

DRUŠTVO ZA VARSTVO RASTLIN  
SLOVENIJE - LJUBLJANA  
PLANT PROTECTION SOCIETY  
OF SLOVENIA - LJUBLJANA

# ZBORNİK

PREDAVANJ IN REFERATOV  
12. SLOVENSKEGA POSVETOVANJA  
O VARSTVU RASTLIN Z MEDNARODNO UDELEŽBO  
PTUJ, 3. - 4. MAREC 2015

# LECTURES AND PAPERS

PRESENTED AT THE 12<sup>TH</sup> SLOVENIAN  
CONFERENCE ON PLANT PROTECTION  
WITH INTERNATIONAL PARTICIPATION  
PTUJ, MARCH 3 - 4 2015

LJUBLJANA, 2015

Društvo za varstvo rastlin Slovenije  
Ljubljana

Plant Protection Society of Slovenia  
Ljubljana

# **ZBORNİK PREDAVANJ IN REFERATOV**

12. SLOVENSKEGA POSVETOVANJA O VARSTVU RASTLIN Z  
MEDNARODNO UDELEŽBO  
PTUJ, 3.-4. MAREC 2015

# **LECTURES AND PAPERS**

PRESENTED AT THE 12<sup>TH</sup> SLOVENIAN CONFERENCE ON  
PLANT PROTECTION WITH INTERNATIONAL  
PARTICIPATION  
PTUJ, MARCH 3-4 2015

LJUBLJANA, 2015

**Zbornik predavanj in referatov 12. Slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin z mednarodno udeležbo, Ptuj, 3.–4. marec 2015**

*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* Velike Poljane pri Ribnici (*avtor* prof. dr. Stanislav TRDAN)

*Tisk* Cicero, Begunje d.o.o.

*Naklada* 225 izvodov

Ljubljana, 2015

Prispevki so recenzirani. Za jezikovno ustreznost odgovarjajo avtorji.

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

632(082)  
632.95(082)

SLOVENSKO posvetovanje o varstvu rastlin z mednarodno udeležbo (12 ; 2015 ; Ptuj)  
Zbornik predavanj in referatov 12. slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin z mednarodno udeležbo, Ptuj, 3.-4. marec 2015 = Lectures and papers presented at the 12th Slovenian Conference on Plant Protection with International Participation, Ptuj, March 3-4 2015 / [urednik Stanislav Trdan]. - Ljubljana : Društvo za varstvo rastlin Slovenije, 2015

ISBN 978-961-93447-3-6  
1. Trdan, Stanislav  
281852416

**Pokrovitelj:**

Uprava Republike Slovenije za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin

**Sponzorji:**

Karsia d.o.o. in DOW AgroSciences  
 Metrob d.o.o.  
 BASF Slovenija d.o.o

**Posvetovanje so podprli:**

Syngenta Agro d.o.o.  
 Mediline d.o.o.  
 EFOS informacijske rešitve d.o.o.  
 AS AN d.o.o.  
 Bayer d.o.o.  
 Pioneer Semena Holding GmbH, Podružnica Murska Sobota  
 Omega d.o.o.  
 Zadržna zveza Slovenije in Deželna banka Slovenije d.d.

**Donatorji:**

Agriphar Crop Solutions	Panvita d.d.
D-Net d.o.o.	Hmezad exim d.d.
Kambič laboratorijska oprema d.o.o., Semič	Kmetijska zadruga Šaleška dolina, z.o.o.
Agroruše d.o.o.	Mlekarna Celeia d.o.o.
Nered d.o.o.	Zavarovalnica Tilia, d.d.
LT d.o.o.	Jata Emona d.o.o., Ljubljana

**Predsednik Organizacijskega odbora / President of the Organizing Committee**

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

**Organizacijski odbor / Organizing Committee**

doc. dr. Matej VIDRIH, univ. dipl. inž. agr.	mag. Iris ŠKERBOT, univ. dipl. inž. agr.
doc. dr. Žiga LAZNIK, univ. dipl. inž. agr.	Andrej REBERNIŠEK, univ. dipl. inž. kmet.
dr. Tanja BOHINC, univ. dipl. inž. agr.	Ivan BRODNJAK, inž. kmet.
Jaka RUPNIK, inž. les.	mag. Katarina GROZNIK, univ. dipl. inž. agr.
dr. Ivan ŽEŽLINA, univ. dipl. inž. agr.	

**Programski odbor / Scientific Committee**

prof. dr. Stanislav TRDAN, univ. dipl. inž. agr.  
 dr. Gregor UREK, univ. dipl. inž. agr.  
 prof. dr. Maja RAVNIKAR, univ. dipl. biol.  
 akad. zasl. prof. ddr. Jože MAČEK, univ. dipl. inž. agr., univ. dipl. oec.  
 mag. Gabrijel SELJAK, univ. dipl. inž. agr

## Vsebina

### Uvodni referati

<b>Anthony M. SHELTON</b> Kaj je okoljsko sprejemljivo varstvo rastlin?	1
<b>Antoon J.M. LOOMANS</b> Okoljske koristi in tveganja zaradi biotičnega varstva rastlin: ocena naravnih sovražnikov kot podlaga za izpust biotičnih agensov na Nizozemskem	7
<b>Christos G. ATHANASSIOU</b> Dolg skok od kemičnega do nekemičnega zatiranja skladiščnih škodljivcev: katere so učinkovite alternative nevtoksičnim insekticidom v obdobju po intenzivni uporabi fitofarmaceutskih sredstev?	14

### Varstvo sadnega drevja in jagodičevja

<b>Biserka DONIK PURGAJ, Matjaž BEBER, Mario LEŠNIK, Stanislav TOJNKO</b> Sejana nizka podrast – sistem pridelava jabolk brez uporabe herbicidov	20
<b>Erika OREŠEK, Gabrijel SELJAK</b> Bakterijski ožig oljk ( <i>Xylella fastidiosa</i> ) – nova grožnja slovenskemu oljkarstvu	28
<b>Primož PAJK, Vlasta KNAPIČ, Erika OREŠEK, Joži JERMAN CVELBAR</b> Hrušev ožig po obdobju 2001-2014 še vedno omejeno navzoč v Sloveniji	33
<b>Gabrijel SELJAK, Matjaž JANČAR, Mojca ROT</b> Razširjenost plodove vinske mušice ( <i>Drosophila suzukii</i> ) v Sloveniji in njena populacijska dinamika v obdobju 2011-2014	43
<b>Matjaž JANČAR, Viljanka VESEL, Irena VRHOVNIK</b> Pregled stanja in vzrokov za množičen pojav oljčne muhe ( <i>Bactrocera oleae</i> Rossi) v Slovenski Istri v letu 2014	49
<b>Maja PODGORNİK, Matjaž JANČAR, Dunja BANDELJ, Bojan BUTINAR, Milena BUČAR MIKLAVČIČ</b> Učinkovitost in upravičenost vzpostavljene metode spremljanja oljčne muhe v okviru projekta SIGMA, INTERREG IIIA	59
<b>Matjaž JANČAR</b> Kljunati oljkov rilčkar ( <i>Rhodocytus cribripennis</i> [Desbrochers, 1869]) potrjen tudi v Sloveniji	64
<b>Mojca ROT, Matjaž JANČAR, Mario BJELIŠ</b> Razširjenost breskove muhe ( <i>Ceratitidis capitata</i> Wiedemann) na območju Slovenske in Hrvaške Istre	69
<b>Filip VUČAJNK, Martin MAVSAR, Gregor LESKOŠEK, Janko REBERNIK, Rajko BERNIK</b> Predsezonska priprava traktorskih pršilnikov v podjetju Sadjarstvo Blanca	76

### Fitofarmaceutska sredstva in splošno

<b>Karmen RODIČ, Domen BAJEC, Andreja PETERLIN</b> Vpogled v uporabo prognoističnih obvestil javne službe za zdravstveno varstvo rastlin na KGZS – Zavodu Novo mesto	84
<b>Simona MAVSAR, Stanislav TRDAN</b> Zakonodaja na področju biotičnega varstva rastlin: sezname koristnih organizmov	90
<b>Vlasta KNAPIČ, Marjan VAUPOTIČ</b> Pristop k obvladovanju prerez množitev golih polzev iz rodu <i>Arion</i>	94

### Varstvo vrtnin

<b>Žiga LAZNIK, Stanislav TRDAN</b> Preučevanje sočasne uporabe herbicidov z entomopatogenimi ogorčicami (Nematoda: Rhabditida)	103
---	-----

<b>Tanja BOHINC, Stanislav TRDAN</b> Pomen glukozinolatov v varstvu križnic (Brassicaceae) pred škodljivci: predstavitev rezultatov domačih razislab	109
<b>Marjan SIRK, Mario LEŠNIK, Brigita BRAČKO, Stanislav VAJS</b> Vpliv parametrov aplikacije na oblikovanje depozita škropilne brozge na listih čebule	119

### Varstvo poljščin in krmnih rastlin

<b>Stanislav TRDAN, Žiga LAZNIK, Tomaž SINKOVIČ, Breda JAKOVAC STRAJN, Gabrijela TAVČAR KALCHER, Andrej UDOVČ, Matej VIDRIH</b> Vpliv paše jelenjadi ( <i>Cervus elaphus</i> L.) na zmanjšanje pridelka in spremembe hranilne vrednosti krme trajnega travinja: izkušnje iz treh ekoloških govedorejskih kmetij na Kočevskem	131
<b>Anka POŽENEL, Mojca ROT, Ivan ŽEŽLINA, Jana ČUK, Branko CARLEVARIS</b> Učinkovitost talnih insekticidov za zatiranje ogrcev poljskega majskega hrošča ( <i>Melolontha melolontha</i> [L.])	147
<b>Iris ŠKERBOT, Magda RAK CIZEJ, Igor ŠKERBOT, Silva KUHARIČ GRABOVAC, Simon ARNŠEK</b> Spremljanje razširjenosti pokalic (Elateridae) v Sloveniji s feromonskimi vabami	152
<b>Špela MODIC, Matej KNAPIČ, Jaka RAZINGER, Gregor UREK</b> Uporabnost prognostičnega modela za napovedovanje koruznega hrošča ( <i>Diabrotica v. virgifera</i> ) in vpliv kolobarja na naraščanje njegove populacije v Sloveniji	158
<b>Mario LEŠNIK, Stanislav VAJS</b> Ocena škodljivosti nekaterih še ne razširjenih vrst rodu <i>Ambrosia</i> za kmetijsko pridelavo Slovenije	164
<b>Mario LEŠNIK, Stanislav VAJS</b> Ocena škodljivosti nekaterih še ne razširjenih vrst rodu <i>Solanum</i> za kmetijsko pridelavo Slovenije	173
<b>Robert LESKOVŠEK, Igor ZIDARIČ, Gregor UREK</b> Ciljno zatiranje plevela s pomočjo sistema za podporo pri odločanju – dveletne izkušnje z zatiranjem plevela v koruzi	183
<b>Igor ZIDARIČ, Robert LESKOVŠEK</b> Vpliv termina aplikacije in znižanih odmerkov na učinkovitost izbranega herbicida v koruzi	191
<b>Stanislav VAJS, Mario LEŠNIK, Jože MIKLAVC, Boštjan MATKO, Miroslav MEŠL</b> Učinkovitost herbicidov za zatiranje novih invazivnih plevelov v posevkih soje	197
<b>Franci Aco CELAR, Klemen ELER, Breda JAKOVAC STRAJN, Katarina KOS</b> Pojavnost rženega rožička ( <i>Claviceps purpurea</i> (Fr.) Tul.) v Sloveniji na vrstah iz družine trav (Poaceae) v letu 2014	206
<b>Metka ŽERJAV, Mateja PERVANJE, Marjeta ZEMLJIČ URBANČIČ</b> Razširjenost trdih pšeničnih sneti ( <i>Tilletia</i> spp.) v Sloveniji	211
<b>Franci Aco CELAR, Igor ŠANTAVEC, Gabrijela TAVČAR KALCHER, Katarina KOS</b> Povezava med stopnjo okuženosti klasov in zrn pšenice s fuzariozami ter vsebnostjo mikotoksina deoksinivalenola	216
<b>Manca PIRC, Maja RAVNIKAR, Tanja DREO</b> Pomen presejalnih testov pri določanju bakterij iz rodu <i>Xanthomonas</i> v semenih fižola	223

### Varstvo gozdnega drevja in drugih lesnatih rastlin

<b>Nikica OGRIS</b> Napoved rojenja prvega rodu osmerozobega smrekovega lubadarja ( <i>Ips typographus</i> ) v Sloveniji	229
--	-----

<b>Marija KOLŠEK, Maarten DE GROOT</b> Sekundarna škoda zaradi podlubnikov v gozdovih Slovenije po žledolomu februarja 2014	235
<b>Roman PAVLIN, Gregor METERC, Maja JURC</b> Primerjava učinkovitosti atraktantov Galloprotect 2D® in Galloprotect Pack® za spremljanje žagovinarjev ( <i>Monochamus</i> spp., Cerambycidae), vektorjev borove ogorčice ( <i>Bursaphelenchus xylophilus</i> )	242
<b>Katarina KOS, George MELIKA</b> Kostanjeva šiškarica – kakšni so obeti za reševanje problematike v Sloveniji?	248

### Varstvo vinske trte

<b>Jaka RAZINGER, Vojo ŠKERLAVAJ, Nataša MEHLE, Marina DERMASTIA</b> Uporaba toplotne terapije za zatiranje fitoplazemske povzročiteljice zlate trsne rumenice in jajčec njenega prenašalca ameriškega škržatka	257
<b>Maja PODGORNIK</b> Prognoza peronospore vinske trte ( <i>Plasmopora viticola</i> ) z modelom UCSC	262

### Posterij

<b>Mladen ŠIMALA, Tatjana MASTEN MILEK, Maja PINTAR</b> Alien whiteflies (Hemiptera: Aleyrodidae) of Europe recorded in Croatia	267
<b>Iris ŠKERBOT, Lea MILEVOJ, Stanislav TRDAN</b> Bionomija rastlinjakovega ščitkarja ( <i>Trialeurodes vaporariorum</i> [Westwood], Homoptera, Aleyrodidae) v zavarovanih prostorih	272
<b>Tanja BOHINC, Jaka RUPNIK, Igor PRŠA, Filip VUČAJNK, Stanislav TRDAN</b> Preučevanje učinkovitosti okoljsko sprejemljivih načinov zatiranja strun ( <i>Agriotes</i> spp.) v krompirju	277
<b>Tanja BOHINC, Jaka RUPNIK, Filip VUČAJNK, Stanislav TRDAN</b> Preučevanje učinkovitosti okoljsko sprejemljivih načinov zatiranja koloradskega hrošča ( <i>Leptinotarsa decemlineata</i> [Say]) na krompirju: vpliv na pridelek	284
<b>Tanja BOHINC, Stanislav TRDAN</b> Nove najdbe naravnih sovražnikov v Sloveniji v obdobju 2013-2014	289
<b>Domen BAJEC, Karmen RODIČ, Andreja PETERLIN</b> Pojavnost metuljev sovk, povzročiteljev spomladanskih poškodb brstov v vinogradih	295
<b>Domen BAJEC, Mateja ŠTEFANČIČ, Matej ŠTEFANČIČ, Karmen RODIČ, Peter ČEBOKLI, Dejan JERIČ, Andreja PETERLIN</b> Izkušnje z daljinskim zaznavanjem škodljivih metuljev z uporabo različnih atraktantov	301
<b>Žiga LAZNIK, Stanislav TRDAN</b> Biotično zatiranje ogrcev (Coleoptera: Scarabaeidae) na travinju: izkušnje iz Gotenice	307
<b>Andreja PETERLIN, Karmen RODIČ</b> Pojav pušpanove vešče ( <i>Cydalima perspectalis</i> ) na območju jugovzhodne Slovenije v letu 2014	314
<b>Tatjana MASTEN MILEK, Mladen ŠIMALA, Vjekoslav MARKOTIČ</b> First records of Bougainvillea mealybug ( <i>Phenacoccus peruvianus</i> Granara de Willink, 2007) and Madeira mealybug ( <i>Phenacoccus madeirensis</i> Green, 1923) (Hemiptera: Pseudococcidae) in Croatia	318
<b>Maja PINTAR, Tatjana MASTEN MILEK, Mladen ŠIMALA, Gabrijel SELJAK</b> First records of crape myrtle aphid ( <i>Sarucallis kahawaluokalani</i> [Kirkaldy 1906]) and tulip-tree aphid ( <i>Illinoia liriodendri</i> [Monell 1879]) in Croatia	323

<b>Kristina UGRINOVIĆ, Mojca ŠKOF, Špela MECHORA</b> Odziv nekaterih škodljivcev kapusnic na sadike brokolija, obogatene s selenatom	328
<b>Alenka MUNDA, Vojko ŠKERLAVAJ, Domen BAJEC</b> Pojavi nekroz na listih jabolane v povezavi z glivami iz rodov <i>Marssonina</i> , <i>Colletotrichum</i> in <i>Alternaria</i> v Sloveniji	334
<b>Tanja DREO, Nataša MEHLE, Špela PRIJATELJ-NOVAK, Lidija MATIČIČ, Manca PIRC, Maja RAVNIKAR</b> Delovne zbirke škodljivih, referenčnih in kontrolnih bakterij, virusov in viroidov na Nacionalnem inštitutu za biologijo	339
<b>Žiga LAZNIK, Stanislav TRDAN</b> Kateri talni parametri lahko vplivajo na poškodovanost travne ruše zaradi divjega prašiča ( <i>Sus scrofa</i> [L.]?)	345
<b>Matej VIDRIH, Žiga LAZNIK, Filip VUČAJNK, Stanislav TRDAN</b> Ograjevanje kmetijskih zemljišč z začasnimi elektroograjami z namenom preprečevanja škode zaradi divjadi	351
<b>Gabriella KAZINCZI, Richárd HOFFMANN, Erzsébet NÁDASY, András TAKÁCS, József HORVÁTH</b> Effect of shoot residues of some perennial plants on the germination and development of common ragweed ( <i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.)	356
<b>Tina MODIC, Ludvik ROZMAN</b> Občutljivost populacij koruze ( <i>Zea mays</i> L.) iz slovenske genske banke na herbicide z različnimi aktivnimi snovmi	360
<b>Aleš KOLMANIČ, Mario LEŠNIK</b> Učinkovitost mešanic pripravkov na podlagi glifosata, 2,4-D ter dikambe za zatiranje njivskega slaka ( <i>Convolvulus arvensis</i> L.)	365
<b>Mateja BOLČIČ-TAVČAR, Tanja FATUR, Mojca FUART-GATNIK</b> Pregled ocene tveganja neposredno in posredno izpostavljenih oseb pri uporabi fitofarmaceutskih sredstev v obdobju 2003-2014	373
<b><u>Prispevki sponzorjev</u></b>	
<b>Primož ŠTEPIC, Andrej KOS, Drago MAJCEN, Marjan KRAGL, Boris PARADŽIK</b> Laser 240 SC – insekticid za zatiranje plodove vinske mušice ( <i>Drosophila suzukii</i> )	378
<b>Primož ŠTEPIC, Andrej KOS, Drago MAJCEN, Marjan KRAGL, Antoine PORTE</b> Gondor® – močilo za zmanjšanje zanosa kapljic z vetrom (drift) in Sticman® - edinstveno lepilo in super močilo	382
<b>Kazalo avtorjev</b>	388
<b>Logotipi sponzorjev</b>	393



## Content

### Plenary lectures

<b>Anthony M. SHELTON</b> What is environmentally acceptable plant protection?	1
<b>Antoon J.M. LOOMANS</b> Environmental benefits and risks of biological control: evaluation of natural enemies as a basis for releasing BCAs in the Netherlands	7
<b>Christos G. ATHANASSIOU</b> The long jump from chemical to non-chemical control in stored product protection: which are the viable alternatives to neurotoxic insecticides in this meta-pesticide era?	14

### Protection of fruit crops and berry crops

<b>Biserka DONIK PURGAJ, Matjaž BEBER, Mario LEŠNIK, Stanislav TOJNKO</b> Seeded orchard understory stripes - an apple production system without herbicide use	20
<b>Erika OREŠEK, Gabrijel SELJAK</b> <i>Xylella fastidiosa</i> – new threat for Slovenian olive growing	28
<b>Primož PAJK, Vlasta KNAPIČ, Erika OREŠEK, Joži JERMAN CVELBAR</b> Fireblight after period 2001-2014 still at low prevalence in Slovenia	33
<b>Gabrijel SELJAK, Matjaž JANČAR, Mojca ROT</b> Distribution of spotted wing drosophila ( <i>Drosophila suzukii</i> ) in Slovenia and its population dynamics in the period 2011-2014	43
<b>Matjaž JANČAR, Viljanka VESEL, Irena VRHOVNIK</b> Overview of the situation and the reasons for the massive occurrence of olive fruit fly ( <i>Bactrocera oleae</i> Rossi) in Slovenian Istria in 2014	49
<b>Maja PODGORNIK, Matjaž JANČAR, Dunja BANDELJ, Bojan BUTINAR, Milena BUČAR MIKLAVČIČ</b> The effectiveness and viability of the established method of monitoring the olive fruit fly in the project SIGMA, INTERREG IIIA	59
<b>Matjaž JANČAR</b> Olive fruit curculio ( <i>Rhodocyrus cribripennis</i> [Desbrochers des Loges, 1869]) confirmed also in Slovenia	64
<b>Mojca ROT, Matjaž JANČAR, Mario BJELIŠ</b> Distribution of Mediterranean fruit fly ( <i>Ceratitis capitata</i> Wiedemann) in the area of Slovenian and Croatian Istria	69
<b>Filip VUČAJNK, Martin MAVSAR, Gregor LESKOŠEK, Janko REBERNIK, Rajko BERNIK</b> Preseason preparation of orchard sprayers in the Sadjarstvo Blanca fruit cultivation undertaking	76

### General session

<b>Karmen RODIČ, Domen BAJEC, Andreja PETERLIN</b> Insight in use of forecasting notices of plant protection service on KGZS – Zavod Novo mesto	84
<b>Simona MAVSAR, Stanislav TRDAN</b> Legislation in the field of biological control of plant pests: lists of beneficial organisms	90
<b>Vlasta KNAPIČ, Marjan VAUPOTIČ</b> Management approach to abundance of <i>Arion</i> slugs	94

### Protection of vegetables

- Žiga LAZNIK, Stanislav TRDAN** Testing the simultaneous use of different herbicides and entomopathogenic nematodes (Nematoda: Rhabditida) 103
- Tanja BOHINC, Stanislav TRDAN** The role of glucosinolates in protection of Brassicas (Brassicaceae) against the pests: presentation of research results from Slovenia 109
- Marjan SIRK, Mario LEŠNIK, Brigita BRAČKO, Stanislav VAJS** The effects of spray application parameters on spray deposit formation on onion leaves 119

### Protection of field and fodder crops

- Stanislav TRDAN, Žiga LAZNIK, Tomaž SINKOVIČ, Breda JAKOVAC STRAJN, Gabrijela TAVČAR KALCHER, Andrej UDOVČ, Matej VIDRIH** Influence of red deer (*Cervus elaphus* L.) grazing on yield reduction and changes in the chemical composition of grassland forage: experiences from three organic cattle farms in the Kočevje region 131
- Anka POŽENEL, Mojca ROT, Ivan ŽEŽLINA, Jana ČUK, Branko CARLEVARIS** Efficacy of soil insecticides against the common cockchafer (*Melolontha melolontha* [L.]) grubs 147
- Iris ŠKERBOT, Magda RAK CIZEJ, Igor ŠKERBOT, Silva KUHARIČ GRABOVAC, Simon ARNŠEK** Monitoring of click-beetles (Elateridae) in Slovenia using pheromone traps 152
- Špela MODIČ, Matej KNAPIČ, Jaka RAZINGER, Gregor UREK** Applicability of the prognostic model to predict the western corn rootworm (*Diabrotica v. virgifera*) and influence of crop rotation to increase of WCR population in Slovenia 158
- Mario LEŠNIK, Stanislav VAJS** Noxiousness evaluation of some not yet widespread species of the genus *Ambrosia* for agricultural production in Slovenia 164
- Mario LEŠNIK, Stanislav VAJS** Noxiousness evaluation of some not yet widespread species of the genus *Solanum* for agricultural production in Slovenia 173
- Robert LESKOVŠEK, Igor ZIDARIČ, Gregor UREK** Site specific weed management with decision support system – two years experience with weed control in maize 183
- Igor ZIDARIČ, Robert LESKOVŠEK** The effect of reduced doses and application timing on efficacy of selected herbicide in maize 191
- Stanislav VAJS, Mario LEŠNIK, Jože MIKLAVC, Boštjan MATKO, Miroslav MEŠL** The efficacy of herbicides in controlling new invasive weeds in soybean crops 197
- Franci Aco CELAR, Klemen ELER, Breda JAKOVAC STRAJN, Katarina KOS** The incidence of ergot (*Claviceps purpurea* (Fr.) Tul.) in the species of the grass family (Poaceae) in Slovenia 2014 206
- Metka ŽERJAV, Mateja PERVANJE, Marjeta ZEMLJIČ URBANČIČ** Distribution of wheat smut fungi (*Tilletia* spp.) in Slovenia 211
- Franci Aco CELAR, Igor ŠANTAVEC, Gabrijela TAVČAR KALCHER, Katarina KOS** The relationship between level of wheat head and kernel infection with fusariosis and mycotoxin deoxynivalenol content 216
- Manca PIRC, Maja RAVNIKAR, Tanja DREO** The importance of the screening tests in bean seed testing on the presence of bacteria from the genus *Xanthomonas* 223

### Protection of forest trees and other woody plants

<b>Nikica OGRIS</b> Forecast of swarming of the first generation of the eight-toothed spruce bark beetle ( <i>Ips typographus</i> ) in Slovenia 2014	229
<b>Marija KOLŠEK, Maarten DE GROOT</b> Secondary damage of spruce bark beetles in the Slovenian forests after the ice storm in February 2014	235
<b>Roman PAVLIN, Gregor METERC, Maja JURC</b> Comparison of the effectiveness of Galloprotect 2D® and Galloprotect Pack®, used for monitoring of sawyer beetles ( <i>Monochamus</i> spp., Cerambycidae), vectors of the pine wood nematode ( <i>Bursaphelenchus xylophilus</i> )	242
<b>Katarina KOS, George MELIKA</b> Chestnut gall wasp – the management options in Slovenia	248

### Protection in viticulture

<b>Jaka RAZINGER, Vojko ŠKERLAVAJ, Nataša MEHLE, Marina DERMASTIA</b> The use of thermotherapy to control phytoplasma that causes grapevine yellows and the eggs of its vector American grapevine leafhopper	257
<b>Maja PODGORNIK</b> Forecast of grapevine downy mildew ( <i>Plasmopara viticola</i> ) with the UCSC model	262

### Posters

<b>Mladen ŠIMALA, Tatjana MASTEN MILEK, Maja PINTAR</b> Alien whiteflies (Hemiptera: Aleyrodidae) of Europe recorded in Croatia	267
<b>Iris ŠKERBOT, Lea MILEVOJ, Stanislav TRDAN</b> Bionomics of greenhouse whitefly ( <i>Trialeurodes vaporariorum</i> [Westwood], Homoptera, Aleyrodidae) in greenhouses	272
<b>Tanja BOHINC, Jaka RUPNIK, Igor PRŠA, Filip VUČAJNK, Stanislav TRDAN</b> Research on efficacy of different environmentally acceptable control methods against wireworms ( <i>Agriotes</i> spp.) in potato field	277
<b>Tanja BOHINC, Jaka RUPNIK, Filip VUČAJNK, Stanislav TRDAN</b> Testing the efficacy of environmentally acceptable control methods against the Colorado potato beetle ( <i>Leptinotarsa decemlineata</i> ) on potato: an impact on the yield of potato	284
<b>Tanja BOHINC, Stanislav TRDAN</b> New records of biological control agents in Slovenia in the period 2013-2014	289
<b>Domen BAJEC, Karmen RODIČ, Andreja PETERLIN</b> Occurrence of noctuid species causing spring damage in vineyards	295
<b>Domen BAJEC, Mateja ŠTEFANČIČ, Matej ŠTEFANČIČ, Karmen RODIČ, Peter ČEBOKLI, Dejan JERIČ, Andreja PETERLIN</b> Experiences with remote sensing of Lepidopteran pests using different attractants	301
<b>Žiga LAZNIK, Stanislav TRDAN</b> Biological control of white grubs (Coleoptera: Scarabaeidae) in grassland: experiences from Gotenica	307
<b>Andreja PETERLIN, Karmen RODIČ</b> The occurrence of the box tree moth ( <i>Cydalima perspectalis</i> ) in southeastern Slovenia in 2014	314
<b>Tatjana MASTEN MILEK, Mladen ŠIMALA, Vjekoslav MARKOTIĆ</b> First records of Bougainvillea mealybug ( <i>Phenacoccus peruvianus</i> Granara de Willink, 2007) and Madeira mealybug ( <i>Phenacoccus madeirensis</i> Green, 1923) (Hemiptera: Pseudococcidae) in Croatia	318

<b>Maja PINTAR, Tatjana MASTEN MILEK, Mladen ŠIMALA, Gabrijel SELJAK</b> First records of crape myrtle aphid ( <i>Sarucallis kahawaluokalani</i> [Kirkaldy 1906]) and tulip-tree aphid ( <i>Illinoia liriodendri</i> [Monell 1879]) in Croatia	323
<b>Kristina UGRINOVIĆ, Mojca ŠKOF, Špela MECHORA</b> Response of some Brassica pests to broccoli transplants enriched with selenate	328
<b>Alenka MUNDA, Vojko ŠKERLAVAJ, Domen BAJEC</b> Necroses on apple leaves associated with <i>Marssonina</i> , <i>Colletotrichum</i> and <i>Alternaria</i> species in Slovenia	334
<b>Tanja DREO, Nataša MEHLE, Špela PRIJATELJ-NOVAK, Lidija MATIČIČ, Manca PIRC, Maja RAVNIKAR</b> Working culture collections of reference and control bacteria, viruses and viroids at the National Institute of Biology	339
<b>Žiga LAZNIK, Stanislav TRDAN</b> Which soil parameters could effect on grassland-damage caused by wild boar ( <i>Sus scrofa</i> [L.]?)	345
<b>Matej VIDRIH, Žiga LAZNIK, Filip VUČAJNK, Stanislav TRDAN</b> Fencing of agricultural land with temporary electric fences to prevent wildlife damage	351
<b>Gabriella KAZINCZI, Richárd HOFFMANN, Erzsébet NÁDASY, András TAKÁCS, József HORVÁTH</b> Effect of shoot residues of some perennial plants on the germination and development of common ragweed ( <i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.)	356
<b>Tina MODIC, Ludvik ROZMAN</b> Herbicide tolerance of maize populations ( <i>Zea mays</i> L.) from Slovenian Gene Bank to different herbicides	360
<b>Aleš KOLMANIČ, Mario LEŠNIK</b> Efficacy of glyphosate, 2,4-D, dicamba and their tank mixtures for long term control of field bindweed ( <i>Convolvulus arvensis</i> L.)	365
<b>Mateja BOLČIČ-TAVČAR, Tanja FATUR, Mojca FUART-GATNIK</b> Risk assessment for human health overview of direct and indirect exposure due to plan protection products use in the period 2003-2014	373
<b><u>Prispevki sponzorjev</u></b>	
<b>Primož ŠTEPIC, Andrej KOS, Drago MAJCEN, Marjan KRAGL, Boris PARADŽIK</b> Laser 240 SC – insecticide fro control of spotted wing drosophila ( <i>Drosophila suzukii</i> )	378
<b>Primož ŠTEPIC, Andrej KOS, Drago MAJCEN, Marjan KRAGL, Antoine PORTE</b> Gondor® - adjuvant for drift reduction and Sticman® - an unique sticker and super-wetter adjuvant	382
<b>Index of authors</b>	388
<b>Sponsors logos</b>	393

## WHAT IS ENVIRONMENTALLY ACCEPTABLE PLANT PROTECTION?

Anthony M. SHELTON<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Entomology, Cornell University, New York State  
Agricultural Experiment Station, Geneva, NY, USA

### ABSTRACT

Agricultural researchers strive to develop cropping systems that produce abundant, nutritious and safe food for consumers, as well as systems that are profitable to the business of farming and have the least negative impact on the environment. To achieve these goals requires understanding the biology and ecology of the crops and their pests, the environment in which they interact, and scientific innovation. In her 1962 seminal book, *Silent Spring*, Rachel Carson described to the general public and the scientific community the problems caused by excessive use of broad-spectrum pesticides in agriculture. Before publication of *Silent Spring*, Vern Stern and colleagues in California developed and published in 1959 the concept of integrated pest management (IPM). They defined IPM as a series of multiple tactics to avoid or reduce pest outbreaks and to use pesticides only when needed. This philosophy of IPM guides crop protection practices in many countries today. A cornerstone of IPM is the use of pest-resistant plants, whether developed through traditional breeding, mutation breeding or genetic engineering (GE). However, the use of GE plants has engendered controversy and, in many cases, taken useful tools out of the toolbox growers need.

**Key words:** crop protection, biotechnology

### IZVLEČEK

#### KAJ JE OKOLJSKO SPREJMLJIVO VARSTVO RASTLIN?

Raziskovalci v kmetijstvu stremijo k razvoju sistemov rastlinske pridelave, s katerimi bi bilo mogoče pridelati večjo količino hranljive in za potrošnika varne hrane, obenem pa bi bili takšni sistemi donosni in bi imeli čim manj negativnih vplivov na okolje. Da bi dosegli te cilje, moramo poznati biologijo in ekologijo gojenih rastlinskih vrst in njihovih škodljivih organizmov, okolja, v katerem sobivajo, in novosti v znanosti. Rachel Carson je leta 1962 v knjigi *Nema pomlad* seznanila javnost in znanstveno srenjo o negativnih okoljskih vplivih, ki jih lahko povzroči prekomerna uporaba fitofarmaceutskih sredstev v kmetijstvu. Pred izdajo knjige *Nema pomlad* so Vern Stern in sodelavci leta 1959 v Kaliforniji razvil in objavil koncept integriranega varstva rastlin (IVR). IVR so definirali kot skupek različnih strategij, s katerimi se je mogoče izogniti močnemu pojavu škodljivih organizmov ali pa je mogoče njihovo številčnost zmanjšati, FFS pa uporabimo le tedaj, ko je to potrebno. Še dandanes se omenjena filozofija IVR uporablja v številnih državah. Temelj IVR je uporaba rastlin, odpornih na škodljive organizme, ki jih bodisi vzgojimo prek naravne selekcije, žlahtnjenja mutantov ali genskega inženiringa. Kakorkoli že, uporaba gensko spremenjenih rastlin vzbuja polemike in v številnih primerih pridelovalcem otežuje njihovo uporabo.

**Ključne besede:** varstvo rastlin, biotehnologija

I hope the title of my talk will challenge all of us as we do research on insects, weeds and pathogens affecting our food and fibre crops. Pest management practices that were common

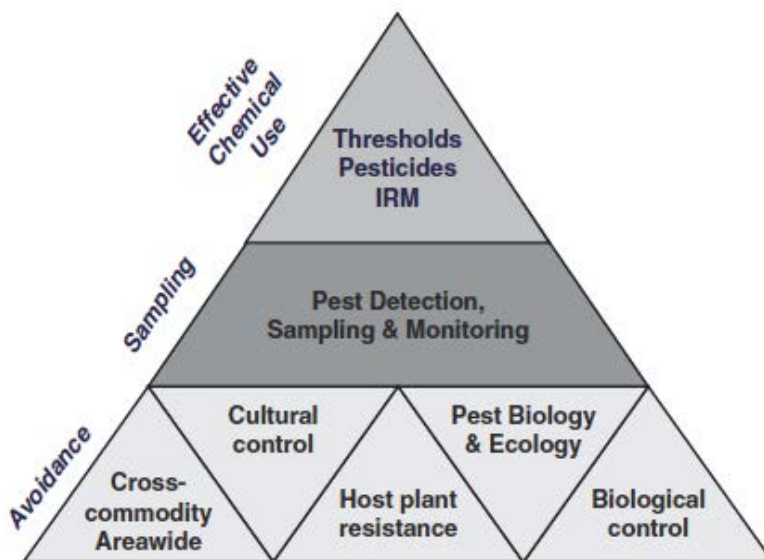
---

<sup>1</sup> International Professor, Barton Lab 416, 630 W. North St., Geneva, NY 14456, e-mail: ams5@cornell.edu

in the past may no longer be suitable. In many countries, Rachel Carson's *Silent Spring* was a wake-up call to the hazards of depending too much on the broad-spectrum pesticides that were developed during and soon after WWII. But even before her seminal book, insightful people who worked in crop protection had developed the concept of integrated control (Stern *et al.*, 1959), which developed into the field of integrated pest management (IPM). The components of IPM are illustrated in the diagram below. Avoiding or reducing the likelihood of pest attack is the foundation of IPM, and the central building block in avoidance is host plant resistance. If host plant resistance to the key pest can be achieved, then secondary pests can be controlled as needed with specific tactics. On the other hand, if broad-spectrum insecticides are used to control the key pest, this often disrupts the system and results in secondary pest outbreaks. From an IPM standpoint, it should not matter how the host plant resistance is created, but only how it functions against the pest population (Kennedy, 2008). But how can we develop host plant resistance for the many types of injury insects cause?

Insect injury to crops can be categorized by: feeding on seedlings and destroying or setting the crop back, e.g., Colorado potato beetle on potato; feeding on the marketable portion of the crop, e.g. tomato fruitworm boring into tomato; feeding on leaves and reducing photosynthesis and hence yield, e.g., onion thrips on onions; contaminating the marketable portion of the crop, e.g., European corn borer inside snap beans; transmitting a plant pathogen, e.g. western flower thrips on many crops. How can we control insects that cause such diverse types of injury?

2



Conceptual diagram of integrated pest management emphasizing the importance of the underlying foundation of pest avoidance through components such as insect-resistant GM varieties and biological control.

Source: Romeis, J., A.M. Shelton, G.G. Kennedy. (2008) Integration of Insect-Resistant Genetically Modified Crops within IPM Programs. Springer, New York.

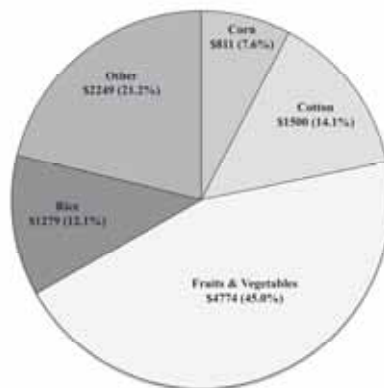
In most cases growers still rely heavily on frequent applications of insecticides, which has led to many cases of insecticide resistance, decimation of beneficial insects and contamination of soil and water. Surprisingly and unfortunately, the majority of all insecticides used are used on fruits and vegetables (Shelton, 2012), crops that are a requirement of a healthy diet, because these two crop groupings have a wide diversity of pests and high cosmetic standards (Shelton *et al.*, 2008; Shelton, 2012). In the illustration below, the amount of insecticides used on fruits and vegetables (45%) exceeds that used on corn, cotton and rice combined!

Is there a way to break this cycle of insecticide overuse, especially on crops needed for a healthy diet? As mentioned previously, the key to avoiding pests is to utilize host plant resistance. Plant breeders have a long and successful history of developing germplasm resistant to various pathogens and being able to incorporate the resistance into commercial varieties. However, there has been much less successful breeding of plants resistant to insects (Smith, 1989), especially to the largest insect orders whose members attack crops, Lepidoptera and Coleoptera.

Fischhoff *et al.* (1987) demonstrated the ability to genetically engineer a plant to express an insecticidal protein from the soil bacterium, *Bacillus thuringiensis* (Bt), which has been used for decades as a foliar insecticide and has a long history of safe use. There are many different strains of Bt that produce insecticidal crystal (Cry) proteins that, when ingested by susceptible insects, cause the insect to cease feeding and die (Schnepf *et al.*, 1998). Bt plants were first commercialized in 1996 and have been rapidly adopted by farmers as part of their IPM programs (Shelton *et al.*, 2002). It has been argued that Bt crops are simply another form of host plant resistance for IPM programs and provide the same benefits (e.g. pest control) and risks (resistance evolution) as host plant resistance developed through traditional methods (Kennedy, 2008).

3

**2010 Worldwide Insecticide Use on Major Crops  
(millions of US dollars)**



In 2014, 78.8 million ha of Bt crops (cotton and maize) were planted in 28 countries (James, 2014). Additionally, smaller areas of Bt sweet corn are being grown for the fresh market in North America and they have provided excellent control of pest Lepidoptera (Shelton *et al.*, 2013). In 2014 Bt eggplant was first commercialized in Bangladesh and is rapidly being adopted by resource-poor farmers who normally would spray with broad-spectrum insecticides 2-3 times per week to control the eggplant fruit and shoot borer (Choudhary *et al.*, 2014). Besides host plant resistance using Bt crops, resistance to insect-transmitted viruses

has been achieved through genetically engineering plants to contain part of the virus and thereby fight off infection through the process of ribonucleic acid interference (RNAi) (Shelton, 2015). Virus-resistant papaya and summer squash are commercially available (Shelton *et al.*, 2008).

Bt field corn and Bt cotton have been commercialized for 19 years and revolutionized insect pest management, but what have been their effects? Studies have reported that Bt cotton and Bt maize have provided substantial economic benefits and reduced the use of harmful insecticides with positive implications for biological control. For example, Klümper and Qaim (2014) report that Bt crops have, compared to non-Bt crops, globally increased yield by 21.6%, decreased insecticides by 36.9%, and increased grower profit by 68.2%. Moreover, widespread adoption of Bt cotton and Bt maize has suppressed regional populations of the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera*, in China (Wu *et al.*, 2008), pink bollworm, *Pectinophora gossypiella* (Lepidoptera: Gelechiidae), in the US (Carriere *et al.*, 2003), and the European corn borer, *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera: Crambidae), in the US (Hutchinson *et al.*, 2010).

Besides the economic benefits and reduced use of insecticides, numerous studies have shown that the Bt proteins expressed in commercialized Bt crops do not harm important natural enemies that help suppress pest populations (Lu *et al.*, 2012; Romeis *et al.*, 2013; Comas *et al.*, 2014; Su *et al.*, 2014; Tian *et al.*, 2014; Tian *et al.*, 2015). This is in stark contrast to studies with synthetic or organic insecticides that have deleterious effects on natural enemies (Naranjo *et al.*, 2009; Lu *et al.*, 2012).

With the widespread use of Bt crops, there is justified concern that insects would rapidly evolve resistance to the Bt proteins. Insects have a long history of evolving resistance to other insecticides (Whalon *et al.*, 2015), so why not to Bt plants? Surprisingly to some, there have been few cases of resistance to Bt crops in the field. The reasons for this appears to be the high and consistent expression of Bt proteins in plants compared to foliar insecticides, and the use of refuges to maintain susceptible alleles in the population (Tabashnik *et al.*, 2003; Tabashnik *et al.*, 2013). The conservation of natural enemies by substituting Bt proteins for harsher synthetic or natural product insecticides also appears to contribute to the minimal number of cases of resistance to Bt plants (Liu *et al.*, 2014). But vigilance and proper management to delay resistance continues to be a priority to preserve this valuable technology.

While the widespread adoption of Bt corn and Bt cotton (globally, 30% and 68% of each crop, respectively, was Bt) should be applauded, it is unfortunate that these benefits have largely not been realized for fruits and vegetables, which traditionally receive such high insecticide loads, as shown in the figure above. Shouldn't genetically engineering be promoted as a tool to create host plant resistance to key insect pests as part of an IPM strategy?

## CONCLUSIONS

IPM is a philosophy and set of practices to manage pest populations using a number of different and synergistic strategies. Host plant resistance is the foundation for IPM, and genetic engineering has allowed scientists to create plants that are resistant to insects and the pathogens they transmit, without disrupting the agroecological setting in which the crops are grown. The environmental and economic benefits of genetically engineered crops that control insects and pathogens they transmit, have been well documented. As these benefits are more widely realized, more countries will adopt genetically engineered crops for pest management to benefit farmers, consumers and the environment.



## REFERENCES

- Carriere, Y., Eilers-Kirk, C., Sisterson, M., Antilla, L., Whitlow, M., Dennehy, T., Tabashnik, B. 2003. Long-term regional suppression of pink bollworm by *Bacillus thuringiensis* cotton. Proceedings of the National Academy of Science USA, 100: 1519-1523.
- Carson, R. 1962. *Silent Spring*. Houghton Mifflin, New York.
- Choudhary, B., Nasiruddin, K. M., Gaur, K. 2014. The status of commercialized Bt brinjal in Bangladesh. ISSAA Briefs No. 47. International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications, Ithaca, NY.
- Comas, C., Lumbierres, B., Pons, X., Albajes, R. 2014. No effects of *Bacillus thuringiensis* maize on nontarget organisms in the field in southern Europe: a meta-analysis of 26 arthropod taxa. *Transgenic Research*, 23: 135-143.
- Fischhoff, D.A., Bowditch, K.S., Perlak, F.J., Marrone, P.G., McCormick, S.M., Niedermeyer, J.G., *et al.* 1987. Insect tolerant transgenic tomato plants. *Nature Biotechnology*, 5: 807-813.
- Hutchison, W., Burkness, E.C., Mitchell, P.D., Moon, R.D., Leslie, T.W., Fleischer, S. J. *et al.* 2010. Areawide suppression of European corn borer with Bt maize reaps savings to non-Bt maize growers. *Science*, 330: 222-225.
- James, C. 2014. Global status of commercialized Biotech/GM Crops: 2014. ISAAA Briefs No. 49. International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications, Ithaca, NY.
- Kennedy, G.G. 2008 Integration of insect-resistant genetically modified crops within IPM programs. *In: Integration of Insect-Resistant, Genetically Modified Crops within IPM Programs* (Eds. Romeis, J., Shelton, A.M., Kennedy, G.G.), Springer, Dordrecht, The Netherlands, 1-26.
- Klümper, W., Qaim, M. 2014. A meta-analysis of the impacts of genetically modified crops. *PLoS One*, 9, e111629.
- Lu, Y., Wu, K., Jiang, Y., Guo, Y., Desneux, N. 2012. Widespread adoption of Bt cotton and insecticide decrease promotes biocontrol services. *Nature*, 487: 362-365.
- Liu, X. X., Chen, M., Collins, H.L., Onstad, D.W., Roush, R.T., Zhang, Q., Earle, E.D., Shelton, A.M. 2014. Natural enemies delay insect resistance to Bt plants. *PLoS One*, DOI:10.1371/journal.pone.0090366.
- Naranjo, S.E. 2009. Impacts of Bt crops on non-target invertebrates and insecticide use patterns. *CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources*, 4: No. 011.
- Romeis, J., McLean, M.A., Shelton, A.M. 2013. When bad science makes good headlines: the case of Bt crops. *Nature Biotechnology*, 37: 386-387.
- Schnepf, E., Crickmore, N., Van Rie, J., Lereclus, D., Baum, J., Feitelson, J., Zeigler, D.R., Dean D.H. 1998. *Bacillus thuringiensis* and its pesticidal crystal proteins. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 62:775-806.
- Shelton, A. M., Zhao, J.Z., Roush, R.T. 2002. Economic, ecological, food safety and social consequences of the deployment of Bt transgenic plants. *Annual Review of Entomology*, 47:845-81.
- Shelton, A. M., Fuchs, M., Shotkoski, F. 2008. Transgenic vegetables and fruits for control of insect and insect-vectored pathogens. *In: Integration of Insect-Resistant, Genetically Modified Crops within IPM Programs* (Eds. Romeis, J., Shelton, A.M., Kennedy, G.G.), Springer, Dordrecht, The Netherlands, 249-272.
- Shelton, A. M. 2012. Genetically engineered vegetables expressing proteins from *Bacillus thuringiensis* for insect resistance: successes, disappointments, challenges and ways to move forward. *GM Crops & Food*, 3: 175-183.
- Shelton, A. M., Olmstead, D.L., Burkness, E.C., Hutchison, W.D., Dively, G., Welty, C., Sparks, A.N. 2013. Multi-state trials of Bt sweet corn varieties for control of the corn earworm (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of Economic Entomology*, 106(5): 2151-2159.
- Shelton, A. M. 2015. Tragic papaya: 12-part series. <http://anthonymshelton.com/tragicpapaya/>
- Smith, C. M. 1989. *Plant Resistance to Insects: A Fundamental Approach*. John Wiley & Sons, New York, 286 pp.
- Stern, V.M., Smith, R.F., van den Bosch, R., Hagen, K.S. 1959. The integrated control concept. *Hilgardia*, 29: 81-101.
- Su, H-H, Tian, J., Naranjo, S.E., Romeis, J., Hellmich, R.L., Shelton, A.M. 2014. *Bacillus thuringiensis* plants expressing Cry1Ac, Cry2Ab and Cry1F do not harm the assassin bug, *Zelus renardii*. *Journal of Applied Entomology*, 139: 23-30.
- Tabashnik, B.E., Brevault, T., Carriere, Y. 2013. Insect resistance to Bt crops: lessons from the first billion acres. *Nature Biotechnology*, 31:510-521.

- Tabashnik, B. E., Carriere, Y., Dennehy, T.J., Morin, S., Sisterson, M.S., Roush, R.T., Shelton, A.M., Zhao, J.Z. 2003. Insect resistance to transgenic Bt crops: lessons from the laboratory and field. *Journal of Economic Entomology* 96:1031-1038.
- Tian, J-C., Long, L.-P., Wang, X.-P., Naranjo, S., Romeis, J., Hellmich, R., Wang, P., Shelton, A.M. 2014. Using resistant prey demonstrates that Bt plants producing Cry1Ac, Cry2Ab and Cry1F have no negative effects on *Geocoris punctipes* and *Orius insidiosus*. *Environmental Entomology*, 43: 242-251.
- Tian, J-C., Yao, J., Long, L.-P., Romeis, J., Shelton, A.M. 2015. Bt crops are more compatible with IPM than a conventional insecticide: the case of an aphid and its natural enemies. *Scientific Reports* (in press).
- Whalon, M.E., Mota-Sanchez, D., Hollingworth, R.M., and Duynslager, L. 2015. Arthropod pesticide resistance database. <http://www.pesticideresistance.org/>
- Wu, K., Lu, Y., Feng, H., Jiang, Y., Zhao, J. 2008. Suppression of cotton bollworm in multiple crops in China in areas with Bt toxin-containing cotton. *Science*, 321: 1676-1678.

## ENVIRONMENTAL BENEFITS AND RISKS OF BIOLOGICAL CONTROL: EVALUATION OF NATURAL ENEMIES AS A BASIS FOR RELEASING BCAS IN THE NETHERLANDS

Antoon J.M. LOOMANS<sup>1</sup>

<sup>1</sup>National Plant Protection Organization, Netherlands Food and Consumer Product Safety  
Authority, Wageningen, The Netherlands

### ABSTRACT

7 The release of biological control agents (BCA) is an important means as to control pest insects worldwide. In Europe, application in greenhouses has reached a high level of implementation and success. Most agents that are released have a positive track record, both in efficacy as in safety. There is, however, growing awareness that potential side effects should be considered prior to that a release is made. In the Netherlands, the release of animal species into the wild is prohibited by the Flora and Fauna Act since 2005. This act forbids the release of animals or their eggs into nature, including biological control agents. Based on the information available until 2005, a short risk-assessment (quick-scan) was made by the Dutch NPPO for each BCA which was already in use. As a result, 135 BCAs were considered to be 'safe' and thereby to continue their release. These species were exempted from being licensed ("vrijstellingslijst 2005") and thus free to release. BCA species that were not exempted or new, from then on could only be released when licensed ("onthefing"). This includes species supporting biological control practices such as factitious host or prey. To be eligible for licensing, each stakeholder (e.g. research institute, commercial stakeholder) has to submit an application, including a dossier. In the Netherlands, procedures and criteria for regulation, authorization and preparation of a dossier are used in accordance with international legislation, using harmonized methodologies for regulation and data requirements, adopted as standard PM 6/2(2) by EPPO (2010). Based on the dossier information the NPPO performs an Environmental Risk Analysis. This ERA is based on the information requirements and criteria as described by e.g. Van Lenteren *et al.* (2006) and assesses whether release of a specific BCA or other beneficial is considered 'safe for the native flora and fauna', or not. Taxonomic identity, impact on human and animal health and ecological impact are the main criteria. Efficacy data are optional, but are not required. Establishment and dispersal potential, host specificity and direct / indirect non-target effects of the BCA are assessed to determine ecological impact. Each ERA has a step-wise approach: information requirements needed may vary, based on the type of biological control program (classical, inundative), origin of the organism (native, non-native), ecological factors (known or unknown), 1<sup>st</sup> or 2<sup>nd</sup> application, etc. A permit to release can be issued to a single applicant only and is species-based and not product-based: each applicant has to apply for a permit to release a single species. A permit is issued for a maximum period of 5 years and can be mandated by the applicant to end-users to release their organism already under permit. When a release of a BCA is assessed as safe for the native flora and fauna, a licence is issued. From 2004-2013, 55 permits for 27 BCA species have been issued, from native as well as non-native origins. In the presentation the benefits, recent developments, limitations and bottlenecks will be addressed.

**Key words:** biological control agents, non-native species, regulation, legislation, EPPO/IOBC

---

<sup>1</sup> PhD., Geertjesweg 15, 6706 EA, Wageningen, The Netherlands; e-mail: a.j.m.loomans@nvwa.nl

## IZVLEČEK

### OKOLJSKE KORISTI IN TVEGANJA ZARADI BIOTIČNEGA VARSTVA RASTLIN: OCENA NARAVNIH SOVRAŽNIKOV KOT PODLAGA ZA IZPUST BIOTIČNIH AGENSOV NA NIZOZEMSKEM

Izpust biotičnih agensov je podlaga za zatiranje škodljivih organizmov po vsem svetu. V Evropi je uporaba biotičnih agensov v rastlinjakih dosegla visoko stopnjo implementacije in uspeha. Večina izpuščenih agensov ima dokazano učinkovitost in varnost uporabe. Kljub temu pa se ljudje vse bolj zavedajo potrebnosti preučitve morebitnih stranskih učinkov uporabe biotičnih agensov pred njihovim izpustom. Od leta 2005 je na Nizozemskem na podlagi zakona (Fauna and Flora Act) prepovedan vnos živalskih vrst v naravo. Omenjeni zakon prepoveduje vnos živali ali njihovih jajčec v naravo, vključno z biotičnimi agensi. Na podlagi informacij nizozemske nacionalne organizacije za varstvo rastlin (Dutch NPPO), ki so na voljo od leta 2005, je bila narejena kratka ocena tveganja za vsak koristni organizem, ki je bil pred tem že v uporabi. Rezultati so pokazali, da je 135 vrst koristnih organizmov dobilo pozitivno oceno in se je zaradi tega njihova uporaba za namene varstva rastlin pred škodljivimi organizmi nadaljevala. Omenjeni organizmi so bili izvzeti iz licenciranja (t.i. vrijstellingslijst 2005) in se lahko uporabljajo v biotičnem varstvu rastlin. Koristni organizmi, ki niso bili izvzeti iz licenciranja oz. so novi, morajo biti od takrat naprej pred izpustom obvezno ocenjeni (t.i. ontheffing). Za pridobitev dovoljenja mora vsak uporabnik (raziskovalni inštitut, komercialni ponudnik) priložiti obrazec, ki vključuje tudi dokumentacijo. Na Nizozemskem so postopki in kriteriji za registracijo, avtorizacijo in pripravo dokumentacije v skladu z mednarodno zakonodajo, ki uporablja skladno metodologijo in podatke, privzete po standardih varstva rastlin organizacije EPPO (PM 6/2 [2] EPPO [2010]). Na podlagi dokumentacije NPPO naredi oceno okoljskega tveganja. Ocena okoljskega tveganja temelji na informacijah in kriterijih, ki so opisana v delu Van Lenteren *et al.* (2006) in določa, ali je izpust določenega koristnega organizma 'varna za domorodno živalstvo in rastlinstvo' ali ne. Glavni kriteriji so taksonomska identiteta, vpliv na zdravje ljudi in živali ter vpliv na okolje. Podatki o njihovi učinkovitosti so opcijski, a neobvezni. Lastnosti, kot so zmožnost širjenja biotičnih agensov, njihov posredni in neposredni vpliv na neciljne organizme, so ključnega pomena pri ocenitvi morebitnega vpliva na okolje. Vsaka ocena tveganja ima t.i. fazni pristop: informacije o organizmu lahko variirajo, odvisno od načina njihove rabe v programih biotičnega varstva rastlin (klasično, preplavno), njihovega izvora (domorodni, tujerodni), vplivov na okolje (znanih, nezanih), enkratne ali večkratne aplikacije, itd. Dovoljenje za uporabo lahko pridobi le en prosilec in temelji na vrsti organizma in ne na pripravku: vsak prosilec mora priložiti vlogo za dovoljenje izpusta za vsako vrsto koristnega organizma posebej. Dovoljenje velja za obdobje petih let. Ko je izpust koristnega organizma ocenjen kot varen za naravno okolje, pridobi dovoljenje. V obdobju 2004-2013 je bilo izdanih 55 dovoljenj za 27 vrst koristnih organizmov, tako domorodnih kot tudi tujerodnih. V prispevku bodo predstavljene prednosti in slabosti uporabe koristnih organizmov.

**Ključne besede:** biotično varstvo rastlin, tujerodne vrste, predpisi, zakonodaja, EPPO/IOBC

## 1 INTRODUCTION

The release of invertebrate biological control agents (IBCA) is an important means as to control plants and invertebrate pests worldwide. There are several strategies in biological control to achieve this goal: classical biological control, inoculative biological control, inundative biological control and conservation or natural biological control (Eilenberg *et al.*, 2001). In Europe, augmentative releases of predators, parasitoids and entomopathogenic nematodes in greenhouses and public green to control various pests have reached a high level of implementation and success. Releases of biological control agents – carnivores or herbivores - into the environment to control invasive species, like invasive plants or pests, is

yet in its infancy. Most agents that have been released have a positive track record, both in efficacy as well as in safety. There is, however, growing awareness that potential side effects on the non-targeted flora and or fauna should be assessed prior to that a release is made (Van Lenteren *et al.*, 2003, 2006).

Several types of international legislations are in place: International Plant Protection Convention (IPPC, 1951) addressing the introduction of exotic phytosanitary (quarantine) pests and biological control, Plant Protection Product acts covering the application of pesticides, biocides and microbial organisms (in some countries also macrobial organisms) and the Convention on Biological Diversity (CBD, 1992) addressing e.g. the environmental (ecological) impact of the introduction of exotic species in nature. In Europe there is no federal EU legislation which covers the regulation of biological control releases; national regulations in the EU member states are based on either one, two or all three types of legislation, and most are implemented in a different way (Hunt *et al.*, 2011). Several attempts have been over the past 10 years to harmonize the information requirements, the application and evaluation process of biological control agents in Europe (IPPC, 2005; Bigler *et al.*, 2005; EPPO, 2010; Hunt *et al.*, 2011). In addition, EPPO has developed a number of standards to harmonize the import and release of exotic biological control agents (EPPO, 1999, 2010) and has drafted a list of widely used biological control agents which are safe for use (also known as the 'positive list') (EPPO, 2014).

## 2 REGULATION IN THE NETHERLANDS, PROCES AND PROCEDURE

9

In the Netherlands legislation and regulation on the release of invertebrate biological control agents (BCAs) is in place since 2005 (Loomans & Sütterlin, 2005). The release of animals and / or their eggs into the wild is prohibited by Article 14, paragraph 1 of the Flora and Fauna Act of 1998. This environmental act forbids the intentional release into nature of all animals, including biological control agents, whether native or non-native and whatever their proposed use and including all other organisms (pest species used as factitious host or prey) supporting biological control practices. Releases in crops and produce, whether in greenhouses, agricultural or urban settings are considered as a potential stepping stone to the environment and are thus covered as well. Thereby also all intentional releases of natural enemies as biological control agents, whether or not they are commercially distributed, formally were forbidden and could not be released for biological control purposes from 2004 onwards.

Exemption list - Most macrobial biological control agents (insects, mites, entomopathogenic nematodes) have a long track record as a sustainable, consumer friendly measure for controlling pest species. Therefore the Dutch NPPO chose a two-way approach to regulate their release, one for species already in use, and one for species that were new. For each BCA already in use, a short risk-assessment (quick-scan) was made by the NPPO, using the information available at that time to assess whether it was safe to continue their release. As a result, 150 species were evaluated and considered to be 'safe' and whose release could be continued. As a result 134 species were exempted from being licensed and thus free to release (Anonymous, 2005; Loomans *et al.*, 2013). In addition 35 species were listed supporting biological control practices such as factitious host or prey. This list of exemptions is species based, not on the population or product level and complies as much as possible with EPPO standard PM6/3(4) (EPPO, 2014). When considered safe for release for these species and the products thereof no permit is needed and the organism is free for release in any commercial or institutional programme. A number of invertebrate BCAs already in use before 2005 were not exempted, such as *Amblyseius californicus*, *Cotesia marginiventris*, *Dicyphus hesperus*, *Encarsia pergandiella*, *Harmonia axyridis*, *Hippodamia convergens*, *Orius insidiosus*,

*Phasmarhabditis hermaphrodita*, *Podisus maculiventris*, etc. Arguments not to include certain organisms on this species list were various: either there was published information available about their broad host or prey range, able to establish in our climatic region, with known or alleged direct or indirect impact on non-target organisms and/or ecosystem effects or their potency to do so, or if there were large differences in ecological features between populations of various sources in for instance establishment potential or host range.

Application new agents - BCA species that were not exempted or that are new, from 2005 onwards could not be released unless licensed. To be eligible for licensing, each stakeholder (e.g. research institute, commercial stakeholder) has to submit an application, including preparation of a dossier. In the Netherlands, procedures and criteria for regulation, authorization and preparation of a dossier are used in accordance with international legislation, using harmonized methodologies for regulation and data requirements, adopted as standard PM 6/2(3) by EPPO (2010). An application can be submitted online (<https://mijn.rvo.nl/biologische-bestrijders>), the dossier with additional information has to be sent in by regular post. An application has to be made by an individual legal person (commercial or institutional) and the evaluation made is based on the dossier drafted by each individual applicant. Each application and evaluation of benefits and risks has a step-wise approach (Van Lenteren *et al.*, 2006): information requirements may vary, based on the origin of the organism (native, non-native), the type of biological control program (classical, inoculative, inundative), ecological factors (known, generated, unknown), a 1<sup>st</sup> or 2<sup>nd</sup> application, etc. In conservation biological control no releases are made and therefore no application is needed.

## 10 3 EVALUATION OF AN APPLICATION

In the Netherlands, procedures and criteria for regulation, authorization and preparation of a dossier are used in accordance with international legislation and using harmonized methodologies for regulation and data requirements (EPPO, 1999, 2010, 2014). Based on the dossier information the NPPO evaluates the potential ecological risks of a release of predators and parasitoids of plant pests for the native flora and fauna, in a so called Environmental Risk Analysis (ERA). Such an ERA is based on the information requirements and criteria as described by e.g. Van Lenteren *et al.* (2003, 2006) and Hunt *et al.* (2011) and assesses whether release of a specific BCA or other beneficial is considered 'safe for the native flora and fauna', or not. Taxonomic identity, impact on human and animal health, efficacy and ecological impact are the main criteria. Each permit is licensed to a species and therefore the taxonomic status needs to be verified: a correct species identification is necessary, and needs to be confirmed by an expert; voucher specimens are deposited at the National Reference Centre of the NPPO, and a check for contamination is required. Any known or potential effects on human and animal health are included in a general way, e.g. if and when an agent is known as a vector, when allergy issues might be involved or when it may become a nuisance for animals and humans. Establishment and dispersal potential, host and/or prey range and direct / indirect non-target effects of the BCA are assessed to determine ecological impact. Data can be generated from literature, from new research, e.g. on the diapausing behavior and winter survival or host range. In the Netherlands the method described by Hatherly *et al.* (2008) combining assessments of cold tolerance with availability and use of wild prey is used as an effective screen for establishment potential of non - native BCAs in temperate Europe. In some countries efficacy data are required in an application (Hunt *et al.*, 2011), but in the Netherlands these are optional and not required, and not conditional for making an ERA. Because releases are intentional a pathway analysis is not included. The total evaluation procedure is legally limited to a period of 8 weeks once an application is accepted.

#### 4 LICENSES PERMITTED FOR RELEASE

When a release of a BCA is assessed as safe for the native flora and fauna, a licence is issued. A permit to release can be issued to a single applicant only and is species-based and not product-based: each applicant has to apply for a permit to release a single species. A permit is issued for a maximum period of 5 years and can be mandated by the applicant to end-users to release their organism already under permit. In general a permit is licensed for release of the species anywhere in the Netherlands, occasionally release of and agent is conditioned by specific restrictions e.g. to release on certain sites for experimental purposes only, or to use certain populations of the agent with specific biological and ecological features (see below).

Since 2005, 60 permits (10 renewals) have been licensed for 29 species - 22 biological control agents and 7 supporting organisms - from native as well as non-native origins. 2 applications have been rejected. Individual permits have been licensed for 11 parasitoids, 7 predatory mites, 1 predatory bug, 1 coccinellid species, 1 entomopathogenic nematode released as a biocontrol agents and for 7 species (mites, shrimps used as factitious prey) as supporting organisms (Table 1). So far, only one herbivore (*Stenopelmus rufinusus*) has been licensed for the control of an invasive pant, *Azolla*. Some of these agents were already in use before 2005, but had not been placed on the exemption list, have been licensed based on the application procedure for a new agent, performing a full risk assessment, including restrictions to what, where and when to release the agent: e.g. the predatory mite *Amblyseius californicus* is currently licensed for the non-diapausing strains only (see Hatherly *et al.*, 2008), *Phasmarhabditis hermaphrodita* is only permitted in combination with a specific toxic pathogen, the nearctic mirid bug *Dicyphus hesperus* has been licensed for restricted use only on designated sites, for a period of 5 years, including the requirement to perform a post-release monitoring programme in the vicinity of the release sites.

11

Table 1: Overview of biological control agents (parasitoids, predators) and supporting organisms (factitious host or prey) licensed in the Netherlands from 2005-2014 by species name.

Biocontrol agents			Prey
<i>Allotropa convexifrons</i>	<i>Leptopilina heterotoma</i>	<i>Androlaelaps casalis</i>	<i>Carpoglyphus lactis</i>
<i>Allotropa musae</i>	<i>Muscidifurax raptorellus</i>	<i>Euseius gallicus</i>	<i>Lepidoglyphus destructor</i>
<i>Anagyrus sinope</i>	<i>Spalangia cameroni</i>	<i>Euseius ovalis</i>	<i>Suidasia medanensis</i>
<i>Aphidius gifuensis</i>	<i>Trichogramma achaeae</i>	<i>Macrocheles robustulus</i>	<i>Thyreophagus entomophagus</i>
<i>Aphytis lepidosaphes</i>	<i>Dicyphus hesperus</i>	<i>Neoseiulus californicus</i>	<i>Tyrolichus casei</i>
<i>Ephedrus cerasicola</i>	<i>Nephus quadrimaculatus</i>	<i>Phytoseiulus macropilis</i>	<i>Artemia parthenogenetica</i>
<i>Ephedrus plagiator</i>	<i>Amblydromalus limonicus</i>	<i>Phasmarhabd. hermaphrodita</i>	<i>Artemia fransiscana</i>

#### 5 TRENDS AND CONSIDERATIONS

During the past decades in many countries the number of natural enemy has increased for releases in inundative, commercial biological control programmes in orchards, crops and greenhouses, and biological control has become a serious sustainable management tool. Development of regulation of biological control takes increases as well, making import and release of exotic agents more complex. It is of great priority to find a balance between reasonable regulation of importation and release of new candidates for biological control and the possibility to develop sustainable, environmentally safe pest control. Taking into account the benefits and risks of a release, the current risk assessment procedure for greenhouse BCAs

in the Netherlands is a 'light' form of assessment: 'yes, unless' instead of 'no, provided that'. The drafting of white (positive/exemption) lists, such as PM6/3(4) (EPPO, 2014), assessed prior to application, helps to facilitate further implementation of biological control as a pest management tool.

There are a few questions and challenges which still need to be addressed. First, legislation and regulation is in most countries focused on species from an exotic origin. It questions to consider what is exotic and what is native: to a country, to a climatic region, to a biogeographical or political (EU) area? Are population differences of species, native to Europe but occurring over a wider geographical area relevant for an ecological risk-assessment and release? And if so, how to define and characterize exotic / native?! Second, legislation is currently addressing risks upon release, not upon import, transport or export. Agents that are imported for biological control purposes partly can be used for research only, for release after a period of research in the laboratory or released directly from product facilities across the world. Every year billions of specimens, of BCA species widely used in biological control are imported from production facilities outside the EU. Current veterinary checks on the product and phytosanitary permits are in place to cover the identity, the purity product (potential contamination with other species, with parasites or diseases), the presence of quarantine pests in some countries, but not everywhere. In the Netherlands a quality check is performed on commercially produced and released BCA: checks on identity and purity are in place by a yearly audit of the production system, the mass-rearing process, personnel qualifications, checks on identity and purity, before issuing of phytosanitary and veterinary certificates.

Finally, the release of natural enemies in the classical biological sense, where the pest and the agent both need to establish and disperse, has thus far mainly been restricted to releases in orchards in the Mediterranean area. The planned release of herbivores, such as *Aphalara itadori* in the UK and *Trichilogaster acaciaelongifoliae* in Portugal, for the biological control of invasive plants is relatively new for Europe. It challenges researchers, politicians and regulators to find a right balance between safety and efficacy and we have to come up with tailor-made solutions. A narrow host range and high specificity for the target plant has a key role in the process. International organizations such as EFSA, EPPO and IOBC could play a role in drafting standards for introduction, research and release of such exotic biological control agents and evaluation of risks.

12

## 7 REFERENCES

- Anonymous (2005) Wijziging Regeling vrijstelling beschermde dier- en plantensoorten Flora- en faunawet. Staatscourant 23 (8 februari): 16. <https://zoek.officielebekendmakingen.nl/stcrt-2005-23-p16-SC68725.html>
- Bigler F, Bale JS, Cock MJW, Dreyer H, Greatrex R, Kuhlmann U, Loomans AJM, van Lenteren JC (2005) Guidelines on information requirements for import and release of invertebrate biological control agents in European countries. *Biocontrol News and Information*, 26, 4: 115N – 123N.
- Eilenberg J, Hajek A, Lomer C (2001) Suggestions for unifying the terminology in biological control. *BioControl*, 46, 4: 387-400.
- EPPO (1999) PM 6/1(1) - First import of exotic biological control agents for research under contained conditions. <http://archives.eppo.int/EPPOStandards/biocontrol.htm>
- EPPO (2010) PM 6/2(3) - Import and release of non-indigenous biological control agents. *Bulletin OEPP/EPPO*, 40: 335-344 (<http://www.eppo.int>).
- EPPO (2014) PM 6/3(4) - List of biological control agents widely used in the EPPO region. Version October 2014. [http://archives.eppo.int/EPPOStandards/biocontrol\\_web/bio\\_list.htm](http://archives.eppo.int/EPPOStandards/biocontrol_web/bio_list.htm)
- EPPO (2015) Pest Risk Analysis. <http://archives.eppo.int/EPPOStandards/pr.htm>
- IPPC (2005) Guidelines for the export, shipment, import and release of biological control agents and other beneficial organisms. ISPM no.3, (<http://www.ippc.org>)
- Hatherly IS, Pedersen BP, Bale JS (2008) Establishment potential of the predatory mirid *Dicyphus hesperus* in northern Europe. *BioControl*, 53: 589-601.



- Hunt EJ, Loomans AJM, Kuhlmann U (2011) An international comparison of Invertebrate Biological Control Agent Regulation: What can we learn? In: Regulation of Biological Control Agents, 1<sup>st</sup> Edition, XII, ed Ehlers: 79-112.
- Loomans AJM, Sütterlin S (2005) Regulation of invertebrate biological control agents: international context and situation in The Netherlands. IOBC/WPRS Bulletin, 28(1): 179-182.
- Loomans AJM, Vierbergen B, Chen P-p (2013) Seven years of post-release monitoring for biological control agents released for biological control in the Netherlands: impact of regulatory measures on establishment and use. Bulletin IOBC/WPRS, 94: 15-20.
- Van Lenteren JC, Babendreier D, Bigler F, Burgio G, Hokkanen HMT, Kuske, S, Loomans AJM, Menzler-Hokkanen I, van Rijn PCJ, Thomas MB, Tommasini MG & Zeng QQ (2003) Environmental risk assessment of exotic natural enemies used in inundative biological control. BioControl 48: 3-38.
- Van Lenteren JC, Bale J, Bigler F, Hokkanen H & Loomans AJM (2006) Assessing risks of releasing exotic biological control agents of arthropod pests. Annual Review of Entomology, 51: 609-634 (supplemental tables online at <http://ento.annualreviews.org>).

## THE LONG JUMP FROM CHEMICAL TO NON-CHEMICAL CONTROL IN STORED PRODUCT PROTECTION: WHICH ARE THE VIABLE ALTERNATIVES TO NEUROTOXIC INSECTICIDES IN THIS META-PESTICIDE ERA?

Christos G. ATHANASSIOU<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratory of Entomology and Agricultural Zoology, Department of Agriculture, Crop Production and Rural Environment, University of Thessaly, Magnesia, Greece

### ABSTRACT

14 Currently, stored product protection is based chiefly on the use of chemicals which are, in majority, neurotoxic to insects. However, the continuous use of these substances meets with several drawbacks, such as the high mammalian toxicity of some active ingredients, the detection of residues in the final product, and the development of resistance by several major stored product insect species. At the same time, the increased consumers' demand for residue-free food, the strict requirements of organic food production, and environmental concerns, constitute the future of many active ingredients uncertain. In this context, several alternatives have been evaluated and proposed, based on the use of bio-rational approaches, which do not contain conventional insecticides. On the other hand, despite the fact that there are numerous alternatives to pesticides in stored product protection, there is still inadequate information on their viability for wide scale applications. Nevertheless, there are methods that can be used with success for this purpose, and can, either in part or completely, replace chemicals. Modified and controlled atmospheres are classified among the most promising alternatives to chemical control, since they can be applied in various commodities and at various environmental conditions. Both methods are based on the reduction of oxygen around the treated commodity, to a level that is usually lower than 3 %, causing hypoxia or anoxia. Other techniques are based on the use of macro- or micro-biological control: these include predators, parasitoids and insect pathogens, which are introduced in the facility. Extreme temperatures, known as "heat treatment" or "cold treatment" are also good viable alternatives to aerial insecticides and aerosols in storage and food processing facilities. In the case of heat, ideally, the temperature has to be raised at 50 °C in all locations of a given facility, while in the case of cold, all insects usually die in 1-2 days at -17.8 °C (0 °F). Other methods include the application of natural resource-based inert materials, such as diatomaceous earths, the use of mating disruption and the utilization of mechanical methods in buildings and commodities that have to do with "insect proof food packaging" or "insect proof buildings". All these techniques are now used in large-scale applications, clearly suggesting that the meta-pesticide era in stored product protection is feasible. This feasibility, apart from the insecticidal efficacy, is also related to the fact that the cost of most of these approaches and techniques is directly comparable with the cost of conventional methods that are currently in use.

**Key words:** stored product protection, non-chemical control, biorational pest management

---

<sup>1</sup> Prof., Phytokou str., 38446, N. Ionia, Magnesia, Greece; e-mail: athanassiou@agr.uth.gr

## IZVLEČEK

### DOLG SKOK OD KEMIČNEGA DO NEKEMIČNEGA ZATIRANJA SKLADIŠČNIH ŠKODLJIVCEV: KATERE SO UČINKOVITE ALTERNATIVE NEVROTOKSIČNIM INSEKTICIDOM V OBDOBJU PO INTENZIVNI UPORABI FITOFARMACEVTSKIH SREDSTEV?

Varstvo uskladiščenih pridelkov pred škodljivci je večinoma vezano na uporabo kemičnih snovi, ki na škodljive žuželke (te predstavljajo najpomembnejšo skupino skladiščnih škodljivcev) delujejo predvsem kot živčni strupi. Slaba stran dolgotrajne rabe takšnih snovi je visoka strupenost za sesalce pri nekaterih aktivnih snoveh, pojavljanje ostankov v skladiščnem materialu in njegovih proizvodih ter pojav odpornosti na insecticide pri nekaterih najpomembnejših vrstah skladiščnih škodljivcev. Hkrati pa naraščajoče zahteve potrošnikov po hrani brez ostankov fitofarmaceutskih sredstev, stroge zahteve ekološke pridelave in splošna skrb za okolje vplivajo na to, da je prihodnja uporaba številnih aktivnih snovi precej negotova. V tej zvezi je bilo doslej preučevanih veliko okoljsko sprejemljivih načinov, ki ne vsebujejo sintetičnih insekticidov in nekateri med njimi se danes že uporabljajo v praksi. Na drugi strani pa se, kljub dejstvu, da je znanih veliko alternativnih načinov za zatiranje skladiščnih škodljivcev, še vedno srečujemo z njihovo nezadostno uporabo v velikih skladiščnih prostorih. Vseeno so že znani alternativni načini, ki se z uspehom uporabljajo v širši praksi in ki že delno ali v popolnosti nadomeščajo kemične snovi. Spremenjena ali nadzorovana atmosfera se uvršča med najbolj obetajoče alternative kemičnim pripravkom, saj se lahko uporablja v različnih skladiščnih materialih in v različnih okoljih. Obe metodi temeljita na zmanjšanju koncentracije kisika v skladišču na manj kot 3 %, s čimer pri žuželah pride do hipoksije (pomanjkanje kisika v tkivih) ali anoksije (odsotnost ali hudo pomanjkanje kisika v tkivih). Ostali načini temeljijo na uporabi makro- in mikrobiotičnih agensov, in sicer plenilcev, parazitoidov in žuželčjih patogenov, ki se znašajo v skladišča. Tudi uporaba ekstremne temperature, znana kot "vroče tretiranje" ali "hladno tretiranje", predstavlja dobro alternativo kemičnim fumigantom v skladiščih in živilskih obratih. V primeru vročine, je najbolj učinkovito, da temperaturo v celotnem skladišču povišamo na 50 °C, pri mrazu pa je znano, da žuželke pri -17,8 °C navadno poginejo po enem do dveh dneh. Druge alternativne načine predstavljajo naravni inertni materiali, kakršen je na primer diatomska zemlja, metoda zbeganja in mehanični načini zatiranja skladiščnih škodljivcev, s katerimi se škodljivcem fizično prepreči dostop v prostor ali v pakirno enoto. Omenjeni načini se danes že uporabljajo v široki praksi, kar nakazuje na to, da je mogoče skladiščne škodljivce učinkovito zatirati tudi brez kemičnih sredstev za varstvo rastlin. To dejstvo potrjuje tudi cena omenjenih alternativnih načinov, ki je primerljiva s ceno klasičnih (kemičnih) načinov zatiranja skladiščnih škodljivcev.

**Ključne besede:** varstvo uskladiščenih pridelkov, nekemično zatiranje, bioracionalno varstvo rastlin

## 1 BACKGROUND

Control of stored product insects is heavily relied on the use of chemicals, such as fumigants and residual insecticides. Conversely, terms such as "biological control" or "alternative control methods" have a different meaning in stored product protection, in comparison with field pests. For example, the addition of pathogens in the final or the pre-final commodity to control insects, should be always balanced with the consumers' perception and their willingness to accept "pathogen-treated" products. At the same time, predators and parasitoids that are added in storage facilities to control other insect species should be also regarded

under the prism of the possible increase of insect fragments or insect-related contaminants. The term “alternative” is even more complicated in stored product protection. In the case of field pests, often alternatives to pesticides are reduced-risk techniques or even novel formulations that are safe for mammals even during application. In the stored product ecosystem, many alternatives are generally toxic to mammals, if there is a direct exposure. For example, nitrogen or carbon dioxide may also endanger human health, if there is exposure during the application. Another paradigm is extreme temperatures, i.e. cold and heat, which can also cause problems if there is some certain level of exposure, while, in some occasions, can also harm the commodity and the equipment of the area that they are applied.

Phillips and Throne (2010) introduced the term “biorational approaches” in stored product protection. This term sets the scene for the techniques that are successful and viable alternatives to traditional pesticides and have low risk if used properly. Those methods should be in compliance with international trade and also with regulatory guidelines. At the same time, they have to satisfy the increasing demands for organic food production, and minimize any negative impacts on food. In the following, some of these approaches are presented.

## 2 BULKED COMMODITIES

With this term we refer mainly on cereal grains, but most of the techniques that are to be mentioned here can be also applicable for other types of products, such as legumes, herbs or dried fruit. Grains are usually either fumigated or directly sprayed with residual insecticides, which are expected to protect the commodity from the insects as long as the insecticidal substrate retains its insecticidal efficacy. Traditionally, aeration in silos has been used for decades for four main purposes: insect control, mould prevention, maintaining seed viability and reduction of grain moisture (Navarro and Noyes, 2002a). Cooling is also another way to apply air on the grain, in order to drastically reduce insect development. The aim of this method is to cool down the grain mass 12-14 °C or even lower (Navarro and Noyes, 2002b, 1994, Arthur and Casada, 2005, 2010). Decision on either aeration or cooling, depends of various factors, i.e. environmental conditions, grain moisture etc. Despite the fact that aeration and/or cooling usually takes place in the less warm periods of the year, summer aeration is feasible (Arthur *et al.*, 1998, 2010, Navarro and Noyes, 2002a).

Ozone has been successfully evaluated in grain bins and, apart from its effect on insects, it is also very effective for microbial control (Mason *et al.*, 1997, McDonouch *et al.*, 2011a, b, Isikber and Athanassiou, 2015). In fact, McDonouch *et al.* (2011a, b) developed a screw conveyor that allowed better mixing of the grain with the ozone gas, allowing better penetration in the grain mass and providing higher efficacy. Several other gases, such as nitrogen, can be successfully used on bulked grains for insect control. The main goal of this application is the reduction of the oxygen level to less than 3 %, and, in some cases, less than 1 %. The idea of nitrogen application is simple: given that nitrogen corresponds to approx. 78 % of the air, the technique is based on the use of nitrogen generators that force nitrogen to enter in the area that is to be applied. Recently, large nitrogen generators have been successfully evaluated for insect control in concrete silos with barley in Cyprus (Navarro *et al.*, 2012).

There are certain insecticides that are now registered as alternatives to traditional neurotoxic grain protectants. One promising category of alternative insecticides is diatomaceous earths, which are dusts based on phytoplanktons, called diatoms. Diatomaceous earths can be applied directly on the product with the same technology with traditional grain protectants, does not affect the properties of the final product and they are non-toxic to mammals (Athanassiou *et*

*al.*, 2003, 2005). Other contact insecticides that are registered for this purpose in many parts of the world and have low mammalian toxicity include the insect growth regulator S-methoprene and the bacterial metabolite-based insecticide spinosad (Athanassiou *et al.*, 2010, Hertlein *et al.*, 2011). Those insecticides have been proved effective for a wide range of insect species, particularly beetles and moths.

### 3 FOOD PROCESSING FACILITIES

Manipulation of temperatures in a storage facility is currently widely used in many parts of the world, in many different types of facilities and commodities. Heating a processing facility at 50 °C can rapidly kill all insects and life stages (Mahroof *et al.*, 2003, Roesli *et al.*, 2003). Heat can be also used to control hidden infestations which cannot be easily controlled with other methods. Usually, heat is applied on the facility (i.e. a flour mill or a pasta factory), where usually there are regulatory restrictions regarding the application of insecticides. However, heat can be also applied on the commodity. For example, Khamis *et al.* (2011a, b) found that the application of heat through catalytic infrared radiation was able to control internal-feeding insects within the grain kernels. Cold treatment has been also tested for commodities with good results. Flinn *et al.* (2015) found that, in flour bags, the application of -17.8 °C (=0 °F) controlled successfully all insect life stages, including eggs. Cold treatment may be more applicable for disinfecting commodities, particularly organic product, rather than buildings and facilities.

One of the most promising technique for the control of moths indoors is mating disruption, which is based on the deployment of dispensers that contain high loading levels of (Z,E)-9,12-tetradecadienyl acetate, the male attractant of several stored product moths of the family Pyralidae, known also as ZETA or TDA (Trematerra *et al.*, 2011, 2013, Trematerra, 2012). This artificial pheromone covers the pheromone that is produced by the females, so females cannot be located by males. Earlier studies show that mating disruption can work in several types of commodities and facilities in Europe, at different climatic conditions and target species (Sieminska *et al.*, 2009, Trematerra *et al.*, 2011). This method can be also used for beetles (Mahroof and Phillips, 2014). A similar technique, known as auto-dissemination of pheromones or auto-confusion, has been successfully applied in storage and processing facilities in Italy and Greece (Trematerra *et al.*, 2013). This technique uses baiting stations that contain ZETA along with electrostatically charged dust, in order to infect males with the female pheromone, which is then transmitted among individuals through “psydo-mating”. This method is expected to be used commercially in the next years for insecticide dissemination at the post-harvest stages of agricultural products.

### 4 META-PESTICIDE ERA IN STORED PRODUCT PROTECTION

These were only some examples of “real world” alternatives to traditional pesticides that are currently in use in large scale insect management. Apparently, before any insecticidal application, sanitation is the first step in every strategy regarding stored product protection. The phase out of methyl bromide, which was dominant until recently in several post-harvest systems, made essential the evaluation of “greener” substances and methods that can be utilized as substitutes. Today, and despite the fact that chemical control is still dominant, non-chemical methods become more spread and adopted, probably in a wider extent than the adoption of non-chemical control in field crops. The withdrawal of several substances, along with the increased demands and rules for regulatory and food safety, made stored product

protection a pioneer area in non-chemical control, much more than other areas of crop protection.

## 5 ACKNOWLEDGMENTS

I would like to thank Prof. Stanislav Trdan for the opportunity to present this work at the 12<sup>th</sup> Slovenian Conference of Plant Protection on 3-4 March 2015, in Ptuj, Slovenia.

## 6 REFERENCES

- Arthur, F. H. and M. E. Casada. 2005. Feasibility of summer aeration for management of wheat stored in Kansas. *Appl. Eng. Agric.* 21: 1027-1038.
- Arthur, F. H. and M. E. Casada. 2010. Directional flow of summer aeration to manage insect pests in stored wheat. *Appl. Eng. Agric.* 26: 115-122.
- Arthur, F. H., J. E. Throne, D. E. Maier and M. D. Montross. 1998. Initial cooling cycles for corn stored in the southern United States: Aeration strategies based on weather data. *American Entomol.* 44: 118-123.
- Athanassiou, G. G., N. G. Kavallieratos, F. Tsaganou, B. Vayias., K. Dimizas and C. Th. Buchelos. 2003. Effect of grain type on the insecticidal efficacy of SilicoSec against *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). *Crop Prot.* 22: 1141-1147.
- Athanassiou, C. G., B. J. Vayias., C. B. Dimizas, N. G. Kavallieratos, A. S. Papagregoriou and C. Th. Buchelos. 2005. Insecticidal efficacy of diatomaceous earth against *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) and *Tribolium confusum* Du Val (Coleoptera: Tenebrionidae) on stored wheat: influence of dose rate, temperature and exposure interval. *J. Stored Prod. Res.* 41: 47-55.
- Athanassiou, C. G., F. H. Arthur and J. E. Throne. 2010. Efficacy of layer treatment with methoprene for control of *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrychidae) on wheat, rice and maize. *Pest Manag. Sci.* 67: 380-384.
- Flinn, P. W., F. H. Arthur, J. E. Throne, K. S. Friesen and K. L. Hartzler. 2015. Cold temperature disinfestations of bagged flour. *J. Stored Prod. Res.* 63: 42-46.
- Hertlein, M. B., G. D. Thompson G. D., B. Subramanyam and C. G. Athanassiou. 2011. Spinosad: a new natural product for stored grain protection. *J. Stored Prod. Res.* 46: 131-146.
- Isikber, A. A. and C. G. Athanassiou. 2015. The use of ozone gas for the control of insects and microorganisms in stored products. *J. Stored Prod. Res.* (in press).
- Khamis, M., B. Subramanyam, H. Dogan, P. W. Flinn and J. A. Gwartz. 2011a. Effects of flameless catalytic infrared radiation on *Sitophilus oryzae* (L.) life stages. *J. Stored Prod. Res.* 47: 173-178.
- Khamis, M., B. Subramanyam, H. Dogan, and J. A. Gwartz. 2011b. Flameless catalytic infrared radiation used for grain disinfestation does not affect hard red winter wheat quality. *J. Stored Prod. Res.* 47: 204-209.
- Mahroof, R. M. and T. W. Phillips. 2014. Mating disruption of *Lasioderma serricorne* (Coleoptera: Anobiidae) in stored product habitats using the synthetic pheromone serricornin. *J. Appl. Entomol.* 138: 378-386.
- Mason, L.J., Woloshuk, C.P., Maier, D.E., 1997. Efficacy of ozone to control insects, molds and mycotoxins. Nicosia. In: Donahay, E.J., Navarro, S., Varnava, A. (Eds.), *Proceedings of the International Conference on Controlled Atmosphere and Fumigation in Stored Products*. Cyprus Printer Ltd., Nicosia, pp. 665-670.
- McDonough, M.X., Campabadal, C.A., Mason, L.J., Maier, D.E., Denvir, A., Woloshuk, C.P., 2011a. Ozone application in a modified screw conveyor to treat grain for insect pests, fungal contaminants and mycotoxins. *J. Stored Prod. Res.* 47: 249-254.
- McDonough, M.X., Mason, L.J., Woloshuk, C.P., 2011b. Susceptibility of stored product insects to high concentrations of ozone at different exposure intervals. *J. Stored Prod. Res.* 47: 306-310.
- Navarro, S. and R. Noyes. 2002a. (Eds.) *The Mechanics and Physics of Modern Grain Aeration Management*. CRC Press, Boca Raton, FL 647 pp.
- Navarro, S. and Noyes, R. 2002b. Evaluating aeration system efficiency, pp. 561-584. In: Navarro, S. and R. Noyes (Eds.) *The Mechanics and Physics of Modern Grain Aeration Management*. CRC Press, Boca Raton, FL.

