 rastlin/ha, ko so razvile od 5 do 6 pravih listov. Prav tako so bile vse parcelice enako oskrbovane s hranili in izvedeno je bilo varstvo pred pleveli. V sezoni 2017 smo poskuse izvedli na hibridih OS 398 in KWS 2323, v letu 2018 pa na hibridih KWS 2370, KWS Walterino in KWS Solferino. V poskusih smo uporabili fungicid QUILT EXCEL (1 l/ha, a.s. azoksistrobin + propikonazol). V letu 2017 smo fungicid nanašali s posebno nošeno opremo, ki simulira traktorsko škropilnico, pretok smo nastavili na 250 l/ha, v letu 2018 pa zaradi višine rastlin z nošeno nahrbtno škropilnico. V letu 2017 smo fungicid aplicirali v začetku julija, v velikosti rastlin 140–150 cm, v fenofazi BBCH 34–35. V letu 2018 smo se odločili, da poskusimo fungicid aplicirati v poznejši fazi razvoja. Časovno je to spet bilo v začetku julija, a so bile rastline ob aplikaciji velike okoli 190–200 cm ter v razvojni fazi BBCH 37–51.

V rastni dobi smo spremljali fenološki razvoj in morfološke značilnosti rastlin ter pojav boleznih koruzna progavost (*Setosphaeria turcica* [Luttr.]) in fuzarioze (*Fusarium* spp.). Pred žetvijo smo na parcelah prešteli število polomljenih in poleglih rastlin in nato ob žetvi ovrednotili pridelok zrnja ter vlago. Zbrane podatke smo statistično obdelali s programom Statgraphics Centurion XVI, uporabili smo večfaktorsko analizo variance. Ker je analiza variance pokazala statistično značilne razlike ($p \leq 0,05$), smo razlike med obravnavanji ovrednotili s Tukey-evim HSD testom.

458



Slika 1: Povprečne mesečne temperature (kvadratici) ter mesečne padavine (stolpci) iz glavne meteorološke postaje Letališče Jožeta Pučnika Ljubljana za leti 2017 in 2018. Meseci so navedeni kot številke pod osjo.

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

V letu 2017 smo fungicid nanesti, ko so imele rastline tretje in četrto zaznavno kolence. V poskusih smo uporabili hibrida KWS 2323 ter OS 398, ki smo ju izbrali zaradi slabše odpornosti na koruzno progavost. V času nanosa fungicida v začetku julija so bile rastline visoke 140–150 cm. Pri vrednotenju rezultatov nismo ugotovili značilnih interakcij med hibridom in uporabo fungicida. Zato smo posebej analizirali vpliv hibrida ter vpliv fungicida. Pri tem smo med hibridoma opazili značilne razlike v višini rastlin do baze storža, pridelku zrnja ter vlagi ob spravilu (preglednica 1). Razlike med hibridoma izhajajo iz njunih genetskih značilnosti. KWS 2323 se je izkazal za nekoliko občutljivejšega na koruzno progavost, pri fuzarijskih boleznih na storžu pa nismo opazili razlik. Ker so v tej raziskavi razlike med hibridoma drugotnega pomena, jih ne bomo podrobneje pojasnjevali. Bolj kot razlike med hibridi, nas je zanimal morebitni učinek uporabe fungicida. Pri tem smo v letu 2017 ugotovili, da je uporaba fungicida značilno vplivala na višino rastlin ter na višino do baze storža. Z nanosom fungicida so bile

rastline v povprečju višje za 14 cm, obenem pa so tudi storže nastavljele v povprečju 11 cm višje. Povprečni pridelek zrnja se ni značilno razlikoval in je bil v letu 2017 10,5 t/ha brez uporabe in 10,3 t/ha z uporabo fungicida. Nekoliko manjši pridelek pri uporabi fungicida pripisujemo naravni variabilnosti in ne uporabi fungicida. V letu 2017 je bil pritisk bolezni med svilanjem koruze majhen, zato so tudi ocene glivičnih bolezni nizke. Kljub temu je nanos fungicida za malenkost znižal ocene glede koruzne progavosti, brez opaženih statističnih razlik. Razlik v fuzarijskih bolezni storža zaradi uporabe fungicida nismo opazili.

Preglednica 1: Vpliv uporabe fungicida na višino, pridelek, vlago in oceno prisotnosti rastlinskih bolezni pri pridelavi koruze za zrnje v letu 2017.

	Višina rastlin	Višina do baze storža	Pridelek zrnja ¹	Vlaga ob spravilu	Koruzna progavost ²	Fuzarioze storža ²
	cm	cm	t/ha	%	1-9	1-9
HIBRID (A)						
KWS 2323	250,0	87,5	8,9	18,7	3,8	2,0
OS 398	258,8	96,3	11,8	23,3	3,6	2,0
<i>p</i>	<i>ns</i>	*	***	***	<i>ns</i>	<i>ns</i>
FUNGICID (B)						
NE	247,5	86,3	10,5	21,1	3,9	2,0
DA	261,3	97,5	10,3	20,9	3,5	2,0
<i>p</i>	*	**	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
A X B	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>

¹ Pridelek je preračunan na 14% vlago

² 1, brez; 9, vse rastline močno okužene

Stopnja značilnosti: ***, P ≤ 0,001; **, P ≤ 0,01; *, P ≤ 0,05; ns, ni statistično značilno

V letu 2018 smo v poskus vključili hibride KWS 2370, KWS Walterino ter KWS Solferino. Hibridi se med seboj razlikujejo po zrelostnem razredu ter po nekaterih morfoloških lastnostih, ki izhajajo iz tega. Tudi v letu 2018 smo fungicid nanegli v začetku julija, a je bila korusa že nekoliko starejša kot leto prej. Rastline so bile v stadiju razvoja od sedmih vidnih kolenc do začetka metličenja in visoke med 190 in 200 cm. Ker je ta višina presegala zmožnost nanosa z uporabo škropilne armature za poskuse, smo fungicid nanegli z nahrbtno ročno škropilnico. Pri vrednotenju rezultatov tudi v letu 2018 nismo opazili značilnih interakcij, ki bi nakazovale, da se učinek uporabe fungicida med hibridi razlikuje. Zato smo posebej analizirali vpliv hibrida ter vpliv uporabe fungicida. Pri tem smo opazili, da se hibridi med seboj značilno razlikujejo v vseh opazovanih lastnostih (preglednica 2). Najobčutljivejši hibrid je bil KWS Walterino s skoraj dvakrat višjo okuženostjo storžev s fuzarijskimi plesnimi. Kot že omenjeno, so ostale opazovane lastnosti v tej raziskavi drugotnega pomena in jih zato tudi ne bomo posebej obravnavali.

Uporaba fungicida tudi v letu 2018 ni statistično značilno vplivala na opazovane lastnosti. Kljub temu pa smo opazili nekaj razlik. Npr. z uporabo fungicida smo dosegli

približno 500 kg večji pridelek zrnja, vendar povečanje ni bilo statistično značilno. Nasprotno kot v letu 2017, so bile rastline pri uporabi fungicida nekoliko nižje, nižje so nastavljale tudi storže. Pri teh postopkih so bile tudi ocene okuženosti rastlin s koruzno progavostjo ter fuzarijskimi boleznimi storža nižje.

Preglednica 2: Vpliv uporabe fungicida na višino, pridelek, vlago in oceno prisotnosti rastlinskih boleznih pri pridelavi koruze za zrnje v letu 2018.

	Višina rastlin	Višina do baze storža	Pridelek zrnja ¹	Vlaga ob spravilu	Koruzna progavost ²	Fuzarioze storža ²
	cm	cm	t/ha	%	1-9	1-9
HIBRID (A)						
KWS 2370	310,6 a	118,1 a	14,1 b	21,3 ab	3,1 a	2,0 a
KWS WALTERINO	320,0 b	118,8 a	12,8 a	22,2 b	4,0 b	3,6 b
KWS SOLFERINO	306,9 a	113,1 b	12,5 a	20,5 a	3,5 a	2,3 a
<i>p</i>	***	**	**	***	***	***
FUNGICID (B)						
NE	313,8	117,5	12,9	21,3	3,6	2,8
DA	311,3	115,8	13,4	21,3	3,5	2,7
<i>p</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
A X B	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>

¹ Pridelek je preračunan na 14% vlago

² 1, brez; 9, vse rastline močno okužene

Stopnja značilnosti: ***, $P \leq 0,001$; **, $P \leq 0,01$; *, $P \leq 0,05$; ns, ni statistično značilno

Povprečja v stolpcih, znotraj posameznega dejavnika, ki so označena z enako majhno črko, se med seboj ne razlikujejo statistično značilno glede na rezultate Tukey HSD testa ($\alpha = 0,05$)

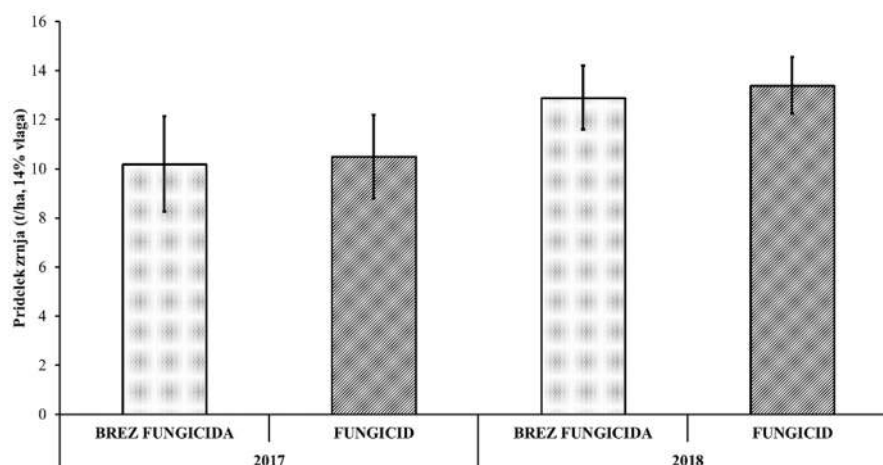
V tuji literaturi navajajo, da je uporaba foliarnih fungicidov lahko donosna pri pridelavi koruze za seme (Munkvold in sod., 2008; Munkvold in sod., 2001), medtem, ko je pri pridelavi za zrnje donosnost uporabe foliarnih fungicidov lahko vprašljiva. Odvisna je od odkupne cene zrnja in stroškov uporabe fungicida, pa tudi od potenciala pridelka in njegove občutljivosti oz. odpornosti na bolezni ter okoljskih razmer med rastno dobo (Munkvold in sod., 2001).

Problem pri uporabi fungicidov v pridelavi koruze predstavlja nanos na rastline, neposredno pred okužbami oz. ob največjem pritisku bolezni. Znano je, da prihaja do največje škode zaradi koruzne progavosti, kadar se bolezen pojavi že v času svilanja in oplodnje (Žerjav 2008). Takrat lahko tudi pričakujemo največjo učinkovitost aktivnih snovi, ki imajo preventivni način delovanja. Poznejša kot je okužba, manjša je pričakovana škoda na pridelku. Idealne razmere za razvoj koruzne progavosti so dolga in pogosta obdobja omočenosti listov ter zmerne temperature med 18 in 27 °C. To pomeni, da so po navadi v Sloveniji razmere za njen razvoj ugodne v avgustu in septembru (Žerjav, 2008).

V Sloveniji prevladuje nošena ali vlečena standardna škropilna tehnika, ki ni prilagojena za škropljenje na višinah nad dva metra. S to opremo lahko fungicid nanese mo razmeroma zgodaj v razvoju koruze, ko je ta še dovolj majhna. Pri tem

nastane težava, ker fungicid, uporabljen zgodaj julija, nima dovolj dolgega delovanja, da bi zavaroval rastlino pozneje, ko so razmere za razvoj koruzne progavosti navadno najustrežnejše. Pri takem načinu je vprašljiva ekonomska smiselnost uporabe fungicida. V obeh letih poskusa nismo imeli idealnih razmer za zgodnji pojav koruzne progavosti in tudi v septembru razmere za pojav bolezni niso bile ugodne. V letu 2017 je v času svilanja in polnjenja zrnja prevladovalo suho in vroče vreme. Pojav prvih peg na listih smo opazili šele po padavinah proti koncu septembra, a je nato spet sledilo suho obdobje, ki je oviralo razvoj gliv. Podobno je bilo v letu 2018, le da smo takrat prve pege opazili v drugi dekadi septembra in so se počasi razvijale do prve dekade oktobra. V drugačnih razmerah bi bile razlike pri rabi fungicida morda večje. V raziskavah navajajo, da večji kot je bil pritisk bolezni, večja je bila smiselnost in gospodarska upravičenost rabe fungicida (Munkvold in sod., 2008; Munkvold in sod., 2001). A pri tem ne smemo zanemariti, da so v omenjenih raziskavah fungicid aplicirali bistveno pozneje v rastni dobi ter s škropilno tehniko, ki je to omogočala.

461



Slika 2: Primerjava pridelkov zrnja brez uporabe ali z uporabo fungicida v letih 2017 in 2018. Intervali prikazujejo standardni odklon.

Na podlagi rezultatov dvoletnih poskusov lahko zaključujemo, da je bil učinek uporabe fungicida v času razvoja koruze, ko je še možna aplikacija z navadno škropilno tehniko premajhen, da bi izboljšal gospodarnost pridelave koruze za zrnje. Zato v takšnem primeru tudi ne priporočamo uporabe fungicidov pri pridelavi koruze. Vprašanje ostaja, kako je z učinkom uporabe fungicida v naših razmerah v primeru poznejše aplikacije ter ob močnem pritisku bolezni.

4 SKLEPI

- Pri preučevanih hibridih v poskusih v letih 2017 in 2018 uporaba fungicida ni imela značilnega vpliva na višino rastlin, višino do baze storža, pridelek zrnja, vlago ter okuženost s koruzno progavostjo in fuzariozami storžev.
- V letu 2018, ko smo fungicid nanесли v poznejši razvojni fazi koruze, je bil pridelek zrnja z uporabo fungicida nekoliko višji, kar nakazuje, da bi s poznejšo aplikacijo mogoče dosegli učinke na pridelek.
- Rezultati poskusov kažejo, da je bil učinek zgodnje uporabe fungicida s simulacijo nanosa s klasično škropilno tehniko v obeh letih premajhen, da bi izboljšal gospodarnost pridelave koruze za zrnje.

5 ZAHVALA

Za finančno pomoč pri izvedbi raziskave se zahvaljujemo programski skupini Agrobiodiverziteta (P4-0072). Za nanos fungicida in pomoč pri ocenjevanju se zahvaljujemo Alešu Plutu.

6 LITERATURA

- Kogan M. 1998. Integrated pest management: historical perspectives and contemporary developments. *Annual Review of Entomology*, 43: 243–270.
- Oerke E.C. 2006. Crop losses to pests. *The Journal of Agricultural Science*, 144: 31–43.
- Žerjav M. 2008. Bolezni koruze. V: Čergan Z. (ur.), Jejčič V. (ur.), Knapič M. (ur.), Modic Š. (ur.), Moljk B. (ur.), Poje T. (ur.), Simončič A. (ur.), Sušin J. (ur.), Urek G. (ur.), Verbič J. (ur.), Vrščaj B. (ur.), Žerjav M. (ur.). *Koruzna. Ljubljana. Kmečki glas*: 151–171.
- Munkvold G.P., Martinson C.A., Shriver J.M., Dixon P.M. 2001. Probabilities for profitable fungicide use against gray leaf spot in hybrid maize. *Phytopathology*, 91: 477–484.
- Munkvold G.P., Doerge T., Bradley C. 2008. IPM is still alive for corn leaf diseases: look before you spray. V: Paul P.A., Madden L.V., Bradley C.A., Robertson A.E., Munkvold G.P., Shaner G., Wise K.A., Malvick D.K., Allen T.W., Grybauskas A., Vincelli P., Esker P. *Meta-Analysis of Yield Response of Hybrid Field Corn to Foliar Fungicides in the U.S. Corn Belt. Phytopathology*, 101, 9: 1122–1132.
- SURS. Statistični urad Republike Slovenije. Podatkovna zbirka SISTAT. https://pxweb.stat.si/SiStatDb/pxweb/sl/30_Okolje/ (dostop 15.5.2019).
- Rozman L. 2003. Možnosti in pomen žlahtnenja rastlin na odpornost proti boleznim (primer koruzne progavosti *Exserohilum turcicum*). *Zbornik predavanj in referatov 6. Slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin*: 457–462.
- Paul P.A., Madden L.V., Bradley C.A., Robertson A.E., Munkvold G.P., Shaner G., Wise K.A., Malvick D.K., Allen T.W., Grybauskas A., Vincelli P., Esker P. 2011. Meta-analysis of yield response of hybrid field corn to foliar fungicides in the U.S. Corn Belt. *Phytopathology*, 101, 9: 1122–1132.

**POVEZAVA MED UPORABLJENIMI FUNGICIDI ZA ZATIRANJE
BOLEZNI LISTOV IN KLASA PŠENICE TER VSEBNOSTJO
MIKOTOKSINOV V ZRNJU**

Meta URBANČIČ ZEMLJIČ¹, Neja MAROLT², Metka ŽERJAV³

Kmetijski inštitut Slovenije, Ljubljana

IZVLEČEK

V poljskem poskusu smo ugotavljali povezavo med uporabljenimi fungicidi za zatiranje bolezni listov in klasa pšenice ter vsebnostjo mikotoksinov v zrnju. Pri postopkih, kjer so bile za zatiranje pšenične listne pegavosti med kolenčenjem žita (BBCH 33-39) uporabljene aktivne snovi iz skupine zunanjih inhibitorjev kinona (QoI) in/ali inhibitorji sukcinat-dehidrogenaze (SDHI), je bila vsebnost mikotoksina deoksinivalenol (DON) v pridelanem zrnju višja v primerjavi s kontrolo, kjer fungicid ni bil uporabljen. Pri postopkih, kjer je bilo izvedeno dodatno škropljenje z azolnim fungicidom v klas ob začetku cvetenja (BBCH 61), je bila onesnaženost zrnja z DON-om manjša, ne glede na to, katere aktivne snovi so bile uporabljene med kolenčenjem žita. Ugotovljene vsebnosti DON-a so bile nižje od priporočene mejne vrednosti, ki znaša za zrnje 1,25 mg/kg, in značilno nižje od neškropljene kontrole.

Ključne besede: fungicidi, mikotoksini, deoksinivalenol, DON, pšenica

ABSTRACT

**THE LINK BETWEEN FUNGICIDES USED FOR LEAF AND EAR DISEASE
CONTROL OF WINTER WHEAT AND THE MYCOTOXIN CONTAMINATION OF
GRAIN**

In the field experiment the link between fungicides used for leaf and ear disease control in winter wheat and mycotoxin contamination of grain was studied. At treatments, where during leaf and stem development (BBCH 33-39) for *Zymoseptoria tritici* control, the fungicide active substances from the group of Quinone outside inhibitors (QoI) and/or Succinate dehydrogenase inhibitors (SDHI) were used, the content of deoxynivalenol (DON) in harvested grains was higher in comparison to the untreated control. Subsequent treatment with azole fungicides at the beginning of wheat flowering (BBCH 61) resulted in significantly reduced content of DON mycotoxin in grains regardless of the fungicide group that was used for first treatment during leaf and stem development. The values were below the permitted limit of 1,25 mg/kg and significantly lower compared to the untreated control.

Key words: fungicides, mycotoxins, deoxynivalenol, DON, wheat

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

² mag. inž. hort., prav tam

³ mag., univ. dipl. inž. agr., prav tam

1 UVOD

Škropljenje posevkov s fungicidi je osrednji ukrep varstva pšenice pred boleznimi. Izvaja se v obdobju od kolenčenja do cvetenja pšenice. Fuzarijske okužbe klasov so poleg pšenične listne pegavosti najpomembnejši povzročitelj bolezni pšenice pri nas. Povzročajo jih več vrst gliv iz rodu *Fusarium*. Pri nas so najpogostejše *F. graminearum*, *F. poae*, *F. avenaceum*, *F. culmorum* in *F. tricinctum* (Zemljich et al., 2008; Tavčar-Kalcher et al., 2014). Poleg vplivanja na slabši pridelek so okužbe s fuzariozami problematične zaradi tvorbe mikotoksinov, škodljivih za zdravje ljudi in živali. Pšenica je najpogosteje onesnažena s trihotecenom deoksinivalenol (DON), pogosto določeni so tudi nivalenol (NIV), T2-toksin ter zearalenon (ZON) (Jakovac-Strajn et al., 2010; Tavčar-Kalcher et al., 2014). Med uradnim nadzorom zrnja in izdelkov iz pšenice v Sloveniji med leti 2008-2012 je bilo kar 71 % analiziranih vzorcev onesnaženih z DON-om in v 6 % vzorcev so bile presežene najvišje dovoljene vrednosti (Tavčar-Kalcher et al., 2014).

Na okuženost klasov s fuzariozami in onesnaženost zrnja z mikotoksini vpliva več dejavnikov. Tveganje je veliko, kadar si v kolobarju sledijo koruza in žita, pri reducirani obdelavi tal, če ostanejo žetveni ostanki nepredelani na površju, pri setvi občutljivih sort, obilnem gnojenju z dušikom in v primeru deževnega vremena med cvetenjem pšenice. Kadar sovpada več dejavnikov, je zatiranje s fungicidi nujen ukrep za zmanjšanje okuženosti klasov s fuzariozami in znižanje vsebnosti mikotoksinov v zrnju. Številne raziskave so pokazale, da je učinkovitost fungicidov zelo odvisna od izbranih aktivnih snovi in od časa škropljenja. Najboljše učinke so dosegali s snovmi iz skupine triazolov (DMI fungicidi), zlasti s protiokonazolom in tebukonazolom, če so jih uporabili med cvetenjem (Haidukowski et al., 2012; Shah et al., 2018). Nasprotno pa je aplikacija QoI fungicida azoksistrobin vplivala na povečanje vsebnosti deoksinivalenola v zrnju pšenice v primerjavi s kontrolo (Oldenburg et al., 2001; Shah et al., 2018).

Na našem trgu so nekaj let dostopne aktivne snovi iz skupine SDHI v mešanih fungicidih. Odlikuje jih zelo dobro delovanje na različne listne pegavosti, primanjkuje pa podatkov o njihovem učinkovanju na fuzarijske okužbe klasov in njihov morebitni vpliv na tvorbo mikotoksinov v zrnju. V poskusu smo želeli ugotoviti morebitni vpliv različnih fungicidnih kombinacij za zatiranje bolezni listov in klasa na vsebnost mikotoksinov v zrnju.

2 MATERIAL IN METODE

Spomladi leta 2018 smo na poskusnem polju Kmetijskega inštituta Slovenije v Jabljah pri Trzinu izvedli poljski poskus na ozimni pšenici sorte 'Ingenio'. Poskus je bil zasnovan v naključnih blokih s štirimi ponovitvami, velikost osnovne parcele je bila 3 x 8 m². Sorta 'Ingenio' je srednje odporna proti boleznim listov, dobavitelj semena priporoča škropljenje s fungicidom v klas. Pšenica je bila izpostavljena naravni okužbi s pšenično listno pegavostjo in fuzariozami klasa.

V poskus smo vključili 9 fungicidnih kombinacij z aktivnimi snovmi iz različnih kemičnih skupin, pripravki so bili uporabljeni v treh terminih (T1, T2 in T3) ob porabi vode 230

l/ha. Poskus je bil škropljen s parcelno škroplilnico na stisnjen zrak (Euro pulve). Izbrane fungicide smo kombinirali po shemi, ki je prikazana v preglednici 1.

Preglednica 1: Shema poskusa.

Termin škropljenja / fungicid / aktivna snov / skupina			
	T1 (BBCH 33; 24. april 2018)	T2 (BBCH 39; 3. maj 2018)	T3 (BBCH 61; 17. maj 2018)
1	Kontrola		
2	Amistar opti 2,5 azoksistrobin+klorotalonil QoI + kontaktni	Elatus era 1,0 benzovindiflupir+protiokonazol SDHI + DMI	-
3	Archer max 1,0 fenpropidin+propikonazol morfolini + DMI	-	Magnello 1,0 difenokonazol+tebukonazol DMI+DMI
4	-	Elatus era 1,0 benzovindiflupir+protiokonazol SDHI+DMI	-
5	Zantara 1,5 biksafen+tebukonazol SDHI+DMI	-	Prosaro 1,0 protiokonazol+tebukonazol DMI+DMI
6	-	Zantara 1,5 biksafen+tebukonazol SDHI+DMI	Prosaro 1,0 protiokonazol+tebukonazol DMI+DMI
7	Seguris Xtra 1,0 azoksistrobin+ciprokonazol+ izopirazam QoI+DMI+SDHI	-	Prosaro 1,0 protiokonazol+tebukonazol DMI+DMI
8	Buzz ultra 0,33 Tebukonazol DMI	Seguris Xtra 1,0 azoksistrobin+ciprokonazol+ izopirazam QoI+DMI+SDHI	-
9	Opus 1 1,5 epoksikonazol+fenpropimorf DMI + morfolin	Priaxor 1,0 fluksapiroksad+piraklostrobin SDHI+QoI	-
10	Opus 1 1,5 epoksikonazol+fenpropimorf DMI + morfolini	-	Caramba 1,5 metkonazol DMI

465

Ocenili smo okuženost klasov s fuzarijskimi glivami. Na vsaki parcelici smo naključno izbrali po 100 klasov (4 x 25) in prešteli vse z znamenji bolezni (=incidenca), nato smo na bolnih klasih ocenili stopnjo okuženosti (v %). Oba podatka smo med seboj zmnožili, delili s 100 in dobili indeks okuženosti klasov s fuzariozami (v %) za vsako parcelo posebej. Ob žetvi smo z vsake parcelice odvzeli vzorce 2 kg zrnja za analizo na vsebnost mikotoksinov. Analize so opravili na Veterinarski fakulteti v Ljubljani, po metodi

z uporabo masne kromatografije z masno spektrometrijo. Dobljene rezultate smo statistično analizirali s programom Statgraphycs.

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

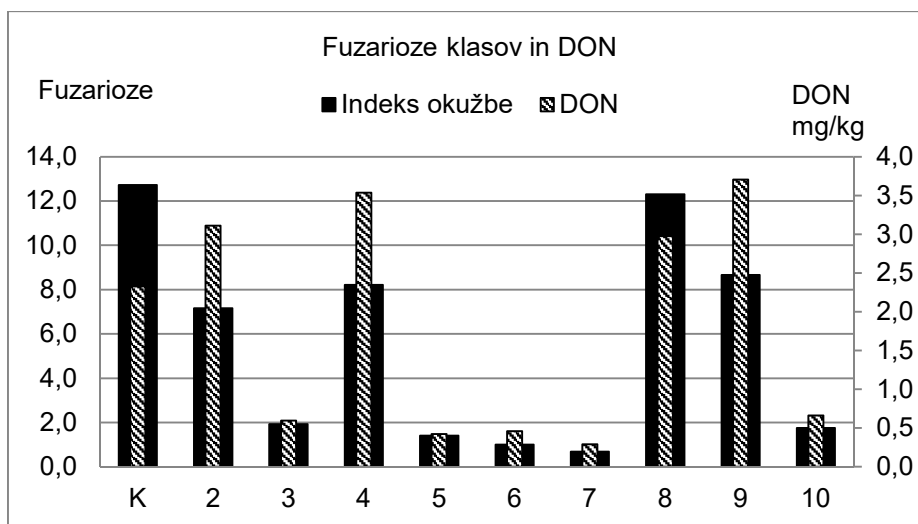
3.1 Ocena okuženosti klasov s fuzarijskimi glivami

Po pričakovanjih so bile najmanj okužene parcele, kjer je bil triazolni fungicid uporabljen v terminu T3 (škropljenje v klas v začetku cvetenja, BBCH 61). Pri teh postopkih (3, 5, 6, 7 in 10) so bili povprečni indeksi okuženosti klasov od 0,7 % do 1,9 %. Vrednosti so bile značilno nižje ($LSD_{95}=2,27$) v primerjavi s kontrolo (indeks okuženosti 12,7 %) in tudi nižje kot pri postopkih 2, 4, 8 in 9 (indeks okuženosti med 7,2 % in 12,3 %), kjer je bil fungicid uporabljen samo v terminu T1 in / ali T2 (slika 1).

3.2 Vsebnost mikotoksinov v zrnju

V odvzetih vzorcih so bili nad mejo detekcije določeni trije toksini: DON, 15-AcDON in ZON. DON je bil določen v vseh analiziranih vzorcih, v koncentracijah od 0,146 mg/kg do 4,7 mg/kg. Povprečne vsebnosti so prikazane na sliki 1.

466



Slika 1: Indeks okuženosti klasov z glivami *Fusarium* sp. in vsebnost DON-a.

Analize so pokazale značilne razlike v vsebnostih DON-a med postopki. Po pričakovanjih so bile najnižje vsebnosti ugotovljene pri postopkih 3 (0,594 mg/kg), 5 (0,423 mg/kg), 6 (0,460 mg/kg), 7 (0,290 mg/kg) in 10 (0,662 mg/kg), kjer je bil DMI-fungicid škropljen v klas v terminu T3, po tem, ko so bile parcele že enkrat škropljene proti pšenični listni pegavosti v terminu T1 ali T2. Nasprotno pa so bile visoke

vrednosti DON-a ugotovljene pri postopkih 2 (3,110 mg/kg), 4 (3,536 mg/kg), 8 (2,976 mg/kg) in 9 (3,704 mg/kg), kjer fungicid v tretjem terminu ni bil uporabljen. Vrednosti so bile celo višje ($LSD_{95} = 0,981$ mg/kg) v primerjavi s kontrolo, kjer je bila izmerjena koncentracija DON-a 2,324 mg/kg. Glede na rezultate lahko sklepamo, da smo z rabo fungicidov v obdobju kolenčenja spodbudili tvorbo DON-a v zrnju. Trditev se sklada z nekaterimi navedbami v literaturi, ko so z rabo fungicidov iz skupine QoI za zatiranje bolezni listov vplivali na višjo vsebnost mikotoksina DON v zrnju. Nismo pa zasledili podobne trditve za fungicide iz skupine SDHI, kot se je dogodilo v našem poskusu pri postopku 4.

4 SKLEPI

Škropljenje pšenice s triazolnim (DMI) fungicidom v začetku cvetenja je bistveno zmanjšalo okužbe klasov s fuzariozami in znižalo vsebnost DON-a pod najvišjo dovoljeno vrednost (1,25 mg/kg), med pripravki ni bilo značilnih razlik v učinkovitosti. Vsebnosti DON-a v zrnju so bile višje pri postopkih, kjer so bile proti pšenični listni pegavosti uporabljene kombinacije QoI in SDHI fungicida, če ni bilo naknadne rabe triazolnega pripravka med cvetenjem. Omenjene snovi so torej vplivale na povečanje vsebnosti mikotoksina v zrnju.

V razmerah velikega pritiska bolezni listov in klasa pšenice so se glede količine in kakovosti pridelka kot najboljša izbira pokazale kombinacije SDHI fungicidov, apliciranih v času razvoja zastavičarja (BBCH 39), z obvezno aplikacijo triazolnega fungicida med cvetenjem pšenice (BBCH 61). Škropljenje v klas s pripravki, ki vsebujejo QoI in/ali SDHI aktivno snov se zdi manj primerna, predvsem v razmerah, ko je tveganje za okužbe klasov s fuzarijskimi glivami veliko.

5 LITERATURA

- Haidukowski M., Visconti A., Perrone G., Vanadia S., Pancaldi D., Covarelli L., Balestrazzi R., Pascale M. 2012. Effect of prothioconazole-based fungicides on *Fusarium* head blight, grain yield and deoxynivalenol accumulation in wheat under field conditions. *Phytopathologia Mediterranea* 51, 1, 236-246.
- Jakovac-Strajn B., Vengušt A., Ujčič-Vrhovnik I., Pavšič-Vrtač K., Tavčar-Kalcher G. 2010. The natural occurrence of toxigenic moulds and mycotoxins in Slovenian primary grain production. *Acta agriculturae Slovenica*, 95-1, 121-128.
- Oldenburg E., Weinert J., Wolf GA. 2001. Effects of strobilurin containing fungicides on the deoxynivalenol content in winter wheat. *Mycotoxin Research* 2001(17), Supplement 1, 10-14.
- Shah L., Ali A., Yahya M., Zhu Y., Wang S., Si H., Rahman H., Ma C. 2018. Integrated control of fusarium head blight and deoxynivalenol mycotoxin in wheat. *Plant Pathology* 67, 532-548.
- Tavčar-Kalcher G., Jakovac-Strajn B., Kirinčič S., Celar F., Kos K., Šantavec I., Kocjan Ačko D., Kovač B., Rijavec Bregar A. 2014. Raziskava okuženosti/onesnaženosti žit, izdelkov iz žit in silaže s plesnimi in mikotoksini ter ukrepi za nujno zmanjšanje: zaključno poročilo o rezultatih opravljenega raziskovalnega dela na projektu V4-1110 v okviru Ciljnega raziskovalnega programa (CRP) "Zagotovimo si hrano za jutri" Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Veterinarska fakulteta, 105 str.
- Zemljič A., Rutar R., Žerjav M., Verbič J. 2008. Vpliv sorte, gnojenja z dušikom in razkuževanja semena na kontaminiranost zrnja pšenice s *Fusarium* spp. in onesnaženost z mikotoksini. V: Tajnšek, A. (ur.). Novi izzivi v poljedelstvu 2008. Rogaška Slatina, 4. in 5. december 2008. Ljubljana, Slovensko agronomsko društvo 2008, 257–262.

ANALIZA ZRNJA NA MIKOTOKSIN DEOKSINIVALENOL IN PRIDELEK IZBRANIH SORT OZIMNE PŠENICE

Filip VUČAJNK¹, Igor ŠANTAVEC², Alojz SREŠ³, Matej VIDRIH⁴, Stanislav
TRDAN⁵

^{1,2,4,5}Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Ljubljana

³Bayer d.o.o. CropScience, Ljubljana

IZVLEČEK

Na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani smo v letu 2018 izvedli dva poskusa, v katerih smo analizirali vsebnost mikotoksina deoksivalenol v pšeničnem zrnju in pridelek izbranih sort ozimne pšenice. V prvem poskusu smo uporabili sorto ozimne pšenice 'Bastide'. Pri tem poskusu smo izvedli direktno setev z vlečeno sejalnico Gaspardo Directa 300. Pri prvem obravnavanju smo izvedli škropljenje proti fuzariozam klasa s fungicidom Prosaro (a.s. protiokonazol in tebukonazol), medtem ko pri drugem obravnavanju tega škropljenja nismo izvedli. Pri obeh obravnavanjih je vsebnost deoksivalenola močno preseгла največjo dovoljeno vrednost za pšenično zrnje, ki znaša 1250 µg/kg suhe snovi. V drugem poskusu smo analizirali pridelek sedmih sort ozimne pšenice in vsebnost deoksivalenola v zrnju. V tem poskusu smo uporabili konvencionalen način pridelave in kemičnega varstva rastlin. Pri vseh sedmih sortah ozimne pšenice je bila vsebnost deoksivalenola v zrnju pod največjo dovoljeno vrednostjo.

Ključne besede: direktna setev, mikotoksini, ozimna pšenica

ABSTRACT

GRAIN ANALYSIS OF MYCOTOXIN DEOXYNIVALENOL AND YIELD OF SELECTED WINTER WHEAT CULTIVARS

In 2018 two trials were performed at the Laboratory Field of Biotechnical Faculty in Ljubljana, in which we analyzed the content of mycotoxin deoxynivalenol in winter wheat grain and yield of selected winter wheat cultivars. In the first trial winter wheat cultivar Bastide was used. In this trial we performed the no till system using trailed seed drill Gaspardo Directa 300. By the first treatment the spraying with the fungicide Prosaro (a.i. prothioconazole and tebuconazole) against fusarium head blight was applied, while at the second treatment such spraying was not carried out. By both treatments the deoxynivalenol content exceeded significantly the maximum permitted level for the

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

² asist. dr., prav tam

³ dr., Bayer d.o.o. Crop Science, Bravničarjeva 13, SI-1000 Ljubljana

⁴ doc. dr., Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana

⁵ prof. dr., prav tam

wheat grain, which is 1250 µg/kg of dry matter. In the second trial we analyzed the yield of seven winter wheat cultivars and deoxynivalenol content in the grain. In this trial the conventional way of production and chemical control was used. By all seven winter wheat cultivars the deoxynivalenol content in the grain was below the maximum permitted level.

Key words: no till, mycotoxins, winter wheat.

1 UVOD

Infekcije z glivami iz rodu *Fusarium* med cvetenjem ozimne pšenice privedejo do okužb zrnja in do znižanja pridelka zrnja tudi do 30 %. Poleg tega pride tudi do občutnega znižanja kakovosti zrnja, predvsem nižje absolutne mase zrnja, obarvanja zrnja in nagubanih zrn. Omenjene glive rastejo v notranjost zrnja zaradi česa pride do znižanja vsebnosti škroba in beljakovin v zrnju. Encimi α -amilaze od glive razgrajujejo škrob v zrnju in število padanja se precej zniža. Iz takšnega zrnja ni mogoče narediti kruha za humano uporabo.

Z oranjem lahko zmanjšamo vsebnost mikotoksinov v zrnju, saj slamo zadelamo v tla. Pri tem se spore ne morejo prenašati in okužiti naslednje kulture. Tako se nevarnost okužbe precej zmanjša (Christen, 2009). Pomembno je, da se koruznica predhodno zdrobi in razgradi v tleh, sicer lahko z naslednjim oranjem zopet pride na površje in omogoči nadaljnje okužbe. Pri konzervirajoči obdelavi tal in direktni setvi se zrnje poseje neposredno v okužene ostanke koruznice. Zaradi tega je pomembno, da izvedemo dva ukrepa, ki omogočita razgradnjo koruznice. Prvič je potrebno z mulčerji dobro zdrobiti koruznico, tako da so posamezni deli krajši od 15 cm. Razen mulčerjev lahko uporabimo tudi posebne valjarje s protirezili, pri katerih znaša hitrost delovanja 10 km/h. Razmak med valjarjem in protirezilom mora znašati od 2 do 4 mm. V drugem koraku je potrebno premešati ostanke koruznice z zemljo do globine 15 cm in hkrati prezračiti tla, da pospešimo razgradnjo. Bolj kot je koruznica razrezana na manjše kose in premešana z zemljo, hitrejša je njena razgradnja. Tako, da se še pred cvetenjem pšenice, vsa koruznica razgradi. Poleg obdelave tal tudi odpornost sorte na fuzarioze klasa močno zmanjša infekcije klasov in poznejšo vsebnost mikotoksinov v zrnju (Miedaner, 2012). Blandino in sod. (2012) so ugotavljali vpliv obdelave tal, občutljivosti sorte in uporabe triazolnih fungicidov na vsebnost deoksinivalenola (DON) in pridelok pšeničnega zrnja. Interakcije med omenjenimi dejavniki so bile značilne za vsebnost DON. Za preprečevanje kontaminacije zrna z DON-om je potrebno oranje, odporna sorta in škropljenje s triazolnim fungicidom v obdobju klasenja. Na takšen način se je vsebnost DON v zrnju zmanjšala za 97 %. Najvišja vsebnost DON se je pojavila pri direktni setvi, občutljivi sorti in če ni bilo izvedenega škropljenja s triazolnim fungicidom v klas.

V raziskavi smo želeli ugotoviti vsebnost mikotoksina DON v zrnju pri direktni setvi ozimne pšenice in pri različnih sortah ozimne pšenice, ki so bile vključene v konvencionalni sistem pridelave in obdelave tal.

2 MATERIAL IN METODE

V letu 2017 smo na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani izvedli dva poljska poskusa. Prvi poskus je vključeval direktno setev ozimne pšenice 'Bastide'. Gre za občutljivo sorto na fuzarioze klasa, srednje zgodnjo, tip klasa je golica. Setev smo izvedli z vlečeno sejalnico za direktno setev Gaspardo Directa 300 z delovno širino 3 m in traktorjem New Holland T6.140 z imensko močjo 89 kW (121 KM). Masa prazne sejalnice znaša 3900 kg, število sejalnih diskov je 17 in medvrstna razdalja 18 cm. Gre za mehansko sejalnico s posameznimi zajemali za zrnje na skupni sejalni gredi. Setveni odmerki je znašal 250 kg/ha. Predposevek je bila koruza za zrnje. Koruznica je bila po spravi sesekana z mulčerjem kladivarjem. Vsa agrotehnična opravila so bila izvedena v skladu z dobro kmetijsko prakso. Poskusno parcelo smo razdelili na dva dela. Na prvi polovici parcele smo izvedli škropljenje v klas s fungicidom Prosaro (a.s. tebukonazol in protiokonazol) v odmerku 1,0 l/ha, na drugi polovici parcele pa ne. Škropljenje smo izvedli s traktorsko nošeno škropilnico AGS 600 EN. Uporabili smo injektorske šobe z zmanjšanim zanašanjem in dvojnimi curkom IDTA 120 03 C, proizvajalca Lechler. Tlak škropljenja je znašal 5,0 bar, hitrost škropljenja 6,1 km in poraba vode 300 l/ha. Srednji volumski premer kapljic (VMD) je znašal 350 µm. Pri spravi zrnja smo vzeli vzorce zrnja za analizo na vsebnost DON v zrnju iz škropljene parcele s fungicidom v klas in iz neškropljene parcele. Analizo so opravili v kemičnem laboratoriju na Kmetijsko gozdarskem zavodu Ptuj po encimski metodi Rosa®DON Quantitative Flow Chart test. Pridelka v tem poskusu nismo analizirali zaradi prenizkega sklopa rastlin, ki je bil posledica zastajanja vode po setvi in tekom sezone.

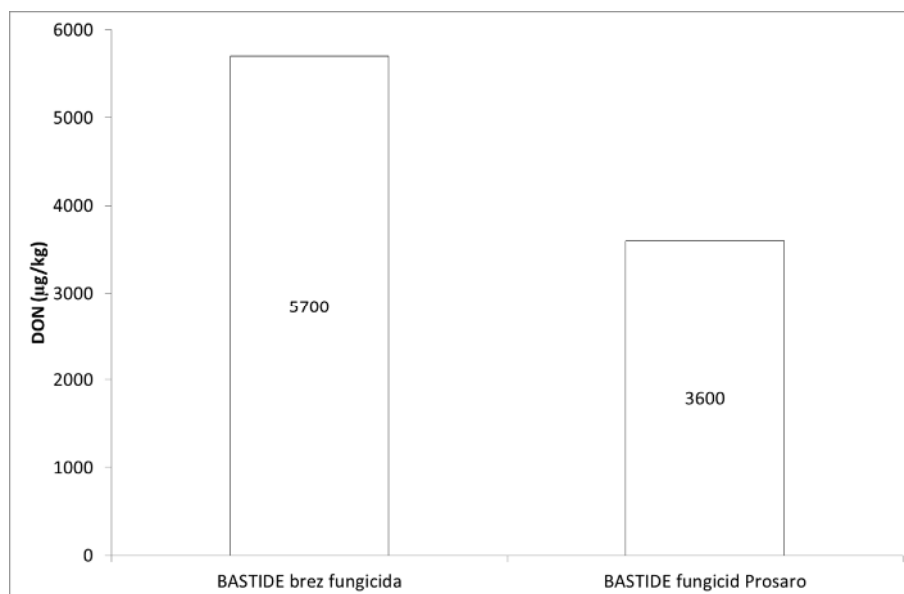
470

V drugi poskus so bile vključene različne sorte ozimne pšenice, in sicer 'Bastide', 'Bc Mandica', 'Krajcar', 'Lennox', 'Menrot', 'Mente', 'Nador'. V tem poskusu smo uporabili konvencionalni način obdelave tal, ki je vključeval oranje in dva prehoda z vrtavkasto brano. Setev je bila opravljena z mehansko sejalnico za strnjeno setev Amazone D9 2500 Special. Masa prazne sejalnice znaša 710 kg, medvrstna razdalja 12 cm in sejalnica ima 21 sejalnih diskov. Vsaka sorta je bila posejana na površini 0,10 ha. Vsa agrotehnična dela (gnojenje, škropljenje) so bila narejena kot dobra agronomska praksa. Izvedeno je bilo škropljenje v klas proti fuzariozam klasa s fungicidom Prosaro po istem postopku kot v prvem poskusu. Po žetvi smo stehali pridelek in izmerili vlažnost zrnja z merilnikom Pfeuffer HE 50. Nato smo vzeli vzorce zrnja za analizo DON po encimski metodi, ki je že omenjena zgoraj.

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

Pri direktni setvi ozimne pšenice sorte 'Bastide' je vsebnost mikotoksina DON v zrnju močno preseгла dovoljeno vrednost, ki znaša 1250 µg/kg suhe snovi zrnja (slika 1). Z uporabo fungicida Prosaro (a.s. tebukonazol in protiokonazol) nismo uspeli zmanjšati vsebnosti DON pod dovoljeno vrednost. Očitno se je izkazalo, da z direktno setvijo občutljive sorte za fuzarioze klasa ne moremo učinkovito zmanjšati vsebnost DON v zrnju. Tu se naše ugotovitve ujemajo z rezultati Blandina in sod. (2012), ki navajajo, da se presežene vrednosti DON pojavljajo pri direktni setvi, pri občutljivi sorti in brez uporabe fungicida v klas. Tudi z uporabo fungicida za zatiranje fuzarioz klasa nismo uspeli zmanjšati vsebnost DON na želeno raven. Zaradi obilice padavin po setvi je veliko semena v tleh propadlo, ker so težja tla v poskusu manj odcedna in bolj zbita.

Zaradi vsega naštetega direktna setev pšenice po našem mnenju na takšnih tleh ni smiselna.



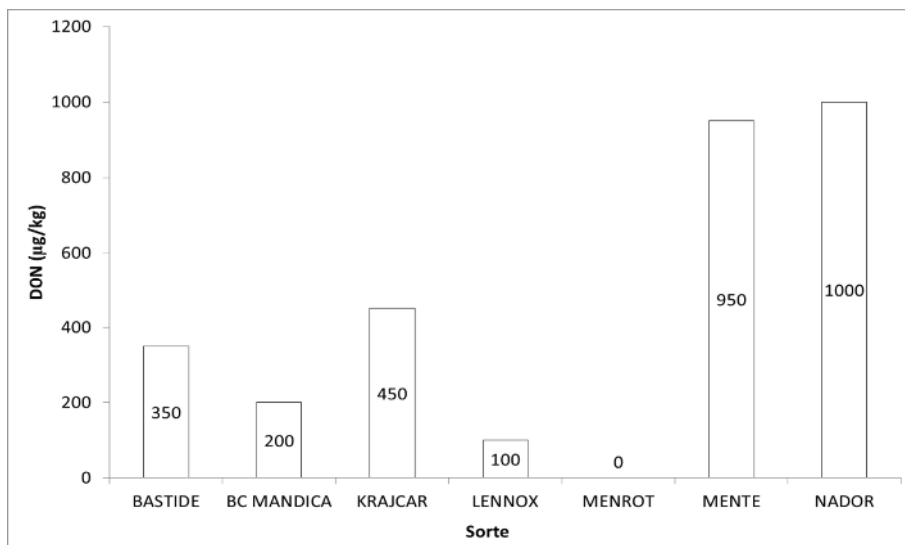
471

Slika 1: Vsebnost mikotoksina DON v zrnju pri direktni setvi ozimne pšenice, sorte 'Bastide' v letu 2018.

V drugem poskusu smo izvedli konvencionalni način obdelave tal, ki je vključeval oranje do globine 25 cm in nadaljnjo obdelavo z vrtavkasto brano. Pri tem načinu smo koruznico predhodno sesekali z mulčerjem kladivarjem in jo nato zaorali. Pri nobeni od sort nismo presegli dovoljene vrednosti DON 120 µg/kg suhe snovi zrnja (slika 2). Najbolj smo se tej vrednosti približali pri sortah 'Mente' (950 µg/kg) in 'Nador' (1000 µg/kg). Očitno sta slednji dve sorti bolj dovzetni za fuzarioze klasa. Pri sorti 'Menrot' praktično DON-a v zrnju ni bilo. Zanimivo je, da je bila pri sorti 'Bastide' vsebnost DON-a daleč pod dovoljeno mejo in je znašala 350 µg/kg. Rezultati kažejo, da lahko z oranjem in uporabo fungicida v klas učinkovito zmanjšamo vsebnost pod dovoljeno mejo. To je lepo razvidno pri sorti 'Bastide', kjer smo pri konvencionalni obdelavi tal uporabili isto seme kot pri direktni setvi pšenice in smo učinkovito znižali vsebnost DON v zrnju na 350 µg/kg suhe snovi zrnja.

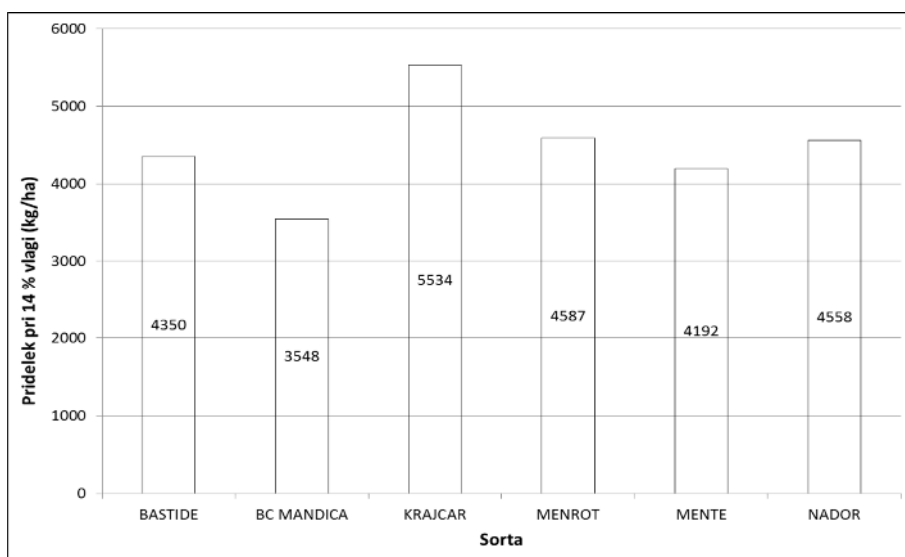
Pridelki zrnja uporabljenih sort ozimne pšenice so bili večinoma pod povprečjem za leto 2017, ki znaša za Slovenijo 5031 kg/ha (FAO STAT, 2017). Le pri sorti 'Krajcar' smo presegli to vrednost, in sicer je pridelek zrnja znašal 5534 kg/ha (slika 3). Najnižji pridelek zrnja je bil pri sorti 'Bc Mandica' 3548 kg/ha. Pri večini ostalih sort se je pridelek gibal od 4192 do 4587 kg/ha. Pričakovali smo večje pridelke zrnja, saj smo izvedli trikratno dognojevanje pšenice, dvakratno uporabo fungicida, enkratno uporabo herbicida in insekticida, kot je priporočeno za intenzivno pridelavo pšenice. Veliko

težavo je namreč predstavljala stoječa voda, ki je zredčila posevek, kar se je pozneje odrazilo na pridelku.



472

Slika 2: Vsebnosti mikotoksina DON v zrnju pri sortah pšenice, pridelane na konvencionalni način v letu 2018.



Slika 3: Priderek zrnja pri 14 % vlažnosti pri različnih sortah ozimne pšenice v letu 2018.

4 SKLEPI

- Pri direktni setvi ozimne pšenice je bila močno presežena dovoljena meja za mikotoksin DON v zrnju (1250 µg/kg) tudi, če smo uporabili fungicid proti fuzariozam klasa.
- Brez uporabe fungicida je bila vsebnost DON v zrnju pri direktni setvi pšenice se višja kot, če smo fungicid uporabili.
- Pri konvencionalni obdelavi tal, ki je vključevala oranje, klasično tehnologijo in fungicid proti fuzariozam klasa, pri nobeni sorti ozimne pšenice ni bila presežena dovoljena meja za DON v zrnju.
- Pridelki zrnja so bili pri večini sort pod slovenskim povprečjem za leto 2017, ki znaša 5031 kg/ha.

5 LITERATURA

- Blandino, M., Haidukowski, M., Pascale, M., Plizzari, L., Scudellari, D., Reyneri, A. 2012. Integrated strategies for the control of Fusarium head blight and deoxynivalenol contamination in winter wheat. *Field Crops Research*, 133: 139-149.
- Christen, O. 2009. *Winterweizen – Das Handbuch für Profis*. Frankfurt am Main, DLG Verlag: 383 str.
- FAO STAT. 2017. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>
- Miedaner, T. 2012. *Mykotoxine in Weizen und Mais*. Frankfurt am Main, DLG Verlag: 88 str.

473

UČINKOVITOST SLOVENSКИH IZOLATOV ENTOMOPATOGENIH GLIV IZ RODOV *Beauveria* IN *Metarhizium* NA DVEH TESTNIH ORGANIZMIH

Katarina KOS¹, Tanja KOPINŠEK², Franci Aco CELAR³

¹⁻³Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Ljubljana

IZVLEČEK

V raziskavi smo preizkušali učinkovitost gliv iz rodov *Beauveria* in *Metarhizium*. Uporabili smo izolate gliv iz cele Slovenije, izoliranih iz tal z različno namensko rabo, na dveh testnih organizmih, gosenicah voščene vešče (*Galleria mellonella*) in ličinkah mokaarja (*Tenebrio molitor*). Po pričakovanjih je bila smrtnost večja pri bolj občutljivih ličinkah voščene vešče kot pri mokaarju. Največja smrtnost po 4. dnevu po inokulaciji ličink je bila pri voščeni vešči 75 % pri 3 izolatih, pri mokaarju pa le 45 % pri enem izolatu. Vrsta *Metarhizium guizhouense* je okuževala le ličinke voščene vešče, medtem ko so vse ličinke mokaarja preživele.

Ključne besede: entomopatogene glive, *Beauveria bassiana*, *Metarhizium* sp., *Galleria mellonella*, *Tenebrio molitor*

474

ABSTRACT

THE EFFICACY OF SLOVENE ENTOMOPATHOGENIC FUNGI (*Beauveria* spp. AND *Metarhizium* spp.) ISOLATES ON TWO TEST ORGANISMS

The efficacy entomopathogenic fungi from two common genera *Beauveria* and *Metarhizium* was tested in our research. Isolates of the soil from different locations in Slovenia and with different usage were tested on larvae of the greater wax moth (*Galleria mellonella*) and of the mealworm (*Tenebrio molitor*). As expected, higher mortality was shown at more sensitive larvae of the greater wax moth than at the larvae of mealworm. The highest mortality after 4 days reached up to 75% mortality (3 isolates), meanwhile only 45% at mealworm (only one isolate). Entomopathogenic fungus *Metarhizium guizhouense* was successful infesting the larvae of the greater wax moth, but failed to infest the larvae of the mealworm.

Key words: entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana*, *Metarhizium* sp., *Galleria mellonella*, *Tenebrio molitor*

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

² študentka

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

1 UVOD

Biotični agensi na podlagi mikroorganizmov, kot so virusi, bakterije in glive, predstavljajo okolju prijazno alternativo kemičnim insekticidom (Chandler in sod., 2011, Lacey in sod., 2015). Entomopatogene glive so splošno razširjene v različnih tipih tal in različnih habitatih (Ibrahim in sod., 2016; Meyling in Eilenberg, 2006). Najpogosteje izolirane vrste v agroekosistemih so *Beauveria bassiana* (Bals.-Criv.) Vuill., *Metarhizium anisopliae* (Metschn.) Sorokin, *Purpureocillium lilacinum* (Thom) Luangsa-ard in sod. in *Isaria farinosa* (Holmsk.) Fr. Entomopatogena gliva *B. bassiana* je najbolj preučevana in najpogosteje uporabljena vrsta, ki se pojavlja v komercialno dostopnih biotičnih pripravkih, mikroinsekticidih, sledi pa ji vrsta *M. anisopliae*. Glede na generalistično naravo obeh gliv, je bila virulentnost obeh gliv preizkušena na različnih škodljivih organizmih, predvsem na žuželkah (*Galleria mellonella* L., *Rhynchophorus ferrugineus* Olivier, A.G., *Eurygaster integriceps* Puton,...) pa tudi na pršicah (*Varroa destructor* (Anderson and Trueman)) (Rodriguez in sod. 2009).

V raziskavi smo želeli preizkusiti virulentnost slovenskih izolatov dveh najpogostejših in v biotičnem varstvu najbolj uporabljenih rodov entomopatogenih gliv. Poskuse smo izvedli na ličinkah voščene vešče, ki veljajo za izredno občutljive gostitelje in na ličinkah mokarja, ki niso tako občutljivi in se pogosto uporabljajo v podobnih laboratorijskih poskusih.

475

2 MATERIALI IN METODE

V poskusu smo uporabili 14 izolatov 4 vrst entomopatogenih gliv (*Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *M. robertsii*, *M. guizhouense*). Izolate smo izolirali iz tal z različno rabo (njiva, travnik, vinograd, sadovnjak itd.) iz cele Slovenije. V poskusu smo ličinke mokarja in voščene vešče inokulirali z glivami tako, da smo po 20 osebkov vsake vrste prelili z suspenzijo spor posamezne entomopatogene glive z dodatkom detergenta TWIN (0,1 %). Število spor v suspenziji se je gibalo od 2,4 do 12,73 spor/10 µl suspenzije. Inokulirane ličinke smo nato razporedili v 4 ponovitve po 5 osebkov. Dali smo jih v steklene petrijevke, katere smo zaprli s parafilmom. Le te smo nato dali v rastno komoro na optimalne razmere za ličinke, v temo na 25 °C. Ličinke smo nato opazovali prvi, drugi, tretji, četrti, osmi, deveti, deseti, enajsti in šestnajsti dan po inokulaciji. Vsak dan smo opazovali spremembe na ličinkah v posamezni petrijevki. Poleg okuženosti in smrtnosti smo opazovali tudi število bub in razvitih žuželk ter razlike med okuženimi ličinkami voščene vešče in ličinkami mokarja. Slike 1 do 4 prikazujejo smrtnost ličink mokarja po 16. dneh, saj v kontrolnem obravnavanju ni poginila nobena ličinka mokarja in smrtnost ličink voščene vešče po 8. dneh, ko je bila v kontrolnem obravnavanju ugotovljena 15 % smrtnost.

Preglednica 1: V poskusu uporabljeni izolati entomopatogenih gliv (EPG) izolirani iz tal z različno rabo.

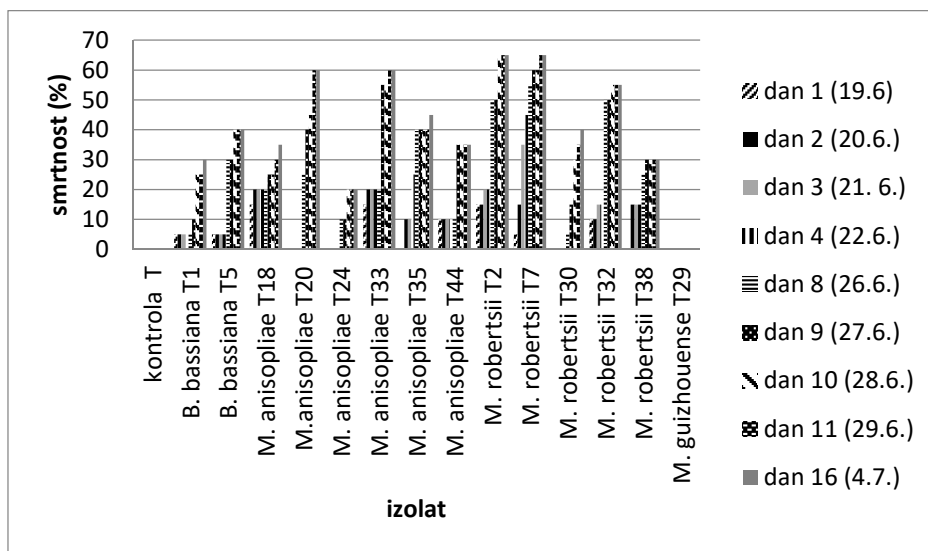
Vrsta in izolat EPG	Raba tal
<i>B. bassiana</i> T1	njiva (strune)
<i>B. bassiana</i> T5	koruzišče

<i>M. anisopliae</i> T18	travnik-ekstenziven
<i>M. anisopliae</i> T20	njiva
<i>M. anisopliae</i> T24	njiva
<i>M. anisopliae</i> T33	vinograd
<i>M. anisopliae</i> T35	matičnjak trte
<i>M. anisopliae</i> T44	sadovnjak
<i>M. robertsii</i> T2	njiva (strune)
<i>M. robertsii</i> T7	trta
<i>M. robertsii</i> T30	matičnjak trte
<i>M. robertsii</i> T32	ječmen
<i>M. robertsii</i> T38	njiva-koruza
<i>M. guizhouense</i> T29	vrt

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

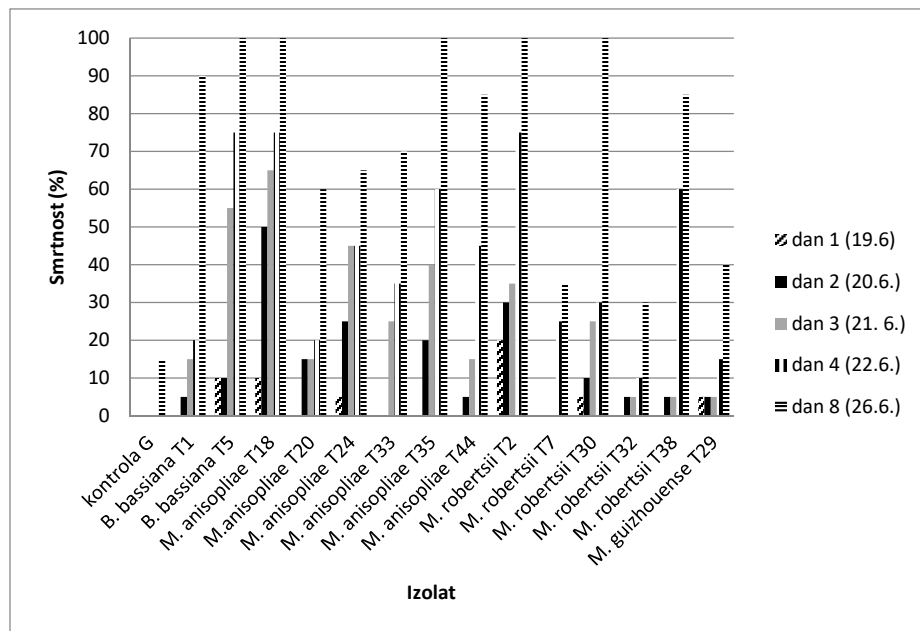
Zanimivo je, da je le izolat glive *M. robertsii* T2 (izoliran iz njivski tal v Bukovici, kjer so bile zastopane strune) povzročil veliko smrtnost pri obeh preučevanih žuželkah. Ostali izolati so delovali bodisi na ličinke voščene vešče bodisi na mokařja, edino vrsta *M. guizhouense* ni imela nikakršnega učinka na ličinke mokařja tudi po 16. dneħ (slika 1).

476



Slika 1: Smrtnost ličink mokařja po inokulaciji z izolati različnih entomopatogenih gliv po 16. dneħ.

Največjo smrtnost mokaerja po 10 dneh so povzročili izolati gliv *M. robertsii* T2 in T7 (65 %) ter *M. anisopliae* T20 in T33 (60 %), medtem ko je bila pri izolatih glive *B. bassiana* po 10. dneh ugotovljena največ 40 % smrtnost (slika 1). Pri kontrolnem obravnavanju in vrsti *M. guizhouense* so tudi po 16. dneh poskusa preživelii vsi osebki, medtem ko je pri voščeni vešči 8. dan po obravnavanju poginilo 15 % osebkov v kontrolnem obravnavanju.