- Navarro S., C. G. Athanassiou, A. Varnava, N. Vroom, D. Yiassoumis, I. Leandrou and S. Hadjioannou. 2012. Control of stored grain insects using nitrogen in large concrete silos in Cyprus. Proceedings of the 9<sup>th</sup> International Conference of Controlled Atmospheres and Fumigation in Stored Products, Antalya, Turkey, 15-19 October 2012, ARBER Professional: 478-487.
- Roesli, R., B. Subramanyam, F. J. Fairchild and K. C. Behnke. 2003. Trap catches of stored-product insects before and after heat treatment in a pilot feed mill. J. Stored Prod. Res. 39: 521-540.
- Mahroof, R., B. Subramanyam and D. Eustace. 2003. Temperature and relative humidity profiles during heat treatment of mills and its efficacy against *Tribolium castaneum* (Herbst) life stages. J. Stored Prod. Res. 39: 555-569.
- Sieminska, E., C. Ryne, C. Löfstedt and O. Anderbrant, 2009. Long-term pheromone mediated mating disruption of the Mediterranean flour moth, *Ephestia kuehniella*, in a flourmill. Entomol. Exp. Appl. 131: 294-299.
- Phillips, T. W. and J. E. Throne. 2010. Biorational approaches to managing stored product insects. Ann. Rev. Entomol. 55: 375-397.
- Trematerra, P. 2012. Advances in the use of pheromones for stored-product protection. J. Pest Sci. 85: 285-299.
- Trematerra, P., C. Athanassiou, V. Stejskal, A. Sciarretta, N. Kavallieratos and N. Palyvos. 2011. Large-scale mating disruption of *Ephestia* spp. and *Plodia interpunctella* in Czech Republic, Greece and Italy. J. Appl. Entomol. 135: 749-762.
- Trematerra, P., C. G. Athanassiou, A. Sciarretta A., N. G. Kavallieratos and C. Th. Buchelos. 2013. Efficacy of the auto-confusion system for mating disruption of *Ephestia kuehniella* (Zeller) and *Plodia interpunctella* (Hubner). J. Stored Prod. Res. 55: 90-98.

## SEJANA NIZKA PODRAST – SISTEM PRIDELAVE JABOLK BREZ UPORABE HERBICIDOV

Biserka DONIK PURGAJ<sup>1</sup>, Matjaž BEBER<sup>2</sup>, Mario LEŠNIK<sup>3</sup>, Stanislav TOJNKO<sup>4</sup>

<sup>1,2</sup>KGZS – Zavod Maribor, Sadjarski center Maribor  
<sup>3,4</sup>Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede Maribor

### IZVLEČEK

V sadjarskem centru Maribor smo v poskusu v sadovnjaku (Pinova/M9; vitki vretenast grm) raziskovali vpliv načina vzdrževanja podrasti pod drevesi na rodnost jablan in kakovost jabolk. V poskusu smo imeli naslednja obravnavanja: 1) obdelava tal v pasu 80 cm pod drevesi (brez podrasti), 2) obdelava tal v pasovih v kombinaciji z nizko podrastjo (sendvič sistem SS) in 3) trajna nizka podrast s setvijo zeli in trav, ki imajo majhno tekmovalno sposobnost do dreves. Obdelava tal v pasovih do globine 6 cm je bila izvedena s prekopalnikom Pelentz. Obdelava tal po sistemu SS, kot ga izvajajo v Švici, je bila izvedena tako, da smo podrast pustili nemoteno rasti neposredno pod drevesno krošnjo, z obeh strani pasu podrasti pa smo izvajali plitvo obdelavo s prekopalnikom v pasu širokem 30 cm. Načini vzdrževanja podrasti so imeli značilen vpliv na količino in kakovost pridelka primerjano na kontrolo, kjer smo gola tla pod drevesi zagotovili z uporabo herbicidov. Razlike glede učinka na pridelek med preučevanimi sistemi so bile statistično značilne.

20

**Ključne besede:** jablana, podrast, vzdrževanje, setev zeli, pridelek

### ABSTRACT

#### SEEDED ORCHARD UNDERSTORY STRIPES - AN APPLE PRODUCTION SYSTEM WITHOUT HERBICIDE USE

The impact of three understory management systems on the yielding potential and fruit quality of apples was studied in a trial carried out at the Pinova (M9, super spindle) orchard at the Maribor fruit research station. The tested understory management systems were the following: 1) cultivation of soil under trees (80 cm wide stripe without any vegetation), 2) limited soil cultivation combined with intact understory composed of seeded herbs and grasses ("sandwich" system; SS), and 3) undisturbed understory vegetation composed of herbs and grasses which have a very low competitive capacity with apple trees. The under tree soil cultivation (6 cm deep) was carried out with a Pelentz cultivator. The SS management system, commonly practiced in Switzerland, was applied by leaving a central stripe (30 cm) of understory, positioned directly under the trees, intact and by cultivating 30 cm wide stripes along both sides of the central green stipe. All three systems had a significant effect on the amount and quality of the apple yield when compared to control plots with bear soil (vegetation controlled by herbicides). The differences in the effects on the yield among 3 tested systems were statistically significant.

**Key words:** apple, understory, management, herb seeding, yield

---

<sup>1</sup> dipl. inž. agr., Gačnik 77, SI-2211 Pesnica, e-mail: sadjarski.center.mb@gmail.com

<sup>2</sup> univ. dipl. inž. agr., prav tam

<sup>3</sup> prof. dr., Pivola 10, SI-2311 Hoče

<sup>4</sup> prof. dr., prav tam



## 1 UVOD

Podrast pod drevesi jablanam odvzema vodo in v njej raztopljeni hranila, kar vpliva na kakovost in količino pridelka. Rast plevelov pod krošnjo dreves smo v dosednji praksi preprečevali z uporabo pripravkov za zatiranje rasti (herbicidi). Uporaba teh fitofarmaceutskih sredstev je zaradi njihovega negativnega učinka na okolje neželena. V sadjarskem centru Maribor smo poskušali zmanjšati vpliv podrasti na rast in rodnost jablanovih dreves z drugimi metodami, kot so: obdelava tal, obdelava tal v pasovih v kombinaciji z nizko podrastjo (sendvič sistem) in ustvarjanje nizke podrasti s setvijo rastlinskih vrst, ki so manj tekmovalne do jablane (nizka rast). V raziskavah je potrebno preučiti kakšne kombinacije rastlin so takšne, da lahko popolnoma prekrijejo tla pod drevesi, vendar niso izrazito konkurenčne glede odvzema hranil in vode. Rastline takšnih združb morajo imeti takšne lastnosti, da zagotavljajo zelen pokrov v vseh obdobjih raste dobe in, da ena na drugo učinkujejo tako, da nobena ne more postati konkurenčna do jablane. Regulacijo konkurenčnosti lahko dosežemo tako, da ustvarimo mešanico rastlin, ki so optimalno prilagojene na rastišče in dodamo rastline za katere rastišče ni optimalno. Pri drugi skupini tako omejimo konkurenčnost. Tako so za obstoječi sadovnjak manj konkurenčne rastline, ki potrebujejo veliko svetlobe in toplote (mediteranske rastline) in rastline žitnih združb. Če nam uspe ustvariti primerno mešanico, potem imamo vse leto pokrita tla, imamo veliko življenjskih niš za koristne organizme, ne potrebujemo uporabiti herbicidov in ni potrebno izvajati košnje. Dodatno imamo erozijsko zaščito in preprečimo izpiranje odvečnih hranil prek zime.

## 21 2 MATERIAL IN METODE

Poskus je bil zasnovan v poskusnih nasadih sadjarskega centra Maribor v letih 2012-2013, na sorti Pinova M9, vzgojeni kot vitki vretenast grm. Tla v nasadu so bila negovana ledina in urejen kapljični namakalni sistem. Analiza tal v letu 2012 je pokazala za pridelavo jabolk nekoliko visok pH (6,67), siromašna tla s fosforjem, dobro preskrbljena tla z kalijem, magnezijem, ter humus v % 3,99 (analiza opravljena na KGZ Maribor, 2012). V obravnavanjih smo raziskovali vpliv načina vzdrževanja podrasti pod drevesi na rodnost jablan in kakovost jabolk. Obravnavanja smo zasnovali kot prvo; nizka podrastjo ustvarjena s setvijo rastlin (določena), mehanska obdelava tal v pasu v kombinaciji z nizko podrastjo, ki smo jo ustvarili s setvijo rastlin (»sendvič sistem«), ter mehanska obdelava tal (stroj "Pelentz" ). Rastlinsko mešanico smo posejali 22.5.2012, in sicer 320 g/ 25 m<sup>2</sup>. Pas rastlinstva pod drevesi in pas obdelanih tal mora omogočati dostop vode in hranilnih snovi. Zaradi nekonkurenčnosti posejanih rastlin do dreves, smo sejali nizko rastoče nekonkurenčne trave (ni potrebna košnja) v pasu do 30 cm pod drevesom, v zunanjem robu pasa smo tla mehansko obdelali. Rastline takšnih združb morajo imeti lastnosti zelene pokrovnosti v vseh obdobjih raste dobe, nekonkurenčnost do jablane, življenjski prostor za koristne organizme, erozijsko zaščito. Regulacijo dosežemo z mešanico rastlinskih vrst, ki so optimalno prilagojene na rastišče. Mešanica je bila sestavljena iz naslednjih vrst: poletni zajčji mak (*Adonis aestivalis*), lasasta šopulja (*Agrostis capillaris*), travniški lisičji rep (*Alopecurus pratensis*), goli oves (*Avena strigosa*), navadna ogrščica (*Brassica juncea*), ječmenasta stoklasa (*Bromus hordeaceus*), jalova stoklasa (*Bromus sterilis*), setvena krizantema (*Chrysanthemum segetum*), žabji koprca (*Descurania sophia*), nissolijev grahor (*Lathyrus nissolia*), toga ljuljka (*Lolium rigidum*), muškadni slezlenovec (*Malva moschata*), vonjava kamilica (*Matricaria discoidea*), dvomljiivi mak (*Papaver dubium*), drobnosemenska čužka (*Phalaris minor*) in nenavadna čužka (*Phalaris paradoxa*).

Med rasto dobo smo opravili analizo vrstne sestave podrasti z vizualnim bonitiranjem, in sicer spomladi, poleti in jeseni. Pri bonitiranju smo natančno pregledali zastopanost vrst na petih naključnih ploskvah (1 m<sup>2</sup>) znotraj vsake ponovitve in za vsako vrsto podali vrednost za

delež, ki ga zavzema v celotni gmoti zelenja v enem kvadratnem metru. Ocenili smo tudi skupno pokrovnost podrasti (% pokrite površine 50 cm širokega pasu pod drevesi). Obdelava tal v pasovih je bila izvedena s prekopalnikom Pelentz do globine 6 cm. Pas obdelave je segal 80 cm pod drevesi, ukrep smo izvajali v pomladanskem in jesenskem času.

Med obravnavanji smo spremljali tudi interakcijo med različno obdelavo tal ter količino in kakovostjo pridelka. Plodove sorte Pinova smo obrali 21.9.2012 in 25.9.2013. Med meritvami, ki smo jih opravili, smo podrobneje spremljali skupni pridelek na drevo (v kg), maso plodov (izražena v g), delež plodov I. razreda, sortiranje plodov po velikostnih razredih (5 mm) in po razredih obarvanosti (indeks obarvanosti – Wagenmarkes). Spremljanja kakovosti jabolk med različno obdelavo tal smo izvedli v letu 2013. Meritve smo opravili s strojem Pimprenelle, ki avtomatsko določa notranje zrelostne parametre. Določevali smo trdoto ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ), vsebnost suhe snovi ( $^{\circ}\text{brix}$ ), škrobni Indeks (Ctifl) in izračunali Streifov indeks.

### 3 REZULTATI

#### 3.1. Interakcija med različno obdelavo tal, količino pridelka in kakovostjo pridelka

Preglednica 1: Vpliv različnih sistemov nege podrasti na pridelek, število plodov, delež plodov I. kakovostnega razreda, maso plodu in indeks obarvanosti pri sorti Pinova za leto 2012

	<i>Pridelek (kg/dr.)</i>	<i>Število plodov</i>	<i>Delež plodov I.kak. (%)</i>	<i>Masa plodu (g)</i>	<i>Indeks obarvanosti</i>
Nizka Podrast	9,15a*	62	80	153a	394
Sendvič Sistem	10,47a	61	90	177a	353
Obdelava Tal	9,71a	59	87	173a	352

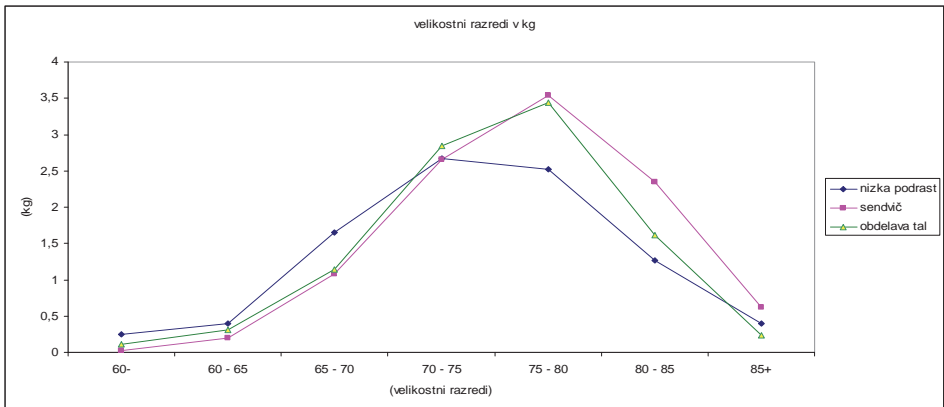
\* vrednosti označene z a,b... se statistično med seboj razlikujejo (Duncan, P 0,05)

Preglednica 2: Vpliv različnih sistemov nege podrasti na pridelek, število plodov, delež plodov I. kakovostnega razreda, maso plodu in indeks obarvanosti pri sorti Pinova za leto 2013

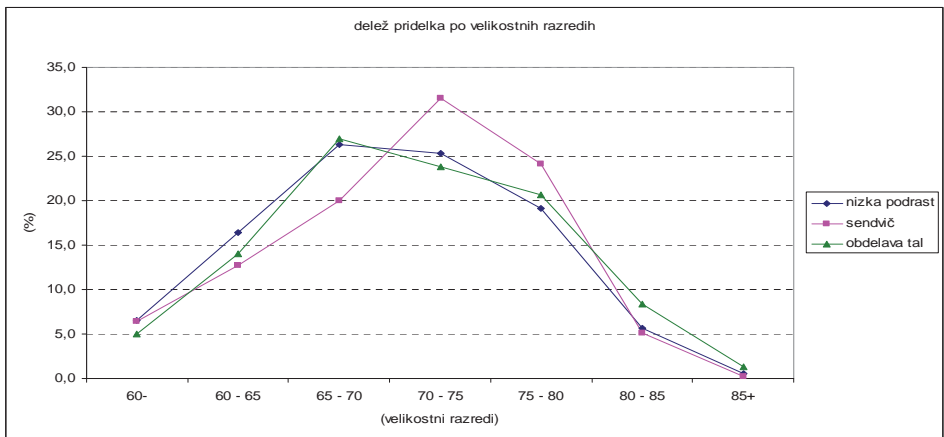
	<i>Pridelek (kg/dr.)</i>	<i>Število plodov</i>	<i>Delež plodov I.kak. (%)</i>	<i>Masa plodu (g)</i>	<i>Indeks obarvanosti</i>
Nizka Podrast	8,90	63	51	141	433
Sendvič Sistem	13,16	92	60	143	446
Obdelava Tal	10,08	71	54	142	451

\* vrednosti označene z a,b... se statistično med seboj razlikujejo (Duncan, P 0,05)

Razlike v količini pridelka (kg/dr.) so bile med različnimi obravnavanji premajhne, da bi bile statistično dokazljive, vendar vrednosti prikazujejo večje plodove in višji delež I. kakovostnega razreda plodov, pri obdelavi tal in obdelavi tal v kombinaciji s sejano nizko podrastjo (SS). Predvidevamo, da smo z obdelavo tal vplivali na kakovost plodov.



Slika 1: Velikostni razredi plodov (5 mm) - vpliv različnih sistemov nege podrasti na velikost plodov pri sorti Pinova za leto 2012



Slika 2: Velikostni razredi plodov (5 mm) - vpliv različnih sistemov nege podrasti na delež plodov pri sorti Pinova za leto 2013.

Različna obdelava tal pod drevesi ima vpliv na velikost plodov. Delež manjših plodov je bil v letu 2012 največji pri obravnavanju nizke podrasti, pri obravnavanju mehanske obdelave tal v kombinaciji s sejano nizko podrastjo v pasovih (SS) smo obrali največ plodov v velikostnem razredu 75-80 mm. Obravnavanje mehanske obdelave tal je pokazalo najvišji delež plodov I. kakovostnega razreda. V drugem letu spremljanja (2013) je bil delež manjših plodov največji pri obravnavanju nizke podrasti, največji delež plodov I. kakovostnega razreda smo dosegli pri obravnavanju obdelave tal v kombinaciji s sejano nizko podrastjo (SS).

Obarvanost plodov pri različnih sistemih nege tal je bila pri sorti Pinova nekoliko različna in videti je bilo, da lahko najvišjo obarvanost pričakujemo, pri obravnavanju nizke podrasti. Spremljanje kakovosti jabolk med različno obdelavo tal smo izvedli v letu 2013. Meritve smo opravili s strojem Pimprenelle, ki avtomatsko določa notranje zrelostne parametre.

Preglednica 3: Notranji parametri zrelosti ob obiranju (25.9.2013) po obravnavanjih za leto 2013

Obravnavanje	Trdota (Kg/Cm <sup>2</sup> )	Ss (°brix)	Škrobn Indeks (Ctifl)	Streifov Indeks
Sendvič Sistem	6,0a	14,7a	6,8a	0,073a
Nizka Podrast	6,5a	14,6a	6,1a	0,060b
Obdelava Tal	6,4a	15,2b	6,5a	0,071a

\* vrednosti označene z a,b... se statistično med seboj razlikujejo (Duncan, P<0,05)

Med obravnavanj nismo ugotovili statističnih razlik. Gre le za manjša odstopanja pri notranjih parametrih zrelosti. Najvišjo vrednost trdote izražene v kg/cm<sup>2</sup> smo izmerili pri obravnavanju nizke podrasti (6,5 kg/cm<sup>2</sup>), najnižjo vrednost trdote pa pri tako imenovanem sendvič sistemu, kjer gre za kombinacijo nizke podrasti in mehanske obdelave tal. Vsebnost suhe snovi, izražene v Brix, je najvišja vrednost pri obravnavanju mehanske obdelave tal, med obravnavanjem nizke podrasti in sendvič sistemu značilnih razlik ni bilo.

### 3.2. Rezultati analize vrstne sestave podrasti

Skupna pokrovnost vseh vrst rastlinstva pod drevesi, izražena v %, se razlikuje med različnimi obravnavanji. Glede na letni čas in pogoje ohranjanja rastlinja so se sejane nizke trave in zeli relativno dobro ohranile in uspešno prezimile. Pri "sendvič sistemu" se je skupna pokrovnost nekoliko zmanjšala. Verjetno gre za vpliv zasenčenosti v pasu, kjer smo podrast sejali.

Preglednica 4: Prikaz podatkov o skupni pokrovnosti rastlinstva pod drevesi (deležev v %) pri različnih obravnavanjih (NP – podrast sestavljena iz samosevnih in posejanih rastlin brez vzdrževanja, SS – sendvič sistem, OT– obdelovanje tal).

Rastlinska vrsta	NP	SS	OT
Skupna pokrovnost (%) Ocena poletje 2012	88,8	98,7	34,5
Skupna pokrovnost (%) Ocena jesen 2012	95,8	95,0	42,8
Skupna pokrovnost (%) Ocena pomlad 2013	78,9	91,3	76,9
Skupna pokrovnost (%) Ocena poletje 2013	91,8	87,4	48,6
Skupna pokrovnost (%) Ocena jesen 2013	91,8	89,7	63,8

Preglednica 5: Prikaza deležev (%) posameznih vrst v celotni gmoti zelenja podrasti pri različnih obravnavanjih (O1 – podrast sestavljena iz samosevnih in posejanih rastlin brez vzdrževanja, O2 – sendvič sistem, O3 – obdelovanje tal, (ocena poletje 2012 - 17. avgust)

Rastlinska vrsta:	O1	O2 - znot.	O2 - zunaj	O3
<i>Adonis aestivalis</i>	2,9	2,2	0,0	0
<i>Agrostis capillaris</i>	7,2	3,1	3,4	0
<i>Alopecurus pratensis</i>	4,2	2,9	1,3	1,5
<i>Avena strigosa</i>	4,9	3,7	0,2	0
<i>Brassica juncea</i>	2,1	3,7	0,5	0
<i>Bromus hordeaceus</i>	3,8	2,9	2,2	0

<i>Bromus sterilis</i>	3,3	2,5	1,7	0
<i>Chrysanthemum segetum</i>	3,2	2,6	0,2	0
<i>Descurania sophia</i>	0,9	3,8	0,1	0
<i>Lathyrus nissolia</i>	1,7	1,4	0,0	0
<i>Lolium rigidum</i>	4,5	7,4	1,3	0
<i>Malva moschata</i>	5,1	4,7	0,6	0
<i>Matricaria discoidea</i>	2,4	2,2	0,0	0
<i>Papaver dubium</i>	1,2	1,1	0,0	0
<i>Phalaris minor</i>	3,5	3,2	1,5	0
<i>Phalaris paradoxa</i>	3,7	3,2	0,8	0
<i>Poa pratensis</i>	6,5	8,5	1,8	1,6

Preglednica 6: Prikaza deležev (%) posameznih vrst v celotni gmoti zelenja podrasti pri različnih obravnavanjih (O1 – podrast sestavljena iz samosevnih in posejanih rastlin brez vzdrževanja, O2 – sendvič sistem, O3 – obdelovanje tal, (ocena jesen 2012 - 25. oktober)

<b>Rastlinska vrsta:</b>	<b>O1</b>	<b>O2-znot.</b>	<b>O2-zunaj</b>	<b>O3</b>
<i>Adonis aestivalis</i>	2,7	2,6	0	0,0
<i>Agrostis capillaris</i>	15,2	3,8	2,6	0,0
<i>Alopecurus pratensis</i>	12,3	7,8	3,5	0,6
<i>Avena strigosa</i>	1,9	3,0	0	0,0
<i>Brassica juncea</i>	0,7	2,4	0	0,0
<i>Bromus hordeaceus</i>	2,8	5,0	0,8	0,0
<i>Bromus sterilis</i>	1,9	2,4	0,8	0,0
<i>Chrysanthemum segetum</i>	1,2	2,0	0,8	0,0
<i>Descurania sophia</i>	0,7	2,4	0,3	0,0
<i>Lathyrus nissolia</i>	0,4	1,0	0	0,0
<i>Lolium rigidum</i>	2,9	6,5	0,9	0,0
<i>Malva moschata</i>	4,3	5,8	0,8	0,0
<i>Matricaria discoidea</i>	1,3	1,9	0,8	0,0
<i>Papaver dubium</i>	1	1,1	0	0,0
<i>Phalaris minor</i>	2,8	3,2	1,2	0,0
<i>Phalaris paradoxa</i>	2,1	2,8	0,6	0,0
<i>Poa pratensis</i>	6,7	4,1	4,6	6,6

Preglednica 7: Prikaza deležev (%) posameznih vrst v celotni gmoti zelenja podrasti pri različnih obravnavanjih (O1 – podrast sestavljena iz samosevnih in posejanih rastlin brez vzdrževanja, O2 – sendvič sistem, O3 – obdelovanje tal, (ocena pomlad 2013 - 8. maj)

<b>Rastlinska vrsta:</b>	<b>O1</b>	<b>O2-znot.</b>	<b>O2-zunaj</b>	<b>O3</b>
<i>Adonis aestivalis</i>	0,2	0,1	0,0	0,0
<i>Agrostis capillaris</i>	3,9	8,9	2,9	0,0
<i>Alopecurus pratensis</i>	3,9	3,8	2,1	3,7
<i>Avena strigosa</i>	1,3	0,3	0,0	0,0
<i>Brassica juncea</i>	2,9	1,8	0,0	0,0
<i>Bromus hordeaceus</i>	5,4	3,9	2,3	0,0
<i>Bromus sterilis</i>	1,3	1,2	0,0	0,0
<i>Chrysanthemum segetum</i>	0,3	0,0	0,0	0,0
<i>Descurania sophia</i>	0,9	0,4	0,2	0,0
<i>Lathyrus nissolia</i>	0	0,0	0,0	0,0
<i>Lolium rigidum</i>	0,6	0,2	0,3	0,0
<i>Malva moschata</i>	2,8	3,9	2,9	0,0
<i>Matricaria discoidea</i>	0,2	1,9	0,6	0,0

<i>Papaver dubium</i>	0,3	0,0	0,0	0,0
<i>Phalaris minor</i>	0,8	1,2	0,8	0,0
<i>Phalaris paradoxa</i>	0,4	1,9	0,6	0,0
<i>Poa pratensis</i>	3,4	4,1	3,8	3,9

Preglednica 8: Prikaza deležev (%) posameznih vrst v celotni gmoti zelenja podrasti pri različnih obravnavanjih (O1 – podrast sestavljena iz samosevnih in posejanih rastlin brez vzdrževanja, O2 – sendvič sistem, O3 – obdelovanje tal.) (ocena poletje 2013 – 3. avgust)

<b>Rastlinska vrsta:</b>	<b>O1</b>	<b>O2-znot.</b>	<b>O2-zunaj</b>	<b>O3</b>
<i>Adonis aestivalis</i>	2,9	0,1	0	0
<i>Agrostis capillaris</i>	7,2	3,8	4,7	0
<i>Alopecurus pratensis</i>	4,2	4,9	2,3	0
<i>Avena strigosa</i>	4,9	0,2	0	0
<i>Brassica juncea</i>	2,1	0,3	0	0
<i>Bromus hordeaceus</i>	3,8	3,6	0	0
<i>Bromus sterilis</i>	3,3	4,8	0	0
<i>Chrysanthemum segetum</i>	3,2	0,1	0	0
<i>Descurania sophia</i>	0,9	0,3	0	0
<i>Lathyrus nissolia</i>	1,7	0,1	0	0
<i>Lolium rigidum</i>	4,5	0,9	0,1	0
<i>Malva moschata</i>	5,1	5,4	0	0
<i>Matricaria discoidea</i>	2,4	0,3	0	0
<i>Papaver dubium</i>	1,2	0,1	0	0
<i>Phalaris minor</i>	3,5	2,8	0,5	0
<i>Phalaris paradoxa</i>	3,7	1,9	0,3	0
<i>Poa pratensis</i>	6,5	4,8	6,7	3,1

26

Preglednica 9: Prikaza deležev (%) posameznih vrst v celotni gmoti zelenja podrasti pri različnih obravnavanjih (O1 – podrast sestavljena iz samosevnih in posejanih rastlin brez vzdrževanja, O2 – sendvič sistem, O3 – obdelovanje tal, (ocena jesen 2013 - 2. oktober)

<b>Rastlinska vrsta:</b>	<b>O1</b>	<b>O2-znot.</b>	<b>O2-zunaj</b>	<b>O3</b>
<i>Adonis aestivalis</i>	0	0	0	0
<i>Agrostis capillaris</i>	1,9	2,5	1,4	0
<i>Alopecurus pratensis</i>	6,8	3,8	3,8	0
<i>Avena strigosa</i>	0,8	1,2	0	0
<i>Brassica juncea</i>	0	0,1	0	0
<i>Bromus hordeaceus</i>	3,6	2,5	0	0
<i>Bromus sterilis</i>	1,3	0,5	0	0
<i>Chrysanthemum segetum</i>	0,5	0,3	0	0
<i>Descurania sophia</i>	0	0	0	0
<i>Lathyrus nissolia</i>	0	0,1	0	0
<i>Lolium rigidum</i>	1,9	0,5	0	0
<i>Malva moschata</i>	9,4	8,6	0	0
<i>Matricaria discoidea</i>	0,4	0,5	0	0
<i>Papaver dubium</i>	0	0	0	0
<i>Phalaris minor</i>	0,5	1,1	0	0
<i>Phalaris paradoxa</i>	0,3	0,3	0	0
<i>Poa pratensis</i>	2,6	4,3	3,2	2,8

## 4 SKLEPI

Idea regulacije razvoja podrasti pod drevesi s setvijo ustrezne mešanice rastlin je stara. Mi smo v našem poskusu v podrast posejali nekatere rastline, ki so za razmere severovzhodne Slovenije nenavadne (*Adonis aestivalis*, *Lolium rigidum*, *Bromus sterillis*, *Chrysanthemum segetum*, *Phalaris minor*, *Phalaris paradoxa*, ...). Poskus je pokazal, da se te rastline verjetno dolgoročno ne morejo uspešno ohraniti v sestavi podrasti, ki je ne kosimo in je ne zatiramo z uporabo herbicidov. Verjetno bi morali ponavljati občasno dosajevanje. Pri obravnavanju sejane nizke podrasti in pri "sendvič sistemu" posejane rastline omejuje razvoj avtohtonih zeli in trav. Ustvari se povsem nova združba, ki je nekaj manj bujna, kot bi bilo samosevno nezatirano avtohtono rastleinstvo. Žal se je količina pridelka v obravnavanih, kjer smo v podrast dosejali rastline nekoliko zmanjšala, vendar ne veliko.

Obstaja možnost, da bi našli optimalno mešanico, ki bi se sama vzdrževala. Uporabnost pristopa je potrebno oceniti tudi z ekonomskega vidika, to pomeni primerjava zmanjšanih stroškov zatiranja podrasti (herbicid, delo, mulčenje,...) v primerjavi z izgubo zaradi zmanjšane pridelke. Dodatno je potrebno ovrednotiti tudi učinke na strukturo tal, na erozijo in na povečanje populacij koristnih žuželk.

Z uporabo za okolje manj obremenjujočih metod vzdrževanja podrasti pri drevesih v polni rodnosti, dosežemo dober rezultat pri obdelavi tal v pasovih. Rezultati nakazujejo, da obravnavanje nizke podrasti doprinese manjše, vendar boljše obarvane plodove. Za dokazovanje vpliva na rodnost in kakovost plodov so potrebne nadaljnje raziskave.

## 5 LITERATURA

27

- Ciraj, M. 1998. Zatiranje plevelov. Ljubljana, Kmečki glas, str: 104-106.
- Gut, D., Weibel, F. P. 2005. Integrated and organic weed control in pome and stone fruit (ur. Tromp J, Webster A D, Wertheim S J) Fundamentals of Temperature Zone Tree Fruit Production. Leiden, Backhuys Publishers: 372-377.
- Lešnik M. 2007. Tehnika in ekologija zatiranja plevelov. Ljubljana, Kmečki glas, str: 232-233.
- Martinčič A, Sušnik F. 1984. Mala flora Slovenije. Ljubljana, Državna založba Slovenije.
- Stefanelli, D., Zoppolo, R.J., Perry, R.L., Weibel, F. 2009. Organic Orchard Floor Management Systems for Apple Effect on Rootstock Performance in the Midwestern United States. HortScience, 44:263-267
- Ibrahim I. Tahir, Sven-Erik Svensson and David Hansson. 2015. Floor Management Systems in an Organic Apple Orchard Affect Fruit Quality and Storage Life. HortScience, 50, 3: 434-441.
- Schmid A, in sod. 2005. Dwarf Free Orchard Maintenance. (elektronski vir) [http://www.organicagcentre.ca/Docs/FiBL\\_OrchardMaintenance\\_nov10-05.pdf](http://www.organicagcentre.ca/Docs/FiBL_OrchardMaintenance_nov10-05.pdf) (3. marec 2011)

## BAKTERIJSKI OŽIG OLJK (*Xylella fastidiosa*) – NOVA GROŽNJA SLOVENSKEMU OLJKARSTVU

Erika OREŠEK<sup>1</sup>, Gabrijel SELJAK<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, Uprava za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin, Ljubljana

<sup>2</sup>KGZS, Kmetijsko gozdarski zavod Nova Gorica

### IZVLEČEK

Karantenska bakterija *Xylella fastidiosa*, povzročiteljica bakterijskega ožiga oljk, je v EU uvrščena v prilogo I.A.I direktive Sveta 2000/29/ES. V Evropi je bila prvič ugotovljena leta 2013 na območju province Lecce v pokrajini Apulija v Italiji, kjer je v povezavi z drugimi škodljivimi organizmi povzročila obsežno propadanje oljčnikov. Bakterija lahko okuži več kot 100 vrst gostiteljskih rastlin, med katerimi so številne gospodarsko pomembne gojene rastline, kot so trta, agrumi in oljke, ter okrasne in prosto rastoče rastline. Poleg oljk (*Olea europaea*) so bile doslej v provinci Lecce ugotovljene naslednje gostiteljske rastline obravnavane bakterije: *Acacia saligna*, madagaskarski zimzelen (*Catharanthus*), navadna mirta (*Myrtus communis*), oleander (*Nerium oleander*), *Polygala myrtifolia*, češnja (*Prunus avium*), mandljevec (*Prunus dulcis*), kozja češnja (*Rhamnus alaternus*), rožmarin (*Rosmarinus officinalis*), navadna žuka (*Spartium junceum*), zimzelen (*Vinca*), *Westringia fruticosa*, nedavno pa še divji špargelj (*Asparagus acutifolius*, *Cistus creticus*, *Euphorbia terracina*, *Grevillea juniperina* in *Westringia glabra*). Pri nekaterih od teh bolezenskih znamenj ni bilo. Potrjen naravni prenašalec bakterije v Italiji je škržatek navadna slinarica (*Philaenus spumarius*), možni prenašalci pa bi lahko bili tudi druge sesajoče žuželke, ki se prehranjujejo z vsebino ksilema. Na večje razdalje se bolezen prenaša z okuženim sadilnim in razmnoževalnim materialom gostiteljskih rastlin ali z okuženimi prenašalci. Bakterija *X. fastidiosa* do sedaj v Sloveniji ni bila ugotovljena. Obstaja tveganje, da bi bila vnesena v Slovenijo in bi se zaradi ugodnih klimatskih razmer razširila na območju pridelave oljk. Zaradi nevarnosti vnosa te nevarne bakterije ob uvozu gostiteljskih rastlin iz tretjih držav, kjer je navzoča *X. fastidiosa*, in širjenja z okuženih območij v Italiji, so bili na ravni EU sprejeti ukrepi za preprečevanje vnosa in širjenja te nevarne bolezni.

**Ključne besede:** bakterijski ožig oljk, *Xylella fastidiosa*, gostitelji, prenašalci

### ABSTRACT

#### *Xylella fastidiosa* – NEW THREAT FOR SLOVENIAN OLIVE GROWING

*Xylella fastidiosa* is a quarantine bacterium listed in the EU in the Annex I.A.I of the Council Directive 2000/29/EC. In Europe it was confirmed for the first time in 2013 in Italy, where it has caused extensive decline of olive orchards in connection with some other harmful organisms in the province Lecce in the region Apulia. The bacterium is able to infect more than 100 host species including numerous economically important crops like wine, citrus and olives as well as ornamental and wild plants. In Lecce, beside *Olea europaea* also *Acacia saligna*, *Catharanthus*, *Myrtus communis*, *Nerium oleander*, *Polygala myrtifolia*, *Prunus avium*, *Prunus dulcis*, *Rhamnus alaternus*, *Rosmarinus officinalis*, *Spartium junceum*, *Vinca*, *Westringia fruticosa*, and lately *Asparagus acutifolius*, *Cistus creticus*, *Euphorbia terracina*,

<sup>1</sup> mag., univ. dipl. inž. agr., Dunajska 22, SI-1000 Ljubljana, e-mail: erika.oresek@gov.si

<sup>2</sup> mag., univ. dipl. inž. agr., Pri hrastu 18, SI-5000 Nova Gorica



*Grevillea juniperina* and *Westringia glabra* have been recorded as host plants. Some of them did not show symptoms. In Italy until now, the common froghopper (*Philaenus spumarius*) has been confirmed as the natural vector of *X. fastidiosa*. Potential vectors may also be other xylem-feeding insects. On long distances, the disease can be transmitted by infected planting and reproductive material of host plants or by infected vectors. Until now, *X. fastidiosa* has not been found in Slovenia yet. Due to the favourable climate conditions there is a risk for its establishment in the olive growing areas in Slovenia. Due to the risk of introduction of *X. fastidiosa* with host plants from third countries and the spread from infected areas in Italy emergency measures for prevention of introduction and spread were adopted in the EU.

**Key words:** quarantine bacterium, *Xylella fastidiosa*, hosts, vectors

## 1 UVOD

Bakterijski ožig oljk, ki ga povzroča karantenska bakterija *Xylella fastidiosa*, je bil v Evropi prvič ugotovljen leta 2013 na območju province Lecce v pokrajini Apulija v Italiji, kjer je v preteklih letih prišlo do obsežnega propadanja oljčnikov.

V provinci Lecce je *X. fastidiosa* povzročila pravo katastrofo v pridelavi oljk, saj je na tem območju oljkarstvo ena najpomembnejših gospodarskih panog. Poleg oljkarstva je izbruh prizadel tudi pridelavo sadik različnih gostiteljskih in potencialnih gostiteljskih rastlin, saj se te zaradi nevarnosti prenosa boleznih lahko premeščajo iz razmejenega območja le, če izpolnjujejo zelo stroge pogoje. Do sedaj so bile okužbe odkrite le v pokrajini Apulija.

Zaradi nevarnosti širjenja te nevarne bolezni so bili že na začetku leta 2014 sprejeti ukrepi za preprečevanje vnosa in širjenja bakterije *X. fastidiosa* na ravni EU (izvedbeni sklep 2014/87/EU), zaradi novih spoznanj v zvezi z gostiteljskimi rastlinami in novih izbruhov pa je bil julija 2014 sprejet nov predpis (2014/497/EU). Maja 2015 je bil zaradi številnih novih gostiteljskih rastlin ter novih izbruhov sprejet še en nov predpis o ukrepih. V Sloveniji *X. fastidiosa* do sedaj ni bila ugotovljena.

## 2 BAKTERIJA *Xylella fastidiosa*, GOSTITELJSKE RASTLINE IN PRENAŠALCI

*Xylella fastidiosa* je gram negativna bakterija, ki spada v družino Xanthomonadaceae in je edini predstavnik rodu *Xylella*. V EU je spada med karantenske škodljive organizme in je uvrščena v prilogo I.A.I Direktive Sveta 2000/29/ES. Bakterije se zadržujejo in razmnožujejo v ksilemskem prevodnem tkivu v listih, steblih (debljih) in koreninah. Optimalna temperatura za rast bakterij je od 26 do 28 °C. Temperatura je lahko omejitveni dejavnik za njeno razmnoževanje.

Bolezenska znamenja na rastlinah so posledica zamašitve prevodnih tkiv s kolonijami bakterij in tvorbe posebnih izrastkov ali pregrad (tile) v ksilemu. Na različnih gostiteljskih rastlinah se pojavljajo različna bolezenska znamenja, med njimi so ožigi listnih robov, venenje listja in sušenje vej, zakrnela rast in odmiranje ter propadanje rastlin v primeru močnih infekcij. Pri različnih gostiteljskih rastlinah povzroča bakterija *X. fastidiosa* različne bolezni, ki so znane v glavnem le po angleških imenih; na trti povzroča Pierceovo bolezen - "Pierce disease", na agrumih "Citrus variegated chlorosis" in na breskvah "Phony peach disease". *X. fastidiosa* je bila prvič opisana leta 1892 v Kaliforniji v ZDA kot povzročitelj Pirceove bolezeni vinske trte.

*X. fastidiosa* je razširjena v Severni in Južni Ameriki ter na Tajvanu, o najdbah pa so poročali tudi iz Indije in Irana. V devetdesetih letih je bil objavljen podatek o najdbi bakterije *X. fastidiosa* na Kosovu, vendar najdba kasneje ni bila potrjena. O najdbi vrste *X. fastidiosa* v

provinci Lecce v pokrajini Apulija v Italiji so bile Evropska komisija in države članice obveščene oktobra 2013.

Vrsta *X. fastidiosa* ima širok krog gostiteljskih rastlin in lahko okuži več kot 100 rastlinskih vrst, med katerimi so tako enokaličnice kot dvokaličnice, zelnate in lesnate rastline, tako gojene rastline kot tudi plevele. Za *X. fastidiosa* je značilna velika genotipska in fenotipska raznolikost. Doslej so znane štiri podvrste *X. fastidiosa*, in sicer *X. fastidiosa* ssp. *fastidiosa*, *X. fastidiosa* ssp. *Sandyi*, *X. fastidiosa* ssp. *multiplex* in *X. fastidiosa* ssp. *Pauca*. Posamezne podvrste imajo različne spektre gostiteljskih rastlin. Največje število gostiteljskih rastlin lahko okuži podvrsta *multiplex*. Med gostiteljskimi rastlinami te podvrste so številne pomembne sadne rastline, kot so breskev, mandljevce, marelica, sliva in oljka, ter tudi hrast brest, gingko, sončnice itd. Tudi znotraj omenjenih podvrst so znani še različni genotipi. Poleg štirih podvrst so znani še številni različiki, ki še niso raziskani in ni znano, v katero podvrsto se uvrščajo oziroma pripadajo kakšni novi podvrsti.

Številne okužene rastline ne kažejo bolezenskih znamenj in zato predstavljajo nevaren prikrit vir okužbe. Gostiteljske rastline posameznih podvrst *X. fastidiosa* so v preglednici 1.

Preglednica 1: Doslej znane podvrste bakterije *Xylella fastidiosa* in nekatere gostiteljske rastline (EFSA, 2013)

Podvrsta	Razširjenost	Pomembnejše gostiteljske rastline
<i>X. fastidiosa</i> ssp. <i>fastidiosa</i>	Srednja in Severna Amerika, Tajvan	vinska trta, agrumi, kavovec, mandljevce
<i>X. fastidiosa</i> ssp. <i>pauca</i>	Brazilija, Paragvaj, Argentina	agrumi, kavovec
<i>X. fastidiosa</i> ssp. <i>multiplex</i> (največje število gostiteljskih rastlin)	ZDA, Brazilija	Oljke, mandljevce, breskva, sliva, marelica, hrast, sončnice, trikrpa ambrozija ( <i>Ambrosia trifida</i> ), gingko, liquidambar...
<i>X. fastidiosa</i> ssp. <i>sandyi</i>	ZDA	oleander, jakaranda, magnolija

30

Različek bakterije, ki je bil ugotovljen v provinci Lecce, ne pripada nobeni teh štirih podvrst, najbližji je podvrsti *X. fastidiosa* ssp. *pauca*. Poimenovali so ga različek CoDiRO.

Bakterija *X. fastidiosa* je bila v zadnjih letih večkrat ugotovljena na rastlinah kavovca (*Coffea*) z izvorom iz Hondurasa in Kostarike, a je bilo ugotovljeno, da ne gre za isti različek, kot je bil ugotovljen v provinci Lecce. Raziskave v zvezi s tem še potekajo. Nekatere rastline kavovca so bile brez bolezenskih znamenj.

Bakterija *X. fastidiosa* se lahko prenese z okuženim sadilnim in razmnoževalnim materialom (cepiči, podlage, sadike), ne prenaša pa se s semenom ali plodovi, kot npr. plodovi oljk. Z okuženih jo na neokužene rastline prenašajo žuželčni prenašalci, ki se hranijo z vsebino ksilema. Taki so predvsem škržatki iz podreda Cicadomorpha. V Ameriki jo prenašajo številni ksilofagni škržatki iz družine Cicadellidae ter nekatere vrste iz družin Aphrophoridae (med njimi je tudi navadna slinarica *Philaenus spumarius*) in Clastopteridae. Vloga teh žuželk pri prenosu *X. fastidiosa* je slabo raziskana. Razen navadne slinarice nobeden izmed znanih prenašalcev v Ameriki ni navzoč v Evropi. Navadna slinarica v Ameriki ni domorodna vrsta in pri prenosu bakterije v Ameriki nima posebnega pomena (EFSA, 2015). Žuželke pri prehranjevanju posrkajo tudi bakterijo, vendar ta ostane v prebavnem traktu in žuželka ni sistemsko okužena. Okužijo se lahko že nimfe, a med levitvijo to kužnost izgubijo. Če pa bakterijo sprejmejo odrasle žuželke, ostanejo kužne do konca življenjske dobe.

V Italiji je edini doslej znani prenašalec bakterije *X. fastidiosa* navadna slinarica. Ta je splošno razširjena in pogosta po vsej Evropi in tudi pri nas. Je polifag in živi na številnih gojenih in prosto rastočih rastlinah, tako na zelnatih rastlinah kot tudi na grmovju in drevju. Potencialni prenašalci so tudi drugi škržatki, ki sesajo hrano iz ksilema, vendar prenos s njimi še ni povsem raziskan. Poznavanje biologije prenašalcev je pomembno za razumevanje epidemiologije bolezni. Potencialni prenašalci, ki se prehranjujejo z vsebino ksilema in so

razširjeni tudi pri nas, bi bili lahko še: grmovna penivka (*Aphrophora alni*), dvopikčasti škržatek (*Cicadella viridis*), navadna pljunkarica (*Cercopis vulnerata*) in sredozemska slinarica (*Philaenus signatus*).

Zaradi velikega števila gostiteljskih rastlin, med katerimi so tudi samonikle rastline ter zaradi polifagnih žuželčnih prenašalcev, doslej ni znan noben primer uspešnega izkoreninjenja bakterije, če se je ta razširila na prostem.

### 3 IZBRUH BAKTERIJE *Xylella fastidiosa* V ITALIJI

Na jugu Italije so v zadnjih letih opazili propadanje oljk, ki so ga sprva pripisovali različnim glivam iz rodov *Pheoacremonium* in *Pheomoniella* ter napadu modrega sitca (*Zeuzera pyrina*), ki je na oljkah pogost škodljivec in povzročja sušenje posameznih vej ali mladih dreves. Jeseni leta 2013 pa je bila na propadajočih drevesih ugotovljena tudi bakterija *Xylella fastidiosa*. Prve najdbe so bile ugotovljene v okolici mesta Gallipoli na polotoku Salento ter v okolici mesta Lecce. O izbruhu v provinci Lecce je Italija oktobra 2013 uradno obvestila države članice EU ter Evropsko komisijo. Jeseni 2014 je Italija poročala o številnih novih izbruhih na območju province Lecce, kasneje pa tudi o izoliranem izbruhu v provinci Brindisi na območju občine Oria. Italija je prav tako poročala o novih gostiteljskih rastlinah *X. fastidiosa*.

Domnevajo, da je bila *X. fastidiosa* v Italijo vnesena z okuženim oleandrom iz Kostarike. Bakterija v provinci Lecce glavno škodo povzročja na oljkah, ugotovljene pa so bile tudi druge gostiteljske rastline. Predvidevamo lahko, da odkrivanje gostiteljskih rastlin še ni končano in da bodo v prihodnosti odkrite nove okužene vrste. Poleg oljk (*Olea europaea*) so bile doslej ugotovljene še naslednje gostiteljske rastline: *Acacia saligna*, madagaskarski zimzelen (*Catharanthus*), navadna mirta (*Myrtus communis*), oleander (*Nerium oleander*), *Polygala myrtifolia*, češnja (*Prunus avium*), mandljevca (*Prunus dulcis*), kozja češnja (*Rhamnus alaternus*), rožmarin (*Rosmarinus officinalis*), navadna žuka (*Spartium junceum*), zimzelen (*Vinca*), *Westringia fruticosa*, nedavno pa so bile ugotovljene še nove gostiteljske rastline: ostrolistni beluš (*Asparagus acutifolius*), ki raste tudi pri nas, *Cistus creticus*, *Euphorbia terracina*, *Grevillea juniperina* in *Westringia glabra*. Madagaskarski zimzelen, zimzelen, kozja češnja, ostrolistni beluš, *Westringia glabra* in *Euphorbia terracina* niso kazali bolezenskih znamenj.

Širjenje bakterije *X. fastidiosa* pomeni pravo katastrofo za kmetijstvo ter tudi celotno gospodarstvo province Lecce, saj je pridelava oljk ena pomembnejših gospodarskih panog na tem območju, poleg tega pa imajo oljke tam tudi pomembno krajinsko in kulturno ter tudi zgodovinsko vrednost, saj gre v veliko primerih za drevesa, ki so stara več sto let.

### 4 UKREPI ZA PREPREČEVANJE VNOSA IN ŠIRJENJA *X. fastidiosa* V EU

Ker gre za nevarno bakterijsko bolezen, so bili na ravni Evropske unije že na začetku leta 2014 na podlagi stališča Evropske agencije za varnost hrane (European Food Safety Authority, EFSA) glede gostiteljskih rastlin, poti vnosa ter možnosti za zmanjšanje tveganja sprejeti ukrepi za preprečevanje širjenja in vnosa bakterije *X. fastidiosa* (Izvedbeni sklep št. 2014/87/EU). Zaradi novih znanstvenih ugotovitev ter stanja v provinci Lecce je julija 2014 pričel veljati nov predpis o ukrepih (Izvedbeni sklep Komisije št. 2014/497/EU).

Maja 2015 je bil na podlagi novih znanstvenih ugotovitev ter znanstvenega mnenja EFSA sprejet nov predpis o ukrepih (Izvedbeni sklep št. 2015/789/EU), ki določa ukrepe izkoreninjenja v primeru potrditve *X. fastidiosa*, ukrepe zadrževanja v provinci Lecce, kjer bakterije ni več mogoče izkoreniniti, pogoje za premeščanje določenih rastlin iz razmejenih območij v EU, pogoje za uvoz določenih rastlin iz tretjih držav ter prepoved uvoza rastlin

kavovca iz Hondurasa in Kostarike. Državam članicam nalaga obveznost izvajanja preiskav na njihovem ozemlju zaradi pravočasnega odkrivanja morebitne navzočnosti. V primeru laboratorijske potrditve okužbe mora država članica v roku 8 dni v skladu z izvedbenim sklepom št. 2014/917/EU o izbruhu obvestiti Evropsko komisijo in države članice. Izvedbeni sklep št. 2015/789/EU določa tudi seznam rastlin, za katere veljajo omejitve pri uvozu v EU iz tretjih držav ter pri premeščanju iz razmejenih območij v EU. Na tem seznamu je 188 vrst oziroma rodov rastlin in vključuje gostiteljske rastline v Apuliji ter potencialne gostiteljske rastline *X. fastidiosa*. Seznam teh rastlin je v prilogi 1 izvedbenega sklepa 2015/789/EU. Sklep določa tudi seznam gostiteljskih rastlin, na katerih je bila do sprejetja izvedbenega sklepa v Apuliji ugotovljena navzočnost *X. fastidiosa* (priloga 2 omenjenega izvedbenega sklepa).

## 5 SKLEP

Bakterijski ožig oljk je ena najbolj nevarnih boleznih oljk, ki lahko resno ogrozi evropsko in tudi slovensko oljkarstvo. Morebitnih posledic širitve te bolezni v Evropi za zdaj še ni mogoče v celoti predvideti. V zvezi z izbruhom *X. fastidiosa* v Italiji je še veliko neznanega. Vedno znova odkrivajo nove gostiteljske rastline. Nekatere med njimi ne kažejo bolezenskih znamenj, zato je tveganje za prenos bakterije s prikrito okuženimi rastlinami velika. Za zdaj je edini znani prenašalec bakterije navadna slinarica, a imajo podobne lastnosti še nekateri drugi žuželčji prenašalci iz skupine škrtžatkov.

V Sloveniji so ukrepi za zdaj namenjeni predvsem zgodnjemu odkrivanju morebitnih okužb ter preprečevanju vnosa bakterije *X. fastidiosa* v Slovenijo. Zato je pomembno redno spremljanje zdravstvenega stanja oljčnikov ter tudi drugih gostiteljskih rastlin. Potrebna je tudi previdnost pri nabavi sadilnega in razmnoževalnega materiala oljk in drugih gostiteljskih rastlin. V primeru pojava sumljivih bolezenskih znamenj je treba o tem obvestiti službo za varstvo rastlin ali fitosanitarnega inšpektorja.

## 6 LITERATURA

- Izvedbeni sklep Komisije (EU) 2014/87 z dne 13. februarja 2014 glede ukrepov za preprečevanje širjenja organizma *Xylella fastidiosa* (Wells et Rahu) v Uniji. (UL L 45, 15. 2. 2014: str. 29)
- Izvedbeni sklep Komisije (EU) 2014/497 z dne 23. julija 2014 glede ukrepov za preprečevanje vnosa organizma *Xylella fastidiosa* (Wells et al.) v Unijo in njegovega širjenja znotraj Unije. (UL L 219, 15. 7. 2014: str. 56)
- Izvedbeni sklep Komisije (EU) 2015/789 z dne 18. maja 2015 glede ukrepov za preprečevanje vnosa organizma *Xylella fastidiosa* (Wells et al.) v Unijo in njegovega širjenja znotraj Unije. (UL L 125, 21. 5. 2015: str. 36)
- EFSA, 2013: Statement of EFSA on host plants, entry and spread pathways and risk reduction options for *Xylella fastidiosa* Wells et al. European Food Safety Authority (EFSA), EFSA Journal, 11(11): 3468: 50 str.
- EFSA, 2015: Scientific opinion on the risk to plant health posed by *Xylella fastidiosa* in the EU territory, with the identification and evaluation of risk reduction options; EFSA Panel on Plant Health; EFSA Journal, 13(1): 3989: 262 str.
- EFSA, 2015: Categorisation of plants for planting, excluding seeds, according to the risk of introduction of *Xylella fastidiosa*. European Food Safety Authority (EFSA), EFSA Journal, 13(3): 4061: 30 str.
- Regione Puglia, 2015: Rinvenimento infezioni di *Xylella fastidiosa* su ulteriori specie ospiti nella provincia di Lecce.
- Ministero delle politiche agricole, forestali e alimentari, 2015. Notifica ritrovamento *Xylella fastidiosa* su nuove piante ospiti.

## HRUŠEV OŽIG PO OBDOBJU 2001–2014 ŠE VEDNO OMEJENO NAVZOČ V SLOVENIJI

Primož PAJK<sup>1</sup>, Vlasta KNAPIČ<sup>2</sup>, Erika OREŠEK<sup>3</sup>, Joži JERMAN CVELBAR<sup>4</sup>

<sup>1,2,3</sup>Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, Uprava RS za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin, Ljubljana

<sup>4</sup>Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, Direktorat za kmetijstvo, Ljubljana

### IZVLEČEK

Bakterija *Erwinia amylovora* (Burr.) Winsl. *et al.*, ki povzroča hrušev ožig, je škodljivi organizem, nadzorovan na jablanah, hruškah in kutinah ter ostalih gospodarsko pomembnih gostiteljskih rastlinah po celem svetu. Kot karantenski organizem (status A1) je uvrščen na sezname v Južni Afriki, Kitajski, vzhodni Aziji in Rusiji. V Evropi še vedno ni navzoč v Moldaviji, Estoniji, Finski in Malti. Neokuženi status Slovenije je bil določen na podlagi znanstvenega in strokovnega dela ter zlasti na podlagi rezultatov vsakoletnih posebnih nadzorov od leta 1998 dalje. V Sloveniji bakterija ni bila navzoča vse do leta 2001, ko je bilo po uradnih pregledih gostiteljskih rastlin na 791 nadzorovanih točkah na eni izmed njih ugotovljeno prvo žarišče okužbe (Naklo). Rezultati sistematičnih posebnih nadzorov in izvedba uradnih ukrepov eradikacije so v letu 2004 omogočili priznanje statusa Slovenije kot varovanega območja za hrušev ožig s strani Evropske Unije. V Evropski Uniji je hrušev ožig že splošno razširjen. Pridelava sadik, podlag in cepičev je mogoča v drevesnicah in matičnih nasadih v t. i. nevtralnih območjih, kjer je v tistih državah članicah, kjer je tak status tudi priznan, mogoče vzpostaviti razmere za izdajanje rastlinskih potnih listov za varovana območja. Ekološke in vremenske razmere v Sloveniji so zelo ugodne za pojavnost hruševga ožiga, zato je pričakovati njegovo nadaljnje širjenje, še zlasti v jugovzhodni in severovzhodni Sloveniji na območjih, kjer je večina intenzivnih nasadov jablan in hrušk. V zadnjih petnajstih letih so bile zelo ugodne vremenske razmere za pojavnost hruševga ožiga v letu 2003 (prvi večji izbruh) in v letu 2007 (drugi večji izbruh), ko se je bakterija v severnem in osrednjem delu Slovenije tako močno razširila, da eradikacija ni bila več mogoča. Zato so iz varovanega območja izključena naslednja območja ustalitve hruševga ožiga: Gorenjska, Koroška, Notranjska, Maribor in občini Lendava in Renče-Vogrsko (južno od hitre ceste H4). Stalni nadzor bakterije na razmejenih območjih je potreben zaradi nenadnih izbruhov bakterije in temelji na preventivi in odstranjevanju okuženih gostiteljskih rastlin. Okužene podlage, cepiči, sadike in čebelji panji so najpogostejše poti prenosa bakterije z okuženih območij. V prispevku je predstavljena izvedba posebnega in uradnega nadzora, vključno z razmejitvami žarišč okužbe, vzpostavitvijo neokuženega (varovanega) območja in nevtralnih območij v obdobju 2001–2014.

**Ključne besede:** *Erwinia amylovora*, hrušev ožig, posebni nadzor, varovano območje EU

### ABSTRACT

#### FIREBLIGHT AFTER PERIOD 2001–2014 STILL AT LOW PREVALENCE IN SLOVENIA

<sup>1</sup> univ. dipl. inž. agr., Dunajska 22, SI-1000 Ljubljana, e-mail: primoz.pajk@gov.si

<sup>2</sup> univ. dipl. inž. agr., prav tam

<sup>3</sup> mag., univ. dipl. inž. agr., prav tam

<sup>4</sup> univ. dipl. inž. agr., prav tam

Bacterium *Erwinia amylovora* (Burr.) Winsl. *et al.*, a causal agent of fireblight, is regulated as a harmful organism all over the world, where the apple, pear, quince and other economically important host plants are grown. It is still listed as an A1 quarantine organism in South America, China and East Asia, East-south Africa and Russia. In Europe it is still absent from Moldova, Estonia, Finland and Malta. The pest-free status of Slovenia has been declared on the basis of scientific and expert work and in particular on the basis of official annual systematic surveys, which have been conducted as from 1998. In Slovenia it had been absent until 2001, when a single focus was officially delimited at 1 (near Naklo) out of 791 monitoring points. Survey results and official measures deployed with the aim of eradication justified the Slovenian status as the European Union (EU) protected zone for *Erwinia amylovora* (Burr.) Winsl. *et al.* in 2004. Fireblight is considered as widespread within the EU, except in the officially controlled buffer zones, where nurseries and mother plantations could be maintained for suitable conditions to issuing plant passport, especially those for protected zones. Ecological and climatic conditions in Slovenia are most suitable for fireblight, which will in infection matching conditions most probably spread and establish itself in new areas, where majority of apple and pear intensive orchards are grown (in particular southeast and north east of Slovenia). In the past 15 years there were very favourable climatic conditions for fireblight in 2003 (first outbreak) and 2007 (second outbreak), when fireblight spread in the northern and central Slovenia, rendering the eradication measures impracticable. Areas with low prevalence of fireblight were therefore excluded from the protected zone territory: the regions of Gorenjska, Koroška, Notranjska, Maribor, and the communes of Lendava and Renče-Vogrsko (south from the highway H4). As fireblight causes destructive outbreaks and as the control measures are mainly based on prevention and exclusion, the further regulation of *Erwinia amylovora* (Burr.) Winsl. *et al.* is necessary. Contaminated rootstocks, cuttings and grafted plants for planting, as well as transport of beehives from infected areas, constitute the main regulated pathways. Survey and official control results are presented, including the development of regulated areas with foci of infection, buffer and protected zones in the period 2001–2014.

**Key words:** *Erwinia amylovora*, fireblight, systematic survey, EU protected zone

## 1 UVOD

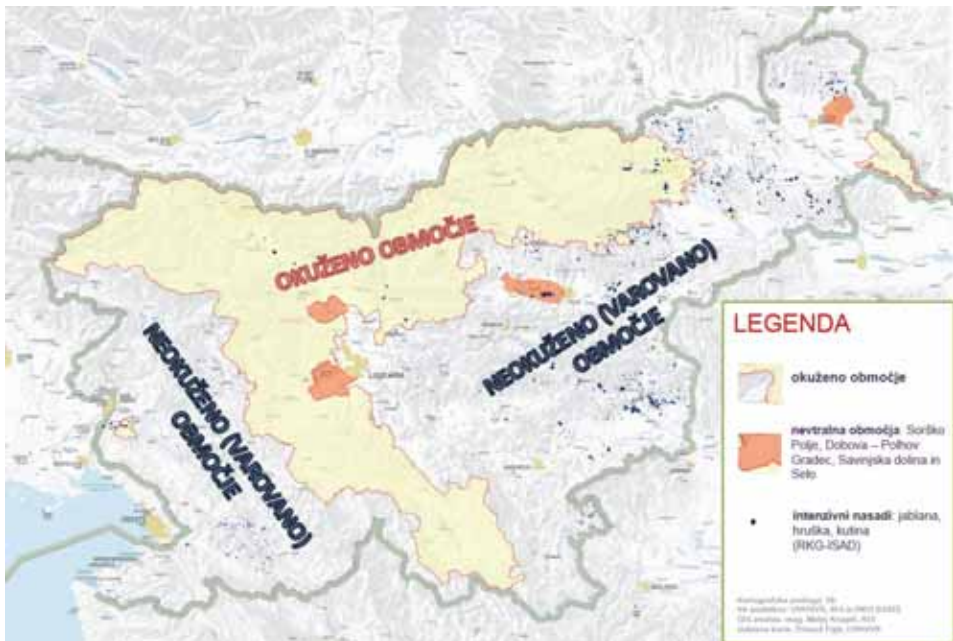
Hrušev ožig, ki ga povzroča bakterija *Erwinia amylovora* (Burr.) Winsl. *et al.* je zaradi gospodarske pomembnosti uvrščen na seznane karantenskih rastlinskih boleznih in škodljivcev, ki so pod uradnim nadzorom pristojnih organov. Bakterija je uvrščena na seznam II.A.II Direktive Sveta št. 2000/29/ES o varstvenih ukrepih proti vnosu organizmov, škodljivih za rastline ali rastlinske proizvode, v Skupnost in proti njihovemu širjenju v Skupnosti (UL L 169, 10.7.2000, s spremembami). Kot karantenski organizem (status A1) je uvrščen na seznane v Južni Afriki, Kitajski, vzhodni Aziji in Rusiji.

Omejitve premeščanja ter posebne zahteve za vnos iz tretjih držav veljajo za gostiteljske rastline za saditev, razen semena iz naslednjih rodov: *Amelanchier* Med., *Chaenomeles* Lindl., *Cotoneaster* Ehrh., *Crataegus* L., *Cydonia* Mill., *Eriobotrya* Lindl., *Malus* Mill., *Mespilus* L., *Photinia davidiana* (Dcne.) Cardot, *Pyracantha* Roem., *Pyrus* L. in *Sorbus* L. Bakterija sicer okužuje okoli 200 različnih vrst rastlin iz 40 rodov iz družine rožnic (Rosaceae). V Sloveniji je poleg nasadov za pridelavo plodov na nekaterih območjih veliko samoniklih gostiteljskih rastlin (npr. glog, jerebika, lesnika). Povsod po državi so zelo razširjene okrasne gostiteljske rastline v vrtovih in parkih, ki ob izbruhu hruševega ožiga, zlasti v času cvetenja, predstavljajo velik potencial za širjenje bakterije.

Rezultati večletnega sistematičnega spremljanja zdravstvenega stanja gostiteljskih rastlin in izvedba uradnih ukrepov eradikacije so v letu 2004 omogočili priznanje statusa Slovenije kot varovanega območja za hrušev ožig s strani Evropske Komisije. Z Uredbo Komisije št.

690/2008 o priznavanju varovanih območij v Skupnosti, izpostavljenih posebni nevarnosti za zdravstveno varstvo rastlin, je Sloveniji priznan status varovanega območja za hrušev ožig do 30. aprila 2016, in sicer za celotno ozemlje Republike Slovenije, razen območij ustalitve: Gorenjske, Koroške, Maribora in Notranjske ter občin Lendava in Renče-Vogrsko (južno od hitre ceste H4) (slika 1).

Predpisani preventivni, karantenski in higienski ukrepi so namenjeni preprečevanju širjenja in zatiranju hruševega ožiga, določena so pravila za gojenje in premeščanje gostiteljskih rastlin hruševega ožiga, premeščanje panjev čebel, kot tudi ugotavljanje zdravstvenega stanja rastlin in obveznosti imetnikov rastlin, prijava lokacije pridelave gostiteljskih rastlin za saditev v odobritev pred saditvijo, obveščanje imetnikov gostiteljskih rastlin ter vodenje evidenc. (Pravilnik, 2004; Pravilnik, 2009; Pravilnik, 2014).



35

Slika 1: Karta razmejitve hruševega ožiga v letu 2015: neokuženo (varovano) in okuženo območje, nevtralna območja in intenzivni nasadi jablan hrusk in kutin (UVHVVR in RKG, marec 2015).

V času največjega izbruha hruševega ožiga v Evropi so strokovnjaki v prizadetih državah uskladili izvajanje številnih fitosanitarnih ukrepov. Da bi čimbolj omejili širjenje bolezni, so določili metodo sistematičnega nadzora pojavljanja bolezni (Deckers in sod., 1987 in Grimm, 1987). V Sloveniji je od leta 1998 potekalo sistematično ugotavljanje morebitne navzočnosti hruševega ožiga pod okriljem sektorja za varstvo rastlin Ministrstva za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano oziroma, od leta 2001 Uprave RS za varstvo rastlin in semenarstvo, kasneje preoblikovane v Fitosanitarno upravo RS. V letu 2000 so bila priznana neokužena le še posamezna območja v Evropi, med katera je spadalo tudi območje Slovenije (Brecl, 2004). V Evropi do leta 2015 hrušev ožig še vedno ni navzoč v Moldaviji, Estoniji, Finski in Malti (PQR, EPPO, marec 2015).

V Sloveniji smo v vseh letih izvajanja sistematičnega nadzora beležili dva večja izbruha v letih 2003 in 2007. Glavnina pridelovalnih območij, kjer je gostota nasadov največja (SV in

JV Slovenija) je razen posamičnih najdb, kjer so bili izvedeni strogi ukrepi eradikacije, ostala na varovanem (neokuženem) območju.

## 2 MATERIAL IN METODE

### 2.1 Nekatero biološke značilnosti bakterije *Erwinia amylovora* (Burr.) Winsl. et al.

Bakterija *Erwinia amylovora* (Burrill) Winslow et al. (Enterobacteriaceae) je gram negativna, velika 0,3-1,3 µm, obdaja jo 2-7 bičkov. Čeprav jo najdemo v različnih delih sveta, je dokaj homogena vrsta. Za razliko od drugih patogenih bakterij, ki inducirajo nekroze, potuje hitro od mesta infekcije po rastlini in lahko v primeru ugodnih klimatskih razmer uniči občutljivo gostiteljsko rastlino v eni rastni dobi. Bakterija lahko okužuje nekatere gostiteljske rastline brez povzročanja bolezenskih znamenj in to je skupaj z njeno sposobnostjo prezimne v neopaznih razjedah, pomembna faza v njenem življenjskem krogu, ki lahko razloži nekatere nenadne izbruhe hruševega ožiga (Ravninar, 2004, po Vanneste in sod.).

Bakterija prek sistemične okužbe povzroča propadanje vej ali celih rastlin. Pri manj občutljivih rastlinskih vrstah se posušijo posamezni okuženi cvetovi in poganjki, rastlina pa lahko še mnogo let raste naprej, preden opazimo, da je okužena. Ves ta čas pa predstavlja žarišče bolezni, saj služi kot rezervoar bakterij, ki jih žuželke v času opravevanja cvetov prenašajo na okoliške rastline in s tem širijo okužbo.

Bakterija se lokalno širi kapljično, in sicer z vetrom in dežjem, prenašajo jo ptice in žuželke ter človek s svojo aktivnostjo pri okuženih rastlinah. Na večje razdalje jo lahko prenesemo z okuženimi cepiči, podlagami ali sadikami, s prometnimi sredstvi in orodji, lahko pa jo prenašajo tudi ptice selivke. Če je bakterija na nekem območju že navzoča, je njeno lokalno širjenje v času cvetenja povezano s čebelami in drugimi žužalkami. Bakterija vdre v rastlino prek naravnih odprtih ran ali prek cvetov, na površju katerih se močno namnožuje. Obseg in hitrost širjenja bolezni je odvisna tudi od klimatskih razmer, dobro se širi ob visoki zračni vlagi in visoki temperaturi. Čeprav se bakterije lahko razmnožujejo pri 3–37 °C, je optimalna temperatura med 25 in 27 °C. Epifitotično pomembne so temperature nad 18 °C. Take razmere so bile v Sloveniji zabeležene ob prvem izbruhu spomladi leta 2003. V letu 2007 so bili pomembnejši dejavniki širjenja veter, dež in toča ob sorazmerno toplemu vremenu.

### 2.2 Izvajanje pregledov in vzorčenj ter vzpostavitev žarišč v obdobju 2003-2014

Ugotavljanje navzočnosti, preprečevanje širjenja in zatiranje hruševega ožiga (*Erwinia amylovora* (Burrill) Winslow et al.) izvajamo v Sloveniji kot izpolnitev pogoja za ohranitev varovanega območja za bakterijo *Erwinia amylovora* in njeno obvladovanje. Zdravstveni pregledi gostiteljskih rastlin vključujejo vizualne preglede, opazovanja ter jemanje vzorcev rastlin s sumljivimi znamenji bolezni na varovanem območju ali zaradi testiranja na latentno okuženost rastlin na nevtralnih območjih oziroma v drevesnicah in matičnih nasadih (Pravilnik, 2004; Pravilnik, 2009; Pravilnik 2014). Vsi terenski pregledi ter rezultati laboratorijskih analiz so vneseni v enoten fitosanitarni informacijski sistem (UVH-apl), kar omogoča izris kart, povezavo na spletne GIS aplikacije (WEB-GIS, [http://fito-gis.mko.gov.si/pregl/#config=PN\\_1.xml](http://fito-gis.mko.gov.si/pregl/#config=PN_1.xml)), obveščanje javnosti in zadevnih občin (objava odločb, kart, obvestil) ter sprotne obveščanje o aktivnostih na uradni spletni strani Uprave (<http://www.uvhvvr.gov.si/si/>).

Na podlagi rezultatov pregledov in vzorčenj Uprava RS za varno hrano veterinarstvo in varstvo rastlin ob najdbi na neokuženem (varovanem) območju z odločbo razmeji žarišča okužbe, okužena in preostala neokužena območja. Na podlagi predloga pridelovalca gostiteljskih rastlin lahko tudi na območju ustalitve določi meje nevtralnih območij za pridelavo sadilnega materiala (velikih najmanj 50 km<sup>2</sup>), kjer je mogoča pridelava sadik in cepičev z enakim statusom, kot na varovanem območju. Premeščanje oziroma trženje gostiteljskih rastlin za saditev sta namreč vezana na ustrezno izdajanje rastlinskih potnih listov, pri čemer je samo za sadike, cepiče in podlage, pridelane na varovanih in nevtralnih



območjih (v 2015 so ta: Dobrova-Polhov Gradec, Sorško polje, Savinjska dolina in Selo) dovoljeno izdajati rastlinske potne liste z oznako ZP b2.

Poseben status pri strogem nadzoru varovanega območja ima žarišče okužbe, ki ga vzpostavimo, ko je v okviru zdravstvenih pregledov na neokuženem območju odvzet vzorec zaradi suma na okužbo s hruševim ožigom ali je vzorec odvzet zaradi prikrite (latentne) navzočnosti hruševega ožiga ter je rezultat diagnostične preiskave pozitiven. Žarišče okužbe je določeno s pravokotnimi koordinatami v metrih, v njem pa se izvajajo ukrepi uničenja celih rastlin za izkoreninjenje hruševega ožiga. Uprava določi meje žarišča okužbe na podlagi znanstvenih ugotovitev o povzročitelju hruševega ožiga, biologije hruševega ožiga, stopnje okuženosti gostiteljskih rastlin, navzočnosti gostiteljskih rastlin in razširjenosti hruševega ožiga. Nadaljnje ukrepe za obvladovanje žarišča okužbe lahko pristojni inšpektor odredi na podlagi vizualnih znamenj brez odvzema vzorcev. V rastni dobi prve potrditve hruševega ožiga se določi žarišče okužbe kot površina okrog ene ali več okuženih gostiteljskih rastlin, vključno z gostiteljskimi rastlinami, ki niso kazale bolezenskih znamenj, pa je bila okužba s hruševim ožigom na njih potrjena z diagnostičnimi preiskavami. Uprava o vzpostavitvi novega žarišča okužbe obvesti izvajalce zdravstvenih pregledov, pridelovalce gostiteljskih rastlin v žarišču okužbe in lokalno skupnost na krajevno običajen način in na spletni strani Uprave (<http://www.uvhvvr.gov.si/si/>). V rastni dobi prve potrditve hruševega ožiga in v naslednji rastni dobi se žarišče okužbe šteje za območje z nizko stopnjo pojavljanja hruševega ožiga. Če v žarišču okužbe v rastni dobi okužbe in naslednji rastni dobi ni odkritih novih bolezenskih znamenj oziroma neokuženost potrjujejo tudi izvidi diagnostičnih preiskav, Uprava prekliche to žarišče okužbe. Če so odkrite nove okužbe v tretji rastni dobi, se šteje, da se je hrušev ožig na tem območju že ustalil in se zato šteje za okuženo območje.

V izvajanje pregledov na mestih in enotah pridelave (drevesnice in matični nasadi) so vključeni fitosanitarni inšpektorji, v pridelovalnih nasadih in drugih lokacijah spremljanja hruševega ožiga pa pooblaščen izvajalci javne službe za varstvo rastlin: Kmetijski inštitut Slovenije, Kmetijsko gozdarski zavodi Maribor, Nova Gorica in Novo mesto, Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije, Gozdarski inštitut Slovenije, Zavod za gozdove Slovenije in pooblaščen diagnostični laboratorij Nacionalnega inštituta za biologijo. Preglede na gozdnih robovih in v gozdu opravlja Zavod za gozdove Slovenije, v gozdnih drevesnicah pa Gozdarski inštitut Slovenije. Preglede uradno potrjenega sadilnega materiala opravlja Kmetijski inštitut Slovenije. Strokovnjaki s Kmetijskega inštituta Slovenije so do leta 2002 pripravljali program nadzora in ga tudi koordinirali (Šabec in sod., 2001). Po prvih najdbah okuženih dreves je v letu 2003 je koordinacijo prevzela takratna Fitosanitarna uprava Republike Slovenije in jo izvaja tudi v sedanjih reorganizirani upravi.

### 2.3 Napovedovanje nevarnosti okužbe z uvedbo prognostičnega modela Maryblyt

Poleg fitosanitarnih pregledov na terenu izvajalci javne službe za varstvo rastlin (t. i. Opazovalno-napovedovalna služba) opravljajo tudi prognostično dejavnost, kjer v okviru rednih prognostičnih obvestil (<http://agromet.mkgp.gov.si/PP/>) napovejo možnost za okužbo. Opazovalno-napovedovalna služba uporablja računalniški model Maryblyt v okviru programa addVantage Pro (verzija 6.3), ki avtomatsko beleži podatke iz mreže meteoroloških postaj (<http://agromet.mko.gov.si/APP/Home/METEO/-1>), nameščenih v nasadih ali njihovi bližini. Za ustrezno delovanje potrebuje podatke o temperaturah in padavinah (rosa, dež), podatke o razvoju jabolna oziroma hrušk (o fenofazah) ter o izjemnih vremenskih dogodkih (močan veter, toča). Izračuni so narejeni vsak dan ob 8. uri in temeljijo na podatkih, zbranih v minulih 24 urah. Po potrditvi razvojne faze »zeleni brst« za vsako lokacijo posebej (ustrezen datum glede na stanje na terenu), model začne z računanjem ustreznih toplotnih enot nad pragovi. Nekajletno preizkušanje modela v naših razmerah je pokazalo, da je z njim mogoče dokaj natančno napovedati nastop infekcij in posledično pojav simptomov. Model beleži pogoje za okužbe in napove pojav štirih vrst simptomov (cvetne okužbe, okužbe poganjkov, okužbe iz rakastih razjed in poškodb) in tako služi kot pomoč pri ukrepih za omejevanje širjenja bolezni (Zemljčič, 2004). Takoj po okužbi znamenja niso vidna. Inkubacijski čas od okužbe do pojava

vidnih znamenj bolezní traja ob toplem vremenu 4-6 dni, v hladnem vremenu pa do 30 dni, zato napovedi po modelu služijo tudi kot orientacija za prve terenske preglede rastlin.

### 3 REZULTATI IN RAZPRAVA

Ker je bila bakterija *Erwinia amylovora* na A1 karantenski listi že pred osamosvojitvijo Slovenije in so bili predpisani ukrepi ter obveznost poročanja o morebitni najdbi (odredba o ukrepih za preprečevanje širjenja in zatiranje bakterijskega hruševega ožiga; Uradni list SFRJ, št. 13/91), je bilo status neokuženosti mogoče dokazati že s sistematičnim monitoringom določenih gostiteljic v letih 1998-2000. V pogajanjih o pristopu k Evropski uniji smo tako lahko zahtevali status varovanega območja za hrušev ožig. Dejansko v Sloveniji bakterija ni bila navzoča vse do leta 2001, ko je bilo po uradnih pregledih gostiteljskih rastlin na 791 nadzorovanih točkah na eni izmed njih ugotovljeno prvo žarišče okužbe v okolici Naklega na Gorenjskem (Šabec-Paradiž in sod., 2001 in 2002). Kljub takojšnjemu ukrepanju na širšem območju (Odločba, 2002; Odločba 2003), se je okužba širila. V letih po prvi najdbi je bilo pregledano veliko število intenzivnih in travniških sadovnjakov, vrtov in parkov (Preglednica 1). Do leta 2002 kljub velikemu številu analiziranih vzorcev, vzeti tudi od sumljivih rastlin, ki so kazale znamenja, podobna hruševemu ožigu, v več kot dveh žariščih blizu Naklega nismo potrdili. Naslednji mejnik je bilo leto 2003, ko so nastopile ugodne okoljske razmere in se je hrušev ožig močno razširil na Gorenjskem in v okolici Maribora (Pravilnik, 2004). Rezultati sistematičnih nadzorov in izvedba uradnih ukrepov eradikacije so v letu 2004 omogočili priznanje statusa Slovenije kot varovanega območja Evropske Unije za hrušev ožig.

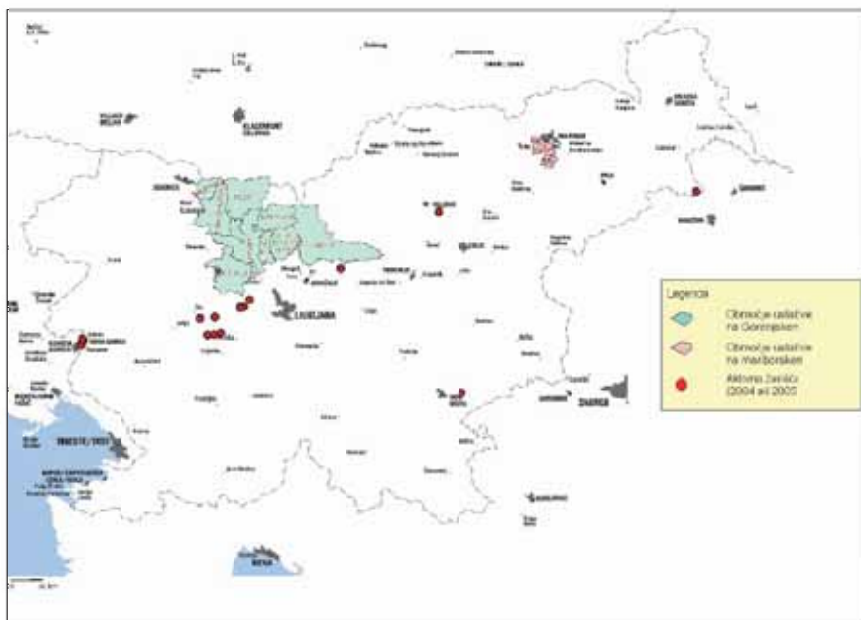
38

Preglednica 1: Rezultati petletnega sistematičnega nadzora rastlin gostiteljic bakterije *Erwinia amylovora* v Sloveniji (Šabec-Paradiž in sod., 2002)

Kazalniki	1998	1999	2000	2001	2002
št. opazovalnih točk	291	635	681	806	1033
št. odvzetih vzorcev	64	50	85	150	94
št. odvzetih vzorcev s simptomi	12	11	33	109	43
št. pozitivnih vzorcev	/	/	/	7	2

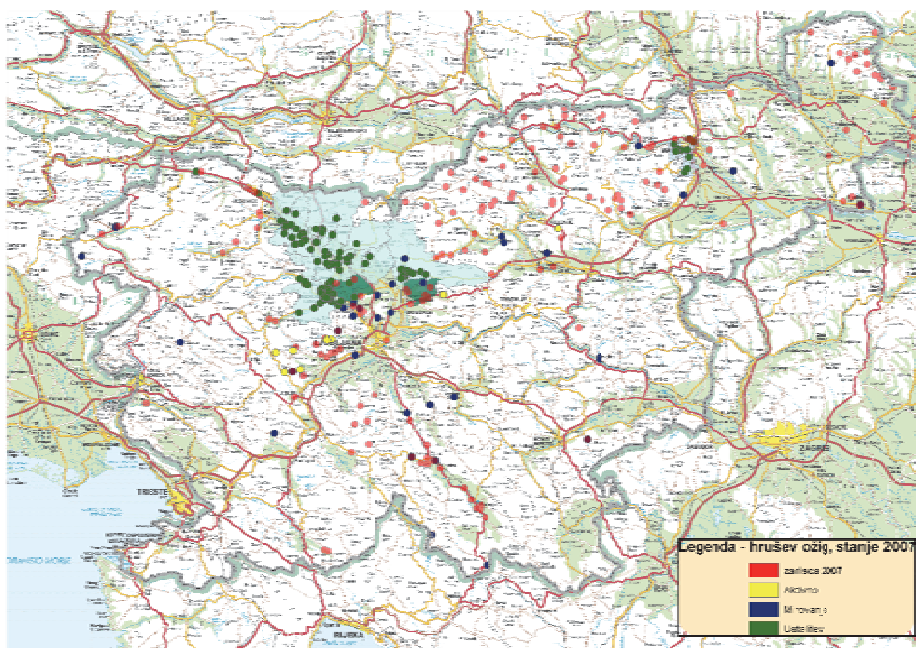
V letih 2004, 2005 in 2006 je bakterija na videz mirovala, tako da so bili zabeleženi le manjši izbruhi bakterije znotraj ali v okolici žarišč iz leta 2003. V letu 2005 je bila bakterija na novo potrjena samo na okrasnih gostiteljskih rastlinah v Novi Gorici. V letu 2007 je z nastopom ugodnih vremenskih razmer ponovno prišlo do širjenja okužb velikih razsežnosti. Skupaj je bilo uradno odvzetih 317 vzorcev z znamenji okužbe, od tega je bilo 214 pozitivnih, 103 negativni in 8 vzorcev, katerih končni rezultat je bil nepotrjen sum, ker bakterije kljub potrditvi z molekulskimi testi ni bilo mogoče izolirati. V že določenih žariščih je bilo pozitivnih 35 vzorcev. Skupaj je bilo izdanih 13 odločb, na podlagi katerih je bilo razmejenih 171 žarišč, od tega 163 na novih lokacijah. Pri 8 žariščih pa je šlo za razširitev okužbe žarišča, že določenega v 2007 (Preglednica 2).

Leta 2006 je bilo na varovanem območju Slovenije 16 aktivnih žarišč (slika 2), od katerih jih je bilo 12 ponovno aktivnih tudi v 2007, v 4 aktivnih žariščih pa okužbe v 2007 ni bilo. 38 žarišč iz leta 2003 je bilo opredeljenih kot žarišča v mirovanju, saj v njih več kot 2 leti ni bilo najdb okužbe. Izmed teh žarišč se je v letu 2007 ponovno aktiviralo 11 žarišč, v mirovanju pa je ostalo 27 žarišč iz leta 2003, v katerih med posebnim nadzorom ni bilo najdenih novih okužb (Odločba, 2006).



Slika 2: Razmejitev okuženih območij z odločbo 2006, ki določa območji ustalitve (Gorenjska in okolica Maribora) in aktivna žarišča v letih 2004 ali 2005.

39



Slika 3: Žarišča hruševega ožiga v letu 2007 kažejo na širitev območja ustalitve z Gorenjske v osrednjo Slovenijo in na SV (UVH-apl, 2007).

Med 11 ponovno aktivnimi žarišči v mirovanju (Odločba, 2006) so bili: dve v Bovcu, štiri v Medvodah in okolici (Zgornje Pirniče, Žlebe, Sora, Medvode), po eno pa v Sodražici, Ribnici (Grič), Lukovici (Koreno), Mariboru in Petkovcu. Ob takih ponovnih aktivnostih, ko so bile razmere za okužbo ugodne, je bilo potrebno presoditi, ali se je hrušev ožig tam že ustalil. Zato so bila leta 2008 iz varovanega (neokuženega) območja izvzeta območja Gorenjske, Koroške, Maribora in Notranjske (Odločba, 2008), kar je bil tudi pogoj za podaljšanje varovanega območja Evropske Unije v letu 2008 za preostalo Slovenijo.

Glede na ugotovitve terenskih pregledov lahko izpostavimo, da so v letu 2003 glavni vir okužb predstavljale kutine in latentno okužene okrasne gostiteljske rastline (Pajk, 2008). Za raznos okužbe z Gorenjske na druga območja pa premeščanje čebel na pašo.

Preglednica 2: Število pregledanih lokacij, žarišč in odvzetih vzorcev v Sloveniji od leta 2003 do 2014 (podatkovna baza UVH-apl, marec 2015).

LETO	LOKACIJE pregledov	VZORCI			ŽARIŠČA		
		Σ	+	-	AKTIVNA (varovano)	NOVA	AKTIVNA (nevtravno)
2003	>4 600	430	145	285	123	121	-
2004	>4 730	123	27	96	12	4	-
2005	>6 300	99	13	86	11	2	-
2006	>4 300	70	1	69	3	0	-
2007	>3 600	317	214	103	171	163	-
2008	>4 880	110	38	72	43	7	6
2009	>1 170	64	8	56	25	2	6
2010	>1 480	56	4	52	8	2	0
2011	>918	73	4	69	4	0	0
2012	>983	41	2	39	3	0	0
2013	>657	33	1	32	3	0	0
2014	>608	32	0	32	0	0	0

V Škofji Loki je leta 2003 prišlo do močne cvetne okužbe jablan, prvi znaki bolezni pa so bili opazni v 3. dekadi maja. V začetku junija so bila vidna že prva znamenja okužbe na bujnih rastnih vršičkih jablan. V Pekrah in Vurberku so bile kutine okužene preko cvetov, jabolane sorte krivopecelj pa prek najmlajših lističev na mladih poganjkih. Na okuženem območju na Gorenjskem, tudi v neposredni bližini drevesnic in v nasadih, so bile med uradnimi pregledi na okuženih rastlinah ugotovljene rakaste rane na starih drevesih ter bakterijski izcedek. Starejše posamične okužbe so bile najdene tudi v Črnovi pri Velenju (Zmrzlak, 2003), Vurberku in v Pomurju (Miklavc, 2003).