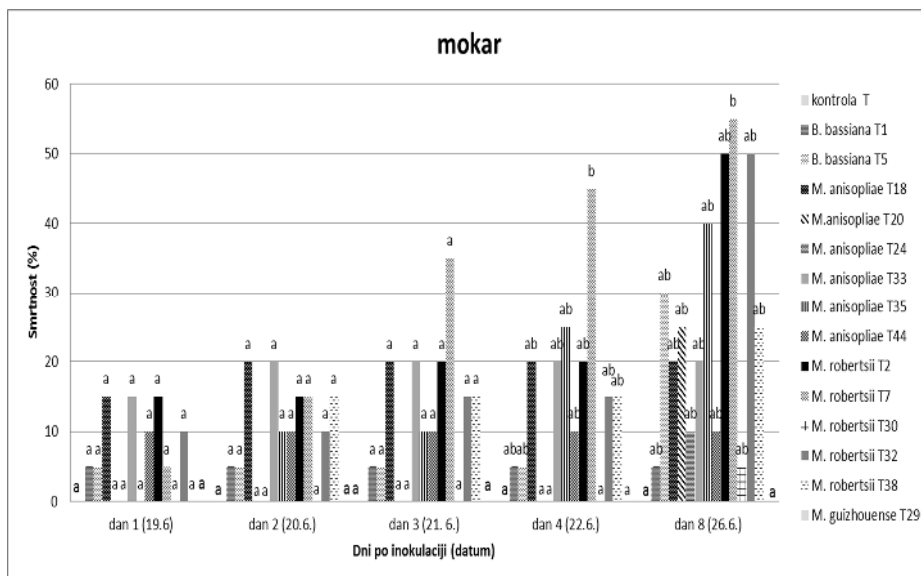


Slika 2: Smrtnost ličink voščene vešče inokuliranih z izolati različnih entomopatogenih gliv po 8. dneh.

Ličinke voščene vešče so bile veliko bolj občutljive za okužbo z entomopatogenimi glivami (slika 2). Pri izolatu T2 (*M. robertsii*) je bila smrtnost že 1. dan po okužbi 20 %, 8. dan po okužbi pa že 100 %. Vse ličinke so poginile po 8. dneh tudi pri izolatih T5 (*B. bassiana*), T18 in T35 (*M. anisopliae*), ter T30 (*M. robertsii*).

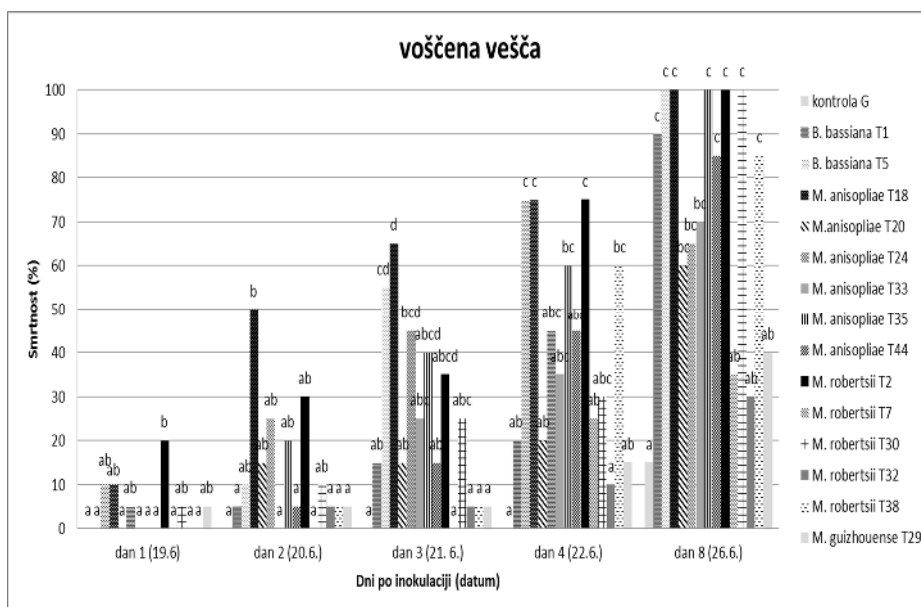
Pri mokaerju smrtnost ličink dan po inokulaciji pri nobenem izolatu ni dosegla 20 %, potem pa se je v naslednjih dneh pri določenih izolatih le počasi večala in po 8. dneh preseгла 50 % le pri treh izolatih glive *M. robertsii* (T7, T2 in T32), statistično značilno razlika pa smo potrdili le pri izolatu T7.

Smrtnost ličink voščene vešče pa je bila prvi dan po inokulaciji pri večini izolatov zelo majhna ali nična, drugi dan pa je pri izolatu T18 poskočila že na 50 %, četrti dan pa je preseгла 70 % že pri treh izolatih (T5, T18 in T2). 100 % smrtnost po 8. dneh smo ugotovili pri 5 izolatih (T5, T18, T35, T2 in T30) treh vrst entomopatogenov *B. bassiana*, *M. anisopliae* in *M. robertsii*.



Slika 3: Smrtnost ličink mokarja po inokulaciji z izolati različnih gliv po posameznih dnevih.

478



Slika 4: Smrtnost ličink voščene vešče po inokulaciji z izolati različnih gliv po posameznih dnevih.

Vrsta *B. bassiana* (izolat T5) pri mokarju ni povzročila niti 50 % smrtnosti po 16. dneh, medtem ko je pri bolj občutljivem gostitelju (voščeni vešči) dosegla 90-100 % smrtnost že po 8. dneh, kar sovпада s podatki o dovzetnosti gosenic za okužbo s to glivo pri drugih raziskovalcih (Ibrahim in sod., 2016; Oreste in sod., 2012). Oreste in sod. (2012) so ugotovili, da smrtnost ličink mokarja pri izolatih glive *B. bassiana* variira od 30 do 100 %, medtem ko so preučevani izolati glive *M. anisopliae* dosegali nad 80 % smrtnost. Zanimivo je, da najbolj učinkovit izolat pri mokarju (*M. robertsii* -T7) ni bil učinkovit pri voščeni vešči in je dosegel le 35 % smrtnost.

5 SKLEPI

Virulentnost variira glede na vrsto glive in tudi med izolati posameznih vrst entomopatogenih gliv ne glede na rabo tal, iz katerih je bila gliva izolirana. Potencialno zanimivi za nadaljnje preučevanje bi bili poleg izolatov *M. robertsii* (T7, T2) in *B. bassiana* (T5) tudi nekateri izolati vrste *M. anisopliae* (T33 in T35).

5 ZAHVALA

Raziskava je opravljena v okviru programa strokovnih nalog s področja zdravstvenega varstva rastlin, ki ga financira UVHVVR.

6 VIRI

- Chandler D1, Bailey AS, Tatchell GM, Davidson G, Greaves J, Grant WP. 2011. The development, regulation and use of biopesticides for integrated pest management. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci.* 2011 Jul 12;366(1573):1987-98
- Gindin, G., Levski, S., Glazer, I., Soroker, V., 2006. Evaluation of the entomopathogenic fungi *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* against the red palm weevil *Rhynchophorus ferrugineus*. *Phytoparasitica* 34: 370-379.
- Ibrahim, A.A., Mohamed H., El-Naggar S.E.M., Swelim M.A., Elkhawaga. 2016. Isolation and Selection of Entomopathogenic Fungi as Biocontrol Agent against the Greater Wax Moth, *Galleria mellonella* L. (Lepidoptera: Pyralidae). *Egyptian journal of pest control* 26 (2): 249-253.
- Kivan, M. 2007. Pathogenicity of entomopathogenic fungi, *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* var *anisoplia* (Deuteromycotina: Hyphomycetes) against *Eurygaster integriceps* (Heteroptera: Scutelleridae). *Entomologia Generalis*, 30 (1): 63-69.
- Lacey L.A., Grzywacz D., Shapiro-Ilan D.I., Frutos R., Brownbridge M., Goettel M.S. 2015. Insect pathogens as biological control agents: Back to the future. *J Invertebr Pathol.* 132:1-41
- Oreste M., Bubici G., Poliseo M., Triggiani O., Tarasco E. 2012. Pathogenicity of *Beauveria bassiana* (Bals.-Criv.) Vuill. and *Metarhizium anisopliae* (Metschn.) Sorokin against *Galleria mellonella* L. and *Tenebrio molitor* L. in laboratory assays. *Redia* 95: 43-48
- Meyling, N. V. and Eilenberg, J. 2006. Occurrence and distribution of soil borne entomopathogenic fungi within a single organic agroecosystem. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 113, 336-341.
- Rodriguez, M.; Gerding, M., France, A. 2009. Selection of Entomopathogenic Fungi to Control *Varroa destructor* (Acari: Varroidae). *Chilean J. Agric. Res.* 69,(4): 534-540

ENTOMOPATOGENE GLIVE V SLOVENSkih TLEH

Katarina KOS¹, Jernej JAKŠE², Franci Aco CELAR³

¹⁻³Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Ljubljana

IZVLEČEK

V letih 2015-2017 smo na celotnem območju Slovenije vzorčili tla na zemljiščih z različno namensko rabo. Vzorčili smo na 81 lokacijah in izolirali prek 460 izolatov potencialno entomopatogenih gliv. S pomočjo molekulskih analiz smo določili 27 vrst potencialno entomopatogenih (iz rodov *Beauveria*, *Clonostachys*, *Cordyceps*, *Isaria*, *Lecanicillium*, *Metacordyceps*, *Metarhizium*, *Ophiocordyceps*, *Pochonia*, *Simplicillium* ter *Torrubiella*), antagonističnih (iz rodov *Clonostachys*, *Mucor* in *Simplicillium*) in nematopatogenih vrst gliv (iz rodov *Cunninghamella*, *Lecanicillium*, *Metacordyceps*, *Paecilomyces*, *Pochonia* ter *Purpureocillium*).

Ključne besede: entomopatogene glive, tla, Slovenija

ABSTRACT

ENTOMOPATHOGENIC FUNGI IN SLOVENE SOIL

In years 2015-2017 samples of the soil of different usage were taken throughout Slovenia. Samples were taken in 81 locations and over 460 isolates of potentially entomopathogenic fungi were found. Molecular analyzes showed that there are 27 species of potentially entomopathogenic (from genera *Beauveria*, *Clonostachys*, *Cordyceps*, *Isaria*, *Lecanicillium*, *Metacordyceps*, *Metarhizium*, *Ophiocordyceps*, *Pochonia*, *Simplicillium* and *Torrubiella*), antagonistic (*Clonostachys*, *Mucor* and *Simplicillium*) and nematopathogenic fungi (*Cunninghamella*, *Lecanicillium*, *Metacordyceps*, *Paecilomyces*, *Pochonia* and *Purpureocillium*).

Key words: entomopathogenic fungi, soil, Slovenia

1 UVOD

Tla predstavljajo pomemben rezervoar za entomopatogene glive, ki imajo pomembno vlogo pri omejevanju populacij členonožcev v tleh. Ocenjuje se, da je skoraj 90 % vrst škodljivih členonožcev v svojem razvoju vsaj delno vezanih na talni habitat (Hajek, 2010). Določene specifične vrste iz reda Hypocreales so sposobne ustvariti interakcijo s koreninskim sistemom rastlin, kar bi omogočilo preživetje teh vrst tudi brez žuželčjega gostitelja (Hu in St. Leger, 2002; Klingen in sod., 2015). Podatki o lokalnih

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

² izr. prof. dr., prav tam

³ izr. prof. dr., prav tam

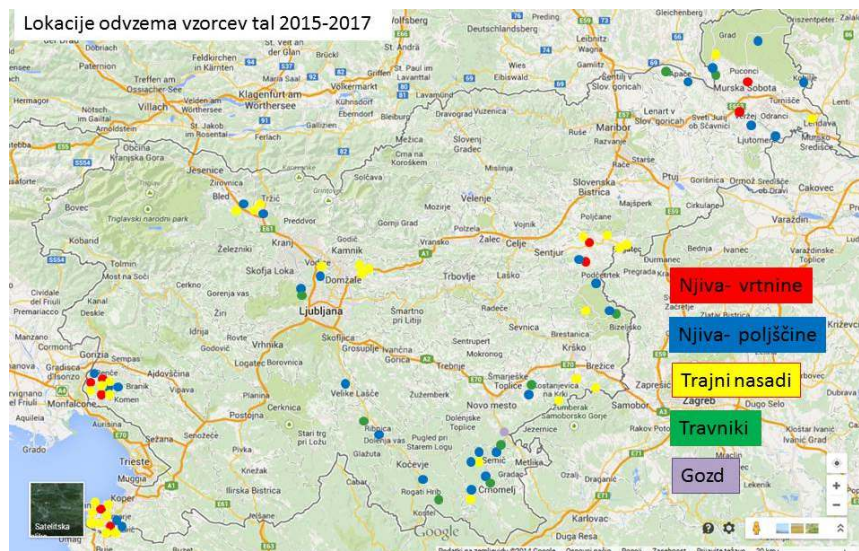
izolatih entomopatogenih gliv, njihova raznovrstnost in razširjenost na določenem območju nam lahko pomagajo pri varstvu rastlin proti škodljivcem v agroekosistemi (Meyling in Eilenberg, 2006). Na svetu je znanih okoli 90 rodov in 700 vrst entomopatogenih gliv, nekje 400 le-teh ima širok nabor gostiteljev (Charnley in Collins, 2007; Oliveira in sod., 2012; Onofre in sod., 2001). Entomopatogene glive imajo velik potencial v biotičnem varstvu rastlin in v zadnjem desetletju je bilo razvitih okoli 170 formulacij na podlagi vsaj 12 vrst teh gliv oziroma njihovih sekundarnih metabolitov, večinoma iz vrst *B. bassiana* (33,9 %), *M. anisopliae* (33,9 %), *Isaria fumosorosea* in *B. brongniartii* (Faria in Wraight, 2007).

V raziskavi smo želeli določiti vrstno pestrost domorodnih entomopatogenih in drugih potencialno koristnih gliv (antagonisti in nematopatogeni), ki bi se lahko uporabljali pri biotičnem varstvu rastlin.

2 MATERIALI IN METODE

V raziskavi smo vzorčili tla na različnih pridelovalnih zemljiščih po celi Sloveniji v obdobju od leta 2015 do 2017. Odvzetih je bilo 81 vzorcev tal (14 na območju Severne Primorske in Notranjske, 11 na Štajerskem, 12 v Slovenski Istri, 12 na Gorenjskem in Osrednji Sloveniji, 12 v Prekmurju, 10 na Dolenjskem in 10 v Beli Krajini) z različno rabo tal (trajni nasadi, njive s poljščinami, njive in vrtovi z vrtninami, travniki in gozd). Vzorčenje je potekalo v aprilu in maju s pomočjo talne sonde do globine 10 cm. Vzorce smo 1–2 dni hranili na sobni temperaturi (20–25 °C), jih presejali skozi 2-milimetrsko sito, homogenizirali in jih shranili v hladilniku pri 4 °C.

481



Slika 1: Lokacije odvzema vzorcev tal v letih 2015-2017 z različno namensko rabo tal.

Po tri podvzorce po 10 g iz vsakega homogeniziranega vzorca smo dali v 100-mililitrske erlenmajerice s širokim vratom. Dodali smo 40 ml raztopine Tween 80 (0,1 % (v/v)) v vsako erlenmajerico in jih prestavili v vodno kopel na 25 °C za 30 min, nato pa še v ultrasonično kopel za 30 sekund. Po 4 agarne plošče s selektivnim gojiščem (Sauboraud – 2 % glukozni agar + antibiotiki in dodin) smo inokulirali s 50 µl pripravljene suspenzije in jo razmazali z Drigalski spatulo. Nacepljene agarne plošče smo inkubirali na 25 °C pri 60 % r.z.v., dokler kolonije niso bile vidne. Nato smo izolirali zrasle glive na posamezne agarne plošče, jih večkrat precepili, da smo dobili čiste kulture in primerjalno odbrali izolate za molekulske analize. Dobili smo 460 izolatov, od katerih smo na 193 izolatih opravili genetske analize na rRNA regijah ITS1, ITS2 in ITS4.

3 REZULTATI

Najbolj splošno razširjeni vrsti v Sloveniji sta *Tolypocladium japonicum* in *Metacordyceps chlamydosporia*, kateri smo našli v vseh regijah in v tleh z različno rabo tal (trajni nasadi, njive s poljščinami, njive z vrtninami, travniki), sledijo glive *Purpureocillium lilacinum*, *Metarhizium anisopliae* in *M. robertsii*, pogosti sta tudi vrsti *M. brunneum* ter *Clonostachys rosea*. Glede na rabo tal, so bili z entomopatogenimi glivami vrstno najbolj pestri trajni nasadi (17 vrst) in travniki (17 vrst), sledijo njive s poljščinami (12 vrst) in njive z vrtninami (9 vrst).

482

Preglednica 1: Seznam najdenih vrst gliv v tleh s potencialnim entomopatogenim/nematopatogenim/antagonističnim delovanjem.

vrsta	potencialni	sistematika	leto vzorčenja
<i>Clonostachys rosea</i> (Link)	antagonist, entomopatogen	Fungi, Ascomycota, Sordariomycetes, Hypocreales, Bionectriaceae	2015, 2017
<i>Beauveria bassiana</i> (Bals.-Criv.)	entomopatogen	Fungi, Ascomycota, Sordariomycetes, Hypocreales, Cordycipitaceae	2015, 2017
<i>Beauveria brongniartii</i> (Sacc.)	entomopatogen	Fungi, Ascomycota, Sordariomycetes, Hypocreales, Cordycipitaceae	2015
<i>Tolypocladium japonicum</i> = sin. <i>Cordyceps japonica</i> (Lloyd)	entomopatogen	Fungi, Ascomycota, Sordariomycetes, Hypocreales, Cordycipitaceae	2015, 2016, 2017
<i>Cordyceps</i> (sin. <i>Isaria</i>) <i>farinosa</i> (Holmsk.)	entomopatogen	Fungi, Ascomycota, Sordariomycetes, Hypocreales, Cordycipitaceae	2017
<i>Cordyceps</i> (sin. <i>Isaria</i>) <i>fumosorosea</i> (Holmsk.)	entomopatogen	Fungi, Ascomycota, Sordariomycetes, Hypocreales, Cordycipitaceae	2017

<i>Lecanicillium aphanocladii</i> Zare & W. Gams	antagonist, entomopatogen	Fungi, Ascomycota, Sordariomycetes, Hypocreales, Cordycipitaceae	2017
<i>Lecanicillium psalliotae</i> (Treschew)	nematopatogen, entomopatogen	Fungi, Ascomycota, Sordariomycetes, Hypocreales, Cordycipitaceae	2017
<i>Ophiocordyceps nutans</i> = <i>sin.</i> <i>Cordyceps nutans</i> (Pat.)	entomopatogen	Fungi, Ascomycota, Sordariomycetes, Hypocreales, Cordycipitaceae	2017
<i>Simplicillium lamellicola</i> (F.E.V. Sm.)	antagonist in entomopatogen	Fungi, Ascomycota, Sordariomycetes, Hypocreales, Cordycipitaceae	2015
<i>Torrubiella sp.</i>	entomopatogen	Fungi, Ascomycota, Sordariomycetes, Hypocreales, Cordycipitaceae	2015
<i>Metacordyceps brittlebanksoides</i> (Zuo Y. Liu, Z.Q. Liang, Whalley, Y.J. Yao & A.Y. Liu)	entomopatogen	Fungi, Ascomycota, Sordariomycetes, Hypocreales, Clavicipitaceae	2016
<i>Metacordyceps chlamydosporia</i> = <i>Pochonia chlamydosporia</i> (H.C. Evans)	nematopatogen	Fungi, Ascomycota, Sordariomycetes, Hypocreales, Clavicipitaceae	2015, 2016, 2017
<i>Metarhizium anisopliae</i> (Metschn.)	entomopatogen	Fungi, Ascomycota, Sordariomycetes, Hypocreales, Clavicipitaceae	2015, 2016, 2017
<i>Metarhizium brunneum</i> Petch	entomopatogen	Fungi, Ascomycota, Sordariomycetes, Hypocreales, Clavicipitaceae	2016, 2017
<i>Metarhizium carneum</i> = <i>Paecilomyces</i> <i>carneus</i> (Duché & R. Heim)	entomopatogen	Fungi, Ascomycota, Sordariomycetes, Hypocreales, Clavicipitaceae	2017
<i>Metarhizium pinghaense</i> = <i>M. anisopliae</i> *	entomopatogen	Fungi, Ascomycota, Sordariomycetes, Hypocreales, Clavicipitaceae	2017
<i>Metarhizium robertsii</i> J.F. Bisch., S.A. Rehner & Humber	entomopatogen	Fungi, Ascomycota, Sordariomycetes, Hypocreales, Clavicipitaceae	2015, 2016, 2017
<i>Metarhizium guizhouense</i> = <i>M.</i> <i>anisopliae</i> *	entomopatogen	Fungi, Ascomycota, Sordariomycetes, Hypocreales, Clavicipitaceae	2015, 2017
<i>Metarhizium</i> = <i>sin. Paecilomyces</i> <i>marquandii</i> (Masse)	nematopatogen	Fungi, Ascomycota, Sordariomycetes, Hypocreales, Clavicipitaceae	2017
<i>Metapochonia (sin. Pochonia) bulbilosa</i> (W. Gams & Malla)	nematopatogen, antagonist	Fungi, Ascomycota, Sordariomycetes, Hypocreales, Clavicipitaceae	2015
<i>Metapochonia (sin. Pochonia)</i> <i>suchlasporia</i> (W. Gams & Dackman)	nematopatogen, entomopatogen	Fungi, Ascomycota, Sordariomycetes, Hypocreales, Clavicipitaceae	2016

<i>Purpureocillium lilacinum</i> = <i>Paecilomyces lilacinus</i> (Thom)	nematopatogen, entomopatogen	Fungi, Ascomycota, Sordariomycetes, Hypocreales, Ophiocordycipitaceae	2015, 2016, 2017
<i>Purpureocillium lavenderum</i> Perdomo, Dania García, Gené, Cano & Guarro	nematopatogen, entomopatogen	Fungi, Ascomycota, Sordariomycetes, Hypocreales, Ophiocordycipitaceae	2016
<i>Ophiocordyceps heteropoda</i> (Kobayasi)	entomopatogen	Fungi, Ascomycota, Sordariomycetes, Hypocreales, Ophiocordycipitaceae	2016
<i>Cunninghamella elegans</i> Lendn.	nematopatogen	Fungi, Zygomycota, Mucoromycetes, Mucorales, Cunninghamellaceae	2017
<i>Mucor hiemalis</i> Wehmer	antagonist	Fungi, Zygomycota, Mucoromycetes, Mucorales, Mucoraceae	2015

* preimenovano v *M. anisopliae*

Največ izolatov smo dobili iz vzorcev tal na njivah s poljščinami (39 %), sledili so trajni nasadi (36 %), travniki (17 %) in njive z vrtninami (7,6 %), medtem ko smo imeli le 2 izolata iz vzorca gozda (0,4 %).

484

4 SKLEPI

Entomopatogene glive so bile zastopane praktično v vseh tleh, ne glede na rabo tal ali lokacijo. Največkrat zastopane glive v slovenskih tleh so bile vrste iz rodov *Metarhizium*, *Metacordyceps* in *Purpureocillium*, ki so se pojavljale v večini vzorcev s kmetijskih zemljišč. Zanimivo je, da se gliva *B. bassiana* ni pojavila v vzorcih iz travnikov, trajnih nasadov in vrtnin, temveč le na njivah s poljščinami.

5 ZAHVALA

Raziskava je opravljena v okviru programa strokovnih nalog s področja zdravstvenega varstva rastlin, ki ga financira UVHVVR.

6 VIRI

- Charnley, A. K. in Collins, S. A. 2007. Entomopathogenic fungi and their role in pest control. IV: C. P. Kubicek, & I. S. Druzhinina (Eds.), *The Mycota IV: Environmental and Microbial Relationships (2nd edition)*. Springer. 159-187.
- Faria, M.R. in Wraight, S.P. 2007. Mycoinsecticides and Mycoacaricides: A Comprehensive List with Worldwide Coverage and International Classification of Formulation Types. *Biological Control*, 43(3): 237-256.
- Hajek A.E., Delalibera I. 2010. Fungal pathogens as classical biological control agents against arthropods. *BioControl* 55 (1): 147-158.
- Hu G., St Leger R.J. 2002. Field studies using a recombinant mycoinsecticide (*Metarhizium anisopliae*) reveal that it is rhizosphere competent. *Appl Environ Microbiol.* 68(12): 6383-7.

- Klingen I., Westrum K., Meyling N.V. 2015. Effect of Norwegian entomopathogenic fungal isolates against *Otiorhynchus sulcatus* larvae at low temperatures and persistence in strawberry rhizospheres. *BioControl* 81: 1-7.
- Meyling N. V. in Eilenberg J. 2006. Occurrence and distribution of soil borne entomopathogenic fungi within a single organic agroecosystem. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 113: 336-341.
- Oliveira I., Pereira J.A., Lino-Neto T., Bento A., Baptista P. 2012. Fungal diversity associated to the olive moth, *Prays oleae* Bernard: a survey for potential entomopathogenic fungi. *Microb Ecol.* 63(4): 964-974.
- Onofre S.B., Miniuk C.M., de Barros N.M., Azevedo J.L. 2001. Pathogenicity of four strains of entomopathogenic fungi against the bovine tick *Boophilus microplus*. *Am J Vet Res.* 62(9): 1478-80.

UČINKOVITOST NANOSA PRI ŠKROPLJENJU JARE PŠENICE (*Triticum aestivum* L.) S ŠOBO IDTA 120-03 PRI RAZLIČNIH TLAKIH ŠKROPLJENJA

Rajko BERNIK¹, Filip VUČAJNK²

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

Na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani je bil v letu 2017 izveden poskus, v katerem smo uporabili šobo z zmanjšanim zanašanjem z dvojnimi asimetričnim curkom, Lechler IDTA 120-03 C. Pri tej šobi je kot sprednjega curka 30° od navpičnice in kot zadnjega curka 50° od navpičnice. Skozi sprednjo odprtino na šobi gre 60 % volumskega pretoka, skozi zadnjo odprtino na šobi pa 40 % volumskega pretoka škropljene tekočine. Škropljenje smo izvedli v času cvetenja jare pšenice s fungicidom Prosaro s traktorsko škropilnico AGS 600 EN. V poskusu smo uporabili tlak škropljenja 2,0 bar pri porabi vode 166 l/ha, 5,0 bar pri porabi vode 262 l/ha in 8,0 bar pri porabi vode 333 l/ha. Na klasu in listih jare pšenice smo ugotavljali kakovost nanosa z WSP lističi in količino depozita z UV barvilom. Najboljša kakovost nanosa, tako na listih kot na klasu, je bila dosežena pri tlaku škropljenja 5,0 bar, najslabša pa pri tlaku škropljenja 2,0 bar. Na zadnji strani klasa smo pri tem tlaku dosegli le 12 % pokritost. Pri tlakih škropljenja 5,0 bar in 8,0 bar je bila dosežena precej večjo količino depozita tako na sprednji kot tudi na zadnji strani klasa v primerjavi s tlakom škropljenja 2,0 bar.

Ključne besede: injektorske šobe, tlak škropljenja, nanos, jara pšenica.

ABSTRACT

DEPOSIT EFFICIENCY OF IDTA 120-03 NOZZLE WHEN SPRAYING SPRING WHEAT (*Triticum aestivum* L.) USING DIFFERENT SPRAYING PRESSURES

In 2017 the field trial was performed on Laboratory field of Biotechnical Faculty in Ljubljana, in which anti drift nozzle with asymmetric spray yet Lechler IDTA 120 03 C was used. The angle of the front spray yet with this nozzle is 30° from the vertical and the angle of the rear spray yet is 50° from the vertical. 60% of the flow rate goes through the front nozzle orifice and 40% of the flow rate goes through the rear nozzle orifice. Spraying was carried out at the beginning of flowering of spring wheat with fungicide Prosaro. In the trial three different spraying pressures were used. The first spraying pressure was 2.0 bar with water consumption of 166 l/ha, the second spraying pressure was 5.0 bar with water consumption of 262 l/ha and the last spraying pressure was 8.0 bar with water consumption of 333 l/ha. On wheat head and leaves the deposit quality was analyzed using water sensitive papers (WSP) and deposit quantity of it with UV dye. Both on wheat heads and leaves the highest deposit quality was achieved at the

¹ prof. dr., Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana

² doc. dr., prav tam

spraying pressure of 5.0 bar and the lowest quality was achieved with the spraying pressure of 2.0 bar. When using spraying pressure of 2.0 bar the coverage of rear side of wheat head was only 12%. Deposit quantity on rear and front site of wheat head was much higher at spraying pressures of 5.0 bar or 8.0 bar instead of 2.0 bar.

Key words: injector nozzles, spraying pressure, spray deposit, spring wheat.

1 UVOD

Naloga šobe je razpršiti tekočinski tok škropilne tekočine v curek, ki bo imel določen spekter kapljic. Omenjeni curek se usmeri na določeno površino, kjer se kapljice usedejo (Jejčič, 2008). Pomembna je pravilna izbira porabe vode na hektar (l/ha). Ta vpliva na več lastnosti škropljenja, kot so zanašanje, pokritost površine in velikost kapljic. Z manjšo porabo vode lahko poškopimo večjo površino naenkrat z eno škropilnico. Velja pravilo, da večji kot je tlak ali kot škropilnega curka, postajajo kapljice vedno manjše, kar poveča možnost nezaželenega zanašanja (Johnson in Swetnam, 2017). Velikost kapljic določa uspešnost potovanja kapljic do ciljne površine in oblikovanja depozita škropilne brozge na ciljni površini, ter njene fizikalne značilnosti neposredno vplivajo na biotično učinkovitost preko številnih mehanizmov (vstopanje v rastline ali ciljne organizme, obstojnost depozita ...) (slika 2) (Lešnik, 2017). Od fizikalno kemičnih lastnosti imajo največji vpliv: površinska napetost v tekočini, viskoznost tekočine in hlapljivost (volatilnost). Tekočina naj bi imela viskoznost manjšo kot 10^{-4} m²/s in površinsko napetost od 0,2 do 0,8 mN/m² (slika 3) (Bernik, 2006).

Namen poskusa je ugotoviti odstotek pokritosti in število odtisov kapljic pri uporabi šobe IDTA 120 03 pri tlaku škropljenja 2, 5 in 8 bar ter določiti količino depozita pri uporabi šobe IDTA 120 03 pri tlaku škropljenja 2, 5 in 8 bar. V poskusu se vozna hitrost 7 km/h ni spremenila, kar pomeni, da je bil nanos sredstva pri škropilnici odvisen le od tlaka.

2 MATERIALI IN METODE

Poskusna zasnova so bili naključni bloki. Znotraj posameznega bloka smo izvedli 4 obravnavanja z različnimi tlaki škropljenja (2,0 bar, 5,0 bar in 8,0 bar) in s kontrolno parcelo. Izvedli smo škropljenje v klas jare pšenice s fungicidom Prosaro z aktivnima snovema (a.s.) protiokonazol + tebukonazol. Pri tlaku škropljenja 2.0 bar je poraba vode znašala 166 l/ha, kapljice pa so bile izredno velike (VMD > 575 µm). Pri tlaku škropljenja 5,0 bar je poraba vode znašala 262 l/ha, kapljice pa so bile zmerno velike (VMD 450-575 µm). Pri tlaku škropljenja 8,0 bar je poraba vode znašala 333 l/ha, kapljice pa so bile srednje velike (VMD 350-450 µm). Hitrost pri škropljenju je znašala 7,0 km/h na traktometru, tako da je bila dejanska hitrost od 6 – 8 % nižja zaradi zdrsa pogonskih koles.

Uporabljen je bila injektorska šoba z dvojnimi asimetričnim curkom Lechler IDTA 120-03 C. Ta šoba ima curek naprej pod kotom 30° od navpičnice in nazaj pod kotom 50° od navpičnice, kar je novost. Poleg tega gre skozi odprtino na sprednji strani 60 % volumskega pretoka manjših kapljic, skozi odprtino na zadnji strani pa 40 % volumskega

pretoka večjih kapljic. Škropilni kot prednjega curka je 120°, škropilni kot zadnjega curka pa 90°. Dobro deluje pri vseh tlakih med 1 in 8 barov, priporoča pa se uporaba med 4 in 8 bari.