Za leto 2007 je značilno pojavljanje močnih okužb s hruševim ožigom na drevesih jablan in hrušk v travniških sadovnjakih predvsem na Notranjskem in Koroškem, žarišča hruševega ožiga pa so bila odkrita tudi na Štajerskem, v Prekmurju in na Primorskem. Na teh območjih je bil leta 2007 hrušev ožig ugotovljen tudi v intenzivnih nasadih jablan in hrušk. Gostota travniških sadovnjakov je razmeroma velika in nekatera drevesa so slabo oskrbovana. Na takšnih drevesih lahko značilna bolezenska znamenja, ki povzročajo sušenje cvetnih šopov in poganjkov, spregledamo, na višini dva metra ali več pa jih tudi težje opazimo. Ponavadi na

takših drevesih bolezenska znamenja opazimo šele, ko je drevo že hudo prizadeto. Če znamenj okužbe ne prepoznamo pravočasno in ne ukrepamo, drevesa jablan in hrušk na močnejših ali šibkih podlagah ali pa kutine, ki rastejo na vrtovih ob hišah lahko predstavljajo kužni vir. V letu 2007 je bil zabeležen zelo zgodnji začetek cvetenja sadnih vrst. Za velik obseg pojava hruševega ožiga v SV Slovenije je vzrok tudi toča, ki je mestoma močno poškodovala gostiteljske rastline že zelo zgodaj (Ferlež-Rus, 2007). Pri nekaterih sortah jablan se je naknadno cvetenje pojavljalo še do sredine prve dekade maja. Okužbe so bile zabeležene tudi v okoliških zasebnih vrtovih, na jablanah, kutini, tepkah, manj na drugih hruškah (Miklavc in Mešl, 2007). Ob podobnih vremenskih razmerah pa na Dolenjskem in v Posavju novih okužb hruševega ožiga niso zabeležili (Tomše in Bajec, 2007).

#### 4 SKLEPI

Hrušev ožig se je po letu 2007 pojavljal le lokalno na okuženem območju ali posamično v nekaterih žariščih okužbe, kjer so bili dosledno izvedeni predpisani ukrepi. Na neokuženem (varovanem) območju je omejeno navzoč: vsa žarišča so bila do leta 2015 preklicana, saj novih najdb ni bilo. Ekološke in vremenske razmere v Sloveniji so zelo ugodne za pojavnost hruševega ožiga, zato je pričakovati njegovo nadaljnje širjenje, še zlasti v jugovzhodni in severovzhodni Sloveniji, to je na območjih, kjer je večina intenzivnih nasadov jablan in hrušk. Cilj uradnih programov preiskav zdravstvenega stanja rastlin v prihodnjih letih ostaja usmerjen v izvajanje fitosanitarnih pregledov in vzorčenj z namenom pravočasnega odkrivanja povzročiteljice hruševega ožiga in za nadaljnjo ohranitev priznanega statusa varovanega območja Evropske Unije za bakterijo *Erwinia amylovora* (Burr.) Winsl. *et al.*, ki daje pridelovalcem konkurenčno primerjalne prednosti glede na območja ustalitve.

#### 5 ZAHVALA

Zahvaljujemo se vsem sodelujočim v okviru posebnega nadzora, predvsem pa oddelkom za varstvo rastlin Kmetijskega inštituta Slovenije, Kmetijsko gozdarskih zavodov Maribor, Novo Mesto in Nova Gorica, Inštituta za hmeljarstvo Slovenije, Gozdarskega inštituta Slovenije, Zavoda za gozdove Slovenije, fitosanitarnim in gozdarskim inšpektorjem ter sodelavcem z uprave. Posebna hvala sodelavcem z Nacionalnega inštituta Slovenije za rezultate uradnega testiranja.

#### 6 LITERATURA

- Brecl, A. 2004. Odkritje in širjenje bakterije *Erwinia amylovora* (Burrill) Winslow *et al.* - V: Knapič, V. (ur.), Jankovič, I. (ur.). Hrušev ožig = *Erwinia amylovora*. 1. izd. Krško: Alex, 2004: 7-16.
- Deckers, T., Geenen, J., Porreye, W. 1987. Strategy for fire blight control (*Erwinia amylovora* (Burrill) Winslow *et al.* under natural infection conditions. V: Beer, S.V. (ur.). IV. International Workshop on Fire Blight. Ithaca, NY, USA, Acta Horticulturae (ISHS) 217: 203-210.
- Ferlež-Rus, A. 2007. Poročilo o delu. Fitosanitarna uprava RS, 2007: 2 s.
- Grimm, R. 1987. No Fire Blight in Switzerland yet, but measures have been taken against the disease. V: Beer, S.V. (ur.). IV. International Workshop on Fire Blight. Ithaca, NY, USA, Acta Horticulturae (ISHS) 217: 21-22.
- Miklavc, J. 2003. Poročilo o izvajanju dodatnega programa strokovnih nalog s področja zdravstvenega varstva rastlin za leto 2003 zaradi izvajanja nalog ob pojavu hruševega ožiga, 2003: 7 s.
- Miklavc, J., Mešl, M. 2007. Poročilo o delu, Fitosanitarna uprava RS, 2007: 2 s.
- Odločba. 2002. Odločba o določitvi mej posebno nadzorovanega območja in o ukrepih za preprečevanje širjenja in zatiranje bakterijskega hruševega ožiga v Naklem in okolici. Uradni list RS št. 31/2002.
- Odločba. 2003. Odločba o določitvi mej posebno nadzorovanega območja in ukrepih za preprečevanje širjenja in zatiranje bakterijskega hruševega ožiga (Uradni list RS, št. 48/03)
- Odločba. 2006. Odločba o določitvi mej okuženega in nevtralnega območja ter žarišč okužbe s hruševim ožigom (št. 3430-177 /2006-1 z dne 27.06.2006).

- Odločba. 2008. Odločba o določitvi mej okuženih in nevtralnih območij ter žarišč okužbe s hruševim ožigom (št. 3430-462/2008-1 z dne 28.05.2008).
- Pajk, P., Knapič, V., Mavsar, S. 2008. Rezultati posebnega nadzora hruševga ožiga *Erwinia amylovora* (Burr.) Winsl. et al. v Sloveniji v obdobju med 1998 in 2007. V: 2. Slovenski sadjarski kongres z mednarodno udeležbo, 31. januar-2. februar 2008, Krško, Slovenija. Zbornik referatov. Ljubljana: Strokovno sadjarsko društvo Slovenije, 2008: 449-453.
- Pravilnik. 2004. Pravilnik o ukrepih za preprečevanje širjenja in zatiranje hruševga ožiga. Uradni list RS, št. 18/2004, 44/2004, 21/2005 in 21/2007.
- Pravilnik. 2009. Pravilnik o ukrepih za preprečevanje širjenja in zatiranje hruševga ožiga. Uradni list RS, št. 19/2009.
- Pravilnik. 2014. Pravilnik o ukrepih za preprečevanje širjenja in zatiranje hruševga ožiga. Uradni list RS, št. 50/2014.
- Ravnikar, M. 2004: Biologija bakterije *Erwinia amylovora* (Burrill) Winslow et al.- V: Knapič, V. (ur.), Jankovič, I. (ur.). Hrušev ožig = *Erwinia amylovora*. 1. izd. Krško: Alex, 2004: 20-23.
- Šabec-Paradiž, M., Pečar, U., Škerlavaj, V., Knapič, V. 2002. Bakterijski hrušev ožig v Sloveniji (*Erwinia amylovora* (Burrill) Winslow et al.). Sodobno kmetijstvo, 35, 3: 124-127.
- Šabec-Paradiž, M., Škerlavaj, V., Brecl, A. 2001. Bakterijskega hruševga ožiga v Sloveniji še ni: triletni stalni nadzor nad tem škodljivim organizmom v Sloveniji. V: Dobrovoljc, D. (ur.), Urek, G. (ur.), Maček, J., (ur.). Zbornik predavanj in referatov 5. slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin v Čatežu ob Savi od 6. do 8. marca 2001. Ljubljana: Društvo za varstvo rastlin Slovenije: 203-208.
- Tomše, S., Bajec, D. 2007. Napovedi hruševga ožiga z modelom Maryblyt - Poročilo o delu Fitosanitarna uprava RS, 2007: 2 s.
- Uredba. 2008. Uredba Komisije št. 690/2008 o priznavanju varovanih območij v Skupnosti, izpostavljenih posebni nevarnosti za zdravstveno varstvo rastlin (UL L 193, 22.7.2008).
- Vanneste, J.L., Eden-Green, S. 2000. Migration of *Erwinia amylovora* in host plant tissue. V: Vanneste, J.L. Fire blight – The disease and causative agent, *Erwinia amylovora*. CABI Publishing, N.Y., 2000: 73-86.
- Zemljič, M., Škerlavaj V. 2007. Potek bolezni hruševga ožiga (*Erwinia amylovora*) v nasadih na gorenjskem in ljubljanskem območju v letu 2007 ter izračuni modela Maryblyt – Poročilo o delu Fitosanitarna uprava RS, 2007: 2 s.
- Zemljič Urbančič, M., Škerlavaj, V. 2004. Prognoistični model za napoved hruševga ožiga – Maryblyt.- V: Knapič, V. (ur.), Jankovič, I. (ur.). Hrušev ožig = *Erwinia amylovora*. 1. izd. Krško: Alex, 2004: 94-100.
- Zmrzlak, M. 2003. Delno poročilo o opravljenih strokovnih nalogah s področja zdravstvenega varstva rastlin, fitofarmaceutskih sredstev ter opreme za prognoistično službo za leto 2003, 2003: 5 s.

## RAZŠIRJENOST PLODOVE VINSKE MUŠICE (*Drosophila suzukii*) V SLOVENIJI IN NJENA POPULACIJSKA DINAMIKA V OBDOBJU 2011-2014

Gabrijel SELJAK<sup>1</sup>, Matjaž JANČAR<sup>2</sup>, Mojca ROT<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>KGZS, Kmetijsko gozdarski zavod Nova Gorica, Oddelek za varstvo rastlin, Nova Gorica

### IZVLEČEK

Po prvi najdbi plodove vinske mušice (*Drosophila suzukii*) v letu 2010 v Sloveniji je bilo s sistematičnim spremljanjem v letih od 2011 do 2014 ugotovljeno, da je razširjena že skoraj po celotnem ozemlju. Populacija se je v tem obdobju stalno povečevala, a je bila ta zelo odvisna tudi od vremenskih razmer v posameznih letih v obdobju od maja do septembra. V sušnem letu 2012 je bila populacija čez poletje komaj zaznavna, v izrazito mokrem letu 2014 pa je bila zelo številčna že od junija dalje. V tem letu je povzročila velik izpad pridelka borovnic, jagod, češenj in breskev, ki je ponekod presegel 50 %.

**Ključne besede:** *Drosophila suzukii*, gostitelj, populacijska dinamika, razširjenost, Slovenija

### ABSTRACT

#### DISTRIBUTION OF SPOTTED WING DROSOPHILA (*Drosophila suzukii*) IN SLOVENIA AND ITS POPULATION DYNAMICS IN THE PERIOD 2011-2014

After the first record of spotted wing drosophila (*Drosophila suzukii*) in Slovenia in 2010, a systematic survey carried out in the period from 2011 to 2014 showed that the pest is widely distributed almost in the whole national territory. In this period also its population has risen continuously, being markedly influenced in some years by the weather conditions during summer months. In the dry season 2012, it was almost absent during the summer months, while the population was extremely numerous in rainy year 2014. In this later year, *D. suzukii* caused serious yield losses to blueberries, sweet cherries and peaches, which exceeded 50 % in some cases.

**Key words:** *Drosophila suzukii*, distribution, host plants, population dynamics, Slovenia

### 1 UVOD

Plodova vinska mušica (PVM - *Drosophila suzukii* [Matsumura 1931] [Diptera: Drosophilidae] je ena najbolj invazivnih tujerodnih žuželk, ki so bile v zadnjem obdobju zanesene v Evropo. Ogroža predvsem pridelavo jagodičastega in koščičastega sadja, deloma tudi grozdja. Po tem ko je bila najprej zaznana v Španiji (Calabria in sod., 2012) in takoj nato v severni Italiji (Grassi in sod., 2009), so si poročila o njeni navzočnosti zelo hitro sledila iz večine evropskih držav (Calabria in sod., 2012; Seljak, 2011; Cini in sod., 2012; Masten Milek in sod., 2012; Vogt in sod., 2012; Baroffio in sod., 2013; EPPO, 2010a,b; 2011a,b; 2012a,b,c,d; 2013; Radonjić in Hrnčić, 2015). V Sloveniji je bila PVM prvič ugotovljena jeseni 2010 v Novi Gorici in nato še v istem letu na 9 drugih krajih po Sloveniji (Seljak, 2011). Na območjih z zmerno klimo, zlasti v predalpskih dolinah in pobočjih Južne in Srednje Evrope je v zadnjih letih povzročila in še povzroča veliko gospodarsko škodo. Zaradi

<sup>1</sup> mag., univ. dipl. inž. agr., Pri hrastu 18, SI-5000 Nova Gorica, e-mail: gabrijel.seljak@go.kgzis.si

<sup>2</sup> univ. dipl. inž. agr., Ulica 15. maja 17, SI- 6000 Koper

<sup>3</sup> univ. dipl. inž. agr., Pri hrastu 18, SI-5000 Nova Gorica

specifične biologije in širokega nabora gostiteljskih rastlin je obvladovanje PVM izjemno zahtevno in vsaj za zdaj le deloma uspešno. Morfološke značilnosti PVM, njen razvojni krog in škodo, ki jo lahko povzroča je bila tudi v slovenskem strokovnem slovstvu že predstavljena (Seljak, 2011; Seljak, 2015). V tem prispevku so obdelani podatki in predstavljeni izsledki posebnega nadzora PVM v obdobju 2010 do 2014 v Sloveniji, njeno dinamiko širjenja oziroma odkrivanja ter njeno sezonsko dinamiko po posameznih letih.

## 2 METODE DELA

Sistematično spremljanje PVM v Sloveniji se je začelo že jeseni 2010, takoj po prvi najdbi v Novi Gorici, sistematično pa od leta 2011 dalje v okviru posebne strokovne naloge Uprave za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin pri MKGP. V sistematično spremljanje na območju cele Slovenije so bile vključene vse službe zdravstvenega varstva rastlin, vsaka na svojem območju delovanja (KGZ Nova Gorica - Primorska, KGZ Novo mesto - Dolenjska, KGZ Maribor - severovzhodna Slovenija, IHPS Žalec - Savinjska dolina, Kozjansko ter Kmetijski inštitut Slovenije - osrednja Slovenija, Gorenjska). V letih 2010-2013 so bili v spremljanje škodljivca deloma vključeni tudi fitosanitarni inšpektorji v okviru rednega nadzora škodljivih organizmov.

Prevladujoči način spremljanja pojavljanja PVM so bile prehranske pasti z jabolčnim ali vinskim kisom ali kombinacijo jabolčnega kisa in vina kot privabilom. V začetku je bila kot privabilo uporabljena tudi vodna suspenzija krušnega kvasa (75 g kvasa na 3,5 dl vode + 1 čajna žlička sladkorja), a je bila pozneje opuščena zaradi težjega štetja ulovljenih osebkov. Postavitve pasti in spremljanje se je izvajalo na način, kot je opisan v članku Seljaka (2011). Na Primorskem se je v okviru sistematičnega spremljanja sadnih muh (*Ceratitis capitata*, *Rhagoletis cerasi*, *Rh. cingulata*, *Rh. completa* in *Bactericera zonata*) vzporedno ugotavljal tudi ulov PVM na posebne prehranske pasti TEPHRI-TRAP (privabila FFA - amonijev acetat, FFT - trimetil amin, FFP - putrescin + DDVP kot insekticid). Ugotovljeno je bilo, da se je na te pasti lovilo veliko osebkov PVM in da je kljub znani neselektivnosti za mnoge skupine muh razmeroma selektivna za plodovo vinsko mušico v odnosu na ostale vinske mušice.

V sistematično spremljanje so bile zajete v glavnem le gojene gostiteljske rastlinske vrste (češnje, breške, marelice, smokve, ameriške borovnice, maline in robidnice) ter le izjemoma in povsem naključno tudi nekatere samonikle gostiteljske rastline (bezeg, navadna borovnica, kranjska kozja češnja, divje robidnice).

Podatki o ulovih so bili vneseni v podatkovno bazo UVH APL UVHVVR. Podatki iz te baze ter podatki iz interne podatkovne baze so bili uporabljeni za prikaz razširjenosti PVM v Sloveniji, kakor tudi za analizo njene dinamike širjenja in sezonskega pojavljanja. Pri analizi dinamike sezonskega pojavljanja so bili upoštevanj datumi pozitivnih najdb in prešteto ali ocenjeno število ulovljenih osebkov.

## 3 REZULTATI

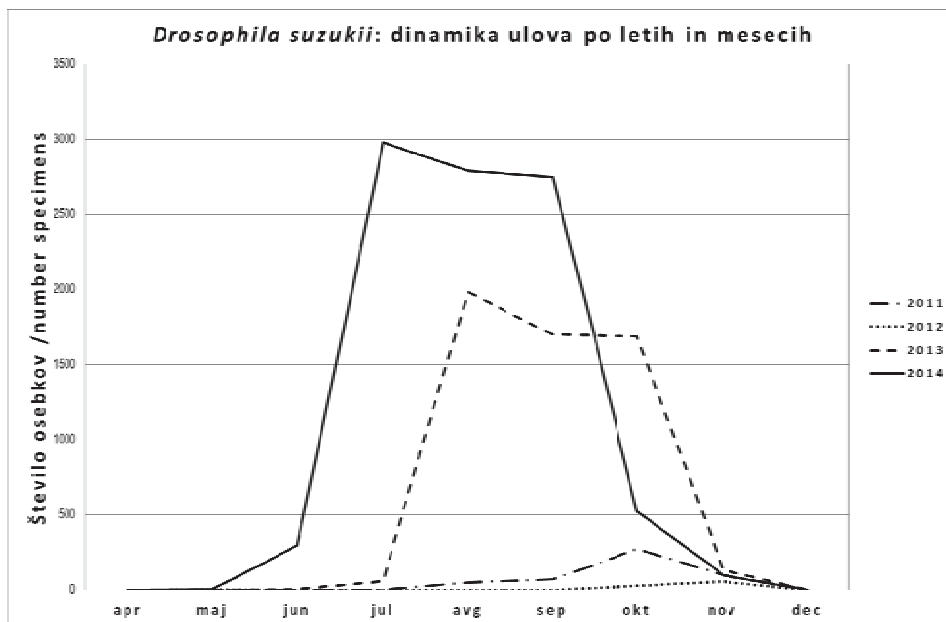
### 3.1 Sezonska dinamika pojavljanja PVM in dinamika ulova na prehranske pasti v letih 2011 do 2014

PVM je bila v Sloveniji prvič najdena jeseni 2011 v Novi Gorici (Seljak, 2011). Še v istem letu je bila zaznana še v osmih krajih na Primorskem, od Kobarida do Sečovelj, ter na dveh krajih na Štajerskem (Prebold in Sevnica). Sezonska dinamika PVM je po letih v obdobju od 2011 do 2014 grafično prikazana na sliki 1.

V letu 2011 se je zaradi sistematičnega spremljanja število potrditev navzočnosti zelo povečalo, zlasti na Dolenjskem in Štajerskem. Opazne gospodarske škode pa v tem letu še ni bilo. Populacija se je opazneje povečala šele pozno poleti in v jeseni, ko je bila večina plodov občutljivih rastlin že pobrana. Smo pa konec avgusta v tem letu zabeležili izjemno močan napad PVM na plodovih kranjske kozje češnje (*Rhamnus fallax* Boiss.) na planinah pod



Krnom na nadmorski višini med 1.000 in 1.400 m. Po grobi oceni je bilo napadenih med 60 in 70 % plodov. To je bil tudi prvi zapis o kozji češnji (*Rhamnus* spp.) kot gostitelju PVM. Hkrati je bil ta zgled namig, da se v suhih in vročih poletjih, ko so v nižjih legah neugodne razmere za njen razvoj, obsežne populacije lahko razvijejo in ohranjajo na višjih nadmorskih višinah.



45

Slika 1: *Drosophila suzukii*: sezonska dinamika pojavljanja in dinamika po letih v obdobju 2011-2014  
Figure 1: *Drosophila suzukii*: seasonal dynamics of appearance and dynamics by years in the period 2011-2014

V letu 2012 je bila populacija PVM izjemno skromna. Kljub obsežnemu spremljanju, so bila pozitivna le tri opazovana mesta, eno v Slovenski Istri in dve na Štajerskem. Ugotovljeno stanje je najbrž posledica dolgo trajajočega suhega in vročega vremena v času zorenja plodov občutljivih sadnih vrst, saj je znano, da so takšne razmere neugodne za razvoj škodljivca (EPPO, 2010c).

V letu 2013 se je število pozitivnih mest ponovno precej povečalo. Kljub temu, da smo s sistematičnim spremljanjem izrazito povečanje ulova na pasti zaznali šele v avgustu, je bila prvič zabeležena opaznejša škoda na ameriških borovnicah na območju Kobarida in Ljubljanskega barja.

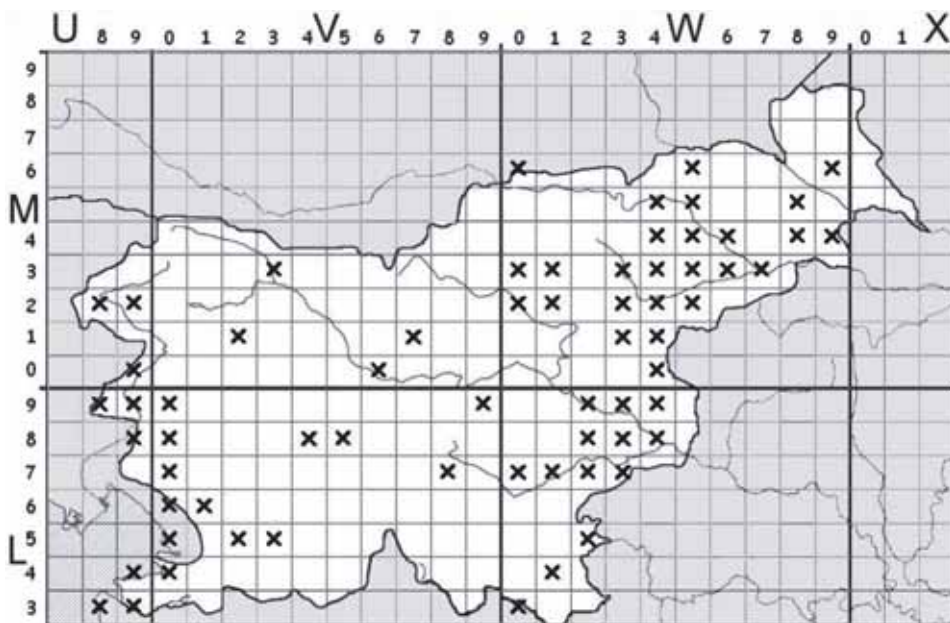
V letu 2014 je bil v primerjavi s prejšnjimi leti zabeležen razmeroma zgodnji pojav in vzpon populacije PVM. Škodne posledice tega so bile zaznane že pri zadnjih obiranjih jagod v okolici Sečovelj ter pri poznih sortah češenj v Goriških Brdih in v Vipavski dolini v juniju. Številčnost ulova na postavljene pasti in posledično škoda sta se nato v prvi polovici julija hitro stopnjevala. V tem obdobju so bile na Primorskem najbolj in najpogosteje napadene marelice, breskve in nektarine, v osrednji Sloveniji pa ameriške borovnice, maline in robidnice. Povečan napad PVM so v vlažnih razmerah spremljale izrazito močne okužbe s povzročitelji sadne gnilobe. Pri koščicastem sadju so bile to predvsem sadne gnilobe, ki so jih povzročale glive iz rodu *Monilinia*, pri jagodičastem sadju pa siva plesen (*Botrytis cinerea*). Skupna neposredna in posredna škoda je v nekaterih nasadih presegla 50 %. Kljub zelo veliki

populacijski gostoti PVM v času trgatve pa opaznejše škode na grozdju nismo zaznali. Posamezna jajčeca so bila odložena predvsem v jagode, ki so zaradi obilnih padavin razpokale ali so bile kako drugače poškodovane.

### 3.2 Razširjenost PVM v Sloveniji

Dokumentirana razširjenost PVM v Sloveniji do leta 2014 je prikazana na sliki 2. Dejanska razširjenost je zagotovo večja, saj sistematični nadzor ni zajel pridelovalno manj pomembnih ali obrobni območij gojenja gostiteljskih rastlin ter samoniklih gostiteljskih rastlin. Pri slednjih smo zabeležili nekaj zgledov izjemno močnega napada PVM na plodovih, kot že omenjeni primer kranjske kozje češnje (*Rhamnus fallax*) na planinah na Krnu v letu 2011 in navadne borovnice (*Vaccinium myrtillus*) v pogorju Porezna v letu 2014. Trenutno poznavanje razširjenosti PVM v Sloveniji nakazuje, da je ta pri nas najbrž splošno razširjena in se pojavlja do nadmorske višine vsaj 1.500 m. Njena številčnost je v tesni povezavi s prisotnostjo in zorenjem plodov gostiteljskih rastlin.

46



Slika 2: Razširjenost plodove vinske mušice (*Drosophila suzukii*) v Sloveniji do leta 2014.  
Figure 2: Distribution of spotted wing drosophila (*Drosophila suzukii*) in Slovenia till 2014.

### 3.3 Gostiteljske rastline

Nabor gostiteljskih rastlin PVM je izjemno širok tako med gojenimi kot tudi samoniklimi rastlinami. Potencialne gostiteljske rastline so vse vrste z mehкими jagodastimi plodovi. Gospodarsko škodo lahko povzroča predvsem pri gojenju jagod, borovnic, malin, robidnic, češenj, višenj, marelic, breskev, sliv, smokev, kakija in nekaterih sort grozdja. Poleg tega je znanih zelo veliko samoniklih rastlin, pri katerih je bil ugotovljen napad PVM na plodovih (EPPO, 2010c; Cini in sod., 2012). V Sloveniji je bila doslej dokumentirano ugotovljena na gojenih in divjih rastlinah, prikazanih v preglednici 1.

Preglednica 1: Dokumentirane gostiteljske rastline PVM V Sloveniji.

Table 1: Documented host species being infested by *Drosophila suzukii* in Slovenia.

Družina (Plant family)	Rod (Genus)	Vrsta (Plant species)
Rosaceae	<i>Prunus</i>	<i>P. avium</i> , <i>P. cerasus</i> , <i>P. domestica</i> , <i>P. armeniaca</i> , <i>P. persica</i> , <i>P. persica</i> var. <i>nucipersica</i>
	<i>Fragaria</i>	<i>F. ananassa</i>
	<i>Rubus</i>	<i>R. idaeus</i> , <i>R. fruticosus</i> s.l., <i>R. spp.</i>
Vitaceae	<i>Vitis</i>	<i>V. vinifera</i> , <i>V. labrusca</i>
Caprifoliaceae	<i>Sambucus</i>	<i>S. nigra</i>
	<i>Viburnum</i>	<i>V. opulus</i>
Ericaceae	<i>Vaccinium</i>	<i>V. corymbosum</i> , <i>V. myrtillus</i>
Moraceae	<i>Ficus</i>	<i>F. carica</i>
	<i>Morus</i>	<i>M. nigra</i>
Punicaceae	<i>Punica</i>	<i>P. granatum</i>
Ebenaceae	<i>Diospyros</i>	<i>D. kaki</i>
Rhamnaceae	<i>Rhamnus</i>	<i>Rh. fallax</i>
Oleaceae	<i>Ligustrum</i>	<i>L. lucidum</i> , <i>L. vulgare</i>

#### 4 RAZPRAVA IN SKLEPI

47

Po štiriletnem sistematičnem spremljanju PVM v Sloveniji ugotavljamo, da je ta že razširjena bolj ali manj po celem ozemlju Slovenije. Bele lise na preglednem zemljevidu Slovenije (slika 2) so bolj ko ne posledica odsotnosti sistematičnega spremljanja ne teh območjih. Prehranske pasti z jabolčnim kisom ali z mešanico jabolčnega kisa in vina so se pokazale kot dovolj zanesljive za zgodnje zaznavanje naraščanja populacije in za kasnejše spremljanje njene sezonske dinamike. Za vsa opazovana leta je značilna zelo nizka ali komaj zaznavna gostota populacije spomladi od aprila do konca maja. Populacija se začne postopno povečevati konec maja in v juniju z zorenjem plodov spomladanskih sadnih vrst zlasti češenj in jagod. Kaže, da je nadaljnja populacijska dinamika v juniju juliju in avgustu, poleg prisotnosti zorečih plodov gostiteljskih rastlin, precej odvisna tudi od klimatskih in vremenskih razmer na posameznih območjih. V zelo suhem in vročem poletju 2012 se populacija ni uspela razviti do jeseni, pa še tedaj je bila zelo skromna. Nasprotno se je po mili zimi in vlažnem poletju 2014 populacija zelo povečala že v juniju ter se nato v juliju in avgustu samo še stopnjevala in povzročila ponekod velik izpad pridelka.

PVM postaja eden najbolj invazivnih in težko obvladljivih škodljivcev v kmetijstvu. Ob tem, da ima zelo velik razmnoževalni potencial, ko na leto lahko razvije tudi 10 ali več rodov, so možnosti za njeno obvladovanje precej omejene, zlasti zato, ker povzroča škodo izključno na zorečih ali že zrelih plodovih, včasih celo še po obiranju v skladišču. Uporaba insekticidov neposredno pred obiranjem, ko bi bili ti lahko najbolj učinkoviti, je lahko z vidika ostankov sporna in zelo omejena, zlasti pri sadju za svežo porabo in s kratko obstojnostjo. Za zdaj so še najbolj obetavni insekticidi iz skupine spinosinov (spinosad, spinetoram). Druge oblike preprečevanja škode (zavarovanje rastlin z gosto mrežo v času zorenja, zgodnejše obiranje, množični lov, naravni regulatorji) so v veliki meri šele na razvojni in preskusni stopnji (Ioriatti in sod., 2015). Poleg neposredne škode, ki jo povzroča samica pri odlaganju jajčec v plodove in pozneje žerke v njih, so nastale poškodbe plodov tudi vstopna mesta za različne povzročitelje sadne gnilobe (*Monilinia* spp., *Botrytis cinerea*, *Blumeria cingulata*, idr.) in drugih oblik gnitja. Samica pri odlaganju jajčec omenjene povzročitelje tudi aktivno prenaša na svojem leglu in drugih delih telesa. V vlažnih razmerah, kakršne so bile poleti 2014, povzročitelji sadne gnilobe lahko povzročile veliko večjo škodo kot škodljivec sam.

## 5 ZAHVALA

Ta pregled ne bi bil mogoč brez financiranja strokovne naloge s strani UVHVVR ter pomembnega prispevka kolegov iz različnih inštitucij po Sloveniji, ki so poleg avtorjev spremljali PVM: Andreje Peterlin in Karmen Rodič (KGZ Novo mesto), mag. Jožeta Miklavca, Mirola Mešla in Boštjana Matkota (KGZ Maribor), Andreja Murenca (KGZ Nova Gorica), Alenke Ferlež Rus (IHPS Žalec), dr. Jake Razingerja, mag. Špele Modic, Vojka Škerlavaja (Kmetijski inštitut Slovenije) ter fitosanitarnih inšpektorjev Radovana Lična, Zdenka Grande, Darje Štolfa, Irene Miklič-Lautar, Eme Nikolič-Pavlič, Klavdije M. Petek, Igorja Poherca, Mojce Lešnik in Milana Lukmana. Vsem iskrena zahvala.

## 6 LITERATURA

- Baroffio, C., Richoz, P., Arriagada, B.S., Kuske, S., Brand, G., Fischer, S., Linder, C., Samietz, J., Kehrli, P. 2013: Surveillance de *Drosophila suzukii*: bilan de l'année 2012. Revue Suisse de Viticulture, Arboriculture, Horticulture 45(4), 212-218.
- Calabria, G., Maca, J., Bächli, G., Serra, L., Pascual, M., 2012.- First records of the potential pest species *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) in Europe. Journal of Applied Entomology, 136: 139-147.
- Cini, A., Ioriatti, C., Anfora, G. 2012: A review of the invasion of *Drosophila suzukii* in Europe and a draft research agenda for integrated pest management. Bulletin of Insectology 65(1): 149-160.
- EPPO 2010a: First record of *Drosophila suzukii* in Italy: addition to the EPPO Alert List. EPPO Reporting Service, 2010/007.
- EPPO 2010b: First record of *Drosophila suzukii* in France. EPPO Reporting Service, 2010/111.
- EPPO 2010c: Pest risk analysis for : *Drosophila suzukii*. Pridobljeno dne 31.01.2015 s spletne strani: [http://www.eppo.int/QUARANTINE/Pest\\_Risk\\_Analysis/PRAdocs\\_insects/11-17189\\_PRA\\_record\\_Drosophila\\_suzukii\\_final%20.pdf](http://www.eppo.int/QUARANTINE/Pest_Risk_Analysis/PRAdocs_insects/11-17189_PRA_record_Drosophila_suzukii_final%20.pdf)
- EPPO 2011a: First report of *Drosophila suzukii* in Switzerland. EPPO Reporting Service, 2011/172.
- EPPO 2011b: 2011/211 First observation of *Drosophila suzukii* in Belgium. EPPO Reporting Service, 2011/211.
- EPPO 2012a: First report of *Drosophila suzukii* in Austria. EPPO Reporting Service, 2012/023
- EPPO 2012b: First report of *Drosophila suzukii* in the United Kingdom. EPPO Reporting Service, 2012/208
- EPPO 2012b: First report of *Drosophila suzukii* in Portugal. EPPO Reporting Service, 2012/209
- EPPO 2012d: First report of *Drosophila suzukii* in the Netherlands. EPPO Reporting Service, 2012/210
- EPPO 2013: First report of *Drosophila suzukii* in Hungary. EPPO Reporting Service, 2013/029.
- Grassi, A., Palmieri L., Giongo L., 2009.- Nuovo fitofago per i piccoli frutti in Trentino.- Terra Trentina, 55 (10): 19-23.
- Ioriatti, C., Boselli, M., Caruso, S., Galassi, T., Gottardello, A., Grassi, A., Tonina, L., Vaccari, G. in Mori, N. 2015: Approccio integrato per la difesa dalla *Drosophila suzukii*. Frutticoltura, 77 (3): 6-10.
- Masten Milek, T., Seljak, G., Šimala, M., Bjeliš, M. 2011: Prvi nalaz *Drosophila suzukii* (Matsumura 1931) (Diptera: Drosophilidae) u Hrvatskoj. Glasilo biljne zaštite 5: 377-382.
- Radonjić, S. in Hrnčić, S. 2015: First record of spotted wing drosophila *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) in Montenegro. Pesticidi i fitomedicina, 30(1): 35-40.
- Seljak, G. 2011: Plodova vinska mušica - *Drosophila suzukii* (Matsumura), nov škodljivec jagodičastega sadja v Sloveniji. Sad, 22(3): 3-5.
- Seljak, G. 2015: Obvladovanje plodove vinske mušice *Drosophila suzukii* (Matsumura). MKGP - UVHVVR  
[http://www.uvhvvr.gov.si/fileadmin/uvhvvr.gov.si/pageuploads/DELOVNA\\_PODROCJA/Zdravje\\_rastlin/2013/Posebno\\_nadzorovani\\_organizmi/plodova\\_vinska\\_mušica/Drosophila\\_suzukii\\_obvladovanje.pdf](http://www.uvhvvr.gov.si/fileadmin/uvhvvr.gov.si/pageuploads/DELOVNA_PODROCJA/Zdravje_rastlin/2013/Posebno_nadzorovani_organizmi/plodova_vinska_mušica/Drosophila_suzukii_obvladovanje.pdf)
- Vogt, H., Baufeld, P., Gross, J., Kopler, K., Hoffmann, C. 2012: *Drosophila suzukii*: eine neue Bedrohung für den Europäischen Obst- und Weinbau. Bericht über eine internationale Tagung in Trient, 2. Dezember 2011; Journal für Kulturpflanzen, Band: 64 (2): 68-72.

## PREGLED STANJA IN VZROKOV ZA MNOŽIČEN POJAV OLJČNE MUHE (*Bactrocera oleae* Rossi) V SLOVENSKI ISTRI V LETU 2014

Matjaž JANČAR<sup>1</sup>, Viljanka VESEL<sup>2</sup>, Irena VRHOVNIK<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> KGZS - Zavod Nova Gorica

### IZVLEČEK

Najpomembnejši škodljivec oljk, oljčna muha, se je v letu 2014 pojavil zelo zgodaj in zelo agresivno. Že ob prvem vzorčenju plodov v začetku julija smo zaznali do 60 % aktivno poškodovanost oljčnih plodov. Tudi naslednja dva rodova škodljivca sta bila zelo številčna in sta povzročila veliko škodo. Močna poškodovanost plodov je bila pri večini oljkarjev vzrok za zelo zgodnje pobiranje pridelka, ki se je začelo že konec septembra. Mnogo oljkarjev je zaradi aktivnosti oljčne muhe ostalo brez celotnega pridelka oljk. Skupna škoda na območju Slovenske Istre je preseгла 75 % povprečne letne količine pridelanega oljčnega olja. Vzroke za nastalo situacijo, kakršne v zadnjih 30 letih ne pomnimo, gre iskati predvsem v vremenskih razmerah, ugodnih za razvoj oljčne muhe in neugodnih za njeno zatiranje. V prispevku so podani podatki o ulovu škodljivca, poškodovanosti plodov in korelaciji med poškodbami in kislostjo oljčnega olja. Podani so tudi vremenski podatki in analizirani vzroki za množičen pojav škodljivca in povzročeno škodo.

**Ključne besede:** oljčna muha, *Bactrocera oleae*, bionomija, poškodbe, zatiranje, Slovenska Istra

49

### ABSTRACT

#### OVERVIEW OF THE SITUATION AND THE REASONS FOR THE MASSIVE OCCURRENCE OF OLIVE FRUIT FLY (*Bactrocera oleae* Rossi) IN SLOVENIAN ISTRIA IN 2014

The most important pest of olive, the olive fruit fly, appeared in 2014 very early and aggressively. At first sampling in early June the active damage that was observed was up to 60 %. Also the next two generations of the pest were numerous and caused big damage. Strong damage was the reason that most olive-growers started the harvest very early, at the end of September. Many olive-growers due to the activities of the olive fly were left without any harvest. The total damage in the area of Slovenian Istria has exceeded 75 % of the average annual quantity of produced olive oil. The reasons for this situation, as we do not recall in the last 30 years, are most likely the weather conditions, advantageous for development of the olive fly and disadvantageous for its suppression. In this paper there is data about catch of the pest, damage of the olives and correlation between damages and acidity of the olive oil. We also present weather data and the reasons for the mass occurrence of the insect and caused damage are analysed.

**Key words:** olive fruit fly, *Bactrocera oleae*, bionomics, injuries, control, Slovenian Istria

### 1 UVOD

Oljkarstvo je v Sloveniji pomembna kmetijska panoga. Oljka (*Olea europaea*) je trenutno po zasajenih površinah v Sloveniji druga sadna vrsta, takoj za jablano. Vse oljke so zasajene v

<sup>1</sup> univ. dipl. inž. agr., Ulica 15. maja 17, SI- 6000 Koper, e-mail: matjaz.jancar@go.kgzs.si

<sup>2</sup> univ. dipl. inž. agr., Center za oljkarstvo, Ulica 15. maja 17, SI- 6000 Koper

<sup>3</sup> univ. dipl. inž. agr., Ulica 15. maja 17, SI- 6000 Koper

zahodnem delu države s submediteransko klimo. Glavnina oljčnikov se nahaja v Slovenski Istri, približno 100 ha oljčnikov je locirano v Goriških Brdih in Vipavski dolini. V Slovenski Istri je oljkarstvo tradicionalna kmetijska panoga, pomen ima tako pri ohranjanju značilne mediteranske krajine in kulturne dediščine kot tudi pri razvoju turizma. Obstajajo možnosti za širitev nasadov oljk, kar bi z redno obnovo sedanjih 1.967 (podatki za rabo tal iz leta 2013) ha oljčnikov povečali na 2.600 ha.

Oljčna muha (*Bactrocera oleae* Rossi) velja na območju Sredozemlja za najpomembnejšega škodljivca oljk. V Sloveniji je zastopana na vseh območjih, kjer se goji oljka. V zanjo ugodnih vremenskih razmerah in ob neustreznem varstvu lahko povzroči zelo veliko škodo, v najhujšem primeru tudi celoten izpad pridelka. V letu 2014 je potrdila sloves najpomembnejšega škodljivca oljk. V novejši zgodovini oljkarstva v Sloveniji (zadnjih 50 let) nimamo podatkov o tako močnem napadu oljčne muhe in tako veliki škodi, ki jo je škodljivec povzročil.

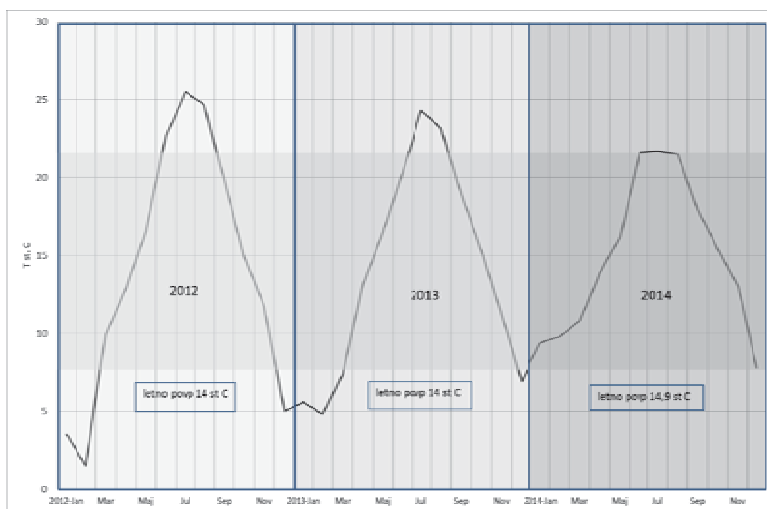
Za ugotovitev morebitnih vzrokov za izredno množičen pojav škodljivca in škode, ki jo je ta povzročil v letu 2014 smo analizirali različne dejavnike, ki vplivajo na pojav in razvoj oljčne muhe. Analizirali smo podatke o vremenskih razmerah, podatke o spremljanju pojava škodljivca z različnimi vabami, vzorčili in pregledovali stopnjo poškodovanosti plodov z različnimi razvojnimi stadiji oljčne muhe. Ocenili smo tudi uspešnost varstva kakor tudi vpliv poškodovanosti plodov na oljevitost in kakovost oljčnega olja.

## 2 MATERIALI IN METODE

### 2.1 Vremenske razmere in fenofaze

50

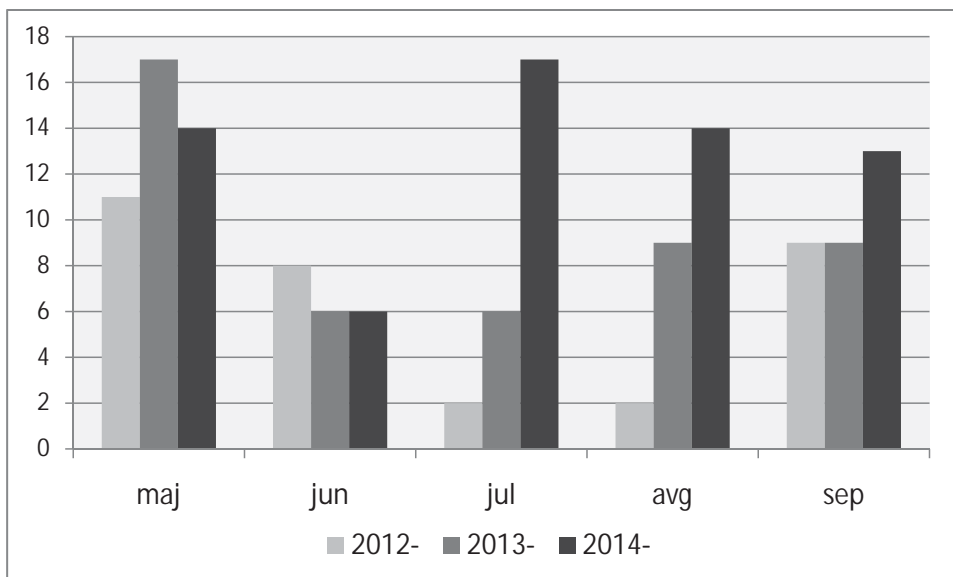
Vremenske razmere imajo odločilen pomen pri pojavu in razvoju škodljivih organizmov v posameznem letu. Natančnejši pregled vremenskih podatkov za zadnja leta kaže, da smo priča ekstremnim vremenskim razmeram. Za Slovensko Istro imamo zanesljive in redne vremenske podatke od leta 1961 dalje in sicer do 1974 na vremenski postaji v Žusterni pri Kopru, od 1975 do 1993 na Belem Križu in od tedaj dalje na Letališču Portorož (Ministrstvo za okolje in prostor, ARSO).



Slika 1: Povprečne mesečne temperature v letih 2012, 2013 in 2014 na Letališču Portorož (vir: ARSO).

Natančnejši pregled podatkov je pokazal, da smo imeli v omenjenem obdobju v zadnjih petih letih kar štiri leta z ekstremnimi vremenskimi pojavi. Leto 2010 je bilo ekstremno deževno  $1394 \text{ l/m}^2$  (povprečje v obdobju 1961-2014 -  $1020 \text{ l/m}^2$ ), sledili sta dve rokordno sušni leti, in sicer 2011 rekordno nizkih  $614 \text{ l/m}^2$  (prvič v zgodovini pod  $700 \text{ l/m}^2$ ) in 2012  $690 \text{ l/m}^2$ . Vremensko «običajnemu» letu 2013 je sledilo zopet ekstremno 2014, ko smo opazili nekaj rekordnih vrednosti. Leto je bilo rekordno deževno –  $1462 \text{ l/m}^2$  padavin in na letni ravni nadpovprečno toplo –  $14,9 \text{ }^\circ\text{C}$  (dolgoletno povprečje  $13,7 \text{ }^\circ\text{C}$ ). Ekstremno topli so bili zimski meseci, medtem ko so bile povprečne temperature v juliju rekordno nizke, le  $21,7 \text{ }^\circ\text{C}$  in rekordnih 17 padavinskih dnevih s kar  $265 \text{ l/m}^2$  padavin in izredno nizkim številom ur sončnega obsevanja v juliju in tudi drugih poletnih mesecih. Omenjeni podatki in primerjave med posameznimi leti so vidne na spodnjih slikah.

Na sliki 1 so lepo vidne razlike v povprečnih mesečnih temperaturah v sušnem letu 2012, «običajnemu» letu 2013 in ekstremno deževnemu letu 2014. V letu 2014 zelo izstopa majhen odklon v povprečni temperaturi med najtoplejšimi in najhladnejšimi meseci v letu. Ta je bil v letu 2014 le  $15 \text{ }^\circ\text{C}$  medtem, ko je v letu 2012 znašal kar  $22 \text{ }^\circ\text{C}$ . Obstaja neposredna povezava med temperaturami ter množino in pogostostjo padavin, kar je razvidno iz naslednjih grafov.



Slika 2: Število dni s padavinami nad  $0,1 \text{ mm}$  po mesecih na Letališču Portorož v letih 2012, 2013 in 2014 (vir ARSO).

Nazorno so vidni ekstremi v letih 2011, 2012 in 2014. Zgoraj navedene podatke lahko povežemo s pojavom škodljivih organizmov v letu 2014. Glavne omejitvene dejavnike pri naravni selekciji predstavljata zimsko in poletno obdobje. Mila zima je omogočila preživetje oljčne muhe v veliko večjem številu in njen zgodnejši razvoj. Drugi omejitveni dejavnik, ki navadno upočasni razvoj škodljivih organizmov je poletje z visokimi temperaturami in nizko vlažnostjo. Tega v lanskem poletju ni bilo in mnogi škodljivi organizmi so se razvili v mnogo večjem številu in tudi zaradi ugodnih razmer za rast in razvoj rastlin v agresivnejši obliki.

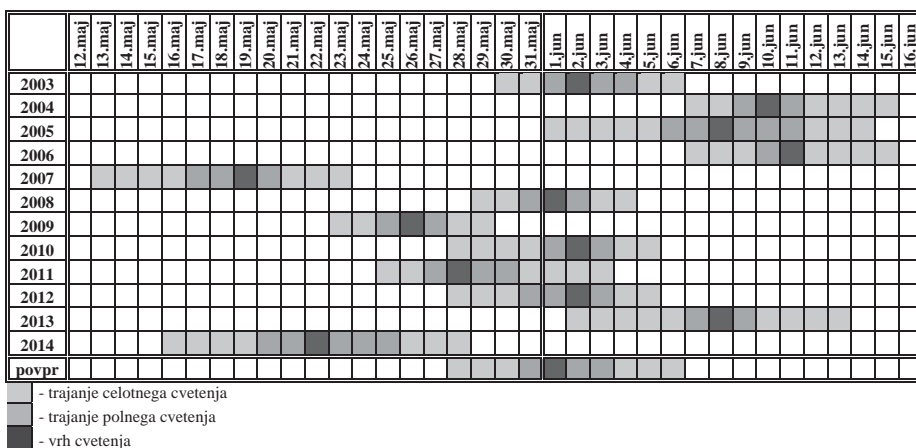
Oljke v zimskem obdobju 2013-2014 zaradi visokih temperatur sploh niso prenehale z rastjo. Celo zimo smo v oljčnikih opazili oljčno muho na feromonskih vabah. Izredno mila zima in topla pomlad sta bili vzrok, da so rastline hitreje začele z rastjo (od 10 do 14 dni zgodneje kot

v letu 2013). Hitreje je potekal tudi nadaljnji fenološki razvoj rastlin. Cvetenje oljk se je začelo približno 10 dni prej od dolgoletnega povprečja. V novejši zgodovini so oljke prej začele s cvetenjem le v letu 2007. Plodovi oljk so bili že v zadnji dekadi junija nadpovprečno veliki in razviti ter tako dovzetni za napad oljčne muhe. Po podatkih iz literature je plod oljke dovzeten za napad oljčne muhe, ko koščica v plodu otrdi. V letu 2014 so v Slovenski Istri koščice otrdele po 14. juliju, medtem, ko smo prve fertile vbode zaznali že konec junija.



52

Slika 3: Kumulativna množina padavin na Letališču Portorož v letih 2011, 2012, 2013 in 2014 v primerjavi z dolgoletnim povprečjem za isto lokacijo (vir ARSO)

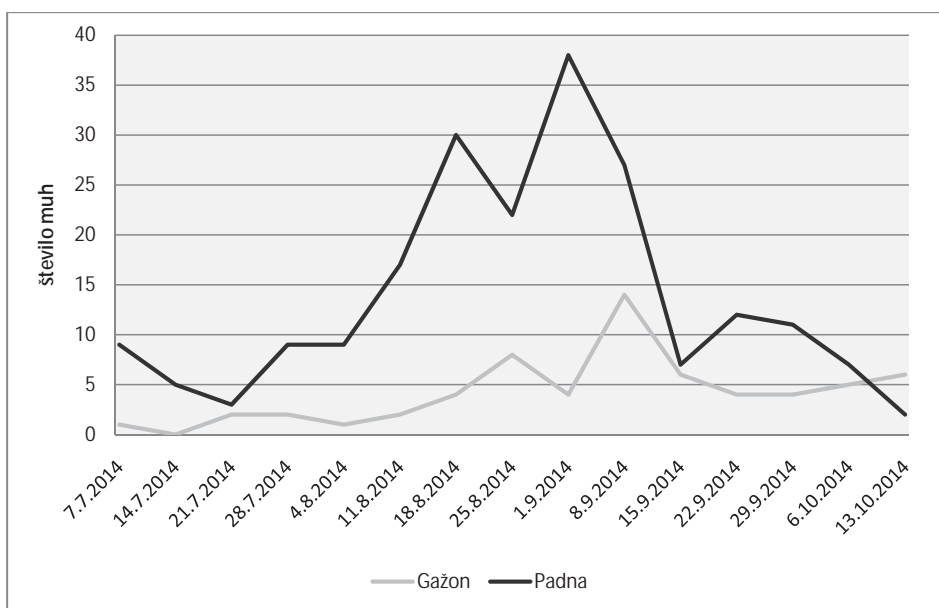


Slika 4: Fenofaze cvetenja oljk od 2003 do 2014 – povprečje sort.



### 3.2 Spremljanje leta oljčne muhe

V okviru opazovalno napovedovalne službe za varstvo rastlin smo pojav oljčne muhe tedensko spremljali s feromonskimi vabami na celotnem območju gojenja oljk v Sloveniji. Čas spremljanja je bil od začetka julija do sredine oktobra 2014. V Slovenski Istri smo škodljivca spremljali na 15 lokacijah, v Goriških Brdih v 4, v spodnji Vipavski dolini v 4 in v zgornji Vipavski dolini v dveh oljčnikih. Podatki o ulovu oljčne muhe po lokacijah so razvidni iz preglednice 3 in slike 5. Že pri prvem pregledu feromonskih pasti smo opazili dokaj številčen ulov oljčne muhe. Ulav je bil nato vseskozi zelo velik, največji od sredine avgusta do konca septembra. Za preteklo sezono je značilno, da je bil ulov muhe večji na rumenih lepjivih ploščah, za razliko od prejšnjih let, ko je bil ta praviloma večji na feromonskih vabah. Najštevilčnejši ulov smo zabeležili na kombinirani vabi Cromotrap (barvna, prehranska in feromonska), ko se je sredi septembra v dveh dneh na vabi prilepilo več kot petsto muh. Za primerjavo velja omeniti, da se je na feromonski vabi se je v celem tednu ujelo le devet oljčnih muh.



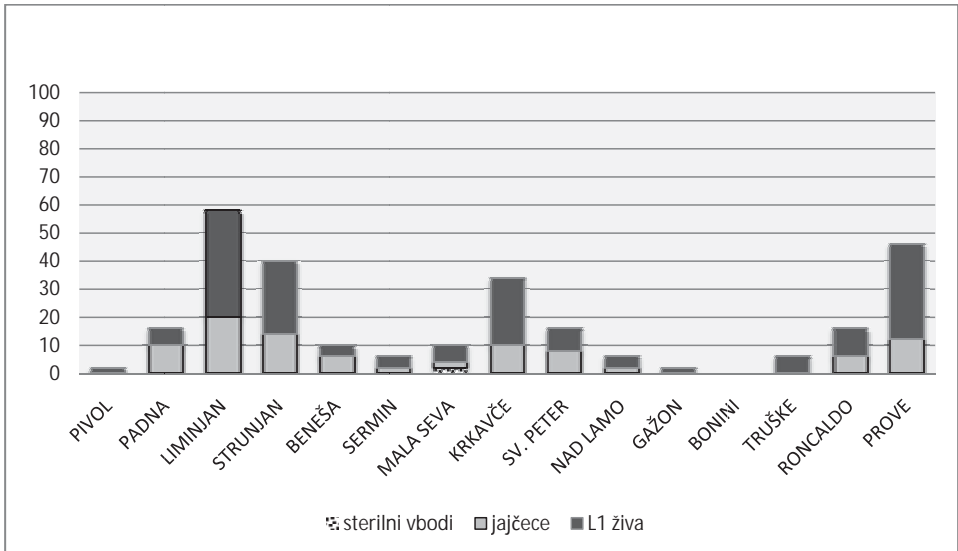
Slika 5: Tedenski ulov oljčne muhe v oljčnikih v Padni in na Gažonu v letu 2014.

Na zgornji sliki vidimo podatke o tedenskem ulovu oljčne muhe v dveh izmed obravnavanih oljčnikov. Iz slike je razvidno, da je bil ulov škodljivca v obdobju od konca julija do sredine septembra 2014 v oljčniku v Padni mnogo številčnejši kot v oljčniku na Gažonu.

### 3.3 Vzorčenje plodov in spremljanje poškodovanosti plodov

Istočasno s tedenskim pregledom pasti smo glede na ulov v oljčnikih pobirali tudi vzorce plodov, v katerih smo preverjali zastopanost različnih razvojnih stadijev škodljivca. Tako smo v plodovih oljk ugotavljali število sterilnih vbodov, število odloženih jajčec, število živih ličink stopenj L1, L2 in L3, žive in mrtve bube, izleženega image, kakor tudi število mrtvih larvalnih (L1, L2 in L3) stopenj muhe. Aktivno poškodovanost plodov predstavljajo odložena jajčeca ter ličinke L1 in L2 stopenj. V fazi aktivne poškodovanosti plodov je mogoče s kurativnim ukrepom s sredstvom na podlagi dimetoata zaradi njegovega sistemčnega delovanja uničiti

omenjene razvojne stadije oljčne muhe. Ti so dejavni tik pod kožico ploda in jih insekticid v predpisanem odmerku še doseže.



Slika 6: Poškodovanost plodov oljk v % ob prvem vzorčenju 7.7.2014

54

Preglednica 1: Predstavitev obravnavanih oljčnikov in rezultatov ocenjevanj

Lokacija oljčnika	PADNA	GAŽON
Sorta	Istrska belica	Istrska belica
Način pridelave	Integrirana pridelava	Ekološka pridelava
Metoda škropljenja	Kurativna metoda po celi krošnji	Preventivna metoda z zastrupljeno vabo po delu krošnje
Fitofarmacevtsko sredstvo	Perfekthion	GF 120
Aktivna snov	dimetoat 400g/l	spinosad 0,024%
Odmerek	0,1 %	1 L/ha
Poraba vode/ha	1000 L	30 L
Termini škropljenj	11.07.2014 22.8.2014 07.09.2014	31.07.2014 17.08.2014 24.8.2014 06.09.2014
Datumi pregleda vzorčenj	07.07.2014 14.07.2014 21.07.2014 04.08.2014 11.08.2014 18.08.2014 25.08.2014 01.09.2014 22.09.2014	07.07.2014 14.07.2014 21.07.2014 04.08.2014 11.08.2014 18.08.2014 25.08.2014 01.09.2014 22.09.2014
Št. plodov v vzorcu	100	100

V literaturi je navedeno, da je napad oljčne muhe uspešen (omogočen razvoj ličink v plodu), ko koščica v plodu otrdi. Kljub temu, da koščice v plodovih oljk še niso bile formirane, smo že pri prvem vzorčenju plodov v začetku julija na zgodnejših priobalnih legah opazili močno poškodovanost plodov zaradi vbodov oljčne muhe. V plodovih so bila predvsem jajčeca in

ličinke prve razvojne stopnje. Aktivna poškodovanost plodov je v posameznih oljčnikih presegla 50 %. Aktivna poškodovanost plodov oljk po lokacijah pri prvem vzorčenju je razvidna na sliki 6.

### 3.4. Določanje terminov ukrepanja proti škodljivcu

Glede na ulov oljčne muhe in rezultate pregleda plodov smo napovedali termine ukrepov proti škodljivcu. Napovedali smo tako preventivna škropljenja z uporabo zastrupljenih vab kakor tudi kurativni škropljenji s pripravkom Perfekthion po celi krošnji. Prvi ukrep proti oljčni muhi z uporabo metode zastrupljene vabe smo napovedali 7.7.2014, medtem ko smo prvo kurativno škropljenje po celi krošnji s pripravkom Perfekthion napovedali 10.7.2014. Drugo kurativno škropljenje je bilo napovedano 19.8.2014.

### 3.5. Spremljanje učinkovitosti ukrepanja proti škodljivcu

Učinkovitost pripravka Perfekthion proti oljčni muhi smo spremljali v oljčniku z integrirano pridelavo oljk v Padni, kjer so bila proti škodljivcu izvedena tri kurativna škropljenja s pripravkom Perfekthion v 0,1% koncentraciji pri porabi vode 1000 L/ha. Za primerjavo smo vzeli oljčnik z ekološko pridelavo v Gažonu, kjer so bila proti oljčni muhi izvedena štiri škropljenja po metodi zastrupljenih vab po delu krošnje s biotičnim pripravkom GF 120 v odmerku 1 L/ha ob porabi vode 30 L/ha.

## 4 REZULTATI

### 4.1 Rezultati spremljanja bionomije oljčne muhe in učinkovitosti njenega zatiranja

V preglednicah in slikah so podani rezultati pregleda plodov na zastopanost različnih razvojnih stadijev in stopenj oljčne muhe v obravnavanih oljčnikih. Rezultati so podani v %.

Preglednica 2: Razvojni stadiji in stopnje oljčne muhe od 7.7. do 22.9.2014 v oljčniku v Padni

Padna	Razvojni stadij										
	jajčece	L1 živa	L2 živa	L3 živa	buba živa	imago	sterilni vbod	L1 mrtva	L2 mrtva	L3 mrtva	buba mrtva
7.7.2014	10	6									
14.7.	2							26	8		
21.7.		2					4	24			
4.8.	4					2		12	10		
11.8.	10						2	4	2		
18.8.	32	28	4	2	2	2	4	4			
25.8.	4			2			10	64	16		
1.9.	20	8	4		2	2	20	28	6		
22.9.	2		2	2	2	8	4	60	20		

Primerjava rezultatov vzorčenj plodov v obeh oljčnikih kaže, da se je po kurativnem škropljenju z uporabo Perfekthiona v oljčniku v Padni močno zmanjšala aktivna poškodovanost plodov oljk, ki jo predstavljajo jajčeca ter ličinke prve in druge razvojne stopnje (L1 in L2). Najbolj očitno je bilo to neposredno po izvedenih škropljenjih, in sicer v terminih 14.7., 25. 8. in 22.9. 2014. V teh terminih je bilo pri vzorcih oljk, odvzetih iz oljčnika v Padni, opaženo zelo veliko število mrtvih ličink L1 in L2, kar gre nedvomno pripisati kurativnemu delovanju sistemičnega insekticida Perfekthion. Ličinke L1 in L2 so locirane tik pod povrhnjico plodov in jih učinek insekticida še doseže. Ličinke L3 so že precej velike in se zavrtajo do koščice, kjer so nedosegljive za vpliv insekticida. Zelo podobni

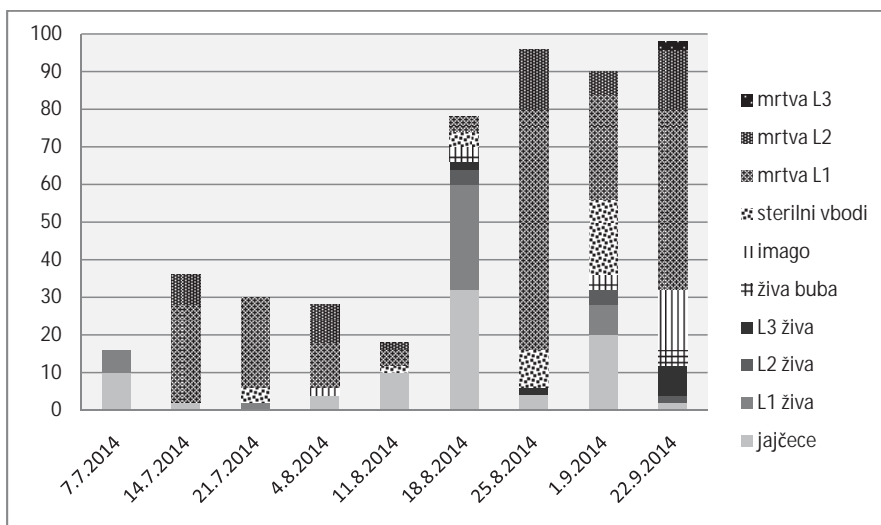
rezultati so se pokazali tudi pri vzorcih v drugih oljčnikih, kjer so bila tudi opravljena kurativna škropljenja proti škodljivcu.

Preglednica 3: Razvojni stadiji in stopnje oljčne muhe od 7.7. do 22.9.2014 v oljčniku na Gažonu

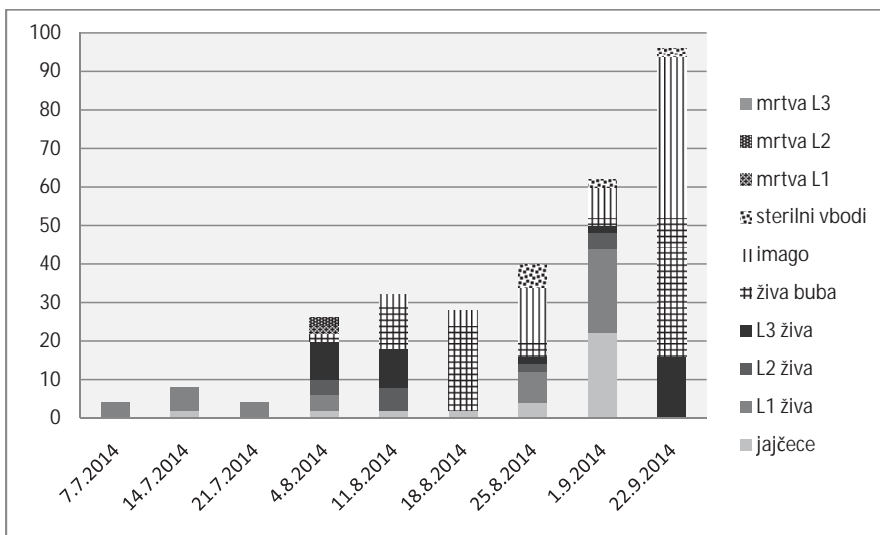
Gažon	Razvojni stadij										
	jajčece	L1 živa	L2 živa	L3 živa	buba živa	imago	sterilni vbod	L1 mrtva	L2 mrtva	L3 mrtva	buba mrtva
7.7.2014		4									
14.7.	2	6									
21.7.		4									
4.8.	2	4	4	10	2			2	2		
11.8.	2		6	10	12	2					
18.8.	2				22	4					
25.8.	4	8	2	2	4	14	6				
1.9.	22	22	4	2	2	8	2				
22.9.				16	36	42	2				

V oljčniku na Gažonu, kjer je bila kot metoda varstva uporabljena metoda zastrupljenih vab z uporabo sredstva GF 120, v navedenih terminih v plodovih nismo opazili mrtvih ličink L1 in L2. To je precej logično, saj preventivna metoda varstva pred oljčno muho ne vpliva na predimaginealne razvojne stadije muh v plodovih oljk. V omenjenem oljčniku je poškodovanost plodov s časom stalno naraščala in je že 1.9.2014 dosegla 60 %. Tudi v septembru je poškodovanost plodov zaradi oljčne muhe neprestano naraščala. V začetku oktobra je bilo potrebno izvesti predčasno pobiranje 100 % poškodovanih plodov in tako vsaj delno rešiti pridelek. Podobna stanje je bilo v vseh oljčnikih, v katerih se je proti oljčni muhi izvajalo preventivno varstvo z metodo zastrupljenih vab. Oljkarji, ki se niso odločili za predčasno obiranje, so izgubili celoten pridelek. V kurativno tretiranih oljčnikih je bila poškodovanost plodov v času obiranja v novembru znatno nižja (do 50 %).

56



Slika 7: Razvojni stadiji in stopnje oljčne muhe od 7.7. do 1.9.2014 v oljčniku v Padni – poškodovani plodovi v %.



Slika 8: Razvojni stadiji in stopnje oljčne muhe od 7.7. do 1.9.2014 v oljčniku na Gažonu – poškodovani plodovi v %.

## 4.2 Oljevitost in kakovost oljčnega olja

57

Zaradi izjemnega napada oljčne muhe smo začeli s tedenskim spremljanjem dozorevanja že v začetku septembra. Na naključno odbranih 100 plodovih smo poleg mase, trdote plodov, indeksa zrelosti in oljevitosti v laboratorijski oljarni spremljali tudi vse poškodbe zaradi oljčne muhe z izhodno luknjno ter gnitje plodov. Na izbranih lokacijah smo preverjali tudi kislost plodov (UP ZRS IZO), ki je prvi indikator vpliva poškodovanosti plodov na kakovost. Na podlagi dobljenih rezultatov smo ugotovili močno povezavo med oljevitostjo in poškodovanostjo plodov – z višanjem poškodovanosti plodov se je zmanjševala oljevitost. Seveda pa je bila oljevitost (v laboratorijski oljarni) manjša tudi zaradi predčasnega obiranja, ki smo ga izvajali zaradi poškodovanosti plodov, in večje množine padavin.

Poleg vpliva poškodovanosti na oljevitost smo ugotavljali tudi korelacijo med odstotkom poškodovanih plodov in kislostjo ter odstotkom gnilih plodov in kislostjo pri 38 vzorcih sorte Istrska belica in 28 vzorcih sorte Leccino. Ugotovili smo, da je med odstotkom poškodovanih plodov in kislostjo zelo slaba povezava, med odstotkom gnilih plodov in kislostjo pa močna povezava. Seveda pa ne smemo zanemariti dejstva, da je gnitje plodov posledica njihove poškodovanosti z oljčno muho. Poleg tega je mokro leto vplivalo na hitrejše gnitje plodov in s tem dodatno vplivalo na slabšo kakovost oljčnega olja. Iz navedenega sledi, da iz zgodaj obranih plodov, ki so bili takoj predelani in še niso začeli z gnitjem, še zmeraj lahko dobimo ekstra deviško oljčno olje, seveda pa ne moremo pričakovati vrhunskega olja.

## 5 SKLEPI

V zimskem obdobju 2013-2014 so bile zelo ugodne vremenske razmere za prezimitev in nadaljnji razvoj oljčne muhe. Fenofaze v pomladi 2014 so prehitevale v primerjavi s povprečjem, tako pri cvetenju, kakor tudi pri razvoju plodov oljk. Prvi rod oljčne muhe je bil zgodnejši in izredno agresiven. Razvoj žerk oljčne muhe v plodu že je začel že v začetku julija pred otrditvijo koščice oljk. Zelo številčna sta bila tudi drugi in tretji rod oljčne muhe.

Ulov škodljivca je bil veliko večji na kombinirani kot na feromonski vabi. Lokacije oljčnika je vplivala na jakost napada oljčne muhe. Ukrepanje z zastrupljenimi vabami ni bilo dovolj učinkovito (stalno izpiranje), zato bi bilo potrebno več škropljenj od dovoljenih štirih. V Italiji imajo za identično fitofarmaceutsko sredstvo Spintor fly dovoljenih osem škropljenj v enem letu.

Pri organiziranemu tretiranju širšega območja smo dosegli zadovoljive rezultate; težavo so predstavljali neoskrbovani oljčniki, v katerih je prihajalo do prerazmnožitve in širjenja škodljivca v bližnje oljčnike. Zelo dobro je bilo delovanje kurativne metode varstva pred škodljivcem z dimetoatom po celi krošnji. Za uspešno varstvo sta bili potrebni najmanj dve tretiranji. Uspešna je bila kombinacija preventivnega in kurativnega škropljenja. Zaradi izredno močnega napada in posledično velike poškodovanosti plodov je bilo potrebno predčasno obiranje oljk, kar je bil vzrok za nižjo oljevitost. Iz takoj predelanih črvihih plodov smo še vedno dobili primerno kakovost oljčnega olja

## 6 LITERATURA

- Burrack, H.J., Zalom, F.G., Connell, J.H. 2004. Comparison of Several Traps for use in monitoring the Olive Fruit Fly (*Bactrocera oleae*) in California. International Society for Horticultural Science. Proceedings of the fifth International Symposium on Olive Growing. Volume 2: 247-250.
- Civantos Lopez-Villalta, M. 1999. Controllo dei parassiti dell'olivo. Manuali pratici. Consiglio Oleicolo Internazionale: 59-74.
- Crovetti, A. 1996. Plant protection development of methodologies and the protection of production and the environment. Word olive incyclopedia. International Olive oil Council: 229-231.
- <http://meteo.arso.gov.si/met/sl/archive/>
- Marchi, S., Petacchi, R., Guidotti, D., Ricciolini, M. 2015. Mosca delle olive: un modello previsionale per salvaguardare la qualita. L informatore agrario 6/2015: 66-70.
- Vesel, V., Valenčič, V., Jančar, M., Čalija, D., Butinar, B., Bučar-Miklavčič, M. 2009. Oljka – živilo, zdravilo, lepoto. Kmečki glas: 122-125.

## UČINKOVITOST IN UPRAVIČENOST VZPOSTAVLJENE METODE SPREMLJANJA OLJČNE MUHE V OKVIRU PROJEKTA SIGMA, INTERREG IIIA

Maja PODGORNIK<sup>1</sup>, Matjaž JANČAR<sup>2</sup>, Dunja BANDELJ<sup>3</sup>, Bojan BUTINAR<sup>4</sup>, Milena  
BUČAR MIKLAVČIČ<sup>5</sup>

<sup>1,3,4,5</sup>Univerza na Primorskem, Znanstveno-raziskovalno središče Koper, Inštitut za  
sredozemsko kmetijstvo in oljkarstvo, Koper

<sup>1,3</sup>Univerza na Primorskem, Fakulteta za matematiko naravoslovje in informacijske  
tehnologije, Koper

<sup>2</sup>Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije – Zavod GO, Kmetijsko svetovalna služba Koper

### IZVLEČEK

Dinamika leta oljčne muhe (*Bactrocera oleae* Rossi) se v Sloveniji v okviru strokovnega dela kmetijsko svetovalne službe Koper (KGZS – zavod Nova Gorica) spremlja že od leta 1983. V letu 2005 smo v okviru projekta SIGMA »Inovativni sistem za skupno upravljanje v kmetijskem sektorju in skupna uporaba čezmejne mreže za kmetijsko okoljsko monitoriranje« (Program pobude skupnosti INTERREG IIIA Slovenija-Italija) pristopili k novemu načinu spremljanja oljčne muhe, ki je bil prvotno vzpostavljen v Liguriji (Italija 1999-2001) in Toskani (Italija) v letih 2000-2001. Z namenom, da bi ocenili učinkovitost in ovrednotili upravičenost vzpostavljene metode smo za obdobje 2005-2014 izvedli analizo pridobljenih podatkov in preučili interakcijo med dinamiko leta oljčne muhe, abiotскими dejavniki okolja (temperatura, padavine, relativna zračna vlaga) ter strategijo zatiranja oljčne muhe, določeno v tehnoloških navodilih za integrirano pridelavo sadja. Rezultati analize so potrdili znano dejstvo, da velikost populacije oljčne muhe iz leta v leto niha in je močno odvisna od vremenskih razmer. Zgoraj navedena dejstva in dinamika spreminjanja strategije zatiranja oljčne muhe skozi obravnavani čas kažejo, da je potrebno za zagotavljanje učinkovitega varstva pridelka strategijo zatiranja oljčne muhe sezonsko prilagajati velikosti populacije in danim vremenski razmeram.

**Ključne besede:** abiotски dejavniki okolja, *Bactrocera oleae*, oljčna muha, Slovenska Istra strategije zatiranja oljčne muhe

### ABSTRACT

#### THE EFFECTIVENESS AND VIABILITY OF THE ESTABLISHED METHOD OF MONITORING THE OLIVE FRUIT FLY IN THE PROJECT SIGMA, INTERREG IIIA

The flight dynamics of the olive fruit fly (*Bactrocera oleae* Rossi) in Slovenia in the context of professional work of the Koper agricultural advisory service (KGZS – Institute of Nova Gorica) has been monitored since 1983. In terms of the project SIGMA - "Innovative system for the shared management of agri-environmental monitoring of networks" (Community Initiative Programme INTERREG IIIA Slovenia-Italia) we initiated a new method in 2005 for monitoring the olive fruit fly, which was originally established in Liguria (Italy 1999-2001) and Tuscany (Italy) in 2000-2001. In order to assess the effectiveness and to evaluate the

<sup>1</sup> doc. dr., Garibaldijeva 1, SI-6000 Koper in Glagoljaška 8, SI-6000 Koper, e-mail: Maja.Podgornik@zrs.upr.si

<sup>2</sup> univ. dipl. inž. agr., Ulica 15. maja 17, SI-6000 Koper

<sup>3</sup> doc. dr., Garibaldijeva 1, SI-6000 Koper in Glagoljaška 8, SI-6000 Koper

<sup>4</sup> doc. dr., Garibaldijeva 1, SI-6000 Koper

<sup>5</sup> univ. dipl. inž. kem., prav tam

viability of the method, we conducted for the period 2005-2014 an analysis of the data obtained and examined the interaction between the flight dynamics of the olive fruit fly, abiotic environmental factors (temperature, precipitation, and relative humidity) and the strategy of controlling olive fruit fly determined in technological instructions for an integrated fruit production. The results of the analysis have confirmed the fact that the size of the olive fruit fly population varies from year to year and is heavily dependent on weather conditions. The above facts and the dynamics of changing the olive fruit fly controlling strategy through time suggest that in order to ensure the effective protection of crops, we have to adjust the strategy of controlling the olive fruit fly to the size of the population and given weather conditions according to the seasons.

**Key words:** abiotic environmental factors, *Bactrocera oleae*, olive fruit fly, Slovenian Istria, strategy of controlling olive fly

## 1 UVOD

Oljčna muha je gospodarsko najpomembnejši škodljivec oljk v sredozemskih državah, ki se v okviru strokovnega dela kmetijsko svetovalne službe Koper (KGZS – zavod Nova Gorica) spremlja že od leta 1983 (Podgornik in sod., 2006). V okviru projekta SIGMA »Inovativni sistem za skupno upravljanje v kmetijskem sektorju in skupna uporaba čezmejne mreže za kmetijsko okoljsko monitoriranje« (Program pobude skupnosti INTERREG IIIA Slovenija - Italija – vodilni partner UP ZRS) je bila na območju Slovenske Istre (30 vzorčnih lokaciji) v letu 2005 zasnovana nova metoda spremljanja oljčne muhe ter vzpostavljena mreža za spremljanje oljčne muhe (Podgornik in sod., 2006). Zasnovana metoda spremljanja oljčne muhe, ki je bila prvotno vzpostavljena v Liguriji (Italija) (1999-2001) in Toskani (Italija) v letih 2000-2001 vključuje tedensko spremljanje dinamike leta oljčne muhe s rumenimi lepljivimi ploščami, opremljenimi s feromonskimi vabami, tedensko sistematično spremljanje razvojnih stadijev oljčne muhe v plodovih oljk ter stopnjo napadenosti plodov (Petacchi, 2001).

V letu 2010 je bila mreža za spremljanje oljčne muhe v okviru projekta SIGMA 2 - Čezmejna mreža za sonaravno upravljanje okolja in biotske raznovrstnosti (Evropsko teritorialno sodelovanje, Program čezmejnega sodelovanja Slovenija – Italija 2007-2013 – vodilni partner UP ZRS) teritorialno razširjena na območje Vipavske doline (8 vzorčnih lokaciji) in Goriških Brd (7 vzorčnih lokaciji). V mrežo za spremljanje oljčne muhe je bilo tako v letu 2010 na območju Slovenije vključenih 45 vzorčnih lokacij (Podgornik in sod., 2012).

Ob zaključku projekta SIGMA 2 je kmetijsko svetovalna služba Koper (KGZS – zavod Nova Gorica) prevzela način spremljanja oljčne muhe, ki je bil zasnovan v okviru projektov SIGMA in SIGMA 2 in se od leta 2013 izvaja na 15 vzorčnih lokacijah Slovenske Istre, 5 vzorčnih lokacijah Vipavske doline in 4 vzorčnih lokacijah Goriških Brd.

Z namenom, da bi ocenili učinkovitost in ovrednotili upravičenost vzpostavljene metode spremljanja oljčne muhe v okviru projekta SIGMA smo za obdobje 2005-2014 izvedli analizo pridobljenih podatkov in preučili interakcijo med dinamiko leta oljčne muhe, abiotičnimi dejavniki okolja (temperatura, padavine, relativna zračna vlaga) ter strategijo zatiranja oljčne muhe določeno v tehnoloških navodilih za integrirano pridelavo sadja.

## 2 MATERIALI IN METODE

Za ovrednotenje upravičenosti vzpostavljene metode spremljanja oljčne muhe v okviru projekta SIGMA smo v analizo vključili 10 vzorčnih lokacijah Slovenske Istre, na katerih se je v obdobju od leta 2005-2014 v času od julija do oktobra spremljala dinamika leta oljčne muhe. Dinamiko leta oljčne muhe smo na izbranih lokacijah (Beneša, Gažon, Krkavče, Lama, Liminjan, Sermin, Strunjan, Sveti Peter, Truške, Mala Seva) spremljali z rumenimi



lepljivimi ploščami, opremljenimi s feromonskimi vabami (DACOTRAP – ISAGRO- Italija), ki vsebujejo naravne izločke spolno zrelih samičk in privabljajo spolno zrele samčke.

Poleg spremljanja dinamike leta oljčne muhe smo tedensko izvajali tudi vzorčenje plodov. Na vsaki izbrani lokaciji smo naključno nabrali 100 plodov oljk, ki smo jih nato v laboratoriju pod stereomikroskopom (Motic) pregledali in določili razvojne stadije in stopnje oljčne muhe (jajčece, ličinka 1. stopnje, ličinka 2. stopnje, ličinka 3. stopnje, buba, imago). Na podlagi razvojnega stadija oz. stopnje oljčne muhe v plodu oljke, smo nato določili stopnjo skupne napadenosti plodov.

Na vsaki izbrani lokaciji smo beležili tudi čas in način varstva oljk, ki je na nekaterih lokacijah temeljil na strategiji zatiranja oljčne muhe, določeni v tehnoloških navodilih za integrirano pridelavo sadja.

V obdobju od 2006-2014 smo na petih izbranih lokacijah (Beneša, Krkavče, Lama, Truške, Mala Seva) s pomočjo meteoroloških postaj SIAP + MICROS – Olimpo dnevno spremljali podatke o množini padavin, relativni zračni vlagi ter povprečni, minimalni in maksimalni temperaturi zraka.

### 3 REZULTATI IN RAZPRAVA

Rezultati spremljanja dinamike leta oljčne muhe (slika 1) v obdobju 2005-2014 so pokazali, da je bilo največje število ujetih muh na feromonske vabe zabeleženo v letih 2007, 2008 in 2011, ko smo na izbranih lokacijah zabeležili tudi večjo stopnjo napadenosti plodov. Največjo stopnjo napadenosti plodov (slika 2) smo v obdobju 2005-2014 zabeležili v letu 2014, čeprav število ujetih muh na feromonske vabe ni bilo največje (slika 1).

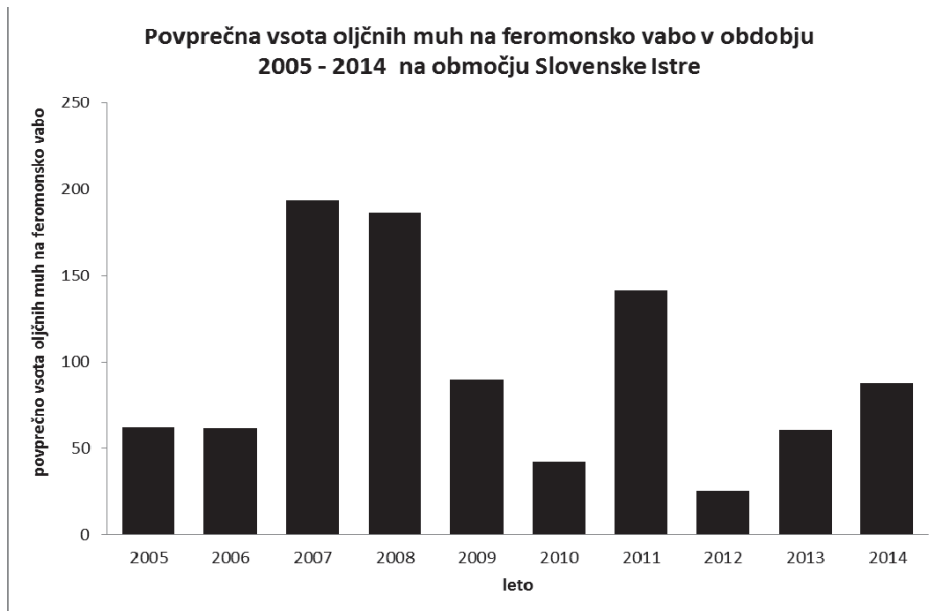
Analiza meteoroloških parametrov je pokazala, da so bile v letih 2007 in 2014, ko smo na opazovanih lokacijah zabeležili največjo napadenost plodov, zabeležene tudi najvišje povprečne zimske temperature zraka. V letih 2007 in 2014 so bile povprečne temperature zraka v januarju (2007 – 4,2 °C; 2014 – 5,9 °C) in februarju (2007 – 6,3 °C; 2014 – 8,3 °C) za 5 do 7 °C višje kot so bile le te izmerjene v letu 2012 (januar – 3,5 °C; februar – 1,5 °C), ko je bila zabeležena najnižja stopnja napadenosti plodov.

Nekoliko drugačen vzorec je mogoče opaziti pri relativni zračni vlažnosti in množini padavin, saj so bile zabeležene vrednosti v letih 2007 (povprečna relativna zračna vlaga 69 %; množina padavin 753 mm) in 2012 (povprečna relativna zračna vlaga 68%; najvišja množina padavin 689 mm) izenačene. V letu 2014 pa smo na izbranih lokacijah zabeležili v povprečju najvišjo relativno zračno vlago (75%) in največjo množino padavin (1462 mm).

Nadaljnja statistična analiza podatkov je pokazala, da je v letih z manjšo množino padavin (614-1055 mm) število ujetih muh na feromonsko vabo v pozitivni korelaciji s napadenostjo plodov. V letih 2010 in 2014, ko je bilo na opazovanih lokacijah zabeleženih več padavin (1394-1462 mm) pa vrednosti opazovanih spremenljivk niso bile v sorodu. Iz navedenega sklepamo, da je v letih 2010 in 2014 zaradi visoke zračne vlage in velike množine padavin, prišlo do manjšega izhlapevanja feromonske vabe, kar je vplivalo na ulov spolno zrelih samičk oljčne muhe na rumene lepljive plošče. Zaradi pomanjkanja informaciji vpliva padavin in zračne vlage na izhlapevanje feromonske vabe pa tega ne moremo z gotovostjo trditi.

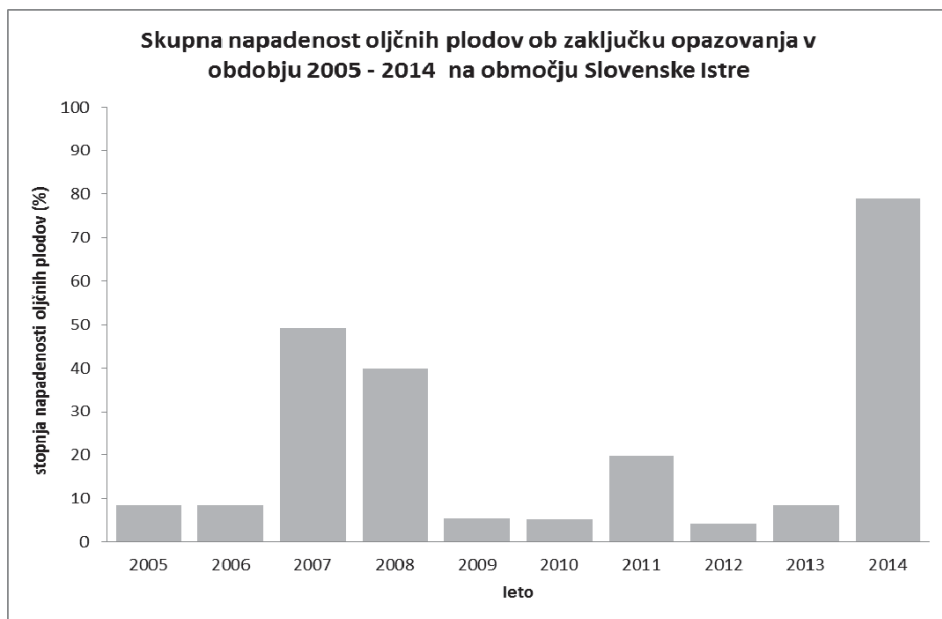
Primerjalna analiza podatkov dinamike leta oljčne muhe in napadenosti oljčnih plodov je pokazala, da se v letih z izrazito visokimi temperaturami zraka v zimskem času (januar: 2007 – 4,2 °C; 2014 – 5,9 °C; februar: 2007 – 6,3 °C; 2014 – 8,3 °C) prva napadenost plodov pojavi mesec dni prej kot v letih z izrazito nizkimi temperaturami (2012: januar – 3,5 °C; februar – 1,5 °C). Iz navedenega gre zaključiti, da je dinamika leta oljčne muhe v letih z izrazito visokimi temperaturami potrebno začeti spremljati pred 1. julijem, saj je bila prva napadenost plodov v letih z visokimi temperaturami (2007 in 2014) zabeležena v prvi polovici julija. Le to potrjuje tudi spodnja slika (slika 3), ki prikazuje dinamiko leta oljčne muhe v letu 2012, ko

je bila zabeležena najnižja stopnja napadenosti in v letih 2007 in 2014, ko smo zabeležili največjo stopnjo napadenosti plodov.

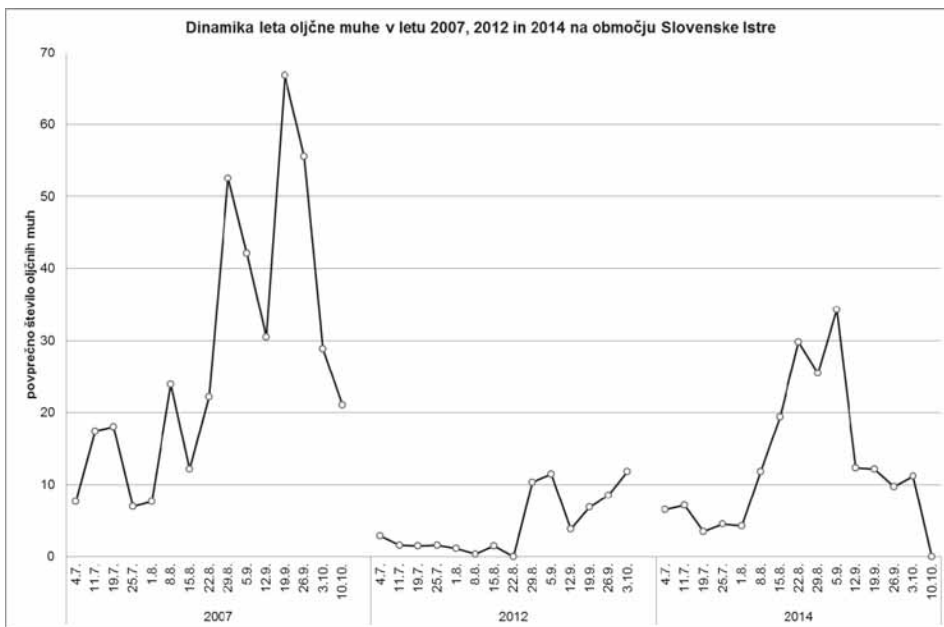


62

Slika 1: Povprečno skupno število odraslih osebkov oljčne muhe na feromonsko vabo v obdobju 2005-2014.



Slika 2: Skupna napadenost oljčnih plodov ob zaključku opazovanja v obdobju 2005-2014.



Slika 3: Dinamika leta oljčne muhe v letu 2007, 2012 in 2014 na območju Slovenske Istre.

63

#### 4 SKLEPI

Z analizo podatkov 10 letnega monitoringa oljčne muhe, ki se izvaja na območju Slovenske Istre, je bilo ugotovljeno, da v letih z izrazito visokimi temperaturami zraka prvi napad plodov ugotovimo že mesec dni prej kot v letih z izrazito nizkimi temperaturami. Iz navedenega gre zaključiti, da je dinamiko leta oljčne muhe v letih z izrazito visokimi temperaturami potrebno začeti spremljati pred 1. julijem.

Posebno pozornost je potrebno nameniti tudi spremljanju dinamike leta oljčne muhe v izjemno vlažnih rastnih sezonah, saj je bilo ugotovljeno, da rumena lepljiva plošča opremljena s feromonsko vabo v letih z veliko padavinami ni zanesljiva detekcijska metoda za spremljanje oljčne muhe v nasadih. Kljub dejstvu, da bo potrebna pridobljena znanja nadgraditi z dodatnimi raziskavami, lahko zaključimo, da je strategijo zatiranja oljčne muhe potrebno sezonsko prilagajati velikosti populacije in danim vremenski razmeram.

#### 5 LITERATURA

- Podgornik, M., Bandelj, D., Jančar, M., Bučar Miklačič, M. 2006. Spremljanje pojava oljčne muhe (*Bactrocera oleae* L.) v Slovenski Istri v letu 2005 z novo metodo za fitosanitarno varstvo oljk. *Annales. Series historia naturalis*, 16, 2: 223-230
- Petacchi, R., Rizzi, I., Guidotti, D., Toma, M. 2001. Informatizzazione della raccolta e gestione dei dati nei programmi finalizzati al controllo della mosca dell'olivo: L'esperienza della Regione Toscana nella tecnica delle "cature massali", *Informatore Agrario*, 20: 71-74.
- Podgornik, M., Klančar, U., Jančar, M., Babici, M., Rinaldi Ceroni, M., Rainato, A., Mossenta, M., Bandelj, D. 2012. Čezmejna mreža spremljanja oljčne muhe (*Bactrocera oleae* Gmalin) V: Hudina, Metka (ur.). Zbornik referatov 3. Slovenskega sadjarskega kongresa z mednarodno udeležbo, Krško, 21.-23. november 2012. Ljubljana: Strokovno sadjarsko društvo Slovenije, 2012: 245-252.

## KLJUNATI OLJKOV RILČKAR (*Rhodocytus cribripennis* [Desbrochers, 1869]) POTRJEN TUDI V SLOVENIJI

Matjaž JANČAR<sup>1</sup>

<sup>1</sup>KGZS, Kmetijsko gozdarski zavod Nova Gorica, Oddelek za varstvo rastlin, Nova Gorica

### IZVLEČEK

Kljunati oljkov rilčkar (*Rhodocytus cribripennis* [Desbrochers, 1869]) je v zadnjem desetletju postal zelo pomemben škodljivec oljk v sosednji Hrvaški. Velike škode zaradi škodljivca so bile opažene v letih 2011 in 2013. V letu 2013 se je škodljivec razširil iz južne in srednje Istre tudi v severno. V Sloveniji škodljivca nismo zaznali, na plodovih oljk pa smo opazili posamezne poškodbe, ki bi jih lahko pripisali rilčkarju. Zaradi zastopanosti škodljivca v neposredni bližini slovenske meje smo v letu 2014 začeli s programom njegovega spremljanja in v oljčniku v notranjosti Slovenske Istre potrdili zastopanost kljunatega oljkovega rilčkarja. V prispevku je predstavljen škodljivec, rezultati spremljanja, škoda, ki jo povzroča ter možnosti zatiranja.

**Ključne besede:** kljunati oljkov rilčkar, *Rhodocytus cribripennis*, oljka, škoda

### ABSTRACT

#### OLIVE FRUIT CURCULIO (*Rhodocytus cribripennis* [Desbrochers des Loges, 1869]) CONFIRMED ALSO IN SLOVENIA

The olive fruit curculio (*Rhodocytus cribripennis* [Desbrochers, 1869]) in last decade became a very important pest of olives in neighboring Croatia. Great damage has been observed in 2011 and 2013. In 2013, the pest has spread from southern and central Istria to the north. In Slovenia the presence of the pest was not detected. On olive fruits individual injuries that could be attributed to curculio were observed. Due to the presence of the pest in the immediate vicinity of the Slovenian border in 2014 we began a program of monitoring. We confirmed the presence of olive fruit curculio in olive orchard in inland of Slovenian Istria. This paper presents pest monitoring results, damage cause by the pest, and possible plant protection measures.

**Key words:** olive fruit curculio, *Rhodocytus cribripennis*, olive tree, damage

### 1 UVOD

Leta 2014 smo v okviru programa spremljanja zastopanosti kljunatega oljkovega rilčkarja potrdili njegovo zastopanost tudi na območju Republike Slovenije, in sicer v notranjosti Slovenske Istre. Škodljivec je v zadnjem desetletju postal zelo pomemben škodljivec oljk v sosednji Hrvaški. Velike škode zaradi škodljivca so bile opažene v letih 2011 in 2013. V letu 2013 se je škodljivec razširil iz južne in srednje Istre tudi v severno. Pri nas smo poškodbe, ki bi jih lahko pripisali rilčkarju, opazili v letu 2013 pri rednem pregledu plodov oljk glede poškodovanosti zaradi napada oljčne muhe v zaledju Slovenske Istre (Zabavlje, Popetre, Truške in Smokvica).

---

<sup>1</sup> univ. dipl. inž. agr., Ulica 15. maja 17, SI- 6000 Koper, e-mail: matjaz.jancar@go.kgzs.si

## 2 MATERIALI IN METODE

Namen posebnega programa je ugotoviti morebitno zastopanost škodljivca oljk na ozemlju Republike Slovenije ter v primeru zastopanosti oceniti stopnjo napadenosti plodov in morebitno škodo (v %), ki jo je škodljivec povzročil na pridelku. Zaradi zastopanosti škodljivca v neposredni bližini slovenske meje smo v letu 2014 začeli s programom spremljanja zastopanosti kljunatega oljkovega rilčkarja. Škodljivca smo spremljali v osmih oljčnikih v notranjosti Slovenske Istre blizu meje s Hrvaško.

### Spremljanje imagov

Pri oljkovem kljunatem rilčkarju še ni primernih vab, s katerimi bi na enostaven način potrdili njegovo zastopanost v oljčniku. Njegovo zastopanost smo zato preverili z otresanjem vej v juniju in juliju, ko se pojavlja hrošček, kakor tudi poškodbe, ki jih povzroča v oljčnikih. Veje smo otresali na folijo na tleh ali na entomološko ponjavo ali na druge primerne ponjave zgodaj zjutraj, ko so bili hroščki zaradi nižjih temperatur še otrpli in manj gibljivi.

### Spremljanje napadenosti plodov

V primeru potrjenega ulova oljkovega kljunatega rilčkarja smo pregledali plodove oljk v nasadu. Na takšnih plodovih smo iskali vbode, ki jih z rilčkom povzroča škodljivec. Hkrati smo poskušali vizualno oceniti delež poškodovanih plodov (stopnja napadenosti). V ta namen smo pregledali 100 plodov. V času od utrjevanja koščice plodov dalje, smo pregledali plodove na morebitno prisotnost jajčec v vbodnih odprtinah oziroma ličinke v jedru koščice.

## 3 REZULTATI IN RAZPRAVA

65

Nekaj podatkov o škodljivcu *Rhodocytus cribripennis* (Desbrochers des Loges, 1869):

Slovensko ime: Kljunati oljkov rilčkar

Taksonomska pripadnost: Coleoptera, Curculionoidea, Rhynchitidae, *Rhodocytus*

Sinonimi: *Rhynchites (Coenorrhynus) cribripennis* Desbrochers, 1869; *Rhynchites ruber* Schilsky, 1903, nec Fairmaire, 1859

Razširjena imena: Maslinin svrdlaš, punteruolo dell'olivo, rhynchite de l'olivier, olive fruit curculio, twig cutter, gorgojo de las acetunas.



Slika 1: Kljunati oljkov rilčkar - odrasel hrošček (Foto: G. Seljak)

### Geografska razširjenost

Vrsta izvira iz palearktične favnistične cone. Zastopan je na Hrvaškem (v Istri in Kvarnerju), srednji Italiji, Korziki, Malti, Grčiji, Turčiji, južni Rusiji in v Mali Aziji.

### Gostiteljske rastline

Domača oljka (*Olea europea sativa*) in divja oljka (*Olea europea oleaster*), na katerih lahko dokonča cel razvojni krog. Pojavlja se tudi na ozkolistni zeleniki (*Phyllirea angustifolia*) in pravem jasmínu (*Jasminum officinalis*), kjer se na listih dopolnilno prehranjuje.

### Morfološke značilnosti

Odrasel hrošček meri v dolžino 5,6-6,0 mm. Večina telesa je opečnato rdeče - rahlo svetlikajoče barve. Rilček je rahlo usločen, velikosti kot ostanek glave in oprsja skupaj. Pokrovke kril so močno razbrazdane. Je dober letalec. Jajčece je eliptične oblike, citronsko rumene barve, velikosti 0,6 x 0,4 mm. Dorasla ličinka je breznoaga, navadno upognjena v obliki črke C; iztegnjena meri v dolžino 7 mm in je debela 2,8 mm. Navadno je barva njenega telesa blede kremasta. Glava je rdečerjave barve s črnimi čeljustmi. Telo je sestavljeno iz 13 členov, od katerih je zadnji izrazito manjši. Buba je rahlo upognjena, čokata, dolžine 4,3 mm in širine 2,8 mm, belkaste barve z nekoliko temnejšimi pegami v predelu oči.

### Razvojni krog

66

STADIJ	MESEC											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Odrasel hrošč rilčkar												
Jajčece												
Ličinka v plodu												
Ličinka v tleh												
Buba v tleh												

Slika 2: Razvojni krog kljunatega oljkovega rilčkarja

### Znamenja napada

Poškodbe povzročajo odrasli hroščki, in sicer najprej z objedanjem lističev, brstov in mladih poganjkov. Največjo škodo povzročajo z objedanjem mladih plodičev do faze utrjevanja koščice, s čimer povzročijo sušenje in odpadanje le teh iz krošnje. V letu 2013 so v Hrvaški Istri poročali o približno 75 % izpadu pridelka oljk zaradi poškodb kljunatega oljkovega rilčkarja. Na otoku Cresu naj bi škodljivec povzročil skoraj celoten izpad pridelka. Poznejši napadi rilčkarja (konec avgusta in del septembra) ne povzročajo odpadanja plodov oljke, vendar poškodovani plodovi vsebujejo tudi do tretjino manj olja kot zdravi. Vzroki pretirano razmnožitve škodljivca in posledično večje škode v zadnjih letih niso znani, med možnimi vzroki pa se omenjajo več zaporednih vremensko ugodnih let za škodljivo vrsto, sprememba

agrotehničnih ukrepov v ekosistemu oljčnika in pomanjkanje ustreznih fitofarmacevtskih sredstev in drugih načinov zatiranja škodljivca.

#### Zatiranje škodljivca:

V Sloveniji trenutno ni registriranega sredstva za zatiranje škodljivca. V Italiji so proti škodljivcu registrirani pripravki na podlagi dimetoata. Združenje proizvajalcev oljk v državah EU vodi pogajanja z Evropsko komisijo o možnosti registracije fitofarmacevtskih sredstev zoper škodljivca. Omenjajo se predvsem insekticidi iz skupine neonikotinoidov. V Sloveniji imamo za uporabo na oljki registrirane tudi pripravke na podlagi deltametrina, in sicer za zatiranje oljčne muhe. To fitofarmacevtsko sredstvo bi po podatkih iz literature lahko delovalo tudi na kljunatega oljkovega rilčkarja.

Kot alternativa oziroma dopolnitev kemijskemu varstvu bi prišli v poštev preventivni ukrepi, ki vplivajo na zmanjšanje populacije in ovirajo razvoj kljunatega oljkovega rilčkarja. Takšna agrotehnična ukrepa bi bila pobiranje in odstranjevanje poškodovanih odpadlih plodov ter mehanska obdelava tal pred izletom odraslih hroščev iz bubinih kamric. V praksi je to težko izvedljivo!

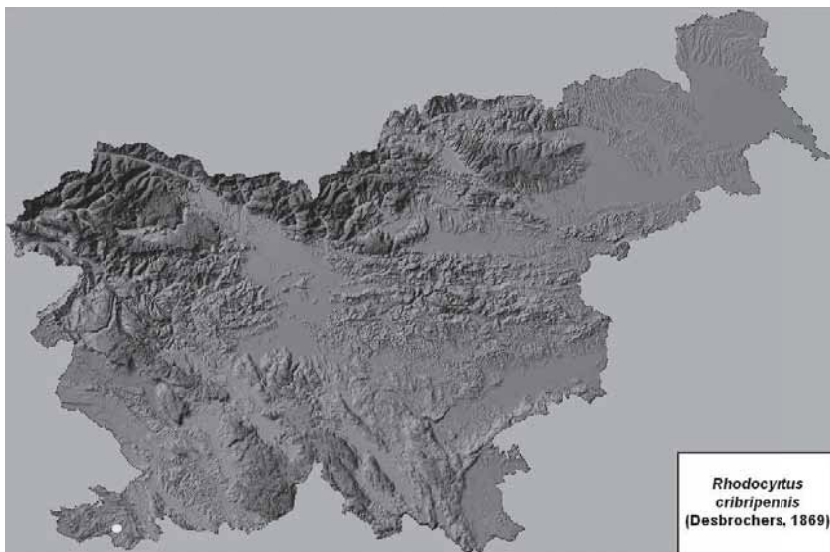
#### Spremljanje v letu 2014:

Kljunatega oljkovega rilčkarja smo v letu 2014 spremljali v sedmih oljčnikih v zaledju Slovenske Istre. V letu 2013 se je škodljivec zelo številčno pojavljal v sosedni Hrvaški, zato smo za opazovanje izbrali oljčnike v bližini meje. Zastopanost škodljivca smo ugotavljali z otresanjem vej v juniju in juliju, ko se pojavlja hrošček, kakor tudi s spremljanjem poškodb, ki jih povzroča v oljčnikih. Veje smo otresali na entomološko ponjavo zgodaj zjutraj, ko so hroščki zaradi nižjih temperatur še otrpli in manj gibljivi. S spremljanjem škodljivca smo začeli 15.5. in zaključili 26.8.2014. – skupaj 8 pregledov na vsaki lokaciji. Hkrati s preverjanjem zastopanosti škodljivca smo opazovali tudi morebitno napadenost plodov. V primeru ulova sumljivih osebkov je bil odvzet vzorec in poslan v laboratorijsko preiskavo v laboratorij OVR pri KGZS Zavod GO. Število pregledov, odvzetih vzorcev in rezultati so prikazani v preglednici 1. V dveh terminih pregledov, in sicer 17.6. in 11.7.2014, smo na isti lokaciji v Trseku potrdili kljunatega oljkovega rilčkarja (slika 3). Na ostalih vzorčnih lokacijah škodljivca nismo opazili.

Preglednica 1: Podatki o lokacijah in času spremljanja kljunatega oljkovega rilčkarja v notranjosti Slovenske Istre v letu 2014.

Lokacija	Obdobje spremljanja	Št. pregledov	Št. vzorcev	Ugotovitve
Brnetiči	15.5. do - 26.8.2014	8	0	vse negativno
Trsek	15.5. do - 26.8.2014	8	4	2 pozitivna 17.6. 2 pozitivna 11.7.
Popetre	15.5. do - 26.8.2014	8	0	vse negativno
Bočaji - Bočaj	15.5. do - 26.8.2014	8	0	vse negativno
Bočaji Vas	15.5. do - 26.8.2014	8	0	vse negativno
Lopar	15.5. do - 26.8.2014	8	0	vse negativno
Kavaliči	15.5. do - 26.8.2014	8	0	vse negativno

Na pregledanih plodovih nismo opazili poškodb škodljivca. Prav tako nismo opazili jajčec v vbodnih odprtinah oziroma ličinke v jedru koščice.



Slika 3: Lokacija najdbe kljunatega oljkovega rilčkarja v Sloveniji.

#### 4 SKLEPI

68

- v letu 2014 smo potrdili zastopanost kljunatega oljkovega rilčkarja tudi v Sloveniji,
- poškodb škodljivca na pregledanih plodovih nismo opazili,
- v Hrvaški Istri je bila v letu 2014 škoda zaradi kljunatega oljkovega rilčkarja zanemarljiva,
- v letu 2015 bomo nadaljevali s spremljanjem rilčkarja na širšem območju Slovenske Istre, vključili bomo tudi oljčnike v Goriških Brdih in Vipavski dolini,
- predlagali smo razširitev registracije fitofarmacevtskega sredstva na podlagi deltametrina za zatiranje rilčkarja ob morebitnem številčnejšem pojavu in znamenjih napada.

#### 5 LITERATURA

- Bagnoli B., 2014. Un coleottero contro gli ulivi. Olioofficina Magazine, <http://www.olioofficina.it/saperi/olivo/un-coleottero-contro-gli-ulivi.htm> [14.04.2014]
- Bijeliš M., 2012 - Kljunati oljkov rilčkar (*Rhodocytus cribripennis*). V: D. Mrzlič, Trajnostni razvoj oljkarstva z zmanjšano porabo fitofarmacevtskih sredstev in hranil. Projekt ZOOB, Založba Grafika Soča, 23-24.
- Katar G., Uluso M.R., 2010 - Distribution and damage of *Coenorhinus (Rhynchites) cribripennis* (Desbrochers) (Coleoptera: Atteblabidae) in olive orchards of Eastern Mediterranean Region. Bitki Koruma Bulteni, 50: 13-23.
- Perdikis D., Garantonakis N., Kitsis P. Paraskevopoulos A., Lykouressis D., 2013. On the relationship between the infestation level of *Rhynchites cribripennis* and respective yield-losses on olives (Coleoptera: Atteblabidae). - Entomologia Generalis, 34(3): 215-223.
- Jančar M., 2013 - Kljunati oljkov rilčkar (*Rhodocytus cribripennis*) – podobne poškodbe v letu 2013 opazili tudi v Slovenski Istri. (članek: <http://www.kmetijskizavod-ng.si/panoge/oljkarstvo/2013-kljunati-oljkov-rilckar>)



## RAZŠIRJENOST BRESKOVE MUHE (*Ceratitis capitata* Wiedemann) NA OBMOČJU SLOVENSKE IN HRVAŠKE ISTRE

Mojca ROT<sup>1</sup>, Matjaž JANČAR<sup>2</sup>, Mario BJELIŠ<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup> KGZS, Kmetijsko gozdarski zavod Nova Gorica

<sup>3</sup> Institute for Plant Protection, Croatian Centre for Agriculture, Food and Rural Affairs, Solin, Croatia

### IZVLEČEK

Breskova muha (*Ceratitis capitata* Wiedemann [Diptera: Tephritidae]) spada med svetovno razširjene in gospodarsko pomembne škodljivce. Je zelo polifagna vrsta, ki napada številne sadne vrste. V mediteranskih državah naredi največ škode na citrusih, breskvah, figah in kakiju. V Severnem Jadranu je zastopana že od sredine prejšnjega stoletja. Na območju Istre je bila prvič najdena leta 1958, v okolici Kopra in Reke. Danes je zastopana v vseh mediteranskih in balkanskih državah, Slovenija predstavlja skrajni severni rob njenega pojavljanja. Rezultati spremljanja breskove muhe v letih 2013 in 2014 na različnih lokacijah na območju Slovenske in Hrvaške Istre kažejo, da se je škodljivec na območju ustalil in razširil. Na velikost in dinamiko populacije v posameznem letu zelo vplivajo vremenske razmere. V Slovenski Istri velikost populacije *C. capitata* v posameznih letih zelo variira, škoda na pridelku pa se pojavlja le občasno. V Hrvaški Istri, predvsem v južnem delu, je populacija muhe bolj konstantna, vendar kljub temu ne povzroča gospodarsko pomembne škode.

**Ključne besede:** breskova muha, *Ceratitis capitata*, razširjenost, sezonska dinamika populacije

### ABSTRACT

#### DISTRIBUTION OF MEDITERRANEAN FRUIT FLY (*Ceratitis capitata* Wiedemann) IN THE AREA OF SLOVENIAN AND CROATIAN ISTRIA

The Mediterranean fruit fly (Medfly), *Ceratitis capitata* Wiedemann (Diptera: Tephritidae), is widespread fruit pest of great economic importance. It is a highly polyphagous species with a wide host range. In Mediterranean countries it is particularly damaging on citrus, peach, fig and persimmon. It has been present in the Northern Adriatic area since the middle of the 20<sup>th</sup> century. In the area of Istria it was found for the first time in 1958, around Koper and Reka. Today it is present in all Mediterranean and Balkan countries, Slovenia represents the most northern area of its occurrence. The results of two years monitoring of medfly show that the pest is well established and widespread in the area of Slovenian and Croatian Istria. The population size and dynamics of *C. capitata* in different seasons depends on weather conditions. In Slovenian Istria the population may vary considerably between different years, yield losses have been recorded only occasionally. In Croatian Istria, mostly in the southern part, the population of medfly is more stable, nevertheless the pest does not cause serious economic losses.

**Key words:** *Ceratitis capitata*, distribution, Mediterranean fruit fly, population dynamics

<sup>1</sup> univ. dipl. inž. agr., Pri hrastu 18, SI-5000 Nova Gorica

<sup>2</sup> univ. dipl. inž. agr., Ulica 15. maja 17, SI-6000 Koper

<sup>3</sup> dr., Zvonimirova 14 A, HR-21210 Solin, Croatia

## 1 UVOD

Prvi pojav breskove muhe (*Ceratitis capitata*) na območju Jadrana sega v leto 1947, ko je bil škodljivec najden v okolici Splita (Kovačević, 1960). Na območju Istre se je prvič pojavila leta 1958 (Todorovć, 1960). V tem obdobju so poročali o veliki škodi, ki jo je povzročila na breskvah v okolici Kopra in Reke. V Slovenski Istri je bila najdena na Debelem Rtiču na breskvah, v okolici Izole in Ankarana na divjih breskvah ter v Strunjanu na kakiju (Peyrek, 1960). V Hrvaški Istri so v istem obdobju zabeležili veliko škodo na lokacijah Medveja, Barbariga in Brioni (Kovačević, 1960). V Slovenski Istri smo v zadnjih dveh desetletjih redno spremljali pojav *C. capitata* v okviru prognostično-signalizacijske službe na območju Strunjana. V zadnjem obdobju se je številčnejše pojavljala v letih 2003, 2007, 2008 in 2013, v vseh letih je bila opažena tudi večja škoda na kakiju. V letu 2007 je na območju Strunjana zaradi močnega napada škodljivca prišlo do 80 % izpada pridelka kakija (Jančar, 2007). V posameznih letih vrste *C. capitata* nismo opazili oziroma je bil ulov na rumenih lepljivih ploščah in na feromonskih vabah zelo maloštevilčen. V Hrvaški Istri je škodljivec stalno zastopan, vendar pa ne povzroča gospodarsko pomembne škode. Poleg klimatskih razmer na velikost njene populacije vpliva število gostiteljskih rastlin, ki uspevajo na določenem območju. Zato se dolžina leta škodljivca, stopnja napada in posledično gospodarska škoda med posameznimi območji zelo razlikujejo. Na skrajnem jugu Dalmacije (Župa dubrovačka, Dubrovnik, Ston) je vrh poletnega rodu konec julija, kar sovpada z zorenjem breskev in fig. Na območju Splita in v dolini Neretve se muha začne pojavljati septembra, njen let traja do decembra. Največ škode povzroči na kakiju in mandarinah (Bjeliš *et al.*, 2007).

70

## 2 MATERIALI IN METODE DELA

Breskovo muho (*C. capitata*) smo spremljali v letih 2013 in 2014 na 5 lokacijah v Slovenski Istri (Dekani, Hrvatini, Izola, Strunjan, Lucija) ter na 3 lokacijah v Hrvaški Istri (Savudrija, Novigrad, Pula). Monitoring odraslih osebkov smo izvajali s prehranskimi vabami in feromonskimi vabami v obdobju od začetka junija do konca decembra. Vabe smo pregledovali enkrat na teden. Ulovljene osebkove smo prešteli in sproti odstranili iz lovilnih posod oz. lepljivih plošč.

### 2.1 Lovilne pasti

Na obeh območjih spremljanja smo uporabljali prehranske vabe Tephri Trap s kombinacijo privabil trimetil-amine, amonijev acetat in tetrametilen-diamin oz. putrescin. Prehranska vaba Tephri Trap je sestavljena iz lovilne posode rumene barve z delno prosojnim pokrovom. V vrhnjem delu posode so enakomerno razporejene 4 okrogle odprtine premera 22 mm. Na notranji steni posode so nameščena privabila v obliki samolepljivih blazinic. Na dno posode je prilepljena ploščica, prepojena s hlapljivim insekticidom DDVP (diklorvos), ki prepreči pobeg žuželk. Vabe Tephri Trap delujejo po principu masovnega ulova, vanjo se lovijo osebkove obeh spolov. V Slovenski Istri smo poleg prehranskih vab uporabljali tudi feromonske vabe Jackson trap. Kot privabilo je bil uporabljen trimedlur, ki spada med tako imenovane paraferomone in privablja samce *C. capitata*. Jackson trap je klasična delta-vaba oz. trikotna vaba, ki ima na notranji spodnji stranici nameščeno lepljivo podlogo. Privabilo je nameščeno v posebni plastični košarici, v sredini vabe. Pri obeh tipih lovilnih pasti smo privabila menjavali mesečno.

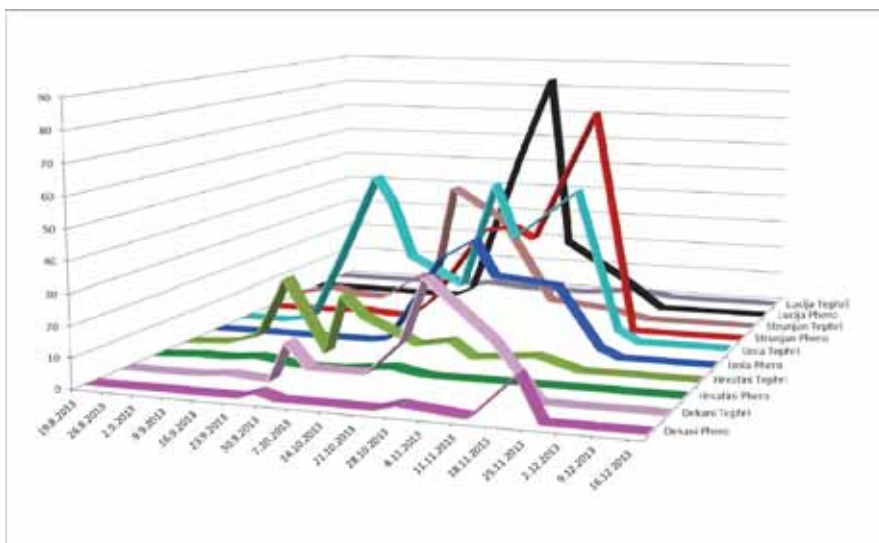
Preglednica 1: Podatki o lokacijah, gostiteljskih rastlinah in tipu lovilnih pasti za spremljanje breskove muhe (*C. capitata*) na območju Slovenske in Hrvaške Istre v letih 2013 in 2014.

Območje:	Ime lokacije:	Koordinate:		Gostiteljska rastlina:	Tip lovilne pasti:
		X	Y		
Slovenska Istra	Dekani	45.547097	13.794502	<i>Ficus carica, Dyospirus lotus</i>	Tephri Trap, Jackson trap
	Hrvatini	45.587808	13.750318	<i>Ficus carica, Dyospirus lotus</i>	Tephri Trap, Jackson trap
	Izola	45.540749	13.680511	<i>Ficus carica, Dyospirus lotus</i>	Tephri Trap, Jackson trap
	Strunjan	45.527802	13.617779	<i>Ficus carica, Dyospirus lotus</i>	Tephri Trap, Jackson trap
	Lucija	45.498857	13.616864	<i>Ficus carica, Dyospirus lotus</i>	Tephri Trap, Jackson trap
Hrvaška Istra	Savudrija	45.491608	13.503699	<i>Prunus persica, Prunus domestica, Dyospirus lotus</i>	Tephri Trap
	Novigrad	45.319625	13.565369	<i>Prunus persica, Dyospirus lotus</i>	Tephri Trap
	Pula	44.877126	13.878932	<i>Citrus reticulata, Pyrus communis, Malus domestica</i>	Tephri Trap

71

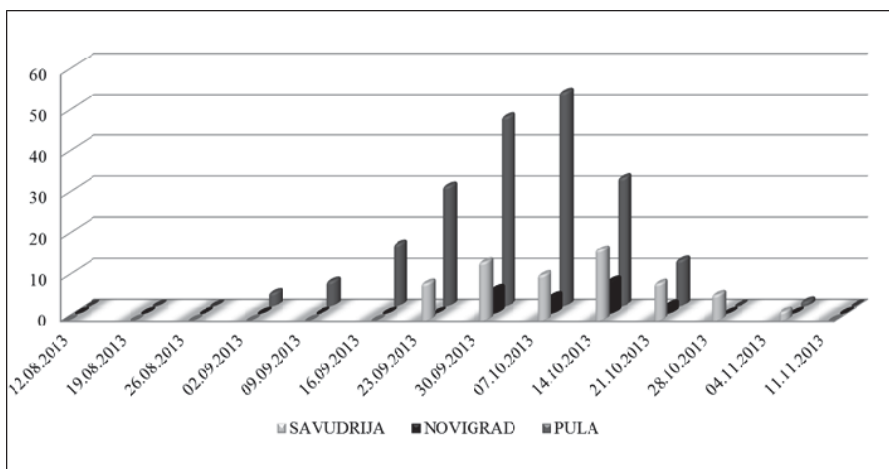
### 3 REZULTATI IN RAZPRAVA

V letu 2013 smo prvi ulov muhe zabeležili v Slovenski Istri, na lokaciji Lucija že 19. avgusta.

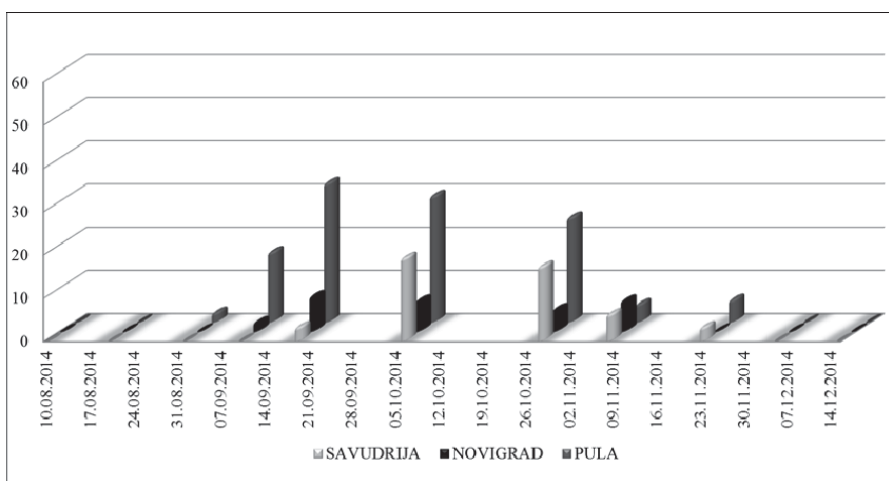


Slika 1: Ulov breskove muhe (*C. capitata*) na prehranske in feromonske vabe na različnih lokacijah v Slovenski Istri v letu 2013.

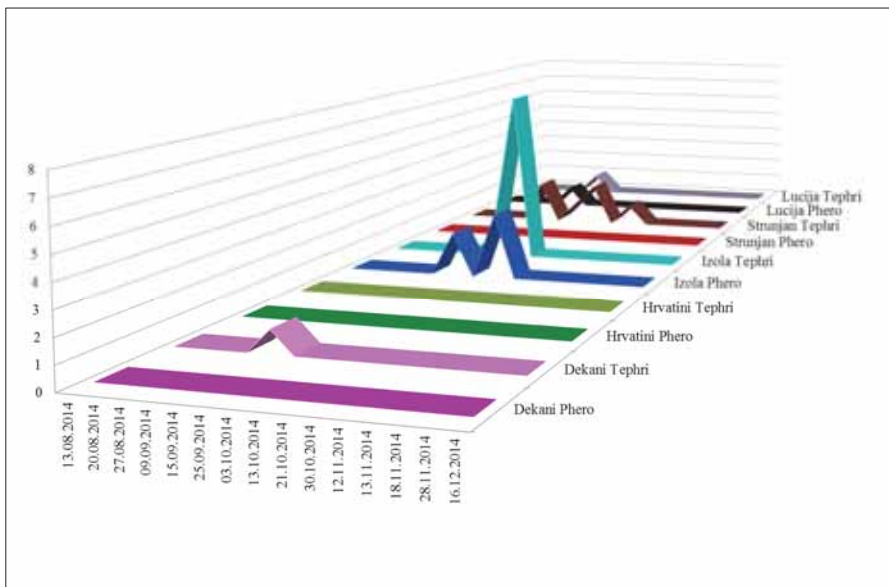
Na ostalih lokacijah se je *C. capitata* začela pojavljati v začetku septembra ter dosegla vrh sredi oktobra. V Hrvaški Istri je bil zadnji ulov zabeležen v I. dekadi novembra, v Slovenski Istri pa smo muho lovili do sredine decembra. Zadnji ulov na prehransko vabo Tephri trap je bil zabeležen v Izoli 18. decembra 2013. V letu 2013 je bila populacija *C. capitata* večja v Slovenski Istri, največji ulov je bil na lokaciji Izola, kjer smo na prehransko vabo Tephri trap v celotnem obdobju spremljanja ujeli skupno 314 muh. Velik ulov je bil tudi v Strunjanu in Luciji, kjer smo na feromonske vabe ujeli skupno 185 oz. 177 muh (slika 1). V Hrvaški Istri je bil največji ulov zabeležen v Puli, 195 muh, v Savudriji 68 muh ter najmanjši v Novigradu skupno le 20 muh (slika 2).



Slika 2: Ulov breskove muhe (*C. capitata*) na prehranske vabe na različnih lokacijah v Hrvaški Istri v letu 2013.



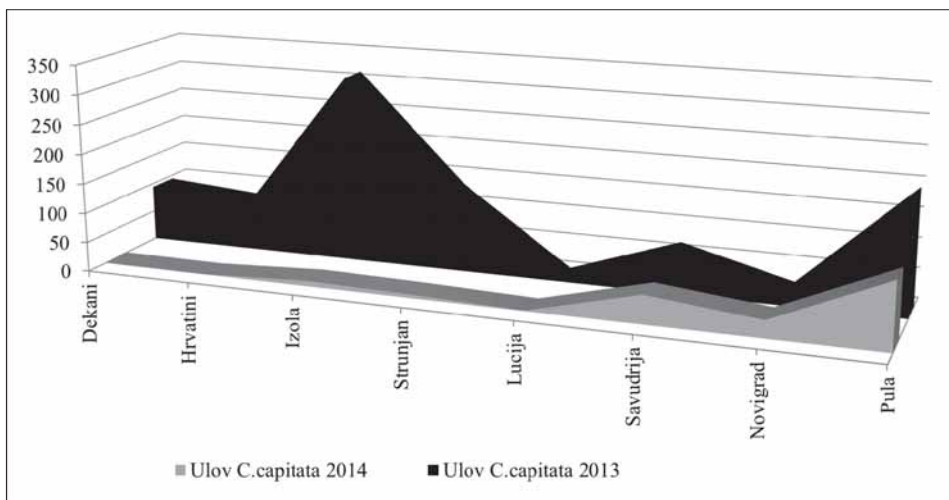
Slika 3: Ulov breskove muhe (*C. capitata*) na prehranske in feromonske vabe na različnih lokacijah v Hrvaški Istri v letu 2014.



Slika 4: Ulov breskove muhe (*C. capitata*) na prehranske in feromonske vabe na različnih lokacijah v Slovenski Istri v letu 2014.

73

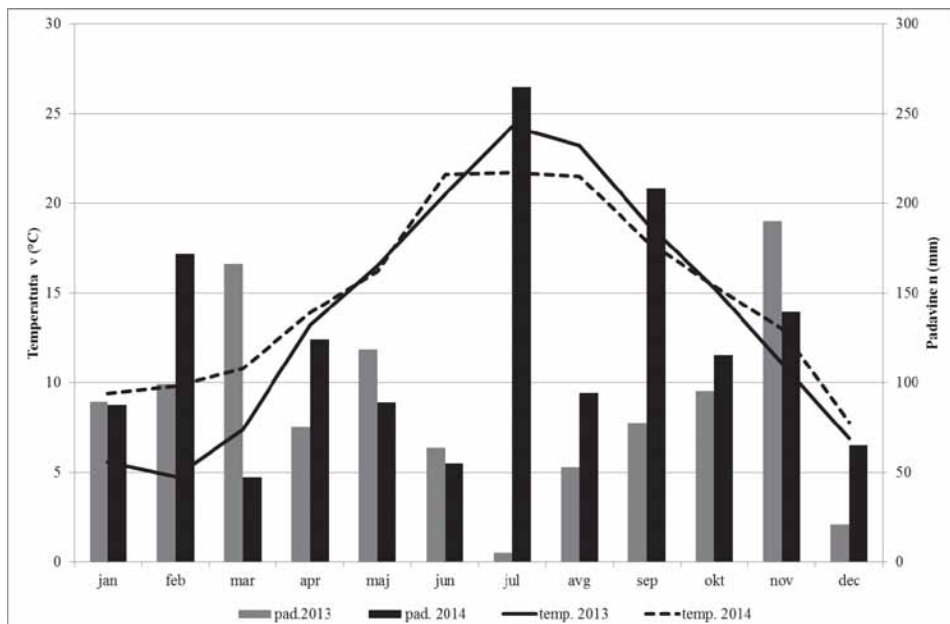
V letu 2014 se je breskova muha začela pojavljati nekoliko pozneje. Najprej smo jo uловили v Hrvaški Istri, in sicer 1. septembra v Puli, 10. septembra v Novigradu in 19. septembra v Savudriji (slika 3). Na večini lokacij v Slovenski Istri smo prvi pojav zabeležili 15. septembra. Podobno kot v letu 2013, je populacija *C. capitata* v obeh delih Istre dosegla vrh sredi oktobra. V Slovenski Istri je let muhe trajal do konca oktobra (slika 4), na Hrvaškem do konca novembra.



Slika 5: Primerjava velikosti populacije breskove muhe (*C. capitata*) v Slovenski Istri in Hrvaški Istri v letih 2013 in 2014

V primerjavi z letom 2013 je bila populacija breskove muhe v letu 2014 bistveno manjša. Padec populacije je bil izrazitejši v Slovenski Istri, kjer smo v letu 2014 na oba tipa lovilnih pasti, na vseh lokacijah skupaj, ujeli le 23 osebkov, večino na lokaciji Izola. Na ostalih lokacijah je bil ulov zanemarljiv, v Hrvatinih *C. capitata* v letu 2014 sploh nismo ujeli. V Hrvaški Istri je bila populacija bolj konstantna, sicer nekoliko manjša kot v predhodnem letu. V Puli smo ujeli 112 muh, v Novigradu 29 ter v Savudriji 48 muh (slika 5).

Razlog za tako močan upad populacije breskove muhe v letu 2014 so bile slabe vremenske razmere. Povprečne mesečne temperature v obdobju junij–oktober so bile v letu 2014 za 2 do 3 °C nižje v primerljivem z istim obdobjem leta 2013 (slika 6).



Slika 6: Mesečne padavine in povprečne mesečne temperature v letih 2013 in 2014 v Portorožu -Letališče (VIR: ARSO)

Vremenski dejavniki, predvsem povprečna temperatura zraka, množina padavin in relativna zračna vlaga imajo pomemben vpliv na velikost populacije *C. capitata* ter posledično na število ujetih osebkov na lovilne pasti (Henze,1993).

Poleg hladnejšega vremena smo imeli v letu 2014 bistveno več padavin kot v letu 2013. Posebno mokri so bili poletni meseci, ko navadno v Slovenski Istri nastopi suša. V juliju 2014 je padlo na lokaciji Portorož skupno 264 mm padavin, v avgustu 95 mm, v septembru 208 mm padavin in oktobra 115 mm. V istem obdobju leta 2013 (julij–oktober) je padlo skupaj le 230 mm. Padavine so imele gotovo odločilen vpliv na manjše število ulovljenih osebkov *C. capitata* v letu 2014. V deževnih razmerah pride do zmanjšanja privabilnega učinka prehranskih vab in feromonov, hkrati pa se zmanjša tudi aktivnost muh.

#### 4 SKLEPI

Dobrih 50 let po prvi najdbi breskove muhe (*C. capitata*) v Istri ugotavljamo, da je škodljivec še vedno zastopan in razširjen na tem območju. Rezultati dveletnega monitoringa so potrdili njeno zastopanost na vseh 8 lokacijah spremljanja. Kot se je pokazalo že v preteklosti, velikost populacije v Slovenski Istri zelo niha. Medtem, ko smo v letu 2013 na vseh lokacijah beležili močan ulov, je bil v letu 2014 ulov muhe zanemarljiv. V Hrvaški Istri je populacija vrste *C. capitata* bolj konstanta, najbolj številčno se pojavlja na jugu polotoka. Na celotnem območju doseže vrh v sredini oktobra, kar je povezano z zorenjem glavnih gostiteljskih sadnih vrst. V Slovenski Istri so to kaki in fige, v Hrvaški Istri poleg naštetih tudi citrusi. Močni napadi in pomembne gospodarske škode se pojavljajo le v posameznih letih. Ne glede na sedanje ugotovitve ne smemo pozabiti, da je breskova muha gospodarsko pomemben škodljivec v svetovnem merilu. Trend globalnega segrevanja ozračja in milejše zime lahko pripomorejo k krepitvi populacije *C. capitata* na območju Istre, kot tudi k njeni širitvi na sever v Vipavsko dolino. Na povečanje populacije bi lahko pomembno vplivala širitev pridelave gostiteljskih sadnih vrst, predvsem marelic in breskev, ki so pomemben poletni gostitelj breskove muhe.

#### 5 ZAHVALA

Spremljanje *C. capitata* je potekalo v okviru projektov Regional project RER/5/018, Supporting Fruit Fly Pest Prevention and Management in the Balkans and the Eastern Mediterranean in TC Project RER/5/020 Controlling Fruit Flies in the Balkans and the Eastern Mediterranean, ki jih financira Mednarodna agencija za jedersko energijo (IAEA).

#### 6 LITERATURA

- ARSO. Arhiv meritev.2013.URL: <http://meteo.arslo.gov.si/met/sl/archive/> (Citirano:01.06.2015).  
ARSO. Arhiv meritev.2014.URL: <http://meteo.arslo.gov.si/met/sl/archive/> (Citirano:01.06.2015).
- Bjeliš, M. 2007. Spatial distribution and temporal outbreaks of Medfly - *Ceratitidis capitata* Wied. (Diptera, Tephritidae) in Republic of Croatia. Zbornik predavanj in referatov 8. slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin, Radenci, 6.- 7. marec 2007. Maček J. (ur.). Ljubljana. Društvo za varstvo rastlin Slovenije, Biotehniška fakulteta. Oddelek za agronomijo: 193-198.
- Hentze, F., 1993. Efficiency of trimedlure for medfly trapping. Fruit flies: biology and management M. Aluja, P. Liedo editors: 227-230.
- Jančar, M. 2007. Breskova muha (*Ceratitidis capitata*). Poročilo prognostično-signalizacijske službe, Nova Gorica 2007. Kmetijsko gozdarski zavod Nova Gorica: 30-31 (neobjavljeno).
- Kovačević, Ž. 1960. Problematika vočne muhe *Ceratitidis capitata* Wied. s ekološkog stanovišta. Biljna zaštita, leto IV; št. 3: 52-56.
- Peyrek, B. 1960. Rad s vočnom muhom u 1959. god. na području Slovenačkog Primorja. Biljna zaštita, leto IV; 3: 66-70.
- Todorović, S. B., 1960. Značaj pojave vočne muhe za naše voćarstvo. Biljna zaštita, leto IV, 3: 49-52.

## **PREDSEZONSKA PRIPRAVA TRAKTORSKIH PRŠILNIKOV V PODJETJU SADJARSTVO BLANCA**

Filip VUČAJNK<sup>1</sup>, Martin MAVSAR<sup>2</sup>, Gregor LESKOŠEK<sup>3</sup>, Janko REBERNIK<sup>4</sup>, Rajko  
BERNIK<sup>5</sup>

<sup>1,4,5</sup>Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Katedra za fitomedicino, kmetijsko  
tehniko, poljedelstvo, pašništvo in travništvo, Ljubljana

<sup>2</sup>KGZS – zavod Novo mesto

<sup>3</sup>Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije, Žalec

### **IZVLEČEK**

Pred sezono je potrebno preveriti delovanje posameznih elementov na pršilniku, jih popraviti in po potrebi tudi zamenjati. Prav tako je potrebno preveriti pretoke šob in njihov nanos na ciljno površino. Tako bomo dosegli nemoteno delovanje med rastno dobo. V podjetju Sadjarstvo Blanca smo pred sezono pregledali pršilnike. Pri tem smo preverili natančnost delovanja manometra, izmerili hitrost vetra pri puhalu in pretoke šob. V sadovnjaku smo s pomočjo na vodo občutljivih lističev preverili nanos na drevesa jablan. Na ta način smo primerjali različne šobe glede kakovosti nanosa, pri različnih tlakih, hitrostih škropljenja in pri različnih medvrstnih razdaljah. Rezultati preizkusov na pršilnikih so predstavljeni v prispevku.

76

**Ključne besede:** nanos, pršilniki, sadovnjak

### **ABSTRACT**

#### **PRESEASON PREPARATION OF ORCHARD SPRAYERS IN THE SADJARSTVO BLANCA FRUIT CULTIVATION UNDERTAKING**

Each orchard sprayer element needs to be checked, repaired and, if necessary, replaced before the start of the season. In addition, it is necessary to verify nozzle wear and check the spray deposition on the target surface, as this will assure smooth functioning of orchard sprayers during the growth period. In the 'Sadjarstvo Blanca' fruit cultivation undertaking, all orchard sprayers were checked before the season. The checks involved verification of the pressure gauge accuracy, measurement of wind speed on the fan and verification of nozzle flow rate. On the apple trees in the orchard, spray deposition was checked using water sensitive paper. This allowed us to compare various nozzle types in terms of spray deposition quality according to different pressure, spraying speed and inter-row width. The results of certain tests performed on the orchard sprayers are presented in this article.

**Key words:** spray deposition, orchard sprayers, orchard

---

<sup>1</sup> doc. dr., Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana, e-mail: filip.vucajnk@bf.uni-lj.si

<sup>2</sup> univ. dipl. inž. agr., Šmihelska c. 14, SI-8000 Novo mesto

<sup>3</sup> univ. dipl. inž. agr., Cesta Žalskega tabora 2, SI-3310 Žalec

<sup>4</sup> dipl. inž. agr., Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana

<sup>5</sup> prof. dr., prav tam



## 1 UVOD

Optimalen nanos fitofarmaceutskih sredstev (FFS) je tedaj, ko čim bolj enakomerno porazdelimo škropilno brozgo po celotni rastlini (Theißen, 2013). Sodobni koncepti nanosa FFS v trajnih nasadih so zasnovani na škropljenju z majhno porabo vode, tj. 200 do 400 l/ha (Lešnik, 2009). Klasični traktorski pršilnik ima aksialno puhalo, kjer zrak vstopa zadaj in se nato pod kotom 90° vodi prek venca s šobami, iz katerih odnaša škropilno tekočino na ciljno površino (Bernik, 2006). Veliko energije se izgubi pri prehodu zraka pod kotom 90° (Mathews, 2000). Göhlich in sod. (1996) navajajo, da se največ uporabljajo pršilniki z aksialnim ventilatorjem, vendar se pri njih pojavi zanašanje FFS nad drevesi na večjih razdaljah (Planas in Pons, 1991). Navadno imajo pršilniki nameščene vrtnične šobe, v zadnjem času se uporabljajo tudi šobe z zračno podporo. Slaba lastnost aksialnega ventilatorja je odnašanje kapljic od ciljne površine, zato so bile narejene določene tehnične izboljšave na aksialnih ventilatorjih (Cross, 1991; Walklate in sod., 1998, 2000). Na večjih višinah dreves je usmeritev zračnega toka primerna. Na manjših drevesih in vinski trti pa so izgube škropiva večje. Pri pripravi pršilnika pred začetkom nove rastne sezone preverimo stanje in tesnjenje cevi, simetričnost šob na levi in desni strani pršilnega venca, čistost šob in filtrov, preverimo pravilnost delovanja manometra. Poleg tega preverimo še delovanje razvodnih ventilov, regulatorja tlaka in mešala v rezervoarju. Janežič (2009) je ugotavljal tehnične napake na traktorskih škropilnicah od leta 2000 do 2009 na območju občine Grosuplje in Ivančna Gorica. Najpogosteje so se tehnične napake pojavile na krmilnih elementih (manometri in razvodni ventili) ter na elementih za nanos fitofarmaceutskih sredstev (šobe). Osteroth (2007) poroča, da je bilo v Nemčiji pri rednem pregledu škropilnic in pršilnikov največ tehničnih napak na šobah (obrava šob), sledijo napake na protikapnih mehanizmih, manometrih in škropilnih letvah. Najmanj napak je bilo na pogonu, črpalki, filtrih in rezervoarju.

## 2 MATERIAL IN METODE DELA

Nastavitve pršilnikov smo opravili v podjetju Sadjarstvo Blanca d.o.o. V prvem delu poskusa smo v sadovnjaku preverili nanos na drevesa jablan v fenofazi C3 (faza mišjega ušesa). Uporabili smo različne pršilnike, tako glede tehnične opremljenosti, kot leta izdelave, ki jih uporabljajo v podjetju. Na vodo občutljive lističe smo pritrdili na drevesa po različnih višinah, tako kot kaže slika 1 (mesta 1-5 levo in desno od sredine ventilatorja). Na ta način smo primerjali kakovost nanosa pri različnih pršilnikih, pri različnih šobah, delovnih hitrostih in tlakah škropljenja ter pri različnih medvrstnih razdaljah (3,2 m in 4 m). Na pršilnikih so bile nameščene vrtnične standardne šobe Albuz ATR in injektorske vrtnične šobe Albuz TVI (pregl. 1). Vsa škropljenja smo izvajali s čisto vodo. Vrtilna frekvenca priključne gredi traktorja je znašala 540 o/min. Meritve odstotka pokritosti na vodo občutljivih lističev smo opravili kasneje z merilnim sistemom za zajem in analizo slik Optomax V. Image Analyser na Inštitutu za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije v Žalcu. Na vsakem lističu smo opravili tri meritve.

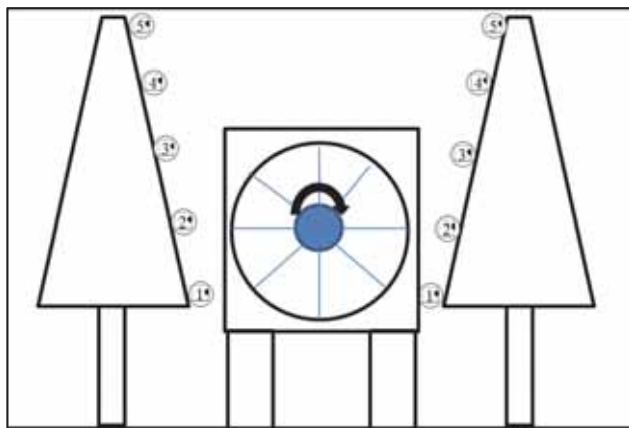
Preglednica 1: Pretok standardnih vrtničnih šob Albuz ATR in injektorskih vrtničnih šob Albuz TVI, uporabljenih v poskusu

Table 1: Flow rate of standard hollow cone nozzles Albuz ATR and injector hollow cone nozzles Albuz TVI, used in the trial

Šoba	ATR rumena	ATR oranžna	ATR rdeča	ATR zelena	TVI 80-015
Pretok pri tlaku 10,0 bar (l/min)	1,03	1,39	1,92	2,47	1,10

V drugem delu poskusa smo opravili stacionaren pregled pršilnikov. Preverili smo točnost delovanja manometrov z merilnim instrumentom Aams-Salvarani. Manometre smo pregledali

pri tlakih, s katerimi dejansko opravljajo škropljenje. Izmerili smo tudi hitrosti izstopnega zraka iz ventilatorja 2 m od sredine ventilatorja pri medvrstni razdalji dreves 4 m in 1,6 m od sredine ventilatorja na višinah 0,5 m do 3 m z razmakom meritve po 0,5 m. Za meritve hitrosti vetra smo uporabili merilno napravo Almemo 2290-2/3 in merilnik hitrosti vetra Schiltknecht. Pri vsakem pršilniku smo izmerili še pretoke posameznih šob z opremo lastne izdelave, vendar rezultati niso predstavljeni zaradi prevelike količine podatkov. Preverili smo tudi delovanje razvodnih ventilov. Vseh rezultatov v prispevku nismo predstavili zaradi preobilice podatkov.



78

Slika 1: Merilna mesta levo in desno od pršilnika.  
Figure 1: Measurement points left and right of the orchard sprayer.

### 3 REZULTATI Z RAZPRAVO

V preglednici 2 so predstavljeni rezultati meritev točnosti manometra na pršilnikih. Glede na Pravilnik o zahtevah glede pravilnega delovanja naprav za nanašanje fitofarmaceutskih sredstev in o pogojih ter načinu izvajanja njihovih pregledov (Uradni list RS, št. 101/2013) lahko manometer na napravi pri delovnih tlakih, višjih od 2 barov, odstopa v višini  $\pm 10\%$  od dejanske vrednosti. Ugotovili smo, da so v našem primeru 4 manometri odstopali za 10 ali več odstotkov od dejanske vrednosti. To pomeni, da je bilo netočnih manometrov 36,4 %, kar je precej visoka številka. Takšne manometre je potrebno takoj zamenjati z novimi. Do prevelikega odstopanja tlaka od dejanskega tlaka pride pri manometrih slabše kakovosti (nižji cenovni razred), nepravilnega shranjevanja čez zimo in nepravilne uporabe. Do nepravilne uporabe pride, če so vsi razvodni ventili zaprti, manometer pa je obremenjen z visokim tlakom in to lahko povzroči okvaro. Pri treh manometrih oziroma v 27,3 % vseh manometrov ni bilo odstopanja tlaka. Pri ostalih 4 manometrih je bilo odstopanje tlaka v dovoljenih mejah, in sicer od  $-2,5$  bara do  $+7,0$  bara. Opazimo, da je pri 5 manometrih (45 % od vseh manometrov) odstopanje tlaka od dejanske vrednosti pozitivno, pri treh manometrih (27,3 % od vseh manometrov) pa negativno.

Vlečeni pršilnik je starejši pršilnik z enojnim aksialnim ventilatorjem. Na tem pršilniku smo izvedli tri nastavitve glede namestitve šob, hitrosti škropljenja in tlaka pri škropljenju (obravnava 1,2,3; pregl. 3). Pri obravnavanju 1 in 2 smo uporabili 12 šob ATR rdeče barve na mestih 1-3 in 4 šobe ATR zelene barve na mestih 4-5. Pri obravnavanju 1 (tlak 7,0 bar in hitrost škropljenja 5,6 km/h) je bil odstotek pokritosti zelo visok po celotni višini drevesa tako na levi kot desni strani od 45,4 do 83,8 %. Tudi na vrhu drevesa (mesto 4 in 5) smo z zeleno šobo ATR, ki ima velik pretok, dosegli zelo dobro pokritost, kljub temu, da je pršilnik

starejšega tipa. Ko smo povečali tlak na 9,0 barov in tudi delovno hitrost škropljenja na 6,7 km/h (obr. 2) smo dosegli še boljšo pokritost, predvsem v zgornjem delu drevesa (mesto 4 in 5). Pri nastavitvi tega pršilnika smo želeli še zmanjšati porabo vode in doseči kljub temu še dobro pokritost. To nam je uspelo z namestitvijo 14 šob ATR oranžne barve, tlaku škropljenja 11,5 barov in hitrostjo škropljenja 6,7 km/h (obr. 3). Pri tem smo dosegli dobro pokritost po celotni višini drevesa, tako na levi kot na desni strani. Na vseh merilnih mestih je bil odstotek pokritosti nad 50 %, le pri mestu 4 na desni strani je znašal 42,8 %.

Preglednica 2: Meritve točnosti manometra.

Table 2: Measurements of manometer accuracy.

Pršilnik	Merilni manometer (bar)	Manometer na pršilniku (bar)	Odstopanje (bar)	Relativno odstopanje (%)
1	8,0	7,8	-0,2	-2,5
2	11,5	11,4	-0,1	-0,9
3	8,0	7,8	-0,2	-2,5
4	12,0	12,0	0,0	0,0
5	10,0	11,0	+1,0	+10,0
6	10,5	10,5	0,0	0,0
7	10,0	10,0	0,0	0,0
8	10,0	15,4	+5,4	+54,0
9	10,0	13,7	+3,7	+37,0
10	10,0	11,0	+1	+10,0
11	10,0	10,7	+0,7	+7,0

79

Preglednica 3: Odstotek pokritosti pri različnih nastavitvah starejšega pršilnika z enojnim aksialnim ventilatorjem na ravnem terenu.

Table 3: Coverage value by different adjustments of axial fan orchard sprayer, older type, on flat land.

<b>OBR 1</b>				<b>OBR 2</b>			
Šoba	Merilno mesto	Odst. pokritosti (%)		Šoba	Merilno mesto	Odst. pokritosti (%)	
		levo	desno			levo	desno
ATR zelena (4 šobe)	5	45,4 ± 1,9	55,0 ± 1,9*	ATR zelena (4 šobe)	5	83,0 ± 3,2	68,6 ± 4,3
	4	72,1 ± 1,4	50,7 ± 2,0		4	65,7 ± 1,9	51,4 ± 1,9
ATR rdeča (12 šob)	3	83,8 ± 2,8	81,8 ± 1,3	ATR rdeča (12 šob)	3	57,6 ± 2,3	93,3 ± 0,8
	2	80,9 ± 3,6	79,2 ± 0,8		2	85,1 ± 2,6	91,5 ± 0,9
	1	81,1 ± 8,3	66,4 ± 2,8		1	75,1 ± 9,8	78,3 ± 2,4
Parametri pri škropljenju:				Parametri pri škropljenju:			
p	v	mvr	Q	p	v	mvr	Q
7,0 bar	5,6 km/h	4 m	745 l/ha	9,0 bar	6,7 km/h	4 m	702 l/ha
<b>OBR 3</b>				* podatki so predstavljeni kot povprečja s standardnimi napakami			
Šoba	Merilno mesto	Odst. pokritosti (%)					
		levo	desno				
ATR oranžna (14 šob)	5	52,0 ± 7,8	50,3 ± 2,9				
	4	73,3 ± 2,8	42,8 ± 2,0				
	3	86,6 ± 0,5	61,6 ± 5,2				
	2	75,7 ± 2,6	69,2 ± 4,1				
	1	70,2 ± 6,2	55,0 ± 3,6				
Parametri pri škropljenju:							
p	v	mvr	Q				
11,5 bar	6,7 km/h	4 m	464 l/ha				

Pršilnik z dvojnimi aksialnimi ventilatorjem je sodoben vlečen pršilnik. Na škroplnem ogrođju je bilo nameščenih 18 šob. Nasad jablan je bil v Blanci na ravnem terenu, medvrstna razdalja je znašala 4 m. Najprej so bile nameščene vrtnične šobe ATR, oranžne barve (obr. 4; pregl. 4). Pri tem je bil tlak škropljenja 11,5 bar, hitrost škropljenja 5,4 km/h in poraba vode 740 l/ha. Na vseh merilnih mestih je odstotek pokritosti presegel 70 %, ponekod celo nad 90 %. Z naslednjimi nastavitvami smo želeli znižati porabo vode in doseči kljub temu dobro pokritost. Zaradi tega smo izbrali šobe z nižjim pretokom ATR rumene pri tlaku 8,0 barov. Hitrost škropljenja je znašala 5,4 km/h in poraba vode 460 l/ha (obr. 5). Kljub precej manjši porabi vode kot pri prejšnji nastavitvi, smo dosegli dobro pokritost lesa, le na mestu 1 desno in 4 levo je bila nekoliko nižja. Nato smo povečali hitrost škropljenja iz 5,4 km/h na 5,8 km/h, medtem ko je tlak škropljenja ostal nespremenjen, poraba vode se je nekoliko zmanjšala na 428 l/ha (obr. 6). Tudi pri tej nastavitvi smo dosegli solidno pokritost po večini merilnih mest, le na merilnem mestu 1 desno in 4 desno je bila nekoliko nižja (42,6 oz. 35,6 %).

Preglednica 4: Odstotek pokritosti pri različnih nastavitvah novejšega pršilnika z dvojnimi aksialnimi ventilatorjem na ravnem terenu.

Table 4: Coverage value by different adjustments of double axial fan orchard sprayer, newer type, on flat land.

<b>OBR 4</b>				<b>OBR 5</b>			
Šoba	Merilno mesto	Odst. pokritosti (%)		Šoba	Merilno mesto	Odst. pokritosti (%)	
		levo	desno			levo	desno
ATR oranžna (18 šob)	5	84,3 ± 0,5	79,7 ± 3,9*	ATR rumena (18 šob)	5	59,5 ± 5,1	75,7 ± 1,9
	4	74,2 ± 1,0	72,4 ± 1,6		4	36,3 ± 1,5	72,3 ± 2,1
	3	80,7 ± 2,9	91,3 ± 0,3		3	80,9 ± 2,3	85,4 ± 0,9
	2	89,9 ± 1,7	90,4 ± 1,4		2	89,8 ± 2,5	64,8 ± 2,0
	1	82,9 ± 2,7	85,7 ± 0,5		1	74,5 ± 5,7	47,3 ± 1,2
Parametri pri škropljenju:				Parametri pri škropljenju:			
p	v	mvr	Q	p	v	mvr	Q
11,5 bar	5,4 km/h	4 m	740 l/ha	8,0 bar	5,4 km/h	4 m	460 l/ha

<b>OBR 6</b>			
Šoba	Merilno mesto	Odst. pokritosti (%)	
		levo	desno
ATR rumena (18 šob)	5	57,6 ± 2,8	48,3 ± 1,2
	4	63,9 ± 4,3	35,6 ± 2,4
	3	57,4 ± 1,9	75,0 ± 0,7
	2	46,4 ± 2,3	59,1 ± 2,9
	1	84,0 ± 1,2	42,6 ± 0,7
Parametri pri škropljenju:			
p	v	mvr	Q
8,0 bar	5,8 km/h	4 m	428 l/ha

\* podatki so predstavljeni kot povprečja s standardnimi napakami

Pozneje smo isti pršilnik preizkusili tudi na nagnjenem terenu v nasadu jablan z medvrstno razdaljo dreves 3,2 m (pregl. 5). Na pršilniku je bilo pri vseh nastavitvah nameščenih po 18 vrtničnih šob ATR rumene barve pri tlaku škropljenja 8,0 bar. Spreminjali smo hitrost škropljenja in vrtilno frekvenco priključne gredi traktorja. Najprej je znašala hitrost škropljenja 5,8 km/h, poraba vode 535 l/ha in vrtilna frekvenca priključne gredi traktorja 540 o/min (obr. 7). Po vseh merilnih mestih je bila dosežena zelo dobra pokritost lesa. Nato smo zmanjšali vrtilno frekvenco priključne gredi traktorja na 450 o/min in povečali hitrost

škropljenja na 6,2 km/h ter porabo vode zmanjšali na 501 l/ha (obr. 8). S tem smo želeli zmanjšati porabo goriva pri škropljenju in doseči dobro pokritost. Pokritost je bila na večini merilnih mest zelo dobra, le na mestu levo 1 in desno 5 slabša (okoli 22 %). Pri zadnji nastavitvi na tem pršilniku smo ponovno povečali hitrost na 6,9 km/h in zmanjšali porabo vode na 450 l/ha (obr. 9). Ugotovili smo, da je bila ta hitrost škropljenja prevelika na tem terenu, saj je bil odstotek pokritosti na določenih delih zelo nizek. Na mestu 4 in 5 desno je znašal le 8,2 in 12,3 %.

Preglednica 5: Odstotek pokritosti pri različnih nastavitvah novejšega pršilnika z dvojnimi aksialnimi ventilatorjem na nagnjenem terenu.

Table 5: Coverage value by different adjustments of double fan orchard sprayer, newer type, on slope.

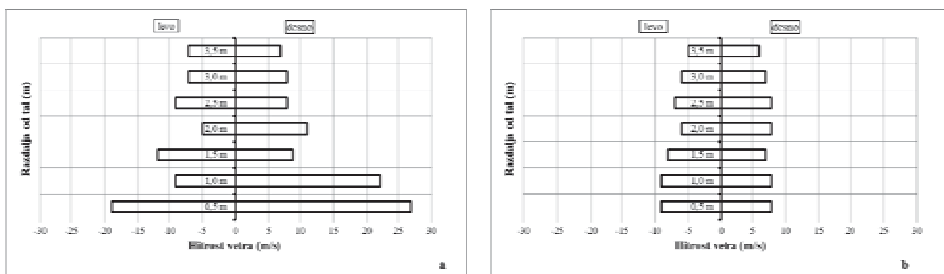
<b>OBR 7</b>				<b>OBR 8</b>			
Šoba	Merilno mesto	Odst. pokritosti (%)		Šoba	Merilno mesto	Odst. pokritosti (%)	
		levo	desno			levo	desno
ATR rumena (18 šob)	5	75,4 ± 1,9	58,3 ± 2,3*	ATR rumena (18 šob)	5	72,9 ± 6,9	22,4 ± 2,9
	4	44,3 ± 0,9	72,9 ± 6,0		4	84,9 ± 1,0	75,5 ± 4,4
	3	49,6 ± 2,4	79,1 ± 2,3		3	66,6 ± 0,7	70,5 ± 2,4
	2	77,2 ± 2,3	63,2 ± 3,8		2	86,1 ± 1,7	62,6 ± 0,3
	1	61,6 ± 4,0	46,3 ± 0,9		1	21,7 ± 4,3	83,1 ± 2,5
Parametri pri škropljenju:				Parametri pri škropljenju:			
p	v	mvr	Q	p	v	mvr	Q
8,0 bar	5,8 km/h	3,2 m	535 l/ha	8,0 bar	6,2 km/h	3,2 m	501 l/ha

<b>OBR 9</b>			
Šoba	Merilno mesto	Odst. pokritosti (%)	
		levo	desno
ATR rumena (18 šob)	5	12,3 ± 1,2	80,5 ± 1,7
	4	8,2 ± 0,4	47,2 ± 3,0
	3	39,0 ± 1,2	54,4 ± 2,2
	2	62,1 ± 7,5	29,7 ± 3,9
	1	41,8 ± 0,8	38,9 ± 3,2
Parametri pri škropljenju:			
p	v	mvr	Q
8,0 bar	6,9 km/h	3,2 m	450 l/ha

\* podatki so predstavljeni kot povprečja s standardnimi napakami

Pri meritvah hitrosti vetra smo prikazali rezultate dveh najbolj izrazitih poskusov in ne vseh (slika 2, pregl. 6). Pri pršilniku z enojnim aksialnim ventilatorjem je opazno veliko nihanje hitrosti vetra po višini. Poleg tega je hitrost vetra po višinah zelo neizenačena, kar posledično pomeni tudi slabši nanos FFS na drevesa. To nam potrjuje tudi zelo visok koeficient variacije, ki je na levi strani 47,8 % in na desni strani 60,8 %. Opazne so večje hitrosti vetra na nižjih višinah (0,5 in 1 m), medtem ko hitrost vetra na višinah od 1,5 m naprej precej pade. Ravno tako vidimo razlike v hitrosti vetra na levi in desni strani od sredine ventilatorja. To nam prikazuje povprečna hitrost, ki je na levi strani 9,7 m/s, medtem ko je na desni strani 13,1 m/s. Pri pršilniku z dvojnimi aksialnimi ventilatorjem je bilo nihanje hitrosti vetra po višini precej manjše. Tako je znašal koeficient variacije za levo stran 22,0 % in za desno stran le 10,6 %. Povprečna hitrost vetra je bila nižja kot pri pršilniku z enojnim aksialnim ventilatorjem, vendar veliko bolj izenačena. Znašala je 7,1 m/s na levi strani in 7,4 m/s na desni strani. S takšnim pršilnikom je omogočen veliko bolj kakovosten nanos FFS po celotni višini drevesa tudi pri nižji porabi vode na hektar.



Slika 2: Meritve hitrosti vetra 1,6 m levo in desno od sredine ventilatorja pri pršilniku z enojnim aksialnim (a) in dvojnimi aksialnimi ventilatorjem (b).

Figure 2: Wind speed measurements 1.6 m left and right from the centre of the axial fan (a) and double fan axial orchard sprayer (b).

Preglednica 6: Standardni odklon, povprečje in koeficient variacije pri meritvah hitrosti vetra pri pršilniku z enojnim aksialnim ventilatorjem in pri pršilniku z dvojnimi aksialnimi ventilatorjem.

Table 6: Standard deviation, average and coefficient of variation by wind speed measurements of the axial fan and double axial fan orchard sprayer.

	Enojni aksialni ventilator		Dvojni aksialni ventilator	
	levo	desno	levo	desno
Standardni odklon (m/s)	4,6	8,0	1,6	0,8
Povprečje (m/s)	9,7	13,1	7,1	7,4
Koeficient variacije (%)	47,8	60,8	22,0	10,6

82

#### 4 SKLEPI

Pri več kot tretjini pregledanih manometrov je odstopanje tlaka večje od 10 % od dejanske vrednosti. Zaradi tega jih je potrebno zamenjati.

S primerno nastavitvijo pršilnika (izbira in položaj šob, poraba vode na hektar, hitrost in tlak škropljenja) lahko tudi z uporabo starejših pršilnikov z enojnim aksialnim ventilatorjem dosežemo dobro pokritost dreves jablan s škropilno brozgo na ravnem terenu.

Pri pršilnikih z dvojnimi aksialnimi ventilatorjem smo po različnih višinah drevesa dosegli dobro pokritost s škropilno brozgo. To velja za različne nastavitve pršilnika (izbira in položaj šob) ter različno porabo vode na hektar (od 428 do 740 l/ha) tako na ravnem kot na nagnjenem terenu pri medvrstni razdalji 3,6 m in 4 m.

Pri pršilnikih z enojnim aksialnim ventilatorjem so večje razlike v hitrosti vetra po višinah in med levo ter desno stranjo merjeno 1,6 m od sredine ventilatorja kot pri pršilnikih z dvojnimi aksialnimi ventilatorjem.

#### 5 LITERATURA

- Bernik, R. 2006. Tehnika v kmetijstvu: Mehanična nega in oskrba ter kemično varstvo rastlin. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 168 str.
- Cross, J. V. 1991. Patteration of spray mass flux from axial fan air- blast sprayers in the orchard. British Crop Protection Council Monograph 46: 15-22.
- Göhlich, H., Ganzelheimer, H., Backer, G. 1996. Air assisted sprayers for application in vine, orchard and similar crops. European Plant Protection Organisation Bulletin 26: 53-58.
- Janežič, T. 2009. Učinki rednega pregleda naprav za nanos FFS v krajih Ivančna Gorica in Grosuplje v obdobju 2000–2007: 40 str.
- Lešnik, M. 2009. Zanašanje FFS izven območja nanosa. Sad, 20, 12: 3-5.

- Matthews, G.A. 2000. Pesticide Application Methods. Blackwell Science Ltd: 432 str.
- Osteroth, H. J. 2007. Kontrolle von Pflanzenschutzgeräten-Aktuelle Ergebnisse des Jahres 2007 mit einem Rückblick auf den Zeitraum 1987 bis 2007. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes, 60 (11): 245–251.
- Planas, S., Pons, L. 1991. Practical considerations concerning pesticide application in intensive apple and pear orchards. British Crop Protection Council Monograph 46: 45-52.
- Theißen, G. 2013. Pflanzenschutzdüsen im Ackerbau: Die richtigen Düsen für die neue Saison. Profi: Magazin für professionelle Agrartechnik, 2, Spezial: 47.
- Uradni list RS, št. 101/2013. Pravilnik o zahtevah glede pravilnega delovanja naprav za nanašanje fitofarmaceutskih sredstev in o pogojih ter načinu izvajanja njihovih pregledov.
- Walklate, P. J., Miller P. C. H., Gilbert, A. J. 2000. Drift classification of boom sprayers based on single nozzle measurements in wind tunnel. Aspects of Applied Biology 57: 49-56.
- Walklate, P. J., Richardson, G. M., Cross, J. V. 1998. Measurement of air volumetric flow rate and sprayer speed on drift and leaf deposit distribution from an air-assisted sprayer in an apple orchard. In Proceedins of Agricultural Engineering Symposium, Madrid.

## VPOGLED V UPORABO PROGNOСТИČNIH OBVESTIL JAVNE SLUŽBE ZA ZDRAVSTVENO VARSTVO RASTLIN NA KGZS - ZAVODU NOVO MESTO

Karmen RODIČ<sup>1</sup>, Domen BAJEC<sup>2</sup>, Andreja PETERLIN<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>KGZS – Zavod NM, Služba za varstvo rastlin, Novo mesto

### IZVLEČEK

Služba za varstvo rastlin na KGZS – Zavodu Novo mesto posreduje prognoistične informacije za varstvo rastlin do svojih uporabnikov zlasti prek spletne strani Fito-info. Prva obvestila smo začeli objavljati vzporedno z razvojem službe, leta 2000. Stranke so pridelovalci različnih kmetijskih rastlin, od katerih prevladujejo sadjarji in vinogradniki, sledijo jim vrtnarji in poljedelci. Glavna tehnična poudarka sta ažurnost in periodičnost. Vsebinske prilagoditve so namenjene uporabnosti navodil za čim širšo skupino prejemnikov. Na začetku smo obliko in deloma vsebino prilagajali tehničnim zahtevam ter osnovnim potrebam uporabnikov informacij, pozneje pa se je z vzporednim nadgrajevanjem sistema Fito-info in vzpostavitvijo novega agrometeorološkega spletnega prehoda, pokazala potreba po širši analizi želja uporabnikov. V letu 2014 smo pripravili in ovrednotili vprašalnike 163 pridelovalcev. V vsebini so nas zanimale informacije o obsegu in vrsti rastlinske pridelave, tehnični opremljenosti ter dosedanjih praksah dostopa do informacij. Sledilo je poizvedovanje o potrebah, željah in pomanjkljivostih obstoječih obvestil ter priporočenih nadaljnjih usmeritvah.

84

**Ključne besede:** prognoistična obvestila, opazovalno napovedovalna služba za varstvo rastlin, KGZS-Zavod Novo mesto, anketa, informacijski sistem FITO-INFO

### ABSTRACT

#### INSIGHT IN USE OF FORECASTING NOTICES OF PLANT PROTECTION SERVICE ON KGZS - ZAVOD NOVO MESTO

Plant protection service on KGZS - Zavod Novo mesto provides prognostic information for plant protection to its users primarily through the website Fito-info. The publishing of first notices started in year 2000 when the development of plant protection service has begun. Producers of different agricultural cultures are the main users. Fruit growers and winegrowers are prevailing, followed by gardeners and farmers. The main technical focus is accuracy and periodicity. Conceptual adjustments are aimed to fulfil requirements of wider group of growers. In the beginning the form and content was adapted by the technical requirements and by the basic needs of users. With a parallel upgrading of the system Fito-info and the establishment of new agro-meteorological website showed the need for a wider analysis of the user's wishes. In year 2014 we prepared and evaluated the questionnaires of 163 growers. We were interested in information about the extent and type of their production, technical equipment and current practices of access to information. The survey about the needs, wishes and weaknesses of the existing notices and the recommended guidance were followed.

**Keywords:** forecasting notices, plant protection service, KGZS-Zavod Novo mesto, survey, information system FITO-INFO

---

<sup>1</sup> univ dipl. inž. agr., Šmihelska c. 14, SI-8000 Novo mesto, e-mail: karmen.rodic@gov.si

<sup>2</sup> univ dipl. inž. agr., prav tam

<sup>3</sup> dipl. inž. agr. in hort., prav tam



## 1 UVOD

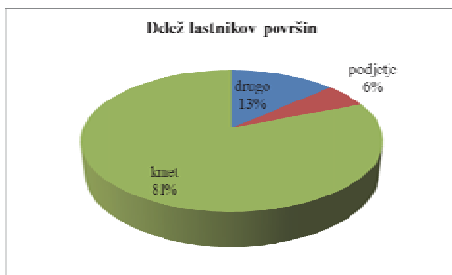
Služba za varstvo rastlin Slovenije obvestila za varstvo rastlin uporabnikom in izvajalcem varstva rastlin posreduje prek spletne strani Fito-info že od leta 2000. V tem obdobju se spletna stran ni bistveno spreminjala. Posamezni prognostični centri se v objavljenih obvestilih individualno odločajo o vsebini in vrstah podanih informacij. Glavna tehnična poudarka obvestil Službe za varstvo rastlin na KGZS – Zavodu Novo mesto sta ažurnost in periodičnost. Na začetku smo obliko in deloma vsebino prilagajali tehničnim zahtevam ter osnovnim potrebam uporabnikov informacij. Pozneje pa se je z vzporednim nadgrajevanjem sistema Fito-info in vzpostavitvijo novega agrometeorološkega spletnega prehoda, pokazala potreba po širši analizi želja uporabnikov. Izvedli smo anonimno pisno anketo. Namen ankete je bil zajeti in povzeti mnenje izvajalcev varstva rastlin o uporabnosti prognostičnih obvestil. V prispevku so predstavljeni rezultati te ankete, ki bodo pozneje služili za izboljšanje prognostičnih obvestil in uporabnost spletne strani Fito-info.

## 2 METODE DELA

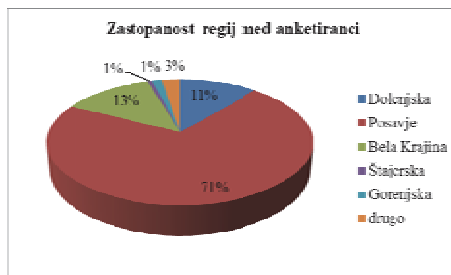
Vprašalnik je bil razdeljen v okviru predavanj, ki jih Služba za varstvo rastlin na KGZS – Zavodu NM izvaja za pridelovalce na celotnem območju JV Slovenije. Anketiranci so predstavniki različnih pridelovalnih panog, od katerih prevladujejo sadjarji in vinogradniki, sledijo jim vrtnarji in poljedelci. Izvedli in ovrednotili smo 163 anket, v katerih so nas zanimala predvsem sledeča področja: obseg in vrsta rastlinske pridelave, tehnična opremljenost in dosedanja praksa dostopa do informacij. Sledilo je poizvedovanje o potrebah, željah in pomanjkljivostih obstoječih obvestil ter priporočenih nadaljnjih usmeritvah. Anketiranci so bili izbrani naključno, različnih spolov in starosti. Za vrednotenje rezultatov smo uporabili metode absolutne in relativne frekvence, aritmetično sredino in procentni račun.

## 3 REZULTATI IN RAZPRAVA

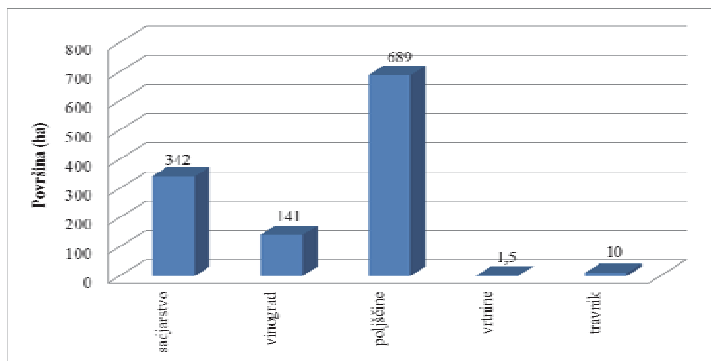
V sklopu rednih predavanj za pridelovalce sadja, poljščin, vrtnin in vinogradnikov smo v letu 2014 opravili 163 anonimnih anket. Pri anketi so sodelovale osebe, ki so večinoma imele status kmeta, prihajali pa so iz pokrajin: Dolenjska, Posavje, Bela Krajina, Štajerska in Gorenjska. Med anketiranci so po pridelavi kmetijskih rastlin prevladovali sadjarji, po pridelovalnih površinah pa pridelovalci poljščin.



Slika 1: Delež lastnikov površin glede na status.  
Figure 1: The proportion of owners, depending on the status.



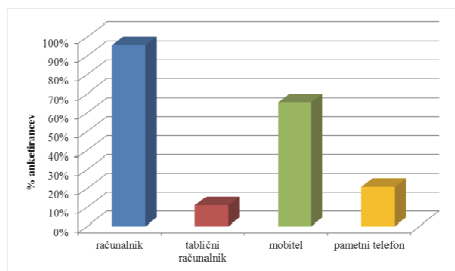
Slika 2: Zastopanost regij med anketiranci.  
Figure 2: The representation of the regions among respondents.



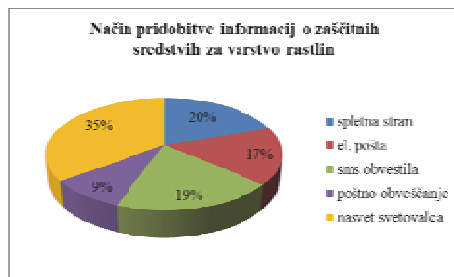
Slika 3: Površine (ha) glede na pridelovalno panogo.  
Figure 3: Area (ha) in relation to the production industry.

Strategija Ministrstva za kmetijstvo in evropskega kmetijstva je, da bi se povečal delež pridelovalnih površin z ekološko pridelavo. A kljub temu se večina hrane v Sloveniji pridelava na integriran način. Za ekološko pridelavo se namreč odločajo predvsem kmetije in ne toliko podjetja.

86

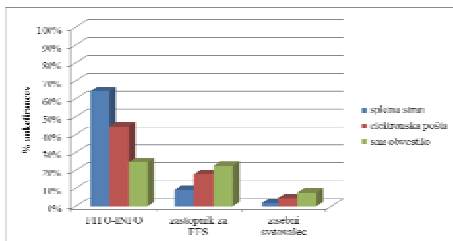


Slika 4: Način prejemanja informacij o varstvu rastlin.  
Figure 4: The method of receiving information about the plant protection.

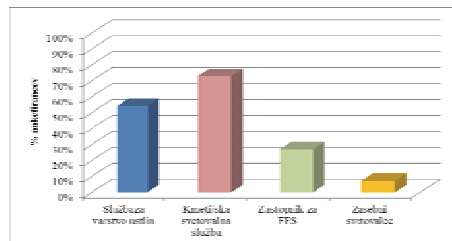


Slika 5: Način pridobitve informacij o zaščitnih sredstvih za varstvo rastlin.  
Figure 5: The way of obtaining information about the plant protection products.

Pri razvijanju spletne strani se je stremelo k temu, da se njena uporabnost poveča na račun avtomatizacije, da se uporabniku nudi poleg obvestila prek osnovne strani tudi avtomatsko prejemanje elektronskih sporočil in kratkih SMS sporočil prek mobilnega telefona. Posledično pri načinu prejemanja in pregledovanja informacij o varstvu rastlin največ anketirancev uporablja osebni računalnik in mobilni telefon. Medtem uporaba tako imenovanega 'pametnega telefona' ostaja na tretjem mestu, z 21 %. Zanimive rezultate smo dobili ob vprašanju na kakšen način pridobivajo informacije. Kot je razvidno iz slike 5, je pridobivanje potrebnih informacij dokaj enakomerno razporejeno, a še vedno ostaja na prvem mestu osebni nasvet svetovalca.



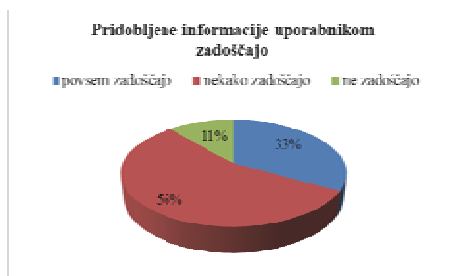
Slika 6: Najpogosteje obiskana spletna stran z informacijami o PFS.  
Figure 6: The most frequently visited website with information on plant protection products.



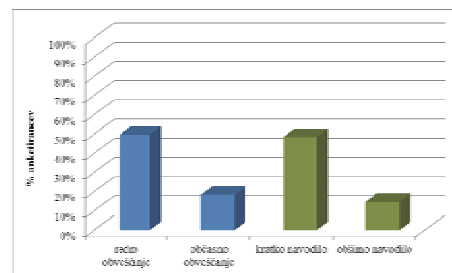
Slika 7: Način pridobitve osebne informacije o varstvu rastlin.  
Figure 7: The method of obtaining personal information on plant protection.

Za pridobivanje informacij o varstvu rastlin, anketiranci najpogosteje uporabljajo spletno stran Fito-info. Ravno tako je na prvem mestu za pregledovanje elektronskih sporočil na prvem mestu stran Fito-info ter tudi prejemanje kratkih SMS sporočil. Pri 'osebnem' pridobivanju' informacij se anketiranci najpogosteje obrnejo na svetovalca za varstvo rastlin pri Službi za varstvo rastlin, sledijo mu kmetijski svetovalci, zastopniki fitofarmaceutskih podjetij in najredkeje za nasvet vprašajo zasebne svetovalce. Uporaba interneta med pridelovalci pospešeno pridobiva na veljavi. Rezultati kažejo, da so spletne strani prvi vir, prek katerih pridejo do usmeritev za uspešno izvajanje varstva rastlin. Sistem Fito-info omogoča naročanje na objavljena obvestila, ki jih uporabnik s predhodnim naročilom avtomatsko prejme na svojo elektronsko pošto. Uporabniki imajo željo, da obvestila pridobijo po več kanalih, naj si bodi to spletna stran, elektronska pošta ali kratko SMS obvestilo. Uporabniki pridobivajo dodatne informacije naknadno tudi pri svetovalcih Službe za varstvo rastlin ali kmetijske svetovalne službe.

87

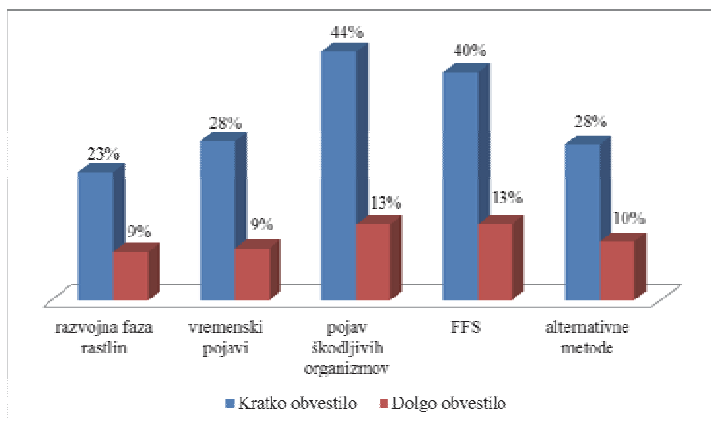


Slika 8: Ali pridobljene informacije uporabnikom zadoščajo?  
Figure 8: Is the obtained information sufficient for users?