V prvem delu poskusa smo ugotavljali odstotek pokritosti in število odtisov kapljic pri nanosu s tlaki 2, 5 in 8 bar, hitrost vožnje je vedno znašala 7 km/h. Uporabljali smo WSP lističe, velikosti 26 mm x 76 mm. Jara pšenica je bila v fenofazi BBCH 61, to je začetek cvetenja, ko so vidni prvi prašniki (BBCH ..., 2017). Na vsaki parceli (velikost 15,25 m x 5 m) v posameznem bloku smo naključno izbrali 3 rastline pšenice. Poleg rastline smo postavili lesen količek, na katerega smo pritrčili kovinsko objemko, v katero smo pozneje namestili klas, ki smo mu odrezali rese. Na zunanjo stran kovinske objemke smo spredaj in zadaj, glede na smer vožnje, namestili WSP lističe. Objemka je skupaj z lističema predstavljala nanos na klas. S spenjačem smo namestili WSP lističe tudi na liste pšenice, kjer smo uporabili 4 liste, postavljene od zgoraj navzdol. Zadnji WSP listič smo namestili na tla, na majhno plastično podlago, saj je moral biti rahlo dvignjen od tal, da ne bi prišlo do prevelikega kontakta s talno vlago. Nato smo izvedli škropljenje in lističe previdno pobrali ter analizirali rezultate. Pri škropljenju smo uporabili fungicid Prosaro (a.s. protiokonazol (12,5 %) in tebukonazol (12,5 %)). Na IHPS smo z napravo za zajem in analizo slik Optomax V. Image Analyser zajeli sliko odtisa kapljic na vsakem WSP lističu za nadaljnjo analizo. Na podlagi te slike je računalniški program APA 2001 V5.1 izračunal odstotek pokritosti in število odtisov kapljic na cm² WSP lističa.

V drugem delu poskusa smo določili količino depozita pri uporabi šobe IDTA 120 03 C pri tlakih škropljenja 2, 5 in 8 bar. Hitrost škropljenja je znašala 7 km/h. Postopek dela je bil podoben prvemu delu poskusa, vendar tu nismo nameščali WSP lističev, ampak smo uporabili filter papirje velikosti 26 mm x 76 mm. Namestili smo jih na identičen način kot WSP lističe. Nato smo iz vsake poskusne parcele vzeli 15 primerljivih rastlin, stehali liste in klase ter jih odnesli v Žalec na Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije (IHPS), kjer so z metodo izpiranja indikatorja (tracer) z listov in klasov določili količino nanešenega depozita. Za določitev koncentracije tracerja uporabimo tekočinski kromatograf, opremljen s fluorescenčnimi detektorjem (HPLC-FLD) (Agilent Technologies 1200 Series, ZDA).

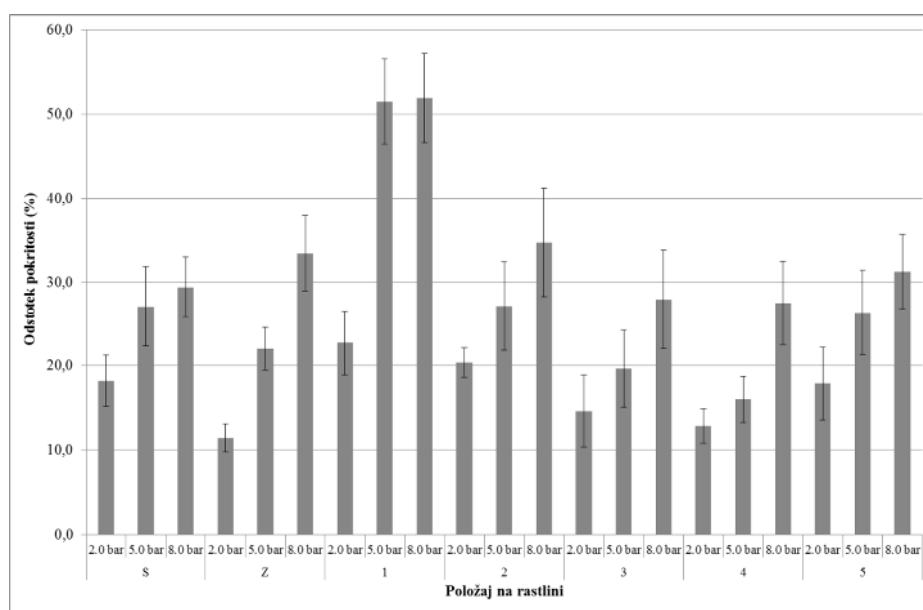
Podatke smo ovrednotili tako, da smo izračunali povprečja in standardne napake. Rezultate smo predstavili grafično v obliki vrtilnih grafikonov.

3 REZULTATI Z RAZPRAVO

Kakovost nanosa škropljenja prikazuje odstotek pokritosti in število odtisov kapljic na 1 cm² vode na občutljivih lističih (WSP). Odstotek pokritosti smo ugotavljali na sprednji in zadnji strani klasa, na listih od vrha navzdol (številke 1-4) ter na tleh (številka 5) (slika 1). Na sprednji strani klasa je odstotek pokritosti naraščal s tlakom škropljenja, kar je bilo v skladu s pričakovanji. Tudi pri nizkem tlaku škropljenja 2,0 bar smo dosegli 18,2 % pokritost, kar je nepričakovano visok odstotek pokritosti. Pri tlaku škropljenja 8,0 bar smo dosegli skoraj 30 % pokritost sprednje strani klasa. Pomembna je tudi dobra pokritost zadnje strani klasa. Pri tlaku škropljenja 2,0 bar smo dosegli nižjo pokritost na zadnji strani klasa (11,4 %) kot na sprednji strani klasa. Tudi tukaj je odstotek pokritosti naraščal s povečanjem tlaka škropljenja. Pri tlaku 8,0 bar je znašal odstotek pokritosti 33,5 %. Lechler (2017) omenja, da mora odstotek pokritosti znašati vsaj 10-15 %. Tega nismo v celoti dosegli zgolj pri tlaku škropljenja 2,0 bar na

zadnji strani klasa. Na prvem listu oz. listu zastavičarju smo dosegli najvišji odstotek pokritosti pri vseh tlakih škropljenja glede na celotno rastlino. Pri tlaku 2,0 bar je bil odstotek pokritosti 22,7 %, medtem ko je bil pri tlakih 5,0 bar in 8,0 bar podoben – okoli 52 %, saj s povečanjem tlaka naraste število majhnih kapljic, s tem pa se povečajo izgube FFS. Predvidevamo, da je bil zgornji list dobro izpostavljen in ne zakrit, tako da je bila dosežena visoka pokritost predvsem pri tlakih škropljenja 5,0 in 8,0 bar. Na drugem listu je bila v povprečju dosežena nižja pokritost kot na prvem listu. Odstotek pokritosti je znašal od 20,4 % pri tlaku 2,0 bar do 34,8 % pri tlaku 8,0 bar. Pri nižje ležečih listih in na tleh je odstotek pokritosti naraščal s tlakom od 2,0 bar do 5,0 bar. To je pričakovano in povezano s povečano porabo vode na hektar pri višjih tlakih škropljenja. Zanimivo je, da smo na tleh (številka 5) dosegli višji odstotek pokritosti kot na listih 3 in 4. Do tega je prišlo zato, ker je bil WSP postavljen na bolj ali manj vodoravni podlagi in boljše izpostavljen škropilnemu curku kot na listih, ki so postavljeni pod določenim kotom in nekoliko težje dosegljivi. V celoti gledano smo s tlakom škropljenja 5,0 bar in 8,0 bar dosegli vse zastavljene cilje glede odstotka pokritosti. Ker pa pri tlaku 5,0 bar porabimo 262 l/ha vode, bi bil ta tlak bolj primeren kot 8,0 bar, kjer je poraba vode 333 l/ha.

489

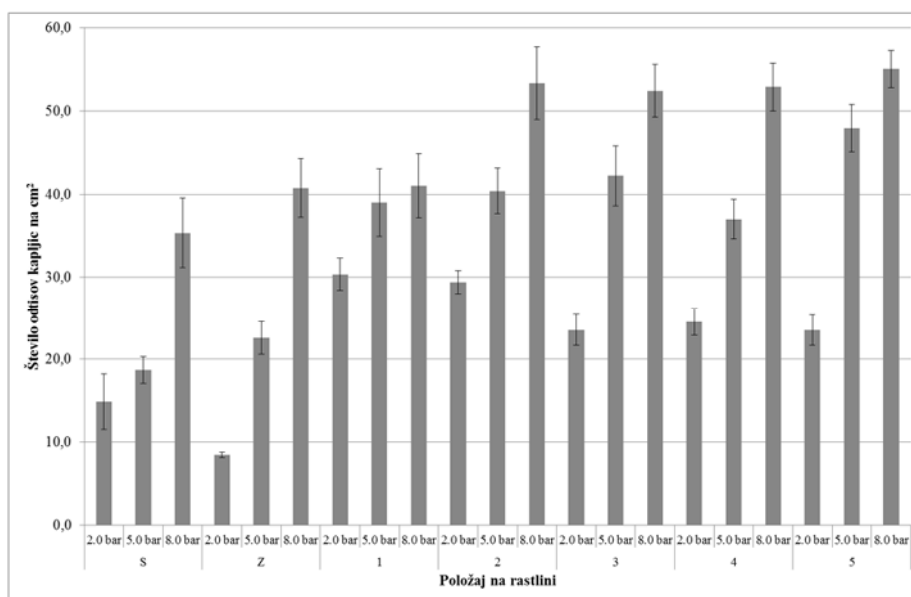


Slika 1: Odstotek pokritosti WSP na rastlini (Legenda: S – sprednja stran klasa, Z – zadnja stran klasa, 1 – list zastavičar, 2 – 2. list od vrha, 3 – 3. list od vrha, 4 – 4. list od vrha, 5 – tla).

Tudi število odtisov kapljic na 1 cm² je na večini merilnih mest naraščalo s tlakom škropljenja, kar je bilo pričakovano (slika 2). Število kapljic se namreč povečuje s povečevanjem tlaka škropljenja. Bernik (2006) navaja, da mora biti 20 do 30 odtisov

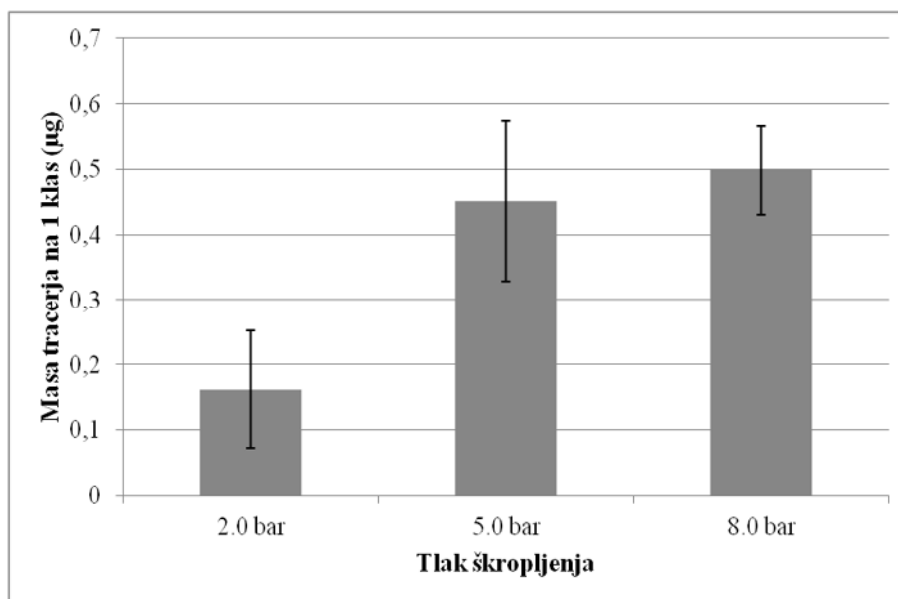
kapljic na 1 cm². V večini primerov smo to dosegli, le pri tlaku škropljenja 2,0 bar na sprednji in zadnji strani klasa je bilo 15 oz. 9 odtisov kapljic na 1 cm². Rezultati tudi kažejo, da se s povečanjem razdalje med šobo in nižje ležečimi listi povečuje tudi število odtisov kapljic, ki preseže celo 50 odtisov kapljic na 1 cm². Pri tem se poveča število kapljic, kar je pričakovano.

490



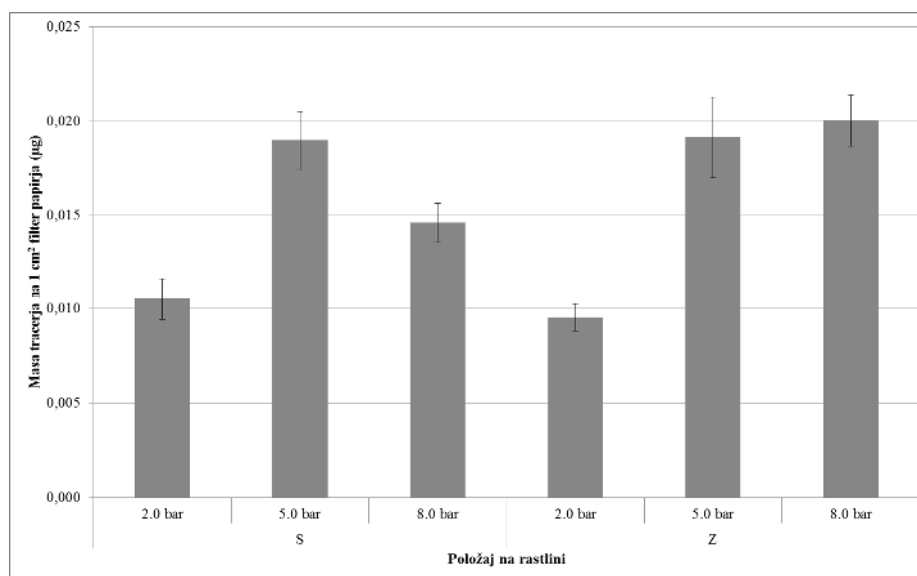
Slika 2: Število odtisov kapljic na 1 cm² (Legenda: S – sprednja stran klasa, Z – zadnja stran klasa, 1 – list zastavičar, 2 – 2. list od vrha, 3 – 3. list od vrha, 4 – 4. list od vrha, 5 – tla).

Količino nanosa na klasu smo ugotavljali z uporabo tracerja (slika 3). Masa tracerja na enem klasu je bila pri tlaku škropljenja 5,0 bar in 8,0 bar večja kot pri tlaku škropljenja 2,0 bar. Predvidevamo, da je zaradi večje porabe vode pri 5,0 bar (262 l/ha) in 8,0 bar (333 l/ha) ter boljšega nanosa na klasu tudi večja masa tracerja na klasu. Pričakovali bi, da bo tudi pri tlaku škropljenja 8,0 bar precej večja masa tracerja na klasu kot pri tlaku škropljenja 5,0 bar, vendar ni bilo tako. Mogoče sta tlak škropljenja 5,0 bar in poraba vode 262 l/ha optimalna za škropljenje klasa, a tudi če uporabimo višji tlak ter posledično porabimo več vode, s tem ne vplivamo bistveno na večjo maso tracerja na klasu. Mogoče je za šobo IDTA 120-03 C tlak škropljenja 8,0 bar nekoliko previsok in povzroča večje število majhnih kapljic.



491

Slika 3: Masa tracerja na klasu.



Slika 4: Masa tracerja na 1 cm² filter papirja na klasu (Legenda: S – sprednja stran klasa, Z – zadnja stran klasa).

Ugotavljali smo tudi količino tracerja na filter papirju na sprednji in zadnji strani klasa (slika 4). Zanimivo je, da je bila na sprednji strani klasa najvišja masa tracerja na 1 cm² filter papirja pri tlaku škropljenja 5,0 bar in ne pri tlaku škropljenja 8,0 bar. Najmanjša masa tracerja na 1 cm² filter papirja je bila pri tlaku škropljenja 2,0 bar, kar je bilo pričakovano. Očitno sta najbolj optimalen nanos in poraba vode (262 l/ha) pri tlaku škropljenja 5,0 bar. Na zadnji strani klasa je bila masa tracerja na 1 cm² filter papirja pri tlaku škropljenja 8,0 bar malo višja kot pri tlaku 5,0 bar. Zato so ugotovitve glede nanosa na zadnji strani klasa podobne kot na sprednji strani klasa. Po pričakovanjih je bila najmanjša masa tracerja na 1 cm² filter papirja na zadnji strani klasa najnižja pri tlaku škropljenja 2,0 bar.

Gledano v celoti je bila najboljša kakovost nanosa na WSP, tako v odstotku pokritosti in številu odtisov kapljic na 1 cm², na vseh merilnih mestih na rastlini (sprednja in zadnja stran klasa, listi in na tleh) pri tlaku škropljenja 8,0 bar in porabi vode 333 l/ha, medtem ko je bila najslabša kakovost nanosa pri tlaku škropljenja 2,0 bar in porabi vode 166 l/ha, kar je bilo v skladu s postavljeno hipotezo. Nizek odstotek pokritosti je bil dosežen na zadnji strani klasa pri tlaku škropljenja 2,0 bar. Rezultati količine depozita, ki je izražena z maso tracerja na klasu, niso v skladu s postavljeno hipotezo. Pri tlaku škropljenja 5,0 in 8,0 bar je bila dosežena dokaj podobna masa tracerja na klas, medtem ko je bila pri tlaku 2,0 bar najmanjša. Podobno razmerje smo dobili tudi pri masi tracerja na 1 cm² filter papirja na sprednji in zadnji strani klasa, s katerim smo želeli prikazati nanos na sprednjo in zadnjo stran klasa. Če povzamemo vse zgornje rezultate, lahko rečemo, da je najbolj priporočljiv tlak škropljenja 5,0 bar in poraba vode 262 l/ha. Pri tlaku škropljenja 2,0 bar je bila slabša kakovost nanosa na zadnji strani klasa in manjša masa tracerja na klasu in tudi na filter papirju, medtem ko je bila pri tlaku škropljenja 8,0 bar enaka oz. celo nižja masa tracerja na klasu in filter papirju.

5 SKLEPI

Na podlagi rezultatov poskusa smo prišli do naslednjih sklepov:

- Odstotek pokritosti in število odtisov kapljic na 1 cm² je na večini merilnih mest na rastlini ter na tleh naraščal s povečanjem tlaka škropljenja, kar je v skladu s postavljeno hipotezo, vendar je pokritost pri tlaku 8,0 bar zelo podobna kot pokritost pri tlaku 5,0 bar.
- Količina depozita, ki je izražena kot masa tracerja na klasu in na filter papirju, je bila pri tlakih škropljenja 5,0 bar in 8,0 bar podobna, kar je v nasprotju s postavljeno hipotezo.
- Najslabša kakovost nanosa (odstotek pokritosti, število odtisov kapljic na cm²) in količina nanosa (masa tracerja) je bila dosežena pri tlaku škropljenja 2,0 bar.
- Glede na rezultate kakovosti in količine nanosa z šobo IDTA 120-03 C je najbolj priporočljiv tlak škropljenja jare pšenice 5,0 bar in pri porabi vode 262 l/ha.

7 LITERATURA

BBCH skala razvojnih faz gojenih rastlin: Žita
<http://spletni2.furs.gov.si/agromeT/feno/feno.asp?ID=1> (22.jul. 2017)

- Bernik, R. 2006. Tehnika v kmetijstvu, Mehanična nega in oskrba ter kemično varstvo rastlin. Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 168 str.
- Jejčič V. 2008. Kmetijski stroji za pridelovanje koruze. V: Korusa. Ljubljana, Kmečki glas: 172-220.
- Johnson M. P., Swetnam L. D. Sprayer nozzles: Selection and calibration. University of Kentucky – College of agriculture.
<http://pest.ca.uky.edu/PSEP/Manuals/Nozzles.pdf> (17. jul. 2017)
- Lechler. Asymmetrical twin flat spray air-injector nozzles IDTA. Lechler, Germany.
http://www.lechler.de/Products/Agriculture/Nozzles-for-Broadcast-spraying/Asymmetrical-twin-flat-spray-air-injector-nozzles-IDTA/-cbCmV_AAABICsAAAFR2b8mLGHM-en_US (17. jul. 2017)
- Lechler. Coverage and biological-efficiency criteria for agricultural spray nozzles.
http://www.lechler.de/is-bin/intershop.static/WFS/LechlerDE-Shop-Site/LechlerDE-Shop/en_US/PDF/05_service_support/landtechnik/basiswissen/englisch/coverage_Lechler.pdf (29. avg. 2017)
- Lešnik M. Informacije potrebne pri svetovanju glede uporabe antidriftnih šob. Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede UM.
<http://www.bf.uni-lj.si/index.php?eID=dumpFile&t=f&f=22955&token=27d9dd5a1c1750ad985389a738dbb1bb2827aff5> (19. Jul. 2017)

UPORABA ŠOB Z VARIABILNIM PRETOKOM TD VR 2 PRI ŠKROPLJENJU KROMPIRJA Z INSEKTICIDOM METAFLOMIZON

Filip VUČAJNK¹, Stanislav TRDAN², Gregor LESKOŠEK³, Matej VIDRIH⁴

^{1,2,4}Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Ljubljana

³Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije, Žalec

IZVLEČEK

V članku so prikazani rezultati nanosa kontaktnega fungicida metaflumizon pri škropljenju krompirja s šobami z variabilnim pretokom TD VR 2. Značilnost teh šob je, da se volumski pretok v območju tlakov škropljenja 2-8 bar poveča za trikrat, medtem ko pri večini šob le dvakrat. Tako lahko s to šobo dosežemo porabo vode od 200 do 600 l/ha. Škropljenje smo izvedli s tlakom 2, 3, 4 in 5 bar. Uporabili smo nošeno traktorsko škropilnico AGS 600 EN. Analizirali smo pokritost z insekticidom na zgornjem, srednjem in spodnjem delu rastline. S povečanjem tlaka škropljenja se je povečeval odstotek pokritosti z insekticidom metaflumizon na zgornjem in srednjem delu rastline. Poleg tega se je odstotek pokritosti zmanjševal od zgornjega proti spodnjemu delu rastline. Na srednjem in spodnjem delu rastline se je število odtisov kapljic povečevalo s tlakom škropljenja.

Ključne besede: injektorske šobe, insekticid, krompir, nanos.

ABSTRACT

THE USE OF NOZZLES WITH VARIABLE FLOW RATE TD VR 2 WHEN SPRAYING POTATO WITH INSECTICIDE METAFLOMIZONE

In the article results of contact fungicide metaflumizone deposit are presented when spraying potato with the variable flow rate nozzles TD VR 2. The characteristic of these nozzles is three times increased volume flow rate in the pressure range of 2 to 8 bar, while by the majority of other nozzles the increase is only two times. In this way using this nozzle we could achieve the water application rate of 200 to 600 l/ha. Spraying was done at the pressures of 2, 3, 4 and 5 bar. Mounted tractor sprayer AGS 600 EN was used. We analyzed the coverage value on the upper, middle and lower part of potato plant. By the increase of spraying pressure the coverage value of insecticide metaflumizone also increased on the upper and on the middle part of potato plant. Furthermore the coverage value decreased from the upper to the lower part of potato plant. On the middle and on the lower part of the plant the droplet impression number increased with the increase of spraying pressure.

Key words: injector nozzles, insecticide, potato, deposit.

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

² prof. dr., prav tam

³ univ. dipl. ing., Cesta Žalskega tabora 2, SI-3310 Žalec

⁴ doc. dr., Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana

1 UVOD

Razvoj sodobnih šob gre v smeri zmanjšanja zanašanja FFS. Novosti so pri šobah v konstrukcijskih detajlih, ki omogočajo še večje zmanjšanje zanašanja kapljic. Vse pogostejše se uporabljajo šobe z dvojnimi curkom, pri katerih je mogoča višja hitrost škropljenja in omogočajo boljše prodiranje fitofarmacevtskega sredstva (FFS) skozi rastlinski sestoj. Nansen in sod. (2011) so ugotavljali vpliv nanosa insekticida v krompirju na biotično učinkovitost. Dober insekticidni nanos je ključni dejavnik pri integriranem varstvu krompirja, saj poveča učinkovitost, zmanjša stroške pridelave in zmanjša tveganje za pojav odpornosti pri ciljnih organizmih. Če je nanos slab, potem škodljivi organizem ne dobi letalne doze in se pojavi odpornost. V ZDA njive s krompirjem škropijo tudi z letalom, pri katerem je pokritost na listu manj kot 1 % (Wolf in Daggupati, 2009). Dveletni poskusi z uporabo kontaktnega insekticida Karate Zeon 050 CS za zatiranje koloradskega hrošča so pokazali, da je biotična učinkovitost nižja pri uporabi šob z zmanjšanim zanašanjem v primerjavi s standardnimi šobami, ki imajo manjše kapljice. Posebej je bilo to opazno v zgornjem delu rastline (Kierzek in sod., 2007). Kierzek in Wachowiak (2009) sta ugotovila najboljšo kakovost nanosa na celotni rastlini krompirja pri šobah z zmanjšanim zanašanjem z dvojnimi curkom. Na spodnjem delu rastline je bil na zgornji strani lista nanos 3-5 x boljši kot na spodnji strani lista. Z uporabo močila so izboljšali pokritosti na spodnjem delu rastline, predvsem na spodnji strani lista.

495

V poskusu smo uporabili šobe TurboDrop® VR 2 HiSpeed z dvojnimi asimetričnimi curkom pri sledečih tlakih škropljenja: 2,0 bar, 3,0 bar, 4,0 bar, 5,0 bar. Škropljenje smo izvedli s kontaktnim insekticidom metaflumizon v krompirju. Posebnost uporabljene šobe je v tem, da se skoraj linearno s tlakom škropljenja povečuje volumski pretok šobe in s tem poraba vode na hektar. Tako je mogoče s to šobo v razponu tlaka od 1 do 6 bar štirikratno povečanje porabe vode. Pri vseh ostalih šobah je to povečanje porabe vode na hektar največ dvakratno. Cilj našega poskusa je, da ugotovimo kakovost nanosa kontaktnega insekticida metaflumizona za zatiranje koloradskega hrošča (*Leptinotarsa decemlineata*) in pridelek gomoljev krompirja pri različnih tlakih škropljenja.

2 MATERIAL IN METODE

Poskusna zasnova so bili naključni bloki s 4 ponovitvami. V poskusu smo uporabili injektorske šobe z dvojnimi asimetričnimi curkom in variabilnim injektorjem TurboDrop® VR MK II HiSpeed (VR 2), proizvajalca Agrotop (Agrotop ..., 2016). Škropljenje smo izvedli s kontaktnim insekticidom metaflumizon. Uporabili smo različne tlake škropljenja, 2,0 bar, 3,0 bar, 4,0 bar in 5,0 bar. Pri škropljenju s tlakom 2,0 bar je bila poraba vode 204 l/ha, pri tlaku škropljenja 3,0 bar pa je znašala poraba vode 302 l/ha. 384 l/ha smo dosegli pri tlaku škropljenja 4,0 bar, medtem ko smo 454 l/ha dosegli pri tlaku škropljenja 5,0 bar. Na kontrolni parceli nismo uporabili omenjenega insekticida. Dolžina bloka je bila 15 m. Dolžina posamezne parcele je bila 5 m in širina 3 m, kar je predstavljalo 4 vrste krompirja.

Nova šoba TurboDrop® VR Mk. II HiSpeed (VR 2) ima razmerje med volumskimi pretoki 1:3 pri tlakih škropljenja med 2 in 8 bar. Pri tlakih škropljenja med 1 in 8 bar je razmerje med volumskimi pretoki celo 1:6. Ta šoba ima v injektorskem vložku vgrajen obhodni ventil, ki pri nižjih tlakih škropljenja kontinuirano spreminja prečni presek izstopne odprtine in na ta način tudi volumski pretok šobe. Tako je že pri majhnem tlaku škropljenja volumski pretok skozi šobo povečan. Tako se razbremeni črpalka in cevi, prav tako tudi potrebna moč za pogon črpalke. Omenjena šoba lahko nadomesti tri klasične šobe in omogoča uporabo pri večjem razponu hitrosti škropljenja in večjem razponu porabe vode na hektar. Razdalja med šobami na škropilni letvi znaša 50 cm, kot škropilnega curka je 120°. Kot škropilnega curka je v smeri vožnje 10° naprej in 50° nazaj glede na navpičnico v smeri vožnje.

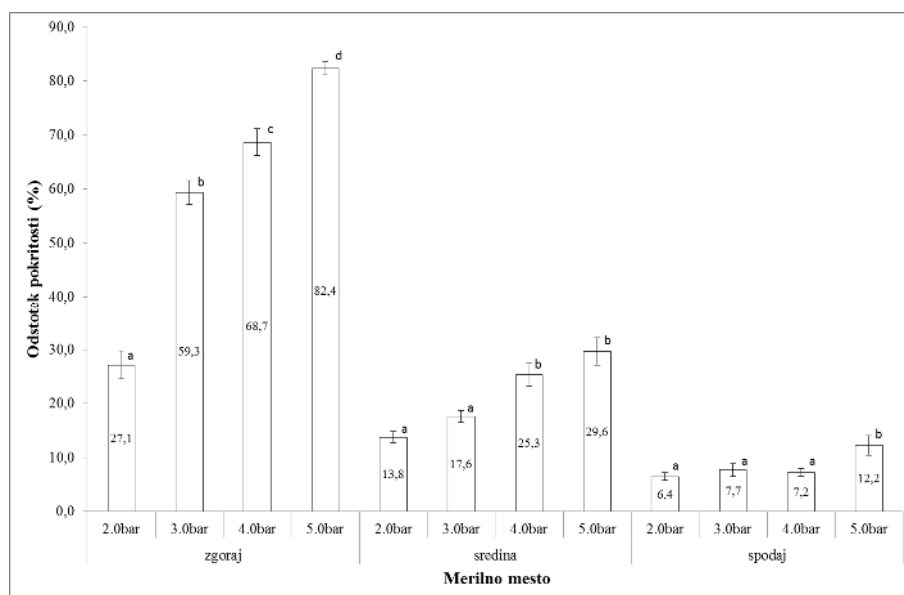
Na vsaki poskusni parceli smo naključno izbrali pet rastlin krompirja sorte Desiree, na katere smo pripeli na vodo občutljive lističe (WSP) s kovinskimi sponkami. Lističe smo pripeli na spodnji, srednji ter zgornji del rastline. Lističi so občutljivi na vodo in se v stiku z njo obarvajo modro. Škropljenje smo izvedli 15.06. 2017 v fenofazi BBCH 605 v polnem cvetenju. Najprej smo poškropili vse parcele s tlakom 2,0 bar in po končanem škropljenju smo lističe pobrali ter jih pripeli na podlago, kjer smo jih zložili po vrstnem redu. Nato smo poškropili vse parcele s tlakom 3,0 bar in pobrali WSP lističe. Po enakem postopku smo izvedli škropljenje s tlakom 4,0 in 5,0 bar. Pri škropljenju smo uporabili kontaktni insekticid Alverde (a.s. metaflumizon) za zatiranje koloradskega hrošča (*Leptinotarsa decemlineata*) v odmerku 0,25 l/ha. Sredstvo deluje na vse razvojne stopnje ličinke ter na odrasle žuželke. Škropljenje smo izvedli s traktorsko nošeno škropilnico z volumnom rezervoarja 600 l in 12 m škropilnimi letvami. S pomočjo digitalne kamere in programa za analizo odtisov slik smo analizirali odtise kapljic na WSP listkih po škropljenju s kontaktnim insekticidom metaflumizon na Inštitutu za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije v Žalcu. Izmerili smo odstotek pokritosti na WSP lističih in število odtisov kapljic na 1 cm². Na posameznem WSP listku smo izvedli tri meritve.

Gomolje smo pobrali iz notranjih dveh vrst, tako je površina posamezne parcele merila 7,5 m². Za sortiranje gomoljev smo uporabili sortirnik na električni pogon Euro-Sorter JKS 111, proizvajalca EURO-Jabelmann. Na koncu smo izračunali pridelek gomoljev > 40mm, ter pridelek gomoljev < 40 mm.

Pri statistični analizi podatkov smo naredili analizo variance in Duncanov test mnogoterih primerjav ($\alpha = 0,05$). Podatke smo grafično predstavili z vrtilnimi grafikoni. Statistične razlike med obravnavanji so prikazane z različnimi črkami.