Slika 9: Na kakšen način želijo uporabniki prejeti navodila?  
Figure 9: In what way users wish to receive guidelines?

Kljub temu, da je večina anketirancev (56 %) dokaj zadovoljna z uporabnostjo pridobljenih informacij, mora napovedovalno-opazovalna služba v prihodnje v svojih obvestilih zagotoviti več podatkov, ki bodo kmetom služili za lažje izvajanje varstva rastlin. Služba za varstvo rastlin na KGZS – Zavodu Novo mesto objavlja svoja obvestila predvidoma dvakrat na teden. Vodilo je, da se vsebina dopolnjuje in spreminja na podlagi razvoja dogodkov in pogojev v okolju. S tem se skuša pridelovalcem zagotavljati kontinuiteto in optimalen izbor varstvenih ukrepov v aktualnem obdobju. Prognošična priporočila se izdajo na podlagi opazovanj, prognošičnih modelov in strokovnih izkušenj.

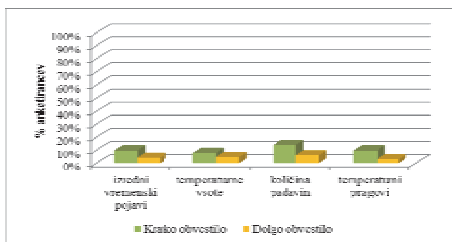


Slika 10: Primerjava rezultatov med kratkim in dolgim obvestilom. Katere informacije za uspešno izvedbo varstva rastlin naj obvestilo vsebuje?

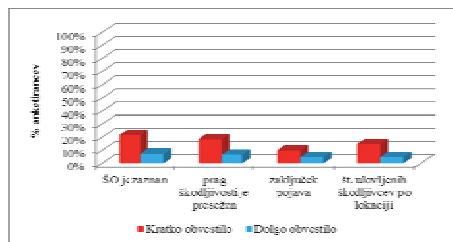
Figure 10: Comparison of results between long and short guidelines. What kind of information for a successful implementation of plant protection should notice contain?

Najpomembnejši vsebinski podatek je prvi pojav škodljivih organizmov. Na drugem mestu so informacije o priporočenih fitofarmacevtskih sredstvih (FFS).

88



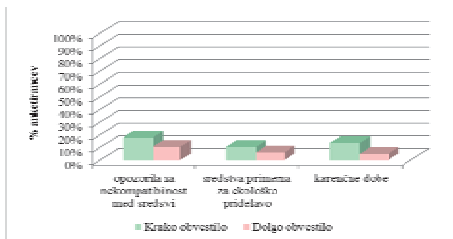
Slika 11: Pregled vremenskih podatkov za nazaj.  
Figure 11: Overview of weather data.



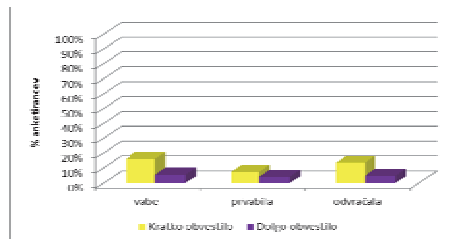
Slika 12: Poročanje o pojavu škodljivega organizma.  
Figure 12: Reporting on the occurrence of the pest.

Pri podajanju informacij o vremenskih razmerah za nazaj, uporabniki najbolj zanima podatek o množini padavin (6%), najmanj pa podatek o temperaturnih pragovih oz. temperaturnih vsotah. Glede poročanja o pojavu škodljivih organizmov, je med anketiranci, ki bi rajši imeli kratko obvestilo najbolj uporabna informacija, kdaj je bil prvič zaznan škodljiv organizem (21%). Ker so zasebne vremenske postaje za posameznike zelo velik strošek, se meteorološki parametri spremljajo v sklopu javne informacijske mreže prek agrometeorološkega portala.

Ko uporabniki v obvestilu za varstvo rastlin iščejo informacije glede uporabe fitofarmacevtskih sredstev, jih najbolj zanima informacija o nekompatibilnosti med posameznimi FFS. Karenčne dobe pri anketirancih, ki bi prejeli obsežnejša obvestila, niso tako pomembne, medtem ko pri anketirancih, ki bi prejeli kratka obvestila, ta podatek s 13 % zaseda drugo mesto. Uporabniki so zainteresirani za uporabo vseh treh alternativnih metod (slika 14), najbolj uporabno priporočilo pa je glede uporabe vab. Pri podajanju informacij glede usmeritev v varstvu rastlin je zelo pomemben način predstavitve zbranih podatkov. Kot kaže anketa, uporabniki največ pozornosti posvečajo varni in učinkoviti rabi fitofarmacevtskih sredstev.



Slika 13: Uporaba fitofarmacevtskih sredstev (FFS).  
Figure 13: The use of plant protection products.



Slika 14: Možnost uporabe alternativnih metod.  
Figure 14: The possibility of using alternative methods.

#### 4 SKLEP

Namen ankete je bil pridobiti informacije od uporabnikov, da bi izboljšali način posredovanja informacij o varstvu rastlin. Večina uporabnikov se o lastnostih in primernosti fitofarmacevtskega sredstva pozanima že doma, pred nakupom v trgovini. Uporaba interneta ostaja primarni vir informacij za večino izvajalcev varstva rastlin. V prihodnosti pričakujemo naraščanje uporabe pametnih telefonov. Sistem omogoča naročanje na objavljena obvestila, ki jih uporabnik s predhodnim naročilom avtomatsko prejme po elektronski pošti. Uporabniki imajo željo pridobiti obvestila iz več virov, naj si bo to spletna stran, elektronska pošta ali kratko SMS obvestilo. V sporočilu, ki je sestavljeno iz le nekaj znakov, je kmetovalec opozorjen na izredne dogodke. Veliko osebnega svetovanja je opravljenega tudi s telefonskimi klici pri svetovalcih, Službe za varstvo rastlin ali kmetijsko svetovalne službe. Osebnega svetovalca večinoma uporabljajo le večji pridelovalci. Anketa kaže, da uporabniki največ pozornosti posvečajo varni in učinkoviti rabi fitofarmacevtskih sredstev.

## ZAKONODAJA NA PODROČJU BIOTIČNEGA VARSTVA RASTLIN: SEZNAMI KORISTNIH ORGANIZMOV

Simona MAVSAR<sup>1</sup>, Stanislav TRDAN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, Uprava RS za varno hrano, veterinarstvo  
in varstvo rastlin, Sektor za zdravje rastlin in rastlinski semenski material, Ljubljana

<sup>2</sup>Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Ljubljana

### IZVLEČEK

Evropska in mediteranska organizacija za varstvo rastlin (EPPO) vodi koristne organizme, ki se uporabljajo za namen biotičnega varstva rastlin, na t.i. pozitivnem EPPO seznamu. Seznam je razdeljen na tri dele, in sicer Tržno dostopni biotični agensi (Dodatek I), Biotični agensi, uspešno vneseni v okviru klasičnega biotičnega varstva (Dodatek II) in Biotični agensi, ki jih je EPPO včasih priporočala za uporabo, danes pa ne več (Dodatek III). Seznam je bil prvič odobren septembra 2001. O njegovi reviziji vsako leto odloča Panel za biotično varstvo rastlin (Panel on Biological Control Agents). Koristni organizmi, katerih vnos, gojenje in uporaba je, v skladu s Pravilnikom o biotičnem varstvu rastlin (Uradni list št. 45/06), dovoljena v Republiki Sloveniji, so razvrščeni na Seznam domorodnih vrst organizmov za namen biotičnega varstva rastlin in na Seznam tujerodnih vrst organizmov za namen biotičnega varstva rastlin. Oba seznama vodi Uprava RS za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin (v nadaljnjem besedilu: Uprava) na podlagi rezultatov raziskav, strokovnih oziroma znanstvenih člankov ali drugih uradnih dokazov in pozitivnega EPPO seznama koristnih organizmov ter standarda za fitosanitarne ukrepe o varni uporabi koristnih organizmov za biotično varstvo rastlin. Domače raziskovalne inštitucije, zlasti Oddelek za agronomijo Biotehniške fakultete, so s preučevanjem zastopanosti naravnih sovražnikov v Sloveniji omogočile večanje Seznama domorodnih vrst organizmov in s tem možnosti za njihovo implementacijo v sisteme pridelave živeža v Sloveniji. V tej zvezi se je Seznam domorodnih vrst organizmov v obdobju od 2006 do 2015 povečal za 11 organizmov, in sicer leta 2008 za dve vrsti entomopatogenih ogorčic (EPO) in enega parazitoida listnih uši, leta 2009 za dve vrsti EPO, enega parazitoida listnih uši in enega parazitoida ščitkarjev, leta 2011 za parazitoida listnih zavrtalk, leta 2013 za enega plenilca fitofagnih pršic in enega plenilca resarjev ter leta 2015 za eno plenilsko stenico. Aktivno se je spreminjal tudi Seznam tujerodnih vrst, in sicer od leta 2006 do leta 2015 je bilo 19 sprememb.

**Ključne besede:** biotično varstvo rastlin, domorodne vrste organizmov, koristni organizmi, pravilnik, tujerodne vrste organizmov

### ABSTRACT

#### LEGISLATION IN THE FIELD OF BIOLOGICAL CONTROL OF PLANT PESTS: LISTS OF BENEFICIAL ORGANISMS

Beneficial organisms, which can be used for the purpose of biological control of plant pests, are included on so-called positive list by European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO) (EPPO). The positive list is divided into three parts: Commercially used biological control agents (Appendix I), Successfully introduced classical biological control

<sup>1</sup> mag., Dunajska 22, SI-1000 Ljubljana, e-mail: simona.mavsar@gov.si

<sup>2</sup> prof. dr., Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana

agents (Appendix II), and Agents formerly listed on Appendix 1 and/or 2 but removed (Appendix 3). The positive EPPO list was first approved in September 2001. The positive EPPO list is updated annually by the Panel on Safe Use of Biological Control. Beneficial organisms, the introduction, rearing and use of which is permitted in the Republic of Slovenia pursuant to Rules on biological control of plant pests (Official Gazette RS No 45/06), shall be classified in the List of indigenous and in the List of exotic species of organisms. The List of indigenous and the List of exotic species of biological control agents shall be maintained by the Administration of the Republic of Slovenia for food safety, Veterinary Sector and Plant Protection (hereinafter as: the Administration) on the basis of the results of researches, professional or scientific articles or other official evidences, as well as the positive EPPO list of beneficial organisms of the EPPO and the standard for phytosanitary measures on the safe use of biological control agents. The List of indigenous and the List of exotic species of beneficial organisms shall be available at the Administration and on its website: <http://www.uvhvr.gov.si/>. Slovenian research institutions, in particular the Department of Agronomy at the Biotechnical Faculty, by studying the occurrence of natural enemies in Slovenia allowed increasing the List of indigenous species of biological control agents and thus the possibility of their implementation in the system of food production in Slovenia. In this context, the List of indigenous species of biological control agents, in the period from 2006 to 2015, increased for 11 species: in 2008 for two species of entomopathogenic nematodes (EPO) and one aphid parasitoid, in 2009 for two species of EPO, one aphid parasitoid and one whitefly parasitoid, in 2011 for one leaf miners parasitoid, in 2013 for one predator of phytophagous mites and one thrips predator, and in 2015 for one predatory bug.

**Key words:** biological control, indigenous species of organisms, beneficial organisms, rules, exotic species of organisms

91

## 1 UVOD

Pomemben del pri ureditvi biotičnega varstva rastlin so sezname koristnih organizmov za namen biotičnega varstva rastlin. Na nivoju EPPO regije seznane koristnih organizmov ureja standard PM 6/3(4) Seznam organizmov za biotično zatiranje, ki se v EPPO regiji široko uporabljajo (v nadaljnjem besedilu: standard PM 6/3(4), na nacionalnem nivoju pa Pravilnik o biotičnem varstvu rastlin (Uradni list RS št. 45/06) (v nadaljnjem besedilu: Pravilnik). Sezname koristnih organizmov za namen biotičnega varstva rastlin se spreminjajo na podlagi novih spoznanj.

## 2 POZITIVNI EPPO SEZNAM

Evropska in mediteranska organizacija za varstvo rastlin (EPPO) ureja koristne organizme, ki se uporabljajo za namen biotičnega varstva rastlin, na podlagi standarda PM 6/3(4). To je t.i. pozitivni EPPO seznam. Seznam je razdeljen na tri dele, in sicer Tržno dostopni biotični agensi (Dodatek I), Biotični agensi, uspešno vneseni v okviru klasičnega biotičnega varstva (Dodatek II) in Biotični agensi, ki jih je EPPO včasih priporočala za uporabo, danes pa ne več (Dodatek III).

Ta pozitivni EPPO seznam določa koristne organizme za namen biotičnega varstva rastlin, za katere EPPO priznava, da se uporabljajo v več EPPO državah. Druge EPPO države lahko zato predpostavljajo z nekaj zaupanja, da je uporaba teh organizmov varna. Organizmi so uvrščeni na pozitivni EPPO seznam na podlagi strokovne presoje Skupnega EPPO/IOBC panela za biotično varstvo rastlin (Panel on Biological Control Agents).

Za uvrstitev na pozitivni EPPO seznam mora biti organizem uspešen za klasično biotično zatiranje in avtohton ali pa široko razširjen v EPPO regiji oziroma se je uporabljal vsaj 5 let v vsaj petih EPPO državah (izjemoma manj, če se rastlinske vrste gojijo v le nekaj državah).

Da organizem ni uvrščen na pozitivni EPPO seznam ne pomeni, da se organizem smatra kot nevaren, ampak le, da še ni bil preučen, ali da se še ne uporablja dovolj dolgo časa, da bi se vključil na seznam.

Mikroorganizmi, ki se uporabljajo za biotično varstvo, se ne upoštevajo, ker so zajeti v EU Uredbi 1107/2009 ali enakovrednih predpisih v večini EPPO držav.

### 3 NACIONALNA SEZNAMA

Koristni organizmi, katerih vnos, gojenje in uporaba je, v skladu s Pravilnikom, dovoljena v Republiki Sloveniji, so razvrščeni na Seznam domorodnih in Seznam tujerodnih vrst organizmov. Seznama vodi Uprava na podlagi rezultatov raziskav, strokovnih oziroma znanstvenih člankov ali drugih uradnih dokazov in pozitivnega EPPO seznama.

Seznama sta dostopna pri Upravi in na njenih spletnih straneh: <http://www.uvhvvr.gov.si/>. Seznama sta bila prvič odobrena aprila 2006 in se glede na nova spoznanja sproti spreminjata.

#### 3.1 Seznam domorodnih vrst organizmov za namen biotičnega varstva rastlin

Domače raziskovalne inštitucije, zlasti Oddelek za agronomijo Biotehniške fakultete, so s preučevanjem zastopanosti naravnih sovražnikov v Sloveniji omogočile večanje Seznama domorodnih vrst organizmov in s tem možnosti za njihovo implementacijo v sisteme pridelave živeža v Sloveniji.

V tej zvezi se je Seznam domorodnih vrst organizmov v obdobju od 2006 do 2015 povečal za 11 organizmov, in sicer leta 2008 za dve vrsti entomopatogenih ogorčic (EPO) (*Steinernema carpocapsae* in *Steinernema feltiae*) in enega parazitoida listnih uši (*Praon volucre*), leta 2009 za dve vrsti EPO (*Heterorhabditis bacteriophora* in *Steinernema kraussei*), enega parazitoida listnih uši (*Aphidius ervi*) in enega parazitoida ščitkarjev (*Encarsia formosa*), leta 2011 za parazitoida listnih zavrtalk (*Diglyphus isaea*), leta 2013 za enega plenilca fitofagnih pršic (*Neoseiulus californicus*) in enega plenilca resarjev (*Amblyseius andersoni*) ter leta 2015 za eno plenilsko stenico (*Macrolophus pygmaeus*).

S Seznama domorodnih vrst organizmov sta bila leta 2015 odstranjena dva organizma, in sicer *Beauveria brongniartii* in *Macrolophus melanotoma*. Gliva *Beauveria brongniartii* je bila odstranjena s seznama, ker se določbe Pravilnika ne uporabljajo za vnos in uporabo mikroorganizmov, ki jih urejajo predpisi s področja fitofarmaceutskih sredstev. Zaradi sklepa EPPO panela, da je organizem *Macrolophus pygmaeus* zaveden na pozitivnem EPPO seznamu pod napačnim imenom *Macrolophus melanotoma*, je bil slednji odstranjen s seznama, na seznam pa je bi dodan *M. pygmaeus*.

#### 3.2 Seznam tujerodnih vrst organizmov za namen biotičnega varstva rastlin

Aktivno se spreminja tudi Seznam tujerodnih vrst organizmov, in sicer od leta 2006 do leta 2015 je bilo 19 sprememb. Na podlagi rezultatov raziskav in strokovnih oziroma znanstvenih člankov Oddelka za agronomijo Biotehniške fakultete je bilo za 9 organizmov, ki so bili vodeni na Seznamu tujerodnih organizmov, ugotovljeno, da so domorodni. V skladu z novimi ugotovitvami so bili ti organizmi odstranjeni s Seznama tujerodnih organizmov in uvrščeni na Seznam domorodnih organizmov.

S Seznama tujerodnih vrst organizmov sta bila odstranjena dva organizma, *Cales noacki* in *Lysiphlebus testaceps*, v skladu s sklepom EPPO panela, o uvrstitvi teh dveh organizmov na seznam Biotičnih agensov, ki jih je EPPO včasih priporočala za uporabo, danes pa ne več (Dodatek III).



Na Seznamu tujerodnih vrst organizmov je bilo popravljenih 8 imen organizmov, ki so bili zavedeni pod sinonimom.

#### **4 SKLEP**

Usmeritve na področju zdravstvenega varstva rastlin dajejo vedno večji poudarek uporabi biotičnega varstva rastlin, kot primernega načina obvladovanja škodljivih organizmov v kmetijstvu in gozdarstvu. Pri tem pa je potrebno upoštevati tudi morebitno tveganje za ohranjanje narave in njene biotske raznovrstnosti, ki je veliko manjše pri vnosu domorodnih koristnih organizmov, kot pri vnosu tujerodnih organizmov. Zato domače raziskovalne inštitucije aktivno preučujejo zastopanost domorodnih koristnih organizmov v Sloveniji. Z inventarizacijo domorodnih koristnih organizmov se tako dopolnjuje Seznam domorodnih vrst organizmov in s tem možnosti za njihovo uporabo v pridelavi živeža v Sloveniji.

#### **5 LITERATURA**

- Pravilnik. 2006. Pravilnik o biotičnem varstvu rastlin (Uradni list RS, št. 45/06)  
PM 6/3(4). List of biological control agents widely used in the EPPO region, August 2015,  
[http://archives.eppo.int/EPPOStandards/biocontrol\\_web/bio\\_list.htm](http://archives.eppo.int/EPPOStandards/biocontrol_web/bio_list.htm)
- Mavsar S., Knapič, V. (2007). Ureditev biotičnega varstva rastlin v Sloveniji.- Zbornik predavanj in referatov 8. slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin, Radenci, 6.-7. marec 2007. Ljubljana, Društvo za varstvo rastlin Slovenije: 55-57.

## PRISTOP K OBVLADOVANJU PRERAZMNOŽITEV GOLIH POLŽEV IZ RODU *Arion*

Vlasta KNAPIČ<sup>1</sup>, Marjan VAUPOTIČ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, Uprava RS za varno hrano, veterinarstvo  
in varstvo rastlin, Ljubljana

<sup>2</sup>Murska Sobota

### IZVLEČEK

94 Nekateri invazivni polži so globalno prepoznani kot pomembni okoljsko in gospodarsko škodljivi organizmi. Španski lazar (*Arion vulgaris* Moquin-Tandon, 1855; sin. *Arion lusitanicus* auct. non-MABILLE) [Mollusca, Gastropoda, Arionidae] se omenja kot vzorčni primer v dokumentih nove politike Evropske unije (EU) na področju invazivnih tujerodnih vrst (Uredba 1143/2014/EU), ki ima namen dopoljevati fitosanitarno in veterinarsko politiko. Oba sektorja politike pri reguliranju izključujeta naravno širjenje in urejata le tujerodne vrste, vnesene v Unijo kot posledico človekove dejavnosti. Vrsta se je v zadnjih desetletjih v Sloveniji in drugod po srednji in vzhodni Evropi močno razmnožila in razširila ter povzroča škodo na gojenih rastlinah. Iberskega polotoka ta vrsta ne posekuje, vendar je bila zmotno določena za endemično vrsto *Arion lusitanicus*, ki pa je znana le z območja Portugalske. Nekateri viri predpostavljajo, da gre v primeru španskega lazarja morda za kompleks vrst. V prispevku so po pregledu literature nakazane možnosti pristopa k obvladovanju prerazmnoženih populacij španskih lazarjev na podlagi novo ugotovljene biologije in ekologije ter možnosti za razvoj prognostičnega modela za podporo integriranemu varstvu rastlin.

**Ključne besede:** goli polži, *Arion vulgaris*, *Arion lusitanicus* auct. non-MABILLE, obvladovanje škodljivcev

### ABSTRACT

#### MANAGEMENT APPROACH TO ABUNDANCE OF *Arion* SLUGS

Some invasive molluscs are recognised as the world's important ecological and economic pests. *Arion vulgaris* Moquin-Tandon, 1855; sin. *Arion lusitanicus* auct. non-Mabille (Mollusca, Gastropoda, Arionidae) is mentioned as a case example in the new EU policy documents on invasive alien species (Regulation 1143/2014/EU), which tends to be complementary to phytosanitary and veterinary policies. Both policy sectors exclude natural spread and regulate only species introduced into the Union as a consequence of human activity. In this paper the importance of sound scientific support for proper official action is shown on an example of *Arion vulgaris*, which has been misidentified as Lusitanian slug *Arion lusitanicus* (an endemic species in Portugal). Slugs, which occur in Slovenia and the rest of central and east Europe in high abundance in last decades, are commonly known as Spanish slugs, although they cannot be found on Iberian peninsula and their original provenance is not known. These slugs are spreading rapidly, often occur in large numbers, and do significant damage to various species of plants. Some management options are presented based on literature review on new life history traits of false Lusitanian slugs and possible prognostic model to support integrated pest management.

**Key words:** slugs, *Arion vulgaris*, *Arion lusitanicus* auct. non-MABILLE, pest control

<sup>1</sup> univ. dipl. ing. agr., Dunajska 22, SI-1000 Ljubljana, e-mail: vlasta.knapic@gov.si

<sup>2</sup> mag., univ. dipl. biol., Ulica generala Maistra 5, SI-9000 Murska Sobota

## 1 UVOD

Španski lazar (*Arion vulgaris* Moquin-Tandon, 1855; sin. *Arion lusitanicus* auct. non-MABILLE) [Mollusca, Gastropoda, Arionidae] se omenja kot vzorčni primer v dokumentih nove politike Evropske unije (EU) na področju invazivnih tujerodnih vrst (Uredba št. 1143/2014/EU), ki ima namen dopolnjevati fitosanitarno in veterinarsko politiko pri preprečevanju vnosa in širjenja tujerodnih vrst. Fitosanitarna zakonodaja EU (Direktiva 2000/29/ES) vključuje določbe o organizmih, ki so škodljivi za rastline ali rastlinske proizvode. Prve vrste polžev, ki so regulirani na področju zdravja rastlin, so iz rodu *Pomacea* (Perry). Na področje varstva rastlin pa sodijo tudi mnogi drugi škodljivci in bolezni, ki so gospodarsko škodljivi gojenim rastlinam in jih obvladujemo z različnimi nekarantenskimi ukrepi na podlagi poznavanja njihove biologije in ekologije. Kaže, da med slednje sodi tudi španski lazar.

## 2 FITOSANITARNI UKREPI IN UKREPI PROTI TUJERODNIM INVAZIVNIM VRSTAM

### 2.1 Fitosanitarni ukrepi

V okviru mednarodne konvencije o varstvu rastlin (IPPC) države določajo fitosanitarne ukrepe, ki so naravnani zlasti na preprečevanje vnosa novih vrst škodljivih organizmov s pošiljkami rastlin in rastlinskih proizvodov. Tropski sladkovodni polž *Pomacea caniculata*, ki izvira iz Južne Amerike, je bil prvič vnesen v Azijo kot potencialni vir proteinske hrane, a je namesto tega postal resen škodljivec v pridelavi riža. Po poročilu Španije o ugotovitvi novega škodljivega polža *Pomacea insularum*, ki ogroža vodne rastline, je bil na fitosanitarnem področju sprejet prvi nujni ukrep proti polžem, ki prepoveduje vnos in širjenje polžev iz rodu *Pomacea* (Perry); (2012/697/EU).

Konvencija IPPC ima dolgo globalno zgodovino, saj je bila njena prva predhodnica Bernska konvencija sprejeta proti trtni uši (*Phylloxera vastatrix*) leta 1878, zdravstvena spričevala za pošiljke v mednarodnem prometu pa so uvedli s konvencijo o varstvu rastlin leta 1929. Sedaj veljavna konvencija je bila sprejeta leta 1979 in zaradi Sanitarno-fitosanitarnega sporazuma WTO o dovoljenih ukrepih v mednarodni trgovini dopolnjena 1997. leta.

### 2.2 Ukrepi proti tujerodnim invazivnim vrstam

V okviru konvencije o biološki raznovrstnosti (CBD) države določajo ukrepe, ki so naravnani zlasti na preprečevanje vnosa novih vrst invazivnih tujerodnih organizmov s pošiljkami v mednarodni trgovini. Konvencija CBD je bila sprejeta šele leta 1992. CBD ni umeščena neposredno v okvir WTO, zato se je pri razvoju mednarodnih standardov navezala na IPPC, kjer so ustrezne standarde, zlasti o ocenjevanju tveganja, dopolnili z vidiki CBD glede: biološke raznovrstnosti, delovanja ekosistema, vpliva na okolje, ocenjevanja tveganja za okolje in globalnih sprememb. Ustrezen standardni protokol, ki služi za ocenjevanje tveganja tako zaradi škodljivih organizmov kot zaradi invazivnih tujerodnih vrst, je razvila tudi Evropska agencija za varno hrano.

Tveganje vnosa novih vrst se je zelo povečalo v zadnjih desetletjih zaradi povečanega obsega svetovne trgovine, prometa, turizma in podnebnih sprememb. Oba sektorja politike (IPPC in CBD) pri reguliranju izključujeta naravno širjenje in urejata le tujerodne vrste, vnesene v Unijo kot posledico človekove dejavnosti. Kot podlaga za zakonsko ureditev tujerodnih organizmov je na obeh sektorjih potrebna trdna znanstvena in strokovna podpora, ki lahko oceni tveganje in poda ustrezne predloge ukrepov preprečevanja vnosa in širjenja ali pa

obvladovanja pod pragom škodljivosti. Države Evropske unije naj bi do 2. januarja 2016 vzpostavile popolnoma delujoče strukture za ocenjevanje tveganja in izvajanje uradnega nadzora. Dvomljivi podatki o zastopanosti španskega lazarja kot tujerodne invazivne vrste v okviru več evropskih projektov (DASIE, EASIN) kažejo na dosedanje pomanjkanje strokovnih podlag, saj je bila vrsta *Arion vulgaris* napačno identificirana kot portugalski lazar (*Arion lusitanicus*), ki je endemična vrsta na Portugalskem in naj ne bi povzročala večje škode. Seznam invazivnih tujerodnih vrst v EU še ni določen, a španski lazar ne izpolnjuje osnovnih kriterijev za uvrstitev nanj.

### 3 LAZARJI (*Arion* spp.)

Rod *Arion* ima od 30 do 50 vrst, ki jih je zelo težko razločevati. Morfološka analiza po zgradbi jajcevodov in ligule v kombinaciji s pigmentacijo in velikostjo polža je nezanesljiva zaradi velike variabilnosti znotraj vrst in populacij. Velikost in pigmentacija odraslega lazarja sta odvisni od okoljskih dejavnikov, zlasti hrane, temperature in vlage, zato jih je skoraj nujno določevati z genetskimi analizami, npr. sekvenco fragmenta 410 baznih parov mitohondrijske 16SrRNK (Slotsbo, 2012) ali drugih markerjev (npr. sekvence mitohondrijskega gena za citokinsko oksidazo in gena za NADH-dehidrogenazo 1; Pfenninger *et al.*, 2014). Ker so genetske analize dostopne šele v zadnjih desetletjih, je bilo veliko zmotnih poročanj in bi bilo treba narediti taksonomsko revizijo vrst celotnega rodu (Soroka, 2009; Pfenninger *et al.*, 2014).

Med velikimi lazarji naj omenimo zlasti naslednje vrste, ki se pojavljajo v Evropi:

- črni lazar (*Arion ater* L., 1758): endemična vrsta v Skandinaviji in severozahodni Evropi, invazivna v S Ameriki in Avstraliji;
- veliki lazar (*Arion rufus* L., 1758): endemična vrsta v srednji Evropi, podatki iz literature govorijo o njeni najdbi v Sloveniji (Vaupotič in Velkovrh, 1997), vendar pregled vzorcev treh zbirk tega ni potrdil (Vaupotič in Velkovrh, 2002); zabeležen kot škodljivec rastlin (Engelke *et al.*, 2012; Slotsbo, 2012)
- portugalski lazar (*Arion lusitanicus* Mabilles, 1868): endemična vrsta na Portugalskem;
- španski lazar ali lažni portugalski lazar (*Arion vulgaris* Moquin-Tandon, 1855; sin. *Arion lusitanicus* auct. Non-Mabilles): okarakteriziran kot invazivna vrsta v Evropi, povsod velik škodljivec rastlin, izvorno območje ni znano, prvi podatki za Slovenijo so iz 90. let prejšnjega stoletja (Wiktor 1996, Vaupotič in Velkovrh, 1997), čeprav so ga pozneje ugotovili tudi v konzerviranih vzorcih iz leta 1970 (Vaupotič in Velkovrh 2002).

V Sloveniji je bil napravljen prvi obsežnejši pregled favne golih polžev (Gastropoda: Pulmonata: Milacidae, Limacidae, Boettgeriidae, Agriolimacidae, Arionidae) z obdelavo približno 600 vzorcev iz treh zbirk, na podlagi analize znakov na spolnem aparatu. Šest vrst je bilo prvič zabeleženih za Slovenijo. Iz družine lazarjev so bile ugotovljene vrste: španski lazar (*A. vulgaris*) - 14 lokalitet od Primorske, Gorenjske, osrednje Slovenije, do Posavja in SV Slovenije), rjavkasti lazar (*A. subfuscus* Draparnaud), očrtani lazar (*A. circumscriptus* Johnston), vrtičkarski lazar (*A. fasciatus* Nilsson), gozdni lazar (*A. silvaticus* Lohmander), gorski lazar (*A. alpinus* Pollonera), navadni vrtni lazar (*A. distinctus* J. Mabilles), vrtni lazar (*A. hortensis* Férussac), medtem ko velikega lazarja (*A. rufus* L.), ki je bil naveden v literaturi, niso potrdili (Vaupotič in Velkovrh, 2002).

Genetske analize velikih kopenskih lazarjev zmerno toplih območij Evrope kažejo precejšno raznolikost klasično določenih vrst (*A. ater*, *A. rufus*, *A. lusitanicus*, *A. vulgaris*). V prerazmnoženih populacijah so našli tudi precej nedoločenih vrst, kar nakazuje na medsebojno križanje oziroma, da so pod temi nazivi opisane kriптиčne vrste ali kompleksni vrst

(Engelke *et al.*, 2009; Soroka *et al.*, 2009; Slotsbo, 2012; Jordaens *et al.*, 2013; Pfenninger *et al.*, 2014).

### 3.1 Španski lazar (*Arion vulgaris*)

Španskega lazarja (*A. vulgaris*) so odkrivali v srednji in severni Evropi v zadnjih 60 letih: Bolgarija (1966), Slovenija (1970), Hrvaška (1983), Madžarska (1985), Poljska (1987), Avstrija, Češka, Nemčija, Švica, Srbija (2002), Islandija (2003), Ukrajina (2007), Estonija (2009), Latvija (2010), Romunija (2012), Litva (2013), Slovaška, Švica. V Skandinaviji je bil najprej popisana na Švedskem (1975), nato na Norveškem (1988), Finskem (1990 na otoku Aland, 4 leta kasneje na celini) in Danskem (1991). (Slotsbo, 2012; Pfenninger *et al.*, 2014). Kjer se pojavlja skupaj z vrsto *A. rufus*, se z njim pari, a ga tudi izpodriva: morda zaradi nezmožnosti oplodnje, ki daje sterilna jajčeca, lahko so križanci, ki jih leže *A. rufus*, sterilni in nimajo potomcev (Dreijers *et al.*, 2013) ali pa se povratno križajo s starši, kar vodi do introgresije in je to nadaljnji razlog za izginotje rdečega lazarja (*A. rufus*) (Jordaens *et al.*, 2013; Pfenninger *et al.*, 2014).

#### 3.1.1 Biologija

Lazarji so hermafroditi, ki pa se večinoma medsebojno oplodjujejo. Po paritvi oba osebka odlagata jajčeca. Španski lazar je pretežno univoltilna vrsta, ki se ob ugodnih okoljskih razmerah razmnožuje v starosti 6 do 9 mesecev. V osrednji Evropi se to obdobje začne konec junija, doseže vrh avgusta in septembra, traja pa lahko vse do decembra. Dva do štiri tedne po oploditvi posamezen osebek v dvomesečnem obdobju (pri nas običajno od konca avgusta do oktobra) v časovnih razmikih odlaga jajčeca. En polž izleže v povprečju 400 jajčec. Po zadnjem odlaganju jajčec po nekaj tednih živali večinoma poginejo, le redke preživijo več kot leto. V eksperimentu na Danskem so tisti, ki niso odložili jajčec, živeli do tri leta. Najbolj omejujoč dejavnik so nizke zimske temperature. Če odrasli španski lazar uspešno prezimi, lahko ob ugodni temperaturi in vlagi odlaga jajčeca v naslednjem letu. Ta semivoltilni življenjski krog, dvospolnost kot tudi sposobnost parjenja z drugimi vrstami velikih lazarjev ter neizbirčnost pri prehranjevanju daje vrsti *A. vulgaris* v naravi plastičnost in prispeva k preživetju neugodnih razmer ter lokalni abundanci (Slotsbo, 2012).

Odrasli španski lazar je temnejše rjave barve. Glede na starost in prehrano je lahko rdečerjave ali rumenorjave barve. Nima kutinaste zaščite. Iztegnjen meri v dolžino povprečno od 10 do 12 cm, lahko dosega tudi velikost 15 cm, v premer pa 3 do 4 mm. Je vsejed, ki se prehranjuje z živimi in odmrliimi rastlinami kot tudi z živalsko beljakovinsko hrano. Izloča obilno obstojno slino, ki je prozorno bele barve. Je predvsem nočno aktivna žival, ki jo najlaže opazimo zjutraj in zvečer, v deževnih dneh pa tudi čez dan. Španski lazar raste intenzivno v mladostni dobi, sicer pa vse svoje življenje (Slotsbo, 2012).

Jajčeca odlaga v skupinah od 20-200 na skrita mesta, kjer je zagotovljena vlaga: do 10 cm globoko v tleh, pod gosto vegetacijo z organskimi ostanki na tleh, v kompostnih kupih. Španski lazar lahko izleže do 500 jajčec. Optimalna temperatura za razvoj jajčec je 10-15 °C, ko razvoj traja 66 dni in je izleganje 81%. Z dviganjem temperature se čas izleganja krajša in je najkrajši pri 20 °C (37 dni, 51%). Temperaturno območje zunaj 2-20 °C zmanjšuje preživetje izleglih mladičev. Temperatura pod 0 in nad 25 °C ustavi izleganje. Razvoj jajčec se konča po dosegu temperaturnega praga 625-750 °C, ko se prične izleganje. Inkubacija oziroma zorenje jajčec tako traja med 3,5 in 5 tedni (Slotsbo, 2012).

Večina jajčec je v srednji Evropi odloženih sredi septembra. Ta se izležejo do konca decembra, tako da prezimijo juvenilni stadiji. Jajčeca, odložena pozno jeseni (november – december), dozoriijo šele spomladi, če preživijo nizke zimske temperature. Španski lazar je

toleranten na zmrzal: jajčeca preživijo do  $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ , juvenilni stadij do  $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ , odrasli pa do  $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Na zmrzal se je prilagodil tako, da je juvenilni stadij mobilni še pri temperaturi do  $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$  in se pred mrazom umakne v globlje plasti tal. Neugodne temperaturne razmere lahko ob zmanjšanem metabolizmu preživijo tudi v daljšem obdobju: ko so jih eksperimentalno držali pri  $2 - 5\text{ }^{\circ}\text{C}$  eno leto, so minimalno rastle, ko so jih potem premestili na  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ , pa so normalno dorasli, če ni bilo omejitve pri hrani (Knop in Reusser, 2012; Slotsbo, 2012).

Drug omejitveni dejavnik je vlaga. Ker nimajo hišice in ne tvorijo epifragme, ki bi jih zaščitila pred izsušitvijo, se morajo med sušnim obdobjem umakniti na vlažna območja. Jajčeca pričnejo izgubljati vlogo že pri 99,8 % relativni zračni vlagi, podobno tudi juvenilni stadiji. Vendar je bila tudi tu ugotovljena velika plastičnost vrste: brez škode lahko jajčeca izgubijo do 60% vode. Celo pri 81% izgubi vode je bilo ugotovljeno 50% preživetje oziroma izleganje iz jajčec. Veliko tolerantnost na izgubo vode imajo tudi odrasli osebk, ki se zelo hitro rehidrirajo ob ponovnem kontaktu z vodo. Podobno lastnost ima rumenkasti slinar *Limax flavus*, ki lahko izgubi do 94% vode (85% telesne teže) (Slotsbo, 2012).

### 3.1.2 Španski lazar kot domorodna vrsta

Španski lazar se navaja kot vzorčni primer vnosa in širjenja invazivnih tujerodnih vrst v Evropi, toda genetske populacijske študije vzorcev, nabranih po srednji Evropi, kažejo, da je španski lazar domorodna vrsta. Od prvih najdb prerazmnožitev španskega lazarja v Švici (1950) se je odkrivanje novih območij, kjer se je škodljivec gojenih rastlin pojavljal, kazalo kot invazivno antropogeno pogojeno raznašanje vrste. Toda genetska analiza vzorcev s 60 lokalitet srednje in vzhodne Evrope (tudi iz Slovenije) je pokazala, da so španski lazarji z lokalitet v srednji in vzhodni Evropi genetsko nesorodni tistim vzorcem, ki so izvirali iz Iberskega polotoka. Geografsko in časovno modeliranje zadevnih haploskupin golih polžev, ki so bili morfološko določeni kot španski lazarji, je pokazalo, da se prav noben haplotip iz Španije in zahodne Francije ne pojavlja na območjih prerazmnožitev v srednji in vzhodni Evropi oziroma obratno. Sicer so določili 21 oziroma 29 haplotipov lazarjev in jih po sorodnosti razvrstili v filogenetsko drevo: *A. rufus* in *A. vulgaris* sta zelo sorodni vrsti, vzorci prerazmnoženih populacij iz srednje Evrope pa so v isti haploskupini *A. lusitanicus* non-Mabile = *A. vulgaris*. Ta haploskupina španskega lazarja, ki so jo dojemali kot invazivno, je bila enakomerno zastopana od severne Francije, preko držav Beneluksa, Danske, Nemčije, do Alp, kar se sklada z območjem kopnega v dobi zadnje maksimalne poledenitve (LGM, pred 18.000 – 26.000 leti), kjer so kopenske vrste lahko preživele neugodne razmere ledene dobe (refugia). Filogenetska starost korenin drevesa vrst lazarjev je med 294.000 leti (analiza mtDNK) in 920.000 leti (analiza jedrne DNK). Med njimi je tudi španski lazar *A. vulgaris*. (Pfenninger *et al.*, 2014)

Ker genetske analize prepoznajo polimorfizme, ki nastajajo z mutacijami v tisočletjih razvoja vrst, so v bodoče edin zanesljiv način razločevanja španskega lazarja od sorodnih vrst, kot tudi določitev morebitne nove vrste, nagnjene k prerazmnožitvam. Tudi na Poljskem so z molekulskimi analizami mitohondrijske DNK dokazali nove genotipe in veliko variabilnost španskega lazarja, ki omogoča plastičnost vrste na različne okoljske razmere (Soroka *et al.*, 2009).

### 3.2 Obvladovanje prerazmnožitev španskega lazarja

Poznavanje biologije in ekologije španskega lazarja v našem okolju je ključnega pomena za razvoj strategij obvladovanja prerazmnožitev oziroma držanja populacij pod pragom škodljivosti. Zaradi prilagodljivosti španskega lazarja je potrebno združevati in kombinirati čim več izvedljivih metod zatiranja, kot je tudi sicer pristop v integriranem varstvu rastlin.

Poskusi z več vrstami iz rodu *Arion* v Španiji so pokazali, da en polž poje 600 g sveže solate, da zraste od mladiča do odraslega polža. Ko se začne razmnoževati, ni več uspešna nobena metoda zatiranja. Pod pragom škodljivosti so jih zadržali, če so zatiranje začeli od časa izleganja do spolne zrelosti prvih polžev (Knop in Reusser, 2012).

Poskusi na vrtovih na Norveškem so pokazali, da je na vrtovih brez ukrepanja prišlo do zelo velikih populacij v nekaj letih, medtem ko so na vrtovih, ki so jih preuredili tako, da je celotna površina ostala neporasla in odprta 20 cm na tlemi, ugotovili 55 % zmanjšanje populacije; najmanjše populacije so bile na vrtovih, kjer so lazarje aktivno lovili in jih pokončali (80 % zmanjšanje). Na območjih pojavljanja španskega lazarja je v agroekosistemi brez obdelave ali z minimalno obdelavo tal vedno največja abundanca (Hatteland *et al.*, 2013).

Glede na letni čas oziroma rastno sezono in glede na kmetijsko/hortikulturno rabo zemljišč je potrebno kombinirati metode obdelave tal in rastlinja (npr. prekopavanje, valjanje, odstranjevanje plevelov), preprečevanja dostopa do gojenih posevkov (npr. ograde, vodni kanali, dvignjene posode), metode lovljenja in pokončanja (nastavljanje ostankov zelenjave, sadja, zdroba, kuhanih kaš, piva, ipd.), kemične metode (formulirane prehranske vabe – železov-EDTA kompleks ali z dodatkom insekticida) ter biotične metode (privabljanje naravnih sovražnikov, npr. slepca in talnih hroščev, ki jedo jajčeca, ali naseljevanje rac in podobno) (Hatteland *et al.*, 2013; Kozłowska *et al.*, 2014).

Zaradi zahtevnosti rabe v naravnih pridelovalnih razmerah se uporaba pripravkov za biotično varstvo s parazitskimi ogorčicami *Phasmarhabditis hermaphrodita* ni razmahnila, čeprav je v Evropi komercialno dostopna že od leta 1994. Poleg tega delujejo precej nespecifično: parazitirajo tudi koristne vrste polžev in celo deževnike (Laznik in Trdan, 2009).

Te ogorčice se v tleh obdržijo do 99 dni s pomočjo sluzi in izločkov lazarjev, v katere prodrejo prek izločalne odprtine in jih okužijo z bakterijo *Moraxella osloensis*, ki je toksična za polže. Ogorčice se hranijo s temi bakterijami, ki ostajajo v tleh v umrlih okuženih polžih, tako da lahko novi rodovi okužijo zdrave polže. Vse skupaj pa se mora odvijati v zadosti vlažnih razmerah in dovolj veliki populaciji polžev, pri španskem lazarju pa še dovolj zgodaj v rastni dobi, saj je zatiranje s parazitsko ogorčico *P. hermaphrodita* uspešno samo pri mladičih španskega lazarja (Kozłowska *et al.*, 2014).

Pri nas so za zatiranje španskega lazarja na Biotehniški fakulteti proučevali repelente (pelin, lubje akacije, listje hrasta, eterično olje origana, dobre misli, teloh) in polžem strupene snovi (česen, kofein, kumina), sol in tiso. Injiciranje izvlečka kumine z natrijevim dodecil sulfatom (SDS) je bilo učinkovito proti španskem lazarju (Mihičinac, 2010), vprašanje pa je, kako bi v naravi polži zaužili dovolj veliko količino.

V preglednici 1 so v Sloveniji registrirani limacidi v obliki prehranskih vab. Med njimi je železov III fosfat nestrupen za toplokrvne živali in koristno favno v tleh, saj se fosfat raztopi šele v polževem želodcu. V privabilnem pripravku ferramol je v obliki modrih zrn, saj naj bi modra barva privlačila polže, na ptice pa naj bi delovala odvrtačno. Ob veliki populaciji polžev ali če so ti preveliki (odrasli), ne deluje učinkovito.

Za gole polže so značilne visoke zahteve glede vlažnosti okolja zaradi dehidracije, zato to občutljivost lahko izkoristimo za zatiranje z dehidracijskimi sredstvi. Že dolgo je znana uspešna raba apna, kajnita v prahu (Staubkainit) in gnojila kalcijevega cianida ( $\text{CaCN}_2$  – Kalkstickstoff). Stara aktivna snov je tudi metaldehyd, ki je polimerizirani acetaldehyd ( $\text{CH}_3\text{CHO}$ ) in v vabi z dodatkom beljakovin, dekstroze in kazeina. Deluje kot želodčni in kontaktni strup in je potrebno z njim ravnati skrajno previdno (Hoffmann, 1976).

V ekološkem in integriranem varstvu rastlin je k vsem drugim metodam zatiranja mogoče kombinirati zlasti pripravek prehranskih vab Ferramol železov (III) fosfat, medtem ko zatiranje s parazitsko ogorčico *P. hermaphrodita* še ni mogoče, ker pri nas kot tujerodna vrsta nima dovoljenja za uporabo (Laznik *e tal.*, 2010).

Preglednica 1: Fitofarmacevtska in biotična sredstva za zatiranje polžev v letu 2015.

Limacid	Uporaba	Odmerek	Registracija v Sloveniji
<b>Ferramol železov (III) fosfat</b>	Prehranska vaba	500 g/ar (zrnca)	Do 6.11.2018
<b>Metarex inov (metaldehid 4%)</b>	Vaba na prostem in v rastlinjakih	3 x 40 - 50 g/ar	Do 31.5.2022
<b>Kolfloor; Agrosan B – polžomor (metaldehid 5%)</b>	Vaba na prostem in v rastlinjakih	70 - 100 g/ar	Do 31.5.2015 (stara a.s., v preverjanju)
<b>Arion + (metaldehid 5%)</b>			
<b>Carakol (metaldehid 5%)</b>			
<b>Celaflor Limex (metaldehid 5%)</b>	Vaba na prostem in v rastlinjakih	2 x 70 g/ar	Do 31.5.2022
<b>Limaks (metaldehid 5%)</b>			Do 31.5.2015
<b>Terminator vaba za polže (metaldehid 5%)</b>	Vaba na prostem in v rastlinjakih	70 - 100 g/ar	Do 31.5.2015
<b>Mesurool granulat (metiokarb 4%)</b>	Vaba na prostem in v rastlinjakih	2 x 30 – 40 g/ar	Prenehanje dovoljenja Zaloge v uporabi do 19.9.2015
<b>parazitska ogorčica polžev <i>Phasmarhabditis hermaphrodita</i> (Schneider)</b>			Še nima dovoljenja za uporabo (tujerodna vrsta, nespecifično delovanje)

100

#### 4 RAZPRAVA

Ker je za nekatere vrste naravno, da se selijo zaradi sprememb v okolju, jih v novem okolju ne moremo obravnavati kot tujerodne vrste. Španski lazar bo torej že s tega vidika izzet s področja reguliranja invazivnih tujerodnih vrst, saj naj bi se osredotočili samo na vrste, ki so bile v EU vnesene zaradi posegov človeka in še niso ustaljene (Uredba 1143/2014/EU).

Kot splošno razširjena vrsta niti ne more biti regulirana – njeno zatiranje bo prepuščeno imetnikom zemljišč, kjer se pojavljajo. Za najbolj učinkovito se je izkazala kombinacija aktivnosti na celotnem območju pojavljanja: preprečevanje širjenja, zgodnje odkrivanje in hiter odziv ter več hkratnih metod zatiranja. K preprečevanju širjenja golih polžev s človekovo dejavnostjo pripomore javno usposabljanje in ozaveščanje, ki ga strokovnjaki lahko izvajajo zlasti ob podpori lokalnih skupnosti. Zgodnje odkrivanje in hitro odzivanje mora vključevati program opazovanja s popisovanjem lokalitet oziroma s kartiranjem, na podlagi katerega bi bilo določeno območje akcij obvladovanja s fizično odstranitvijo španskega lazarja in nastavljanjem kemičnih prehranskih vab.

Ker je pri španskem lazarju temperatura okolja glavni dejavnik razvoja, jo je mogoče vključiti v deterministični model spremljanja in napovedovanja. Sicer nam pri naravnih populacijah, ki so imele v času dveletnega spremljanja čas izleganja raztegnjen od novembra do junija, zelo malo pomaga podatek, da se razvoj jajčec konča pri temperaturni vsoti 625-750 °C (Slotsbo, 2012). Bolj pomembno je napovedati zgodnje ukrepanje na celem območju škodljivosti, to je v času od marca do maja, ko povsod škoda na pridelkih še ni zlahka opazna, in predlagati integriran pristop – več metod, ustreznih primeru. Redko nastane potreba po ukrepanju v naravnih okolju, pač pa v urbanem in kmetijskem. Španski lazar kaže značilnosti tipične sinantropne vrste, ki se zadržuje v vlažnem okolju blizu zgradb, rek ali močvirij in se vsako noč za hranjenje premakne v posevke (2-3 m ob robu njiv) in naravne habitate (Slotsbo, 2012).



Natančneje bi bilo treba določiti prag škodljivosti za različne vrste gojenih rastlin. Našli smo splošen prag škodljivosti, ki je 2-5 osebkov na kvadratni meter. Španski lazar pa lahko doseže tudi do 50 osebkov na kvadratni meter zemljišča. Pri obvladovanju ne smemo spregledati, da se rad zaleze v posode in embalažo, s katero gredo rastline ali pridelki v prodajo ali drugo premeščanje. Ravno prenos z rastlinami, zemljo, lesom, kamni in podobnim ter zmotna določitev za endemično vrsto iz Iberskega polotoka so vodili k zaključku o antropogenem vnosu tujerodnega organizma. Nobenega dvoma pa ni v škodljivost vrste za gojene rastline, saj je izguba pridelka tudi 70 % (Kozłowska *et al.*, 2014) in več, še posebno v sistemih pridelave z minimalno obdelavo in ekološko usmeritvijo.

## 5 SKLEPI

Uporabnikom, ki se ukvarjajo s kmetijsko oziroma vrtnarsko pridelavo, je treba zagotoviti strokovno podporo s prognostičnimi modeli (napovedmi časa zatiranja) in ustreznimi ukrepi za obvladovanje rastlinam škodljivih vrst, ki so nagnjene k prerazmnožitvi in povzročajo gospodarsko škodo. K prerazmnožitvam nagnjene vrste so lahko domorodne ali tujerodne, ki so se po vnosu pri nas ustalile in razširile. Španski lazar kaže značilnosti invazivne vrste, saj se njegova populacija na območju prerazmnožitve težko uravna sama, zahteva pa zgodnje odkrivanje in ukrepanje na celotnem območju pojava. Pri zatiranju ne smemo pozabiti, da so polži živali, ki jih je treba pokončati na hiter in neboleč način, in da ni potrebe po ubijanju vseh vrst golih polžev. Hkrati je treba združiti strokovne moči pri razvoju nekemičnih metod zatiranja in zadržati tiste kemične metode, ki ne škodijo prehranjevalni verigi in okolju.

101

## 6 LITERATURA

- 2012/697/EU: Izvedbeni sklep Komisije z dne 8. novembra 2012 glede ukrepov za preprečevanje vnosa rodu *Pomacea* (Perry) v Unijo in njegovega širjenja znotraj Unije. Uradni list EU L 311, 10.11.2012: 14–17.
- 2014/1143/EU: Uredba (EU) št. 1143/2014 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 22. oktobra 2014 o preprečevanju in obvladovanju vnosa in širjenja invazivnih tujerodnih vrst. Uradni list EU L 317, 4.11.2014: 35–55.
- Engelke S., J. Kömpf, K. Jordaens, J. Tomiuk, E.D. Parker (2009) The genetic dynamics of the rapid and recent colonization of Denmark by *Arion lusitanicus* (Mollusca, Pulmonata, Arionidae). *Genetica*. 2011 Jun;139(6):709-21. doi: 10.1007/s10709-011-9565-1. Epub 2011 Apr 27.
- Hatteland, B. A., S. Roth, A. Andersen, K. Kaasa, B. Støa, T. Solhøy (2013) Distribution and spread of the invasive slug *Arion vulgaris* Moquin-Tandon in Norway. *Fauna norvegica*, 32: 13-26.
- Hoffmann GH, F Nienhaus, F Schoenebeck, HC Weltzien, H Wilbert (1976): *Lehrbuch der Phytomedizin*. Paul Parey, Berlin und Hamburg: 411-412.
- Jordaens K, N. Van Houtte, P. Helsen, K. Breugelmans, P. Jaksons, T Backeljau (2013) Mixed breeding system in the hermaphroditic land slug *Arion intermedius* (Stylommatophora, Arionidae). *Hereditas*, 150, 4: 45-52. doi: 10.1111/j.1601-5223.2013.02272.x. Epub 2013 Oct 24.
- Knop, E., N. Reusser (2012) Jack-of-all-trades: phenotypic plasticity facilitates the invasion of an alien slug species. *Proceedings of the Royal Society*, Dostop 5/1/2015 doi:10.1098/rspb.2012.1564
- Kozłowska, M., M. Jaskulska, A. Łacka, R. J. Kozłowski (2014) Analysis of studies of the effectiveness of a biological method of protection for organic crops. *Biometrical Letters*, 51, 1: 45-56 DOI: 10.2478/bile-2014-0004
- Laznik, Ž., J. L. Ross, S. Trdan (2010) Massive occurrence and identification of the nematode *Alloionema appendiculatum* Schneider (Rhabditida: Alloionematidae) found in Arionidae slugs in Slovenia. *Acta agriculturae Slovenica*, 95, 1: 43-49.
- Laznik, Ž., S. Trdan (2009). Parazitske ogorčice polžev. *Acta agriculturae Slovenica*, 93, 1: 87-92.
- Mihčinac, M. (2010) Laboratorijsko preučevanje učinkovitosti različnih snovi za zatiranje lazarjev (*Arion* spp., Gastropoda, Arionidae). Diplomsko delo Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 36 s.
- Pfenninger, M., A. Weigand, M. Bálint, A. Klussmann-Kolb (2014) Misperceived invasion: the Lusitanian slug (*Arion lusitanicus* auct. non-Mabille or *Arion vulgaris* Moquin-Tandon 1855) is

- native to Central Europe. *Evolutionary Applications*, 7, 6: 702–713. Published online 17.6.2014  
doi: 10.1111/eva.12177
- Slotsbo, S. (2012) *Ecophysiology and life history of the slug, Arion lusitanicus*; PhD thesis; Department of Agroecology and Department of Bioscience, Aarhus University: 80 str.
- Soroka, M., J. Kozłowski, A. Wiktor, T. Kałuski (2009) Distribution and genetic diversity of the terrestrial slugs *Arion lusitanicus* Mabille, 1868 and *Arion rufus* (Linnaeus, 1758) in Poland based on mitochondrial DNA. *Folia Biol (Krakow)*. 57, 1-2:71-81.
- Vaupotic, M., F. Velkovrh (1997). Prispevek k poznavanju favne mehkužcev (Mollusca) v severovzhodni Sloveniji. *Acta biologica Slovenica*, 41, 1: 37-45
- Vaupotic, M., F. Velkovrh (2002). Goli polz i (Gastropoda: Pulmonata: Milacidae, Limacidae, Boettgerillidae, Agriolimacidae, Arionidae) Slovenije. *Acta biologica Slovenica*, 45, 2: 35-52.
- Weidema, I. (2006): NOBANIS – Invasive Alien Species Fact Sheet – *Arion lusitanicus*. – From: Online Database of the North European and Baltic Network on Invasive Alien Species – NOBANIS [www.nobanis.org](http://www.nobanis.org). Dostop 5/1/2015 <http://www.nobanis.org/>
- Wiktor, A. (1996). The Slugs of the Former Yugoslavia (Gastropoda terrestria nuda – Arionidae, Milacidae, Limacidae, Agriolimacidae). *Annales zoologici (Warszawa)*, 46: 1-110.

## PREUČEVANJE SOČASNE UPORABE HERBICIDOV Z ENTOMOPATOGENIMI OGORČICAMI (Nematoda: Rhabditida)

Žiga LAZNIK<sup>1</sup>, Stanislav TRDAN<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Katedra za fitomedicino, kmetijsko tehniko, poljedelstvo, pašništvo in travništvo, Ljubljana

### IZVLEČEK

V laboratorijskem poskusu smo preučili združljivost štirih vrst entomopatogenih ogorčic (*Steinernema* in *Heterorhabditis*) z 8 izbranimi pripravki s herbicidnim delovanjem. Vpliv direktnega izpostavljanja infektivnih ličink (IL) herbicidom smo preverjali po 1, 4 in 24 urah v petrijevkah pri 15, 20 in 25 °C. Rezultati naše raziskave so pokazali, da je bila izmed preučevanih vrst vrsta *S. kraussei* najbolj tolerantna na izbrane herbicide. Vrsta *S. carpocapsae* je bila najbolj občutljiva na delovanje herbicidov v našem poskusu. Odstotek preživelih IL je bil v poskusu največji pri 15 °C (81 %). Največ IL je umrlo v aktivni snovi oksifluorfen (53 %). Aktivna snov 2,4-D na preživetje vrste *S. feltiae* pri 25 °C ni imela vpliva v našem poskusu. Statistična analiza je pokazala, da aktivna snov dikvat dibromid nima vpliva na vrsto *S. kraussei* pri 15 °C. Rezultati naše raziskave so potrdili, da je skladnost EPO s herbicidi vrstno specifična lastnost, na katero vpliva temperatura kot tudi čas izpostavljenosti aktivnemu sredstvu. Sočasna uporaba herbicida in EPO bi lahko predstavljala časovno kot tudi cenovno ugodno rešitev v varstvu rastlin.

103

**Ključne besede:** entomopatogene ogorčice, *Steinernema*, *Heterorhabditis*, herbicidi

### ABSTRACT

#### TESTING THE SIMULTANEOUS USE OF DIFFERENT HERBICIDES AND ENTOMOPATHOGENIC NEMATODES (Nematoda: Rhabditida)

In a laboratory experiment we studied the compatibility of four entomopathogenic nematodes (*Steinernema* and *Heterorhabditis*) species with 8 selected plant protection products with herbicidal activity. The influence of direct exposure of infective juveniles (IJs) to herbicides was tested after 1, 4, and 24 hours in Petri dishes at 15, 20 and 25 °C. The study showed that *S. kraussei* proved to be the most tolerant among tested EPN species. The species *S. carpocapsae* was the most sensitive to all tested herbicides. The percentage of IJs that survived was statistically the highest after 15 °C (81 %). The largest percentage of IJs died in active ingredient oxyfluorfen (53 %). An active ingredient 2,4-D proved to have no effect on *S. feltiae* survival at 25 °C at all times of exposure tested in our investigation. Statistical analyses showed that active ingredient diquat dibromide have no effect on *S. kraussei* survival at 15 °C at all times of exposure. The results confirmed the fact that the compatibility is species specific characteristic, influenced with temperature and time of the exposure to active ingredient. The combination could offer a cost-effective and time saving alternative to pest-weed control.

**Keywords:** entomopathogenic nematodes, *Steinernema*, *Heterorhabditis*, herbicides

<sup>1</sup> doc. dr., Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana, e-mail: ziga.laznik@bf.uni-lj.si

<sup>2</sup> prof. dr., prav tam

## 1 UVOD

Entomopatogene ogorčice (EO) veljajo za učinkovite biotične agense pri zatiranju gospodarsko pomembnih škodljivcev (Gaugler in Kaya, 1990). EO imajo dobre lastnosti za učinkovito biotično varstvo rastlin, saj nimajo negativnih vplivov na okolje, lahko jih uporabljamo na vodovarstvenih območjih, so komercialno dostopne, niso fitotoksične in lahko gostitelja oslabijo ali ubijejo že v 48 urah po infekciji (Gaugler in Kaya, 1990).

EO apliciramo na območjih, ki so lahko predhodno tretirana z nekaterimi drugimi kemičnimi snovmi (FFS, umetna gnojila) (De Nardo in Grewal, 2003). Nekateri predhodni raziskave so pokazale, da je učinek tovrstnih kemičnih snovi na EO specifičen. Ker za nanos ogorčic lahko uporabljamo opremo, ki je namenjena škropljenju s fitofarmaceutskimi sredstvi, gnojenju ali namakanju je dobro vedeti ali se lahko določene kemikalije meša z EO in ob morebitni hkratni aplikaciji sredstva z EO ne vpliva na njihovo učinkovitost (De Nardo in Grewal, 2003). Hkratna aplikacija EO z FFS bi lahko tudi omogočila sočasno zatiranje različnih škodljivih organizmov na rastlini ob dejstvu, da bi s tem prihranili tako na času kot tudi denarju.

V laboratorijskem poskusu smo preučili združljivost štirih vrst EO; *Steinernema feltiae*, *S. carpocapsae*, *S. kraussei* in *Heterorhabditis bacteriophora* z 8 izbranimi pripravki s herbicidnim delovanjem. Predvidevamo, da različne aktivne snovi (a.s.) s herbicidnim delovanjem različno vplivajo na posamezne vrste EO v suspenziji. Ob ugotovitvi pozitivne korelacije (to pomeni, da a.s. ne bo povzročila smrtnosti EO v suspenziji), bo mogoča sočasna aplikacija EO in herbicida v boju zoper škodljive organizme.

104

## 2 MATERIAL IN METODE DELA

### 2.1 Herbicidi

V naši raziskavi smo preučili kompatibilnost 8 herbicidov; Afalon (a.s. linuron), Basta-15 (a.s. glufosinat-amonijeva sol), Boom efekt (a.s. glifosat), Dicotex (a.s. 2,4-D), Fuego (a.s. metazaklor), Goal (a.s. oksifluorfen), Reglone 200 SL (a.s. dikvat dibromid) in Sencor SC 600 (a.s. metribuzin).

### 2.2 Entomopatogene ogorčice

V poskus smo vključili 4 vrste EO (*S. feltiae*, *S. carpocapsae*, *S. kraussei* in *H. bacteriophora*), ki smo jih naročili pri podjetju BASF (uvoznik za Slovenijo je podjetje Metrob, d.o.o.). Vse EO smo laboratorijsko namnoževali s t.i. »in vivo« metodo (Bedding in Akhurst, 1975). V poskusu smo uporabili le infektivne ličinke (IL) EO, ki so bile stare manj kot 2 tedna. IL so bile shranjene v hladilniku pri 4 °C in koncentraciji 3000 IL ml<sup>-1</sup> (De Nardo in Grewal, 2003).

### 2.3 Test kompatibilnosti

Vodi (30 ml) smo dodali 120 % priporočene koncentracije herbicida in 6 ml suspenzije EO s koncentracijo 3000 IL/ml. S pipeto smo odpipetirali 5 ml pripravljene suspenzije in jo v petih ponovitvah nanесли na plastične petrijevke (40x10 mm; Kemomed d.o.o., Slovenija). V vsaki petrijevki je bilo 2500 IL. Vsako obravnavanje je bilo ponovljeno petkrat, celotni poskus pa je bil ponovljen trikrat. Plastične petrijevke smo dali v gojitveno komoro (tip: RK-900 CH, proizvajalec: Kambič Laboratorijska oprema, Semič, Slovenija) brez osvetlitve in preučevali smrtnost IL pri 15, 20, and 25 °C in 70 % relativni zračni vlagi. Preživetveno sposobnost IL smo preverjali 1, 4 in 24 ur po nastavitvi poskusa tako, da smo iz vsakega vzorca odpipetirali 3x50 µl podvzorca in s pomočjo lupe prešteli žive in mrtve IL. Kontrolni vzorec je predstavljala suspenzija IL z vodo.

## 2.4 Statistična analiza

Pred statistično analizo smo vse vrednosti smrtnosti korigirali z uporabo Abbottove formule (Abbott, 1925). Vrednosti smo analizirali z uporabo enosmerne ANOVA s pomočjo programa Statgraphics Plus for Windows 4.0 (Statistical Graphics Corp., Manugistics, Inc.) pri čemer so neodvisne spremenljivke predstavljali različni herbicidi. Statistično značilne razlike smo določili s pomočjo Tukey testa ( $\alpha = 0.05$ ).

## 3 REZULTATI

### 3.1 *Steinernema feltiae*

Statistična analiza je pokazala, da so na smrtnost IL v našem poskusu vplivali različni dejavniki (temperatura, čas izpostavitve, različna herbicidna obravnavanja in interakcije med omenjenimi dejavniki) (preglednice 1, 2 in 3). Aktivna snov oksifluorfen ni signifikantno vplivala na smrtnost infektivnih ličink po 1 uri pri 20 in 25 °C. Pri 15 °C in po eni uri izpostavitve je omenjena a.s. zmanjšala število IL v poskusu za  $22.8 \pm 1.3$  %. Aktivna snov dikvat dibromid ni signifikantno vplivala na smrtnost IL v poskusu. Največjo smrtnost IL smo potrdili pri uporabi a.s. linuron. Po eni uri je bila smrtnost pri vseh treh preučevanih temperaturah signifikantno najvišja v primerjavi z ostalimi preučevanimi herbicidi (15 °C:  $77.7 \pm 2.7$  %; 20 °C:  $91.2 \pm 3.7$  %; 25 °C:  $99.2 \pm 0.8$  %). Do podobne ugotovitve smo prišli tudi pri a.s. 2,4-D pri 25 °C.

### 3.2 *Steinernema carpocapsae*

Statistična analiza je pokazala, da so po eni uri vse a.s. signifikantno vplivale na smrtnost IL v poskusu, neodvisno od temperature (preglednice 1, 2 in 3). Najnižja stopnja smrtnosti IL, a vseeno signifikantno višja kot pri kontrolnem obravnavanju, je bila ugotovljena pri a.s. dikvat dibromid (15 °C:  $21.7 \pm 2.1$  %; 25 °C:  $6.7 \pm 1.9$  %). Največja stopnja smrtnosti IL je bila potrjena pri uporabi a.s. oksifluorfen po 4-ih urah pri vseh preučevanih temperaturah (15 °C:  $58.7 \pm 2.3$  %; 20 °C:  $90.3 \pm 1.7$  %; 25 °C:  $65.8 \pm 4.1$  %). Do podobnih zaključkov smo pri omenjeni a.s. prišli tudi po 24-ih urah.

### 3.3 *Steinernema kraussei*

Statistična analiza je pokazala, da so na smrtnost IL v našem poskusu vplivali različni dejavniki (temperatura, čas izpostavitve, različna herbicidna obravnavanja in interakcije med omenjenimi dejavniki) (preglednice 1, 2 in 3). Aktivna snov dikvat dibromid ni signifikantno vplivala na smrtnost IL po 1 uri pri 15 in 25 °C. Pri 20 °C in po eni uri izpostavitve je omenjena a.s. zmanjšala število IL v poskusu za  $38.8 \pm 2.6$  %. Pri 20 °C in po 4-ih urah izpostavitve le a.s. glifosat in metazaklor nista signifikantno vplivali na smrtnost IL v poskusu.

EO vrsta	Temperatura °C	Obnavljanje							
		linuron	glufosinat-amonijeva sol	glifosat	2,4-D	metazaklor	oksifluorfen	dikvat dibromid	metribuzin
Sf	15	77.7 e	38.3 cd	27.9 bc	38.6 cd	46.5 d	22.8 b	4.2 a	28.3 bc
	20	91.2 g	64.9 e	72.1 f	62.5 e	31.9 d	0.0 a	6.1 b	21.1 c
	25	99.2 e	59.4 d	7.8 b	0.0 a	24.3 c	0.0 a	12.8 b	55.1 d
Sc	15	44.4 d	42.8 d	28.9 bc	42.5 d	33.8 c	54.1 e	21.7 b	50.6 e
	20	48.6 b	62.0 c	66.5 c	93.6 f	42.5 b	79.8 d	87.7 e	76.6 d
	25	47.2 e	23.8 c	21.7 c	18.1 c	32.5 d	48.3 e	6.7 b	45.9 e
Sk	15	17.5 b	0.0 a	18.6 b	38.1 c	34.4 c	47.1 d	0.0 a	12.9 b
	20	63.4 g	54.2 f	19.0 b	44.3 d	0.0 a	48.5 e	38.8 c	53.7 ef
	25	44.8 cd	41.5 d	0.0 a	35.7 bed	42.5 bed	18.3 b	0.0 a	26.1 bc
Hb	15	25.7 bc	33.8 cd	0.0 a	23.1 b	25.8 bc	35.2 d	25.5 bc	30.9 cd
	20	36.1 b	47.1 d	31.9 b	57.3 e	39.9 c	45.3 d	45.3 d	57.3 e
	25	35.8 b	39.9 b	1.2 a	50.1 c	58.5 c	32.4 b	51.2 c	45.5 bc

Preglednica 1: Vrednosti korigirane smrtnosti (%) v odvisnosti od EO, herbicidnega tretiranja, 1 uro po izpostavitvi. Vrednosti v isti vrsti z različnimi oznakami (črkami) se signifikantno razlikujejo ( $P < 0.05$ , Tukey's test). Sf – *Steinernema feltiae*; Sc – *Steinernema carpocapsae*; Sk – *Steinernema kraussei*; Hb – *Heterorhabditis bacteriophora*.

EO vrsta	Temperatura °C	Obnavljanje							
		linuron	glufosinat-amonijeva sol	glifosat	2,4-D	metazaklor	oksifluorfen	dikvat dibromid	metribuzin
Sf	15	49.8 e	46.2 e	9.7 b	28.9 d	13.1 bc	31.2 d	6.7 a	23.0 cd
	20	56.1 c	21.3 b	71.5 d	77.6 f	69.6 d	55.7 c	71.3 d	70.8 d
	25	84.8 d	56.0 c	18.5 b	0.0 a	56.0 c	15.2 b	14.6 b	55.5 c
Sc	15	43.8 d	51.3 e	30.9 c	12.2 b	40.3 d	58.7 f	19.1 b	36.2 cd
	20	15.0 b	41.2 c	71.7 d	88.7 f	41.6 c	90.3 f	82.4 e	88.4 f
	25	45.0 c	50.9 d	43.5 c	30.9 b	41.4 bc	65.8 f	37.2 b	59.4 e
Sk	15	33.7 d	43.2 d	10.0 b	37.1 d	6.3 b	48.7 e	0.0 a	23.9 c
	20	25.3 c	35.1 d	0.0 a	20.8 c	0.0 a	8.1 b	23.2 c	37.2 d
	25	50.4 cd	55.5 d	16.8 b	27.3 b	25.5 b	55.0 d	19.5 b	29.5 bc
Hb	15	39.9 e	28.2 d	14.5 bc	1.7 a	8.5 b	12.7 b	17.1 c	25.3 d
	20	33.9 b	60.2 ef	45.9 c	58.9 de	44.0 c	50.0 cd	41.9 c	64.5 f
	25	59.5 e	45.2 d	13.1 b	33.3 c	63.5 e	61.4 de	30.0 c	43.8 d

Preglednica 2: Vrednosti korigirane smrtnosti (%) v odvisnosti od EO, herbicidnega tretiranja, 4 ure po izpostavitvi. Vrednosti v isti vrsti z različnimi oznakami (črkami) se signifikantno razlikujejo ( $P < 0.05$ , Tukey's test). Sf – *Steinernema feltiae*; Sc – *Steinernema carpocapsae*; Sk – *Steinernema kraussei*; Hb – *Heterorhabditis bacteriophora*.

### 3.4 *Heterorhabditis bacteriophora*

Statistična analiza (preglednice 1, 2 in 3) je pokazala, da so na smrtnost IL v našem poskusu vplivali različni dejavniki (temperatura, čas izpostavitve, različna herbicidna obravnavanja in interakcije med omenjenimi dejavniki). Aktivna snov glifosat ni signifikantno vplivala na smrtnost IL po 1 uri pri 15 in 25 °C. Pri 20 °C in po eni uri izpostavitve je omenjena a.s. zmanjšala število IL v poskusu za  $31.9 \pm 1.1$  %. Do podobnih ugotovitev smo po 4-ih urah izpostavitve pri 20 °C prišli tudi pri preizkušanju a.s. 2,4-D. Po 24-ih urah (pri vseh preučevanih temperaturah) so vse preučevane a.s. signifikantno vplivale na smrtnost IL v poskusu.

107

EO vrsta	Temperatura °C	Obravnavanje							
		linuron	glufosinat-amonijeva sol	glifosfat	2,4-D	metazaklor	oksifluorfen	dikvat dibromid	metribuzin
Sf	15	49,4 c	27,4 b	51,0 c	25,1 b	26,3 b	66,2 d	27,8 b	42,5 c
	20	58,2 c	64,8 d	50,0 b	48,0 b	56,8 bc	66,6 de	62,1 cd	70,3 e
	25	66,8 d	89,2 f	0,0 a	0,0 a	5,2 b	80,0 e	2,8 b	24,2 c
Sc	15	32,5 cd	38,4 d	35,3 c	32,2 cd	27,7 c	85,6 f	16,2 b	59,9 e
	20	33,3 b	69,4 c	78,2 d	94,0 g	33,8 b	96,0 g	88,5 e	91,3 fg
	25	48,5 e	44,0 de	44,0 de	28,9 c	39,3 d	96,6 g	11,1 b	67,6 f
Sk	15	13,3 b	7,2 ab	44,2 c	46,0 c	16,0 b	61,4 d	0,0 a	41,7 c
	20	42,9 f	14,5 c	6,7 b	34,2 e	2,7 b	44,9 f	21,6 d	43,4 f
	25	58,3 e	77,9 ef	17,1 bc	12,9 b	33,6 d	77,6 f	18,0 b	27,9 c
Hb	15	57,0 de	30,8 c	18,3 b	35,5 c	61,0 e	51,6 d	50,8 d	47,4 d
	20	39,4 b	40,9 b	29,7 b	56,8 c	50,7 c	62,7 d	37,8 b	65,1 d
	25	42,2 c	55,9 de	18,1 b	41,8 c	67,6 f	56,2 de	48,0 cd	63,9 ef

Preglednica 3: Vrednosti korigirane smrtnosti (%) v odvisnosti od EO, herbicidnega tretiranja, 24 ur po izpostavitvi. Vrednosti v isti vrsti z različnimi oznakami (brkami) se signifikantno razlikujejo ( $P < 0,05$ , Tukey's test). Sf – *Steinernema feltiae*; Sc – *Steinernema carpocapsae*; Sk – *Steinernema kraussei*; Hb – *Heterorhabditis bacteriophora*.

#### 4 DISKUSIJA

V raziskavi smo preučevali kompatibilnost EO z izbranimi herbicidi. Rezultati naše in nekaterih sorodnih raziskav (Krishnayya and Grewal, 2002; De Nardo and Grewal, 2003; Laznik *et al.*, 2012; Laznik in Trdan, 2014) so pokazali, da je kompatibilnost vrstno specifična. Vrsta *S. kraussei* je v našem poskusu pokazala najmanjšo občutljivost na a.s. s herbicidnim delovanjem, medtem ko je bila vrsta *S. carpocapsae* najbolj občutljiva na delovanje preučevanih snovi. Aktivna snov dikvat dibromid ni imela vpliva na smrtnost IL

EO vrste *S. kraussei* pri 15 °C. Omenjena a.s. je sicer vplivala na smrtnost ostalih preučevanih vrst v našem poskusu. Temperatura se je v našem poskusu izkazala kot pomemben dejavnik, ki vpliva na smrtnost EO v povezavi s preučevano a.s. Smrtnost EO je bila v našem poskusu najnižja pri 15 °C. Do podobnih ugotovitev smo prišli tudi v sorodni raziskavi (Laznik in Trdan, 2014).

Rezultati naše raziskave so pokazali, da je EO mogoče hkrati aplicirati z nekaterimi a.s. s herbicidnim delovanjem, s čimer pripomoremo k učinkovitejšem, cenejšem in časovno hitrejšem zatiranju škodljivih organizmov na rastlinah.

## 5 ZAHVALA

Raziskava, predstavljena v tem prispevku, je nastala s finančno pomočjo Javne agencije za raziskovalno dejavnost RS in Ministrstva za kmetijstvo in okolje RS v okviru CRP projekta V4-1067. Del raziskave je bil financiran okviru strokovnih nalog s področja zdravstvenega varstva rastlin, ki ga financira Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano RS – Uprava RS za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin. Za tehnično pomoč pri poskusu se zahvaljujemo naši magistrandki Niki Bajc.

## 6 LITERATURA

- Abbott, W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. J. Econ. Entomol. 18: 265-267.
- Bedding, R.A., Akhurst, R.J. 1975. A simple technique for the detection of insect parasitic rhabditid nematodes in soil. Nematologica 21: 109-110.
- De Nardo, E.A.B., Grewal, P.S. 2003. Compatibility of *Steinernema feltiae* (Nematoda: Steinernematidae) with Pesticides and Plant Growth Regulators Used in Glasshouse Plant Production. Biocontrol Sci. Technol. 13, 4: 441-448.
- Gaugler, R., Kaya, H.K. 1990. Entomopathogenic nematodes in biological control. Boca Raton, FL: CRC Press: 365 str.
- Krishnayya, P.V., Grewal, P.S. 2002. Effect of Neem and Selected Fungicides on Viability and Virulence of the Entomopathogenic Nematode *Steinernema feltiae*. Biocontrol Sci. Technol. 12: 259-266.
- Laznik, Ž., Tóth, T., Lakatos, T., Vidrih, M., Trdan, S. 2009. First record of *Steinernema feltiae* (Filipjev) (Rhabditida: Steinernematidae) in Slovenia. Helminthologia, 46, 2: 135-138.
- Laznik, Ž., Vidrih, M., Trdan, S., 2012. Effect of different fungicides on viability of entomopathogenic nematodes *Steinernema feltiae* (Filipjev), *S. carpocapsae* Weiser and *Heterorhabditis downesi* Stock, Griffin & Burnell (Nematoda: Rhabditida) under laboratory conditions. Chilean journal of agricultural research 72: 62-67.



## POMEN GLUKOZINOLATOV V VARSTVU KRIŽNIC (*Brassicaceae*) PRED ŠKODLJIVCI: PREDSTAVITEV REZULTATOV DOMAČIH RAZISKAV

Tanja BOHINC<sup>1</sup>, Stanislav TRDAN<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Katedra za fitomedicino, kmetijsko tehniko, poljedelstvo, pašništvo in travništvo, Ljubljana

### IZVLEČEK

Poljski poskus, v katerem smo preučevali obseg poškodb kapusovih bolhačev (*Phyllotreta* spp.) in kapusovih stenic (*Eurydema* spp.) v odvisnosti od vsebnosti glukozinolatov, smo izvedli v letu 2010. Vsebnost glukozinolatov smo analizirali v dveh različnih genotipih zelja in v treh različnih vrstah gojenih križnic; oljni redkvi, beli gorjušici in krmni ogrščici. Ugotovili smo, da se je vsebnost glukozinolatov spreminjala med različnimi križnicami in med rastlinskimi organi. Na vsebnost glukozinolatov v križnicah so vplivali tudi okoljski dejavniki in razvojni stadij rastline. Glukobrasicin je bil izmed ugotovljenih glukozinolatov prisoten v vseh rastlinskih vrstah. Ugotavljamo, da je pri okoljsko sprejemljivih načinih varstva rastlin (privabilni posevki, vmesni posevki idr.) pomembno, da izberemo ustrezno rastlinsko vrsto, ki bo škodljivce privabljala/odvrčala bolj kot je to sposoben glavni posevek.

**Ključne besede:** glukozinolati, kapusovi bolhači, kapusove stenice, privabilni posevki, zelje

109

### ABSTRACT

#### THE ROLE OF GLUCOSINOLATES IN PROTECTION OF BRASSICAS (*Brassicaceae*) AGAINST THE PESTS: PRESENTATION OF RESEARCH RESULTS FROM SLOVENIA

Field experiment, in which we studied the level of injuries caused by cabbage flea beetles (*Phyllotreta* spp.) and cabbage stink bugs (*Eurydema* spp.) in connection to glucosinolate content, was performed in 2010. Content of glucosinolates was analyzed in two different cabbage genotypes and in three different cultivated brassicas; oil radish, white mustard and oil rape. We have established that glucosinolate content differs between different brassicas, as well as between different plant organs. Glucosinolate's content was also influenced by environmental factors and plant's developmental stage. Glucosinolate glucobrasicin was detected in all samples. Due to variability of our results, we can conclude that choice of suitable plant species for the purpose of attracting/detering insects is very important agricultural measure in environmentally acceptable (trap cropping, intercropping etc.) food production.

**Key words:** glucosinolates, cabbage flea beetles, cabbage stink bugs, trap crops, cabbage

### 1 UVOD

Pomen sekundarnih metabolitov (Kliebenstein *et al.*, 2001) je pogosto omenjen pri obrambi rastlin pred različnimi dejavniki stresa, ki so biotični in abiotični (Björkman *et al.*, 2011; Winde in Wittstock, 2011). Glukozinolati so sekundarni metaboliti, ki so zastopani predvsem v družini križnic (*Brassicaceae*) (Branca *et al.*, 2002). Glede na izvor (iz katere aminokislina nastanejo) uvrščamo glukozinolati v tri skupine (razrede) – alifatski, indolni in aromatski

---

<sup>1</sup> dr., Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana, e-mail: tanja.bohinc@bf.uni-lj.si

<sup>2</sup> prof. dr., prav tam

(Padilla *et al.*, 2007). Prisotni so tudi v rastlinah iz družin Capparaceae in Caricaceae (Fahey *et al.*, 2001).

Omenjene rastline so pomembne iz agronomskega (Blažević and Mastelić, 2009) in ekonomskega vidika (Vaughn in Berhow, 2005). Glukozinolati sestojijo iz  $\beta$ -D-tioglikozidne skupine, funkcionalne skupine sulfirinanega oksima in spremenljive stranske verige (Beekwilder *et al.*, 2008). Vsebnost glukozinolatov pa variira med posameznimi rastlinskimi organi (Winde in Wittstock, 2011), med rastlinskimi vrstami (Chaplin-Kramer *et al.*, 2011) ter med razvojnimi fazami (de Villena *et al.*, 2007; Cartea *et al.*, 2008). Odvisna je tudi od vremenskih razmer (Velasco *et al.*, 2007; Winde in Wittstock, 2011).

Namen naše raziskave je bil ugotoviti vsebnost glukozinolatov v različnih vrstah križnic, z namenom praktične uporabe v varstvu zelja pred kapusovimi stenicami (*Eurydema* spp.) in kapusovimi bolhači (*Phyllotreta* spp.). Povezava med obsegom poškodb zaradi omenjenih škodljivcev na zelju in vsebnostjo glukozinolatov v tej križnici namreč doslej še ni bila preučevana, prav tako pred našo raziskavo še ni bil preučen pomen vsebnosti glukozinolatov v krmni ogrščici, beli gorjušici in oljni redkvi, ki smo jih v pričujoči raziskavi uporabili za privabljanje kapusovih stenic, da bi jih na ta način odvrnili od zelja.

## 2 MATERIALI IN METODE DELA

### 2.1 Lokacija poljskih poskusov in ocenjevanje poškodb

Vzorčenje glukozinolatov je potekalo v sklopu dveletnega poljskega poskusa (2009-2010), ki je potekal na dveh različnih lokacijah. V obravnavanem poljskem poskusu smo preučevali pomen privabilnih posevkov pri varstvu zelja pred dvema skupinama škodljivcev, kapusovimi stenicami (*Eurydema* spp.) in kapusovimi bolhači (*Phyllotreta* spp.). V poskusu smo kot privabilne posevke uporabili belo gorjušico (*Sinapis alba* [L.], cv. Zlata (dobavitelj: Semenarna Ljubljana, d. d., Ljubljana, Slovenija), krmno ogrščico (*Brassica napus* [L.] ssp. *oleifera* f. *biennis*), cv. Daniela (dobavitelj: Semenarna Ljubljana, d. d., Ljubljana, Slovenija) in oljno redkev (*Raphanus sativus* [L.] var. *oleiformis*), cv. Apoll (dobavitelj: Semenarna Ljubljana, d. d., Ljubljana, Slovenija).

Kot glavni posevek smo posadili dva različna kultivarja zelja, zgodnjega ('Tucana F1'; rastna doba: 60 dni; dobavitelj: Semenarna Ljubljana, d.d., Ljubljana, Slovenija) in srednje poznega ('Hinova F1'; rastna doba: 120 dni; dobavitelj: Bejo Seeds, Inc., Warmenhuizen, Nizozemska).

Shema in lokaciji poljskega poskusa sta opisani v Bohinc in Trdan (2012). Poškodbe kapusovih bolhačev in kapusovih stenic smo ocenjevali v približno 10-dnevnih intervalih. Ocenjevanje poškodb kapusovih bolhačev (*Phyllotreta* spp.) je potekalo s 5-stopenjsko lestvico EPPO (OEPP/EPPO, 2002), medtem ko smo ocenjevanje poškodb kapusovih stenic izvedli s 6-stopenjsko lestvico Stonerjeve in Sheltona (1998). Najvišja ocena na lestvici, ki je bila namenjena ocenjevanju poškodb kapusovih bolhačev, predstavlja več kot 25 % poškodovane listne površine, medtem ko je več kot 50 % poškodovane listne površine po lestvici Stonerjeve in Sheltona ovrednoteno kot ocena 6.

### 2.2 Vzorčenje rastlinske materiala in analiza glukozinolatov

Rastlinski material za analizo glukozinolatov smo vzorčili samo na Gorenjskem v različnih časovnih terminih. Vzorčenje rastlin je potekalo v letu 2010, v različnih časovnih terminih. Zelje smo vzorčili v petih različnih terminih, in sicer 26. maja, 16. junija, 4. julija, 29. julija in 17. avgusta. Vzorčenje rastlin krmne ogrščice je potekalo v petih različnih terminih (19. maja, 8. junija, 3. julija., 31. julija in 31. avgusta), rastline oljne redkve smo vzorčili v štirih terminih (19. maja, 8. junija, 25. junija, 31. julija), medtem ko smo rastline bele gorjušice vzorčili 19. maja, 8. junija, 25. junija in 3. julija.

Znotraj posameznega termina ocenjevanja smo nabrali 4 vzorce posamezne rastlinske vrste. Posamezen vzorec (določen del rastlinske vrste) je predstavljal reprezentativni vzorec rastlin znotraj enega bloka. Pri analizi glukozinolatov smo analizo posameznega vzorca ponovili dvakrat. Določanje glukozinolatov je potekalo po standardu ISO 9167:1 (1992), ki je opisan v Bohinc *et al.* (2013).

### 2.3 Statistična analiza rezultatov

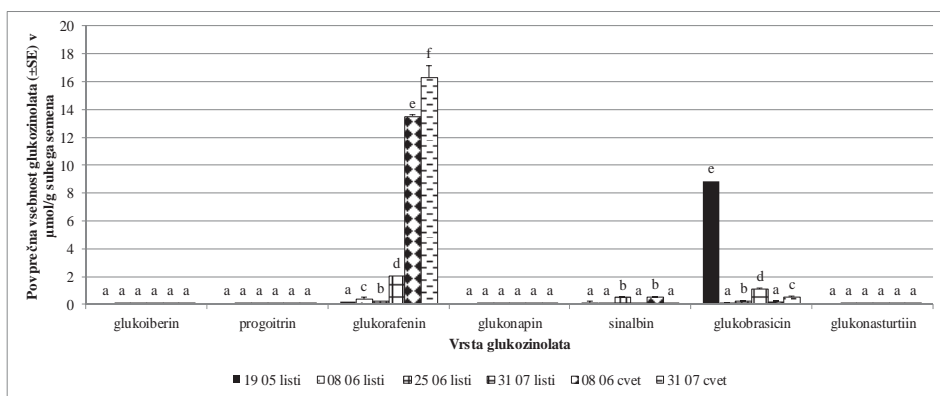
Omenjene analize smo izvedli s programom Statgraphics Centurion XVI (Statgraphics Centurion, 2009). Razlike v vsebnosti glukozinolatov med posameznimi rastlinskimi vrstami smo ovrednotili z analizo variance (ANOVA) in Duncanovim preizkusom mnogoterih primerjav ( $P \leq 0,05$ ). Med obsegom poškodb obravnvanih škodljivih vrst in vsebnostjo glukozinolatov smo izračunali korelacijski koeficient ( $r$ ).

## 3 REZULTATI IN RAZPRAVA

### 3.1 Vsebnost glukozinolatov v privabilnih posevkih

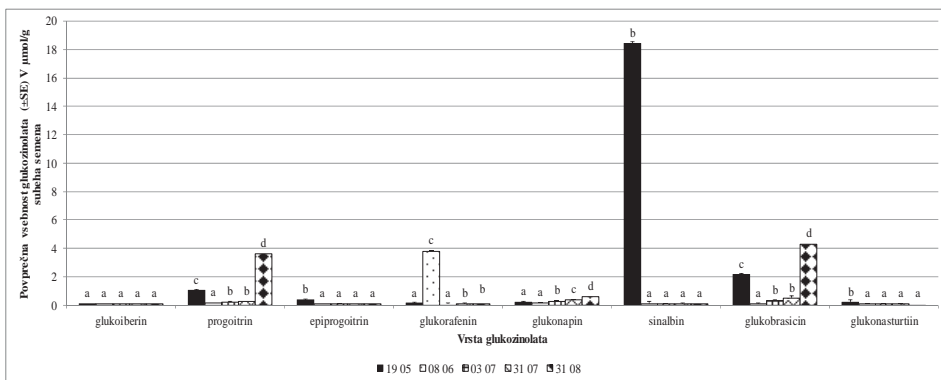
V vzorcih olje redkve (slika 1) smo zaznali vsebnost sinalbina, glukonasturtiina, glukobrasicina, glukorafenina, progointrina in glukoiberina. Ugotovili smo, da na vsebnost glukobrasicina v vzorcih oljne redkve signifikatno vpliva razvojni stadij preučevanih rastlin oziroma termin ocenjevanja ( $F=8,68$ ;  $Df=3$ ;  $P=0,0005$ ). Povprečna vrednost glukobrasicina je bila najvišja v prvem terminu ocenjevanja ( $8,84 \pm 0,65 \mu\text{mol/g}$  suhega semena), v zadnjem terminu ocenjevanja pa je bila vsebnost  $0,84 \pm 0,18 \mu\text{mol/g}$  suhega semena. Vrednost glukorafenina ni bila pogojena s termini ocenjevanja ( $F=1,10$ ;  $Df=3$ ;  $P=0,3755$ ), v povprečju pa je znašala  $8,66 \pm 1,81 \mu\text{mol/g}$  suhega semena. Vpliva termina ocenjevanja na vsebnost sinalbina v vzorcih nismo ugotovili ( $F=0,37$ ;  $Df=2$ ;  $P=0,7193$ )

111



Slika 1: Povprečna vsebnost glukozinolatov v vzorcih oljne redkve (v  $\mu\text{mol/g}$  suhega semena) ( $\pm\text{SE}$ )

Pri analizi vzorcev krmne ogrščice smo ugotovili 8 različnih glukozinolatov, in sicer progointrin, epiprogoitrin, glukonapin, glukoiberin, glukorafenin, glukobrasicin, glukonasturtiin in sinalbin (slika 2).



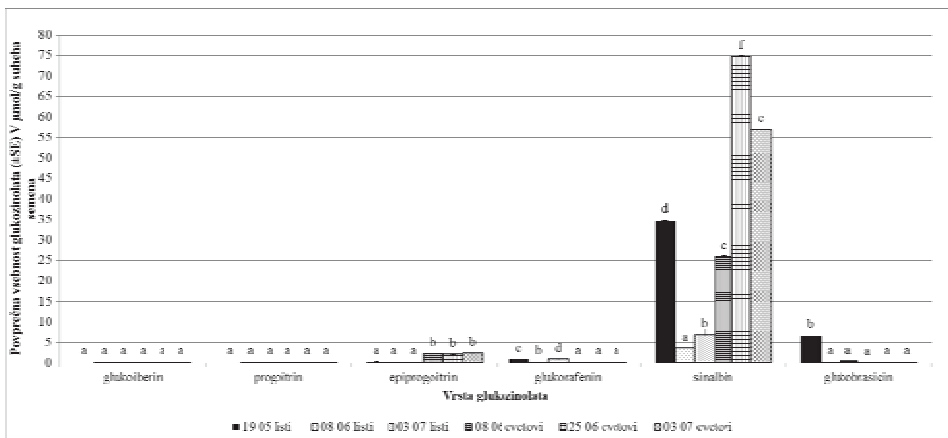
Slika 2: Povprečna vsebnost glukozinolotov v vzorcih krmne ogrščice (v µmol/g suhega semena) (±SE)

112

Med aromatskimi glukozinolati je bil najpogosteje zastopan glukonasturtiin ( $0,13 \pm 0,04$  µmol/g suhega semena), na katerega različni termini ocenjevanja niso imeli signifikantnega vpliva ( $F=96,33$ ;  $Df=1$ ;  $P=0,0646$ ). Ugotovili smo, da na vsebnost glukobrasicina v vzorcih krmne ogrščice signifikatno vpliva razvojni stadij ( $F=6,19$ ;  $Df=4$ ;  $P=0,0044$ ). Medtem ko je bila vsebnost glukobrasicina v vzorcih oljne redkve signifikatno najvišja v prvem terminu ocenjevanja, pa je vsebnost glukobrasicina v vzorcih krmne ogrščice signifikatno najnižja v zadnjem terminu ( $4,30 \pm 0,80$  µmol/g suhega semena). Ugotovili smo, da je vsebnost glukonapina v vzorcih pogojena s termini ocenjevanja ( $F=3,76$ ;  $Df=4$ ;  $P=0,0365$ ). Vsebnost glukonapina je bila signifikatno najnižja v prvem ( $0,22 \pm 0,01$  µmol/g suhega semena) in drugem ( $0,20 \pm 0,04$  µmol/g suhega semena), najvišja pa je bila v zadnjem terminu ocenjevanja ( $0,60 \pm 0,07$  µmol/g suhega semena). Vsebnost sinalbina v vzorcih krmne ogrščice ni pogojena s termini ocenjevanja ( $F=2,63$ ;  $Df=1$ ;  $P=0,2035$ ). Signifikantnega vpliva terminov vzorčenja na vsebnost glukorafenina v vzorcih krmne ogrščice nismo ugotovili ( $F=0,76$ ;  $Df=4$ ;  $P=0,5729$ ).

Ugotovili smo, da vsebnost epiprogoitrina v rastlinskih vzorcih variira glede na termin vzorčenja ( $F=782,29$ ;  $Df=1$ ;  $P=0,0013$ ). Signifikatno najvišjo vsebnost epiprogoitrina smo ugotovili v vzorcih, ki so bili nabrani 19. maja oziroma v prvem terminu ocenjevanja ( $0,37 \pm 0,01$  µmol/g suhega semena), medtem ko je bila vrednost omenjenega glukozinolata v zadnjem terminu ocenjevanja signifikatno najnižja ( $0,13 \pm 0,03$  µmol/g suhega semena). Pri analizi vzorcev krmne ogrščice smo ugotovili signifikanten vpliv časa vzorčenja na vsebnost progoitrina v rastlinskem tkivu krmne ogrščice ( $F=219,78$ ;  $Df=4$ ;  $P<0,001$ ). Kljub temu, da vsebnost omenjenega glukozinolata v rastlini variira, je bila signifikatno najvišja v zadnjem terminu ocenjevanja ( $3,64 \pm 0,12$  µmol/g ds). Glucoiberin je bil prisoten v sledovih ( $<0,1$  µmol/g ds).

V vzorcih bele gorjušice (slika 3) smo ugotovili šest glukozinolotov. Med alifatski glukozinolati je bilo največ sinalbina in je bil pogojen s termini ocenjevanja ( $F=4,43$ ;  $Df=3$ ;  $P=0,0168$ ). Prav tako smo signifikanten vpliv terminov vzorčenja ugotovili na vsebnost glukobrasicina ( $F=5,23$ ;  $Df=3$ ;  $P=0,0096$ ;) ter epiprogoitrina ( $F=13,30$ ;  $Df=3$ ;  $P=0,0008$ ). Vsebnost epiprogoitrina je bila signifikatno najvišja v prvem terminu ocenjevanja ( $6,59 \pm 2,91$  µmol/g suhega semena), najnižja pa v prvem terminu vzorčenja ( $0,25 \pm 0,12$  µmol/g suhega semena).

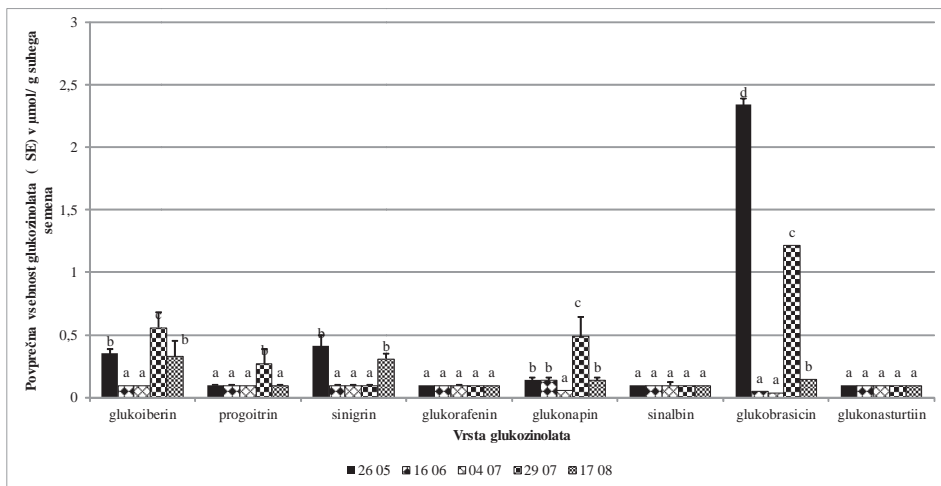


Slika 3: Povprečna vsebnost glukozinolatov v vzorcih bele gorjušice (v µmol/g suhega semena) (±SE)

### 3.2 Vsebnost glukozinolatov v rastlinah glavnega posevka

V vzorcih zgodnjega hibrida zelja (slika 4) smo preverjali smo ugotovili vse analizirane glukozinolates. Sinalbin, glukonasturtiin, glukorafenin in epiprogoitrin smo ugotovili v sledovih. Ugotavljamo, da se vsebnost glukobrasicina spreminja glede na termine ocenjevanja (F=5,82; Df=4; P=0,0056).

113

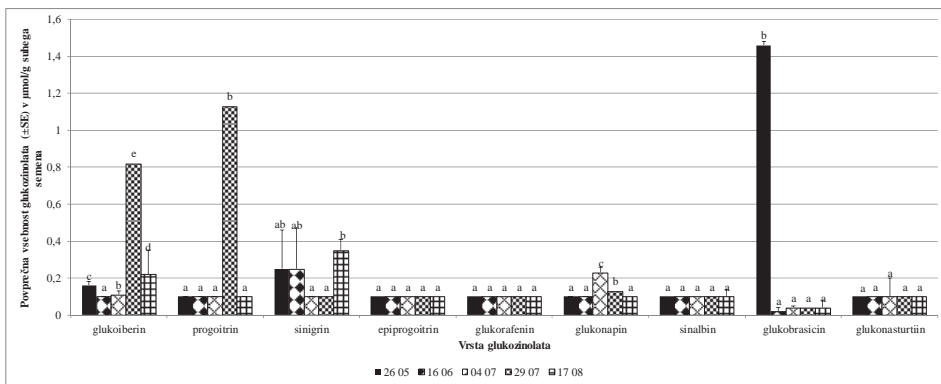


Slika 3: Povprečna vsebnost glukozinolatov v vzorcih zgodnjega hibrida zelja (v µmol/g suhega semena) (±SE)

Povprečna vrednost je bila signifikantno najvišja v vzorcih, ki smo jih nabrali v prvem terminu vzorčenja ( $2,34 \pm 0,37$  µmol/g suhega semena). Vsebnost omenjenega glukozinolata skozi rastno dobo variira, ob koncu rastne dobe pa je povprečna vrednost znašala  $0,15 \pm 0,02$  µmol/g suhega semena. Povprečna vrednost skozi celotno rastno dobo je znašala  $0,79 \pm 0,27$  µmol/g suhega semena. Prav tako termini ocenjevanja signifikantno ne vplivajo na vsebnost

sinigrina ( $F=0,61$ ;  $Df=1$ ;  $P=0,4628$ ) in glucoiberina ( $F=0,45$ ;  $Df=2$ ;  $P=0,6575$ ) v vzorcih zelja. Vsebnost sinigrina je variirala od  $0,41 \pm 0,06 \mu\text{mol/g}$  suhega semena v prvem terminu ocenjevanja do  $0,30 \pm 0,12 \mu\text{mol/g}$  suhega semena v ocenjevanju v drugi dekadi avgusta ( $0,30 \pm 0,12 \mu\text{mol/g}$  suhega semena).

Vzorce srednje poznega hibrida smo analizirali na 9 glukoziolatov. Ugotovili smo, da je vsebnost glucoiberina odvisna od terminov ocenjevanja oziroma vsebnost skozi rastno dobo variira ( $F=12,13$ ;  $Df=3$ ;  $P=0,0016$ ). Sinigrin, katerega vsebnost ni pogojena s termini vzorčenja ( $F=3,63$ ;  $Df=1$ ;  $P=0,1054$ ), je bil v hibridu zastopan od  $0,25 \pm 0,03 \mu\text{mol/g}$  suhega semena v prvem terminu vzorčenja do  $0,36 \pm 0,05 \mu\text{mol/g}$  suhega semena v terminu ocenjevanja sredi avgusta. Signifikantnega vpliva terminov vzorčenja na vsebnost glukonapina prav tako nismo ugotovili ( $F=2,88$ ;  $Df=1$ ;  $P=0,1648$ ). Ugotavljamo, da je bila vsebnost glukobrasicina v vzorcih hibrida 'Hinova' tudi časovno pogojena ( $F=28,83$ ;  $Df=4$ ;  $P=0,0000$ ).



Slika 4: Povprečna vsebnost glukoziolatov v vzorcih srednje poznega hibrida zelja (v  $\mu\text{mol/g}$  suhega semena) ( $\pm\text{SE}$ )

### 3.3 Povezava med vsebnostjo glukoziolatov in obsegom poškodb kapusovih bolhačev (*Phyllotreta* spp.)

Ugotovili smo, da obstaja zelo visoka negativna koncentracija med vsebnostjo gluconasturtiina v vzorcih krmne ogrščice in obsegom poškodb na krmni ogrščici ( $r=-0,99$ ). Nizko negativno korelacijo smo ugotovili med vsebnostjo glukorafenina v vzorcih krmne ogrščice in obsegom poškodb ( $r=-0,22$ ). Stimulativen vpliv epiprogoitrina na prehranjevanje bolhačev smo ugotovili v vzorcih bele gorjušice ( $r=0,56$ ), medtem ko je vsebnost epiprogoitrina negativno vplivala na prehranjevalne navade omenjene skupine škodljivcev na krmni ogrščici ( $r=-0,80$ ). Rezultati statistične analize kažejo stimulativen vpliv glukobrasicina na prehranjevanje vrst *Phyllotreta* spp. na krmni ogrščici ( $r=0,39$ ), medtem ko je višja vsebnost glukobrasicina v vzorcih oljne redkve ( $r=-0,32$ ) in bele gorjušice ( $r=-0,64$ ) negativno vplivala na intenzivnost prehranjevanja kapusovih bolhačev. Zmerno pozitivno korelacijo smo ugotovili med vsebnostjo glucoiberina v vzorcih srednje poznega hibrida in obsegom poškodb kapusovih bolhačev ( $r=0,52$ ).

### 3.4 Povezava med vsebnostjo glukoziolatov in obsegom poškodb kapusovih stenic (*Eurydema* spp.)

Ugotovili smo, da obstaja zmerna negativna korelacija med vsebnostjo glukobrasicina ( $r=-0,54$ ) v vzorcih bele gorjušice in povprečnim indeksom poškodb kapusovih stenic. Medtem, ko med vsebnostjo glukobrasicina v vzorcih krmne ogrščice in obsegom poškodb kapusovih stenic obstaja nizka korelacija ( $r=0,24$ ), med vsebnostjo glukobrasicina v vzorcih oljne redkve in obsegom poškodb kapusovih stenic ( $r=-0,30$ ) in med vsebnostjo glukobrasicina ( $r=-0,29$ ) v vzorcih zgodnjega hibrida zelja ter obsegom poškodb vrst *Eurydema* spp. Z naraščanjem vsebnosti sinalbina v vzorcih bele gorjušice ( $r=0,36$ ) in oljne redkve ( $r=0,40$ ) se je povečeval tudi obseg poškodb preučevane skupine škodljivcev, medtem ko je naraščanje vsebnosti sinalbina v vzorcih krmne ogrščice negativno vplivalo na obseg poškodb kapusovih stenic ( $r=-0,68$ ).

Kar so že navajali Moyes *et al.* (2000), namreč, da je vsebnost omenjenih sekundarnih metabolitov različna pri posameznih rastlinskih vrstah, se je pokazalo tudi v naši raziskavi. V vzorcih preučevanih vrst križnic smo prisotnost samo enega od glukozinolatov, glukobrasicina, zabeležili v vseh rastlinskih vrstah. Ugotovili smo, da je vsebnost glukobrasicina v vzorcih oljne redkve negativno vplivala na preučevani skupini škodljivih organizmov, tako kapusovih bolhačev kot kapusovih stenic. Kljub temu, da je bila povezava med vsebnostjo glukobrasicina in obsegom poškodb kapusovih bolhačev ( $r=-0,30$ ) in kapusovih stenic ( $r=-0,32$ ) negativna, pa o identičnem vplivu skozi celo rastno dobo ne moremo govoriti. To je posledično pogojeno z dejstvom, da je vsebnost glukozinolatov v križnicah variirala tako med rastno dobo, kot tudi med posameznimi rastlinskimi organi. Zanimiva je tudi ugotovitev, da smo v cvetovih oljne redkve določili več glukobrasicina kot v listih.

115

Smallegange *et al.* (2007) navajajo višje vsebnosti petih različnih glukozinolatov v cvetovih črne gorjušice (*Brassica nigra*) kot v listih omenjene rastlinske vrste. V naši raziskavi omenjena trditev velja za glukobrasicin in glukorafenin v vzorcih oljne redkve in za sinalbin ter epiprogoitrin v vzorcih bele gorjušice. Ahuja in sod. (2010) poročajo, da vsebnost glukozinolatov lahko variira tudi znotraj posameznih genotipov iste rastlinske vrste, kar se je izkazalo tudi v naši raziskavi. Med izbranimi hibridoma zelja smo namreč ugotovili signifikatne razlike v vsebnosti progoitrina in glukobrasicina. V vzorcih hibrida 'Hinova' smo ugotovili več progoitrina, medtem ko je bil višji delež glukobrasicina prisoten v hibridu 'Tucana'. Od 9 glukozinolatov, ki smo jih analizirali v rastlinah glavnega posevka, smo v obeh hibridih zelja prisotnost štirih (sinalbina, glukonasturtina, glukorafenina in progoitrina) potrdili le v sledovih (pod mejo detekcije).

Visoke koncentracije alifatskih glukozinolatov v križnicah so lahko pomemben dejavnik odpornosti omenjenih rastlin pred škodljivimi organizmi (Beekwilder *et al.*, 2008). Ugotovljeno pa je tudi bilo, da je progoitrin v oljni redkvi in beli gorjušici pod mejo detekcije, to pa omogoča širši spekter uporabnosti teh rastlinskih vrst, saj lahko omenjeni alifatski glukozinolat povzroča negativne učinke pri prehrani živali (Padilla *et al.*, 2007).

Kljub predhodno dokazanemu nematičnemu delovanju sinigrina (Branca *et al.*, 2002), pa je v našem poskusu ta glukozinolat v srednje poznem hibridu zelja na hranjenje kapusovih stenic deloval stimulatивно, s tem pa je vplival na večji obseg poškodb. Ker je bila vsebnost progoitrina v vzorcih krmne ogrščice najvišja v zadnjem terminu ocenjevanja (31. avgusta), avtorji ugotavljajo, da lahko ta snov potencialno negativno vpliva na živino, če krmno ogrščico uporabimo kot krmno (Padilla *et al.*, 2007). Izrazita preferenca različnih škodljivcev do krmne ogrščice (v našem primeru velja za obe leti poskusa) pa velikokrat botruje dejstvu, da se kmetje ne odločajo za pridelavo omenjene rastlinske vrste (Vallantin-Morison *et al.*, 2007).

Glede na rezultate naše raziskave lahko sklepamo, da bi bila vsebnost progoitrina v hibridih zelja v prihodnje lahko pomemben dejavnik izbire hibridov za pridelavo zelja v naših razmerah. V raziskavi, ki so jo izvedli na Nizozemskem (van Doorn *et al.*, 1999) so

ugotovili, da vsebnost sinigrina in progoitrina vpliva na okus brstičnega ohrovt. S tem namenom je bilo veliko dela vloženo v zmanjšanje vsebnosti omenjenih glukozinolatov oziroma žlahtnjenje (van Doorn *et al.*, 1999). Kljub temu, da poročajo o negativnem vplivu progoitrina v krmi za živino, pa o negativnem vplivu glukozinolatov omenjenega glukozinolata in ostalih glukozinolatov na prehrano ljudi ne moremo govoriti (Sun *et al.*, 2011). Čeprav so v preteklosti obstajali sumi tudi o negativnem delovanju glukozinolatov na prehrano ljudi (Hill *et al.*, 2003), pa so bili ti pozneje ovrženi (Sun *et al.*, 2011).

Potencialni negativni vpliv glukobrasicina na prehranjevanje kapusovih bolhačev smo ugotovili v vseh rastlinskih vrstah, razen v krmni ogrščici. Na eni strani ima tako ta glukozinolat negativen vpliv na vrste iz rodu *Phyllotreta*, na drugi strani pa ima pozitiven (antikarcinogen) vpliv na zdravje ljudi (Sun *et al.*, 2011). To sta zato »dobri« lastnosti tega sekundarnega metabolita. Kljub temu pa se je glukobrasicin izkazal za zelo podvženega okoljskim dejavnikom, kar izpostavlja v nadaljevanju naše razprave.

Vsebnost sinalbina je bila med obravnavanimi rastlinskimi vrstami križnic najvišja v vzorcih bele gorjušice ( $30,12 \pm 5,52$   $\mu\text{mol/g}$  mase suhega semena) in krmne ogrščice ( $11,16 \pm 6,50$   $\mu\text{mol/g}$  mase suhega semena). Glede na zgornjo ugotovitev, da se vsebnost glukozinolatov med posameznimi vrstami križnic razlikuje, ugotavljamo, da med vrstami križnic obstajajo tudi razlike glede njihove ustreznosti za prehrano kapusovih bolhačev in kapusovih stenic. Medtem ko smo pri hibridih 'Tucana' in 'Hinova' ter beli gorjušici in oljni redkvi ugotovili negativen vpliv glukobrasicina na obseg poškodb kapusovih stenic, pa smo v vzorcih krmne ogrščice ugotovili pozitiven vpliv glukobrasicina na obseg poškodb. Glukonapin je tudi eden od glukozinolatov, ki so v naši raziskavi stimulirali hranjenje vrst iz rodu *Eurydema*.

### 3.5 Vpliv podnebnih dejavnikov na vsebnost glukozinolatov

Rezultati naše raziskave kažejo, da je vsebnost glukobrasicina (indolnega glukozinolata) pogojena z povprečno dnevno in najvišjo temperaturo. Okoljski dejavniki so signifikantno najbolj vplivali na vsebnost indolnih glukozinolatov, manj pa na vsebnost alifatskih oziroma aromatskih glukozinolatov.

## 4 SKLEPI

Različna preferenca preučevanih skupin škodljivcev je pogojena tudi z naravno odpornostjo rastlin. Eden od dejavnikov naravne odpornosti križnic je tudi vsebnost glukozinolatov. Glukozinolati so se v naši raziskavi pokazali za pomemben, a variabilen dejavnik naravne odpornosti križnic na napad kapusovih bolhačev in kapusovih stenic. Ugotovili smo, da je variabilnost glukozinolatov pogojena z rastlinsko vrsto, vsebnost teh snovi pa se precej razlikuje tudi med različnimi organi iste rastlinske vrste. V naši raziskavi je prišla do izraza tudi variabilnost v vsebnosti glukozinolatov med posameznimi genotipi iste rastlinske vrste, tj. med posameznimi genotipi zelja. V vzorcih oljne redkve smo ugotovili največ glukorafenina ( $8,66 \pm 1,81$   $\mu\text{mol/g}$  mase suhega semena), v vzorcih krmne ogrščice in bele gorjušice pa je bilo signifikantno največ sinalbina. Kljub temu, da je analiza potrdila sinalbin kot najbolj pogost glukozinolat v vzorcih bele gorjušice, pa nadaljnja analiza podatkov kaže na šibko korelacijo ( $r=0,36$ ) med njegovo vsebnostjo v križnicah in obsegom poškodb zaradi kapusovih stenic na njih.

Vzorčenje različnih rastlinskih delov je pokazalo, da je vsebnost določenih glukozinolatov, na primer glukobrasicina in glukorafenina v cvetovih oljne redkve ali sinalbina in epiprogoitrina v cvetovih bele gorjušice, veliko višja kot v listih preučevanih rastlinskih vrst. Ugotovili smo, da so se kapusovi bolhači v času cvetenja zelo intenzivno prehranjevali na rastlinah bele gorjušice in oljne redkev.



Ugotavljamo, da na vsebnost glukozinolatov v rastlinah vplivajo predvsem temperaturni ekstremi. Rezultati dosedanjih raziskav delovanja teh sekundarnih metabolitov govorijo v prid delovanja, ki je specifično za posamezno skupino teh sekundarnih metabolitov; vendar smo ugotovili, da tudi znotraj posameznih skupin glukozinolatov prihaja do razlik v delovanju. Glukobrasicin, edini zaznavin glukozinolat v vseh preučevanih rastlinskih vrstah, spada med indol glukozinolate. Ugotavljamo, da na obseg poškodb vrst iz rodov *Phyllotreta* in *Eurydema* ta glukozinolat v oljni redkvi deluje negativno. Omenjena snov spada v skupino tistih, na katere so signifikatno najbolj vplivali okoljski parametri, predvsem povprečna dnevna in najvišja temperatura zraka. Glukonasturtiin in epiprogoitrin sta v krmni ogrščici na obe preučevani skupini škodljivcev delovala negativno., sinalbin pa je na prehranjevanje kapusovih stenic v vzorcih krmne ogrščice deloval negativno, na kapusove bolhače pa je imel stimulatívno delovanje.

Pridobljeni podatki na dveh različnih lokacijah so pokazali, da lahko obseg poškodb kapusovih bolhačev uspešno nadziramo z uporabo mešanih posevkov križnic, ki smo jih uporabili v našem poskusu. Omenjena kombinacija rastlinskih vrst bi bila glede na naše ugotovitve ustrezna za obe lokaciji, na katerih smo izvajali poskus, pa tudi za druga območja, na katerih v Sloveniji pridelujejo zelje in kjer se pridelovalci srečujejo s škodljivci, ki smo jih preučevali v naši raziskavi. S tem, ko smo v obeh letih poskusa rastline privabilnih posevkov sejali pred glavnim posevkom, smo v precejšnji meri vplivali na to, da so se poškodbe vrst iz rodov *Phyllotreta* in *Eurydema* najprej pojavile na privabilnih posevkih.

## 5 ZAHVALA

Prispevek je nastal v okviru CRP projekta V4-1067, ki sta ga finančno podprli Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS in Ministrstvo za kmetijstvo in okolje. Del raziskav je bil opravljen v okviru strokovnih nalog s področja zdravstvenega varstva rastlin, ki jih financira Uprava RS za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin.

## 6 LITERATURA

- Ahuja, I., Rohloff, J., Bones, A.M. 2010. Defence mechanisms of Brassicaceae: implications for plant-insect interactions and potential for integrated pest management. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 30: 311-348.
- Beekwilder, J., van Leeuwen, W., van Dam, N. M., Betrossi, M., Grandi, V., Mizzi, L., Solowiev, M., Szabados, L., Molthoff, J. W., Schipper, B., Verbocht, H., de Vos, R. C. H., Morandini, P., Aarts, M. G. M., Bovy, A. 2008. The impact of the absence of aliphatic glucosinolates on insect herbivory in *Arabidopsis*. *Plos One*, 3: e2068. doi:10.1371/journal.pone.0002068.
- Blažević, I., Mastelić, J. 2009. Glucosinolate degradation products and other bound and free volatiles in the leaves and roots of radish (*Raphanus sativus* L.). *Food Chemistry*, 113: 96-102.
- Branca, F., Li, G., Goyal, S., Quiros, C. 2002. Survey of aliphatic glucosinolates in Sicilian wild and cultivated Brassicaceae. *Phytochemistry*, 59:717-724.
- Björkman, M., Klingen, I., Birch, A. N. E., Bones, A. M., Bruce, T. J. A., Johansen, T. J., Meadow, R., Mølmann, J., Seljåsen, R., Smart, L. E., Stewart, D. 2011. Phytochemicals of Brassicaceae in plant protection and human health – Influences of climate, environment and agronomic practice. *Phytochemistry*, 72: 538-556.
- Bohinc, T., Trdan, S. 2012. Trap crops for reducing damage caused by cabbage stink bugs (*Eurydema* spp.) and flea beetles (*Phyllotreta* spp.) on white cabbage: fact or fantasy? *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 10, 2: 1365-1370.
- Bohinc, T., Hrastar, R., Košir, I.J., Trdan, S. 2013. Association between glucosinolate concentration and injuries caused by cabbage stink bugs *Eurydema* spp.(Heteroptera: Pentatomidae) on different Brassicas. *Acta Scientiarum Agronomy*, 35: 1-8.
- Cartea, M. E., Velasco, P., Obrégon, S., Padilla, G., de Haro, A. 2008. Seasonal variation in glucosinolate content in *Brassica oleracea* crops grown in northwestern Spain. *Phytochemistry*, 69: 403-416.

- de Villena, F. A., Fritz, V. A., Cohen, J. D., Hutchison, V. D. 2007. Changes in gluconasturtiin concentrations in chinese cabbage with increasing cabbage looper density. *Hort Science*, 42: 1337-1340.
- Fahey, J. W., Zalcmann, A. T., Talalay, P. 2001. The chemical diversity and distribution of glucosinolates and isothiocyanates among plants. *Phytochemistry*, 56:5-51.
- ISO 9167-1. Rapeseed – determination of glucosinolates content. Part 1: Method using high-performance liquid chromatography. 1992: 9 str.
- Kliebenstein, D. J., Gershenzon, J., Mitchell-Olds, T. 2001. Comparative quantitative trait loci mapping of aliphatic, indolic and benzylic glucosinolate production in *Arabidopsis thaliana* leaves and seeds. *Genetics*, 159: 359-370.
- Moyes C.L., Collin H.A., Britton G., Raybould A.F. 2000. Glucosinolates and differential herbivory in wild populations of *Brassica oleracea*. *Journal of Chemical Ecology*, 26: 2625-2641.
- OEPP/EPPO. 2002. Guidelines for the efficiency evaluation of insecticides. *Phyllotreta* spp. on rape. OEPP/EPPO Bulletin, 32: 361-365.
- Padilla, G., Cartea, M. E., Velasco P., de Haro A., Ordás A. 2007. Variation of glucosinolates in vegetable crops of *Brassica rapa*. *Phytochemistry*, 68: 536-545
- Smallegange R.C., van Loon J.J.A., Blatt S.E., Harvey J.A., Agerbirk N., Dicke M. 2007. Flower vs. leaf feeding by *Pieris brassicae*: Glucosinolate-rich flower tissues are preferred and sustain higher growth rate. *Journal of Chemical Ecology*, 33: 1831-1844.
- 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.
- Sun, B, Liu, N, Zhao, Y, Yan, H., Wang, Q. 2011. Variation of glucosinolates in three edible parts of Chinese kale (*Brassica alboglabra* Bailey) varieties. *Food Chemistry*, 124: 941-947
- Valantin-Morison, M., Meynard, J.M., Doré, T. 2007. Effects of crop management and surrounding field environment on insect incidence in organic winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Crop Protection*, 26: 1108-1120.
- Van Doorn, J.E., van der Kruk, G.C., van Holst, G.J., Schoofs, M., Broer, J.B., Nijs, J.J.M. 1999. Quantitative inheritance of the progoitrin and singrin content in Brussels sprouts. *Euphytica*, 108: 41-52.
- Vaughn, S. F., Berhow, M. A. 2005. Glucosinolate hydrolysis products from various plant sources: Ph effects, isolation, and purification. *Industrial Crops and Products*, 21: 693-202.
- Velasco, P., Cartea, M. E., Gonzalez, C., Vilar, M., Ordas, A. 2007. Factors affecting the glucosinolate content of kale (*Brassica oleracea* acephala group). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55:955-962.
- Winde, I., Wittstock, U. 2011. Insect herbivore counteradaptions to the plant glucosinolate-myrosinase system. *Phytochemistry*. 72: 1566-1575.

## VPLIV PARAMETROV APLIKACIJE NA OBLIKOVANJE DEPOZITA ŠKROPILNE BROZGE NA LISTIH ČEBULE

Marjan SIRK<sup>1</sup>, Mario LEŠNIK<sup>2</sup>, Brigita BRACKO<sup>3</sup>, Stanislav VAJS<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede, Pivola

### IZVLEČEK

Izveden je bil poljski poskus, v katerem smo preučevali vpliv parametrov aplikacije in dodajanja močila Break Thru (kopolimer tri-siloksana) na oblikovanje depozita škropilne brozge na površju listov čebule. Značilnosti depozita smo prikazali z uporabo testnih lističev občutljivih za vodo (angl. WSP) in z meritvami koncentracije barvila tartrazin (E102), izluženega s površja listov čebule. Aplikacija škropilne brozge je bila izvedena s standardno poljedelsko škropilnico umerjeno na porabo vode 200 ali 400 l/ha. Testirali smo šobe TeeJet XR 11002, 11004; TeeJet Twin 60 11002, 60 11004 in TeeJet Turbo Twin 60 11002 ali 60 11004. Statistična analiza je pokazala značilne razlike med depoziti barvila tartrazin, ki so jih različne šobe oblikovale na različnih delih zelenja čebule. Šoba TeeJet Twin je deponirala značilno več barvila na listju čebule, kot drugi dve testirani šobi. Povečanje porabe vode iz 200 l/ha na 400 l/ha ni značilno povečalo depozita barvila. Učinek dodajanja močila Break Thru je bil pri različnih šobah različen in je povzročil povečanje depozita na različnih delih listov čebule.

119

**Ključne besede:** čebula, škropivo, škropljenje, obloga, šobe, močilo

### ABSTRACT

#### THE EFFECTS OF SPRAY APPLICATION PARAMETERS ON SPRAY DEPOSIT FORMATION ON ONION LEAVES

A field trial was carried out to test the effects of spray application parameters and of the effects of adding a Break Thru trisiloxane based adjuvant on the formation and retention of spray deposits on leaf surfaces of onions. Characteristics of spray deposits were shown by using water sensitive papers (WSP) and by measuring the concentration of tartrazine dye (E102) extracted from onion leaves. The spray application was carried out by a standard field boom sprayer set to delivering 200 or 400 l of spray per hectare. The nozzles TeeJet XR 11002, 11004, TeeJet Twin 60 11002, 60 11004 and TeeJet Turbo Twin 60 11002 or 60 11004 were tested. Statistical analysis revealed a significant difference between nozzles in terms of the tartrazine deposit at different positions on the onion canopy. The TeeJet Twin nozzle deposited significantly more tartrazine deposit compared to the other two tested nozzles. The increase of spray volume from 200 to 400 l/ha did not increase the tartrazine deposit significantly. The effect of adding the adjuvant was different with each of the tested nozzles. It caused an increase of tartrazine deposits at different positions on the onion leaves.

**Key words:** onion, spray, application, deposit, nozzles, adjuvant

---

<sup>1</sup> inž. kmet. teh., Pivola 10, SI-2310 Hoče, e-mail: marjan.sirk@um.si

<sup>2</sup> prof. dr., prav tam

<sup>3</sup> mag. kmet., prav tam

<sup>4</sup> mag. kmet., prav tam

## 1 UVOD

Tehnika aplikacije fitofarmaceutskih sredstev (FFS) ima značilen vpliv na stopnjo njihove učinkovitosti za zatiranje škodljivih organizmov. Strukturne in morfološke značilnosti gojenih rastlin imajo poleg tehničnih parametrov naprav za nanos FFS prav tako pomemben vpliv na zadrževanje in razporejanje škropilne brozge na ciljnih površinah. Čebula velja za rastlino, kjer le s težavo dosežemo dobro zadrževanje škropilne brozge na ciljni površini. Običajno strokovno priporočilo je, da pri aplikaciji FFS uporabljamo majhne kapljice s premerom med 100 in 150  $\mu\text{m}$  pri porabi vode okrog 200 l/ha in ob dodajanju ustreznih močil (Napir, 2006; Allen, 2010). S povečevanjem porabe vode in s povečevanjem premera kapljic se navadno zadrževanje škropilne brozge na pokončnem voščenem površju čebule občutno zmanjša, kar lahko povzroči manjšo učinkovitost FFS (Heller *et al.*, 2006; Rüegg in Eder, 2006; Anon. Agroscope, 2006), vendar učinek ni enoznačen in v literaturi lahko najdemo kar nekaj navedb, da prej omenjeno ne drži povsem (Laun *et al.*, 2005; MacIntyre-Allena *et al.*, 2007; MacIntyre-Allena *et al.*, 2007; Anon. Evonik Industries, 2008). Učinki parametrov aplikacije so pri fungicidih različni, kot pri insekticidih (Napir, 2006; Allen, 2010). Prav tako pa so učinki lahko različni pri pripravkih za varstvo med rastno dobo in pri pripravkih, od katerih pričakujemo rezidualni učinek v skladišču (Barber in Landers, 2010). Pri zadnjih si določen obseg stekanja škropilne brozge v notranjost vratu čebule celo želimo (npr. sredstva proti sivi plesni). Poseben razmislek glede velikosti kapljic je potreben pri herbicidih, ki so fitotoksični za čebulo. Tudi tam si želimo povečano stekanje s površja čebulnih listov. Pri vrtnarski pridelavi imamo pogosto ozke pasove vrtnin blizu skupaj. To predstavlja težavo za neželeni drift, ki lahko povzroči fitotoksičnost na sosednji rastlinski vrsti ali pa pojav nedovoljenih ostankov FFS v njej. Za preprečevanje teh težav uporabljamo antidriftne šobe, ki pa zaradi oblikovanja velikih kapljic lahko zmanjšajo učinkovitost FFS. Ta negativen učinek lahko ublažimo, če namesto enega curka šoba oblikuje dva ali več curkov pod različnimi koti. Namen raziskave je bil preučiti vpliv parametrov nanosa škropilne brozge na omočenost listja čebule in na obseg depozita škropilne brozge na različnih delih listja. Predvsem nas je zanimal interaktivni učinek med tipom šobe, porabo vode in dodatkom močila.

120

## 2 MATERIALI IN METODE

### 2.1 Zasnova poljskega poskusa

Poskus je bil izveden v nasadu čebule, ki je uspevala na lahkih distričnih rjavih tleh na območju naselja Moškanjci na Ptujskem polju. Gostota sajenja je bila 45-50 rastlin na  $\text{m}^2$ . Poskusne parcelice so bile razporejene v naključnih blokih v štirih ponovitvah. Parcelice so bile dolge 15 metrov in široka 4 metre ( $60 \text{ m}^2$ ). Škropilno brozgo smo nanесли s poljsko škropilnico Metalna RAU 400. Statistično je bil poskus zasnovan kot poskus z več dejavniki. Poskusni dejavniki so bili: tip šobe, poraba vode, močilo in položaj na rastlini pri ugotavljanju depozita škropilne brozge. Podatke smo analizirali z osnovnim ANOVA testom. Statistično značilnost razlik med posameznimi povprečji smo določili s Tukey-HSD testom.

### 2.2 Uporabljena aplikacijska tehnika

V poskusu smo preučevali dva tehnična parametra: tip šobe in količino vode za nanos pripravkov. Nanos smo opravili s tremi tipi šob: TeeJet XR, TeeJet Twin in TeeJet Turbo Twin. Parametri aplikacije so prikazani v preglednici 1. Pri vseh treh tipih šob smo uporabili šobe dveh pretočnih razredov, in sicer razreda 02 in 04. S šobami razreda 02 smo opravili nanos pri porabi vode 200 l/ha, s šobami razreda 04 pa pri 400 l/ha. Šobe tipa XR so standardne poljedelske šobe s ploščatim 110 stopinjskim kotom, ki pri običajnih delovnih

tlakah dajejo razmeroma drobne kapljice z VMD (Volume median diameter – povprečni volumski premer) med 100 in 150  $\mu\text{m}$ . Za šobe tipa Twin je značilno, da proizvajajo dva sploščena curka, ki se med seboj odmikata za  $60^\circ$ . Dajejo nekaj zelo drobnih in nekaj srednje velikih kapljic. Z njimi naj bi pri škropljenju dosegli večjo izenačenost depozitov med sprednjo in zadnjo stranjo površine ciljnih rastlinskih organov. Šobe tipa Turbo Twin imajo enako dvojno strukturo ploščatih curkov, le da proizvajajo nekoliko večje kapljice. Zaradi tega so nekoliko bolj ustrezne za večje vozne hitrosti in za delo pri večjih hitrostih bočnega vetra (zmanjševanje zanašanja brozge izven cilja - drifta). Eden od preučevanih dejavnikov je bilo dodajanje silikonskega močila BreakThru S 240 (proizvajalec BASF), ki vsebuje polieterpolimetilsiloksankopolimer. Uporabili smo ga v odmerku 300 ml/ha v 200 ali 400 vode na ha. Aplikacija je bila izvedena ob 11:30 uri na popolnoma suhih rastlinah pri temperature  $21^\circ\text{C}$  in relativni zračni vlagi 58 %. Bočni veter ( $40^\circ$  na smer vožnje) je pihal z močjo 0,2 m/s. Vzorci za analize so bili pobrani v času 20 minut po zaključeni aplikaciji. Čebula ni bila zapleveljena, zato pleveli niso vplivali na mikro distribucijo škropilne brozge znotraj sestoja čebule.

Preglednica 1: Pregled delovnih parametrov uporabljenih šob v poskusu.

Tip šobe	Tlak	Pretok	Vozna hitrost	Hektarski izmet	Velikost kapljic: VMD $\mu\text{m}$
TeeJet Twin 60 110 02	2,2 bara	0,67 l/min	4 km/h	200 l/ha	F 90 - 130 $\mu\text{m}$
TeeJet Twin 60 110 04	2,2 bara	1,35 l/min	4 km/h	400 l/ha	F 110 - 160 $\mu\text{m}$
TeeJet XR 11002	2,2 bara	0,67 l/min	4 km/h	200 l/ha	F 110-170 $\mu\text{m}$
TeeJet XR 11004	2,2 bara	1,35 l/min	4 km/h	400 l/ha	M 170 - 220 $\mu\text{m}$
Turbo-Twinjet TTJ60 11002	2,2 bara	0,67 l/min	4 km/h	200 l/ha	C 200 - 280 $\mu\text{m}$
Turbo-Twinjet TTJ60 11004	2,2 bara	1,35 l/min	4 km/h	400 l/ha	C 250 - 320 $\mu\text{m}$

121

### 2.3 Način ocenjevanja depozita škropilne brozge

Analizo kakovosti depozita smo opravili s pomočjo optičnih metod (WSP lističi – angl. water sensitive paper) in kemijskih spektrofotometričnih metod (analiza barvnih sledilcev). Uporabili smo standardne WSP lističe (26 x 76 mm; Syngenta). Na izbrane rastline smo v razvojnem stadiju največje listne gmote BBCH 75 namestili 6 lističev na rastlino. Imeli smo 3 položaje (na vrhu, na sredini in na spodnjem delu rastline) in dve orientaciji. Trije lističi so bili orientirani tako, da so bili obrnjeni proti smeri vožnje traktorja in trije za  $180^\circ$  stopinj obratno. WSP lističe smo položili tudi vodoravno na tla med rastline in smo jih pritrdili na odrezane liste, da jih pri nanosu škropiva ni odneslo. Analizo števila zadetkov kapljic ( $n/\text{cm}^2$ ) in stopnjo pokrovnosti (% coverage) so izvedli na Inštitutu za hmeljarstvo in pivovarstvo v Žalcu s pomočjo naprave Optomax image analyser.

Za določanje koncentracije depozita škropilne brozge smo uporabili barvilo tartrazin E102, ki je barvilo za uporabo v živilski industriji (Etol Celje, citronino rumeno 06086, 25,62 % tartrazin). Pri nanosu smo nanесли 475 gramov tartrazina na hektar v 200 ali 400 litrih škropilne brozge na hektar. Spektrofotometrično smo obdelovali vzorce filtrirnega papirja, ki so bili pritrdjeni na čebulne liste v 6 položajih (enako kot WSP lističi) in dele listov čebule.

Za posamezen vzorec čebulnih listov smo odvzeli 10 koščkov dolgih 10 cm. Kose čebulnih listov smo izrezovali ločeno na treh višinah (konice listov, srednji del listov in listno dno pri razrastišču). Tako smo dobili podatke za depozite v treh različnih območjih lista (rastline).

Filtrirni papir je bil pripravljen za analizo tako, da smo ga prelili z 20 ml destilirane vode in tekočino tresli 30 sekund. Potem je bil z injekcijo odvzet vzorec tekočine in izbrizgan skozi filter v kivetu za meritve. Meritve so bile izvedene na fotospektrometru znamke Varian Cary 50 pri absorpcijskem maksimumu 425 nm. Vzorci listov so bili pripravljeni tako, da smo 10 kosov prelili s 100 ml vode in vsebino tresli 30 sekund. Nato je bila tekočina prek filtra izbrizgana v merilno kivetu.

Izračun koncentracije depozita izraženo v enoti  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$  je bil narejen po standardnem protokolu, kjer iz meritve, ki jo pokaže spektrofotometer in količine vode, s katero smo prelili vzorec, ugotovimo količino barvila, ki jo nato delimo s površino vzorca. Filtrirni papir je imel

znano površino 19,76 cm<sup>2</sup>. Za listje smo izdelali matematično regresijsko funkcijo med maso listov in površino listov. Pred analizo so bili vzorci listja stehani in bile so narejene tri regresijske krivulje (konice, sredina in spodnji del list). Površina svežih prešanih listov se je ugotavlja s skenerjem in ustreznim računalniškim programom.

### 3 REZULTATI IN RAZPRAVA

#### 3.1 Rezultati analize WSP lističev položenih na tla med rastline

V primeru, ko WSP lističe položimo na tla na rezultat ne vpliva veliko stekanje in odbijanje tekočine po površju rastline, temveč le gostota škropilnega oblaka, ki prodira skozi gmoto listov čebule. Ta rezultat kaže prostorsko gostoto kapljic, ki sestavljajo škropilni oblak najbolj neposredno. Jasno se vidi, da šoba XR proizvaja najbolj drobne kapljice in je zato zadetkov na cm<sup>2</sup> pri njej največ. Obratno šoba Turbo proizvaja največje kapljice in je tam najmanj zadetkov. Pri porabi 200 l/ha smo izmerili značilno večje število zadetkov kot pri porabi 400 l/ha. Razlika ni neposredno posledica pretoka šobe, temveč razmerja med pretokom in tlakom. Vse šobe so delovale pod enakim tlakom.

Preglednica 2: Analiza števila zadetkov kapljic (n/cm<sup>2</sup>) na WSP lističu položenem na tla, v odvisnosti od tipa šobe, porabe vode in dodajanja močila BreakThru (300 ml/ha).

Voda / močilo	TeeJet XR	TeeJet Twin	TeeJet Turbo Twin	Povprečje:
200 l/ha brez močila	189 c a	168 b b	115 a b	157 B
200 l/ha z močilom	157 c a	133 b a	66 a a	119 A
Povprečje 200 l/ha	173 c b	151 b b	91 a b	138 B
400 l/ha brez močila	145 c b	69 a b	106 b b	107 B
400 l/ha z močilom	84 b a	36 a a	54 c a	58 A
Povprečje 400 l/ha	115 c a	53 a a	80 b a	82 A
<b>Povpr. 200 + 400 brez močila</b>	<b>167 b a</b>	<b>119 a a</b>	<b>111 a b</b>	<b>132 A</b>
<b>Povpr. 200 + 400 z močilom</b>	<b>162 c a</b>	<b>126 b a</b>	<b>88 a a</b>	<b>125 A</b>
Povprečje:	165 c	122 b	99 a	

\* Majhne črke služijo za primerjave med vrstami šob (horizontalno), velike črke za primerjavo parametrov (vertikalno). Primerjaj črke enakega tipa (običajna pisava med šobami, poševna pisava med porabama vode, odebeljeno med močilom in brez). Povprečja označena z enako črko se ne razlikujejo med seboj glede na rezultate Tukey testa ( $\alpha = 0,05$ ).

Dodajanje močila povzroči, da tekočina po zadetku WSP lističa bolj razleze (večji spread faktor) in da pride do večjega zlivanje posameznih zadetkov, zato jih optična naprava ne more ločiti med seboj. Posledica je manjše število evidentiranih zadetkov na cm<sup>2</sup>. Ta efekt je značilen pri velikih kapljicah in nekaj manj pri majhnih kapljicah. Tako je na primer pri porabi vode 200 l/ha razlike med močilom in brez močila manjša (gledano povprečje vseh šob; 119 proti 157 v pregl. 2), kot pri porabi vode 400 l/ha, kjer pa je razlika nekaj večja (58 proti 107). Zmanjšanje števila zadetkov pri večji porabi vode je lahko povezano tudi z dezintegracijo tekočine na izstopnem ustju šobe. Zaradi dodanega močila lahko šoba oblikuje manj kapljic gledano na volumen pretočene tekočine. Takšne učinke močila lahko imajo. Ti učinki niso bili predmet naše raziskave. BreakThru ni tipično antidrift močilo s posebej izraženim zgoraj omenjenim učinkom, to je povečevanje velikosti kapljic in zmanjševane števila kapljic.

Največjo pokrovnost smo dosegli pri šobi Twin, kar je bilo pričakovano (glej preglednico 3). Dodajanje močila BreakThru je značilno povečalo pokrovnost, prav tako povečanje porabe vode iz 200 na 400 l/ha. Učinek povečanja pokrovnosti je odvisen od interaktivnega učinka med porabo vode in tipom šobe. Pokrovnost in obseg depozita nista vedno sorazmerno povezana.

Preglednica 3: Analiza pokrovnosti s škropilno brozgo (% coverage, delež omočene površine) pri WSP lističih položenih na tla v odvisnosti od tipa šobe, porabe vode in dodajanja močila BreakThru (300 ml/ha).

Voda / močilo	TeeJet XR	TeeJet Twin	TeeJet Turbo Twin	Povprečje:
200 l/ha brez močila	45 b a	54 c a	23 a a	41 A
200 l/ha z močilom	45 b a	64 c b	41 a b	50 B
<i>Povprečje 200 l/ha</i>	<i>45 b a</i>	<i>59 c a</i>	<i>32 a a</i>	<i>45 A</i>
400 l/ha brez močila	52 a a	65 c a	60 b a	59 A
400 l/ha z močilom	62 a b	85 b b	64 a a	71 B
<i>Povprečje 400 l/ha</i>	<i>57 a b</i>	<i>75 c b</i>	<i>62 b b</i>	<i>65 B</i>
<b>Povpr. 200 + 400 brez močila</b>	<b>49 b a</b>	<b>60 c a</b>	<b>43 a a</b>	<b>51 A</b>
<b>Povpr. 200 + 400 z močilom</b>	<b>54 a b</b>	<b>75 b b</b>	<b>53 a b</b>	<b>60 B</b>
<i>Povprečje:</i>	<i>51 b</i>	<i>67 c</i>	<i>47 a</i>	

\* Majhne črke služijo za primerjave med vrstami šob (horizontalno), velike črke za primerjavo parametrov (vertikalno). Primerjaj črke enakega tipa (običajna pisava med šobami, poševna pisava med porabami vode, odebeljeno med močilom in brez). Povprečja označena z enako črko se ne razlikujejo med seboj glede na rezultate Tukey testa ( $\alpha = 0,05$ ).

123

### 3.2 Rezultati analize WSP lističev pritrjenih na rastline čebule

Preglednica 4: Analiza števila zadetkov kapljic ( $n/cm^2$ ) na WSP lističih pritrjenih na listju čebule v odvisnosti od tipa šobe, porabe vode in dodajanja močila BreakThru (300 ml/ha).

Voda / močilo	TeeJet XR	TeeJet Twin	TeeJet Turbo Twin	Povprečje:
200 l/ha brez moč.	141,8 b c	115 a b	60,8 a a	105,9 A
200 l/ha z močilom	117,5 a b	116,6 a b	70,8 b a	101,6 A
<i>Povprečje 200 l/ha</i>	<i>129,6 b b</i>	<i>115,8 b b</i>	<i>65,8 b a</i>	<i>103,7 B</i>
400 l/ha brez moč.	72 b b	97,6 b c	43,4 a a	71,0 B
400 l/ha z močilom	49,6 a a	59,2 a b	51,4 b a	53,4 A
<i>Povprečje 400 l/ha</i>	<i>60,8 a b</i>	<i>78,4 a c</i>	<i>47,4 a a</i>	<i>62,2 A</i>
<b>Povpr. 200 + 400 brez močila</b>	<b>107,9 b b</b>	<b>106,3 b b</b>	<b>52,1 a a</b>	<b>88,7 B</b>
<b>Povpr. 200 + 400 z močilom</b>	<b>83,6 b a</b>	<b>87,9 b a</b>	<b>61,1 a b</b>	<b>77,5 A</b>
<i>Povprečje:</i>	<i>95,7 b</i>	<i>97,1 b</i>	<i>56,6 a</i>	

\* Majhne črke služijo za primerjave med vrstami šob (horizontalno), velike črke za primerjavo povprečij parametrov (vertikalno). Primerjaj črke enakega tipa (običajna pisava med šobami, poševna pisava med porabami vode, odebeljeno med močilom in brez). Povprečja označena z enako črko se ne razlikujejo med seboj glede na rezultate Tukey testa ( $\alpha = 0,05$ ).

Preglednica 5: Analiza števila zadetkov kapljic ( $n/cm^2$ ) na WSP lističih pritrjenih na listju čebule v odvisnosti od tipa šobe, položaja na rastlini in dodajanja močila BreakThru (300 ml/ha).

Položaj:	TeeJet XR	TeeJet Twin	TeeJet Turbo Twin	Povprečje:
Zgoraj (konice) 200 l/ha	144,4 <b>b b b</b>	146,6 <b>b b b</b>	85,2 <b>c a b</b>	125,4 <b>B B</b>
Sredina lista 200 l/ha	159,2 <b>b b b</b>	140,8 <b>b b b</b>	69,9 <b>b a b</b>	123,3 <b>B B</b>
Spodnji del lista 200 l/ha	85,4 <b>a c b</b>	60,1 <b>a b a</b>	45 <b>a a b</b>	63,5 <b>A B</b>
Zgoraj (konice) 400 l/ha	64 <b>b a b a</b>	73,8 <b>a b a</b>	58,1 <b>b a a</b>	65,3 <b>C A</b>
Sredina lista 400 l/ha	76,3 <b>c a b a</b>	86 <b>b b a</b>	56,7 <b>b a a</b>	73 <b>B A</b>
Spodnji del lista 400 l/ha	42,2 <b>a b a</b>	75,4 <b>a c b</b>	27,3 <b>a a a</b>	48,3 <b>A A</b>
Zgoraj (konice) brez močila	129,8 <b>b b b</b>	133,3 <b>c b b</b>	80,7 <b>c a a</b>	114,6 <b>B A</b>
Sredina lista brez močila	130,4 <b>b b b</b>	119,1 <b>b b a</b>	56,5 <b>b a a</b>	102 <b>B A</b>
Spodnji del lista brez močila	60,6 <b>a b a</b>	66,4 <b>a b a</b>	22,1 <b>a a a</b>	49,7 <b>A A</b>
Zgoraj (konice) z močilom	78,6 <b>b b a</b>	87,1 <b>b b a</b>	62,9 <b>b a a</b>	76,2 <b>B B</b>
Sredina lista z močilom	105,1 <b>c b a</b>	107,7 <b>c b a</b>	70,1 <b>c a b</b>	94,3 <b>C B</b>
Spodnji del lista z močilom	67 <b>a b a</b>	69,1 <b>a b a</b>	50,2 <b>a a b</b>	62,1 <b>A B</b>

\* Majhne črke služijo za primerjave med vrstami šob (horizontalno), velike črke za primerjavo povprečij parametrov (vertikalno). Primerjaj črke enake oblike (običajna pisava med šobami horizontalno, poševen tisk med porabo vode 200 in 400 l/ha znotraj istih variant, poudarjen tisk za primerjavo z ali brez močila, podčrtano med položaji zgoraj-sredina-spodaj v okviru iste porabe vode in v sistemu z ali brez močila). Povprečja označena z enako črko se ne razlikujejo med seboj glede na rezultate Tukey testa ( $\alpha=0,05$ ).

124

Preglednica 6: Analiza števila zadetkov kapljic ( $n/cm^2$ ) na WSP lističu pritrjenih na listju čebule v odvisnosti od tipa šobe, položaja na rastlini in dodajanja močila BreakThru (300 ml/ha).

Položaj:	TeeJet XR	TeeJet Twin	TeeJet Turbo Twin	Povprečje:
Spredaj 200 l/ha	115,5 <b>a b b</b>	122,6 <b>a b b</b>	62,8 <b>a a b</b>	100,3 <b>A B</b>
Spredaj 400 l/ha	33,6 <b>a a a</b>	84,6 <b>a b a</b>	44,1 <b>a a a</b>	54,1 <b>A A</b>
Zadaj 200 l/ha	145,8 <b>b c b</b>	109,1 <b>a b b</b>	68,8 <b>a a b</b>	107,9 <b>A B</b>
Zadaj 400 l/ha	88,1 <b>b b a</b>	72,2 <b>a a b</b>	50,7 <b>a a a</b>	70,3 <b>B A</b>
Spredaj skupaj:	74,5 <b>a b</b>	103,6 <b>a c</b>	53,4 <b>a a</b>	77,2 <b>A</b>
Zadaj skupaj:	116,9 <b>b c</b>	90,6 <b>a b</b>	59,8 <b>a a</b>	89,1 <b>A</b>
Spredaj brez močila	83,7 <b>a b a</b>	127,6 <b>b c b</b>	45,8 <b>a a a</b>	85,7 <b>A B</b>
Spredaj z močilom	78,1 <b>a b a</b>	79,5 <b>a b a</b>	48,2 <b>a a a</b>	68,6 <b>A A</b>
Zadaj brez močila	130,1 <b>b c b</b>	84,9 <b>a b a</b>	60,4 <b>b a a</b>	91,8 <b>A A</b>
Zadaj z močilom	89 <b>a a b a</b>	96,4 <b>b b b</b>	74,1 <b>b a b</b>	86,5 <b>B A</b>

\* Majhne črke služijo za primerjave med vrstami šob (horizontalno), velike črke za primerjavo povprečij parametrov (vertikalno). Primerjaj črke enake oblike (običajna pisava med šobami horizontalno, poševen tisk med porabo vode 200 in 400 l/ha znotraj istih variant, poudarjen tisk za primerjavo z ali brez močila, podčrtano med položaji spredaj - zadaj v okviru iste porabe vode in v sistemu z ali brez močila). Povprečja označena z enako črko se ne razlikujejo med seboj glede na rezultate Tukey testa ( $\alpha=0,05$ ).



Preglednica 7: Analiza pokrovnosti s škropilno brozgo (% coverage, delež omočene površine) pri WSP lističih pritrjenih na listju čebule v odvisnosti od tipa šobe, porabe vode in dodajanja močila BreakThru (300 ml/ha).

Voda / močilo	TeeJet XR	TeeJet Twin	TeeJet Turbo Twin	Povprečje:
200 l/ha brez močila	20,5 <b>a a</b>	19,6 <b>a a</b>	18,2 <b>a a</b>	19,4 <b>A</b>
200 l/ha z močilom	30,3 <b>b b</b>	22,4 <b>a a</b>	21,8 <b>a b</b>	24,8 <b>B</b>
<i>Povprečje 200 l/ha</i>	25,4 <b>b a</b>	21,0 <b>a a</b>	20,0 <b>a a</b>	22,1 <b>A</b>
400 l/ha brez močila	24,3 <b>b a</b>	30,4 <b>c a</b>	21,4 <b>a a</b>	25,4 <b>A</b>
400 l/ha z močilom	29,1 <b>a b</b>	47,8 <b>b b</b>	30,3 <b>a b</b>	35,7 <b>B</b>
<i>Povprečje 400 l/ha</i>	26,7 <b>a a</b>	39,1 <b>b b</b>	25,8 <b>a b</b>	30,5 <b>B</b>
Povpr. 200 + 400 Brez močila	22,4 <b>a ab</b>	25,0 <b>a b</b>	19,8 <b>a a</b>	22,4 <b>A</b>
Povpr. 200 + 400 Z močilom	29,7 <b>b b</b>	35,1 <b>b c</b>	26,0 <b>b a</b>	30,3 <b>B</b>
<i>Povprečje:</i>	26,1 <b>ab</b>	30,0 <b>b</b>	22,9 <b>a</b>	

\* Majhne črke služijo za primerjave med vrstami šob (horizontalno), velike črke za primerjavo povprečij parametrov (vertikalno). Primerjaj črke enakega tipa (običajna pisava med šobami, poševna pisava med porabama vode, odebeljeno med močilom in brez). Povprečja označena z enako črko se ne razlikujejo med seboj glede na rezultate Tukey testa ( $\alpha = 0,05$ ).

Preglednica 7: Analiza pokrovnosti s škropilno brozgo (% coverage, delež omočene površine) pri WSP lističih pritrjenih na listju čebule v odvisnosti od tipa šobe, položaja na rastlini in dodajanja močila BreakThru (300 ml/ha).

125

Položaj:	TeeJet XR	TeeJet Twin	TeeJet Turbo Twin	Povprečje:
Zgoraj (konice) 200 l/ha	35,3 <b>c b a</b>	34,9 <b>c b a</b>	29,1 <b>c a a</b>	33,1 <b>C A</b>
Sredina lista 200 l/ha	28,7 <b>b b b</b>	21,7 <b>b a a</b>	18,6 <b>b a a</b>	23 <b>B A</b>
Spodnji del lista 200 l/ha	12,2 <b>a b a</b>	6,4 <b>a a a</b>	12,3 <b>a b a</b>	10,3 <b>A A</b>
Zgoraj (konice) 400 l/ha	45,6 <b>c a b</b>	56,9 <b>c b b</b>	38,8 <b>c a b</b>	47,1 <b>C B</b>
Sredina lista 400 l/ha	22 <b>b a a</b>	45,4 <b>b b b</b>	29,2 <b>b a b</b>	32,2 <b>B B</b>
Spodnji del lista 400 l/ha	12,5 <b>a ab a</b>	14,8 <b>a b b</b>	9,6 <b>a a a</b>	12,3 <b>A A</b>
Zgoraj (konice) brez močila	36,3 <b>c ab a</b>	40,0 <b>c b a</b>	31,4 <b>c a a</b>	35,9 <b>C A</b>
Sredina lista brez močila	23,4 <b>b a a</b>	26,6 <b>b b a</b>	21,1 <b>b a a</b>	23,7 <b>B A</b>
Spodnji del lista brez močila	7,5 <b>a ab a</b>	8,3 <b>a b a</b>	7,0 <b>a a a</b>	7,6 <b>A A</b>
Zgoraj (konice) z močilom	45,0 <b>c b b</b>	51,8 <b>c c b</b>	36,4 <b>c a b</b>	44,4 <b>C B</b>
Sredina lista z močilom	23,3 <b>b a a</b>	44,5 <b>b c b</b>	26,7 <b>b b a</b>	31,5 <b>B B</b>
Spodnji del lista z močilom	16,9 <b>a b b</b>	12,9 <b>a a b</b>	14,9 <b>a ab b</b>	14,9 <b>A B</b>

\* Majhne črke služijo za primerjave med vrstami šob (horizontalno), velike črke za primerjavo povprečij parametrov (vertikalno). Primerjaj črke enake oblike (običajna pisava med šobami horizontalno, poševna pisava med porabo vode 200 in 400 l/ha znotraj istih variant, poudarjen tisk za primerjavo z ali brez močila, podčrtano med položaji spredaj - zadaj v okviru iste porabe vode in v sistemu z ali brez močila). Povprečja označena z enako črko se ne razlikujejo med seboj glede na rezultate Tukey testa ( $\alpha=0,05$ ).

Analize pokrovnosti (coverage) pri uporabi WSP lističev je pri poskusih v čebuli zelo težko interpretirati. Pri čebuli je zelo težko dokazati visoko stopnjo korelacije med doseženo pokrivnostjo in dejansko oblikovanim depozitom. To je zato, ker škropilna brozga listič omoči, ni pa zanesljivo, da vsa tekočina, ki listič zadane, tam tudi ostane. To pomeni, da je stopnja omočenosti lističev v neki točki lahko visoka, vendar to še ne pomeni, da je tudi depozit tam dober. Omogočajo pa lističi dobro primerjavo omočenosti v različnih točkah listov in z njimi lahko dobro demonstriramo koristi uporabe šob z več curki. Te šobe nekoliko

povečajo doseženo pokrivnost s škropilno brozgo (glej preglednico 7 za skupno povprečje 200 + 400; Twin z drobnimi kapljicami). Prav tako se v tej preglednici vidi sorazmerje med povečanjem porabe vode in povečanjem stopnje pokrovnosti. Glede na podatke iz preglednic 7 in 8 vidimo, da učinek uporabe šob z dvojnim curkom ni enoznačen in, da je nekoliko drugačen pri različni porabi vode, oziroma pri različno velikih kapljicah. To je posledica interaktivnega učinka s porabo vode. Ko poraba vode preseže določeno stopnjo pride to velikega združevanja odtisov kapljic in optična naprava ne more prikazati večplastnega prekrivanja. Zaradi tega je verjetno stopnja izenačenosti med različnimi točkami (spredaj in zadaj) večja, pri večji porabi vode, kot pri manjši porabi vode (glej preglednico 8; spredaj skupaj / zadaj skupaj).

Preglednica 8: Analiza pokrovnosti s škropilno brozgo (% coverage, delež omočene površine) pri WSP lističih pritrjenih na listju čebule v odvisnosti od tipa šobe, položaja na rastlini in dodajanja močila BreakThru (300 ml/ha).

Položaj:	TeeJet XR	TeeJet Twin	TeeJet Turbo Twin	Povprečje:
Spredaj 200 l/ha	27,1 <u>a</u> b b	21,0 <u>a</u> a a	18,2 <u>a</u> a a	22,1 <u>A</u> A
Spredaj 400 l/ha	21,4 <u>a</u> a a	46,1 <u>b</u> c b	28,2 <u>a</u> b b	31,9 <u>A</u> B
Zadaj 200 l/ha	23,5 <u>a</u> a a	21,0 <u>a</u> a a	21,8 <u>a</u> a a	22,1 <u>A</u> A
Zadaj 400 l/ha	31,8 <u>b</u> b b	32,0 <u>a</u> b b	23,5 <u>a</u> a a	29,1 <u>A</u> B
Spredaj skupaj:	24,4 <u>a</u> a	33,5 <u>b</u> b	23,2 <u>a</u> a	27,0 <u>A</u>
Zadaj skupaj:	27,7 <u>b</u> b	26,5 <u>a</u> b	22,7 <u>a</u> a	25,6 <u>A</u>
Spredaj brez močila	14,3 <u>a</u> a a	27,8 <u>a</u> c a	20,9 <u>a</u> b a	21 <u>A</u> A
Spredaj z močilom	34,5 <u>b</u> b a	39,3 <u>a</u> c b	25,5 <u>a</u> a b	33,1 <u>B</u> B
Zadaj brez močila	30,5 <u>b</u> c b	22,1 <u>a</u> b a	18,8 <u>a</u> a a	23,8 <u>A</u> A
Zadaj z močilom	25,0 <u>a</u> a a	30,9 <u>a</u> b b	26,6 <u>a</u> a b	27,5 <u>A</u> B

\* Majhne črke služijo za primerjave med vrstami šob (horizontalno), velike črke za primerjavo povprečij parametrov (vertikalno). Primerjaj črke enake oblike (običajna pisava med šobami horizontalno, poševen tisk med porabo vode 200 in 400 l/ha znotraj istih variant, poudarjen tisk za primerjavo z ali brez močila, podčrtano med položaji spredaj - zadaj v okviru iste porabe vode in v sistemu z ali brez močila). Povprečja označena z enako črko se ne razlikujejo med seboj glede na rezultate Tukey testa ( $\alpha=0,05$ ).

### 3.3 Rezultati analize depozita barvnega sledilca tartrazin na filtrirnem papirju, pritrjenem na listih čebule

V osnovi pri analizi depozita na filtrirnem papirju ne pričakujemo velikih razlik med šobami, saj ima pri porabi vode od 200 do 400 l/ha filtrirni papir sposobnost vpiti skoraj vso tekočino, ki pride v stik z njim. Do razlik pride le nekoliko zaradi razlik v kinetiki odboja kapljic po trku s površino. Pri trku večjih kapljic se izgubi večji del tekočine, ki se razprši v okolico in ne pride več v stik s površjem čebulnih listov (oz. v našem primeru s filtrirnim papirjem). To je verjetno vzrok, da smo pri šobi Turbo ugotovili nekaj manjši depozit. Dodajanje močila je značilno povečalo depozit, kar pri filtrirnem papirju nismo pričakovali. Lahko, da ima močilo neposreden učinek tudi na fizikalne razmere v kapljici neposredno ob trku s filtrirnim papirjem in ne samo pozneje pri stabilizaciji tekočine po trku. Povečana poraba vode ni prinesla izrazitega povečanja depozita na filtrirnem papirju.

V preglednici 10 so primerjave položajev po višini lista (konica, sredina in spodnji del lista). Vidimo, da je porazdelitev pri različni porabi vode drugačna. Pri mali porabi vode (200 l) je največji depozit na konicah listov in pada proti spodnjemu delu lista. Pri veliki porabi vode (400 l), je bilo ravno obratno, depozit se je povečeval od konic proti spodnjemu delu lista. To

kaže na to, da je pri porabi vode 400 l/ha že prišlo do delnega stekanja tekočine po listu navzdol, zato je spodnji filtrirni papir vpil več barvila.

Preglednica 9: Depozit škropilne brozge (sledilca tartrazin) na filtrirnem papirju v  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$  v odvisnosti od tipa šobe, porabe vode in dodajanja močila BreakThru (300 ml/ha).

Voda / močilo	TeeJet XR	TeeJet Twin	TeeJet Turbo Twin	Povprečje:
200 l/ha brez moč.	0,84 a a	0,78 a a	0,94 a a	0,86 A
200 l/ha z močilom	1,26 c b	1,17 b b	1,05 a b	1,16 B
Povprečje 200 l/ha	1,05 a b	0,98 a a	0,99 a a	1,01 A
400 l/ha brez moč.	0,87 a a	0,85 a a	0,71 a a	0,81 A
400 l/ha z močilom	0,92 a a	1,17 b b	1,03 a b	1,04 B
Povprečje 400 l/ha	0,89 a a	1,01 b a	0,87 a a	0,92 A
<b>Povpr. 200 + 400 brez močila</b>	<b>0,85 a a</b>	<b>0,82 a a</b>	<b>0,82 a a</b>	<b>0,83 A</b>
<b>Povpr. 200 + 400 z močilom</b>	<b>1,08 ab b</b>	<b>1,17 b b</b>	<b>1,03 a b</b>	<b>1,09 B</b>
Povprečje:	0,96 a	0,99 a	0,93 a	

\* Majhne črke služijo za primerjave med vrstami šob (horizontalno), velike črke za primerjavo povprečij parametrov (vertikalno). Primerjaj črke enakega tipa (običajna pisava med šobami, poševna pisava med porabama vode, odebeljeno med močilom in brez). Povprečja označena z enako črko se ne razlikujejo med seboj glede na rezultate Tukey testa ( $\alpha=0,05$ ).

127

Očitno se vidi učinek močila. Dodajanje močila je pri porabi vode 400 l/ha spremenilo vzorec porazdelitve depozita. Depozit v spodnjem delu ni bil več značilno večji, kot na konicah, kar pomeni, da je dodajanje močila preprečilo proces stekanja. Ker pri 200 l/ha očitnega stekanja ni bilo, pri mali porabi vode dodajanje močila ni imelo tako značilnega učinka, kot pri večji porabi vode (glej preglednico 10).

Preglednica 10: Depozit škropilne brozge (sledilca tartrazin) na filtrirnem papirju v  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$  v odvisnosti od tipa šobe, položaja na rastlini in dodajanja močila BreakThru (300 ml/ha).

Položaj:	TeeJet XR	TeeJet Twin	TeeJet Turbo Twin	Povprečje:
Zgoraj (konce) 200 l/ha	1,27 c b b	1,22 b a b	1,17 b a b	1,22 B B
Sredina lista 200 l/ha	1,09 b c b	0,86 a a a	0,99 ab b a	0,98 AB A
Spodnji del lista 200 l/ha	0,74 a a a	0,87 a b a	0,82 a ab a	0,81 A A
Zgoraj (konce) 400 l/ha	0,73 a a a	0,97 a c a	0,82 a b a	0,84 A A
Sredina lista 400 l/ha	0,76 a a a	0,97 a c a	0,88 ab b a	0,87 AB A
Spodnji del lista 400 l/ha	0,73 a a a	1,09 a c b	0,91 b b b	0,91 B B
Zgoraj (konce) brez močila	0,89 b a a	0,99 b b a	0,97 c b a	0,95 B A
Sredina lista brez močila	0,92 b c a	0,69 a a a	0,79 b b a	0,80 AB A
Spodnji del lista brez močila	0,73 a a a	0,78 a b a	0,71 a a a	0,74 A A
Zgoraj (konce) z močilom	1,06 c a b	1,21 a b b	1,03 a a a	1,10 A B
Sredina lista z močilom	0,95 b a a	1,13 a b b	1,07 a ab b	1,05 A B
Spodnji del lista z močilom	0,78 a a a	1,18 a b b	1,02 a b b	0,99 A B

\* Majhne črke služijo za primerjave med vrstami šob (horizontalno), velike črke za primerjavo povprečij parametrov (vertikalno). Primerjaj črke enake oblike (običajna pisava med šobami horizontalno, poševna pisava med porabo vode 200 in 400 l/ha znotraj istih variant, poudarjen tisk za primerjavo z ali brez močila, podčrtano med položaji spredaj - zadaj v okviru iste porabe vode in v sistemu z ali brez močila). Povprečja označena z enako črko se ne razlikujejo med seboj glede na rezultate Tukey testa ( $\alpha=0,05$ ).

V preglednici 11 je prikazana primerjava depozitov med sprednjim delom lista (spredaj proti smeri vožnje) in zadnjim delom lista. Dobili smo teoretično pričakovan rezultat, pri šobi XR so bile razlike med depoziti med sprednjo in zadnjo stranjo listov, med tem ko pri obeh šobah z dvojnimi curkom te razlike ni bilo. To pomeni, da šobe z dvojnimi curkom dejansko izboljšajo izenačenost depozitov na obeh straneh listov. To je še posebno pomembno pri uporabi kontaktno delujočih fungicidov (proti sivi plesni in škrlatni pegavosti) v drugem delu rastne dobe, ko listi čebule ne stojijo več izrazito pokončno, temveč se začnejo previsno nagibati. Takrat je omočenje spodnje strani zelo težko doseči. Za takšne razmere so zelo uporabne šobe sistema "dropleg", ki škropijo bočno od strani pravokotno na list čebule (Heller *et al.*, 2006).

Preglednica 11: Depozit škropilne brozge (sledilca tartrazin) na filtrirnem papirju v  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$  v odvisnosti od tipa šobe, položaja na rastlini in dodajanja močila BreakThru (300 ml/ha).

Položaj:	TeeJet XR	TeeJet Twin	TeeJet Turbo Twin	Povprečje:
Spredaj 200 l/ha	1,04 <u>a</u> a b	0,96 <u>a</u> a a	1,06 <u>a</u> a b	1,02 <u>A</u> B
Spredaj 400 l/ha	0,59 <u>a</u> a a	1,08 <u>a</u> c a	0,85 <u>a</u> b a	0,84 <u>A</u> A
Zadaj 200 l/ha	1,03 <u>a</u> a a	1,01 <u>a</u> a b	0,93 <u>a</u> a a	0,99 <u>A</u> A
Zadaj 400 l/ha	0,9 <u>b</u> a b a	0,94 <u>a</u> b a	0,89 <u>a</u> a a	0,91 <u>A</u> A
Spredaj skupaj:	0,81 <u>a</u> a	1,02 <u>a</u> b	0,95 <u>a</u> b	0,93 <u>A</u>
Zadaj skupaj:	0,96 <u>b</u> b	0,97 <u>a</u> b	0,91 <u>a</u> a	0,95 <u>A</u>
Spredaj brez močila	0,78 <u>a</u> a a	0,88 <u>a</u> b a	0,83 <u>a</u> b a	0,83 <u>A</u> A
Spredaj z močilom	0,84 <u>a</u> a a	1,17 <u>a</u> b b	1,08 <u>a</u> b b	1,03 <u>A</u> B
Zadaj brez močila	0,9 <u>b</u> b a	0,77 <u>a</u> a a	0,82 <u>a</u> a b	0,83 <u>A</u> A
Zadaj z močilom	1,03 <u>b</u> a b	1,18 <u>a</u> b b	1,00 <u>a</u> a b	1,07 <u>A</u> B

\* Majhne črke služijo za primerjave med vrstami šob (horizontalno), velike črke za primerjavo povprečij parametrov (vertikalno). Primerjaj črke enake oblike (običajna pisava med šobami horizontalno, poševen tisk med porabo vode 200 in 400 l/ha znotraj istih variant, poudarjen tisk za primerjavo z ali brez močila, podčrtano med položaji spredaj - zadaj v okviru iste porabe vode in v sistemu z ali brez močila). Povprečja označena z enako črko se ne razlikujejo med seboj glede na rezultate Tukey testa ( $\alpha=0,05$ ).

### 3.4 Rezultati analize depozita barvnega sledilca tartrazin na listju čebule

Preglednica 12: Depozit škropilne brozge (sledilca tartrazin) na listih čebule v  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$  v odvisnosti od tipa šobe, porabe vode in dodajanja močila BreakThru (300 ml/ha).

Voda / močilo	TeeJet XR	TeeJet Twin	TeeJet Turbo Twin	Povprečje:
200 l/ha brez moč.	0,93 <u>b</u> a	1,04 <u>a</u> a	1,01 <u>a</u> a	0,99 <u>A</u>
200 l/ha z močilom	0,81 <u>a</u> a	0,96 <u>a</u> b	1,00 <u>a</u> b	0,92 <u>A</u>
<i>Povprečje 200 l/ha</i>	<i>0,87 b a</i>	<i>1,00 b b</i>	<i>1,00 b b</i>	<i>0,95 B</i>
400 l/ha brez moč.	0,50 <u>a</u> b	0,69 <u>a</u> c	0,38 <u>a</u> a	0,52 <u>A</u>
400 l/ha z močilom	0,88 <u>b</u> a	0,85 <u>b</u> a	1,08 <u>b</u> b	0,93 <u>B</u>
<i>Povprečje 400 l/ha</i>	<i>0,69 a a</i>	<i>0,77 a b</i>	<i>0,73 a ab</i>	<i>0,73 A</i>
<b>Povpr. 200 + 400 brez močila</b>	<b>0,72 a a</b>	<b>0,87 a b</b>	<b>0,70 a a</b>	<b>0,76 A</b>
<b>Povpr. 200 + 400 z močilom</b>	<b>0,85 b a</b>	<b>0,91 a a</b>	<b>1,04 b b</b>	<b>0,93 B</b>
Povprečje:	0,78 a	0,89 b	0,87 b	

\* Majhne črke služijo za primerjave med vrstami šob (horizontalno), velike črke za primerjavo povprečij parametrov (vertikalno). Primerjaj črke enakega tipa (običajna pisava med šobami, poševna pisava med porabama vode, odebeljeno med močilom in brez). Povprečja označena z enako črko se ne razlikujejo med seboj glede na rezultate Tukey testa ( $\alpha=0,05$ ).

Preglednica 13: Depozit škropilne brozge (sledilca tartrazin) na listju čebule v  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$  v odvisnosti od tipa šobe, položaja na rastlini in dodajanja močila BreakThru (300 ml/ha).

Položaj:	TeeJet XR	TeeJet Twin	TeeJet Turbo Twin	Povprečje:
Zgoraj (konice) 200 l/ha	1,01 <u>b</u> a b	1,18 <u>b</u> a b	1,11 <u>b</u> a b	1,10 <u>C</u> B
Sredina lista 200 l/ha	0,89 <u>a</u> a b	0,89 <u>a</u> a a	0,98 <u>ab</u> a a	0,92 <u>B</u> B
Spodnji del lista 200 l/ha	0,72 <u>a</u> a a	0,95 <u>ab</u> b b	0,91 <u>a</u> b b	0,86 <u>A</u> B
Zgoraj (konice) 400 l/ha	0,58 <u>a</u> a a	0,82 <u>b</u> c a	0,67 b b a	0,69 <u>A</u> A
Sredina lista 400 l/ha	0,73 <u>b</u> a a	0,81 <u>b</u> ab a	0,95 <u>c</u> b a	0,83 <u>B</u> A
Spodnji del lista 400 l/ha	0,77 <u>b</u> b a	0,68 <u>a</u> ab a	0,57 <u>a</u> a a	0,67 <u>A</u> A
Zgoraj (konice) brez močila	0,85 <u>b</u> b b	1,07 <u>b</u> c a	0,71 <u>a</u> a a	0,88 <u>B</u> A
Sredina lista brez močila	0,67 <u>a</u> a a	0,73 <u>a</u> a a	0,70 <u>a</u> a a	0,70 <u>A</u> A
Spodnji del lista brez močila	0,63 <u>a</u> a a	0,81 <u>ab</u> b a	0,68 <u>a</u> a a	0,71 <u>A</u> A
Zgoraj (konice) z močilom	0,73 a a a	0,92 <u>b</u> b a	1,08 <u>b</u> c b	0,91 <u>AB</u> A
Sredina lista z močilom	0,95 <u>c</u> a b	0,94 <u>b</u> a b	1,23 <u>c</u> b b	1,04 <u>B</u> B
Spodnji del lista z močilom	0,86 <u>b</u> b b	0,83 <u>a</u> ab a	0,80 <u>a</u> a b	0,83 <u>A</u> B

\* Majhne črke služijo za primerjave med vrstami šob (horizontalno), velike črke za primerjavo povprečij parametrov (vertikalno). Primerjaj črke enake oblike (običajna pisava med šobami horizontalno, poševen tisk med porabo vode 200 in 400 l/ha znotraj istih variant, poudarjen tisk za primerjavo z ali brez močila, podčrtano med položaji spredaj - zadaj v okviru iste porabe vode in v sistemu z ali brez močila). Povprečja označena z enako črko se ne razlikujejo med seboj glede na rezultate Tukey testa ( $\alpha=0,05$ ).

129

Analiza depozita na rastlinskih organih kaže bolj realno sliko kot depozit na filtrirnem papirju. Če naredimo primerjavo med šobami v preglednici 13 vidimo, da so šobe XR dale nekaj manjši depozit od drugih dveh šob z dvojnimi curkom. Najboljši rezultat je bil pri Twin šobi z manjšimi kapljicami. Dodajanje močila je značilno povečalo depozit in to predvsem pri večji porabi vode. Rezultat kaže, da pri porabi vode 200 l/ha dodajanje močila morda ni povsem smiselno. Učinek dodajanja močila je različen pri različnih šobah. Pri šobi XR dodajanje močila povečuje depozite v spodnjem delu rastline, pri šobi Turbo pa v zgornjem in spodnjem delu rastline. Povečana poraba vode (glej vrstice s poševnim tiskom v preglednici 12) ni privedla do povečanja depozita. Depozit je bil pri večji porabi vode celo statistično manjši ( $0,73 \mu\text{g}/\text{cm}^2$  proti  $0,95 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ ).

#### 4 SKLEPI

Dodajanje močila škropilni brozgi pri nanosu FFS v nasadih čebule je nekoliko povečalo pokritost listov čebule z depozitom škropilne brozge. Učinek je bolj očiten pri večji porabi vode in pri uporabi večjih kapljic. Rezultati kažejo, da močila lahko nekoliko kompenzirajo zmanjšanje učinkovitosti FFS pri uporabi antidriftnih šob. Uporaba šob z dvojnimi curkom lahko občutno poveča izenačenost depozita škropilne brozge med različnimi položaji na listih čebule (spodaj-zgoraj, spredaj-zadaj). Če moramo zaradi razmer pri nanosu FFS v čebuli uporabiti antidriftne šobe, je vedno priporočljivo uporabiti šobe z dvojnimi curkom, ker le te nekoliko ublažijo zmanjšanje učinkovitosti FFS zaradi velikih kapljic, primerjavo proti doseženi učinkovitosti pri uporabi standardnih šob. Za zaključna škropljenja čebule, kjer pričakujemo tudi učinek na skladiščne bolezni in je čebula že nekoliko polegla, je bolje škropiti z večjo množino vode (400 l/ha). Vsekakor je za povečevanje učinkovitosti FFS in zmanjševanje pojavov zanašanja FFS v nasadih čebule tudi pri nas priporočljivo uvajanje "dropleg" škropilnih sistemov.

## 5 LITERATURA

- Anon., Evonik Industries, 2008. Performance of Break-Thru S 240 on Onions independent of Spray Nozzles and Water Volumes. Internal trial reports – Evonik Industries: 1-3.
- Allen, J. 2009. Optimizing sprayer efficiency to improve onion thrips control. Publications of Agriculture and Agri-Food Canada Pest Management Centre: 1-4.
- Barber, J.A.S., Landers, A. 2010. Taking the pressure off: Advances in sprayer technology. Extension publications of Cornell University, Geneva, NYSAES, NY 14456: 1-4.
- Heller, W., Rüegg J., Eder, R., Saur, C. 2006. Pflanzenschutz in Zwiebeln - Teil 3: Anwendung der Pflanzenschutzmittel. Agroscope Changins-Wädenswil; Extension Gemüsebau InfoBlatt: 1-3.
- Laun, N., von Eerde J., Stadler, R. 2005. Optimierung der Anwendungstechnik für den Fungizideinsatz gegen Falschen Mehltau an Zwiebeln 42. Gartenbauwissenschaftliche Tagung, Geisenheim, 23.02 - 26.02. 2005, ISSN 1613-088X: s. 158.
- MacIntyre-Allen, J.K., Tolman, J.H., Scott-Dupree, C.D., Harris C.R. 2007. Confirmation by fluorescent tracer of coverage of onion leaves for control of onion thrips using selected nozzles, surfactants and spray volumes. Crop Protection, 26: 1625–1633.
- Napir, T. 2006. Spray application in onions. Primefacts, 262: 1-3.
- Rüegg, J., Eder, R., Anderau, V. 2006. Improved application techniques ways to higher efficacy of fungicides and insecticides in field grown vegetables. Outlooks on Pest Management, 17: 80-84.
- Rüegg, J., Eder, R. 2006. Gezielter Pflanzenschutz bei Zwiebel und Lauch. Erhöhte Wirkung der Pflanzenschutzmittel durch kombinierte Applikationstechnik. Gemüse, 4: 17-19.