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

Na zgornjem delu rastline je odstotek pokritosti z insekticidom metaflumizon značilno naraščal s tlakom škropljenja od 2,0 bar (27,1 %) do 5,0 bar (82,4 %) (slika 1). Tako velikih razlik med različnimi tlaki škropljenja nismo pričakovali. Predvidevali smo, da bo predvsem pri tlaku škropljenja 2,0 bar višji odstotek pokritosti od 27,1 %, saj so zgornji listi položni in zelo dobro izpostavljeni kapljicam škropilne tekočine. Med tlakom škropljenja 2,0 bar in 3,0 bar je opazna velika sprememba v odstotku pokritosti, kar nakazuje, da so šobe TurboDrop® VR Mk. II HiSpeed (VR 2) bolj primerne za tlake škropljenja od 3 barov naprej, ne pa za tlak škropljenja 2,0 bar. Tu je opazno tudi povečanje porabe vode iz 204 l/ha pri tlaku 2,0 bar na 302 l/ha pri tlaku 3,0 bar.



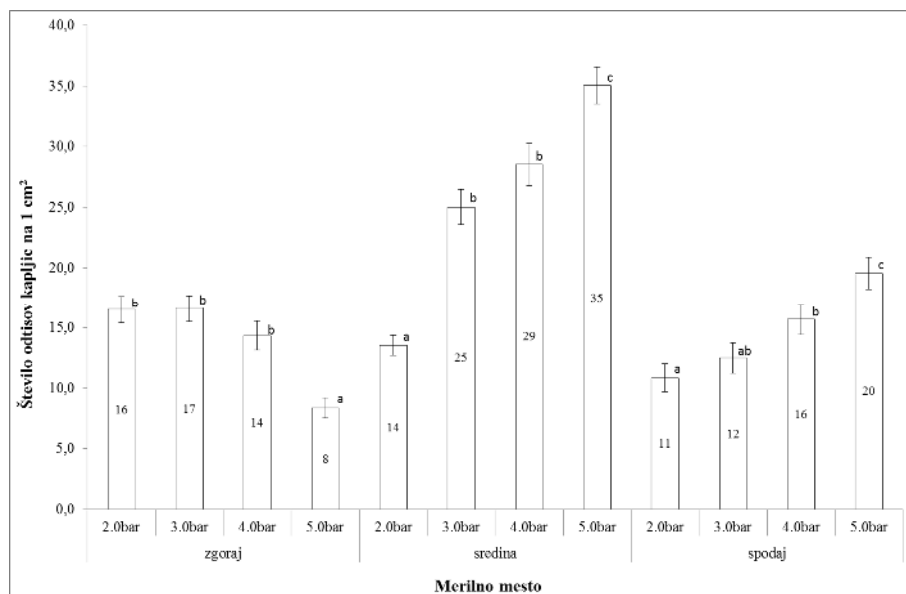
497

Slika 1: Odstotek pokritosti na zgornjem, srednjem in spodnjem delu krompirja pri različnih tlakih škropljenja z insekticidom metaflumizon.

Na srednjem delu rastline med tlakom škropljenja 2,0 in 3,0 bar ni bilo razlik v odstotku pokritosti, ravno tako ne med tlakom škropljenja 4,0 in 5,0 bar. Pri tlakih škropljenja 4,0 in 5,0 bar je bil značilno višji odstotek pokritosti s škropilno tekočino (25,3 in 29,6 %) kot pri tlakih škropljenja 2,0 in 3,0 bar (13,8 in 17,6 %). Kljub temu smo na srednjem delu rastline pričakovali višje odstotke pokritosti s škropilno tekočino pri vseh uporabljenih tlakih škropljenja.

Na spodnjem delu rastline smo dosegli zelo nizke odstotke pokritosti s škropilno tekočino (od 6,4 do 12,2 %). Pri tlaku škropljenja 5,0 bar je bil značilno višji odstotek pokritosti kot pri tlakih škropljenja 2,0 bar, 3,0 bar in 4,0 bar. Rezultati odstotka pokritosti s škropilno tekočino kažejo, da je predvsem v spodnjem delu rastline zelo slab nanos kontaktnega insekticida metaflumizon. Predvidevamo, da imajo kapljice pri šobah z dvojnimi curkom manjšo kinetično energijo, da prodrejo globoko do spodnjih delov rastlin, kot so to spodnji listi pri krompirju. Po našem mnenju bi boljšo pokritost v spodnjem delu rastline dosegli z injektorskimi šobami z enojnim curkom. Deveau (2017) navaja, da mora odstotek pokritosti pri škropljenju s sistemskimi insekticidi znašati vsaj 15 %. Ker smo imeli v poskusu kontaktni insekticid, predvidevamo, da mora biti v tem primeru pokritost še bistveno višja. Naši rezultati se glede pokritosti s škropilno tekočino ne ujemajo z Kierzekom in Wachowiakom (2009), ki sta ugotovila najboljši nanos na celotni rastlini krompirja pri uporabi šobe z zmanjšanim zanašanjem in dvojnimi curkom. Vučajnk in Bernik (2011) sta pri uporabi kompaktne izvedbe šobe z enojnim vertikalnim curkom IDK dosegla na spodnjem delu rastline 23 % pokritost,

kar je bistveno višji odstotek pokritosti kot v našem poskusu. Najboljše rezultate pokritosti smo dobili pri tlaku škropljenja 5,0 bar in porabi vode 454 l/ha, kar je delno primerljivo z rezultati Irle in sod. (2000), ki so dobili najboljše rezultate pri porabi vode 400-500 l/ha in hitrosti škropljenja 4-5 km/h. Naši rezultati se ujemajo z ugotovitvami Knotta in Gohliča (1974), da narašča pokritost krompirjeve rastline s FFS s povečanjem porabe vode na hektar.



Slika 2: Število odtisov kapljic na 1 cm² na zgornjem, srednjem in spodnjem delu krompirja pri različnih tlakih škropljenja z insekticidom metaflumizon.

Na zgornjem delu rastline je bilo število odtisov kapljic na 1 cm² pri tlaku škropljenja 5,0 bar značilno nižje kot pri ostalih tlakih škropljenja (slika 2). Kljub temu je bilo število odtisov kapljic zelo majhno ne glede na tlak škropljenja (8 – 17). Ker je povprečni volumski premer kapljic (VMD) pri teh šobah 350-550 µm v območju tlakov 2 do 5 bar, pomeni, da so kapljice velike do ekstremno velike. Zaradi tega se na vodo občutljivih lističih (WSP) kapljice združijo in je njihovo število manjše. Na srednjem delu rastline se je število odtisov kapljic na 1 cm² povečalo, ker je bila vertikalna oddaljenost od šobe višja kot na zgornjem delu rastline, kar je pomenilo, da so kapljice manjše in je njihovo število večje. Najmanj kapljic je bilo pri tlaku škropljenja 2,0 bar (14), medtem ko največ pri tlaku škropljenja 5,0 bar (35), kar je bilo pričakovano. Pri tlakih škropljenja 3,0 in 4,0 bar ni bilo značilnih razlik v številu odtisov kapljic na 1 cm². Na spodnjem delu rastline se je število odtisov kapljic v povprečju zopet zmanjšalo (11-20). To je povezano tudi s precej nižjim odstotkom pokritosti s škropilno tekočino in zaradi tega je bilo tudi nižje število odtisov kapljic na 1 cm². Pri tlaku škropljenja 5,0

bar je bilo značilno več odtisov kapljic kot pri ostalih tlakih škropljenja. Bernik (2006) navaja, da mora biti pri škropljenju s kontaktnimi insekticidi 50 do 70 odtisov kapljic na 1 cm², kar v našem poskusu nismo dosegli. Kot rečeno bi boljše rezultate dosegli z injektorsko šobo z enojnim curkom, ki bi bolje prodrla tudi globlje v listni sestoj. Vučajnk in Bernik (2011) sta na celotni rastlini pri uporabi standardne vrtnične šobe TR dosegla 103 odtise kapljic na 1 cm², medtem ko pri uporabi šobe z enojnim vertikalnim curkom in zmanjšanim zanašanjem 65 odtisov kapljic na 1 cm², kar je skoraj enako kot je zaželeno.

Preglednica 1: Pridelek gomoljev > 40 mm in pridelek gomoljev < 40 mm pri različnih tlakih škropljenja z insekticidom metaflumizon.

Tlak (bar)	Pridelek gomoljev (kg/ha)	
	> 40 mm	< 40 mm
2,0	44387 b	1642 a
3,0	42903 b	1145 a
4,0	45183 b	1113 a
5,0	45672 b	1532 a
kontrola	34277 a	1747 a

499

Kljub boljšemu nanosu pri višjih tlakih škropljenja 4,0 in 5,0 bar ni bilo ugotovljenih razlik v pridelku gomoljev > 40 mm in pridelku gomoljev < 40 mm (preglednica 1). Na kontrolni parceli, kjer ni bilo uporabljenega insekticida, je bil značilno nižji pridelek gomoljev > 40 mm, kot na parcelah z različnimi tlaki škropljenja. Med različnimi tlaki škropljenja in kontrolno parcelo ni bilo ugotovljenih razlik v pridelku gomoljev < 40 mm. Skupni rezultati kažejo, da tudi pri slabšem nanosu insekticida metaflumizon pri nižjih tlakih škropljenja 2,0 bar in slabšem nanosu na spodnjem delu rastline, se to ne odrazi na značilnem znižanju pridelka gomoljev. Potrebno bi bilo še ugotoviti, na katerem delu rastline se pojavlja večina osebkov koloradskega hrošča, tako odraslih osebkov kot tudi ličink. Očitno je bilo delovanje fungicida metaflumizon pri vseh uporabljenih tlakih škropljenja zelo dobro.

4 SKLEPI

V poskusu smo prišli do naslednjih sklepov:

- Najvišji odstotek pokritosti z insekticidom metaflumizon, tako na zgornjem, srednjem in spodnjem delu rastline, smo dobili pri tlaku škropljenja 5,0 bar.
- Najnižji odstotek pokritosti po celotni rastlini krompirja je bil dosežen pri tlaku škropljenja 2,0 bar.
- Pokritost krompirjevih listov s škropilno tekočino se je zmanjševala od vrha proti spodnjemu delu rastline.

- Na srednjem in spodnjem delu rastline je bilo največ odtisov kapljic na 1 cm² pri tlaku škropljenja 5,0 bar.
- Na zgornjem delu rastline je bilo pri tlakih škropljenja 2,0 – 4,0 bar več odtisov kapljic na 1 cm² kot pri tlaku škropljenja 5,0 bar.
- Na kontrolni parceli je bil nižji pridelek gomoljev > 40 mm kot na parcelah škropljenih s tlaki od 2,0 – 5,0 bar.
- Boljša kakovost nanosa pri tlaku škropljenja 5,0 bar se ni izrazila v povečanem pridelku gomoljev > 40 mm v primerjavi z ostalimi tlaki škropljenja.

5 LITERATURA

- Agrotop spray technology. 2016. Obertraubling, Agrotop: 36 str.
- Bernik, R. 2006. Tehnika v kmetijstvu. Mehanična nega in oskrba ter kemično varstvo rastlin. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 168 str.
- Deveau, J. 2017. How to confirm coverage with water-sensitive paper. *Sprayers* 101. <http://sprayers101.com/confirm-coverage-with-water-sensitive-paper/> (20.3.2018).
- Irla, E., Anken, T., Krebs, H. 2000. Spraying technique against *Phytophthora infestans*. *Kartoffelbau*, 51, 6: 254-258.
- Kierzek, R., Erlichowski, T., Wachowiak, M. 2007. Insecticide treatments efficiency in potato as affected by nozzles type. *Progress in Plant Protection*, 47, 1: 51-55.
- Kierzek, R., Wachowiak, M. 2009. Effect of new spray nozzles on potato leaf coverage with working liquid. *Progress in Plant Protection*, 49, 3: 1145-1149.
- Knott, L., Gohlich, H. 1974. Penetration of spray and mist application and droplet deposition in low- and high-growing crops. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes*, 26, 1: 8-14.
- Nansen, C., Vaughn, K., Xue, Y.G., Rus, h C., Workneh, F., Goolsby, J., Troxclair, N., Anciso, J., Gregory, A., Holman, D., Hammond, A., Mirkov, E., Tantravahi, P., Martini, X. 2011. A decision-support tool to predict spray deposition of insecticides in commercial potato fields and its implications for their performance. *Journal of Economic Entomology*, 104, 4: 1138-1145.
- Vučajnk, F., Bernik, R. 2011. Comparison of different nozzle types regarding the coverage quality of plant protection products on potato (*Solanum tuberosum* L.). V: Zbornik predavanj in referatov, 10. slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin, Podčetrtek, Slovenija: Ljubljana, DURS: 359-366.
- Wolf, R.E., Daggupati, N.P. 2009. Nozzle type effect on soybean canopy penetration. *Applied Engineering in Agriculture*, 25: 23-30.

500

ANALIZA NAPRAV ZA NANAŠANJE FITOFARMACEVTSKIH SREDSTEV PREGLEDANIH V LETIH 2016 IN 2017 V SLOVENIJI

Tomaž POJE¹

¹ Kmetijski inštitut Slovenije, Oddelek za kmetijsko tehniko in energetiko, Ljubljana

IZVLEČEK

Iz podatkovne baze Uprave RS za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin je ugotovljeno, da je bilo v letu 2016 pregledanih 7809 naprav za nanašanje fitofarmaceutskih sredstev. Od tega je bilo 5533 škropilnic in 2269 pršilnikov. V letu 2017 so pregledali 8302 naprave, od tega je bilo 66,2 % škropilnic in 33,8 % pršilnikov. Škropilnice so starejše kot pa pršilniki. Največ škropilnic je bilo izdelanih v obdobju med 1986 in 1990. Med pregledanimi škropilnicami so tudi več kot 50 let stare naprave. V Sloveniji prevladujejo naprave domačih proizvajalcev, izstopa zlasti Agromehanika s 67 % deležem med škropilnicami in pršilniki pregledanimi v letu 2016 in 63,5 % v letu 2017. V obeh analiziranih letih sta na drugem in tretjem mestu med proizvajalci Metalna Rau in Zupan. Zakonsko sicer ustrezne naprave so v pretežni meri dejansko tehnično zastarele. Z njimi se sicer lahko ob ustreznih uporabi izvaja varstvo rastlin, vendar bi z novejšimi napravami opremljenimi s sodobnejšimi tehničnimi rešitvami aplikacijo FFS lahko opravili bolj natančno in bolj varno.

Ključne besede: naprave za nanašanje FFS, redni pregled, proizvajalec, starost

ABSTRACT

ANALYSIS OF PESTICIDE APPLICATION EQUIPMENT INSPECTED IN THE YEAR 2016 AND 2017 IN SLOVENIA

As stated in the database of inspected application equipment of the Administration for Food Safety, Veterinary and Plant Protection 7809 pieces of equipment were inspected in 2016. 5533 of them were sprayers and 2269 were mistblowers. In the year 2017 8302 units of pesticide application equipment were inspected. 66.2 % of them were sprayers and 33.8 % were mistblowers. Sprayers are older than mistblowers. Most sprayers were produced between the years 1986 and 1990. The oldest sprayers have more than 50 years. Most of the equipment in Slovenia is made by local manufacturers, Agromehanika, in particular, stands out with 67 % share of the sprayers and mistblowers in the year 2016 and 63.5 % in the year 2017. Metalna Rau Maribor and Zupan are on the second and third place. Pesticide application equipments are largely technically outdated. They can still be used properly to carry out plant protection, however with newer devices equipped with modern technical solutions; the pesticide application can be done more precisely and more securely.

Key words: pesticide application equipment, inspection, producer, age

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

1 UVOD

Naprave za nanašanje fitofarmaceutskih sredstev (FFS) morajo ustrezati številnim zakonskim zahtevam. Zakonske zahteve veljajo tako za nove naprave, kot tudi za rabljene naprave. Od leta 2012 naprej proizvajalec naprave za nanašanje FFS s CE oznako in izjavo o skladnosti zagotavlja, da njegov novi proizvod ustreza zahtevam slovenske (in evropske) zakonodaje. Za nove naprave za nanašanje FFS sedaj v Evropski skupnosti velja 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 pesticidov (Direktiva 2009/127/ES..., 2009). Te zahteve morajo biti tudi v skladu z zahtevami za vzdrževanje in pregledovanje strojev za nanašanje pesticidov v okviru Direktive 2009/128/ES »trajnostna raba pesticidov«. Slovenija je leta 2010 te zahteve prenesla v Pravilnik o spremembah in dopolnitvah Pravilnika o varnosti strojev v katerem v prilogi 1 določa bistvene zdravstvene in varnostne zahteve, povezane z načrtovanjem in izdelavo strojev - tudi strojev za nanašanje pesticidov (Pravilnik o spremembah in dopolnitvah..., 2010). Pred letom 2012 pa smo v Sloveniji imeli v veljavi sistem certificiranja novih naprav, preden so šle v prodajo. Pravilnik o pridobitvi certifikata o skladnosti za naprave za nanašanje fitofarmaceutskih sredstev iz leta 2001 pa je določal tehnične zahteve, ki so jih morale izpolnjevati naprave za nanašanje fitofarmaceutskih sredstev, da so pridobile certifikat, ki je omogočal dajanje v promet (prodajo) v Sloveniji (Pravilnik o pridobitvi..., 2001).

502

Osnovne zahteve za redne preglede naprav za nanašanje fitofarmaceutskih sredstev v Sloveniji so podane v Zakonu o fitofarmaceutskih sredstvih, s katerim se izvajajo določbe Direktive 2009/128/ES o trajnostni uporabi pesticidov (člen 8 in Priloga 2). V skladu s podrobnimi zahtevami Pravilnika o zahtevah glede pravilnega delovanja naprav za nanašanje fitofarmaceutskih sredstev in o pogojih ter načinu izvajanja njihovih pregledov iz leta 2013 se v Sloveniji za nanašanje FFS lahko uporabljajo le naprave, ki imajo potrjeno o rednem pregledu in znak o rednem pregledu. Lastnik nove naprave mora pred prvo uporabo naprave oziroma najpozneje v šestih mesecih od nakupa pri pregledniku podati predlog za pridobitev znaka o rednem pregledu ter potrdila o pravilnem delovanju naprave. Za nove naprave velja potrdilo 5 let, vse ostale pa morajo biti pregledane na vsake tri leta (Pravilnik o zahtevah..., 2013). Začetki testiranja naprav za nanašanje FFS v uporabi pa v Sloveniji segajo v leto 1991.

Slovenija ima osem pooblaščenih izvajalcev za preglede naprav glede pravilnega delovanja naprav za nanašanje fitofarmaceutskih sredstev. Delujejo po teritorialnem načelu. Datum pregleda in lokacija pregleda je vnaprej znan in je na voljo na spletni strani Uprave RS za varno hrano, veterinarsko in varstvo rastlin ter na spletni strani pooblaščenih izvajalcev. Lastniki naprav prejmejo pisni poziv za pregled naprave za nanašanje FFS. Pred nekaj leti kmet ni mogel dobiti subvencij, če ni imel pregledane škropilnice ali pršilnika. Sistem pregledovanja je v Sloveniji dobro postavljen in pregleden. Metodologija pregleda je predpisana, delo pa nadzorujejo Uprava RS za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin in dva inšpektorja za kmetijstvo.

Namen tega prispevka pa je strukturna analiza naprav za nanašanje FFS pregledanih v letih 2016 in 2017.

2 MATERIALI IN METODE

Za analizo smo uporabili podatkovno bazo Uprave Republike Slovenije za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin. Uprava enkrat ali dvakrat letno objavlja podatke o pregledanih napravah v skladu z zahtevami Pravilnika o zahtevah glede pravilnega delovanja naprav za nanašanje fitofarmaceutskih sredstev in o pogojih ter načinu izvajanja njihovih pregledov. Iz te podatkovne baze smo uporabili podatke o pregledanih napravah v letih 2016 in 2017. Podatki so obdelani z opisno statistiko.

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

Podatki o pregledanih napravah za nanašanje FFS se zbirajo v bazi Uprave RS za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin. Analizirali smo naprave, ki so bile pregledane v letu 2016 in 2017. V letu 2016 je bilo tako pregledanih 7809 naprav. Od tega je bilo 5533 škropilnic in 2269 pršilnikov. V letu 2017 pa so pooblaščeni izvajalci opravili 8302 pregledov. Od tega je bilo 5492 škropilnic (66,2 %) in 2808 škropilnic (33,8 %). V omenjenih letih so pooblaščeni izvajalci pregledali tudi nekaj drugih vrst naprav za nanašanje FFS, vendar se v prispevku osredotočamo le na škropilnice in pršilnike.

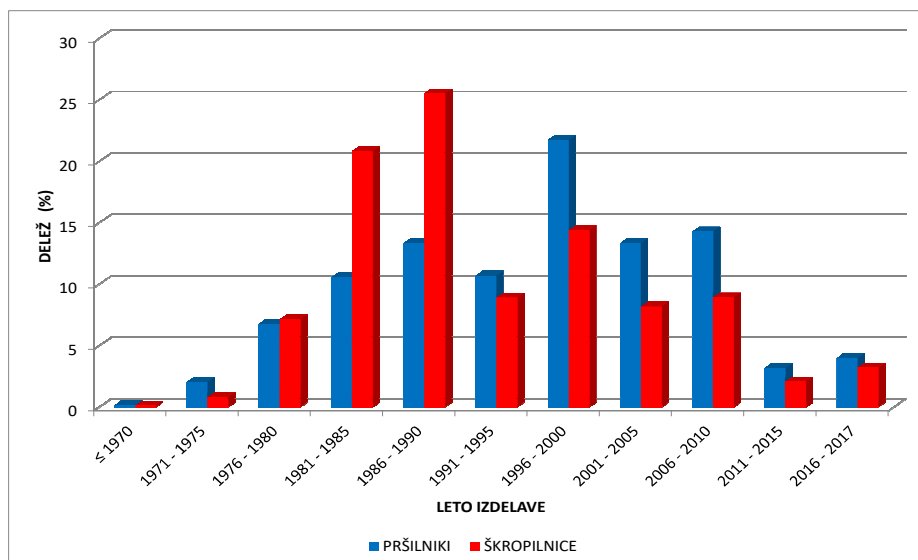
503

V podatkovni bazi je podano tudi leto izdelave naprav za nanašanje FFS. Iz podatkov za naprave, pregledanih v letu 2016, je razvidno, da so škropilnice starejše kot pa pršilniki. Največ škropilnic je bilo izdelanih v obdobju med 1986 in 1990 in to kar 27,49 %. Sledijo jim škropilnice z letnico izdelave 1981 do 1985. Teh je bilo 21,19 %. Pri pršilnikih je največ naprav (22,28 %) izdelanih med leti 1996 in 2000. Sledi jim 16,59 % pršilnikov izdelanih med leti 2001 in 2005. Tretja največja skupina pršilnikov pa je izdelana med leti 2006 in 2010, kar predstavlja 15,35 % teh naprav.

Na sliki 1 pa so prikazani deleži pršilnikov in škropilnic pregledanih v letu 2017 glede na njihovo leto proizvodnje. Pri škropilnicah pregledanih v letu 2017 je bilo kar 25,5 % škropilnic izdelanih v obdobju od leta 1986 do leta 1990. Sledi jim skupina škropilnic z letnico izdelave od 1981 do 1985 in 20,8 % deležem. Pri pršilnikih ima največji (21,7 %) delež skupina pršilnikov izdelanih med leti 1996 in 2000. Naslednja skupina pršilnikov je bila izdelana med leti 2006 in 2010 s 14,3 %. Najstarejša škropilnica pregledana v letu 2017 je bila izdelana leta 1967. Modus glede najpogostejšega leta proizvodnje je pri pršilnikih leto 1999 in pri škropilnicah leto 1988.

Po »Pravilniku o seznamu kmetijske in gozdarske mehanizacije ter katalogu stroškov kmetijske in gozdarske mehanizacije« je amortizacijska doba za te naprave 12 let (Pravilnik o seznamu..., 2016). Starostna struktura naprav pregledanih v letih 2016 in 2017 kaže, da imamo stare oziroma zastarele naprave, kar velja še zlasti za škropilnice. Ob pravilnem in rednem vzdrževanju te naprave sicer zadostijo minimalnim zakonskim zahtevam in se z njimi lahko izvaja varstvo rastlin. Vendar bi

z novejšimi napravami lahko varstvo rastlin izvajali bolj natančno in manj obremenjajoče za uporabnika in okolje.



504

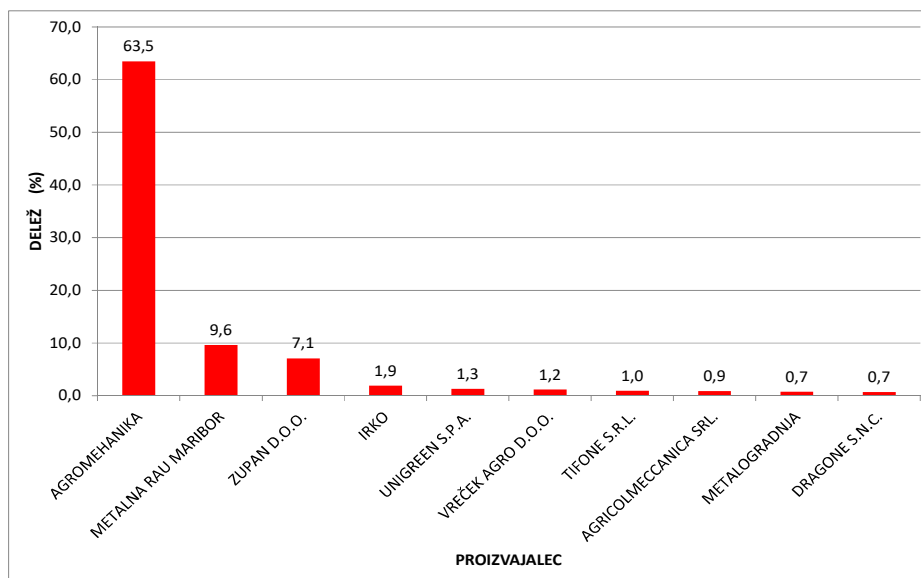
Slika 1: Delež pršilnikov in škropilnic glede na njihovo leto izdelave. Prikazani so podatki za naprave pregledane v letu 2017.

Figure 1: Share of mistblowers and sprayers with regard to their year of production. The graph shows data of pesticide application equipment inspected in the year 2017.

Ob analizi naprav za nanašanje FFS, pregledanih v letu 2017, smo ugotovili 109 različnih proizvajalcev teh naprav. Od tega je 31 proizvajalcev zastopanih samo z eno škropilnico ali pršilnikom. 102 proizvajalca pa imajo manj kot 1 % delež v številu naprav pregledanih v letu 2017. Večina naprav za nanašanje FFS prihaja od slovenskega proizvajalca Agromehanika. K Agromehaniki so vključene tudi naprave nekdanjega KŽK, ki je bil predhodnik Agromehanike. Med pregledanimi napravami v letu 2017 predstavljajo naprave proizvajalca Agromehanika kar 63,5 % oziroma 5267 naprav. Po številu naprav, pregledanih v letu 2017, sledita Metalna Rau Maribor z 9,6 % in Zupan s 7,1 % deležem. Prvi trije proizvajalci so iz Slovenije in imajo skupaj več kot 80 % naprav pregledanih v letu 2017. Na sliki 2 je prikazanih prvih deset proizvajalcev naprav pregledanih v letu 2017.

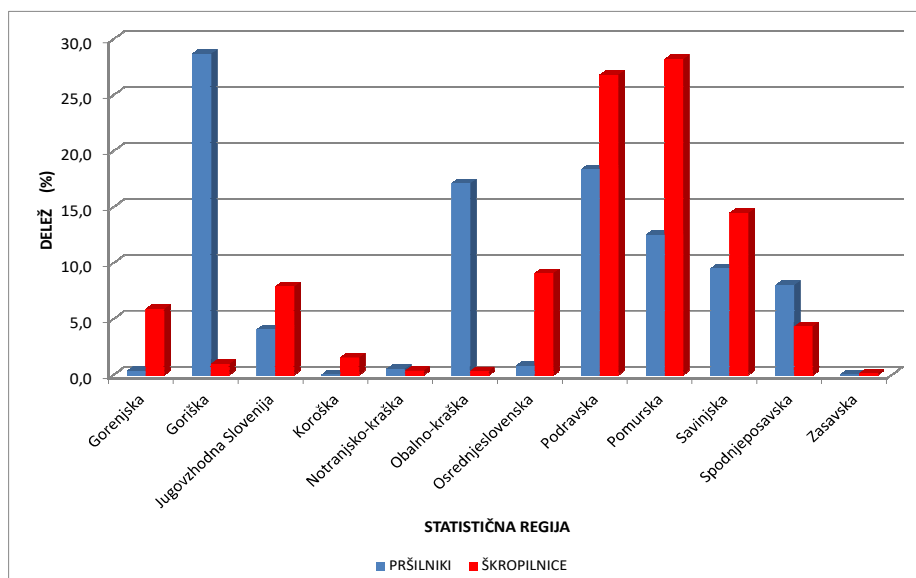
Podobna situacija glede proizvajalcev naprav nam da tudi analiza naprav pregledanih v letu 2016. Na prvih treh mestih so isti proizvajalci kot leta 2017, Agromehanika ima kar 68 % delež. Te številke so skladne z rezultati analiz pregledanih naprav v letih 2010 do 2016 (Poje, 2017).

V kolikor pa pogledamo samo naprave z letnico izdelave 2017, je slika nekoliko drugačna.



505

Slika 2: Delež posameznih proizvajalcev naprav za nanašanje FFS (prvih deset) pregledanih v letu 2017.
Figure 2: Shares of different producers of pesticide application equipment (top 10) inspected in the year 2017.

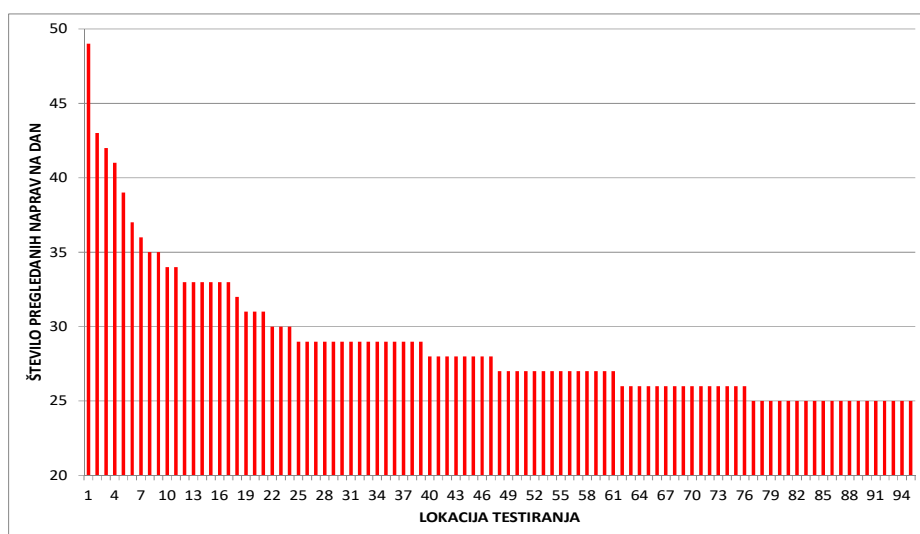


Slika 3: Delež pršilnikov in škropilnic pregledanih v letu 2017 glede na statistično regijo.
Figure 3: Shares of mistblowers and sprayers inspected in the year 2017 with regard to statistical region.

Imamo samo 14 proizvajalcev naprav. Agromehanika je še naprej vodilna, vendar se je njen delež zmanjšal na 51,6 % oziroma na 65 naprav. Na drugem mestu so naprave poljskega proizvajalca JAR-MET s 27 % deležem. Na tretjem mestu pa je italijanski proizvajalec DAL DEGAN, ki ima proizvodnjo tudi v Srbiji. Ima pa 4,8 % delež. V podatkovni bazi z letnico proizvodnje 2017 je tudi Amazone in Kverneland (vsak po 3 naprave), po eno napravo pa ima tudi Hardi, Dammann in Kuhn. Kar pomeni, da se vsaj nekateri kupci odločajo tudi za dražje in bolj kakovostne naprave, ki omogočajo bolj trajnostno nanašanje FFS.

Slika 3 prikazuje delež škropilnic in pršilnikov pregledanih v letu 2017 glede na statistične regije Slovenije. Iz slike je razvidno, da statistične regije Jugovzhodna Slovenije, Koroška, Notranjsko - kraška in Zasavska ne pomenijo veliko v kmetijstvu Slovenije ali pa obstaja takšna kmetijska pridelava, kjer ni potrebna uporaba traktorskih škropilnic in pršilnikov. Višji delež pršilnikov pa pokaže na večji delež trajnih nasadov v statistični regiji Goriška, Podravska, Obalno-kraška. Največji delež s škropilnicami pa je v regijah z zelo razvitim kmetijstvom - poljedelstvom (Podravska in Pomurska regija).