## VPLIV PAŠE JELENJADI (*Cervus elaphus* L.) NA ZMANJŠANJE PRIDELKA IN SPREMEMBE HRANILNE VREDNOSTI KRME TRAJNEGA TRAVINJA: IZKUŠNJE IZ TREH EKOLOŠKIH GOVEDOREJSKIH KMETIJ NA KOČEVSKEM

Stanislav TRDAN<sup>1</sup>, Žiga LAZNIK<sup>2</sup>, Tomaž SINKOVIČ<sup>3</sup>, Breda JAKOVAC STRAJN<sup>4</sup>,  
Gabrijela TAVČAR KALCHER<sup>5</sup>, Andrej UDOVČ<sup>6</sup>, Matej VIDRIH<sup>7</sup>

<sup>1,2,3,6,7</sup>Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Ljubljana

<sup>4,5</sup>Veterinarska fakulteta, Inštitut za patologijo prehrane, Ljubljana

### IZVLEČEK

Z več kot 60 % prekritostjo z gozdovi je Slovenija tretja najbolj gozdnata evropska država. Posledica tega dejstva je, da velik delež kmetijskih zemljišč meji na gozdove, v gozdu živeče živali pa najdejo na njivah, travnikih, pašnikih in kmetijskih gospodarstvih (silazne bale idr.) kakovostnejšo krmo kot v njihovem osnovnem bivalnem okolju. Pri iskanju hrane in s samim hranjenjem pa lahko divjad povzroči precejšnjo škodo. V Sloveniji sta z naskokom najbolj škodljivi vrsti divjadi na kmetijskih zemljiščih divji prašič (*Sus scrofa*) in navadni jelen (*Cervus elaphus*), pri čemer pričujoči prispevek obravnava izpad pridelka zaradi paše jelenjadi na naravnem travinju na treh ekoloških kmetijskih gospodarstvih. Na omenjeni pojav smo opozorili že v začetku tisočletja, v letu 2002 pa smo na travinju v konvencionalni pridelavi z uporabo železnih kletk dokazali, da na Kočevskem (JV Slovenije) v pasu nekaj 100 m od gozdnega roba jelenjad v povprečju popase do 50 % zelinja, na najbolj izpostavljenih legah pa celo do 80 %. Poljske poskuse, katerih rezultate predstavljamo v pričujočem prispevku, smo v obdobju 2013-2014 izvedli na treh lokacijah (Novi Lazi, Kačji Potok, Stari Breg) na Kočevskem. V obeh letih je poljski poskus potekal od konca prve deкаде maja, ko smo na vseh lokacijah prvič nastavili kletke, do 14. oktobra 2013 oz. 3. oktobra 2014, ko smo izvedli zadnjo (tretjo) košnjo. Upoštevajoč rezultate vseh treh košenj na vseh treh lokacijah ugotavljamo, da je bil povprečni optimalni skupni pridelek zračno suhega travinja na Kočevskem 8,1-8,2 t/ha, skupni izpad pridelka zaradi paše jelenjadi pa je znašal 48-52 % oz. 3,9-4,3 t/ha. Med tremi lokacijami smo potrdili razlike v optimalni produktivnosti naravnega travinja in izpadu pridelka zaradi paše jelenjadi. Signifikantno najmanjši skupni optimalni pridelek zračno suhega travinja (6,7-7,2 t/ha) smo ugotovili v Starem Bregu, kjer smo sicer potrdili največji izpad pridelka zračno suhega zelinja (56-75 % oz. 4-5 t/ha). V Novih Lazih smo ugotovili skupni optimalni pridelek 8,3-9,3 t/ha in 33-40 % (2,7-3,7 t/ha) izpad pridelka, v Kačjem potoku pa skupni optimalni pridelek 7,7-9,6 t/ha in 47-53 % (3,6-5,1 t/ha). Ugotavljamo, da se jelenjad na naravnem travinju na Kočevskem pase prek celega koledarskega leta, a se posledični količinski izpad pridelka med rastno dobo razlikuje; največjo konzumacijsko sposobnost ima jelenjad spomladi (pri prvi košnji smo ugotovili izpad pridelka 1,7-1,9 t zračno suhega zelinja/ha), proti koncu rastne dobe pa se ta zmanjšuje (pri tretji košnji smo ugotovili izpad 0,9 t/ha). Zaradi intenzivnejše rasti rastlin v travni ruši naravnih travnikov v spomladanskem času je bil sicer izpad pridelka prve košnje 38-40 %, pri tretji košnji pa kar 75 %. S florističnim popisom trajnega travinja na vseh treh

131

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

<sup>2</sup> doc. dr., prav tam

<sup>3</sup> viš. pred., mag., prav tam

<sup>4</sup> doc. dr., Cesta v Mestni log 47, SI-1000 Ljubljana

<sup>5</sup> viš. znan. sod., dr., prav tam

<sup>6</sup> prof. dr., Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana

<sup>7</sup> doc. dr., prav tam

lokacijah neposredno pred vsako od treh košenj nismo ugotovili pomembnejših razlik med pojavnostjo trav, metuljnic in zeli, njihovimi deleži pokrovnosti in obilnosti, ki so bili sicer zelo variabilni, pa nakazujejo na vrstno in proizvodno siromašnost trajnega travinja na ekoloških govedorejskih kmetijah na Kočevskem. S kemično analizo zelinja v poskusu smo ugotovili, da je bila vsebnost surovih beljakovin na nezavarovanih parcelah v večini primerov večja kot na zavarovanih delih zemljišč, kar pripisujemo paši jelenjadi, ki z zaporednim odtrgavanjem in odstranjevanjem zelinja pomlajuje travno rušo in posledično sili trave v oblikovanje novih listov. Zaradi velikega izpada pridelka pa je bil pridelek surovih beljakovin in neto energije za laktacijo na delih zemljišč, ki so bili izpostavljeni paši jelenjadi, na vseh lokacijah pri vseh košnjah precej manjši kot na zavarovanih delih. Hranilna vrednost krme je bila na vseh lokacijah slaba in tudi pri prvi košnji ni preseгла 5 MJ/kg sušine, kar pripisujemo predvsem slabi floristični sestavi travinja. V ekonomski analizi smo na podlagi modelnih ocen stroškov ugotovili, da je strošek kmetije za krmo travinja, ob predpostavki, da na kmetiji redijo živino v obsegu kot bi jim to omogočala pridelana krma, zaradi škode, ki jo povzroča divjad, višji tako zaradi stroškov pridelave, kot tudi zaradi nakupa potrebne krme, ki jim omogoča ohranitev zelenega staleža živali. Ugotavljamo, da se povprečni dodatni strošek na enoto površine giblje med 182 in 344 EUR/ha, razlike pa so posledica različne intenzivnosti paše divjadi na posameznih lokacijah in različne proizvodne sposobnosti travinja. Na podlagi naših večletnih raziskovalnih izkušenj in poznavanja prednosti in slabosti kmetovanja na Kočevskem ugotavljamo, da imamo srečo, da so trajni travniki na Kočevskem, na katerih se od zgodnje pomladi pase jelenjad, pozneje tudi pokošeni. Ob nasprotnem, se bodo zemljišča v prihodnje zelo hitro zarasla.

132

**Ključne besede:** navadni jelen, *Cervus elaphus*, trajno travinje, paša, izpad pridelka, hranilna vrednost, floristična sestava, ekološko kmetijstvo, govedoreja, Kočevska, Weendska analiza, ekonomska analiza

#### ABSTRACT

#### **INFLUENCE OF RED DEER (*Cervus elaphus* L.) GRAZING ON YIELD REDUCTION AND CHANGES IN THE CHEMICAL COMPOSITION OF GRASSLAND FORAGE: EXPERIENCES FROM THREE ORGANIC CATTLE FARMS IN THE KOČEVJE REGION**

With more than 60 % of forest cover, Slovenia is the third most forest abundant European country. The consequence of this fact is that a large portion of agricultural land borders to forests and animals living in the forest search for feed on arable land, meadows, pastures and farm facilities (round bale silage, flat silage silo) of better quality more intensive as they are doing in their native living environment. When looking for feed and after that also consuming that forage, game can cause considerable damage. In Slovenia far most harmful species of game are wild boar (*Sus scrofa*) and red deer (*Cervus elaphus*) and our paper deals with the yield loss due to red deer grazing on permanent grassland at three organic farms. We draw attention to above mention situation already in the beginning of the millennium and in 2002 we also confirmed on grassland in conventional production with the usage of iron cages that in the Kočevje region (SE of Slovenia) in the belt of some 100 m from the forest edge red deer graze in average up till 50 % of available herbage and at most exposed sites also up to 80 %. Grassland experiments, which results we deliver in a present paper, were conducted in 2013 and 2014 on three locations (Novi Lazi, Kačji Potok, Stari Breg) in Kočevje region. In both years the grassland experiments lasted from the end of the first decade of May, when we on all three locations mounted iron cages for the first time, till October 14 in 2013 and October 3 in 2014, when we carried out the last (third) cut. Considering the results of all three cuts on all three locations we determined that an average optimal yield of dry matter on grassland in Kočevje region was 8.1 to 8.2 t/ha and total yield



loss due to red deer grazing accounted from 48 to 52 % or 3.9 to 4.3 t/ha. Between all three locations we also confirmed differences in optimal productivity on permanent grassland and yield loss due to red deer grazing. Significantly the lowest optimal total yield of forage dry matter (6.7-7.2 t/ha) we established in Stari Breg, where we also confirmed the largest yield loss of herbage dry matter (56-75 % or 4-5 t/ha). In Novi Lazi the total optimal yield was 8.3 to 9.3 t/ha and 33-40 % (2.7-3.7 t/ha) was the yield loss and in Kačji Potok we measured 7.7 to 9.6 t/ha of forage dry matter and 47-53 % (3.6-5.1 t/ha) for yield loss. We ascertain that red deer graze on permanent grassland in Kočevje region through the whole calendar year but consequently the yield loss varies during the growing season with highest forage consumption in spring time (at first cut we determined the yield loss of 1.7 to 1.9 t/ha of dry matter) with its decrease to the end of the growing season (at the third cut we assessed yield loss of 0.9 t/ha of dry matter). But due to the intensive growth of grass sward on permanent grassland in spring period the yield loss at the first cut was 38 to 40 % and at the third cut as far as 75 %. When conducting floristic mapping on sward of experimental plots on permanent grassland at all three locations beforehand each cut we did not established any important differences in abundance and foliage cover of grasses, legumes and herbs. The major output of such surveys was namely indication of species poor grassland on organic cattle farms in Kočevje region. With chemical analysis of sampled herbage in an experiment we determined that the content of crude protein in treatment control was always higher than in treatment protected. This is due to red deer grazing which rejuvenate grass sward with progressive defoliation and removal of herbage and force grasses to form new leaves which also hold the most important part of fodder quality. On the contrary happened to crude fibre, which content was the highest in herbage in treatment protected. Nutritional value of conserved feed at all locations was low as it not reached 5 MJ/kg dry matter even at the first cut. This we attribute to poor floristical composition of studied grassland. In economical analysis which was done on the basis of model price costs we adjudge that costs for feed on farm by presumption that farm breeds livestock in extent which is allowed by the inputs and considering the damage done by wildlife are higher because of primary production costs and feed purchases outside the farm which both lead to the current farm existence. We ascertain that average additional cost per unit of land ranges from 182 to 344 EUR/ha and that differences are consequence of different level of intensity in red deer grazing on individual locations and different production capacity, of grassland. On the grounding of our several years of research experiences and knowing the benefits and weakness of farming in Kočevje region we discovered that as a society we have luck that permanent meadows in Kočevje are, despite the heavy red deer grazing from early spring, later on still cut. On the contrary the land will get abandoned and overgrown by bush vegetation.

**Key words:** red deer, *Cervus elaphus*, grassland, grazing, yield loss, chemical composition, floristic composition, organic agriculture, herding, Kočevje region, Weende analysis, economic analysis

## 1 UVOD

Divjad je v Sloveniji, ki spada med najbolj gozdnate države v Evropi, pomemben biotični dejavnik zmanjševanja produktivnosti rastlinske pridelave. Gospodarsko najbolj škodljivi vrsti sta divji prašič (*Sus scrofa*) (Laznik in Trdan, 2014), ki povzroča škodo zlasti z ritjem po travnikih in objedanjem in tlačenjem koruze ter jelenjad (*Cervus elaphus*) (Trdan in Vidrih, 2008), ki je kot prežvekovalc, ki mu voluminozna krma predstavlja približno 50 % hrane, škodljiv zlasti s pašo na travinju. Obe vrsti divjadi povzročata velike težave govedorejcem in rejcem drobnice na Kočevskem, ki morajo zaradi izpada voluminozne krme le to kupovati, sanacija zemljišč in njihovo varovanje pred divjadjo pa je drago in predvsem – tudi zaradi velikega staleža divjadi na omenjenem območju – več ne zagotavlja učinkovitosti. Za škodo od divjega prašiča na travinju, ki jo kmetje prijavijo, lahko pričakujejo ustrezno nadomestilo

zaradi izpada pridelka, medtem ko je odškodnino za izpad pridelka zaradi paše jelenjadi od pristojnih organizacij težje pridobiti.

Po doslej znanih rezultatih raziskav vpliva paše jelenjadi na Kočevskem na proizvodnost travinja sta dve skupini raziskovalcev pri svojem eksperimentalnem delu na območju, kjer se močna popasenost travinja od jelenjadi pojavlja že vsaj 20 let (Trdan in sod., 2000), prišli do podatkov, ki kažejo na 34 % manjši (od 0 do 80 %) (Verbič in sod., 2013) oziroma od 40 do 59 % manjši (Trdan in sod., 2003) pridelek sušine. Prva skupina raziskovalcev je v raziskavo zajela le prvo košnjo, druga pa 4 košnje (2002). Druga skupina – raziskovalci z današnje Katedre za fitomedicino, kmetijsko tehniko, poljedelstvo, pašništvo in travništvo -, ki predstavlja iniciatorja raziskav, vezanih na škodljivost jelenjadi zaradi paše na naravnem travinju v Sloveniji in širše, je prvo raziskavo (2002) izvedla na travnikih s konvencionalnim načinom pridelave, z raziskavo v obdobju 2013-2014, katere rezultate predstavljamo v pričujočem prispevku, pa je želela ovrednotiti škodljivost jelenjadi zaradi paše na travinju v ekološki pridelavi.

V pričujoči raziskavi, ki predstavlja nadaljevanje in nadgradnjo našega raziskovalnega dela na področju preučevanja vpliva paše jelenjadi na naravnem trajnem travinju na Kočevskem, smo želeli s standardnimi postopki ovrednotiti neposredni in posredni izpad količine in kakovosti pridelka (voluminozne krme) zaradi paše jelenjadi na travinju in skupaj z ekonomskimi kazalci na nivoju kmetij določiti porast stroškov pridelave travniške voluminozne krme v primerjavi z razmerami, kjer jelenjad ne predstavlja težave pri pridelavi voluminozne krme.

## 2 MATERIALI IN METODE

### 2.1 Travniški poskusi in ostale aktivnosti na terenu

134

Raziskava je potekala v letih 2013 in 2014 na naravnem travinju v treh krajih na Kočevskem - v Novih Lazih (n. v. 546 m, Kačjem potoku (n. v. 527 m) in Starem Bregu (n. v. 527 m) - na ekoloških govedorejskih kmetijah. Na vseh lokacijah je bila raziskava izvedena na zemljiščih, s katerimi gospodarji Sklad kmetijskih zemljišč in gozdov RS, njihovi najemniki pa so družine Kerneža (Novi Lazi), Senekovič (Kačji Potok) in Zemljič (Stari Breg).

Izbira lokacij je temeljila na dejstvu, da se omenjeni govedorejci že več kot 10 let soočajo z nemajhnim izpadom pridelka naravnega travinja (voluminozne krme) kot posledico paše jelenjadi. Raba zemljišč v poskusu je pašno-kosna, najemniki pa na njih v povprečju izvedejo eno do dve košnji letno.

S poskusi smo začeli 10. maja 2013, ko smo na vsaki od treh lokacij (te so z vseh strani obdane z gozdom, jelenjad pa se na njih zadržuje prek celega koledarskega leta) nastavili po 15 železnih kletk, ki sta jih iz gradbene mreže (premer 5 mm) izdelala gospoda Zemljič in Kerneža. Zunanje mere kletk so bile 1 x 1 x 0,5 m, torej še enkrat večje, kot smo jih sicer uporabili v naši predhodni raziskavi (Trdan in sod., 2003; Trdan in Vidrih, 2008). Na vsaki od treh lokacij smo po 5 kletk nastavili v 3 bloke, ki so bili med seboj ločeni za več 100 metrov. Kletke smo nastavili na območje, ki je bilo od gozdnega roba oddaljeno od 100 do 200 m, razdalja med njimi pa je bila od 15 do 20 m. Z namenom, da jih jelenjad ne bi premaknila, smo vsako od kletk na obeh krajših straneh pritrdili (zasidrali) v tla s približno 15 cm dolgim železnim klinom. Leta 2014 smo s poskusi začeli 9. Maja, ko smo v Novih Lazih nastavili 3 kletke, v Kačjem Potoku in Starem Bregu pa po 5 kletk. Razdalja med njimi na vseh lokacijah je bila od 10 do 20 m.

Položaja kletk na vsaki od treh lokacij nismo spreminjali od postavitve do vzorčenja mase zelnja in takšne parcelice (s površino 1 m<sup>2</sup>) so predstavljale zavarovano površino (obravnavanje »zavarovano« oz. »Z«) oz. površino z optimalnim pridelkom (slika 1). V letu 2013 smo približno dva do tri tedne pred vsakim od treh vzorčenj (košenj) nastavili nove 3 kletke v vsakem od 9 blokov na mesto (obravnavanje »regeneracija« oz. »R«), kjer je bila travna ruša močno popasena (objedena) od jelenjadi. V letu 2014 pa smo na približno dva tedna na parceli v Novih Lazih nastavljali po 3 kletke (obravnavanje »regeneracija« oz. »R«)

na dele zemljišč, kjer je bila travna ruša močno popasena (objedena) od jelenjadi. Ob vzorčenjih (košnjah) smo nato ugotavljali sposobnost obnavljanja (regeneracije) travne ruše oziroma izgubo pridelka, ki nastane na ruši, ki je predhodno popasena od jelenjadi. Najbolj neposredni izpad pridelka (obravnavanje »kontrola« oz. »K«) zaradi omenjenih parkljarjev na travinju smo določali v dnevih vzorčenja, ko smo v treh blokkih na vsaki od treh lokacij nastavili po 3 kletke, in to na mesta, ki so bila kar najbolj intenzivno popasena.

V letu 2013 smo prvo košnjo v Novih Lazih izvedli 11.6., v Kačjem potoku 12.6., v Starem Bregu pa 18.6. Druga košnja je bila na vseh treh lokacijah opravljena 27.8., tretja košnja pa prav tako na vseh treh lokacijah 14.10. Ostale aktivnosti v raziskavi (nastavitev kletk za ugotavljanje produktivnosti in regeneracijske sposobnosti popasene travne ruše) so navedene v preglednici 1.

Preglednica 1: Časovni prikaz opravil v raziskavi določanja vpliva paše jelenjadi na proizvodnost naravnega travinja, na treh lokacijah na Kočevskem, v letu 2013.

Lokacija	Datum postavitve kletk	Datum prestavitve kletk (regeneracija)	Datum košnje
Novi Lazi	10. maj	27. maj	11. junij
Kačji Potok	10. maj	27. maj	12. junij
Stari Breg	10. maj	27. maj	18. junij
Novi Lazi	26. junij	31. julij	27. avgust
Kačji Potok	4. julij	31. julij	27. avgust
Stari Breg	4. julij	31. julij	27. avgust
Novi Lazi	27. avgust	19. september	14. oktober
Kačji Potok	27. avgust	19. september	14. oktober
Stari Breg	27. avgust	-	14. oktober

135

V letu 2014 smo na vseh treh lokacijah prvo košnjo izvedli 6.6., druga košnja je bila opravljena 13.8., tretja pa 3.10. Ostale aktivnosti v raziskavi (nastavitev kletk za ugotavljanje produktivnosti in regeneracijske sposobnosti popasene travne ruše) so navedene v preglednici 2.

Preglednica 2: Časovni prikaz opravil v raziskavi določanja vpliva paše jelenjadi na proizvodnost naravnega travinja, na treh lokacijah na Kočevskem, v letu 2014.

Datum	Aktivnost
9.5.	1. nastavitev železnih kletk v Starem bregu, Kačjem Potoku in Novih Lazih
22.5.	2. nastavitev kletk v Novih Lazih (regeneracija)
4.6.	1. popis travniške flore v Starem bregu, Kačjem Potoku in Novih Lazih - pred 1. košnjo
6.6.	1. košnja v Novih Lazih, Kačjem Potoku in Starem Bregu
18.6.	1. nastavitev kletk v Novih Lazih
1.7.	2. nastavitev kletk v Novih Lazih (regeneracija)
6.7.	Leon Zemljič pospravil seno (1. košnjo) in postavil kletke (za našo 2. košnjo)
12.7.	3. nastavitev kletk v Novih Lazih (regeneracija) in postavitev kletk v Kačjem Potoku za 2. košnjo
29.7.	4. nastavitev kletk v Novih Lazih (regeneracija)
12.8.	2. popis travniške flore v Starem bregu, Kačjem Potoku in Novih Lazih - pred 2. košnjo
13.8.	2. košnja v Novih Lazih, Kačjem Potoku in Starem Bregu, v Starem Bregu nastavili kletke (za našo 3. košnjo)
22.8.	1. nastavitev kletk v Novih Lazih in Kačjem Potoku (za našo 3. košnjo), intervju z Miranom Kerneža in Andrejem Senekovičem
4.9.	2. nastavitev kletk v Novih Lazih (regeneracija), intervju z Leonom Zemljičem
16.9.	3. nastavitev kletk v Novih Lazih (regeneracija)
30.9.	3. popis travniške flore v Starem bregu, Kačjem Potoku in Novih Lazih - pred 3. košnjo
3.10.	3. košnja v Novih Lazih, Kačjem Potoku in Starem Bregu
7.10.	dostava suho mletih vzorcev travne ruše na Veterinarsko fakulteto

Ob vzorčenjih smo z motorno koso Honda UMK435 najprej pokosili travno rušo v neposredni bližini kletk, zatem smo kletke odstranili in na predhodno zavarovanih mestih (1 m<sup>2</sup>) s prstasto kosilnico tipa BCS 615 SL MAX pokosili travno rušo. To smo v označenih platnenih vrečah prepeljali na Biotehniško fakulteto, Oddelek za agronomijo v Ljubljani, kjer smo jo sušili v sušilnici pri 45 °C do konstantne mase.

Leta 2014 smo na vseh lokacijah v dneh (4.6., 12.8. in 30.9.) pred vsako od treh košenj določevali tudi floristično sestavo ruše. Posebej smo na vsaki lokaciji popisovali nepopaseno in od jelenjadi popaseno travno rušo. Velikost popisnih parcelic je bila 5 x 5 korakov. Imena rastlin smo povzeli po Mali flori Slovenije (Martinčič in sod., 2007). Pri določanju rastlinskih vrst smo si pomagali z atlasom (Rothmaler, 1988). Popisane rastlinske vrste v travni ruši smo razdelili v tri skupine trave, metuljnice in zelišča.

Pokrovnost in številčnost vrst po Braun-Blanquetovi skali (+, 1, 2, 3, 4, 5) smo pretvorili v srednje vrednosti pokrovnosti po tabeli (Diersche, 1994) (preglednica 2). Iz srednjih vrednosti pokrovnosti smo izračunali koeficiente kakovosti travne ruše in odgovarjajoče krmne vrednosti travne ruše po Sinkovič in sod. (2009) in Šoštaricu–Pisačiču in Kovačeviću (1972).

## 2.2 Sušenje, tehtanje in mletje vzorcev ter kemična analiza vzorcev

Vzorce zelinja smo na Biotehniški fakulteti, Oddelku za agronomijo v Ljubljani sušili v sušilnici pri 45 °C do konstantne mase. Po sušenju smo stehali zračno suho snov pridelka vseh parcelic v poskusu. Za nadaljnje kemične analize na Veterinarski fakulteti smo vse zračno suhe vzorce zmleli na velikost 1 mm (mlin Brabender).

Dodano vrednost raziskave je predstavljala analiza kemične sestave krme (zelinja), pri kateri smo z Weendsko analizo določali suho snov, vlago, surove beljakovine, surove vlaknine, surove maščobe in surovi pepel. Izračunali smo tudi vrednosti metabolne energije (ME), neto energije za laktacijo (NEL) (Univertitaet Hohenheim, 1997), pridelek surovih beljakovin in pridelek NEL. Analizirane in izračunane parametre kemične sestave in energijske vrednosti smo uvrstili v izbrane kakovostne razrede (Verbič in sod., 2011). V kemično analizo je bilo vključenih 81 vzorcev.

## 2.3 Ekonomska analiza

Za izdelavo ekonomske analize vpliva paše divjadi na naravnih travnikih na Kočevskem smo uporabili metodo ocenjevana na podlagi dodatnih stroškov zaradi izpada pridelka. Izračuni temeljijo na predpostavki, da kmetje zaradi izpada pridelka krme za svoje živali kratkoročne ne prilagajajo obsega živinoreje razpoložljivi krmi, temveč ohranjajo konstanten stalež in izpadel pridelek krme (mrva in paša) nadomestijo s dokupom sena. Zato smo ugotovljeno razliko v količini pridelane krme med povprečnim pridelkom brez vpliva jelenjadi in pridelkom z upoštevanim vplivom jelenjadi preračunali v ekvivalente sena, ki jih je potrebno dokupiti, da ostane krmna bilanca nespremenjena. Tako nastali stroški so ocenjeni s pomočjo podatkov iz Kataloga kalkulacij za načrtovanje gospodarjenja na slovenskih kmetijah (Jerič in sodelavci, 2011).

Preglednica 3: Ocena pridelovalne zmogljivosti (letni pridelek mrve v t/ha) travinja na izbranih kmetijah na Kočevskem po razredih

Razred	Novi Lazi	Kačji Potok	Stari Breg
5	8-9	7,5-7	7,5-6,5
4	7,5-8	6,5-7	6,5-5,5
3	7-7,5	6-6,5	4,5-5,5
2	6-7	5-6	3,5-4,5
1	5-6	4-5	2,5-3,5

Za potrebe ekonomske analize smo na vsaki kmetiji s pomočjo intervjuja, ki smo ga opravili z gospodarjem kmetije zbrali več vrst informacij. Zbirnik informacij za nadaljno ekonomsko analizo je vseboval podatke o vrsti in staležu živali na kmetiji, vrsti in staležu letno prodanih živali, kategoriji in površini kmetijskih zemljišč v uporabi, načinu rabe (košnja, paša) in gnojenju ter ocenjeni proizvodnosti travnatih zemljišč v uporabi (preglednica 3). Zadnji del informacij je predstavljal strojni park, ki ga sestavljajo različne kategorije in moči traktorjev ter traktorskih priključkov za strojno spravilo krme iz travinja.

## 2.4 Statistična analiza rezultatov

Rezultate poskusa smo statistično ovrednotili s programom Statgraphics Centurion XVI (Statgraphics Centurion, 2009). Razlike med obravnavanji (zavarovano, regeneracija, kontrola) smo ovrednotili z analizo variance (ANOVA) in Newman Keulsovim preizkusom mnogoterih primerjav ( $P < 0,05$ ). Rezultati so grafično prikazani kot povprečni pridelek zračno suhega zelinja ( $\pm$  SN), preračunani v t/ha, v dveh (treh – ob upoštevanju rezultatov regeneracije) obravnavanjih na treh lokacijah na Kočevskem in kot povprečni pridelek zračno suhega zelinja, ugotovljen v enakih obravnavanjih ob posameznih košnjah. Na podlagi tako prikazanih podatkov smo izračunali povprečni izpad pridelka travinja zaradi paše jelenjadi na Kočevskem.

## 3 REZULTATI

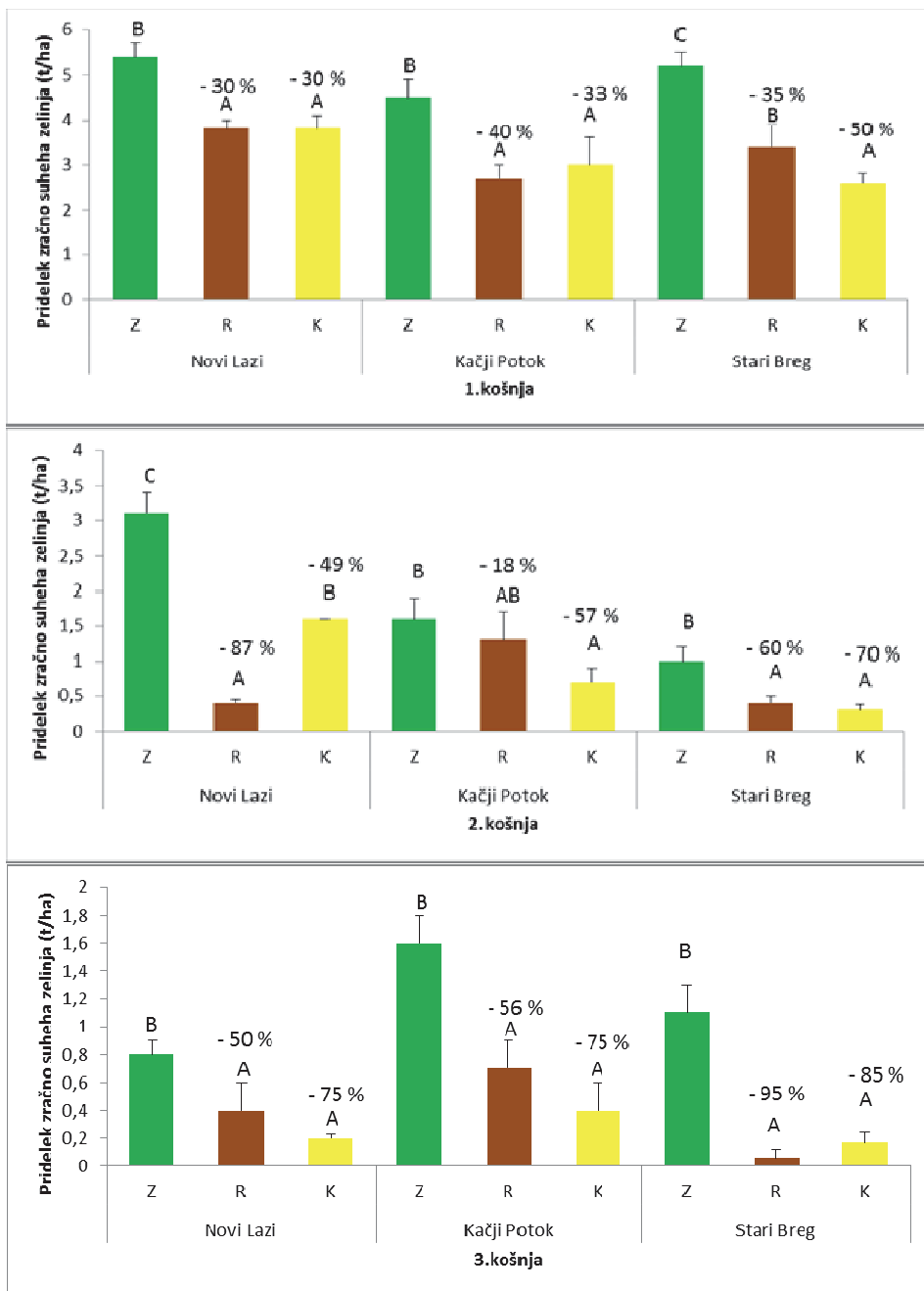
### 3.1 Pridelek zračno suhe snovi na zavarovanih in nezavarovanih parcelah

Na slikah 2 in 3 je prikazan povprečni skupni pridelek zračno suhe snovi pri treh košnjah na treh lokacijah v obeh letih raziskave, podrobnejši prikaz rezultatov pa je prikazan v Poročilu o izvedenem programu ohranjanja in razvoja kmetijstva in podeželja "Izvedba preučevanja izpada pridelka zaradi paše jelenjadi na Kočevskem" (Trdan in sod., 2013) in v Poročilu o izvedenem programu ohranjanja in razvoja kmetijstva in podeželja "Izvedba preučevanja izpada pridelka voluminozne krme zaradi paše jelenjadi na Kočevskem in gospodarske posledice izpada pridelka na travinju na nivoju kmetij" (Trdan in sod., 2014).

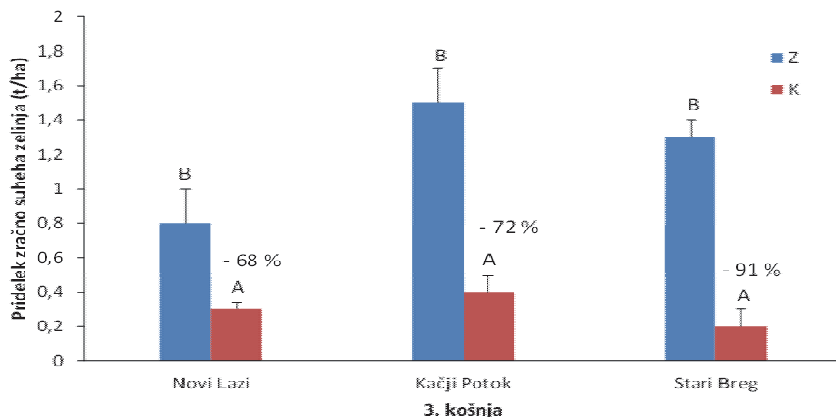
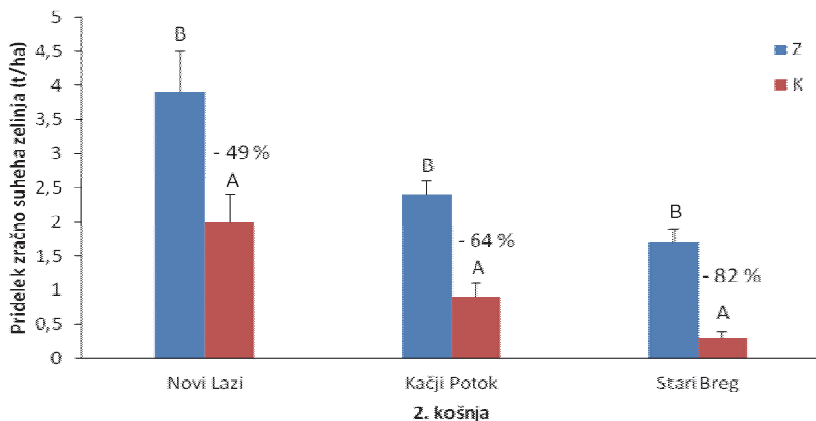
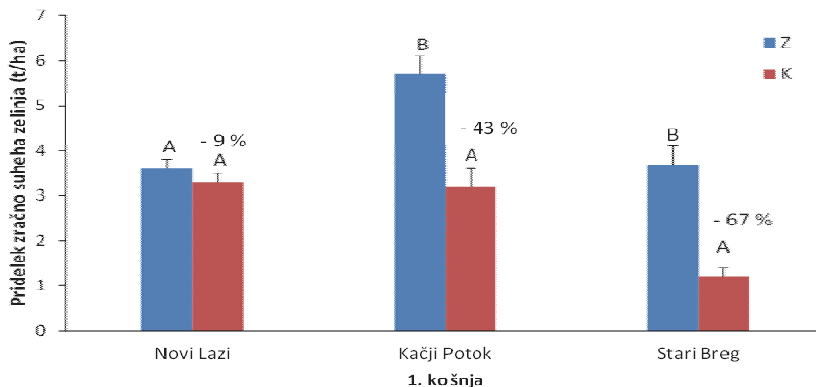
137



Slika 1: Železna kletka obravnavanja »zavarovano« v drugem bloku v Starem Bregu v času tretje košnje, 14. oktober 2013 (foto: J. Rupnik)



Slika 2: Povprečni skupni pridelek zračno suhe snovi (t/ha) pri treh košnjah na treh lokacijah v letu 2013. Prikazani so pridelki v treh različnih obravnavanjih (Z – zavarovano, R – regeneracija, K – kontrola). Odstotki nad obravnavanjema R in K pomenijo zmanjšanje pridelka v primerjavi z obravnavanjem Z.



Slika 3: Povprečni skupni pridelek zračno suhe snovi (t/ha) pri treh košnjah na treh lokacijah v letu 2014. Prikazani so pridelki v obravnavanih (Z) in kontrola (K). Odstotki nad obravnavanjem K pomenijo zmanjšanje pridelka v primerjavi z obravnavanjem Z.

### 3.2 Floristična sestava travne ruše

Pri prvem popisu, 4.6.2014, se je število najdenih vrst spreminjalo od 15 (KP-ZP) do 25 (NL-ZP) vrst (preglednica 4). Med travami so prevladovale travniška latovka (*Poa pratensis*), volnata medena trava (*Holcus lanatus*), travniška bilnica (*Festuca pratensis*) in visoka pahovka (*Arrhenatherum elatius*). Med metuljnicami sta bili prevladujoči bela detelja (*Trifolium repens*) in črna detelja (*Trifolium pratense*), vendar je bil njun delež manjši kot delež trav. Med zelmi je bil najpogosteje zastopan navadni rman (*Achillea millefolium*). Glede na izračunan koeficient kakovosti se je popisana ruša uvrstila v razreda srednja do dobra in razreda slaba do srednja. Med obravnavanjema nepopaseno in popaseno ni bilo bistvenih razlik.

Preglednica 4: Floristični popis travniškega rastlinja po Braun-Blanquetu na preučevanih travniških ploskvah (NP – nepopaseno, ZP – zelo popaseno) pred prvo košnjo na kmetijah Kerneža (NL), Senekovič (KP) in Zemljč (SB), 4.6.2014

Lokacija	NL	NL	NL	NL	KP	KP	KP	KP	SB	SB	SB	SB
Zaporedni popis	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Opis ploskve	NP	NP	ZP	ZP	NP	NP	ZP	ZP	NP	NP	ZP	ZP
<b>Trave</b>												
<i>Alopecurus pratensis</i>			r		r							
<i>Anthoxanthum odoratum</i>			+	0,10							+	0,10
<i>Arrhenatherum elatius</i>			+	0,10	2	15,00	r					
<i>Bromopsis erecta</i>									1	2,50	1	2,50
<i>Bromus hordeaceus</i>	+	0,10	+	0,10	+	0,10	1	2,50	2	15		
<i>Cynosurus cristatus</i>			r		1	2,50	2	15	2	15	2	15
<i>Dactylis glomerata</i>											r	
<i>Festuca pratensis</i>	1	2,50	2	15,00	+	0,10	+	0,10			+	0,10
<i>Festuca rubra</i>											+	0,10
<i>Holcus lanatus</i>	2	15,00	2	15,00	2	15						
<i>Lolium perenne</i>			r				r					
<i>Poa pratensis</i>	3	37,50	+	0,10					+	0,10	+	0,10
<i>Poa trivialis</i>					+	0,10	+	0,10				
<i>Trisetum flavescens</i>	1	2,50	2	15,00	2	15	2	15	1	2,50		
<b>Metuljnice</b>												
<i>Lathyrus pratensis</i>					r		r					
<i>Lotus corniculatus</i>	+	0,10	+	0,10					+	0,10	+	0,10
<i>Medicago lupulina</i>			1	2,50	r				2	15	2	15
<i>Trifolium pratense</i>	1	2,50	1	2,50	1	2,50	1	2,50	2	15	2	15
<i>Trifolium repens</i>	1	2,50	1	2,50	1	2,50	2	15,00	+	0,10	+	0,10
<i>Vicia cracca</i>	+	0,10	+	0,10			+	0,10				
<b>Zeli</b>												
<i>Achillea millefolium</i>	1	2,50	2	15,00	2	15	2	15	2	15	2	15
<i>Bellis perennis</i>	+	0,10										
<i>Centaurea jacea</i>					1	2,50			1	2,50	+	0,10
<i>Cerastium holosteoides</i>			+	0,10	+	0,10	+	0,10	1	2,50		



<i>Convolvulus arvensis</i>			+	0,10	+	0,10	+	0,10				
<i>Crepis biennis</i>									r			
<i>Daucus carota</i>	+	0,10	+	0,10	1	2,50						
<i>Galium mollugo</i>	+	0,10			2	15,00						
<i>Leontodon hispidus</i>	1	2,50	1	2,50						1	2,50	
<i>Leucanthemum ircutianum</i>										r		
<i>Myosotis arvensis</i>	1	2,50										
<i>Pastinaca sativa</i>	+	0,10	+	0,10								
<i>Plantago lanceolata</i>	+	0,10					2	15	2	15	1	2,50
<i>Potentilla reptans</i>			r									
<i>Prunella vulgaris</i>									r		r	
<i>Ranunculus acris</i>	+	0,10	+	0,10	+	0,10	r		1	2,50	1	2,50
<i>Ranunculus repens</i>	+	0,10			1	2,50			+	0,10		
<i>Rhinanthus minor</i>									1	2,50	1	2,50
<i>Rumex acetosa</i>	+	0,10	r		r		+	0,10	r		r	
<i>Silene latifolia</i>												
<i>Stellaria graminea</i>	+	0,10	+	0,10			+	0,10	+	0,10	r	
<i>Taraxacum officinale</i>	1	2,50									1	2,50
<i>Tragopogon orientalis</i>	+	0,10										
<i>Veronica persica</i>					+	0,10	+	0,10	+	0,10		
<b>Skupna pokrovnost (%)</b>		<b>73,80</b>		<b>71,20</b>		<b>90,60</b>		<b>80,80</b>		<b>105,60</b>		<b>75,70</b>
<b>Koeficient kakovosti</b>		<b>0,55</b>		<b>0,37</b>		<b>0,33</b>		<b>0,55</b>		<b>0,58</b>		<b>0,42</b>
<b>Krmana vrednost TR</b>		<b>Sr - D</b>		<b>S - Sr</b>		<b>S - Sr</b>		<b>Sr - D</b>		<b>Sr-D</b>		<b>Sr - D</b>

Legenda: Pretvorba pokrovnosti in številčnosti po Braun-Blanquetovi skali (+, 1, 2, 3, 4, 5) v srednje vrednosti pokrovnosti po tabeli (Diersche, 1994) (+→0,1; 1→2,5; 2→15; 3→37,5; 4→62,5; 5→87,5;r-niso upoštevane)

141

Ob drugem popisu, 12.8.2014, je bilo število določenih vrst manjše. Število najdenih vrst se je spreminjalo od 13 (SB-ZP) do 20 (NL-ZP) vrst. Med travami so prevladovala travniška latovka (*Poa pratensis*), trpežna ljuljka (*Lolium perenne*), zlati ovsenec (*Trisetum flavescens*) in visoka pahovka (*Arrhenatherum elatius*). Med metuljnicami sta bili prevladujoči bela detelja (*Trifolium repens*) in črna detelja (*Trifolium pratense*), vendar je bil njun delež manjši kot delež trav. Od ostalih metuljnic so bile v ruši prisotne še navadna nokota (*Lotus corniculatus*), travniški grahor (*Lathyrus pratensis*), ptičja grašica (*Vicia cracca*) in hmeljna meteljka (*Medicago lupulina*). Med zelmi je bil v popisih (12) največkrat določen navadni rman (*Achillea millefolium*), sledila pa sta mu navadno korenje (*Daucus carota*) in plazeči petoprstnik (*Potentilla reptans*). Izračunani koeficient kakovosti so popisano travno rušo uvrstili v razrede srednje do dobre kakovosti, brez krmne vrednosti do slabe ter slabe do srednje.

Ob tretjem popisu, 30.9.2014, in tik pred zadnjo, tretjo košnjo je bilo število določenih vrst podobno tistemu ob drugem popisu. Število najdenih vrst se je spreminjalo od 10 (KP-ZP) do 20 (KP-NP) vrst. Med travami so prevladovala visoka pahovka (*Arrhenatherum elatius*), travniška latovka (*Poa pratensis*), trpežna ljuljka (*Lolium perenne*) in zlati ovsenec (*Trisetum flavescens*). Med metuljnicami sta bili prevladujoči bela detelja (*Trifolium repens*) (prisotna na lokacijah Kačji Potok in Stari Breg) in črna detelja (*Trifolium pratense*) (prisotna na vseh lokacijah), vendar je bil njun delež še vedno manjši kot delež trav. Od ostalih metuljnic, ki so omembe vredne je bil v ruši prisoten še travniški grahor (*Lathyrus pratensis*). Med zelmi je bil v vseh popisih (12) določen navadni rman (*Achillea millefolium*), sledila pa sta mu ozkolistni

trpotec (*Plantago lanceolata*) in navadna črnoglavka (*Prunella vulgaris*). Izračunani koeficient kakovosti so popisano travno rušo uvrstili v najvišje razrede in sicer razrede dobra do zelo dobra in zelo dobre do odlične krmne vrednosti.

### 3.3 Kemična sestava in energijska vrednost preučevanega travinja

V preglednicah 5 in 6 so prikazane vsebnosti in pridelek izbranih parametrov zelinja le z lokacije Stari Breg, rezultati z lokacij Novi Lazi in Kačji Potok so prikazani v Poročilu o izvedenem programu ohranjanja in razvoja kmetijstva in podeželja "Izvedba preučevanja izpada pridelka voluminozne krme zaradi paše jelenjadi na Kočevskem in gospodarske posledice izpada pridelka na travinju na nivoju kmetij" (Trdan in sod., 2014).

Preglednica 5: Vsebnost surovih beljakovin (SB), surove vlaknine (SVI), presnovljive energije (ME) in neto energije za laktacijo (NEL) zelinja v Starem Bregu ob vseh treh košnjah

Lokacija	Obravnavanje	Košnja	SB (g/kg SS)	SVI (g/kg SS)	ME (MJ/kg SS)	NEL (MJ/kg SS)
Stari Breg	Z	1.	98,93±8,25a	274,63±11,52b	8,02±0,04a	4,57±0,02a
	N		104,17±1,99a	218,11±22,01a	7,99±0,08a	4,57±0,05a
	Z	2.	158,53±6,29a	236,13±13,26a	8,45±0,09a	4,86±0,05a
	N		175,20±7,71b	250,68±19,86a	8,36±0,05a	4,81±0,03a
	Z	3.	156,03±3,97a	189,52±12,25a	8,38±0,05a	4,83±0,03a
	N		157,07±9,03a	178,89±5,81a	8,39±0,05a	4,84±0,03a

142

Preglednica 6: Pridelek sušine zelinja (SS), surovih beljakovin (SB), neto energije za laktacijo (NEL) v Starem Bregu ob vseh treh košnjah

Lokacija	Obravnavanje	Košnja	Pridelek SS (t/ha)	Pridelek SB (kg/ha)	Pridelek NEL (GJ/ha)
Stari Breg	Z	1.	3,7±0,4b	366,04±3,30b	16,91±0,00b
	N		1,2±0,2a	125,00±0,40a	5,48±0,01a
	Z	2.	1,7±0,2b	269,50±1,26b	8,26±0,01b
	N		0,3±0,1a	52,56±0,77a	1,44±0,00a
	Z	3.	1,3±0,1b	202,84±0,40b	6,28±0,00b
	N		0,2±0,1a	31,41±0,90a	0,97±0,00a

### 3.4 Ekonomska analiza

Na podlagi modelnih ocen stroškov ugotovili, da je strošek kmetije za krmo s travinja, ob predpostavki, da na kmetiji redijo živino v obsegu kot bi jim to omogočala pridelana krma, zaradi škode, ki jo povzroča jelenjad, višji tako zaradi višjih stroškov pridelave, kot tudi zaradi nakupa potrebne krme, ki jim omogoča ohranitev želenega staleža živali. Rezultati so predstavljeni v preglednici 5, iz katere je razvidno, da se povprečni dodatni strošek na enoto površine giblje med 182 €/ha in 344 €/ha (preglednica 7). Razlike so posledica različne intenzivnosti paše divjadi na posameznih lokacijah in različne proizvodne sposobnosti travinja.

Tako je povprečna škoda na enoto površine največja na lokaciji Kačji potok, kjer sicer povprečni izpad pridelka ni bil največji (48,5 %), vendar pa so to zemljišča, ki omogočajo najbolj intenzivno pridelavo z najvišjimi povprečnimi hektarskimi pridelki in zato so povprečne škode tudi najvišje.

Preglednica 7: Vpliv paše divjadi na stroške pridelave krme na travinju

Lokacija	Površina (ha)	Pridelek brez vpliva divjadi (t)		Pridelek z vplivom divjadi (t)		Razlika (t)		Potreben dokup sena za izravnavo bilance (t)	Dodaten strošek pridelave	Povprečen dodaten strošek/ha
		Seno	Paša	Seno	Paša	Seno	Paša			
Novi Lazi	100,08	391	1768	262	1185	129	583	177	18.197,60 €	181,84 €
Kačji potok	88,09	547	111	257	52	290	59	295	30.275,01 €	343,69 €
Stari Breg	87,61	284	641	71	160	213	481	253	25.961,17 €	296,34 €
<b>Skupaj</b>	<b>275,77</b>	<b>1222</b>	<b>2520</b>	<b>590</b>	<b>1397</b>	<b>632</b>	<b>1123</b>	<b>724</b>	<b>74.433,79 €</b>	<b>273,96 €</b>

#### 4 RAZPRAVA IN SKLEPI

Na podlagi rezultatov preučevanja količinske in kakovostne proizvodnosti naravnega travinja v na treh lokacijah na Kočevskem, ekonomskega ovrednotenja travniške proizvodnje na območjih, kjer predstavlja jelenjad pomemben biotični dejavnik izpada pridelka in rezultatov drugih spremljajočih raziskovalnih dejavnosti na omenjenem območju v obdobju 2013-2014, podajamo sledeče zaključke:

1. ob upoštevanju rezultatov vseh treh košenj smo na vseh treh lokacijah na zavarovanih parcelah ugotovili signifikantno največji (večji kot v obravnavanju nezavarovano) skupni pridelek zračno suhega zelinja, in sicer v Novih Lazih 9,3 (v letu 2013) oz. 8,3 t/ha (v letu 2014), v Kačjem potoku 7,7 oz. 9,6 t/ha in v Starem Bregu 7,2 oz. 6,7 t/ha. Ob neupoštevanju rezultatov 2. košnje (zaradi suše) so bili v letu 2013 povprečni pridelki sušine na navedenih lokacijah 6,2 t/ha, 6,1 t/ha in 4,5 t/ha. S tem smo na Kočevskem v letih 2013 in 2014 dokazali izpad pridelka na naravnem travinju zaradi paše jelenjadi.

2. ob upoštevanju rezultatov vseh treh košenj smo v Novih Lazih ugotovili 40 (v letu 2013) oz. 33 % (v letu 2014) izpad pridelka (ali izpad skupne mase 3,7 oz. 2,7 t zračno suhega zelinja/ha), v Kačjem potoku 47 oz. 53 % (3,6 oz. 5,1 t/ha) in v Starem Bregu 56 oz. 75 % (4,0 oz. 5,0 t/ha) izpad pridelka. Ob upoštevanju le prve in tretje košnje smo v letu 2013 na preučevanih lokacijah ugotovili 35 % (2,2 t/ha), 44 % (3,6 t/ha) in 71 % (4,5 t/ha) izpad pridelka zračno suhega zelinja.

3. upoštevajoč rezultate vseh treh košenj na vseh treh lokacijah ugotavljamo, da je bil povprečni optimalni skupni pridelek (obravnavanje zavarovano) zračno suhega travinja na Kočevskem 8,1 (v letu 2013) oz. 8,2 t/ha (v letu 2014), skupni izpad pridelka zaradi paše (obravnavanje nezavarovano) jelenjadi pa je znašal 48 % (3,9 t/ha) oz. 52 % (4,3 t/ha). Ob upoštevanju rezultatov prve in tretje košnje je bil v letu 2013 povprečni optimalni skupni pridelek 6,2 t/ha, skupni izpad pridelka pa 44 % (2,7 t/ha).

4. ugotavljamo, da se jelenjad na naravnem travinju na Kočevskem pase prek celega koledarskega leta, a se posledični količinski izpad pridelka med rastno dobo razlikuje; največjo konzumacijsko sposobnost ima jelenjad spomladi (pri prvi košnji smo ugotovili izpad pridelka 1,9 (v letu 2013) oz. 1,7 t (v letu 2014) zračno suhega zelinja/ha) in poleti (pri drugi košnji v letu 2014 smo ugotovili izpad pridelka 1,6 t zračno suhega zelinja/ha), proti koncu rastne dobe pa se ta zmanjšuje (pri tretji košnji smo v obeh letih ugotovili izpad 0,9 t/ha). Zaradi intenzivnejše rasti rastlin v travni ruši naravnih travnikov v spomladanskem času je bil sicer izpad pridelka prve košnje 38 oz. 40 %, druge košnje 55 oz. 59 %, pri tretji košnji pa v obeh letih kar 75 %.

5. Floristični popis trajnega travinja na vseh treh lokacijah neposredno pred vsako od treh košenj ni pokazal pomembnejših razlik med travniškimi skupinami (trave, metuljnice, zeli). V ruši je bilo določenih od 5 do 7 vrst trav, od 2 do 5 vrst metuljnic ter od 7 do 14 vrst zeli.

Njihovi deleži pokrovnosti ter obilnosti so bili sicer zelo variabilni, nakazujejo pa na vrstno in proizvodno siromašnost trajnega travinja na ekoloških govedorejskih kmetijah na Kočevskem. Ob popisih je bilo možno videti na tleh značilne zaplate (manjša mesta), kjer je uspevala ruša v pritlikavi (tratni) obliki. To je bila posledica že večletne selektivne zgodnje spomladanske paše jelenjadi, ko te živali sicer s prebiranjem oziroma selektivno pašo povzročijo razvoj in rast ruše v negativno smer (širjenje visokih steblik, nizkih grmov in lesnatih vrst) na tak način, da se rastline v ruši branijo s spremenjenim načinom razraščanja. Ker pa kmetje takšna zemljišča pozneje tudi pokosijo, razvoj ne gre v smeri sekundarne sukcesije oziroma zaraščanja.

6. razlike v optimalni proizvodnosti travinja med lokacijami s sicer primerljivimi pH vrednostmi tal in njihovo primerljivo založenostjo s hranili (fosfor, kalij, organska snov) pripisujemo intenzivnemu spomladanskemu gnojenju travnika v Novih Lazih z živinskimi gnojili, največji izpad pridelka v Starem Bregu pa zaradi že tako spremenjene travne ruše v floristični sestavi tamkajšnjih travnikov (večji delež nizkih trav, bele detelje in plazečih zeli), da jo je jelenjad pasla izrazito prednostno. Ne smemo namreč pozabiti na dejstvo, da prepogosto objedanje rastlin ruše s strani jelenjadi, ko so rastline še v vegetativnih fazah razvoja (jelenjad pride na pašo na isto območje zelo pogosto in ponovno obtrgavajo liste istih rastlin), le te ne morejo polno razviti koreninskega sistema, zato je njihova rast ob pomanjkanju padavin poleti slabša. Kadar imamo na travnatih zemljiščih vpeljano nadzorovano pašo domačih živali imamo možnost nadzora nad trajanjem časa mirovanja po vsakokratni zasedbi in tudi selektivnost paše je takrat manjša. Na lokaciji Stari Breg je bila lahko proizvodnost manjša tudi zaradi dejstva, da se jelenjad na travinju samo prehranjuje in prenočujejo v gozdu, zato v glavnem v gozdu pusti večji del izločkov (rudnine, dušik in neprebavljeno organsko snov použitega zelinja). Tako prihaja do premeščanja hranil s kmetijskih na gozdna zemljišča, kar vodi v siromašenje travinja v pogledu rodovitnosti tal.

144

7. S kemično analizo vzorčenega zelinja v poskusu smo ugotovili, da je bila vsebnost surovih beljakovin v obravnavanju nezavarovano vedno večja kot v obravnavanjih regeneracija (R1, R2, R3 - Novi Lazi) ali zavarovano (Novi Lazi, Kačji Potok, Stari Breg). To je posledica paše jelenjadi, ki z zaporednim obtrgavanjem in odstranjevanjem zelinja pomlajuje travno rušo in posledično sili trave v oblikovanje novih listov, ki pa so glavni nosilci te kakovostne komponente. Nasprotno se je dogajalo s parametrom surove vlaknine, ki smo je največ določili v zelinju v obravnavanju zavarovano in to na skoraj vseh treh lokacijah. Hranilna vrednost pridelane mrve na vseh lokacijah je bila slaba in sicer že ob 1. košnji, saj ni presegla 5 MJ/kg sušine, kar pripisujemo predvsem slabi floristični sestavi travinja.

8. Čeprav je sistem »paša povprek« katerekoli (domače, prostoživeče) živali v optimalnih rastnih razmerah in kadar ga primerjamo s čredinskim sistemom paše bolj zaželen, z vidika poznejše rasti ruše in zagotavljanja krme za pašo v poletnem obdobju, zahteva tudi takšen sistem časovno (koledarsko) ustrezen začetek in seveda tudi zaključek (umik živali s takšnih zemljišč) paše. To pa je mogoče doseči le z ograjevanjem jelenjadi izpostavljenih kmetijskih zemljišč ali s premikanjem teh živali med zemljišči.

9. V ekonomski analizi smo na podlagi modelnih ocen stroškov ugotovili, da je strošek kmetije za krmo s travinja, ob predpostavki, da na kmetiji redijo živino v obsegu kot bi jim to omogočala pridelana krma, zaradi škode, ki jo povzroča jelenjad, višji tako zaradi višjih stroškov pridelave, kot tudi zaradi nakupa potrebne krme, ki jim omogoča ohranitev zelenega staleža živali. Ugotovljamo, da se povprečni dodatni strošek na enoto površine giblje med 182 €/ha (Novi Lazi) in 344 €/ha (Kačji Potok). Razlike so posledica različne intenzivnosti paše divjadi na posameznih lokacijah in različne proizvodne sposobnosti travinja. Tako je povprečna škoda na enoto površine največja na lokaciji Kačji potok, kjer sicer povprečni izpad pridelka ni bil največji, vendar pa so to zemljišča, ki omogočajo najbolj intenzivno

pridelavo z najvišjimi povprečnimi hektarskimi pridelki in zato so povprečne škode tudi najvišje. Iz ekonomske analize izhaja, da je za oceno primerne kompenzacije za škodo, nastalo zaradi paše jelenjadi na trajnem travinju, potrebno upoštevati poleg dejanskega deleža izpada pridelka tudi proizvodni potencial obravnavanih območij.

10. Na podlagi večletnih raziskovalnih izkušenj in poznavanja prednosti in slabosti kmetovanja na Kočevskem ugotavljamo, da imamo srečo, da so trajni travniki na Kočevskem, na katerih se že od zgodnje pomladi pase jelenjad, pozneje tudi pokošeni. Ko bomo namreč ostala nepokošena tudi ta zemljišča, se bodo zelo hitro zarastla.

11. ugotavljamo, da smo z našo raziskavo realizirali vse zastavljene cilje, v prihodnje pa bi želeli na Kočevskem preučevati možnosti za zmanjšanje izpada pridelka trajnega travinja zaradi paše jelenjadi.

## 5 ZAHVALA

Raziskava je bila izvedena v okviru programov ohranjanja in razvoja kmetijstva in podeželja Občine Kočevje v letih 2013 in 2014. Družinam Zemljič iz Starega Brega, Senekovič iz Kačjega potoka in Kerneža iz Novih Lazov se zahvaljujemo, da so nam v raziskovalne namene odstopili zemljišča, ki jih uporabljajo za pripravo voluminozne krme za živino in za izdelavo železnih kletk, ki smo jih uporabili v raziskavi.

## 6 LITERATURA

- Diersche H. 1994. Pflanzensoziologie. Grundlagen und Methoden. Eugen Ulmer GmbH & Co. Wollgrasweg 41, 70599 Stuttgart (Hohenheim). Printed in Germany: 683 str.
- Jerič, D. 2011. Katalog kalkulacij za načrtovanje gospodarjenja na kmetijah v Sloveniji. Ljubljana, Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije: 267 str.
- Laznik, Ž., Trdan, S. 2014. Evaluation of different soil parameters and wild boar (*Sus scrofa* [L.]) grassland damage. Italian Journal of Animal Science, 13, 4: 759-765.
- Martinčič A., Wraber T., Jogan N., Podobnik A., Turk B., Vreš B., Ravnik V., Frajman B., Strgulc Krajšek S., Trčak B., Bačič T., Fischer M. A., Eler K., Surina B. 2007. Mala flora Slovenije. Ključ za določanje praprotnic in semenk. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije: 967 str.
- Rothmaler W. 1988. Exkursionsflora. Band 3. Atlas der Gefaesspflanzen. Berlin, Volk und Wissen Volkseigener Verlag: 752 str.
- Sinkovič T., Batič F., Širčelj H. 2009. Priročnik za računanje krmne vrednosti travne ruše, navodilo za pripravo študentskega herbarija in seznam pomembnejših travniških, plevelnih, kmetijskih in lesnatih rastlin: za študente študija kmetijstva smeri agronomija in zootehnika. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 144 str.
- Šoštarčič-Pisačić K., Kovačević J. 1974. Kompleksna metoda za utrdživanje kvalitete i sumarne vrijednosti travnjaka i djetelišta. Zagreb, Naučne edicije Poljoprivrednog fakulteta sveučilišta u Zagrebu: 102 str.
- Trdan, S., Laznik, Ž., Vidrih, M., Bohinc, T., Rupnik, J. 2013. Poročilo o izvedenem programu ohranjanja in razvoja kmetijstva in podeželja "Izvedba preučevanja izpada pridelka zaradi paše jelenjadi na Kočevskem". Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 72 str.
- Trdan, S., Šilc, I., Levstik, J., Trdan, M. 2000. Prihodnost kmetijstva v Ribniški dolini. V: Tajnšek, A. (ur.), Šantavec, I. (ur.). Novi izzivi v poljedelstvu 2000: zbornik simpozija, Moravske Toplice, 14. in 15. december 2000. Ljubljana, Slovensko agronomsko društvo: 29-35.
- Trdan, S., Vidrih, M. 2008. Quantifying the damage of red deer (*Cervus elaphus*) grazing on grassland production in southeastern Slovenia. European Journal of Wildlife Research, 54, 1: 138-141.
- Trdan, S., Vidrih, M., Laznik, Ž., Sinkovič, T., Udovč, A., Jakovac-Strajn, B., Tavčar-Kalcher, G. 2014. Poročilo o izvedenem programu ohranjanja in razvoja kmetijstva in podeželja "Izvedba preučevanja izpada pridelka voluminozne krme zaradi paše jelenjadi na Kočevskem in gospodarske posledice izpada pridelka na travinju na nivoju kmetij". Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 65 str.
- Trdan, S., Vidrih, M., Vesel, A. 2003. Določanje vpliva paše jelenjadi (*Cervus elaphus* L.) na zmanjšanje proizvodnosti travinja - izkušnje iz Kočevskega. V: MAČEK, Jože (ur.). Zbornik predavanj in referatov 6. slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin, Zreče, 4.-6. marec 2003. Ljubljana, Društvo za varstvo rastlin Slovenije: 247-253.

- Universitaet Hohenheim. 1997. DLG-Futterwerttabellen Wiederkaeuer. 7., erweiterte und ueberarbeitete Auflage. Frankfurt am Main, DLG-Verlag: 212 str.
- Verbič, J., Čeh, T., Gradišek, T., Janžekovič, S., Lavrenčič, A., Levart, A., Perpar, T., Velikonja Bolta, Š., Žnidaršič, T. 2011. Kakovost voluminozne krme in priraja mleka v Sloveniji. V: Čeh, T. (ur.), Kapun, S. (ur.). Zbornik predavanj 20. mednarodnega znanstvenega simpozija o prehrani domačih živali. Zdravčevi-Erjavčevi dnevi 2011, Radenci, 10. in 11. november 2011. Murska Sobota, Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije, Kmetijsko gozdarski zavod: 97-110.
- Verbič, J., Žnidaršič, T., Zagorc, B., Babnik, D. 2013. Vpliv paše divjadi na kakovost in zmanjšanje pridelka krme s travinja. V: Čeh, T. (ur.), Kapun, S. (ur.). Zbornik predavanj 22. mednarodnega znanstvenega simpozija o prehrani domačih živali. Zdravčevi-Erjavčevi dnevi 2013, Radenci, 14.-15. november 2013. Murska Sobota, Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije, Kmetijsko gozdarski zavod: 79-85.

## UČINKOVITOST TALNIH INSEKTICIDOV ZA ZATIRANJE OGRCEV POLJSKEGA MAJSKEGA HROŠČA (*Melolontha melolontha* [L.])

Anka POŽENEL<sup>1</sup>, Mojca ROT<sup>2</sup>, Ivan ŽEŽLINA<sup>3</sup>, Jana ČUK<sup>4</sup>, Branko CARLEVARIS<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup>KGZS, Kmetijsko gozdarski zavod Nova Gorica

### IZVLEČEK

Preizkušanje učinkovitosti insekticidov za zatiranje ogrcev poljskega majskega hrošča (*Melolontha melolontha* [L.]) smo izvajali v letih 2012-2014 v Črnem vrhu nad Idrijo. Na tem območju so bile v zadnjih 10 letih tri prerazmnožitve tega škodljivca. Ogrci majskega hrošča so ponekod popolnoma uničili travno rušo in povzročili veliko gospodarsko škodo. V treh zaporednih letih smo v poljskih poskusih preverjali učinkovitost granuliranih talnih insekticidov na podlagi aktivnih snovi klorpirifos in teflutrin. Rezultati so pokazali, da imajo talni insekticidi statistično značilen vpliv na zmanjšanje populacije ogrcev v tleh. Število ogrcev se je najbolj zmanjšalo po aplikaciji teflutrina. Učinkovitost insekticidov je bila zelo odvisna od vremenskih razmer po aplikaciji in razvojne stopnje ogrcev med aplikacijo. Najboljše rezultate smo dobili v zadnjem letu preizkušanj, v letu 2014, ko so bili ogrci v L2 razvojni stopnji in je po aplikaciji insekticidov padla zmerna množina padavin. Teflutrin v odmerku 13 kg/ha je imel 80 % učinkovitost, klorpirifos v odmerku 15 kg/ha pa 68 % učinkovitost.

147

**Ključne besede:** *Melolontha melolontha*, poljski majski hrošč, teflutrin, klorpirifos

### ABSTRACT

#### THE EFFICACY OF SOIL INSECTICIDES AGAINST THE COMMON COCKCHAFFER (*Melolontha melolontha* [L.]) GRUBS

Testing the efficacy of insecticides was carried out in the years 2012-2014 in Črni Vrh nad Idrijo. Three outbreaks of the common cockchafer (*M. melolontha* [L.]) occurred in last ten years in this region. A great number of grubs completely destroyed the turfgrass in some locations and caused significant economic damage. Granular soil insecticides based on active substances tefluthrin and chlorpyrifos were tested in the field trials in three consecutive years. The results showed a statistically significant impact of soil insecticides in reduction of *M. melolontha* population. The number of grubs in the soil decreased the most after tefluthrin application. The results of the trials also showed that the efficacy of soil insecticides depends on weather conditions after the application and on grub development stages during the application. The best results were obtained in the last year, in 2014, when the grubs were in L2 stage and after the application a moderate rainfall has dropped. The efficacy of tefluthrin applied at dose rate 13 kg/ha was 80 %, and the efficacy of chlorpyrifos at dose rate 15 kg /ha was 68 %.

**Key words:** *Melolontha melolontha*, common cockchafer, tefluthrin, chlorpyrifos

<sup>1</sup> univ. dipl. inž. agr., Goriška c. 23b, SI-5270 Ajdovščina, e-mail: anka.pozenel@go.kgzs.si

<sup>2</sup> univ. dipl. inž. agr., Pri hrastu 18, SI-5000 Nova Gorica

<sup>3</sup> dr., prav tam

<sup>4</sup> univ. dipl. inž. agr., Rutarjeva 35, SI-5220 Tolmin

<sup>5</sup> dipl. inž. agr., Pri hrastu 18, SI-5000 Nova Gorica

## 1 UVOD

Za preizkušanje talnih insekticidov smo se odločili, ker obstaja velika potreba po zatiranju ogrcev majskega hrošča na zatavljenih zemljiščih, kjer lahko ogrci v celoti pojedjo travno rušo. Kmetovalcem na teh popolnoma ali delno golih zemljiščih ni smotno izvesti novih setev, ker ogrci mlade rastline sproti pojedjo. Večinoma na takšnih golih oplazih travniških tal priporočamo mehansko zatiranje, ki pa ni dovolj učinkovito, posebno tam ne, kjer je veliko kamenja. S kombinirano uporabo mehanskega zatiranja ob istočasni zadelavi talnega granularanega insekticida, bi bila učinkovitost večja in bi omogočila hitrejšo obnovo travne ruše. To je posebno pomembno na območjih, kjer je škoda velika in je potrebno čim hitreje zagotoviti krmo, da ne bi prihajalo do zmanjševanja staleža rejnih živali. Po aplikaciji insekticida sledi setev TDM in rast do prve košnje, kar traja vsaj mesec dni, kar je podobno kot na njivah. Preveriti smo želeli tudi ugotovitve drugih avtorjev o učinkovitosti zatiranja. Lobanowska (2005) navaja dobro učinkovitost (84-97 %) pri talni aplikaciji klorpirifosa v območju korenin v mladih nasadih sadnega drevja. Nasprotno pa ugotavljajo Pernfuss s sod. (2005), ki so pri zatiranju ogrcev vrtnega hrošča (*Phyllopertha horticola*) na golf igrišču s klorpirifosom zmanjšali populacijo ličink v tleh le za 35 %.

## 2 MATERIAL IN METODE

V Črnem vrhu nad Idrijo smo postavili poskus s talnimi insekticidi po pridobitvi izrednega dovoljenja za sredstva, ki so na trgu pri nas ali v sosednjih državah v obliki granulata in so registrirani za zatiranje talnih škodljivcev (tudi ogrcev). Aplikacijo smo izvedli z vsejavanjem v travno rušo s specialno sejalnico za vsejavanje trav v travno rušo Vredo. Tako so bile granule insekticida položene 3-5 cm globoko v tla, kjer se zadržujejo ogrci. S takšno aplikacijo smo tudi dosegli, da insekticidne granule niso bile dostopne drugim živalim na površju travne ruše.

Preglednica 1: Zasnova poskusa z granuliranimi insekticidi v Črnem vrhu nad Idrijo, 2012 – 2014;  
Table 1: The design of the experiment with granular insecticides in Črni vrh nad Idrijo, 2012 – 2014

Površina travnika: 1,02 ha		Velikost poskusa: 1000 m <sup>2</sup>	Pomlad 2014 – ogrci L <sub>2</sub>			
Velikost parcel: 5 m x 10 m		Število ponovitev: 4	Postavitev bločna zasnova poskusa:			
Št. obravnavanja	Kemični pripravek	Aktivna snov	Formula cija	Odmerki		Čas aplikacije 2014
				g, l a.s./ha	kg, g priprav./ha	
1	FORCE	teflutrin	G	-	13kg/ha	28.5. 2014
2	FORCE	teflutrin	G		7 kg/ha	28.5. 2014
3	DIREX	klorpirifos	G		15 kg/ha	28.5. 2014
4	Slepo					28.5. 2014
5	Kontrola – brez prehoda					28.5. 2014

Preizkušanje učinkovitosti insekticidov za zatiranje ogrcev majskega hrošča smo izvajali 3 leta zapored 2012, 2013 in 2014 v Črnem vrhu nad Idrijo. V prvih dveh letih so bili rezultati preizkušanj zaradi neugodnih vremenskih razmer in velike migracije ogrcev v tleh nezanesljivi. Velika množina padavin takoj po aplikaciji talnih insekticidov je povzročila razredčitveni efekt in posledično slabše delovanje insekticida.



Preizkušanje insekticidov smo izvedli po metodologiji klasičnega bločnega poskus s 5 obravnavanji in štirimi ponovitvami (preglednica 1). V 1. obravnavanju smo uporabili aktivno snov teflutrin v odmerku 13 kg/ha, v 2. obravnavanju teflutrin v odmerku 7 kg/ha, v 3. obravnavanju klorpirifos v odmerku 15 kg/ha, v 4. obravnavanju je bila kontrola s slepo setvijo, v 5. obravnavanju pa klasična kontrola brez prehodov. Pred vsakoletno aplikacijo granuliranih insekticidov smo izvedli monitoring populacije ogrcev v tleh po metodi Goettingerjevega okvirja tako, da smo s talnimi izkopi na 1/4 m<sup>2</sup> prešteli ogrce.

Učinkovitost posameznega insekticida smo izračunali po Abbottu. Rezultate poskusa smo statistično ovrednotili s programom Statgraphics Plus for Windows 4.0. Statistične razlike med povprečij obravnavanj smo izračunali z analizo variance (ANOVA) in Student-Neuman Keuls-ovim preizkusom mnogoterih primerjav ( $P \leq 0,05$ ).

### 3 REZULTATI

V prvem letu poskusa s talnimi insekticidi (2012) so bile poskusne parcele tretirane 15.5.2012. Ogrci so bili v razvojni stopnji L<sub>3</sub>. Prvo ocenjevanje poskusa oz. prvo štetje ogrcev smo izvedli 24.5.2012. V 1. obravnavanju (Force 15 kg/ha) je prišlo do zmanjšanja števila ogrcev za 46 % v primerjavi s številom pred tretiranjem, v 2. obravnavanju (Force 7,5 kg/ha) se je populacija zmanjšala le za 3,4 %, v 3. obravnavanju (Dursban 15/kg ha) pa je prišlo celo do povečanja števila ogrcev za 24 %. Drugo ocenjevanje poskusa je bilo opravljeno 30.5.2012. Zmanjšanje števila ogrcev v 1. obravnavanju je bilo 59 %, v 2. obravnavanju se je število ogrcev zmanjšalo za 62 %, v 3. obravnavanju za 21 %. V kontroli, kjer nismo uporabljali insekticidov, se je populacija ogrcev zmanjšala za 47 %. Dobljeni rezultati kažejo na majhno učinkovitost uporabljenih insekticidov zoper ogrce majskega hrošča v stopnji L<sub>3</sub>. Pri opazovanju učinkovitosti posameznih obravnavanj je bilo ocenjevanje oteženo zaradi heterogenosti razporeditve ogrcev v tleh.

Za namen ponovitve kemičnega zatiranja smo pregledovali literaturo in podatke o potencialno ustreznih insekticidnih aktivnih snoveh, ki so v Evropi registrirane kot granulirani insekticidi proti talnim škodljivcem. Žal nismo našli novo registriranih sredstev. Ponovitev poskusa smo v letu 2013 izvedli z istimi odmerki in sredstvi kot v letu 2012, in sicer 5.9.2013 v Črnem vrhu nad Idrijo v štirih ponovitvah. Na poskusnem zemljišču so bili v tleh ogrci stopnje L<sub>2</sub>. Spremljanje učinkovitosti delovanja smo izvedli s kontrolnimi izkopi v tedenskih razmikih, 13.9., 20.9. in 27.9.2013. Žal nam vremenske razmere niso bile naklonjene, saj je v času od aplikacije do 1. vzorčenja (13.9.2013) padlo skupaj 151 l/m<sup>2</sup> dežja, kar je povzročilo razredčitev ter slabše delovanje insekticidov.

Po 3. vzorčenju (27.9.2013) lahko zaključimo glede na število ogrcev pred aplikacijo, da se je v obravnavanju 1 (Force 13 kg/ha) zmanjšalo število ogrcev za 38 %, v obravnavanju 2 (Force 7 kg/ha) se je zmanjšalo število ogrcev za 15 %, v obravnavanju 3 (Direx 15 kg/ha) se je zmanjšalo število ogrcev za 25 %, v obravnavanju 4 (s slepo setvijo) se je zmanjšalo število ogrcev za 4 %, v kontrolnem obravnavanju 5 pa se je zmanjšalo število ogrcev za 8 %.

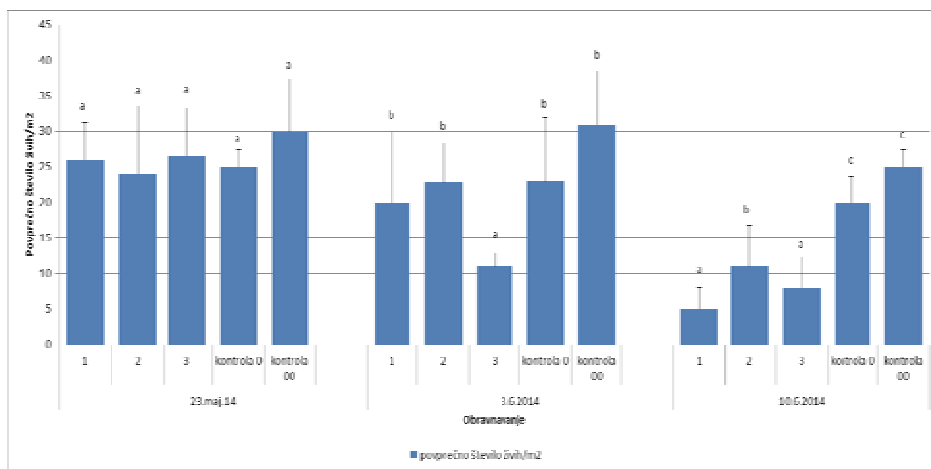
Glede na težave z vremenom v prvih dveh letih raziskave smo se odločili, da za večjo objektivnost rezultatov aplikacijo ponovimo spomladi 2014 in v raziskavo vključimo morebitne novo registrirane talne insekticide. V tretjem letu izvajanja poskusa so bile vremenske razmere ugodnejše. V obdobju po aplikaciji insekticida je padlo skupno 48 mm/m<sup>2</sup> dežja. Padavine so bile enakomerno razporejene in niso imele negativnega vpliva na izpiranje insekticidov. Povprečna dnevna temperatura v času izvajanja poskusa je bila 14,1 °C. Preizkušanje insekticidov smo izvedli po enaki metodologiji kot v predhodnih letih. V času izvajanja poskusa so bili ogrci majskega hrošča v L<sub>2</sub> stopnji. Pred aplikacijo insekticidov, 23.5.2014, smo izvedli monitoring ogrcev majskega hrošča v tleh, pri čemer smo opravili 25 kontrolnih izkopov, na podlagi katerih smo določili povprečno število ogrcev / m<sup>2</sup> v vsakem obravnavanju. Aplikacijo granuliranih insekticidov v talno rušo smo izvedli 28.5.2014 s

sejalnico za vsejavanje trav in detelj. Ocenitev poskusa smo izvedli 3.6.2014 in 10.6.2014. Obakrat smo izvedli serijo talnih izkopov po vseh obravnavanjih in prešteli število živih in mrtvih ogrcev. Do največjega zmanjšanja populacije ogrcev v tleh je prišlo v 1. obravnavanju, število ogrcev se je zmanjšalo za 81 %, izračunana učinkovitost pripravka s teflutrinom v odmerku 13 kg/ha je bila 80 %. Sledi 3. obravnavanje, kjer smo pri uporabi klorpirifosa zabeležili 70 % zmanjšanje števila ogrcev (68 % učinkovitost). V 2. obravnavanju, kjer smo uporabili teflutrin v odmerku 7 kg/ha, smo zabeležili 54 % zmanjšanje števila ogrcev oz. 56 % učinkovitost insekticida (preglednica 2).

Preglednica 2: Rezultati zatiranja ogrcev poljskega majskega hrošča (*Melolontha melolontha* L.) v stopnji L<sub>2</sub> v Črnem vrhu nad Idrijo spomladi 2014.

Obravnavanje	Insekticid (a.s.)	Odmer ek [kg/ha]	Datum ocenjevanja						
			23.05.2014			03.06.2014		10.06.2014	
			Povp. št. živih ogrcev /m <sup>2</sup>	Učinkovitost (%)	Povp. št. živih ogrcev /m <sup>2</sup>	Učinkovitost (%)	Povp. št. živih ogrcev /m <sup>2</sup>	Učinkovitost (%)	
1	teflutrin	13	26	35,5	20	26,6	5	80,0	
2	teflutrin	7	24	26,6	22,75	11	56,0		
3	klorpirifos	15	26,5	64,5	11	8	68,0		
4 kontrola 0 slepa setev	-	-	25	25,8	23	20	20,0		
5 kontrola 00	-	-	30	-	31	25	-		

150



Preglednica 3: Rezultati statistične analize povprečnega števila živih ogrcev/m<sup>2</sup> po obravnavanjih v letu 2014, Črni vrh nad Idrijo.

Table 3: The results of the statistical analysis of average number of live grubs /m<sup>2</sup> after treatment in 2014, Črni vrh nad Idrijo.

Povprečno število živih ogrcev v tleh pred aplikacijo insekticida se je po posameznih obravnavanjih nekoliko razlikovalo, vendar pa razlike niso bile statistično značilne. Pri prvem ocenjevanju poskusa, 3.6.2014, smo največje zmanjšanje populacije ogrcev v tleh zabeležili v

3. obravnavanju (klorpirifos), rezultat je statistično značilno odstopal od ostalih. Po drugi ocenitvi, 10.6.2014, pa je bil upad števila ogrcev v tleh največji v 1. obravnavanju, sledilo je 3. obravnavanje. Učinkovitost insekticida v 2. obravnavanju je bila slabša v primerjavi s 1. in 3., kar potrjujejo tudi rezultati statistične analize.

Rezultati kažejo na zadovoljivo delovanje obravnavanih insekticidov, predvsem aktivnih snovi teflutrin v odmerku 13 kg/ha (80 % učinkovitost) in klorpirifos (68 % učinkovitost). Teflutrin v manjšem odmerku (7 kg/ha) ni bil dovolj učinkovit. S preizkušanjem insekticidov smo dobili pomembne informacije o možnosti kemičnega zatiranja ogrcev majskega hrošča na travinju. Obenem pa smo potrdili ugotovitve drugih avtorjev (Huiting s sod., 2006), da je tovrstna metoda varstva izjemo zahtevna, njena učinkovitost pa je odvisna od številnih dejavnikov. Ogrci so v tleh zelo mobilni, tako v horizontalni in vertikalni smeri, in zaradi tega je oteženo njihovo zatiranje. Zato je ključnega pomena, da je insekticid apliciran na ustrezni globini, to je v območju korenin gostiteljskih rastlin.

#### 4 SKLEPI

Po triletnih poskusih zatiranja ogrcev poljskega majskega hrošča v stopnjah L3 in L2 z granuliranimi insekticidi, posebno pa v optimalnem vremenu po izvedenem poskusu v letu 2014, lahko zaključimo, da je 80 % učinkovitost v Sloveniji registrirane in dostopne aktivne snovi teflutrin (pripravek Force – 13 kg/ha) zadovoljiva za namen interventnega zatiranja ogrcev na zemljiščih, kjer je močno presežen prag škodljivosti poljskega majskega hrošča. Učinek zadelave granuliranega insekticida še dodatno mehansko poveča učinkovitost na močno poškodovanih zemljiščih (brez travne ruše) tako, da se populacija zmanjša na neškodljivo raven in lahko novo zasejane travno deteljne mešanice nemoteno rastejo. Najboljšo učinkovitost uporabljenih aktivnih snovi dosežemo, ko je po aplikaciji insekticidov zmerna množina padavin, kar bi lahko dosegli tudi z zalivanjem.

#### 5 ZAHVALA

Raziskava je potekala v okviru projekta CRP V4-1104 z naslovom »Optimizacija in implementacija metod ter ukrepov za zmanjšanje škodljivosti ogrcev majskega hrošča v Sloveniji«. Avtorji se zahvaljujemo financerja MKGP in ARRS.

#### 6 LITERATURA

- B.H. Labanowska. 2005. Control of white grubs using soil injection applicator in the young orchard. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin, 45, 2: 869-872
- Pernfuß, B., Zelger, R. & Strasser H. 2005. Control of the garden chafer *Phyllopertha horticola* with GRANMET-P, a new product made of *Metarhizium anisopliae*. IOBC WPRS Bulletin, 28, 2: 47-51.
- Benker, U., Leuprecht, B. 2005. Field experience in the control of Common cockchafer *M. melolontha* L. in the Bavarian region Spessart. IOBC/wprs Bulletin, 28, 2: 21-24.
- Požanel, A., Rot, M. 2006: A great increase of population of Common Cockchafer (*Melolontha melolontha* L.) in Idrija region in Slovenia. IOBC /wprs Bulletin, 30, 7, 2007:109-112
- Požanel, A. 2007. Izkušnje pri zatiranju poljskega majskega hrošča (*M. melolontha* L.) na Idrijskem. Zbornik predavanj in referatov 8. Slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin (ur. Maček, J.), Radenci, 6.-7. marec 2007. Ljubljana, Društvo za varstvo rastlin Slovenije: 72-77.
- Maceljski, M. 1999. Poljoprivredna entomologija. Čakovec, Zrinski: 150-152.
- Vrabl, S. 1992. Škodljivci poljščin. Ljubljana, ČZP Kmečki glas: 19-22.

## SPREMLJANJE RAZŠIRJENOSTI POKALIC (Elateridae) V SLOVENIJI S FEROMONSKIMI VABAMI

Iris ŠKERBOT<sup>1</sup>, Magda RAK CIZEJ<sup>2</sup>, Igor ŠKERBOT<sup>3</sup>, Silva KUHARIČ GRABOVAC<sup>4</sup>,  
Simon ARNŠEK<sup>4</sup>

<sup>1,3</sup>KGZS, Kmetijsko gozdarski zavod Celje, Celje  
<sup>2</sup>Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije Žalec, Žalec  
<sup>4</sup>Syngenta Agro d.o.o., Ljubljana

### IZVLEČEK

Strune, ličinke hroščev pokalic, so pomembni škodljivci številnih kmetijskih rastlin. V letih od 2009 do 2014 smo s feromonskimi vabami spremljali pojavljanje hroščev pokalic na območju Slovenije. Spremljanja poljske pokalice (*Agriotes lineatus*), motne pokalice (*Agriotes obscurus*), solatne pokalice (*Agriotes sputator*), žitne pokalice (*Agriotes ustulatus*) ter vrst *Agriotes brevis* in *Agriotes rufipalpis* so potekala v nasadih koruze, krompirja, hmelja in vrtnin. V prispevku so predstavljeni rezultati spremljanja in podane nadaljnje usmeritve.

**Ključne besede:** pokalice, Elateridae, spremljanje, koruza, krompir, hmelj, vrtnine, Slovenija

### ABSTRACT

#### MONITORING OF CLICK-BEETLES (Elateridae) IN SLOVENIA USING PHEROMONE TRAPS

Wireworms, larvae of click-beetles, are the most dangerous pests on many field crops. In the years between 2009 and 2014 we monitored the click-beetles with the pheromone traps in Slovenia. Monitoring of click-beetles *Agriotes lineatus*, *Agriotes obscurus*, *Agriotes sputator*, *Agriotes ustulatus*, *Agriotes brevis* and *Agriotes rufipalpis* were performed in the fields with maize, potato, hop and vegetables. In the article the results of the monitoring are presented and further guidelines for overcoming the problems caused by the wireworms are suggested.

**Key words:** click-beetles, Elateridae, monitoring, maize, potato, hop, vegetable, Slovenia

### 1 UVOD

Strune v Sloveniji prištevamo med najpomembnejše talne škodljivce okopavin in vrtnin. Po ocenah strokovnjakov se v Sloveniji pojavlja vsaj 150 vrst pokalic, kar je v primerjavi s srednjo Evropo, kjer je znanih 176 vrst, zelo veliko. Gospodarsko so najbolj pomembne vrste iz rodu *Agriotes*, ki je v Sloveniji zastopan z 10 vrstami. Nekatere vrste so predvsem gozdne in se na obdelovalnih zemljiščih ne pojavljajo (*Agriotes atterimus*, *A. acuminatus*, *A. medvedevi*, *A. pilosellus*). Solatna pokalica (*A. sputator*), motna pokalica (*A. obscurus*), poljska pokalica (*A. lineatus*), žitna pokalica (*A. ustulatus*) in vrsta *A. litigiosus* pa so travniške ali njivske vrste in se redno pojavljajo na travnikih, pa tudi njivah in vrtovih. Najpogostejše so na zemljiščih, ki so več kot eno rastno dobo prekrita s strnjanim rastlinstvom (travniki, detelje, travno-deteljne mešanice), na zapleveljenih njivah ter v

<sup>1</sup> mag. agr. znan., Trnoveljska cesta 1, SI-3000 Celje, e-mail: iris.skerbot@ce.kgzs.si

<sup>2</sup> dr. agr. znan., Cesta Žalskega tabora 2, SI-3310 Zalec

<sup>3</sup> univ. dipl. inž. agr., Trnoveljska cesta 1, SI-3000 Celje

<sup>4</sup> univ. dipl. inž. agr., Kržičeva 3, SI-1000 Ljubljana

posevkih strnih žit. Če takšna zemljišča preorjemo ter jih zasadimo ali zasejemo z okopavinami, ki imajo redek sklop, lahko z veliko verjetnostjo pričakujemo velike izgube rastlin zaradi poškodb strun. Strune najdemo tudi v zapleveljenem, starem, uležanem hlevskem gnoju ali zapleveljenem kompostu.

Razvojni krog vseh predstavnikov iz rodu *Agriotes* je daljši od enega leta, navadno pa traja od 2 do 4 leta. V odvisnosti od vremenskih razmer (zlasti je pomembna temperatura) imajo lahko vrste dve- ali triletni razvoj, oziroma tri- ali štiriletni razvoj.

Preglednica 1: Osnovne značilnosti vrst iz rodu *Agriotes*, ki se v Sloveniji najpogosteje pojavljajo na obdelovalnih zemljiščih

Vrsta	Razširjenost in ekološke karakteristike	Opombe
<b>motna pokalica</b> ( <i>Agriotes obscurus</i> L.)	- najpogostejša na travnikih in njivah, - hrošči se v glavnem zadržujejo na površju tal in neradi letijo, - rada ima težka tla.	Razvoj traja 4 leta. Največ škode povzroča na koruzi, pšenici, krompirju.
<b>poljska pokalica</b> ( <i>Agriotes lineatus</i> L.)	- pogostejša na vlažnih travnikih in njivah, od nižin do visokogorja, - hrošči se radi zadržujejo na površju tal in so slabi letalci.	Razvoj traja 3-4 leta oziroma se odvija skozi 4-5 koledarskih let. Največ škode povzroča na koruzi, pšenici, krompirju.
<b>solatna pokalica</b> ( <i>Agriotes sputator</i> L.)	- pogosta v stepskih predelih in na gojenih rastlinskih vrstah (koruzi, sladkorni pesi, soji, fižolu, zelju, žitih, paradižniku in v mladih vinogradih), - hrošči se zadržujejo na površju tal in neradi letijo.	Razvoj traja 4 leta oziroma se odvija skozi 5 koledarskih let. Največ škode povzroča na solati in krompirju.
<b>žitna pokalica</b> ( <i>Agriotes ustulatus</i> Schaller)	- naseljuje sončne travnike in njive od nižin do sredogorja, - hrošči letajo.	Po starejših podatkih razvoj traja 2 leti oziroma se odvija skozi 3 koledarska leta, po novejših podatkih (Italija) pa traja razvoj le 2 leti oziroma poteka skozi 3 koledarska leta.
<i>Agriotes brevis</i> Candeze	- zastopana v travnatih stepah in na njivah (še zlasti pogosta v toplejših območjih), - ugotovljena je na Ljubljanskem barju, v drugih predelih Slovenije jo najdemo razmeroma redko, - hrošči se zadržujejo na tleh in neradi letijo.	