506



Slika 4: Število pregledanih naprav na določeni lokaciji v enem dnevu. Prikazane so lokacije in dnevi, ko je bilo pregledanih 25 ali več naprav v enem dnevu.

Figure 4: Number of inspected pesticide application equipment on the specific location in one day. The graph shows locations and days when 25 or more pieces of pesticide application equipment were inspected in one day.

Iz podatkovne baze o pregledanih napravah, ki je na Upravi za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin, lahko razberemo tudi število pregledanih naprav na dan na določeni lokaciji pregleda. Analiza naprav za nanašanje FFS pregledanih v letu 2017 nam pokaže, da je osem pooblaščenih izvajalcev za preglede skupaj delalo 541

dni. 110 dni je bilo takih, kjer so pregledali do 3 naprave na dan. Od tega je bilo 64 dni, ko so pregledali samo eno napravo na dan. Po drugi strani pa podatki o pregledih pokažejo dogodek, ko je bilo v letu 2017 na eni lokaciji na isti dan pregledano kar 49 naprav za nanašanje FFS. Slika 4 kaže, da je bilo v letu 2017 95 dni, ko je bilo na določeni lokaciji na isti dan pregledanih 25 ali več naprav. To pa predstavlja 17,6 % glede na vse lokacije in dneve pregledov. Defays in Declercq (2018) ugotavljata, da pooblaščen organizacija za preglede naprav v Belgiji v povprečju pri intenzivnem delu pregleda od 10 do 15 naprav za nanašanje FFS. Preveliko število pregledov na isti dan na isti lokaciji pa daje pooblaščenim organizacijam za preglede naprav možnost optimizacije njihovega nadaljnjega delovanja v smeri večje kakovosti pri opravljanju njihovih storitev.

4 SKLEPI

Iz javno dostopnih podatkov Uprave RS za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin smo ugotovili, da je bilo v letih 2016 in 2017 skupaj pregledanih 16111 naprav za nanašanje fitofarmaceutskih sredstev. Na prvih treh mestih med proizvajalci naprav so domači proizvajalci, med katerimi je Agromehanika daleč v ospredju. Škropilnice, pregledane v letih 2016 in 2017, so v povprečju starejše od pršilnikov. Glede na leto izdelave naprav, lahko ocenimo, da je veliko naprav tehnično zastarelih, čeprav še vedno izpolnjujejo minimalne tehnične zahteve, ki jih pooblaščen organizacije spremljajo na pregledih. Zato je še toliko bolj pomembna njihova pravilna uporaba. Nove in rabljene naprave za nanašanje FFS morajo zagotavljati kakovostno aplikacijo FFS in varno delo. Prav tako se s fitofarmaceutskimi sredstvi ne sme preobremenjevati okolja in pridelkov. Za kakovostno aplikacijo FFS pa ni dovolj samo tehnično neoporečna naprava, ampak je aplikacija FFS odvisna še od drugih faktorjev kot je znanje uporabnika FFS, vremenske razmere, pravilne rabe naprav itd.

6 LITERATURA

- Defays, G., Declercq J. (2018) The Belgian experience with sprayer inspection and future challenges. 7th European Workshop on Plant Protection Equipment Inspections - SPISE 7 Workshop – Athens, Greece, 26 to 28 September 2018, https://spise.julius-kuehn.de/dokumente/upload/7_spise/9_Huyghebaert_Session1_2018.pdf (12.2.2019)
- 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> (12.2.2019)
- 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 mehanizacijo poljoprivrede, 2017: 277-284
- Pravilnik o pridobitvi certifikata o skladnosti za naprave za nanašanje fitofarmaceutskih sredstev. 2001. Uradni list Republike Slovenije 37/01: 4271 - 4277 <http://www.uradni-list.si/1/objava.jsp?sop=2001-01-2122> (12.2.2019)
- Pravilnik o zahtevah glede pravilnega 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 (12.2.2019)

PRIMERJAVA RAZLIČNIH POSTOPKOV EKSTRAKCIJE DNA ZA UPORABO PRI DIAGNOSTIKI PODLUBNIKOV

Andraž MARINČ¹, Tine HAUPTMAN², Barbara PIŠKUR³

¹⁻³Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Ljubljana

IZVLEČEK

Podlubniki (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) pomembno vplivajo na strukturo gozdnih ekosistemov. Čeprav se praviloma razvijajo le na oslabiljenem in svežem odmrlem drevju, nekatere vrste podlubnikov veljajo za najpomembnejše škodljive organizme naših gozdov. V zadnjem obdobju v Evropi beležimo vse več najdb tujerodnih podlubnikov. Morfološke analize hroščev mnogokrat ne zadostujejo za nedvoumno potrditev novih najdb, zato je pogosto potrebno izvesti molekularno identifikacijo. Izbor ustreznega postopka izolacije DNA je odvisen od različnih kriterijev, kot so npr. cena, čas, težavnost in uspešnost izvedbe. Za namen identifikacije podlubnikov smo preizkusili pet komercialno dostopnih DNA ekstrakcijskih kitov. Primerjali smo čas potreben za ekstrakcijo, ceno, količino in čistost ekstrahirane DNA ter uspešnost sosledne uporabe ekstrahirane DNA za PCR s končnim ciljem priprave za sekvenciranje. Na podlagi izbranih kriterijev smo izbrali najustreznejši postopek za izvedbo molekularne identifikacije podlubnikov v Laboratoriju za varstvo gozdov na Gozdarskem inštitutu Slovenije.

Gljučne besede: ekstrakcija DNA, molekularne metode, PCR, podlubniki, Scolytinae

ABSTRACT

EVALUATION AND COMPARISON OF DIFFERENT DNA EXTRACTION PROTOCOLS FOR IDENTIFICATION OF BARK BEETLES

Bark beetles (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) have a significant impact on the structure of forest ecosystems. Although they mostly develop on weakened and freshly dead trees, some bark beetle species are regarded as the most important pests of our forests. In recent years, a growing number of non-native bark beetles have been recorded in Europe. Morphological analyses of the beetles are frequently insufficient to unambiguously confirm the new findings; therefore, it is often necessary to perform molecular identification. The choice of an appropriate molecular method depends on disparate criteria, such as price, time, difficulty and success rate of the procedure. Five commercially available DNA extraction kits were tested for their suitability in bark beetle identification, comparing the time needed to perform an extraction, price, extracted DNA

¹ študent, magistrski študijski program Biotehnologija, Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana

² doc. dr., Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Večna pot 83, SI-1000 Ljubljana

³ dr., Gozdarski inštitut Slovenije, Odd. za varstvo gozdov, Večna pot 2, 1000 Ljubljana

quantity and purity as well as success rate of the subsequent PCR in preparation for DNA sequencing. Based on the aforementioned criteria the most suitable method was chosen for use in bark beetle identification in the Laboratory of Forest Protection at the Slovenian Forestry Institute.

Key words: DNA extraction, molecular methods, PCR, , *Scolytinae*, under bark beetles

1 UVOD

Mednarodna trgovina in globalizacija sta omogočili hitrejši prenos tujerodnih, nemalokrat škodljivih vrst, ki lahko predstavljajo motnjo v kompleksnih odnosih med vrstami (Liebhold in sod., 2017). V zadnjem času tudi v Evropi opažamo več na novo prispelih tujerodnih vrst podlubnikov (Kirkendall in Faccoli, 2010). Podlubniki se praviloma razvijajo na predhodno oslabiljenem in sveže odmrlem drevju, nekatere vrste pa lahko uničijo sicer zdrava drevesa in tako povzročajo gospodarsko in okoljsko škodo (Podlesnik in sod., 2017). Podnebne spremembe bodo gozdove podvrgle dodatnemu stresu, posebej sušam; pričakovati je torej še večji vpliv podlubnikov na stanje gozdov (Lantschner in sod., 2019). Zgodnje odkrivanje in pravilno identificiranje (kakor pri pojavljanju vseh patogenih organizmov (Tedersoo in sod., 2019)) je pomembno za napovedovanje in obvladovanje nadaljnega razvoja gozdov. Zanesljiva izvedba molekularnih postopkov pomeni dodatno zanesljivost morfološki identifikaciji in je še posebej pomembna pri vrstah, ki so za neko območje prvič poročane. Za izvedbo molekularnih postopkov moramo pridobiti zadostno količino kakovostne genomske DNA. Poleg tega pa so za izbiro ustreznega postopka ekstrakcije DNA za rutinske analize pomembni tudi drugi dejavniki, kot je npr. cena, težavnost postopka, čas.

Primerjali smo koncentracijo, skupno maso in čistost DNA pridobljene z uporabo petih komercialno dostopnih DNA ekstrakcijskih kitov. Uspešnost PCR s standardnimi začetnimi oligonukleotidi smo preverili z intenziteto pomožkov vidnih na elektroforetskem gelu. Dodatno smo spremljali tudi čas, ki je potreben za izvedbo ekstrakcije DNA iz štirih osebkov podlubnikov. Na podlagi pridobljenih podatkov smo nato izbrali najprimernejšo metodo za uporabo v rutinski identifikaciji podlubnikov v Laboratoriju za varstvo gozdov na Gozdarskem inštitutu Slovenije.

2 MATERIALI IN METODE

2.1 Materiali

Uporabili smo pet ekstrakcijskih kitov: DNEasy Blood and Tissue (Qiagen), Genelute Mammalian Genomic DNA Miniprep (Sigma-Aldrich), Nucleospin DNA Insect (Macherey-Nagel), Nucleospin Tissue XS (Macherey-Nagel) in UltraClean Tissue and Cells DNA Isolation kit (MO BIO Laboratories Inc.). Za lizo vzorcev (razen pri Nucleospin DNA Insect in UltraClean Tissue and Cells DNA Isolation kit, ki sta imela priložen material za homogenizacijo vzorcev) smo uporabili Lysing Matrix A (MP Biomedicals).

2.2 Izolacija DNA iz podlubnikov

Primerki podlubnikov so bili ujeti v križne cevne pasti tipa WitaPrall IntPt (Witasek), kot vaba je služil 96 % etanol (Pharmachem), kot konzervans v zbirni posodi pa antifriz (Petrol). Po opravljeni determinaciji vzorcev so bili izbrani osebki podlubnikov shranjeni v 99 % etanolu, in sicer od poletja 2018 do ekstrakcij DNA, opravljenih med 20. 11. 2018 in 10. 1. 2019. Vsako od petih ekstrakcijskih metod smo opravili v štirih ponovitvah (tj. s štirimi osebki podlubnikov). Hrošče smo prenesli na sterilni filtrirni papir, jih osušili in stehtali. Tehtanju je sledila homogenizacija in liza. Pri ekstrakcijskem kitu NucleoSpin DNA Insect smo vzorce prenesli v priložene tubice »NucleoSpin Bead Tube Type D« s kovinskimi kroglicami, pri kitu UltraClean Tissue and Cells DNA Isolation pa smo vzorce prenesli v priložene tubice »Dry Beads Tube«. Vsi ostali vzorci so bili preneseni v tubice »Fast prep Lysing Matrix A«, dodali smo jim pufre po navodilih proizvajalcev. Vzorce smo homogemizirali na homogenizatorju Precellys Evolution (Bertin Technologies) pri 6100 rpm, 3 x 50 s, s 15-sekundnimi premori. Razen pri kitu NucleoSpin DNA Insect (brez inkubacije) in kitu UltraClean Tissue and Cells DNA Isolation (30 min inkubacija na 60 °C) smo po homogenizaciji vse vzorce inkubirali eno uro v bloku (Thermo Mixer, Eppendorf) pri 56 °C in 700 rpm. Po inkubaciji smo vzorce centrifugirali 1 min na 10 000 g in nato supernatant prenesli v novo 1,5 ml mikrocentrifugirko. Pri nadaljnjih korakih smo sledili standardnim navodilom proizvajalcev, le pri Nucleospin Tissue XS smo uporabili protokol s segravanjem končnega eluata za odparevanje etanola. Končni volumen raztopine DNA pri kitu Nucleospin Tissue XS je zato 15 µL (15 µL je med segrevanjem izhlapelo). Koncentracijo DNA smo določili na spektrometru (Biophotometer, Eppendorf) z uporabo kivete UVette (Eppendorf).

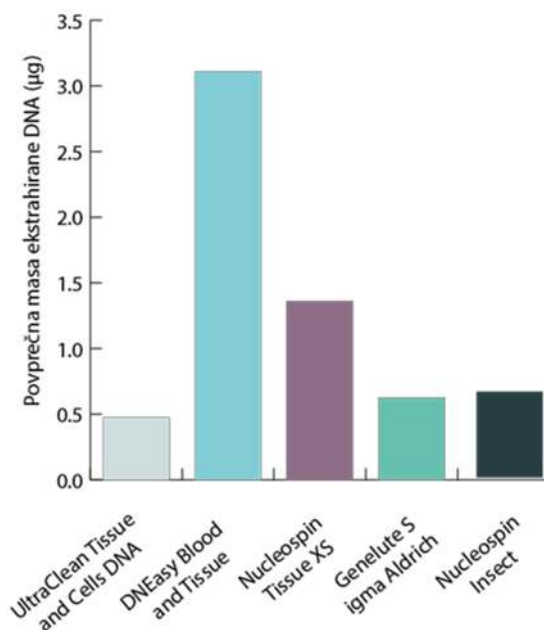
510

2.3 PCR amplifikacija

Za pomoževanje fragmenta regije mtDNA, ki kodira mitohondrijsko citokromsko oksidazo (COI), smo uporabili univerzalne začetne oligonukleotide LCO1490 in HCO2198 (Folmer in sod., 1994). PCR smo izvedli v aparatu Mastercycler Nexus (Eppendorf) pri pogojih: 95 °C / 3 min, 5x (95 °C / 30s, 45 °C / 30s, 72 °C / 1min), 35x (95 °C / 30s, 51 °C / 1 min, 72 °C / 1 min), 72 °C / 10 min (EPPO, 2016). V 25-mikrolitrsko reakcijsko mešanico za izvedbo PCR smo zamešali 12,5 µl 2x AmpliTaq Gold 360 MM (Thermo Fischer Scientific), 0,5 µl 12 µM raztopine obeh začetnih oligonukleotidov, 9,5 µl MQ vode in 2 µl ekstrahirane DNA. Uspešnost PCR smo preverili z uporabo horizontalne agarozne gelske elektroforeze z dodatkom etidijevega bromida.

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

Povprečna masa analiziranih podlubnikov je bila 1,33 mg (N = 19, en vzorec od 20 se je izgubil pri centrifugiranju zaradi počene zbiralne tubice). Uspešnost PCR pri vseh ekstrakcijskih kitih je bila 100 %. Čas, potreben za izvedbo ekstrakcije iz štirih primerkov podlubnikov, vključno s časom inkubacije za lizo vzorcev, je variiral med 1 h 3 min in 2 h 15 min. Brez inkubacije so časi variirali med 1 h in 1 h 15 min. Ekstrakcijo smo najhitreje izvedli s kitom Nucleospin DNA Insect.



511

Slika 1: Povprečna masa ekstrahirane DNA.

Preglednica 1: Primerjava petih ekstrakcijskih metod.

Ekstrakcijski kit	DNEasy Blood and Tissue	Genelute Mammalian Genomic DNA	Nucleospin DNA Insect	Nucleospin Tissue XS	UltraClean Tissue and Cells DNA Isolation kit
Proizvajalec	Qiagen	Sigma-Aldrich	Macherey-Nagel	Macherey-Nagel	MO BIO Laboratories Inc.
Končni volumen	100	200	100	15	50
Povprečna koncentracija DNA (µg/mL)	31,1	3,1	6,5	90,5	9,5
Povprečna masa ekstrahirane DNA (µg)	3,11	0,63	0,65	1,36	0,48
Uspešnost PCR (%)	100	100	100	100	100
Čas za 4 ekstrakcije z inkubacijo	2 h 1 min	2 h 15 min	1 h 3 min	2 h	1 h 45 min
Čas za 4 ekstrakcije brez inkubacije	1 h 1 min	1 h 15 min	1 h 3 min	1 h	1h 15 min
Cenovni indeks*	100	82	62	93	53

*Izračunan kot $100 \times (\text{cena metode} / \text{cena najdražje metode})$; 100 je indeks najdražje metode, 53 je indeks najcenejše metode, katere strošek je znašal 53 % stroška najdražje.

Če ne upoštevamo časa inkubacij pri povišani temperaturi, je bil najhitrejši postopek Nucleospin Tissue XS, dasiravno samo za 1 minuto; v tem primeru so vsi ekstrakcijski kiti primerljivi (Preglednica 1). Najvišjo koncentracijo DNA smo dosegli pri kitu Nucleospin Tissue XS, največjo skupno maso DNA pa pri kitu DNeasy Blood and Tissue (slika 1). Z izjemo kita UltraClean Tissue and Cells, ki ni več v prodaji, so vsi ekstrakcijski kiti ustrezni za uporabo na podlubnikih. Z najdražjim postopkom smo sicer izolirali največ DNA; približno 2,3-krat več kot pri drugem najboljšem postopku. Kit Nucleospin DNA Insect, ki je zaradi priloženih homogenizacijskih tubic najcenejši od uporabljenih kitov, daje zadovoljive rezultate brez inkubacije vzorcev. Ker smo imeli na razpolago le omejeno število ujetih osebkov podlubnikov iste vrste, nismo izvedli še ekstrakcije s kitom Nucleospin DNA Insect, kjer bi vključili predhodno inkubacijo vzorcev na povišani temperaturi, kar bi lahko vplivalo na količino pridobljene DNA.

4 SKLEPI

Izbira ekstrakcijskega kita je odvisna od namena uporabe, za manjše število razpoložljivih vzorcev je primeren kit DNeasy Blood and Tissue (Qiagen), za večje število neomejeno dostopnih vzorcev pa zaradi nizke cene Nucleospin DNA Insect (Macherey-Nagel). Pri slednjem bi veljalo preveriti učinkovitost ob uporabi primerljive inkubacije vzorcev na povišani temperaturi.

5 LITERATURA

- European and Mediterranean Plant Protection Organisation, 2016. PM 7/129 (1) DNA barcoding as an identification tool for a number of regulated pests. OEPP/EPPO Bulletin, 46: 501-537
- Folmer, Black et al. 1994. DNA primers for amplification of mitochondrial Cytochrome C oxidase subunit I from diverse metazoan invertebrates. Molecular Marine Biology and Biotechnology, 3, 294-299
- Kirkendall L., Faccoli M. 2010. Bark beetles and pinhole borers (Curculionidae, Scolytinae, Platypodinae) alien to Europe. Zookeys, 56: 227-251
- Lantschner M. V., Aukema B. H., Corley J. C. 2019. Droughts drive outbreak dynamics of an invasive forest insect on an exotic host. Forest Ecology and Management, 433: 762-770
- Liebold A. M., Brockerhoff E. G., Nuñez M. A. 2017. Biological invasions in forest ecosystems: a global problem requiring international and multidisciplinary integration. Biological Invasions, 19, 11: 3073-3077
- Podlesnik J., Mihajlović L., Jurc M. 2017. A two-year study of parasitoid entomofauna associated with spruce bark beetles (Coleoptera: Curculionidae) in the alpine belt of Slovenia (Pohorje). Phytoparasitica, 45, 2: 135-145
- Tedersoo L., Drenkhan R., Anslan S., Morales-Rodriguez C., Cleary M. 2019. High-throughput identification and diagnostics of pathogens and pests: Overview and practical recommendations. Molecular Ecology Resources, 19, 1: 47-76

VPLIV SALICILNE IN METIL-SALICILNE KISLINE NA RAST MICELIJA RAZLIČNIH GLIV TER NA OKUŽBO JABOLK Z GLIVO *Monilinia laxa*

Saša GAČNIK¹, Alenka MUNDA², Maja MIKULIČ PETKOVŠEK³

^{1,3}Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Ljubljana

²Kmetijski inštitut Slovenije, Ljubljana

IZVLEČEK

V raziskavi smo preučevali vpliv salicilne (SA) in metil-salicilne kisline (MeSA) na rast micelija različnih vrst gliv (*Monilinia fructicola*, *Monilinia laxa*, *Gnomoniopsis smithogilyvi*, *Colletotrichum fioriniae*, *Colletotrichum godetie*) na PDA gojiščih in na okužbo jabolk z glivo *Monilinia laxa*. Rezultati so pokazali, da je tretiranje z MeSA (2 in 3 mM) povsem zaustavilo rast micelija gliv *G. smithogilyvi* in *M. fructicola*, s koncentracijo 3 mM pa se je zaustavila tudi rast glive *M. laxa*. V prvem terminu meritev (4 dni po inokulaciji) je bila okužba na plodovih, tretiranih s SA, za do 29 % (poškodbe s tipsom; T) ali do 35 % (poškodbe z iglo; I) manjša kot pri kontroli, pri MeSA-tretiranih plodovih pa za 32-52 % (T) ali za 48-70 % (I) manjša v primerjavi s kontrolo.

513

Ključne besede: salicilna kislina, metil-salicilna kislina, *M. fructicola*, *M. laxa*, *G. smithogilyvi*, *C. fioriniae*, *C. godetie*

ABSTRACT

EFFECT OF SALICYLIC AND METHYL-SALICYLIC ACID ON MYCELIAL GROWTH OF DIFFERENT FUNGI AND ON INFECTION OF APPLE FRUITS WITH *Monilinia laxa*

In the study, effects of salicylic acid (SA) and methyl-salicylic acid (MeSA) on mycelial growth of different fungi (*Monilinia fructicola*, *Monilinia laxa*, *Gnomoniopsis smithogilyvi*, *Colletotrichum fioriniae*, *Colletotrichum godetie*) and infection by *Monilinia laxa* on apple fruit was investigated. Results showed that treatment with MeSA (2 and 3 mM) inhibited mycelial growth of *G. smithogilyvi* and *M. fructicola*, 3 mM of MeSA inhibited as well mycelial growth of *M. laxa*. SA-treated apple fruits had (4 days after inoculation) for up to 29 % (tips damaged; T) or up to 35 % (needle damaged; I) lower infection compared to control. MeSA-treated fruits had for up to 32-52 % (T) or 48-70 % (I) lower infection in comparison with control.

Key words: salicylic acid, methylsalicylic acid, *M. fructicola*, *M. laxa*, *G. smithogilyvi*, *C. fioriniae*, *C. godetie*.

¹ mag. inž. hort., Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana, e-pošta: sasa.gacnik@bf.uni-lj.si

² dr., Hacquetova 17, SI-1000 Ljubljana

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

1 UVOD

Salicilna kislina (SA), znana tudi kot 2-hidroksibenzojska kislina, je rastni hormon, ki ima pomembno vlogo v rastlinah kot signalna molekula, ki pripomore k sistemski inducirani odpornosti (systemic inducing resistance; SAR) na biotični in abiotični stres. Metil-salicilna kislina (MeSA) je derivat SA, ki ima ključno vlogo pri signalizaciji na dolge razdalje iz okuženega na neokuženo tkivo preko floema (Raskin in sod., 1992). Različni avtorji navajajo, da ima SA različne vplive na rast in razvoj različnih sadnih vrst, med drugim večjo maso in trdoto plodov, večjo vsebnost askorbinske kisline, skupnih fenolov in flavonoidov ter boljšo aktivnost nekaterih encimov (Gimenez in sod., 2017; Martinez-Espla in sod., 2018). Poročajo tudi o antifungicidnih učinkih SA na nekatere glive, kot sta *Monilinia fructicola*, (Yao in Shiping, 2005) in *Botrytis cinerea* (Babalara in sod., 2007).

Namen naše raziskave je bil ugotoviti vpliv SA in MeSA na rast različnih vrst gliv (*Monilinia fructicola*, *M. laxa*, *Gnomoniopsis smithogilvyi*, *Colletotrichum fiorinae* in *C. godetiae*) v čisti kulturi na krompirjevem gojišču *in vitro* in na razvoj bolezenskih znamenj *in vivo* na uskladiščenih jabolkih, okuženih z glivo *Monilinia laxa*.

2 MATERIALI IN METODE

514

V poskus učinka SA in MeSA na rast gliv *in vitro* so bili vključeni izolati gliv *Monilinia fructicola*, *M. laxa*, *Gnomoniopsis smithogilvyi*, *Colletotrichum fiorinae* in *C. godetiae* iz zbirke gliv na KIS (Kmetijski inštitut Slovenije). Izolate smo precepili na krompirjevo gojišče (PDA) ter gojišča, ki so jim bili dodani SA (2 mM in 3 mM) in MeSA (2 mM in 3 mM). Glive smo nato 3 tedne gojili pri temperaturi 20 °C v temi in merili polmer v štirih pravokotnih smereh rasti izolatov v treh terminih za glive *M. laxa* (I - 4 dni po inokulaciji; II - 7 dni po inokulaciji; III - 20 dni po inokulaciji), *C. fiorinae* in *C. godetiae* (I - 4 dni po inokulaciji, II - 7 dni po inokulaciji; III - 10 dni po inokulaciji) ter v enem terminu (15 dni po inokulaciji) za glivi *M. fructigena* in *G. smithogilvyi*.

V poskus učinka SA in MeSA *in vivo* je bila vključena sorta jabolk 'Zlati delišes'. Jabolka smo površinsko razkužili z raztopino NaClO (1 % aktivnega klora) in okužili z glivo *M. laxa* prek vbodne rane, na katero smo nanесли 20 µl suspenzije trosov s koncentracijo 5×10^5 trosov/ml. Za pripravo suspenzije trosov smo uporabili predhodno okužene plodove (okužba s koščki agarja, preraščenimi z micelijem glive *M. laxa*) z obilno sporulacijo glive na površju ploda. Trose smo postrgali s površja ploda, jih suspendirali v sterilni destilirani vodi in uravnali do zelene koncentracije. Jabolka smo najprej poškodovali z iglo (I) ali tipsom (T) in na mesto vboda nanесли 20 µl suspenzije trosov. Pri kontrolnih jabolkih smo na mesto vboda nanесли 20 µl sterilne bidestilirane vode. Jabolka smo nato 24 ur inkubirali pri temperaturi 20 °C in 100 % relativni zračni vlagi, nato pa za 30 min namočili v raztopini SA in MeSA (2,5 mM). V našem poskusu smo v preliminarnem testu preizkušali tudi koncentracijo 3,5 mM SA in MeSA ter 45 minutni čas namakanja jabolk. Rezultatov nismo uporabili zaradi fitotoksičnega učinka raztopine na jabolka. Kontrolna jabolka smo namočili v sterilni bidestilirani vodi. Jabolka smo nato 14 dni inkubirali v rastni komori pri temperaturi 17 °C in 100 % relativni zračni vlagi. Meritve smo izvajali v treh terminih - I (3 dni po infekciji), II (7 dni po infekciji), III (10 dni po infekciji), v katerih smo spremljali jakost okužbe, ki smo jo ocenili na podlagi meritev

premera nastalih nekroz v dveh pravokotnih smereh. Podatke smo statistično obdelali s programom Statgraphic Plus 4.0 (enosmerna analiza variance; $p < 0,05$).

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

3.1 Vpliv SA in MeSA *in vitro*

V prvem delu poskusa smo ugotavljali vpliv SA in MeSA na rast micelija različnih vrst gliv v čisti kulturi na krompirjevem gojišču (*in vitro*). Rezultati poskusa so prikazani na sliki 1. Pričakovano so vse testirane glive najbolj rastle na kontrolnem gojišču brez dodane SA in MeSA. Z dodatkom SA oziroma MeSA, pa se je rast gliv značilno zmanjšala. SA ima po navajanju različnih avtorjev antifungicidne učinke tudi proti glivam *Monilinia fructicola* na češnjah (Yao in Tian, 2005), *Botrytis cinerea* na jagodah (Babalar in sod., 2007) in *Colletotrichum gleosporioides* na mangu (Joyce in sod., 2001).

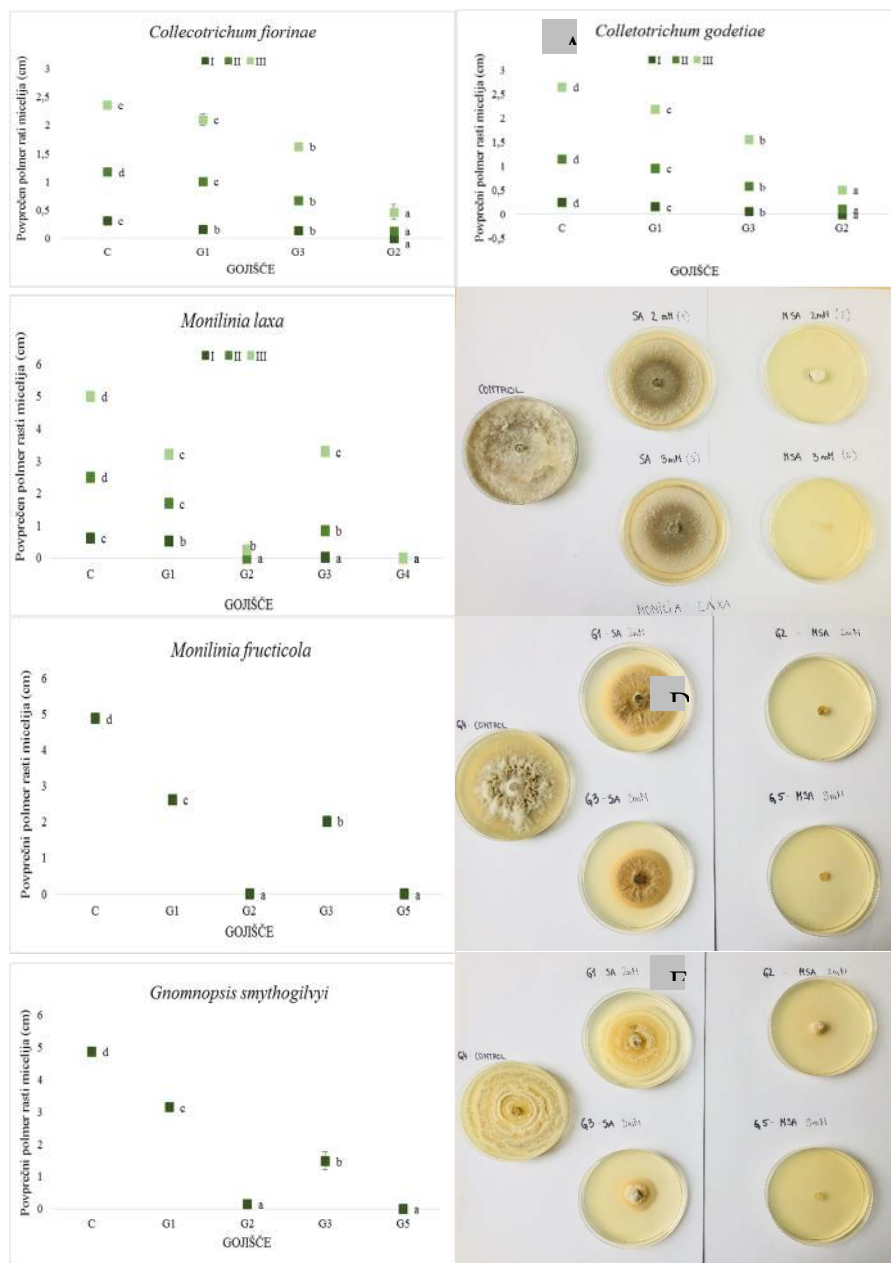
V našem primeru je imela SA, v primerjavi z MeSA, značilno slabši zaviralni učinek na rast micelija gliv, vendar značilno boljši kot kontrola ($p < 0,05$). Pri zaviranju rasti micelija gliv *G. smithogilvyi* in *M. fructicola* na PDA gojiščih je imela najboljši učinek MeSA (2 in 3 mM), ki je povsem zavrla rast, s koncentracijo 3 mM pa se je zaustavila tudi rast glive *M. laxa*. Na rast gliv iz rodu *Colletotrichum* sp. je imela prav tako najboljši zaviralni učinek 2 mM MeSA, ki je rast v III. terminu meritev v primerjavi s kontrolo zmanjšala za 58 – 100% pri *C. fiorinae* in za 77-100% pri *C. godetiae*.

3.2 Vpliv SA in MeSA *in vivo*

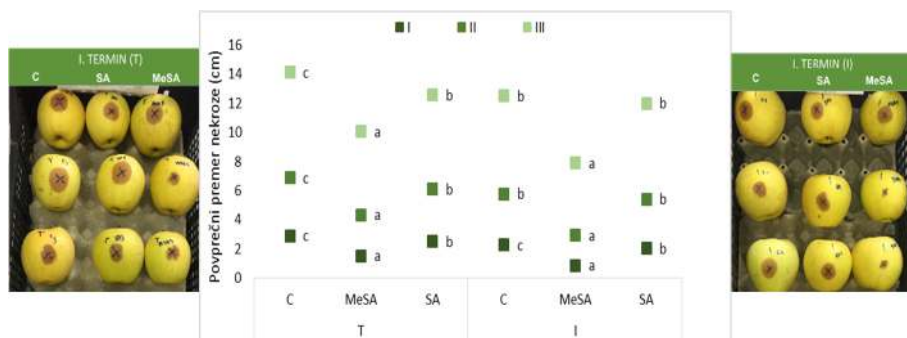
Namen drugega dela poskusa je bil ugotoviti vpliv SA in MeSA na razvoj bolezenskih znamenj *in vivo* na uskladiščenih jabolkih, okuženih z glivo *Monilinia laxa*. Jakost okužbe pri jabolkih, tretiranih s SA in MeSA, je bila pri vbodnih ranah s tipsom (T) v primerjavi s kontrolo značilno manjša v vseh treh terminih meritev. Tudi pri vbodnih ranah z iglo (I) smo v prvem terminu meritev dobili podobne rezultate. V II. (7 dni po infekciji) in III. terminu (10 dni po infekciji) meritev pa med kontrolnimi in SA-tretiranimi jabolki nismo zaznali značilnih razlik v jakosti okužbe ($p > 0,05$).

Pri obeh načinih okužbe (vbodna rana prek tipsa ali igle) je imela MeSA najboljši učinek na zmanjšanje nekroz, ki jih je povzročila *M. laxa*. V I. terminu meritev (3 dni po infekciji) je bila okužba na plodovih tretiranih s SA za do 29 % (T) ali do 35 % (I) značilno manjša kot pri kontroli, pri z MeSA-tretiranih plodovih pa za 32-52% (T) ali za 48-70% (I) značilno manjša v primerjavi s kontrolo.

516



Slika 1: Povprečen polmer rasti micelija (cm) pri glivah A- *Colletotrichum fiorinae*, B- *Colletotrichum godetiae*, C- *Monilinia laxa*, D- *Monilinia fruticola* in E- *Gnomnopsis smythogilyi*, na PDA gojiščih (C- kontrola, G1- 2 mM SA, G2- 2 mM MeSA, G3- 3 mM SA, G4- 3 mM MeSA) v različnih terminih meritev



Slika 2: Nekroze na jabolkih, ki jih je povzročila gliva *M. laxa* po okužbi preko vbodne rane s tipsom (T; levo) ali iglo (I; desno) v I. terminu (3 dni po infekciji) meritev in grafični prikaz povprečnih premerov nekroz po terminih in načinu okužbe.

4 SKLEPI

Varstvo rastlin pred boleznimi predstavlja velik izziv zaradi spremenjene klime in predvsem zaradi splošnega zavedanja javnosti o škodljivosti uporabe učinkovitih fitofarmaceutskih sredstev in posledično opuščanja le teh. Na podlagi naših in tujih rezultatov bi lahko tretiranje rastlin s SA in predvsem z MeSA predstavljalo uspešno alternativo uporabi fitofarmaceutskih sredstev. V našem poskusu smo dokazali antifungicidni učinek SA in MeSA na rast micelija različnih gliv *in vitro* in na *in vivo* rast glive *Monilinia laxa* na jabolkih. Dokazali smo, da je metilsalicilna kislina v primerjavi s salicilno kislino bolj učinkovita in da je zaviralni učinek na rast gliv ob uporabi 3 mM raztopine večji od uporabe 2 mM raztopine. Potrebni bi bilo še več podobnih raziskav, ki bi testirale vpliv več različnih koncentracij SA in njenih derivatov ter različnega časa namakanja v njihovih raztopinah na okuženost z različnimi glivami. Potrebno bi bilo testirati tudi vpliv različnih koncentracij in časa namakanja na fiziološke karakteristike rastlin, saj ob uporabi previsoke koncentracije in predolgega časa namakanja rastlin v raztopino SA in MeSA lahko vodi k fitotoksičnemu učinku omenjenih snovi. Preliminarni testi so pokazali fitotoksični učinek, ko smo jabolka sorte 'Zlati delišes' za 45 minut namočili v 3,5 mM raztopino SA in MeSA.

5 LITERATURA

- Babalar M., Asghari M., Talaei A., Khosroshahi A. 2007. Effect of pre-and postharvest salicylic acid treatment on ethylene production, fungal decay and overall quality of Selva strawberry fruit. *Food Chemistry*, 105, 2: 449-453.
- Yao H., Tian S. 2005. Effects of pre-and post-harvest application of salicylic acid or methyl jasmonate on inducing disease resistance of sweet cherry fruit in storage. *Postharvest Biology and Technology*, 35, 3: 253-262.
- Giménez M. J., Serrano M., Valverde J. M., Martínez-Romero D., Castillo S., Valero D., Guillén F. 2017. Preharvest salicylic acid and acetylsalicylic acid treatments preserve quality and

- enhance antioxidant systems during postharvest storage of sweet cherry cultivars. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 97, 4: 1220-1228.
- Joyce D., Wearing H., Coates L., Terry L. 2001. Effects of phosphonate and salicylic acid treatments on anthracnose disease development and ripening of 'Kensington Pride' mango fruit. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 41, 6: 805-813.
- Martínez-Esplá A., Zapata P. J., Valero D., Martínez-Romero D., DÍaz-Mula H. M., Serrano M. 2018. Preharvest treatments with salicylates enhance nutrient and antioxidant compounds in plum at harvest and after storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 98, 7: 2742-2750.
- Raskin I. 1992. Salicylate, a new plant hormone. *Plant Physiology*, 99, 3: 799 str.

**SPINETORAM, SODOBNA, DANAŠNJIM SMERNICAM ZA VARSTVO
RASTLIN PRIMERNA INSEKTICIDNA UČINKOVINA ZA ZATIRANJE
GOSENIC ŠKODLJIVIH METULJEV NA SADNEM DREVJU, VINSKI TRTI
IN OLJKAH, KAKOR TUDI HRUŠEVE BOLŠICE**

Andrej KOS¹, Marjan KRAGL², Boris PARADŽIČ³

^{1,2} KARSIA, Dutovlje, d.o.o., Ljubljana

³DOW AgroSciences WmbH

IZVLEČEK

Učinkovina spinetoram (višja vsebnost spinosina J in nižja vsebnost spinosina L) je bil v Evropi uvrščen na aneks I v letu 2014. Prva registracija je bila v Franciji leta 2016, v letu 2017 pa že tudi v Sloveniji. Spinetoram, tako kot njegov predhodnik spinosad, spada v novejši kemični razred insekticidov, ki se imenuje spinosini (razred 5). Spinetoram ima poseben način delovanja, ki se razlikuje od vseh drugih insekticidov. Povzroči vzburjanje živčnega sistema, ki vodi k nenadzorovanemu krčenju mišic, izčrpanosti in tresavici, na koncu sledi paraliza. Ti učinki so skladni z aktivacijo nikotinskih receptorjev acetilholina (nAChR), vendar z mehanizmom, ki je povsem nov in edinstven med vsemi znanimi insekticidnimi spojinami. Zaradi svojega delovanja je spinetoram zelo zaželen v antirezistenčnem programih. Karenca za pečkarje je le 7 dni, le za oljko je 21 dni. Zelo pomembni dejavniki so tudi MRL-ji, ki so v primeru upoštevanja GAP pod vrednostjo 0,01 ppm, v primeru uporabe 25 dni pred spravilom pa zagotovo 0,00 ppm. Spinetoram deluje predvsem na škodljivce iz redov Lepidoptera, Thysanoptera, Diptera in Coleoptera. Ima ovi-larvicidno delovanje, nanj so občutljivi vsi razvojni stadiji škodljivcev, deluje pa dotikalno in prek prebavil. Deluje izredno hitro, že nekaj minut po izpostavitvi učinkovine, smrt pa nastopi v času od 1 do 24 ur. Spinetoram ima tudi izrazito translaminarno delovanje v mezofilnih ali stebričastih tkivih, zato ima tudi delovanje na nekatere škodljivce, ki se prehranjujejo s sesanjem sokov. V letu 2017 sta pridobili registracijo FFS Delegate[®] 250 WG in Radiant[®]. Delegate[®] 250 WG vsebuje 25 % aktivne snovi spinetoram in ima dovoljenje za uporabo na jablanah, hruškah, kutini in našjih za zatiranje jabolčnega zavijača (*Cydia pomonella*), breskovega zavijača (*Cydia molesta*), pasastega sadnega lupinarja (*Pandemis heparana*), sadnega zavijača (*Adoxophyes orana* in *Argyrotaenia pulchellana*), na hruškah za zatiranje navadne hruševe bolšice (*Cacopsylla pyri*), na breskvah, nektarinah in marelicah za zatiranje breskovega zavijača (*Cydia molesta*), breskovega molja (*Anarsia lineatella*) in cvetličnega resarja (*Frankliniella occidentalis*), na slivah in češpljah za zatiranje češpljevega zavijača (*Cydia funebrana*) in sadnega zavijača (*Adoxophyes orana*), na oljkah za zatiranje oljčnega molja (*Prays oleae*).

519

¹ univ. dipl. inž. agr., Poslovalnica Ljubljana, Tržaška c. 132, SI-1000 Ljubljana

² univ. dipl. inž. agr., prav tam

³ univ. dipl. inž. agr., Ulica Petra Hektorovića 2, HR-10000 Zagreb, Hrvaška

Radiant® vsebuje 12 % aktivne snovi spinetoram in ima dovoljenje za zatiranje na trti za pridelavo vinskega grozdja za zatiranje križastega grozdnega sukača (*Lobesia botrana*), pasastega grozdnega sukača (*Eupoecilia ambiguella*), listnega zavijača na trti (*Argyrotaenia ljugiana (pulchellana)*) in vinsko mušico (*Drosophila melanogaster*), trtnega resarja (*Drepanothrips reuteri*), cvetličnega resarja (*Frankliniella occidentalis*) in trsnega sukača (*Sparganothis pilleriana*).

Ključne besede: spinetoram, insekticid, gosenice, hruševa bolšica

ABSTRACT

SPINETORAM, A MODERN, FOR TODAY'S PLANT PROTECTION GUIDELINES, VERY APPROPRIATE INSECTICIDAL ACTIVE INGREDIENT TO CONTROL CATERPILLARS OF HARMFUL BUTTERFLIES ON FRUIT TREES, VINES AND OLIVES AND ALSO PEAR PSYLLID

The active ingredient (a.i.) of spinetoram (a higher content of spinosyn J and a lower spinosyn L content) was listed in annex I in Europe in 2014. The first registration was in France in 2016 and in 2017 already in Slovenia. Spinetoram, like its predecessor spinosad, belongs to a newer chemical class of insecticides, called spinosins (class 5). Spinetoram has a specific mode of action that differs from all other insecticides. It causes the excitement of the nervous system leading to uncontrolled muscle contraction, exhaustion and trembling, followed by paralysis. These effects are consistent with the activation of nicotinic receptors of acetylcholine (nAChR), but with a mechanism that is completely new and unique among all known insecticidal compounds. Due to its performance spinetoram is highly desirable in anti-resistance programs. The PHI period is only 7 days, only for the olive 21 days. MRLs are also very important factors, which are below 0.01 ppm if GAP is taken into account, and in the case of use 25 days before harvest, they are certainly 0.00 ppm. Spinetoram works mainly on pests from the genus Lepidoptera, Thysanoptera, Diptera and Coleoptera. It has ovi-larvicid activity, all development stages of the pest are sensitive and it works through the contact and through the gastrointestinal tract. Its works extremely fast, a few minutes after exposure to the active substance, and death occurs between 1 and 24 hours. Spinetoram also has a pronounced translaminar action in mesophilic or posterior tissue therefore it also acts on some pests that feed on juices. In 2017 obtained the registration two PPP containing spinetoram, Delegate® 250 WG with 25 % of a.i. and Radiant® with 12 % of a.i. Delegate® 250 WG is registered for control *Cydia pomonella*, *Pandemis heparana*, *Adoxophyes orana* and *Argyrotaenia pulchellana* on some pome fruits, *Psylla piri* on pears, *Cydia molesta*, *Anarsia lineatella*, *Frankliniella occidentalis*, *Cydia funebrana* and *Adoxophyes orana* on some stone fruits and *Prays oleae* on olives.

Key words: Spinetoram, insecticide, caterpillars, pear psyllid

1 UVOD

Potrebe kmetijstva v skladu s svetovnimi trendi po uporabi naravi prijaznih sredstvih so močno v porastu. Današnji potrošnik, predvsem pa trgovina, od pridelovalcev

zahteva kmetijske pridelke z malo ali nič ostanki FFS, kar pa je velikokrat zelo težko, saj večina insekticidov, uporabljenih proti koncu rastne dobe, pušča v plodovih ostanke. Odgovor na to so učinkovine iz skupine spinosinov. Postopek pridobivanja naravnih spinosinov (npr. spinosada iz bakterije *Saccharopolyspora spinosa*) je zapleten in počasen, se pa je v zadnjih letih optimiziral in močno napredoval. Molekula spinetoram je rezultat dolgoletnega preučevanja številnih variant spinosinov (preko 800), v cilju iskanja še bolj učinkovitih molekul, predvsem za škodljivce na drevesnih vrstah, vinski trti in vrtninah.

Molekulo spinetoram so »dizajnirali« v podjetju DOW AgroSciences, tako da so na molekuli spinosina A in spinosina D na osmih mestih naredili 4 možne menjave. S tem so dobili 65.000 novih možnih molekul. Najbolj obetavna je bila molekula spinetoram, kateri so s pomočjo programa ANN (Artificial Neural Network) povečali učinkovitost in fotostabilnost. Molekulo spinetorama tako sestavljata 2 modificirana spinosina J in L.

Spinosini so po IRAC klasifikaciji (Insecticide Resistance Action Committee) uvrščeni v posebno skupino 5. So edini predstavniki te skupine in jih je možno uspešno uporabljati v antirezistenčni strategiji v rotaciji z insekticidi drugih skupin.

Prva registracija molekule spinetoram je bila leta 2007 v Novi Zelandiji in nato v Združenih državah Amerike s komercialnim imenom Delegate® 250 WG. Leta 2008 je sredstvo dobilo prestižno nagrado »Green Chemistry Award« in leta 2010 »Best new Crop Protection Product«. Prva registracija v Evropi je bila leta 2012 v Franciji, nato 2013 v Španiji, kjer so imeli velike probleme s hruševo bolšico. V Sloveniji sta v letu 2017 pridobili registracijo dve sredstvi, Delegate® 250 WG in Radiant®.

2 NAČIN DELOVANJA UČINKOVINE SPINETORAM

Smatra se, da spinetoram vpliva na nikotinske-acetilholinske receptorje (nAChR) in receptorje gama-aminomaslene kisline (GABA), ki se nahajajo na postsinaptičnih membranah v živčnih sistemih žuželk. Prihaja do nepravilnega/motenega prenosa signalov.

Učinkovina deluje pri nižjih odmerkih kot spinosad, je bolj obstojna, ima izrazitejši »knock down« efekt ter močnejše translaminarno delovanje. Primarna učinkovitost je prek digestije in sekundarna s kontaktom.

Deluje na vse razvojne stadije žuželk, najučinkovitejši pa je na mlade ličinke žuželk, takoj ko se izležejo in se aktivno hranijo s poškopljenim rastlinskim tkivom. Signifikantno je tudi delovanje na odrasle osebkke, pa tudi ovi-larvicidno delovanje proti škodljivcem iz reda Lepidoptera.

Žuželke se po stiku že v nekaj minutah nehajo prehranjevati, kar pomeni, da pravzaprav takoj po aplikaciji prenehajo delati škodo. Posledica stika s sredstvom je nekontrolirano draženje in krčenje mišic, sledi izčrpavanje, nato paraliza in smrt žuželke, ki nastopi v roku od 1 do 24 ur. Žuželke, ki so preživele izpostavljenost spinetoram, imajo daljši razvojni krog, ličinke in bube imajo manjšo maso, odrasli osebki imajo krajšo življenjsko dobo ter zmanjšano plodnost.

Spinetoram ima daljšo rezidualno učinkovitost kot spinosad, primerljiva pa je z nekaterimi insekticidi iz skupine organskih fosforjevih estrov. Giblje se tudi translaminarno skozi mezofilno tkivo listja in tako tudi kaže določeno delovanje na listne zavrtače. Spinetoram ima zelo ugoden ekotoksikološki profil in se dobro vključuje v strategijo varstva z nizkim tveganjem (reduce risk plant protection programs). Ima nizko toksičnost za sesalce, ptice, ribe in deževnike, pri ustrezni rabi se prav tako ne pričakuje negativnih učinkov na vodno floro in vodne nevretenčarje. Je nevaren za čebele ob direktni aplikaciji, tri ure po aplikaciji pa na čebele nima več nobenega učinka. Na koristne žuželke, kot so *Geocoris* spp., *Nabis* spp., *Anthocoris* spp., Coccinellidae in *Chrysopa* spp. ima nizko ali prehodno delovanje. V naravi se zelo hitro razgradi (nizka perzistentnost) in se ne akumulira. V vodi se hitro razgradi pod vplivom sončne svetlobe. Povprečna razpolovna doba v vodi je 12-15 ur. V tleh se močno veže na talne delce, ni podvržen spiranju in se hitro razgrajuje (razpolovna doba v tleh je 2-4 dni).

3 UPORABA

Sredstvo Delegate® 250 WG vsebuje 250 g učinkovine spinetoram/kg in je formuliran v obliki močljivih zrn. pH vrednost 1 % raztopine je 8,7. Karenca za jabolane, hruške, kutine, našije, breskve, nektarine, marelice, slive in češplje je 7 dni, za oljke pa 21 dni. Imetnik registracije: DOW Agrosciences VmbH, Dunaj, Avstrija. Embalaža: 100 g in 1 kg. Navodilo za uporabo: sredstvo Delegate® 250 WG uporabljamo:

- na jablanah, hruškah, kutini in našijih za zatiranje jabolčnega zavijača (*Cydia pomonella*), breskovega zavijača (*Cydia molesta*), pasastega sadnega lupinarja (*Pandemis*) in sadnega zavijača (*Adoxophyes orana* in *Argyrotaenia pulchellana*), sadnega zavijača v odmerku 0,3 kg na ha, ob porabi 400-1000 L vode na ha. Tretiramo v fenološki fazi, ko so plodiči večji od 10 mm (BBCH 71) in do fenološke faze, ko so plodiči primerni za pobiranje (BBCH 87), vendar najkasneje 7 dni pred obiranjem. V eni rastni dobi ga lahko uporabimo enkrat. Pri upoštevanju karence 7 dni, so ostanki (MRL) vedno pod mejo 0,01 mg/kg, pri upoštevanju karence 35 dni pa 0,00;
- na hruškah za zatiranje navadne hrušveve bolšice (*Cacopsylla piri*) v odmerku 0,3 kg na ha za zatiranje druge generacije po napovedih opazovalno napovedovalne službe za varstvo rastlin. Tretiramo po cvetenju. V eni rastni dobi ga lahko uporabimo enkrat;
- na breskvah, nektarinah in marelicah za zatiranje breskovega zavijača (*Cydia molesta*), breskovega molja (*Anarsia lineatella*) in cvetličnega resarja (*Frankliniella occidentalis*) v odmerku 0,3 kg na ha, ob porabi 400-1000 L vode na ha. Tretiramo v fenološki fazi, ko plodiči odpadajo po cvetenju (BBCH 71) in do fenološke faze, ko so plodiči ustrezni za pobiranje (BBCH 87), vendar najpozneje 7 dni pred obiranjem. V eni rastni dobi ga lahko uporabimo enkrat;
- na slivah in češpljah za zatiranje češpljevega zavijača (*Cydia funebrana*) in sadnega zavijača (*Adoxophyes orana*) v odmerku 0,3 kg na ha, ob porabi 400-1000 L vode na ha. Tretiramo v fenološki fazi, ko plodiči odpadajo po cvetenju (BBCH 71) in do fenološke faze, ko so plodiči ustrezni za pobiranje (BBCH 87), vendar najpozneje 7 dni pred obiranjem. V eni rastni dobi ga lahko uporabimo enkrat;

522

- na oljkah za zatiranje oljčnega molja v odmerku 0,075 kg na ha, ob porabi 1000 do 1500 L vode na ha. Tretiramo v času, ko se pojavi drugi rod oljčnega molja (karpofagna generacija), ki dela škodo na plodičih oz. na podlagi obvestil opazovalno napovedovalne službe za varstvo rastlin. V eni rastni dobi ga lahko uporabimo dvakrat, minimalni razmik pri škropljenju je 28 dni.

Sredstvo Radiant® vsebuje 120 g učinkovine spinetoram/L in je formuliran v obliki koncentrirane suspenzije (SC). pH vrednost 1 % raztopine je 7,5 in karenc 7 dni. Sredstvo Radiant® uporabljamo na trti za pridelavo vinskega grozdja:

- za zatiranje križastega grozdnega sukača (*Lobesia botrana*), pasastega grozdnega sukača (*Eupoecilia ambiguella*), listnega zavijača na trti (*Argyrotaenia ljugiana pulchellana*) in vinsko mušico (*Drosophila melanogaster*) v odmerku 0,35 L na ha pri porabi 80 do 400 L vode na ha. Tretiramo v fenološki fazi, od odpiranja brsta (BBCH 09) in do fenološke faze, ko so socvetja popolnoma razvita (BBCH 59); ali pa v fenofazi, ko nastanejo plodiči (BBCH 71) do faze, ko so jagode ustrezne za trgatve (BBCH 89) oziroma do 7 dni pred trgatvijo. V eni rastni dobi ga lahko uporabimo enkrat;
- za zatiranje trtnega resarja (*Drepanothrips reuteri*), cvetličnega resarja (*Frankliniella occidentalis*) in trsnega sukača (*Sparganothis pilleriana*) v odmerku 0,3 L na ha pri porabi 80 do 400 L vode na ha. Tretiramo v fenološki fazi, od odpiranja brsta (BBCH 09) in do fenološke faze, ko so socvetja popolnoma razvita (BBCH 59); ali pa v fenološki fazi, ko nastanejo plodiči (BBCH 71) do fenološke faze, ko so jagode ustrezne za trgatve (BBCH 89) oziroma do 7 dni pred trgatvijo. V eni rastni dobi ga lahko uporabimo enkrat.

523

4 SKLEPI

Učinkovina spinetoram je izredno dobrodošla v slovenski pridelavi, saj se zaradi svojih pozitivnih lastnosti zelo dobro vključuje v integrirano varstvo. V času, ko veliko pomembnih insekticidov izgublja dovoljenja, je odlična alternativa, tako iz pogleda učinkovitosti, kakor tudi ekotoksikoloških lastnosti.

5 LITERATURA

DOW AgriSciences LLC. Spinetoram Technical bulletin 2013.
FITO-INFO, <http://www.fito-info.si/>

**LASER® PLUS, NADGRADNJA DOBRO ZNANEGA INSEKTICIDA Z
DVAKRAT VEČJO VSEBNOSTJO UČINKOVINE SPINOSAD, Z
RAZŠIRJENO MOŽNOSTJO UPORABE NA VEČ VRSTAH GOJENIH
RASTLIN KOT TUDI V EKOLOŠKI PRIDELAVI**

Andrej KOS¹, Drago MAJCEN², Boris PARADŽIČ³

^{1,2}KARSIA, Dutovlje, d.o.o., Ljubljana

³DOW AgroSciences VmbH, Zagreb

IZVLEČEK

Učinkovina spinosad (spinosin A in spinosin B) je v slovenskem kmetijstvu dobro znana učinkovina fitofarmaceutskih sredstev (FFS) Laser 240 SC in GF-120. Spada v novejši kemični razred insekticidov, ki se imenuje spinosini (razred 5). Učinkovina spinosad se pridobiva iz bakterije *Saccharopolyspora spinosa* prek fermentacije njenih metabolitov. To je insekticid, ki združuje učinkovitost sintetičnih pripravkov in je hkrati dovoljen v ekološki pridelavi. Spinosad deluje dotikalno in prek prebavil. Deluje tudi na jajčeca, če so neposredno poškropljena. Čeprav je dotikalno delovanje zelo učinkovito, je delovanje prek prebavil še 5-10-krat močnejše. Spinosad ima poseben način delovanja, ki se razlikuje od vseh drugih insekticidov. Povzroči vzburjanje živčnega sistema, ki vodi k nenadzorovanemu krčenju mišic, izčrpanosti in tresavici, na koncu sledi paraliza. Ti učinki so skladni z aktivacijo nikotinskih receptojev acetilholina, vendar z mehanizmom, ki je povsem nov in edinstven med vsemi znanimi insekticidnimi spojinami. Zaradi svojega delovanja je spinosad zelo zaželen v antirezistenčnem programih. V letu 2018 je pridobilo registracijo sredstvo Laser® Plus, ki vsebuje dvakrat večjo vsebnost učinkovine spinosad in ima dosti širšo registracijo in bo nadomestilo sredstvo Laser 240 SC. Dovoljenje ima za uporabo na zelenjadnicah, predvsem za zatiranje cvetličnega resarja (*Frankliniella occidentalis*) in gosenic sovk iz rodov *Spodoptera* in *Heliothis*, na krompirju za zatiranje koloradskega hrošča (*Leptinotarsa decemlineata*), na pečkarijih za zatiranje jabolčnega zavijača (*Cydia pomonella*), na koščičarjih za zatiranje cvetličnega resarja (*Frankliniella occidentalis*), breskovega molja (*Anarsia lineatella*) in breskovega zavijača (*Cydia molesta*), na vinski trti za zatiranje cvetličnega resarja (*Frankliniella occidentalis*), križastega grozdnega sukača (*Lobesia botrana*), lisaste minice (*Oxythyrea funesta*) in plodove vinske mušice (*Drosophila suzukii*), na orehah za zatiranje orehove muhe (*Rhagoletis completa*), na jagodičevju za zatiranje plodove vinske mušice (*Drosophila suzukii*) ter na okrasnih rastlinah za zatiranje cvetličnega resarja (*Frankliniella occidentalis*).

Ključne besede: insekticid, Laser® plus, spinosad, *Saccharopolyspora spinosa*

¹ univ. dipl. inž. agr., Poslovalnica Ljubljana, Tržaška c. 132, SI-1000 Ljubljana, e-pošta: andrej.kos@karsia.si

² univ. dipl. inž. agr., prav tam, e-pošta: drago.majcen@karsia.si

³ univ. dipl. inž. agr., Ulica Petra Hektorovića 2, HR-10000 Zagreb, Hrvaška

ABSTRACT

LASER® PLUS, THE UPGRADE OF A WELL-KNOWN INSECTICIDE WITH DOUBLE CONTENT OF ACTIVE INGREDIENT SPINOSAD, WITH A WIDESPREAD USE ON SEVERAL AGRICULTURAL CROPS AS WELL AS IN ORGANIC PRODUCTION

Active ingredient spinosad (Spinosyn A and Spinosyn B) is a well-known active ingredient (a.i.) in Slovenian agriculture. It belongs to a new chemical class of insecticides called spinosyns (Class 5). A.s. Spinosad is derived from the bacterium *Saccharopolyspora spinosa*, through fermentation metabolites. This is an insecticide that combines the effectiveness of synthetic preparations and is also permitted in organic production. Spinosad works by contact and by ingestion. It's effective also on eggs, if they are treated directly. Although the contact functioning is very effectively, the ingestion functioning is 5-10 times stronger. Spinosad has a specific mode of action that is different from all other insecticides. It causes excitation of the nervous system leading to uncontrolled contraction of muscles, exhaustion and shivering, in the end followed by paralysis. These effects are consistent with the activation of nicotinic acetylcholine receptors, but with the mechanism that is completely new and unique among all known insecticidal compounds. Because of his operation spinosad is highly desirable in anti-resistant programs. Plant protection product Laser® Plus was registered acquired the registration in 2018, with double content of the a.i. spinosad and has a much wider registration and will replace the product Laser 240 SC on the market. It has permission to be used on vegetable crops, especially for control of *Frankliniella occidentalis* and caterpillars genus *Spodoptera* and *Heliothis*, *Cydia pomonella* on pome fruits, *Frankliniella occidentalis*, *Anarsia lineatella* and *Cydia molesta* on stone fruits, *Frankliniella occidentalis*, *Oxythyrea funesta*, *Drosophila suzukii* and *Lobesia botrana* on vine grapes, *Rhagoletis completa* on walnut, on berries and small fruits to control *Drosophila suzukii* and *Frankliniella occidentalis* on ornamentals.

Key words: insecticide, Laser® Plus, spinosad, *Saccharopolyspora spinosa*

1 UVOD

Z večanjem pomena in trendov sonaravne pridelave, je v letu 2018 pridobil registracijo nov insekticid na podlagi učinkovine spinosad, s trgovskim imenom Laser® Plus. Novi, izboljššan pripravek bo na voljo na slovenskem trgu že v letu 2019 in bo nadomestil dobro znani Laser 240 SC. Tako kot starega, ga bo mogoče uporabljati v ekološki pridelavi, a še na večjem številu gojenih rastlinskih vrst kot doslej. Uporaba bo dovoljena na zelenjadnicah za zatiranje cvetličnega resarja (*Frankliniella occidentalis*) in gosenic sovka iz rodov *Spodoptera* in *Heliothis* ter na krompirju za zatiranje koloradskega hrošča (*Leptinotarsa decemlineata*). Nova bo uporaba na sadnem drevju, in sicer na pečkarjih za zatiranje jabolčnega zavijača (*Cydia pomonella*), na koščičarjih za zatiranje cvetličnega resarja (*Frankliniella occidentalis*), breskovega molja (*Anarsia lineatella*) in breskovega zavijača (*Cydia molesta*). Na vinski trti ga bo mogoče uporabljati za zatiranje cvetličnega resarja (*Frankliniella occidentalis*), križastega

grozdnega sukača (*Lobesia botrana*), lisaste minice (*Oxythyrea funesta*) in plodove vinske mušice (*Drosophila suzukii*), na orehah pa za zatiranje orehove muhe (*Rhagoletis completa*), na jagodičevju za zatiranje plodove vinske mušice (*Drosophila suzukii*) ter na okrasnih rastlinah za zatiranje cvetličnega resarja (*Franklinella occidentalis*).

2 POMEN IN NAČIN DELOVANJA AKTIVNE SNOVI SPINOSAD

Učinkovina spinosad je presnovni produkt, ki nastaja biološko pri fermentaciji Gram-pozitivne bakterije *Sacharopolyspora spinosa*. Bakterija je bila odkrita naključno, leta 1982 v tleh v okolici opuščene predelovalnice sladkornega trsa in destilarne ruma na Deviških otokih (raziskovalec podjetja Eli Lilly). Bakterija proizvaja veliko večje število metabolitov, ki so poimenovani spinosini. V aktivno snov spinosad sta vključena spinosin A in spinosin D, od tod tudi ime (spinosin A, D) – spinosad. Prvi tržni pripravek na podlagi spinosada je bil dan na trg že leta 1997 v ZDA, v Sloveniji pa smo ga dobili šele leta 2003 (pripravek Laser 240 SC). Danes se a.s. spinosad uporablja v številnih državah sveta (> 82) in na več kot 250 vrstah gojenih rastlin pod različnimi trgovskimi imeni.

Mehanizem delovanja (MoA): po IRAC-u spada spinosad v skupino 5. Spinosad in ostali spinosini delujejo na živčni sistem žuželk z draženjem nevronov, primarno s stimulacijo nikotinskih acetilholinskih receptorjev (nAChR) in sekundarno na receptorje gama aminomaslene kisline (GABA). Način se razlikuje od ostalih insekticidov, ki delujejo na ista mesta. Spinosad učinkuje na živčni sistem škodljivcev, povzroči nekontrolirano draženje, zaradi tega nekontroliranega krčenja mišic, nato sledi izčrpanosti z drhtenjem, paraliza in smrt žuželk (DOW AS, 2001). Nima nevrotoksičnega vpliva na sesalce. Je insekticid s širokim spektrom delovanja na škodljive žuželke, vključno s predstavniki redov Lepidoptera (gosenice metuljev), Diptera (muhe, mušice, komarje), Thysanoptera (resarje ali tripse), Coleoptera (hroščke), Orthoptera (kobilice) in Hymenoptera (mravlje, ose). Ponekod je dovoljen za zatiranje skladiščnih škodljivcev žit. Uporablja se tudi v veterini in humani medicini (zatiranje parazitov). Nima sistemskih lastnosti in ga rastlina ne vsrka – ima le omejeno translaminarno delovanje, odvisno od povrhnjice rastlin. Učinek prek digestije je 5-10 krat večji. Smatra se za naravni produkt in zato je dovoljen v ekološki pridelavi, kjer je postal eden izmed temeljnih sredstev za ekološko in integrirano varstvo rastlin. Ima dober okoljski profil, z nizko toksičnostjo za sesalce (Durkin in sod., 2016). Nenevaren je za podgane, ptice, zmerno nevaren je za ribe in zelo nevaren za čebele (ob direktni aplikaciji, precej manj ko se sredstvo posuši, ~ 3 ure po aplikaciji) (Miles, 2011). Dobra je selektivnost za večino koristnih organizmov (kratek čas potreben po aplikaciji za naselitev plenilcev). Pod vplivom svetlobe in mikroorganizmov se hitro razgradi, zato se v naravi ne akumulira. Razpolovna doba na površju tal je en dan, v tleh povprečno 9-10 dni. Veže se na talne delce in ni podvržen spiranju. V vodi se razgradi hitro, HL < 1 dan. Razpolovna doba na rastlinah je 2-16 dni, odvisno od intenzitete svetlobnega obsevanja (Kollman, 2013).

3 PREDNOSTI IN UPORABA PRIPRAVKA LASER® PLUS

Laser® plus vsebuje enkrat več aktivne učinkovine (480 g/L) kot jo je imel stari pripravek Laser 240 SC (240 g/L). Odmerki so manjši, od 75 do 300 mL/ha. Manjša embalaža predstavlja nižje transportne/manipulativne stroške z manj odpadne embalaže. Izboljšana sta formulacija in aplikacijske lastnosti pripravka. Je specifičen bioinsekticid za zatiranje sesajočih in grizočih žuželk s hitrejšim knock-down učinkom in daljšim delovanjem od večine biotičnih pripravkov. Pri rokovanju s pripravkom je potrebna nižja stopnja zaščite za izvajalca varstva (kratka je tudi delovna korenca). Kratke so tudi varnostne dobe do spravila pridelka, ob doslednem upoštevanju navodil tudi brez ostankov. Odlikuje ga široka uporaba na velikem številu vrst gojenih rastlin (širša registracija).

Uporaba Laser-ja® Plus je dovoljena na številnih vrstah gojenih rastlin: na paradižniku, papriki, jajčevcih, kumarah, bučkah, lubenicah, dinjah, solati, endiviji, brokoliju, cvetači, zelju, brstičnem ohrovtu, fižolu za stročje, kreši, artičoki in jagodah za zmanjševanje številčnosti populacije cvetličnega resarja (*Frankliniella occidentalis*) in za zatiranje gosenic sovč iz rodov *Spodoptera* in *Heliothis*. Na marelicah, breskvah in nektarinah se uporablja za zmanjševanje številčnosti populacije cvetličnega resarja (*Frankliniella occidentalis*) ter za zatiranje breskovega molja (*Anarsia lineatella*) in breskovega zavijača (*Grapholita molesta*). Nova je tudi uporaba na jablanah in hruškah za zatiranje jabolčnega zavijača (*Cydia pomonella*). Na trti za pridelavo vinskega in namiznega grozdja je namnejen za zmanjševanje številčnosti populacije cvetličnega resarja (*Frankliniella occidentalis*) in za zatiranje križastega grozdnega sukača (*Lobesia botrana*), na krompirju za zatiranje koloradskega hrošča, na poru in čebuli za zmanjševanje številčnosti populacije cvetličnega resarja (*Frankliniella occidentalis*). Na orehih se uporablja za zmanjševanje napada orehove muhe (*Rhagoletis completa*), na borovnicah, brusnicah, ribezu, kosmulji, malinah, robidah, jagodah ter vinski trti za zatiranje plodove vinske mušice (*Drosophila suzukii*). Na okrasnih rastlinah je namenjen za zatiranje cvetličnega resarja (*Frankliniella occidentalis*) ter na kutinah in naši za zatiranje jabolčnega zavijača (*Cydia pomonella*) ter drugih gosenic metuljev (Lepidoptera).

Varnostne dobe so za večino vrst gojenih rastlin kratke in znašajo: en dan za jagode, 3 dni za paradižnik, papriko, kumare, bučke, dinje, lubenice, solato, endivijo, brokoli, cvetačo, zelje, brstični ohrovt, jajčevce, krešo, maline, robide, borovnice, brusnice, ribez, kosmulje, 7 dni za čebulo, fižol za stročje, artičoko, marelice, breskve, nektarine, jablane, hruške, kutino in naši, 14 dni za krompir, por, namizno in vinsko grozdje, 30 dni za oreh, za okrasne rastline pa korenca ni potrebna.

4 SKLEPI

Laser® plus z nadgrajenimi izboljšavami je sodoben pripravek za varstvo rastlin, ki se zaradi svojih pozitivnih lastnosti dobro vključuje tako v integrirano, kot tudi vse bolj pomembno ekološko pridelavo rastlin. Predstavlja pomembno orodje v antirezistenčni strategiji varstva rastlin z minimalnim negativnim vplivom na okolje (Lima, 2013), z novo, širšo, možnostjo uporabe na številnih vrstah gojenih rastlin pa dobrodošlo pomoč

v omejevanju prerasmnožitve nekaterih pomembnejših novejših (invazivnih) škodljivcev, kot je npr. plodova vinska mušica (*Drosophila suzukii*) (Bacci, 2014).

5 LITERATURA

- Bacci, L., 2014. *Drosophila suzukii*: una nuova minaccia per la viticoltura? DOW Agrisciences, Italia. 48 str.
- DOW Agriscience LLC. 2001. Spinosad Tehnical Bulletin. 125 str.
- Durkin, P.R., Thistle, H., 2016. Spinosad: Human Health And Ecological Risk Assessment (Final Report); Syracuse Environmental Research Associates, Inc. New York, USA. 260 str.
- Kollman, W.S., 2013. Environmental Fate of Spinosad. Department of Pesticide Regulation, Environmental Monitoring Branch. Sacramento, California. 16 str.
- Lima, A. 2013. Toxicology of spinosad: Discovery, mode of action, current uses, and detection of resistance. Hampton, VA, USA. 23 str.
- Miles, M.J., Alix, A., Bourgouin, C., Schmitzer, S. 2011. Effects of spinosad on honey bees (*Apis mellifera*): Findings from over ten years of testing and commercial use. Dow AgroSciences, Abingdon, UK. Abstract, Julius-Kuhn-Archiv. 8 str.

NOVOSTI V PRODAJNEM PROGRAMU PODJETJA KARSIA, DUTOVLJE, D.O.O. ZA VARSTVO VINSKE TRTE PRED BOLEZNIMI IN ŠKODLJIVCI

Andrej KOS¹, Primož ŠTEPIC²

¹⁻²KARSIA, Dutovlje, d.o.o., Ljubljana

IZVLEČEK

V sezoni 2019 bo podjetje KARSIA, Dutovlje, d.o.o. vinogradnikom ponudilo kar nekaj novih sredstev za varstvo vinske trte, in to štiri fungicide, en insekticid in metodo konfuzije. Custodia je sistemski fungicid s preventivnim in kurativnim delovanjem, ki vsebuje aktivni snovi azoksistrobin in tebukonazol. Uporablja se na trti za pridelavo vinskega grozdja za zatiranje oidija vinske trte in v oljni ogrščici za zmanjšanje okužb z belo gnilobo. Reboot je sistemski fungicid za zatiranje rastlinskih bolezni na trti za pridelavo vinskega in namiznega grozdja in v krompirju. Vsebuje učinkovini zoksamid in cimoksanil. Uporablja se na trti za pridelavo vinskega in namiznega grozdja za zatiranje peronospore vinske trte in na krompirju za zatiranje krompirjeve plesni. Spirox D je sistemski in preventivni fungicid z omejenim kurativnim delovanjem. Vsebuje dve učinkovini, in sicer spiroksamin in difenokonazol. Uporablja se na trti za pridelavo vinskega in namiznega grozdja za zatiranje oidija in črne grozdne gnilobe. Folpan Gold (prej Ridomil gold combi pepite) je sistemski preventivni in kurativni fungicid. Vsebuje učinkovini metalaksil-M in folpet. Njegova izredna možnost peripetalnega premeščanja učinkovine metalaksila omogoča odlično preventivno in kurativno varstvo na novo zraslih mladici oziroma vseh zelenih delov trte. Uporablja se na trti za pridelavo vinskega grozdja za zatiranje peronospore vinske trte. Laser Plus je nadgradnja dobro znanega insekticida z dvakrat večjo vsebnostjo učinkovine spinosad, z razširjeno možnostjo uporabe na vinski trti za zatiranje grozdnih sukačev, lisaste minice in vedno večjega problema – plodove vinske mušice. Isonet L plus je metoda konfuzije križastega in pasastega grozdnega sukača.

Ključne besede: azoksistrobin, tebukonazol, difenokonazol, spiroksamin, zoksamid, metalaksil, folpet, spinosad, peronospora, oidij

ABSTRACT

NEW PLANT PROTECTION PRODUCTS IN SALES PROGRAM OF THE COMPANY KARSIA, DUTOVLJE, D.O.O. FOR PROTECTION GRAPE VINE FROM DISEASES AND PESTS IN THE SEASON 2019

¹ univ. dipl. inž. agr., Poslovalnica Ljubljana, Tržaška c. 132, SI-1000 Ljubljana, e-pošta:
andrej.kos@karsia.si

² dipl. inž. agr., prav tam

The company KARSIA, Dutovlje, d.o.o. will offer vine growers some new products for the protection of the vine grape. In the offer will be four fungicides, one insecticide and one method of matting disruption. Custodia is a systemic fungicide with preventive and curative action, containing the active substances azoxystrobin and tebuconazole. It can be used on the vine grape against powdery mildew and on oil seed rape to reduce the infection with white rot. Reboot is a systemic fungicide for control of plant diseases on the grapevine for the production of wine and table grapes and in potatoes. It contains the active ingredients zoxamide and cymoxanil. It is used on the vine for the production of wine and table grapes to control downy mildew and on potatoes for control of potato blight. Spirox-D is a systemic and preventive fungicide with limited curative action. It contains two active substances, spiroxamine and difenoconazole. It is used on the vine for the production of wine and table grapes for the control of powdery mildew and black grape rot. Folpan Gold (formerly Ridomil gold combi pepite) is a systemic preventive and curative fungicide. It contains the substances metalaxyl-M and folpet. It has a very strong peripetal movement of the metalaxyl active substance provides excellent preventive and curative care for new grown green parts of the vine. It is used on the vine for the production of wine grapes to control downy mildew. Laser Plus is the upgrade of a well-known insecticide with doubled active ingredient spinosad, with an extended use on a vine for controlling European grapevine moth, leafy mince and a growing problem - spotted wing drosophila. Isonet L plus is a matting disruption method of European vine grape moth.

530

Key words: azoxystrobin, tebuconazole, zoxamide, cymoxanil, spiroxamine, difenoconazole, metalaxyl-M, folpet, spinosad, downy mildew, powdery mildew

1 UVOD

V vinogradništvu in tudi v drugih vrstah gojenih rastlin se v prihodnjih letih obeta precejšen osip aktivnih snovi zaradi različnih vzrokov, najpomembnejši med njimi je vpliv na okolje in človeka. Glede na to, kaj se obeta v naslednjih letih, se je potrebno temu prilagoditi tako, da bo tudi v prihodnje možno uspešno izvajati varstvo rastlin z uporabo okoljsko bolj sprejemljivih rešitev. Večina sredstev, ki so predstavljena v tem prispevku, je zasnovanih oz. sestavljenih tako, da vsebujejo aktivne snovi, ki niso na listi za zamenjavo oz. ni predvidena prepoved uporabe v prihodnjih letih. Hkrati pa predstavljeni fungicidi vsebujejo po dve aktivni snovi, kar je zelo zaželeno pri izpolnjevanju antirezistenčne strategije. V podjetju Karsia, Dutovlje, d.o.o. smo z uvedbo teh novih sredstev še dodatno razširili naš nabor sredstev za varstvo vinske trte pred boleznimi in škodljivci.

2 OPIS SREDSTVA CUSTODIA

Sredstvo Custodia je preventivni, kurativni in eradikativni sistemski fungicid za zatiranje oidija na vinski trti. Sestavljeno je iz dveh aktivnih učinkovin. Prva je azoksistrobin, ki spada v skupino strobilurinov, ki inhibirajo dihanje v mitohondrijih gliv, druga je tebukonazol, ki spada v skupino inhibitorjev biosinteze ergosterola (FRAC code 3).

Lastnosti sredstva Custodia so naslednja:

- dve aktivni učinkovini zmanjšajo možnost nastanka rezistence in hkrati delujeta sinergistično,
- močno preventivno in tudi kurativno delovanje na pepelovke-oidij, priporoča se preventivna uporaba,
- dobra kompatibilnost z drugimi sredstvi za varstvo rastlin in foliarnimi gnojili,
- odlična odpornost na spiranje, v dveh urah se že prenese v rastlino,
- tekoča formulacija v obliki koncentrirane suspenzije (SC) – enostavno odmerjanje in mešanje.

2.1 UPORABA SREDSTVA CUSTODIA

Sredstvo se uporablja:

- na trti za pridelavo vinskega grozdja za zatiranje oidija vinske trte (*Uncinula necator*) v odmerkih, ki se jih prilagodi razvojni fazi trte. Tretira se v fenološki fazi od začetka cvetenja do začetka zorenja grozdja (BBCH 61 do 81) v naslednjih odmerkih: od začetka cvetenja dalje v odmerku 0,35 L/ha, od začetka razvoja jagod dalje v odmerku 0,525 L/ha, od stadija, ko jagode dosežejo velikost graha, do začetka zorenja v odmerku 0,7 L/ha. S sredstvom se lahko na istem zemljišču tretira največ 2- krat v eni rastni dobi, interval med dvema tretiranjema je od 10 do 14 dni. Priporočena poraba vode je med 400 in 1000 L na ha.
- v oljni ogrščici za zmanjševanje okužb z belo gnilobo (*Sclerotinia sclerotiorum*) v odmerku 1 L/ha, pri porabi 200 do 400 L vode na ha. S sredstvom se tretira od fenološke faze, ko je 10 % cvetov na glavnem grozdu odprtih, glavni grozd se podaljšuje (BBCH 61), do fenološke faze polnega cvetenja (BBCH 65), oziroma v skladu z napovedjo opazovalno napovedovalne službe za varstvo rastlin. S sredstvom se lahko na istem zemljišču tretira največ 1- krat v eni rastni dobi; Karenca: 35 dni za trto za pridelavo vinskega grozdja, za oljno ogrščico je zagotovljena s časom uporabe.

3 OPIS SREDSTVA REBOOT

Sredstvo Reboot je sistemični fungicid s preventivnim in kurativnim delovanjem, sestavljen iz dveh učinkovin. Prva učinkovina je zoksamid, ki ima kontaktni in preventivni način delovanja, tako da preprečuje kalitev spor in njihov razvoj in s tem preprečuje prodiranje gliv v rastlinsko tkivo. Druga učinkovina je cimoksanil, ki ima preventivno in kurativno delovanje, na način, da vstopi v rastlinsko tkivo in zaustavi razvoj glive (deloma ima tudi antisporulacijsko delovanje).

Lastnosti in prednosti sredstva Reboot:

- odlično preventivno delovanje proti peronospori z učinkovino zoksamid in dobro/hitro kurativno delovanje z učinkovino cimoksanil,
- učinkovina zoksamid se veže v voske zelenih delov in je odporna na izpiranje,
- odlično varstvo jagod pred “pozno” peronosporo
- WG formulacija odlične topnosti.

3.1 UPORABA SREDSTVA REBOOT

Sredstvo Reboot se uporablja:

- na trti za pridelavo vinskega in namiznega grozdja za zatiranje peronospore vinske trte (*Plasmopara viticola*) v odmerku 0,4 kg/ha pri priporočeni porabi vode do 1000 L na ha. S sredstvom se lahko na istem zemljišču tretira največ 4-krat v eni rastni dobi v 7 do 10-dnevnih razmakih. Prvo tretiranje se opravi v skladu z napovedjo opazovalno napovedovalne službe za varstvo rastlin oziroma ob nastopu razmer za okužbo;

- v krompirju za zatiranje krompirjeve plesni (*Phytophthora infestans*) v odmerku 0,45 kg/ha pri priporočeni porabi vode od 200 do 600 L na ha. S sredstvom se lahko na istem zemljišču tretira največ 4-krat v eni rastni dobi v 7 do 10-dnevnih razmakih. Prvo tretiranje se opravi v skladu z napovedjo opazovalno napovedovalne službe za varstvo rastlin oziroma ob nastopu razmer za okužbo.

Karenca: Karenca je 7 dni za krompir in 28 dni za grozdje.

4 OPIS SREDSTVA SPIROX D

Sredstvo Spirox D je unikaten sistemski fungicid za zatiranje oidija in črne grozdne gnilobe na vinski trti. Sredstvo Spirox D je sestavljeno iz 2 aktivnih učinkovin. Prva učinkovina je spiroksamin, ki pripada skupini aminov, ki inhibirajo biosintezo ergosterola (IBE), ter je sistemik s preventivnim in kurativnim delovanjem. Druga je difenokonazol, ki pripada skupini DMI fungicidov, ki prav tako inhibirajo biosintezo ergosterola (IBE), deluje kot sistemik s preventivnim in omejenim kurativnim delovanjem.

Glavne lastnosti sredstva Spirox D so:

- vsebuje kombinacijo dveh učinkovin, zato je zelo primeren za antirezistečno strategijo,
- ima odlično preventivno delovanje in močno kurativno delovanje na oidij,
- primeren za zgodnje zatiranje oidija z izrazitim stranskim delovanjem na črno grozdno gnilobo,
- hiter vstop v rastlino (po treh urah ga dež ne izpere več),
- zanesljiva EC formulacija, dobro kompatibilen z drugimi FFS.

4.1 UPORABA SREDSTVA SPIROX D

Sredstvo SPIROX D se uporablja:

- na trti za pridelavo vinskega in namiznega grozdja za zatiranje oidija (*Uncinula necator*) in črne grozdne gnilobe (*Guignardia bidwellii*) v odmerku 0,5 L/ha. V eni rastni dobi se lahko na istem zemljišču s sredstvom tretira največ dvakrat, v časovnem razmiku 10 dni. Priporočena poraba vode je 200-1000 L/ha.

Čas uporabe: Vinske sorte grozdja se tretira od fenološke faze, ko je tretji list razvit (BBCH 13), do fenološke faze, ko se jagode začnejo stikati (BBCH 77).

Namizne sorte grozdja pa se tretira od fenološke faze, ko je tretji list razvit (BBCH 13), do konca cvetenja (BBCH 69).

Karenca: Karenca je 35 dni za vinsko in namizno grozdje.

5 OPIS SREDSTVA FOLPAN GOLD

Sredstvo Folpan Gold je fungicid s sistemskim preventivnim in kurativnim delovanjem zaradi aktivne snovi metalaksil-M ter dotikalnim rezidualnim delovanjem zaradi aktivne snovi folpet. Njegova izredna možnost peripetalnega premeščanja učinkovine metalaksila omogoča odlično preventivno in kurativno varstvo na novo zraslih mladice, oziroma vseh zelenih delov trte. Zato je njegova uporaba najbolj idealna v času intenzivne rasti, to je 7-10 dni pred cvetenjem, med cvetenjem in še kakšnih 10 dni po cvetenju.

5.1 UPORABA SREDSTVA FOLPAN GOLD

Sredstvo FOLPAN GOLD je fungicid ki se uporablja:

- na trti za pridelavo vinskega grozdja za zatiranje peronospore vinske trte (*Plasmopara viticola*). Glede na razvojno fazo trte se tretira: - v odmerku 2 kg/ha (20 g na 100 m²) do konca cvetenja (BBCH 69), - v odmerku 2,5 kg/ha (25g na 100 m²) od konca cvetenja do faze, ko se grozdne jagode strnejo (od BBCH 69 do BBCH 79). S sredstvom se lahko trto na istem zemljišču tretira največ 3 krat v eni rastni dobi takrat, ko so razmere za razvoj bolezni ugodne. Presledek med tretiranjimi naj bo 10-14 dni. V primeru dolgotrajnejšega deževja in velike nevarnosti za razvoj bolezni je priporočljivo uporabiti višji odmerek (2,5 kg/ha, oziroma 25g na 100 m²) ter skrajšati presledek med tretiranjimi na 8 - 10 dni. Priporočena poraba vode je 400-800 L/ha (4-8 L na 100 m²).

Karenca: trta za pridelavo vinskega grozdja 28 dni.

6 OPIS SREDSTVA LASER PLUS

Sredstvo Laser Plus je insekticid za zatiranje križastega grozdnega sukača in plodove vinske mušice na vinski trti. Poleg teh uporab na vinski trti, ima sredstvo Laser plus še številne uporabe na drugih vrstah gojenih rastlin za zatiranje škodljivcev.

Sredstvo Laser Plus je insekticid s širokim spektrom delovanja na škodljive žuželke. Aktivna snov spinosad nastaja biološko pri fermentaciji bakterije *Sacharopolyspora spinosa*. Uporablja se kot želodčni in dotikalni (kontaktni) insekticid za zatiranje mladih ličink žuželk, takoj ko se izležejo in se aktivno hranijo. Deluje tudi na jajčeca, če so neposredno poškropljena.

Prednosti sredstva Laser Plus:

- odlično delovanje na številne škodljive gosenice, specialist za zatiranje resarjev (tripsov), ščitkarjev in sukačev, odlično delovanje na muhe in mušice,
- pridobljen z naravnim procesom, dovoljen v ekološki pridelavi,
- široka uporaba na velikem številu vrst gojenih rastlin (praktičnost),

- kratka karenca, ob upoštevanju navodil brez ostankov (MRL),
- nizki odmerki 75 – 300 mL/ha.

6.1 UPORABA SREDSTVA LASER PLUS

Sredstvo Laser plus je insekticid, ki se uporablja:

- na trti za pridelavo vinskega in namiznega grozdja za zmanjševanje številčnosti populacije cvetličnega resarja (*Frankliniella occidentalis*) in za zatiranje križastega grozdnega sukača (*Lobesia botrana*) v 0,2 L/ha (2 mL/100 m²) pri priporočeni porabi vode do 1000 L vode/ha. S sredstvom se lahko na istem zemljišču tretira največ 2-krat v eni rastni dobi. Tretiranje se po potrebi ponovi čez 7 dni;

Manjša uporaba:

- na trti za pridelavo vinskega in namiznega grozdja za zatiranje plodove vinske mušice (*Drosophila suzukii*), lisaste minice (*Oxythyrea funesta*) in škodljivcev iz rodu *Altica* (*Altica* spp.) v odmerku 0,11 L/ha (1,1 mL/100 m²) pri priporočeni porabi vode do 1000 L/ha. S sredstvom se lahko na istem zemljišču tretira največ 2-krat v eni rastni dobi

Karenca: 14 dni za namizno in vinsko grozdje

7 OPIS SREDSTVA MOSPILAN 20SG

Sredstvo Mospilan 20 SG je insekticid, ki je pridobil izredno dovoljenje za zatiranje ameriškega škržatka (*Scaphoideus titanus*) na vinski trti.

Uporablja se lahko enkrat v rastni dobi v odmerku 375 g/ha in to v času od konca cvetenja pa do faze, ko jagode dosežejo velikost graha.

Čas veljavnosti registracije je od 01.05.2019 do 31.08.2019.

8 ZAKLJUČEK

Zgoraj opisana nova sredstva za varstvo rastlin pred boleznimi in škodljivci bodo slovenskim vinogradnikom v izredno pomoč pri učinkovitem varstvu trte pred boleznimi. Vsi naštetih fungicidi imajo sistemsko delovanje z dvema učinkovinama, kar je izredno pomembno pri antirezistenčni strategiji. Insekticid Laser Plus pa se ponaša z zelo učinkovitim delovanjem in je hkrati dovoljen v ekološki pridelavi. Insekticid Mospilan ima zaenkrat izredno dovoljenje za zatiranje ameriškega škržatka, prizadevali si bomo, da bi pridobili zanj redno registracijo v sklopu »manjše uporabe.

KAZALO AVTORJEV / INDEX OF AUTHORS

	ADAMIČ Sergeja	391
	ALIČ Špela	400
	BAČNIK Katarina	238
	BAJEC Domen	306, 367
	BAMBIČ Franci	306, 367
	BENKO BELOGLAVEC Anita	86
	BERK Peter	155
	BERNIK Rajko	299, 486
535	BEŠTER Erika	162
	BOHINC Tanja	14, 194, 219, 321, 328, 336
	BORKOVIČ Danijel	113
	BUČAR MIKLAVČIČ Milena	162
	BUTINAR Bojan	162
	CARLEVARIS Branko	35, 181, 295
	CELAR Franci Aco	342, 474, 480
	COJZER Mateja	120
	DEVETAK Marko	35, 134, 181, 295
	DREO Tanja	171, 295, 378, 400
	DVORSKI Tomislav	290

FANTINIČ Jakob	162
FERLEŽ RUS Alenka	134
GAČNIK Saša	513
GERIČ STARE Barbara	313
GOMZI Martina	25
GUTIERREZ AGUIRRE Ion	238
HAUPTMAN Tine	113, 508
HORVAT Timotej	25
JAKOMIN Tjaša	378
JAKŠE Jernej	480
JANČAR Matjaž	171
JURC Dušan	86, 92
JURC Maja	113
KAVČIČ Andreja	106
KNAPIČ Matej	283
KOLMANIČ Aleš	75, 438, 455
KOLŠEK Marija	86
KOPINŠEK Tanja	474
KOREN Simon	400
KOS Andrej	519, 524, 529

KOS Katarina	342, 474, 480
KRAGL Marjan	519
KREITER Serge	194
KRESNIK Katarina	25
KRISTAN Boštjan	25
KUTNJAK Denis	238
LAMOVSŠEK Janja	409
LAZNIK Źiga	219, 328
LEMBRICH David	9, 260
LESKOŠEK Gregor	299, 494
LESKOVŠEK Robert	75, 417, 423, 430, 438, 447
LEŠNIK Leonida	25
LEŠNIK Mario	42, 50, 62, 149, 205, 267, 348
MAJCEN Drago	524
MARINČ Andraž	508
MAROLT Neja	252, 283, 463
MASTEN MILEK Tatjana	355, 362, 373
MATKO Boštjan	25, 134
MAVSAR Martin	299
MEHLE Nataša	238

MEŠL Miro	25
MIKLAVC Jože	25
MIKLAVC Marjeta	25
MIKULIČ PETKOVŠEK Maja	513
MODIC Špela	385
MUNDA Alenka	513
MUSTAPIĆ Luka	362
NOVLJAN Matic	247
OGRIS Nikica	86, 92
OHS Peter	9, 260
OREŠEK Erika	171
PARADŽIK Boris	519, 524
PAUŠIČ Andrej	42, 50, 62, 149, 205, 267
PAVLIN Roman	113
PECMAN Anja	238
PERUŠEK Mirko	99
PETERLIN Andreja	134, 306, 367
PINTAR Maja	355, 373
PIRC Manca	171, 378
PIŠKUR Barbara	86, 92, 508

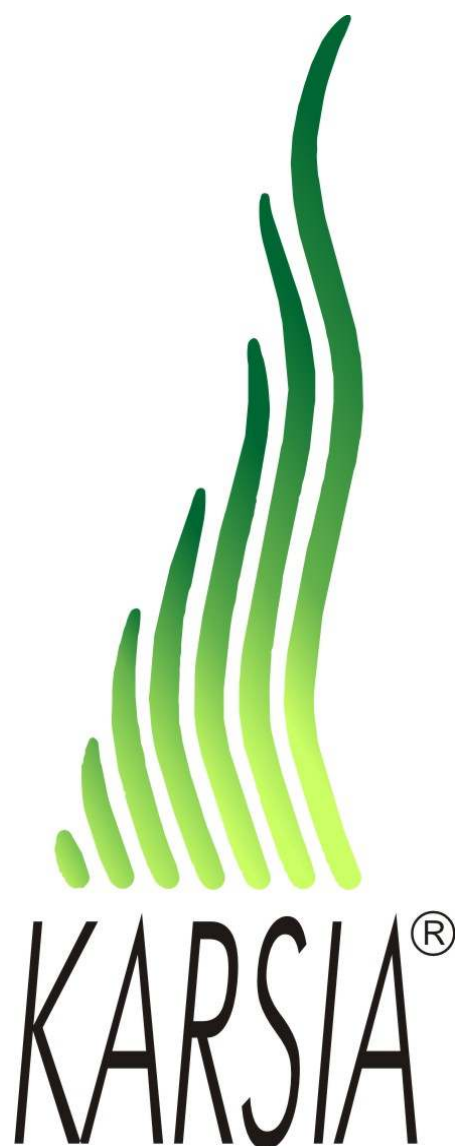
PODGORNIK Maja	162
POJE Tomaž	501
POLIČNIK Franček	212
RAK CIZEJ Magda	186, 212
RAVNIKAR Maja	238
RODIČ Karmen	306, 367
ROT Mojca	35, 134, 142, 181, 295
ROŽMAN Milena	367
RUPNIK Jaka	328
SELJAK Gabrijel	35, 373
SIMONČIČ Andrej	447
SINKOVIČ Tomaž	328, 348
SREŠ Alojz	9, 260, 278, 468
STAJNKO Denis	155
STRAJNAR Polona	313
SUHADOLC Marjetka	1
SUSIČ Nik	313
ŠANTAVEC Igor	348, 468
ŠIMALA Mladen	355, 373
ŠIRCA Saša	313

	ŠKERBOT Igor	186, 212
	ŠKERBOT Iris	186, 212
	ŠTEFANČIČ Mateja	367
	ŠTEPIC Primož	529
	ŠUŠEK Andrej	230
	ŠUŠEK Paulina	230
	TOPLAK Nataša	400
	TRAJBER Drago	92
	TRDAN Stanislav	14, 142, 194, 219, 321, 328, 336, 348, 391, 468, 494
540	TRKULJA Vojislav	321
	TUŠEK ŽNIDARIČ Magda	238
	URBANČIČ ZEMLJIČ Meta	283, 463
	VAJS Stanislav	42, 50, 62, 149, 205, 267
	VALENČIČ Vasilij	162
	VIDRIH Matej	14, 299, 348, 468, 494
	VIERBERGEN Gijsbertus	194
	VINCEK Katja	42
	VONČINA Andrej	247, 417
	VUČAJNK Filip	14, 299, 328, 348, 468, 486, 494
	ZADRAVEC Draga	25

ZAGORAC Nenad	120
ZAMLJEN Tilen	391
ŽERJAV Metka	252, 283, 463
ŽEŽLINA Ivan	35, 181, 295
ŽEŽLINA Jan	35, 142, 181
ŽIBRAT Uroš	283
ŽIGON Primož	134, 385
ŽNIDARČIČ Dragan	348
ŽVEPLAN Silvo	186, 212

Sponzorji

542



543



Bayer CropScience

544



CORTEVA[™]
agriscience

Agriculture Division of DowDuPont

Posvetovanje so podpri

The logo for Syngenta, featuring the word "syngenta" in a bold, blue, lowercase sans-serif font. A single green leaf is positioned above the letter 'y'.

545

The logo for BASF, consisting of a white square with a smaller white square inside, followed by a small white square and the word "BASF" in a bold, white, uppercase sans-serif font. Below the logo, the tagline "We create chemistry" is written in a white, lowercase sans-serif font. The entire logo and tagline are set against a solid green rectangular background.



546



trapview



JURANA

Specialisti za enologijo in prehrano rastlin

www.jurana.com

547





CINKARNA

548



planet zdravja

Donatorji



www.d-net.si

549



550