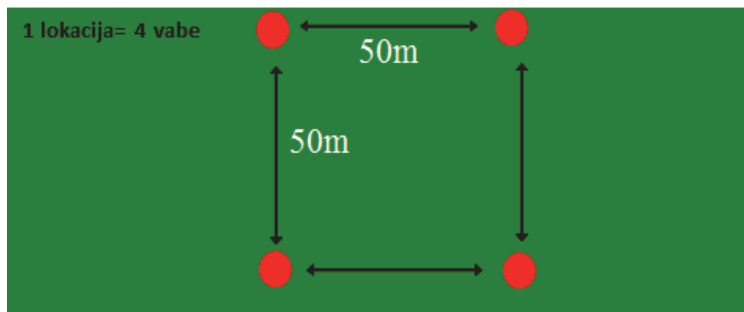
153

Za predstavnike iz rodu *Agriotes* je značilno, da se ličinke v tleh hranijo s koreninami ali preobraženimi koreninami (gomolji, koreni idr.) različnih rastlinskih vrst in s tem povzročajo škodo skozi celo rastno dobo. Letno navadno zasledimo 2 obdobji njihovega aktivnega hranjenja, in sicer od začetka aprila do sredine maja in od sredine avgusta do začetka oktobra. S svojim delovanjem vplivajo na sklop rastlin in tudi na višino in vitalnost rastlin, vse pa vpliva na višino in kakovost pridelka.

## 2 MATERIAL IN METODE

Z namenom, da raziščemo razširjenost posameznih vrst hroščev pokalic v Sloveniji, smo v letih od 2009 do 2014 s feromonskimi vabami proizvajalca Csal $\text{\textcircled{f}}$ m $\text{\textcircled{m}}$ n iz Madžarske na različnih lokacijah po Sloveniji spremljali razširjenost poljske pokalice, motne pokalice, solatne pokalice in žitne pokalice ter namesto motne pokalice v letu 2010 spremljali vrsto *Agriotes rufipalpis* oziroma *A. sordidus* in v letu 2011 vrsto *Agriotes brevis*. Vrsto *Agriotes rufipalpis* oziroma *A. sordidus* smo namesto motne pokalice v letih 2013 in 2014 spremljali tudi v hmeljiščih v Spodnji Savinjski dolini. Z izjemo žitne pokalice smo vse prej omenjene vrste hroščev pokalic spremljali s talnimi vabami tipa YATLORf. Žitno pokalico smo do

vkjučno leta 2011 spremljali s talnimi vabami tipa YATLORf, od leta 2012 pa smo za njihovo spremljanje uporabljali vabe tipa VaRb3, nameščene na palico na višino od 0,8 do 1 m nad tlemi. Na izbrane lokacije smo konec aprila oziroma v začetku maja (za spremljanja poljske pokalice, motne pokalice in solatne pokalice oziroma vrst *A. brevis* in *A. rufipalpis*) oziroma mesec pozneje (za spremljanje žitne pokalice) postavili 4 vabe. Vabe so bile medsebojno oddaljene vsaj 50 m, postavljene pa so bile v obliki kvadrata. Spremljanja hroščev pokalic so potekala v posevkih koruze, krompirja, hmelja in vrtnin.



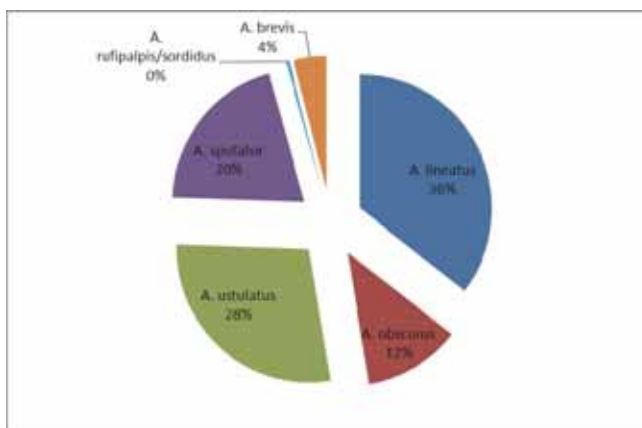
Slika 1: Načrt postavitve feromonskih vab za spremljanje hroščev pokalic za posamezno lokacijo.

V zgornji del vabe (med plastična krilca) smo vstavili feromon za spremljanje ene vrste pokalic (na isti lokaciji torej 4 različne feromone za spremljanje 4 različnih vrst pokalic). Feromone smo po 4 tednih zamenjali z novimi. Spremljanja ulova poljske pokalice, motne pokalice in solatne pokalice oziroma vrst *A. brevis* in *A. rufipalpis* so skupaj trajala vsaj 8 tednov, spremljanja žitne pokalice pa vsaj 4 tedne. Odčitavanje števila hroščev pokalic smo izvajali na 7 dni in podatke za posamezno vrsto sproti vpisovali v evidenco ulova.

V letu 2009 smo spremljanja hroščev pokalic s feromonskimi vabami izvajali na 19 lokacijah, v letu 2010 na 10 lokacijah, v letu 2011 na 18 lokacijah, v letu 2012 na 16 lokacijah, v letu 2013 na 20 lokacijah ter v letu 2014 na 6 lokacijah.

### 3 REZULTATI

V letih od 2009 do 2014 smo na skupno 356 feromonskih vabah, postavljenih na 89 lokacijah po Sloveniji, zabeležili skupno 25.291 hroščev pokalic. Spremljanja so pokazala (slika 2), da v Sloveniji zasledimo vse spremljane vrste. Najpogosteje zasledimo poljsko pokalico (*Agriotes lineatus* L.), saj je kar 36 % ulovljenih odraslih osebkov hroščev pokalic pripadalo tej vrsti. Po številčnosti nato sledita žitna pokalica (*Agriotes ustulatus* Schaller) (28 %) in solatna pokalica (*Agriotes sputator* L.) (20 %). Manjše število ulovljenih osebkov je pripadalo motni pokalici (*Agriotes obscurus* L.), česar pa na podlagi izvedenih spremljanj ne moremo pripisati res le manj številni populaciji v Sloveniji, ampak deloma tudi dejstvu, da smo v letih 2010 in 2011 ter deloma še v letih 2013 in 2014 (hmeljišča) namesto motne pokalice spremljali razširjenost vrst *A. rufipalpis* oziroma *A. brevis*. Med leti je na posameznih lokacijah in seveda tudi med regijami (preglednica 2) prihajalo do razlik med zastopanostjo posameznih vrst, kar lahko pripišemo ekološkim zahtevam posamezne vrste in dinamiki med leti (vrste imajo različno dolge razvojne kroge).



Slika 2: Odstotek posameznih vrst pokalic v letih od 2009 do 2014, Slovenija

Iz preglednice 2 je razvidno, da smo povprečno največ hroščev pokalic na feromonsko vabo ulovili v Pomurju, Podravju ter Spodnji Savinjski dolini s Koroško, kar lahko verjetno pripišemo ekološkim značilnostim območja, kolobarju na teh območjih ter sami agrotehniki. Pri poljski pokalici smo najvišje ulove zabeležili v letu začetka spremljanja hroščev pokalic, nato pa so se ulovi naslednjih letih nekoliko zmanjšali. Pri motni pokalici smo najvišje ulove praktično na vseh območjih zabeležili v letu 2012, kar pripisujemo tudi razvojnemu ciklusu te vrste. Pri žitni pokalici so ulovi med območji med leti nihali in na podlagi pridobljenih podatkov ne moremo sklepati na kakšen splošen trend. Vsekakor pa je zaskrbljujoč podatek, da je delež vrst, ki imajo krajši razvojni cikel (poljska in žitna pokalica) zelo visok in v šest letnem obdobju spremljanja skupno ti dve vrsti presegata 60% populacije. Identičen trend zasledimo tako pri spremljanjih v koruzi, kot tudi v krompirju, hmelju in vrtinah.

155

#### 4 SKLEPI

Iz rezultatov spremljanj razširjenosti hroščev pokalic v Sloveniji v letih od 2009 do 2014 je razvidno, da:

- vse spremljane vrste hroščev pokalic zabeležimo na območju celotne Slovenije,
- so z visokim deležem zastopane vrste s kratkim razvojnim krogom,
- je glede na vedno bolj pereče težave (visoke populacije hroščev pokalic) zaradi slabših sklopov, ter kakovostno in količinsko slabšega pridelka poljščin in vrtin na območju celotne Slovenije nujno sistematično zmanjševanje populacij, tako, da zatiranje tega škodljivca ne bo omejeno samo na eno leto, ampak naj bo usmerjeno v postopno zmanjševanje populacije.

Glede na to, da imajo naši pridelovalci trenutno za zatiranje oziroma zmanjševanje populacije strun v koruzi na voljo le dva pripravka (vsebudeta bodisi aktivno snov teflutrin ali aktivno snov tiakloprid), za zatiranje oziroma zmanjševanje populacije strun v krompirju le en pripravek (vsebuje aktivno snov teflutrin, uporaba ni dovoljena v zgodnjem krompirju), za zatiranje oziroma zmanjševanje populacije strun v hmeljiščih ali pri pridelavi vrtin pa nimajo na voljo niti enega insekticida. Tudi pridelovalci v ekološki pridelavi nimajo nobenega za ta način pridelave dovoljenega insekticida. Zato je potrebno ponovno pregledati registrirane insekticide, ki so na voljo pridelovalcem v sosednjih državah ter na UVHVVR preveriti možnost za registracijo kakšnega od teh insekticidov.

Poleg tega predlagamo v naših podnebnih razmerah tehnološko preveriti učinkovitost agrotehničnih ukrepov navedenih v strokovni literaturi, s pomočjo katerih vplivamo na zmanjševanje številčnosti pokalic (npr. setev nekaterih strniščnih dosevkov).

Preglednica 2: Skupno število ulovljenih hroščev pokalic in povprečno število ulovljenih hroščev pokalic na feromonsko vabo po regijah, od leta 2009 do 2014.

		Skupno število ulovljenih hroščev pokalic						Povprečno število ulovljenih hroščev pokalic na feromonsko vabo					
		<i>A. lineatus</i>	<i>A. obscurus</i>	<i>A. ustulatus</i>	<i>A. spulator</i>	<i>A. rufipalpis/sordidus</i>	<i>A. brevis</i>	<i>A. lineatus</i>	<i>A. obscurus</i>	<i>A. ustulatus</i>	<i>A. spulator</i>	<i>A. rufipalpis/sordidus</i>	<i>A. brevis</i>
Pomurje	2009	1118	167	317	279	/	/	559,0	83,5	158,5	139,5	/	/
	2010	179	/	6	25	5	/	179,0	/	6,0	25,0	5,0	/
	2011	865	/	151	441	/	655	173,0	/	30,2	88,2	/	131,0
	2012	232	752	465	76	/	/	58,0	188,0	126,3	19,0	/	/
	2013	574	55	142	13	/	/	191,3	18,3	47,3	4,3	/	/
Podravje	2009	842	236	116	402	/	/	210,5	59,0	29,0	100,5	0,5	/
	2011	270	/	415	109	/	22	67,5	/	103,8	27,3	/	5,5
	2012	535	471	94	69	/	/	133,8	117,8	23,5	17,3	/	/
	2013	642	224	283	169	/	/	107,0	37,3	47,2	28,2	/	/
Savinjska in Koroška	2009	533	90	111	365	/	/	177,7	30,0	37,0	121,7	/	/
	2010	327	/	72	124	8	/	81,8	/	18,0	31,0	2,0	/
	2011	558	/	93	452	/	177	139,5	/	23,3	113,0	/	44,3
	2012	427	482	330	703	/	/	106,8	120,5	82,5	175,8	/	/
	2013	680	6	123	443	/	/	170,0	1,5	30,8	110,8	/	/
	2014	117	154	245	80	13	/	23,4	30,8	49,0	16,0	2,5	/
Gorenjska	2009	214	126	624	360	/	/	53,5	31,5	156,0	90,0	/	/
	2010	111	/	987	139	60	/	37,0	/	329,0	46,3	20,0	/
	2011	131	/	257	198	/	148	32,8	/	64,2	49,5	/	37,0
	2012	108	69	84	55	/	/	54,0	34,5	42,5	27,5	/	/
	2013	277	105	123	114	/	/	138,5	52,5	61,5	57,0	/	/
Dolenjska	2009	65	36	137	80	/	/	65,0	36,0	137,0	80,0	/	/
	2010	47	/	131	14	5	/	47,0	/	131,0	14,0	5,0	/
	2011	25	/	585	2	/	4	25,0	/	585,0	2,0	/	4,0
Primorska	2011	1	/	489	1	/	3	1,0	/	489,0	1,0	/	3,0
	2012	21	28	0	271	/	/	21,0	28,0	0,0	271,0	/	/
	2013	1	0	34	79	/	/	1,0	0,0	34,0	79,0	/	/
Osrednja Slovenija	2010	47	/	131	14	5	/	47,0	/	131,0	14,0	5,0	/
	2011	25	/	585	2	/	4	25,0	/	585,0	2,0	/	4,0
Slovenija skupaj		8972	3001	7130	5079	96	1013	320,4	500,2	254,6	181,4	13,7	144,7

Opomba: / - ni bilo spremljanj

Kljub temu je potrebno pridelovalce še naprej in intenzivneje opozarjati na dosledno izvedbo agrotehničnih ukrepov, s katerimi lahko vplivajo na številčnost hroščev pokalic in posledično tudi strun. Večji poudarek je potrebno dajati tudi razširitvi kolobarja, saj trenutni kolobar, v katerega pridelovalci poleg koruze vključujejo predvsem žita, trave, travno deteljne oziroma deteljno travne mešanice ali večletne metuljnice (kot glavne posevke ali za ozelenitve) ugodno vpliva na populacijo hroščev pokalic ter na poznejše



težave v pridelavi. K težavam pa vsekakor doprinese tudi razdrobljenost kmetijskih zemljišč, saj tudi prepletanje travniških in njivskih zemljišč ter "majhnost" le teh, doprinese k povečanemu pritisku strun na njivska zemljišča.

Vsekakor bi bilo potrebno s sistematičnimi spremljanji hroščev pokalic s feromonskimi vabami načrtno nadaljevati ter na območjih, kjer smo spremljali ulov samo eno ali dve leti (Dolenjska, Primorska, Osrednja Slovenija), pridobiti večletne rezultate za natančnejše zaključke. Hkrati bo potrebno preveriti in po potrebi dopolniti tudi trenutno veljavne (v večini primerov iz naše sosesčine privzete) pragove škodljivosti za Slovenijo vrste strun na gospodarsko pomembnih vrstah gojenih rastlin.

## 5 ZAHVALA

Avtorji prispevka se najlepše zahvaljujemo kmetijskim svetovalcem iz KGZ Murska Sobota, KGZ Kranj, KGZ Maribor, KGZ Nova Gorica in KGZ Celje ter sodelavcem IHPS, ki so tudi s svojimi spremljanji hroščev pokalic s feromonskimi vabami v letih od 2009 do 2014, doprinesli k zanesljivosti podatkov o teh hroščih v Sloveniji ter k nastanku tega prispevka.

## 6 LITERATURA

- Čergan Z., Jejčič V., Knapič M., Modic Š., Moljk B., Poje T., Simončič A., Sušin J., Urek G., Verbič J., Vrščaj B, in Žerjav M. 2008. Koruza. Založba Kmečki glas: 107-150.
- Gomboc S., Milevoj L. 2001. Nove tehnologije spremljanja pojavnosti pokalic in strun (Coleoptera: Elateridae) v kmetijskih posevkih. Zbornik predavanj in referatov 5. Slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin, Čatež ob Savi, 6.–8. marec 2001. Ljubljana, Društvo za varstvo rastlin Slovenije, Ljubljana: 327-336.
- Kuharič S., Arnšek S. 2013. Spremljanje populacije hroščev pokalic v Sloveniji – poročilo za leta 2009, 2010, 2011, 2012 in 2013. Syngenta, Ljubljana: 20 str.
- Maceljki M. 1999. Poljoprivredna entomologija. Čakovec, Zrinski: 464 str.
- Rak Cizej M., Škerbot I. 2014. Poročilo o spremljanjih hroščev pokalic (opazovalno napovedovalna služba) za leti 2013 in 2014. IHPS in KGZ Celje, Žalec: 6 str.
- Smodiš T. 2008. Analiza pokalic (*Agriotes* spp.) na Laboratorijskem polju (Ljubljana) v letu 2004. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 58 str.
- Škerbot I., Jesenko T. 2011. Talni škodljivci v pridelavi poljščin. Ljubljana, KGZS: 30 str.
- Urek G., Modic T. 2008. Škodljivci koruže. V: Koruza. Ljubljana. Kmečki glas: 107-150.
- Vrabl S. 1986. Posebna entomologija. Škodljivci poljščin. Ljubljana, Univerza Edvarda Kardelja v Ljubljani, VDO Biotehniška fakulteta. VTOZD za agronomijo: 145 str.

## UPORABNOST PROGNOŠČNEGA MODELA ZA NAPOVEDOVANJE KORUZNEGA HROŠČA (*Diabrotica v. virgifera*) IN VPLIV KOLOBARJA NA NARAŠČANJE NJEGOVE POPULACIJE V SLOVENIJI

Špela MODIČ<sup>1</sup>, Matej KNAPIČ<sup>2</sup>, Jaka RAZINGER<sup>3</sup>, Gregor UREK<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Kmetijski inštitut Slovenije, Oddelek za varstvo rastlin, Ljubljana

### IZVLEČEK

Koruzni hrošč *Diabrotica v. virgifera* LeConte (Coleoptera, Chrysomelidae) izvira iz Severne Amerike in ga uvrščamo med najpomembnejše škodljivce koruze. V Sloveniji smo ga prvič ugotovili leta 2003 na območju Prekmurja in Podravja kot tudi na Goriškem. Od takrat dalje se škodljivec nezadržno širi in v letu 2009 je bil hrošč razširjen po vsej državi. Velikost in širjenje populacije koruznega hrošča v posameznem letu sta v največji meri odvisna od okoljskih dejavnikov, med katerimi je, poleg vremenskih razmer (temperatura, padavine), še posebno v ospredju delež zemljišč, kjer se koroza prideluje kot monokultura oziroma v neustreznem kolobarju. Na osnovi večletnih podatkov o ulovu koruznega hrošča smo preverili prognošični model za napovedovanje škodljivca v štirih različnih pridelovalnih območjih koruze v Sloveniji (Gorenjska, Štajerska, Prekmurje in Primorska). Tovrstni modeli nam omogočajo določiti optimalni rok uporabe insekticidov, kar pripomore k njihovi racionalnejši uporabi. Poleg prognošičnega modela smo preverili vpliv pridelovanja koruze v neprimernem kolobarju na obseg naraščanja populacije koruznega hrošča.

**Ključne besede:** koruzni hrošč, *Diabrotica v. virgifera*, prognošični model, populacijska dinamika, Slovenija

158

### ABSTRACT

#### APPLICABILITY OF THE PROGNOSTIC MODEL TO PREDICT THE WESTERN CORN ROOTWORM (*Diabrotica v. virgifera*) AND INFLUENCE OF CROP ROTATION TO INCREASE OF WCR POPULATION IN SLOVENIA

The western corn rootworm (WCR), *Diabrotica v. virgifera* LeConte (Coleoptera, Chrysomelidae), is a pest which originates in North America and causes considerable economic damage to maize. In Slovenia it was first reported in 2003 in the northeast (Prekmurje, Pomurje) and west of Slovenia (Gorica). In 2009 the entire territory of Slovenia was officially declared an infested area. The size and the spread of the WCR population in individual year depends on environmental factors, among which, in addition to weather conditions (temperature, precipitation), worth mentioning is a share of areas where maize is grown as a monoculture or in an improper crop rotation. Based on several years of data on catches of WCR, we have checked a prognostic model for predicting of WCR in four different regions where maize is grown in Slovenia (Gorenjska, Štajerska, Prekmurje in Primorska). The importance of the use of such models is reflected in the determination of the optimal time limits of the use of insecticides, which allows for their rational use. In addition to the prognostic model, we have examined the impact of growing maize in an improper rotation on the increase in the WCR population.

**Key words:** Western corn rootworm, *Diabrotica v. virgifera*, prognostic model, population dynamics, Slovenia

<sup>1</sup> mag., univ. dipl. inž. agr., Hacquetova 17, SI-1000 Ljubljana, e-mail: spela.modic@kis.si

<sup>2</sup> mag., univ. dipl. inž. agr., prav tam

<sup>3</sup> dr., univ. dipl. biol., prav tam

<sup>4</sup> dr., univ. dipl. inž. agr., prav tam

## 1 UVOD

Koruzni hrošč *Diabrotica v. virgifera* LeConte (Coleoptera; Chrysomelidae) izvira iz Severne Amerike in velja pri nas za enega najnevarnejših škodljivcev koruze. Škodo povzročajo ličinke, ki objedajo korenine in s tem vplivajo na slabo rast ter poleganje koruze. Dodatno izgubo pridelka lahko povzročijo tudi odrasli hrošči z objedanjem svile in zrnja. V Sloveniji smo koruznega hrošča prvič ugotovili leta 2003 (Urek in Modic, 2004). Šest let po prvem pojavu se je škodljivec razširil po vsej državi. Po osmih letih pa smo opazili prve poškodbe, ki so jo povzročile ličinke koruznega hrošča - t.i. poleganje koruze v Lendavi (vas Benica).

Za napovedovanje pojava koruznega hrošča obstajajo prognostični modeli (Wilde, 1971; Hein in Tollefson, 1987; Fisher, 1989; Elliot in sod., 1990). Ti temeljijo na temperaturnih vsotah zraka ali tal in temperaturnih pragovih. Wilde (1971) je podal temperaturni prag za izleganje ameriške populacije ličink koruznega hrošča. V svojem prispevku navaja, da se izleganje ličink začne, ko je dosežen temperaturni prag 11,1 °C. Prednost uporabe takšnih modelov je spremljanje razvoja škodljivca in njegovo pravočasno zatiranje, s čimer se tudi izognemo prekomerni rabi insekticidov.

Koruzni hrošč je po dvanajstih letih pri nas ustaljen, saj mu naše podnebne razmere ustrezajo za razvoj in razmnoževanje. Na podlagi večletnih podatkov spremljanja škodljivca in ustreznih temperaturnih podatkih smo na štirih območjih Slovenije preverili uporabnost prognostičnega modela za izleganje ličink za napovedovanje največjega naleta koruznega hrošča. Prav tako smo preverili kolikšen delež koruze se je prideloval v monokulturi ter njegov morebiten vpliv na obseg populacije koruznega hrošča.

159

## 2 MATERIAL IN METODE

### 2.2 Spremljanje koruznega hrošča (*Diabrotica v. virgifera* LeConte)

Kmetijski inštitut Slovenije od leta 1997 vodi organizacijo uradnega spremljanja koruznega hrošča po pooblastilu tedanje Fitosanitarnе uprave RS. Populacijo koruznega hrošča smo spremljali na pridelovalnih območjih koruze, vendar smo lokacije in številčnost feromonskih vab prilagajali dinamiki širjenja koruznega hrošča.

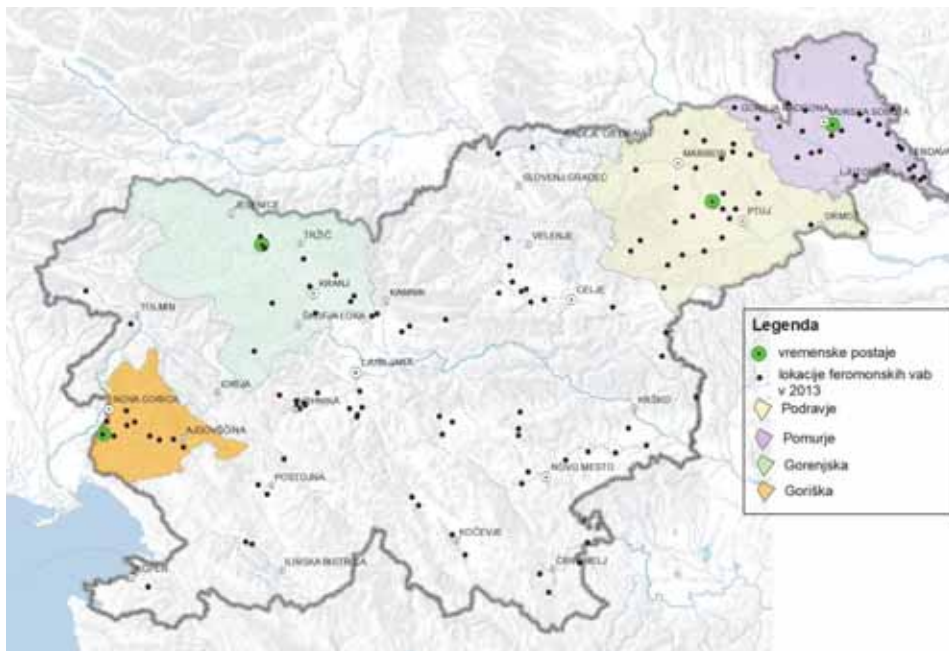
Številčnost koruznega hrošča smo ugotavljali s feromonskimi vabami Csalomon® PAL (Budimpešta, Madžarska). Vabe smo pregledovali tedensko od sredine junija do oktobra oziroma spravila koruze. Konec julija in konec avgusta smo stare feromonske vabe zamenjali z novimi. Terenske aktivnosti so potekale v sodelovanju s sodelavci Kmetijsko gozdarskega zavoda Nova Gorica, Kmetijsko gozdarskega zavoda Maribor, KGZS Murska Sobota, Kmetijsko gozdarskega zavoda Novo mesto, Inštituta za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije in Kmetijsko svetovalno službo (KSS) v skladu z dosedanjо prakso.

Za ocenjevanje dejanskih vsot učinkovitih temperatur zraka nad temperaturnim pragom 11 °C smo uporabili podatke o povprečnih temperaturah zraka, izmerjenih na meteoroloških postajah Bilje, Lesce, Rakičan in Starše v obdobju 2009-2014 (vir: Agencija RS za okolje). Pri tem smo upoštevali, da izleganje ličink koruznega hrošča temelji na vsoti učinkovite temperature zraka 210 °C nad temperaturnim pragom 11 °C (Wilde, 1971), saj smo njeno relevantnost potrdili tudi z raziskavami v Sloveniji (Modic, 2007).

Iz ulova koruznega hrošča na feromonskih vabah po sameznih območjih (Primorska, Gorenjska, Prekmurje in Podravje) smo določili največjo številčnost koruznega hrošča, in sicer za obdobje 2009-2014. Pri tem smo upoštevali število ulovljenih hroščev na feromonske vabe, ki so vneseni v elektronsko bazo podatkov »UVH\_APL«. Glede na pojav največje številčnosti hroščev smo nato izračunali dejanske vsote učinkovitih temperatur zraka nad temperaturnim pragom 11 °C.

### 2.3 Pridelava koruze in delež monokulture v posameznih območjih

Iz podatkov subvencij kmetijske pridelave smo določili površine koruze v obravnavanih območjih ter izračunali delež koruze, ki se je prideloval v monokulturi (pridelovanje koruze na isti lokaciji v obdobju treh let).



160

Slika 1: Obravnavana območja, lokacije vremenskih postaj ter primer razporeditve feromonskih vab v 2013.

### 3 REZULTATI IN RAZPRAVA

Temperaturna vsota 210 °C nad temperaturnim pragom 11 °C, ki pogojuje izleganje ličink koruznega hrošča, se v Sloveniji začne v zadnji dekadi maja in nadaljuje do sredine junija. Prvi hrošči se nato pojavijo v začetku julija, ob ugodnih vremenskih razmerah tudi prej. Prvi vrh populacija hroščev doseže po osmih tednih ali več po začetku izleganja ličink. To se dogaja od sredine julija do prve dekade avgusta. Nadaljnje analize so pokazale, da ni tesne povezave med temperaturo in obdobjem nastopa kulminacije hoščev, kar nakazuje, da na dinamiko populacije koruznega hroščav plivajo tudi drugi okoljski dejavniki in napovednega modela za pojav vrha populacije škodljivca, ne moremo napovedati zgolj s temperaturo, kot je to v primeru izleganja ličink. Lahko se pojavi tudi drugi populacijski vrh hroščev v septembru. Hrošči letajo vse do spravila koruze, ko iščejo nadomestno hrano oziroma do prve zmrzali.

Preglednica 1: Vsote efektivne temperature nad pragom 11 °C v obdobju začetka izleganja ličink koruznega hrošča in vrha naleta hroščev po območjih: Primorska, Gorenjska, Podravje, Prekmurje, v letih 2009-2014.

#### Primorska

Datum začetka izleganja ličink	$\Sigma [T \text{ prag} > 11 \text{ }^\circ\text{C}]$	Datum vrha naleta hroščev	$\Sigma [T \text{ prag} > 11 \text{ }^\circ\text{C}]$
19.5.2009	217,6	16.7.2009	790,2
29.5.2010	214,5	15.7.2010	721,8
21.5.2011	210,4	14.7.2011	802,2
26.5.2012	214,2	21.7.2012	867,9
23.5.2013	214,4	25.7.2014	855,8
24.5.2014	211,8	24.7.2014	801,6

#### Gorenjska

Datum začetka izleganja ličink	$\Sigma [T \text{ prag} > 11 \text{ }^\circ\text{C}]$	Datum vrha naleta hroščev	$\Sigma [T \text{ prag} > 11 \text{ }^\circ\text{C}]$
10.6.2009	210	4.8.2019	625,7
13.6.2010	210,8	29.7.20110	637,1
5.6.2011	211,9	2.8..2011	632,1
14.6.2012	210	1.8.2012	672
17.6.2013	215,7	6.8.2013	722,2
12.6.2014	210,1	8.8.2014	637,3

#### Podravje

Datum začetka izleganja ličink	$\Sigma [T \text{ prag} > 11 \text{ }^\circ\text{C}]$	Datum vrha naleta hroščev	$\Sigma [T \text{ prag} > 11 \text{ }^\circ\text{C}]$
21.5.2019	211,9	10.8.2009	923,4
4.6.2010	212,2	2.8.2010	842,9
27.5.2011	215,2	4.8.2011	845,3
28.5.2012	213,5	30.7.2012	873,3
21.5.2013	210,5	6.8.2013	963,5
27.5.2014	215,5	10.8.2014	918

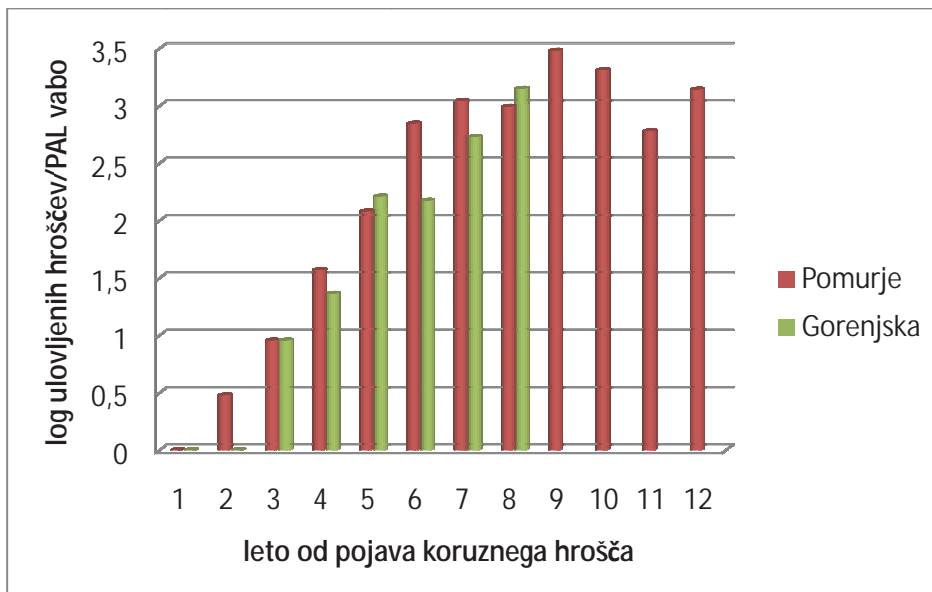
#### Prekmurje

Datum začetka izleganja ličink	$\Sigma [T \text{ prag} > 11 \text{ }^\circ\text{C}]$	Datum vrha naleta hroščev	$\Sigma [T \text{ prag} > 11 \text{ }^\circ\text{C}]$
23.5.2009	211,2	3.8.2009	821,7
4.6.2010	212,1	11.8.2010	905
31.5.2011	218,5	29.7.2011	753,2
28.5.2012	210,3	27.7.2012	827,4
20.5.2013	215,6	26.7.2013	785
29.5.2014	210,5	28.7.2014	762,3

Največ koruze pridelujemo v Podravju in Prekmurju. Delež pridelave koruze v monokulturi se je v zadnjih treh letih povečeval predvsem na Gorenjskem in v Podravju.

Preglednica 2 : Pridelava koruze in delež monokulture v posameznih območjih v Sloveniji.

Območje	2010-2014	2010	2011	2012	2013	2014
	Povp. koruze (ha)	Delež koruze v monokulturi (%)				
Podravje	19887	3,5	4,3	4,2	4,7	6,8
Pomurje	18670	0,6	0,5	0,5	0,6	1,0
Gorenjska	3517	10,4	9,2	10,4	9,9	13
Goriško	704	8,0	11,2	9,6	8,1	7,5



Slika 2: Primerjava naraščanja povprečnega ulova hroščev na Gorenjskem in Pomurju.

Čeprav smo na Gorenjskem zaradi občutno večjega deleža koruze, ki se prideluje v monokulturi, pričakovali, da bo populacija naraščala hitreje kot v Pomurju, je iz slike 2 moč razbrati, da med naraščanjem populacijeni opaznih razlik.

#### 4 SKLEPI

Dosedanje analize o vplivu pridelovanja koruze v monokulturi na naraščanje populacije koruznega hrošča ne potrjujejo pričakovanega vpliva na hitrejše naraščanje populacije koruznega hrošča. Pri določanju pojava vrha populacije hroščev je vpliv temperature manj pomemben dejavnik kot je pri razvoju ličink – pomembni so drugi okoljski dejavniki.

Kolobar je najbolj učinkovit ukrep za obvladovanje koruznega hrošča, hkrati pa je okoljsko najbolj sprejemljiv. Zaradi različnih razlogov popolno izvajanje kolobarja v praksi ni izvedljivo, zato lahko v prihodnje pričakujemo največ težav zaradi koruznega hrošča pri pridelavi koruze v monokulturi (npr. živinorejske kmetije z omejenimi površinami za pridelavo koruze in slabim kolobarjem). Manjši del problemov je povezan tudi z veliko

razdrobljenostjo kmetijskih zemljišč, kjer lahko pričakujemo robne vplive zaporednih posevkov koruze in pojave škode na delih njiv, kjer so zemljišča blizu skupaj.

V zadnjih letih smo na nekaterih pridelovalnih območjih opazili povečan obseg zemljišč, kjer se prideluje koruza v monokulturi, kar se bo hitro odrazilo v povečanem obsegu škode zaradi koruznega hrošča. Če povežemo to dejstvo še z neustreznim naborom fitofarmaceutskih sredstev za obvladovanje koruznega hrošča in pomanjkanjem ustrezne kmetijske mehanizacije za nanos fitofarmaceutskih sredstev v razvojnih stadijih koruze po metličanju, lahko v prihodnjih letih pričakujemo večje probleme pri pridelavi koruze. Za učinkovito obvladovanje koruznega hrošča bo potrebno kombinirati različne tehnološke in varstvene ukrepe.

## 5 LITERATURA

- Elliott, N.C., Jackson, J.J., Gustin, R.D. 1990. Predicting western corn rootworm beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) emergence from the soil using soil or air temperature. *The Canadian Entomologist*, 122: 1079-1091.
- Fisher J.R. 1989. Hatch of *Diabrotica virgifera virgifera* (Coleoptera: Chrysomelidae) eggs exposed to two different overwintering and hatch regimes. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 62: 607-610.
- Hein, G.L., Tollefson, J.J. 1987. Model of the biotic potential of western corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) adult populations, and its use in studying population dynamics. *Environmental Entomology*, 16, 2: 446-451.
- Modic, Š. 2007. Bionomija in širjenje koruznega hrošča (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte, Coleoptera, Chrysomelidae) v Sloveniji. Magistrsko delo.
- Urek, G., Modic, Š. 2004. First report on western corn rootworm (*Diabrotica v. virgifera* LeConte) in Slovenia. *In: Scientific programme, abstracts and participants:14-16 th January 2004, Engelberg, Switzerland. Wien: IWGO; W. Lafayette: IWGO Diabrotica Subgroup: 34 str.*
- Wilde, G.E. 1971. Temperature effect on development of western corn rootworm eggs. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 44, 2: 185-178.

## OCENA ŠKODLJIVOSTI NEKATERIH ŠE NE RAZŠIRJENIH VRST RODU *Ambrosia* ZA KMETIJSKO PRIDELAVO SLOVENIJE

Mario LEŠNIK<sup>1</sup>, Stanislav VAJS<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede, Maribor

### IZVLEČEK

Na podlagi pregleda literature, nadzorovanega gojenja rastlin v posodah in izvajanja herbicidnih poskusov je bila opravljena ocena škodljivosti nekaterih novih vrst invazivnih plevelov iz rodu *Ambrosia*. V delu so obravnavane naslednje vrste: *A. acanthicarpa* Hook, *A. grayi* (A. Nels.) Shinnars, *A. maritima* L., *A. psyllostachya* D.C. = *A. coronopifolia* Torr. & A. Gray, *A. confertiflora* DC., *A. tenuifolia* Spreng., *A. tomentosa* Nutt. in *A. trifida* L. Zelo verjetno se lahko vse preučevane vrste, glede na lokalne klimatske značilnosti in splošno tehniko pridelovanja kmetijskih rastlin, trajno ohranjajo na ozemlju Slovenije. Kot najbolj škodljiva za kmetijsko pridelavo se kaže vrsta *A. trifida*, kot vrsta z največjim potencialnim ekosistemskim vplivom pa vrsta *A. confertiflora*. Vse vrste, omenjene v raziskavi, je potrebno uvrstiti na listo karantenskih vrst za Republiklo Slovenijo.

**Ključne besede:** škodljivost, *Ambrosia*, nove vrste, plevel, Slovenija

### ABSTRACT

#### NOXIOUSNESS EVALUATION OF SOME NOT YET WIDESPREAD SPECIES OF THE GENUS *Ambrosia* FOR AGRICULTURAL PRODUCTION IN SLOVENIA

The noxiousness status of some new invasive species from the *Ambrosia* genus in Slovene agricultural production was established based on an analysis of literature sources, plant cultivation in containers under controlled conditions and the performance of herbicide trials. The following species were studied: *A. acanthicarpa* Hook, *A. grayi* (A. Nels.) Shinnars, *A. maritima* L., *A. psyllostachya* D.C. = *A. coronopifolia* Torr. & A. Gray, *A. confertiflora* DC., *A. tenuifolia* Spreng., *A. tomentosa* Nutt. and *A. trifida* L. It is very likely, depending on the characteristics of local climate and the general techniques of cultivation in agricultural crops, that all studied species have the potential for permanently developing on the territory of Slovenia. *A. trifida* was recognised as the species with the highest level of noxious effects in agricultural production systems and *A. confertiflora* as the species with the highest level of potential ecosystem threat. All studied species need to be put on the list of quarantine noxious weeds in Slovenia.

**Key words:** noxiousness, *Ambrosia*, new species, weed, Slovenia

### 1 UVOD

V rodu *Ambrosia* poznamo več kot 40 vrst rastlin. Večina jih izvira iz Severne Amerike in naseljujejo predvsem nekmetijske habitate. Niso značilni kmetijski pleveli, kar pa ob naselitvi v tuja okolja lahko hitro postanejo. Omenjeno velja tudi za preseljevanje vrst tega rodu znotraj ZDA, kjer lahko zasledimo pojave umeščanja številnih vrst ambrozij na karantenske liste posameznih zveznih držav, kljub temu, da so obravnavane vrste v velikem številu

<sup>1</sup> prof. dr., Pivola 10, SI-2311 Hoče, e-mail: mario.lesnik@um.si

<sup>2</sup> viš. pred., prav tam



zveznih držav domorodne. Kot domorodno vrsto za Evropo štejemo vrsto *A. maritima* L. (obmorska ambrozija, AMBMA), vendar tudi pri tej precej botanikov meni, da so njen izvorni areal ZDA oziroma, da gre za podvrsto vrste *A. artemisiifolia* L. (pelinolistna ambrozija, AMBAR) ali brez-rizomsko formo vrste *A. psilostachya* D.C. (trajna ambrozija, AMBPS), ki se je na obalah Sredozemlja začela razvijati kmalu po odkritju obeh Amerik (po letu 1500) in se je prilagodila na slana tla. Zgodovinski viri ne potrjujejo pojavljanja pri nas, kljub temu, da manjše populacije lahko najdemo v neposredni bližini v sosednji Italiji in na Hrvaškem (Anon., FCD, 2015). Ker ni značilen kmetijski plevel, ji v tem prispevku ne bomo posvetili pozornosti. Vseevropska oziroma globalna invazija vrste *A. artemisiifolia* poraja vprašanje, ali se podoben invazivni cikel lahko ponovi pri številnih sorodnih vrstah? Invazija pelinolistne ambrozije se je na območjih srednje Evrope začela pred več kot 150 leti in se je občutno intenzivirala šele v zadnjih 30 letih. Najpomembnejši vzrok za njen invazivni uspeh je bilo hitro širjenje ob transportni infrastrukturi, kar je povezano z načinom košnje cestnih robov. Naslednji dve vrsti, ki sta tudi uspeli naseliti večino držav območja EU sta *A. trifida* L. (trikrpa ambrozija, AMBTR) in *A. psilostachya* D.C. Sicer bistveno počasnejše širjenje omenjenih dveh, kot pri pelinolistni ambroziji, pa vendar dokaj hitro širjenje, kaže na možnost, da se invazivni uspeh pelinolistne ambrozije lahko ponovi tudi pri drugih vrstah. Večina vrst ambrozij ogroža zdravje ljudi s povzročanjem alergijskih procesov v dihalih. Pri zdravljenju nastajajo veliki stroški. Drugače, širše ekonomsko gledano, pa pojav pelinolistne ambrozije povzroča velike stroške za zatiranje na nekmetijskih zemljiščih in tudi v kmetijski pridelavi. Pelinolistna ambrozija je enoletni plevel s srednjo tekmovalno sposobnostjo. V posevkih, kjer imamo na voljo učinkovite herbicide, je obvladovanje uspešno z zmernimi stroški, žal pa imamo tudi veliko primerov kmetijskih rastlin, kjer nimamo dobrih možnosti za zatiranje in tam se pojavljajo velike izgube pridelkov. Veliko stroškov in težav imamo že pri obvladovanju ene same vrste, kaj šele lahko pričakujemo, če se v našem okolju začnejo pojavljati številne druge vrste, katerih invazija se že nekaj časa odvija na območju Sredozemlja (Italija, Španija, Izrael, Turčija, ...). Nekaj podatkov o pojavih inicialnih populacij novih vrst ambrozij na območju Sredozemlja in v okoliških državah lahko najdemo v naslednjih delih: Montserrat (1954), Danin (1994), Byfield in Baytop (1998), Sanz-Elorza *et al.* (2001), Dana *et al.* (2001), Behcet (2004), Verloove (2005), Malidža in Vrbičanin (2006), Waisel *et al.* (2008), Morales *et al.* (2012), Dufour-Dror (2012), Follak *et al.* (2013) in Anon. EPPO (2014).

Namen predstavljenega dela je bil narediti poenostavljeno oceno škodljivosti (zdravstveni, okoljski in kmetijski vidik) nekaterih novih vrst ambrozij v razmerah Slovenije, v primerjavi s škodljivostjo že naturalizirane pelinolistne ambrozije. Med te nove, potencialno škodljive vrste, prištevamo naslednje: *A. acanthicarpa* Hook (bodičastoplodna ambrozija, AMBAC), *A. confertiflora* D.C. (praprotnolistna - mehiška ambrozija, AMBCO), *A. grayi* (A. Nels.) Shin. (volnatolistna ambrozija AMBGR), *A. tomentosa* Nutt. (polstenolistna ambrozija, AMBTO) in *A. tenuifolia* Spreng. (ozkolistna ambrozija, AMBTE).

## 2 MATERIALI IN METODE

Pri vrstah, ki jih obravnavamo, smo skušali oceniti možnosti za njihovo trajno ohranjanje v različnih habitatih ozemlja RS in njihovo škodljivost. Naše ocene ne temeljijo na klasičnem PRA (angl. pest risk assessment) pristopu, ki navadno temelji predvsem na sistematični analitski obravnavi zanesljivih pisnih virov, temveč smo podatke za naše ocene pridobili z izvedbo fenoloških, tekmovalnih in zatiralnih poskusov. Seveda smo opravili pregled literature in izmenjali informacije z znanstveniki iz držav, kjer se nove vrste hitro širijo ali so domorodne. V tem delu nismo navajali številnih virov literature, ki smo jih pregledali, sicer bi bil prispevek preobsežen.

Za pridobivanje podatkov o fenoloških lastnostih smo večino preučevanih vrst gojili v loncih in spremljali njihov fenološki razvoj skozi vse leto. Nekatere smo gojili v posevku koruze in pšenice (lokacija Pivola Hoče pri Mariboru, 46°30'17,72" N 15°37'36,98" E). Seme preučevanih vrst je izviralno iz ZDA, Izraela in Argentine. Pri tistih, ki jih nismo gojili, smo podatke zajemali iz objav raziskovalcev iz Kalifornije, Izraela, Španije, Argentine, Nebraske, Kolorada, lowe in drugih predelov ZDA, kjer se dogaja invazija novih vrst oziroma, kjer so preučevane vrste domorodne in se razvijajo na območjih s podobnimi klimatskimi, pedološkimi in agrotehničnimi razmerami, kot jih imamo v Sloveniji. Pri trajnih vrstah smo izvedli prezimitveni test na način, da smo rastline v loncih pustili čez zimo na prostem, da so zmrznile ali pa smo jih zakopali v tla. Spomladi smo preverili, ali so se rastline bile sposobne obnoviti iz založnih organov (rizomov ali korenik).

Izvedli smo nekaj lastnih herbicidnih poskusov v posevkih koruze, pšenice in soje. Od raziskovalcev in kmetijskih svetovalcev iz ZDA, Izraela, Turčije, Brazilije in Španije smo pridobili podatke o učinkovitosti herbicidov, ustreznih za zatiranje preučevanih vrst v različnih kmetijskih rastlinah in na sploh o težavah pri zatiranju ter o škodljivosti v njihovem okolju.

### 3 REZULTATI IN RAZPRAVA

#### 3.1 Fenološke lastnosti preučevanih vrst

Podatki o fenoloških lastnostih so prikazani v preglednici 1. Najbolj temeljito smo preučili fenološke lastnosti trajne in trikrpe ambrozije, ker smo jih več let gojili tudi v posevkih. Trikrpa ambrozija (enoleten semenski plevel) vznika bolj zgodaj od pelinolistne ambrozije. Lahko že v začetku marca. Cveteti začne malo pozneje od pelinolistne in tudi glavčina semen dozori pozneje, kot pri pelinolistni ambroziji. V posevkih koruze pelinolistna ambrozija pred prvo slano ali pred spravilom koruze za silažo naredi mnogo več semen, kot trikrpa ambrozija. Rastline, ki se razvijajo na pšeničnem strnišču naredijo zelo malo semen.

Preglednica 1: Primerjava osnovnih fenoloških lastnosti preučevanih vrst.

	April	Maj	Jun.	Jul.	Avg.	Sept.	Okt.	Nov.
<i>A. artemisiifolia</i>						S S S S S	S S S S S	
<i>A. maritima</i>						S S S S S	S S S S S	
<i>A. acanthicarpa</i>						S S S S S	S S S S S	
<i>A. trifida</i>							S S S S S	
<i>A. psilostachya</i>							S S S S S	
<i>A. psilostachya</i>							S S S S S	
<i>A. grayi</i> *							S S S S S	
<i>A. grayi</i> *							S S S S S	
<i>A. tenuifolia</i>							S S S S S	
<i>A. tenuifolia</i>							S S S S S	
<i>A. tomentosa</i> *							S S S S S	
<i>A. tomentosa</i> *							S S S S S	
<i>A. confertiflora</i>							S S S S S	
<i>A. confertiflora</i>							S S S S S	
Vznik rastlin iz semen						Cvetenje		S - Seme
Vznik iz rizomov ali korenik								

Trajna ambrozija razvita iz semena začne vznikatati teden do dva pozneje od pelinolistne. Tudi cveteti začne pozneje, oblikovanje in zorenje semen pa je izrazito poznejše, kot pri pelinolistni. Iz tega razloga je tudi skupno število oblikovanih semen na rastlino značilno manjše, kot pri pelinolistni. Zelo velika je razlika, če se pojavijo zgodnje slane. V posevkih

koruze trajni ambroziji praktično skoraj ne uspe oblikovati semena, enako velja za kakovostno vzdrževano travinje.

Trajni večletni vrsti *A. tenuifolia* in *A. confertiflora* smo do sedaj preučevali le dve leti. Imata različen geografski izvor, prva izvira iz Južne Amerike in druga iz Mehike. Ozkolistna ambrozija se prične razvijati pozneje od pelinolistne in tudi vse fenološke faze so poznejše. Cveti pozneje in tudi seme prične dozorevati vsaj 3 tedne pozneje. To zelo zmanjša možnost rastline, da bi naredila veliko semen pred prvo slano ali pred pričetkom spravila pridelkov. Nekateri kolegi iz Izraela in Argentine omenjajo, da bi ta vrsta lahko cvetela tudi spomladi (rastline razvite iz korenin). Tega v naših poskusih nismo uspeli potrditi. Mehiška ambrozija je pri razvoju iz semena še bistveno poznejša od pelinolistne. Pri razvoju iz korenin je bistveno hitrejša od pelinolistne. Poganjki razviti iz korenin se pojavijo že konec marca. Cveteti začne šele v avgustu. Seme dozori šele konec oktobra ali v novembru. Glede na pojav prve slane in običajen termin spravila pridelkov ima mehiška ambrozija slabe možnosti, da oblikuje seme. Ima jih na ruderalnih rastiščih in na Primorskem. Prve slane do  $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$  je ne prizadenejo tako močno, da bi nadzemski gmta propadala. Pri zadnjih dveh omenjenih je pomemben podatek o obdobju cvetenja. Pri teh dveh lahko vidimo, da bi njun pojav lahko občutno podaljšal obdobje pojava peloda pozno v jesen ali celo v zimo (Primorska). To pomeni, da bi se obdobje zdravstvene ogroženosti ljudi občutno podaljšalo. Še posebno to velja za mehiško ambrozijo, ki bi se pri nas zelo verjetno uspešno razvijala na nekmetijskih zemljiščih, ki jih nihče ne vzdržuje. Po raziskavah izraelskih raziskovalcev lahko pelod te vrste povzroča še večje zdravstvene težave, kot pelod pelinolistne ambrozije (Waisel *et al.*, 2008). Pri preučevanju mehiške ambrozije smo ugotovili, da je ta vrsta v jesenskem obdobju zelo atraktivna za čebele. V letu 2014 je bil obisk čebel na rastlinah cvetočih velik še ves november. Zaradi tega bi se morda lahko zgodilo, da bi nekdo imel interes po širjenju te vrste kot medonosne rastline. Vsi poznamo s čebelarji povezano zgodbo zlatih rozg (*Solidago* sp.). Pri vrstah *A. acanthicarpa*, *A. tomentosa* in *A. grayi* še nimamo izkušenj z gojenjem v našem okolju. Bodičastoplodna ambrozija (enoleten semenski plevel) je zelo pogosta v južnih državah ZDA v sušnem okolju. Razvoj tam je primerljiv pelinolistni ambroziji. Za naše kraje, glede na nekaj večje potrebe po toploti, ocenjujemo, da ima kakšna dva tedna fenološkega zaostanka za pelinolistno ambrozijo. Nekaj semen v jeseni pred obdobjem prvih slan lahko dozori. Cvetenje v jeseni poteka podobno dolgo, kot pri pelinolistni ambroziji, s tem, da je ocenjena količina peloda, ki ga rastlina lahko oblikuje manjša, kot pri pelinolistni ambroziji. Vrsti *A. tomentosa* in *A. grayi* sta trajna rizomska plevela, ki se v ZDA lahko razvijata še v bistveno bolj ostrih klimatskih razmerah, kot pri nas, zato ocenjujemo, da lahko pri nas praktično vsako leto oblikujeta seme. Če se razvijata iz rizomov, potem je vznik zgodnejši, kot pri pelinolistni ambroziji. Kljub zelo dobrim možnostim za razvoj pri nas ne pričakujemo, da bi te dve vrsti lahko oblikovali več peloda in semen, kot pelinolistna obdobja (glej preglednico 2).

### 3.2 Tekmovalna sposobnost preučevanih vrst ambrozij

Primerjava lastnosti preučevanih vrst glede tekmovalne sposobnosti v različnih habitatih glede na odziv, ki jih v njih ima pelinolistna ambrozija je prikazana v preglednici 2. Pri trajni ambroziji lahko izpostavimo, da ima na splošno nižjo tekmovalno sposobnost od pelinolistne ambrozije in, da lahko pričakujemo uspešen razvoj predvsem v trajnih nasadih in na travinju. Pri trikrpi ambroziji smo ugotovili, da ima praktično pri vseh poljščinah in vrtninah višjo tekmovalno sposobnost od pelinolistne ambrozije, ni pa z njo primerljiva na travinju in v habitatih transportne infrastrukture. Ozkolistno ambrozijo (AMBTE) smo preučevali le dve leti. Kaže, da ima v poljščinah in v vrtninah tekmovalno sposobnost primerljivo pelinolistni

ambroziji, na travinju in v obvodnih habitatih nekaj večjo in ob transportni infrastrukturi morda nekaj manjšo od pelinolistne ambrozije.

Preglednica 2: Ocena relativne tekmovalne sposobnosti posamezne vrste ambrozije proti drugim rastlinam izbranega habitata v primerjavi s tekmovalno sposobnostjo pelinolistne ambrozije v enakem habitatu.

	Okopavine	Žita	Vrtnine	Trajni nasadi	Obvodni habitati	Travinje	Transportna infrastruktura
<i>A. artemisiifolia</i>	-	-	-	-	-	-	-
<i>A. psilostachya</i>	<	=	<	>>	=	>>>	<=
<i>A. trifida</i>	>>	>	>>>	=	>>>	<<	<<<
<i>A. tenuifolia</i>	=	=	=	>>	>>	>	<=
<i>A. acanthicarpa</i>	<<	<<	<	>	<	>	=
<i>A. gravi</i>	>	=	>>	>	>	>>	=
<i>A. tomentosa</i>	<	<	=	=	=	=	=
<i>A. confertiflora</i>	=	=	>	>>>	>>>	>>	<

Legenda: preučevana vrsta ima nižjo (<), višjo (>) ali enako (=) raven tekmovalne sposobnosti.

Glede na informacije, pridobljene od raziskovalcev iz ZDA, ocenjujemo, da ima bodičastoplodna ambrozija (AMBAC) pri nas v habitatih njivskih vrst rastlin značilno manjšo tekmovalno sposobnost od pelinolistne ambrozije, nekaj večjo v habitatih travinja in primerljivo v habitatih transportne infrastrukture. Prejšnji nekoliko podobna je polstenolistna ambrozija (AMBTO), pri kateri, na podlagi informacij pridobljenih od strokovnjakov iz ZDA in Španije, ocenjujemo, da je na njivah manj tekmovalna, v drugih habitatih pa primerljiva s pelinolistno ambrozijo. Volnatolistna ambrozija je glede na podatke iz ZDA (Smith *et al.*, 1972; Jeffery in Robinson, 1995; Thompson *at al.*, 1997; Currie in Thompson, 1999, 2000) zelo agresiven rizomski plevel, zato ocenjujemo, da je tekmovalna sposobnost te vrste primerljiva ali celo nekaj večja od sposobnosti pelinolistne ambrozije.

168

### 3.3 Ocena možnosti za zatiranje preučevanih vrst

Ambrozije so trdoživi pleveli, ki so lahko odporni tako na mehanske metode zatiranja, kot tudi na kemične. Enoletne vrste z izjemo trikrpe ambrozije se po košnji dobro obnavljajo iz spečih brstov v zalistjih, trajne pa iz rizomov in korenin. V preglednici 3 so prikazane možnosti za kemično zatiranje v različnih rastlinskih vrstah gledano relativno glede na možnosti za kemično zatiranje pelinolistne ambrozije.

Preglednica 3: Ocena razpoložljivega števila herbicidov z učinkovitostjo nad 90 % pri posamezni vrsti v primerjavi s številom visoko učinkovitih herbicidov, ki so v posameznih habitatih na voljo za zatiranje pelinolistne ambrozije.

	Okopavine	Žita	Vrtnine	Trajni nasadi	Obvodni habitati	Travinje	Transportna infrastruktura
<i>A. artemisiifolia</i>	-	-	-	-	-	-	-
<i>A. psilostachya</i>	<	=	<<<	=	<	=	=
<i>A. trifida</i>	<<	<=	<<<	=	<=	>>	>
<i>A. tenuifolia</i>	=<	=	<<	=	<=	=	=
<i>A. acanthicarpa</i>	=	=	=	>	=	>>	>
<i>A. gravi</i>	<=	=	<<	=	<=	<=	=<
<i>A. tomentosa</i>	=	=	<=	=	=	<=	=<
<i>A. confertiflora</i>	<<	=	<<	<=	<	<=	<=

Legenda: preučevana vrsta ima nižjo (<), višjo (>) ali enako (=) raven lastnosti v primerjavi s pelinolistno ambrozijo.

Vidimo, da je v okopavinah zatiranje novih vrst lahko še težje, kot pri pelinolistni ambroziji, še huje je pri vrtninah. Na travinju imamo glede na izbor herbicidov pri novih vrstah približno enake možnosti, kot pri zatiranju pelinolistne ambrozije. Kombinacije hormonskih in sulfonilsečninskih herbicidov nudijo dokaj visoko učinkovitost. Kemično zatiranje ob transportni infrastrukturi s herbicidi na podlagi snovi glifosat ali kombinacije dovoljenih hormonskih in kontaktnih herbicidov je lahko primerljivo uspešno, kot pri pelinolistni ambroziji.

### 3.4 Splošna ocena škodljivosti preučevanih vrst

Za primerjavo splošne škodljivosti preučevanih vrst v primerjavi s pelinolistno ambrozijo lahko uporabimo podatke iz preglednic 4 in 5. Ambrozije lahko ogrožajo tudi zdravje živali. Tudi pri njih povzročajo alergije dihal, dodatno pa negativno vplivajo na prebavo, semena povzročajo poškodbe na koži in ustnem aparatu, povzročajo kontaktni in foto-dermatitis ter druge zdravstvene težave zaradi vsebujočih strupenih snovi (npr. seskveterpenski laktoni). Veliko podatkov o tem je v podatkovni zbirki FDA Poisonous Plant Database (<http://www.accessdata.fda.gov/scripts/plantox/textResults.cfm>).

Preglednica 4: Primerjava nekaterih lastnosti ambrozij, pomembnih za njihovo relativno tekmovalno sposobnost in splošno škodljivost.

	Obnovitev po mehanskih poškodbah	Količina sproščenega peloda v rastni dobi	Število oblikovanih semen na rastlino	Škodljivost za domače živali
<i>A. artemisiifolia</i>	-	-	-	-
<i>A. psilostachya</i>	<=	<	<<	=
<i>A. trifida</i>	<<<	>>	<<<	<
<i>A. tenuifolia</i>	=	>	>	=
<i>A. acanthicarpa</i>	<	<	<<	= >
<i>A. grayi</i>	=	=	<	>
<i>A. tomentosa</i>	=	<<	<<	=
<i>A. confertiflora</i>	=	>>	<<	=

Legenda: preučevana vrsta ima nižjo (<), višjo (>) ali enako (=) raven lastnosti v primerjavi s pelinolistno ambrozijo.

Preglednica 5: Rangiranje preučevanih vrst glede na škodljivost pelinolistne ambrozije z vidika škode v kmetijstvu, škodljivosti za zdravje ljudi in ekosistemske škodljivosti.

	Škodljivost za kmetijstvo	Škodljivost za zdravje ljudi	Ekosistemska škodljivost
<i>A. artemisiifolia</i>	1	1	7
<i>A. psilostachya</i>	5	5	6
<i>A. trifida</i>	2	2	2
<i>A. tenuifolia</i>	6	4	5
<i>A. acanthicarpa</i>	8	7	8
<i>A. grayi</i>	3	8	3
<i>A. tomentosa</i>	7	6	4
<i>A. confertiflora</i>	4	3	1

Legenda: 1 – najbolj škodljivo, 8 – najmanj škodljivo.

Pri vrsti *A. psilostachya* ocenjujemo, da lahko povzroča škodo na travinju, da se v manjšem obsegu lahko razvija na nekmetijskih zemljiščih in, da ne pričakujemo obsežnega razvoja ob transportni infrastrukturi. V okopavinah nima visoke tekmovalne sposobnosti. Pri razvoju na žitnih strniščih oblikuje zelo malo semen. Možnosti za uspešno kemično zatiranje so dobre.

Vrsta bi ob pojavu imela srednje velik prispevek k povečanju količine peloda ambrozij v atmosferi RS. Verjetno pri nas že obstajajo neopažene inicialne populacije. Glede na to, da je bil pojav opisan že v letu 1934 (navedba iz Mala flora Slovenije 4 izdaja; Martinčič *et al.*, 2007) in se do danes niso razvile velike populacije lahko rečemo, da njen invazivni potencial nikakor ni primerljiv s tistim pri pelinolistni ambroziji.

Pri vrsti *A. trifida* ocenjujemo, da lahko povzroči zelo veliko škodo v poljedelstvu. Ne pričakujemo obsežnega razvoja v značilnih ruderalnih habitatih in ob transportni infrastrukturi. Lahko ima negativen ekosistemski vpliv v obvodnih habitatih. Imamo srednje dobre možnosti za zatiranje, ker je izbor učinkovitih herbicidov srednje velik (z izjemo slabega delovanja nekaterih talnih herbicidov) in ker se rastlina slabo obnovlja po mehanskih poškodbah. Vrsta lahko značilno poveča količino peloda ambrozij v atmosferi RS. Inicialne populacije že obstajajo. Omejitev pri razširjanju je zelo nizek nivo samoprašnosti rastlin, relativno majhno število oblikovanih semen ter značilnost da zelo velik delež oblikovanih semen pojedjo ptice in glodavci. Seme dokaj hitro izgubi kalivost. Pri razvoju na žitnih strniščih ji do jeseni ne uspe oblikovati veliko semen.

Pri vrsti *A. tenuifolia* ocenjujemo, da se bo v obliki manjših populacij razvila v vseh habitatih RS, tako kmetijskih, kot v nekmetijskih. Na območjih s pozno jesenko slano lahko pomembno prispeva k podaljšanju sezone pojava peloda ambrozij pozno v jesen. Uspešno se lahko razvija na travinju, v trajnih nasadih in tudi ob transportni infrastrukturi. Njena tekmovalna sposobnost je dokaj nizka, zato pri poljščinah ne pričakujemo velikih izgub pridelka. V omenjenih habitatih imamo dobre možnosti za zatiranje. Ogrožanja naravnih habitatov ne pričakujemo. Možno razširjanje zaradi gojenja kot zdravilna rastline. Inicialne populacije pri nas morda že obstajajo.

Pojav vrst *A. acanthicarpa* in *A. tomentosa* pričakujemo v manjšem obsegu na travinju, v trajnih nasadih predvsem pa na degradiranem kserofilnem travinju. Pri pojavu na kserofilnem travinju lahko pričakujemo negativne učinke za zdravje živali. Tekmovalna sposobnost je nizka in ne pričakujemo velikih škod. Imamo dobre možnosti za zatiranje in pojav teh dveh vrst verjetno ne bo vplival veliko na skupno količino peloda ambrozij v atmosferi RS. Inicialnih populacij pri nas in v sosednjih državah še ni.

Vrsta *A. grayi* je zdovraten trajen rizomski plevel, ki mu naše pedoklimastke razmere povsem ustrezajo za razvoj. Lahko povzroči pomembne izgube pridelka v večini kultur, ki jih gojimo na njivah. Dobro se lahko ohranja na nekmetijskih zemljiščih, vendar ne zelo uspešno ob transportni infrastrukturi. Močno lahko prizadene zamočvirjeno travinje in morda tudi habitate mokrišč. Ob morebitnem pojavu verjetno ne bo veliko prispevala k količini peloda ambrozij, ki se pojavlja v atmosferi Slovenije. Možnosti za zatiranje v poljedelstvu so srednje dobre.

Vrsta *A. confertiflora* kaže po doslej opravljenih raziskavah velik invazivni potencial. Je agresiven trajen rizomski plevel, ki se lahko uspešno ohranja v našem okolju, tako v kmetijskih, kot nekmetijskih habitatih. Kaže tudi da bi lahko ogrozila tudi nekatere redke naravne habitate (na primer Sečoveljske soline). Imamo srednje dobre možnosti za zatiranje. Ker cveti tudi zelo pozno v jesen lahko pojav te vrste izrazito poveča količino peloda ambrozij v atmosferi predvsem v primorskih regijah RS. Možno razširjanje zaradi gojenje kot medonosna rastlina in ob transportni infrastrukturi zaradi razvažanja zemlje, ki vsebuje korenike z vegetativnimi brsti.

Pri vrsti *A. maritima* je zanimivo, da v zgodovinskih virih ni zapisov, da bi se pojavljala na našem priobalnem jadranskem območju, kljub pojavu populacij v Italiji in na Hrvaškem, ki so oddaljene le kakšnih 100 km od naših meja. Očitno na naši obali ni primernih mikro habitatov, ki bi vrsti omogočali ohranjanje in iz tega razloga ta vrsta za nase nima statusa pomembnega plevela. Morda je ne najdemo, ker jo zamenjujemo s pelinolistno ambrozijo.

## 4 SKLEPI

Ocenjujemo, da se vse preučevane vrste lahko trajno ohranijo v kmetijskih in nekmetijskih habitatih Slovenije. Vse preučevane vrste lahko povzročajo škodo v kmetijski pridelavi in pri nobeni od preučevanih vrst nimamo visoko učinkovitih sredstev za zatiranje. Vse lahko do določene mere ogrožajo zdravje ljudi in živali. Ob njihovem pojavu lahko pričakujemo občutno podaljšanje obdobja, ko se v atmosferi RS pojavijo visoke koncentracije peloda. Ker so preučevane vrste vsestransko škodljive je priporočljiva uvrstitev vseh na karantensko listo RS in nadzor pri uvozu pošiljk vseh vrst semen, substratov ter monitoring pojavljanja v naravi.

## 5 ZAHVALA

Raziskave so bile opravljene v okviru CRP projekta V1-1090 (Invazivne tujerodne rastlinske vrste v Sloveniji ter vpliv na ohranjanje biotske raznovrstnosti in trajnostno rabo virov), za izvedbo katerega so bila sredstva zagotovljena s strani Agencije za raziskovalno dejavnost RS in Ministrstva za kmetijstva, gozdarstvo in prehrano. Financerjem se zahvaljujemo za finančno podporo.

## 6 LITERATURA

- Anonimno, EPPO, 2014. The prioritization process assessment for *Ambrosia confertiflora*, EPPO document no. 14-18617, (interni dokumenti ekspertov EPPO): 1-6.
- Anonimno, FCD, 2015. Flora Croatica Database; *Ambrosia maritima* – distribution status. (<http://hirc.botanic.hr/fcd/ShowResults.aspx?hash=1701477273>).
- Amor Morales, A., Navarro Andrés, F., Sánchez Anta, M.A. 2012. Datos corológicos y morfológicos de las especies del género *Ambrosia* L. (Compositae) presentes en la Península Ibérica. Bot. Complutensis. 36: 85-96.
- Bassett, I.J. in Crompton, C.W. 1975. The biology of Canadian weeds: 11. *Ambrosia artemisiifolia* L. and *A. psilostachya* DC. Can J of Plant Sci. 55: 463-476.
- Bassett, I.J. in Crompton, W.C. 1982. The biology of Canadian weeds. 55. *Ambrosia trifida* L. Can J of Plant Sci. 63: 1003-1010.
- Behcet, L. 2004. A new record for the flora of Turkey: *Ambrosia tenuifolia* Spreng. (Compositae). Turkish Journal of Botany. 28: 201-203.
- Byfield, A.J. in Baytop, A. 1998. Three alien species new to the flora of Turkey. Turkish Journal of Botany. 22: 205-208.
- Currie, R. S. in Thompson, C.R. 1999. Herbicide timing for woollyleaf bursage control. Proc. West. Soc. Weed Sci. 52: 112.
- Currie, R. S. in Thompson, C.R. 2000. Effects of Herbicides and Application Timing on Woollyleaf Bursage (*Ambrosia grayi*). Weed Technology. 14: 188-190.
- Dufour-Dror, J.M. 2012. Alien invasive plants in Israel. The Middle East Nature Conservation Promotion Association Book. (ISBN 978-965-90292-2-8): 213 str.
- Dana, E.D., Cerrillo, M.I., Sanz-Elorza, M., Sobrino, E., Mota, J.F. 2001a. Contribucion al conocimiento de las xenofitas en Espana: catalogo provisional de la flora aloctona de Almeria. Acta Botanica Malacitana. 26: 264-276.
- Danin, A. 1994. Contributions to the flora of Israel. VI. *Stipagrostis drarii*, *Ambrosia confertiflora* and *A. tenuifolia*, new records from Israel. Israel Journal of Plant Sciences. 42: 59-61.
- Follak, S., Dullinger, S., Kleinbauer, I., Moser, D. in Essl F. 2013. Invasion dynamics of three allergenic invasive Asteraceae (*Ambrosia trifida*, *Artemisia annua*, *Iva xanthifolia*) in central and eastern Europe. Preslia. 85: 41–61.
- Jeffery, L.S. in Robinson, L.R 1995. Know and control Woollyleaf Bursage and Skeletonleaf Bursage. University of Nebraska, Lincoln, Cooperative Ext. Service Publication E.C. 69185: 1-5.
- Malidža, G. in Vrbničanin, S. 2006. Novo nalazište alohtone korovske vrste *Ambrosia trifida* L. na području Vojvodine. VIII Savetovanje o zaštiti bilja, Zlatibor: 44–45.
- Martinčič, A., Wraber, T., Jogan, N., Podobnik, J., Turk, B., Vreš, B. 2007. Mala flora Slovenije (4. izdaja). Tehniška založba Slovenije: str. 655.
- Montserrat, P. 1954. La *Ambrosia tenuifolia* Spreng. en España. Collect. Bot. (Barcelona). 4: 311-313.
- Sanz-Elorza, M., Dana, E.D. in Sobrino, E. 2001. Aproximación al listado de plantas alóctonas invasoras reales y potenciales en España. Lazaroa. 22: 121-131.

- Smith, D.T., Wiese, A.F. in Cooley, A.W. 1972. Woollyleaf bursage response to selected herbicides. *Weed Sci.* 20: 554–556.
- Thompson, C.R., Currie, R.S. in Peterson, D.E. 1997. Woollyleaf Bursage Biology and Control. Kansas State University Agricultural Experiment Station, Cooperative Extension Service Publication MF 2239: 1-6.
- Verloove, F. 2005. Nuevos datos sobre algunos xenófitos interesantes en España. *Lazaroa*. 26: 141-148.
- Waisel, Y., Eshel, A., Keynan, N., Langgut, D. 2008. A New Impending Disaster for the Israeli Allergic Population. Department of Plant Sciences, Tel Aviv University, Ramat Aviv, Israel. *Allergy and Clinical Immunology*. VI/10: 856-857.



## OCENA ŠKODLJIVOSTI NEKATERIH ŠE NE RAZŠIRJENIH VRST RODU *Solanum* ZA KMETIJSKO PRIDELAVO SLOVENIJE

Mario LEŠNIK<sup>1</sup>, Stanislav VAJS<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede, Maribor

### IZVLEČEK

Na podlagi pregleda literature, nadzorovanega gojenja rastlin v posodah in izvajanja herbicidnih poskusov je bila opravljena ocena škodljivosti nekaterih novih vrst invazivnih plevelov iz rodu *Solanum*. V delu so obravnavane naslednje vrste: *S. carolinense* L., *S. chenopodioides* Lamarck, *S. furcatum* Dunal, *S. elaeagnifolium* Cav., *S. rostratum* Dunal, *S. sarrachoides* Sendtn., *S. viarum* Dunal, *S. sisymbriifolium* Lam. in *S. triflorum* Nuttall. Zelo verjetno se lahko večina preučevanih vrst, glede na lokalne klimatske značilnosti in splošno tehniko pridelovanja kmetijskih rastlin, trajno ohranja na ozemlju Slovenije. Kot najbolj škodljivi za kmetijsko pridelavo se kažeta vrsti *S. carolinense* in *S. rostratum*. Preučevane vrste so vmesni gostitelji gospodarsko pomembnih virusov in bakterij, ki povzročajo velike izgube pridelka pri gojenih razhudnikovkah. Vse je potrebno uvrstiti na listo karantenskih plevelnih vrst za Republiko Slovenijo.

**Ključne besede:** škodljivost, *Solanum*, plevel, nove vrste, Slovenija

173

### ABSTRACT

#### NOXIOUSNESS EVALUATION OF SOME NOT YET WIDESPREAD SPECIES OF THE GENUS *Solanum* FOR AGRICULTURAL PRODUCTION IN SLOVENIA

The noxiousness status of some new invasive species from the *Solanum* genus in Slovene agricultural production was established based on an analysis of literature sources, plant cultivation in containers under controlled conditions and the performance of herbicide trials. The following species were studied: *S. carolinense* L., *S. chenopodioides* Lamarck, *S. furcatum* Dunal, *S. elaeagnifolium* Cav., *S. rostratum* Dunal, *S. sarrachoides* Sendtn., *S. viarum* Dunal, *S. sisymbriifolium* Lam. in *S. triflorum* Nuttall. It is very likely, depending on the characteristics of local climate and the general techniques of cultivation in agricultural crops, that all studied species have the potential for permanently developing on the territory of Slovenia. *S. carolinense* and *S. rostratum* were recognised as the species with the highest level of noxious effects in agricultural production systems. All studied species are important hosts of viruses and bacteria that cause significant losses of solanaceous crop yields. All studied species need to be put on the list of quarantine noxious weeds in Slovenia.

**Key word:** noxiousness, *Solanum*, new species, weed, Slovenia

### 1 UVOD

V rodu *Solanum* poznamo številne gojene gospodarsko pomembne razhudnike in tudi nekaj trdovratnih škodljivih plevelov. Njihova škodljivost je večplastna, od tega, da povzročajo izgube pridelkov zaradi tekmovanja z gojenimi rastlinami, do pojavov zastrupitev in fizičnih poškodb pri živalih in ljudeh, škodljivih ekosistemskih učinkov v nekaterih ranljivih

<sup>1</sup> prof. dr., Pivola 10, SI-2311 Hoče, e-mail: mario.lesnik@um.si

<sup>2</sup> viš. pred., prav tam

rastlinskih združbah in do tega, da so vmesni gostitelji številnih gospodarsko pomembnih virusov in bakterij. Nekaj primerov objav glede različnih vidikov škodljivosti preučevanih vrst: a) splošna škodljivost: Basset in Munro, 1985, 1986; Prostko *et al.*, 1994; Bradley in Hagood, 2009; Brunell, 2011; Klingshagen *et al.*, 2012; b) člen v prenosu virusnih in bakterijskih boleznih ter škodljivcev razhudnikov: Nichols *et al.*, 1992; Boukhris-Bouhachem *et al.*, 2007; Goyal *et al.*, 2010; Miller, 2003; c) zastrupitve in poškodbe živali in ljudi: Buck *et al.*, 1960; Burrows in Edwards, 1981; Boyd in Murray, 1982; Anon. PNW, 1990; d) ekosistemska škoda: Anon. EPPO 2007; Anon. CABI 2010; Milović *et al.*, 2010.

Med domorodnimi vrstami poznamo dva splošno razširjena plevela; enoletni semenski plevel *S. nigrum* L. (pasje zelišče) in večletni plevel *S. dulcamara* L. (grenkoslad). Pasje zelišče je plevel toplih, vlažnih in bogatih tal. Zatiramo ga uspešno, saj je izbor visoko učinkovitih herbicidov dovolj velik. Uspeva v vseh kmetijskih in nekmetijskih habitatih. Grenkoslad redko zatiramo kemično. V glavnem se z njim srečamo v trajnih nasadih in v obvodnih habitatih, kjer ga zatiramo mehansko. Manjšo pozornost mu posvečamo pri pridelavi semenskega krompirja. Ker je dober gostitelj karantenskih bakterij (npr. *Ralstonia* sp. in Zebra Chip Liberibacter), ne želimo, da bi uspeval v neposredni bližini njiv s krompirjem ali na rastiščih, ki so v stiku z namakalno vodo za namakanje krompirja. Rumenoplodni razhudnik (*S. luteum* Mill.) je pri nas trenutno redko razširjen na nekmetijskih zemljiščih. Nove vrste s statusom plevelov v naše okolje prihajajo kot gojene rastline (npr. *S. villosum* Mill., *S. jasminoides* Paxt., *S. pseudocapsicum* L. in *S. eleagnifolium* Cav.), kot primes v uvoženih pridelkih (npr. *S. rostratum* Dunal in *S. carolinense* L.), na vozilih in ob transportni infrastrukturi (npr. *S. sarrachoides* Sendtn. in *S. chenopodioides* Lam.), kot podlage za gojene razhudnike (npr. *S. torvum* Sw. in *S. viarum* Dunal) ter kot privabilne rastline za zatiranje ogorčic (npr. 'DeCyst' sorte vrste *S. sysimbriifolium* Lam.). Na pojav novih tujerodnih vrst na ozemlju RS se trenutno ne odzivamo s sistematičnim pristopom. Ne izvajamo monitoringa in ne ukrepov proti inicialnim populacijam. V Sloveniji skušamo v samooskrbni strategiji povečati pridelavo gojenih razhudnikov in neodzivnost pri pojavljanju tujerodnih plevelnih razhudnikov, ki so po eni strani agresivni pleveli, po drugi strani pa zelo dobri vmesni gostitelji številnih karantenskih virusov in bakterij ter škodljivih žuželk, nikakor ni skladna s prej omenjeno strategijo. Tudi na EPPO (European Plant Protection Organisation) seznamu škodljivih invazivk najdemo številne plevelne vrste iz rodu *Solanum* (na primer *S. carolinense* L., *S. eleagnifolium* Cav., *S. sysimbriifolium* Lam., *S. triflorum* Nuttall, *S. rostratum* Dunal).

Namen predstavljenega dela je bil narediti poenostavljeno oceno škodljivosti (zdravstveni, okoljski in kmetijski vidik) nekaterih novih vrst plevelov iz rodu *Solanum* v razmerah Slovenije, v primerjavi s škodljivostjo domorodne vrste *S. nigrum* in bližnjega sorodstva. Med te nove, potencialno škodljive, vrste prištevamo naslednje: *S. carolinense* L. (karolinski – koprivolsiti razhudnik), *S. chenopodioides* Lam. (metlikovolistni grenkoslad), *S. furcatum* Dunal (vličastoplodni grenkoslad), *S. elaeagnifolium* Cav. (sreberolistni razhudnik), *S. rostratum* Dunal (ježičastoplodni razhudnik), *S. sarrachoides* Sendtn. (kosmato - lepljivolistno pasje zelišče), *S. viarum* Dunal (sodomski razhudnik), *S. torvum* Sw. (trnasti jajčevac), *S. sysimbriifolium* Lam. (ličji razhudnik) in *S. triflorum* Nuttall (nacepljenolistno pasje zelišče). Vse omenjene vrste se že pojavljajo pri naših sosedih, nekatere tudi pri nas. Pri kosmatem pasjem zelišču je potrebno omeniti, da so zelo pogoste zamenjave z zelenim pasjim zeliščem (*S. physalifolium* Rusby), ki se tudi hitro širi v naši okolici. V agronomski praksi ju ne ločujemo med seboj in jima pripisujemo praktično identične lastnosti. Splošen pojav preučevanih vrst potrjujejo številne objave, kot so na primer: Eberwein in Litscher, 2005; Anon., EPPO, 2006; Follak in Strauss, 2010; Milović *et al.*, 2010; Nimis *et al.*, 2013; Pyšek *et al.*, 2002; Verloove, 2006; Karaer in Kutbay, 2007 in druge.

## 2 MATERIALI IN METODE

Pri vrstah, ki jih obravnavamo smo predvsem skušali oceniti možnosti za njihovo trajno ohranjanje v kmetijskih pridelovalnih sistemih RS in obseg povzročanja izgub pri poljščinah, vrtninah in na travinju. Manj temeljito smo ocenili škodljivost za ekosistem in za domače živali. Ocene, ki smo jih podali ne temeljijo na klasičnem PRA (pest risk assesment) pristopu, ki običajno temelji predvsem na sistematični analitski obravnavi zanesljivih pisnih virov, temveč smo podatke za naše ocene pridobili z izvedbo lastnih fenoloških, tekmovalnih in zatiralskih poskusov. Analizirali smo le zelo majhen del, sicer izjemno obsežne dostopne literature. Vsi viri v delu niso navedeni.

Za pridobivanje podatkov o fenoloških lastnostih smo preučevane vrste gojili v loncih in spremljali njihov fenološki razvoj skozi vse leto. Nekatere smo gojili v posevku koruze, pšenice in soje (lokacija Pivola Hoče pri Mariboru, 46°30'17,72" N 15°37'36,98" E). Seme preučevanih vrst je izviralo iz Slovenije, ZDA, Italije, Brazilije, Hrvaške, Turčije, Indije, Južne Afrike in Španije. Pri trajnih vrstah (*S. carolinense*, *S. eleagnifolium*, *S. furcatum* in *S. chenopodioides*) smo izvedli prezimitveni test na način, da smo rastline v loncih pustili čez zimo na prostem, da so zmrznile ali pa smo jih zakopali v tla. Spomladi smo preverili, ali so se rastline sposobne obnoviti iz založnih organov? Pri vrstah *S. viarum* in *S. torvum* smo testirali le prezimovanje na prostem v zemlji.

Izvedli smo nekaj lastnih herbicidnih poskusov v posevkih koruze, pšenice in soje. Od raziskovalcev in kmetijskih svetovalcev iz ZDA, Italije, Turčije, Brazilije, Indije in Španije smo pridobili podatke o učinkovitosti herbicidov primernih za zatiranje preučevanih vrst v različnih kmetijskih kulturah in na sploh o težavah pri zatiranju ter o škodljivosti v njihovem okolju.

## 3 REZULTATI IN RAZPRAVA

175

### 3.1 Fenološke lastnosti preučevanih vrst

Podatki o fenoloških lastnostih so prikazani v preglednici 1. Plevela rodu *Solanum* na splošno obravnavamo kot toploljubne. Iz tega vzroka so to primarno poletni okopavinski pleveli. Trajne vrste pa so tudi pleveli žit, predvsem pa travinja in nekmetijskih habitatov. Za vznik iz semen potrebujejo najmanj takšno temperaturo tal kot korusa, nad 11 °C.

Preglednica 1: Primerjava osnovnih fenoloških lastnosti preučevanih vrst razhudnikov

	April	Maj	Jun.	Jul.	Avg.	Sept.	Okt.	Nov.
<i>S. triflorum</i>					S S S S S	S S S S S		
<i>S. nigrum</i>					S S S S S	S S S S S	S S S	
<i>S. sarrachoides</i>					S S S S S	S S S S S		
<i>S. luteum</i>					S S S S S	S S S S S		
<i>S. rostratum</i>					S S S S S	S S S S S		
<i>S. villosum</i>					S S S S S	S S S S S		
<i>S. carolinense</i>						S S S S S S S		
<i>S. carolinense</i>						S S S S S S S		
<i>S. eleagnifolium</i>							S S S S S	
<i>S. eleagnifolium</i>							S S S S S	
<i>S. sisymbriifolium</i>						S S S S S S S		
<i>S. chenopodioid.</i>						S S S S S S		
<i>S. furcatum</i>						S S S S S S		
<i>S. viarum</i>			*	*	*			? ?
<i>S. torvum</i>			*	*	*			? ?
Vznik rastlin iz semen						Cvetenje		S - seme
Vznik rastlin iz rizomov ali korenik								

Razvojno najzgodnejša vrsta je *S. triflorum*, ki prične vznikat v sredini aprila. Vrste *S. nigrum*, *S. sarrachoides* in *S. luteum* pričnejo vznikat malo pozneje, to je v zadnji tretjini aprila ali konec aprila. Le malo pozneje (začetek maja) so vrste *S. villosum*, *S. carolinense* in *S. rostratum* (nad 13 °C). V sredini maja lahko pričakujemo vznikanje vseh ostalih preučevanih vrst. Zelo ogreta tla potrebuje vrsti *S. viarum* in *S. torvum* (nad 18 °C). Dobljeni rezultati so zelo odvisni od izvora preučevanih semen (v našem primeru Indija, Brazilija, Južna Afrika in Madagaskar). Vrsta *S. triflorum* je najhitrejša v razvoju in zacveti že v juniju in seme dozori že v juliju. Ta vrsta lahko oblikuje seme tudi če prične z razvojem v juliju v strniščnih dosevkih. Manjšo zamudo v cvetenju imajo vrste *S. nigrum*, *S. luteum*, *S. villosum* in *S. sarrachoides*. Vse našete vsekakor uspejo oblikovati nekaj semen pred spravilom pridelkov okopavin jeseni ali pred pojavim prve slane. V naših poskusih v razmerah tekmovanja s koruzo vrsta *S. rostratum* v velikem deležu ni uspela narediti veliko semen pred spravilom. Veliko hitrejši je razvoj v posevkih soje in sladkorne pese, še posebej, če so posevki izpostavljeni poletni suši. Vrsta *S. rostratum* je zelo prilagojena za kontinentalno klimo panonske nižine in prav tam lahko pričakujemo največje populacije. *S. villosum* za razvoj potrebuje že nekaj več toplote, zato se cvetenje prične šele v drugem delu julija, prvi plodovi so zreli konec avgusta. Razvojno še nekoliko pozneje so vrste *S. sisymbriifolium*, *S. carolinense* in *S. chenopodioides*. Prva lahko oblikuje veliko semen, ker razvije veliko zelene gmote in je bolj hladno jesenko vreme ne ustavi v razvoju. Zadnji dve pri tekmovanju s koruzo ne razvijeta veliko semen, če pa se rastline razvijajo na sončnih toplih legah pa lahko do prve slane razvijejo veliko semen (nad 30000 po rastlini). Pri zadnjih dveh vrstah je razlika v zgodnosti oblikovanja semen tudi, če so rastline razvite iz semena, ali iz korenin. Razvojno sledi vrsta *S. furcatum*, ki v naših razmerah na njivah verjetno ne more narediti semen, ker je obdobje spravila posevkov bolj zgodno, kot je obdobje dozorevanja semen. Srebrnolistni razhudnik (*S. eleagnifolium*) nas je s počasnostjo razvoja nekoliko presenetil. V geografsko bolj severnih območjih ZDA se razvija hitreje, kot pri nas. Spomladi se razvija zelo počasi, razvoj pospeši šele v obdobju poletne vročine. V posevkih koruze ne uspe narediti semen pred prvo slano. To se je včasih pri delu rastlin zgodilo tudi pri rastlinah gojenih v loncih. Seme naših rastlin je izviralo iz Tunizije in Kalifornije. Na nekmetijskih zemljiščih v notranjosti Slovenije ne pričakujemo, da bi vrsta lahko oblikovala veliko semen. Prezimitveni test je pokazal slabo prezimovanje v loncih in dokaj dobro prezimovanje v zemlji, če so bili rizomi zakopani vsaj 10 cm globoko. Rastline uspejo prezimiti. Zelo uspešno prezimi vrsta *S. carolinense*, ki se iz rizomov lahko prične razvijati že marca. Nekaj prvih poganjkov navadno pomrzne. Enako velja za vrsto *S. chenopodioides*. Vrsti *S. torvum* in *S. viarum* v okolici Maribora, kjer smo imeli poskus nista uspeli prezimiti. Ocenjujemo, da pri nas ni možnosti, da bi pred prvo slano oblikovali seme. Verjetno lahko rizomi preživijo zimo v obmorskih predelih in morda rastline lahko tam oblikujejo manjše število semen. V notranjosti Slovenije ne pričakujemo, da bi se zadnji dve vrste lahko ohranjali v naravi.

### 3.2 Tekmovalna sposobnost preučevanih vrst razhudnikov

Primerjava lastnosti preučevanih vrst glede tekmovalne sposobnosti v različnih habitatih glede na odziv, ki jih v njih ima navadno pasje zelišče, je prikazana v preglednici 2. Primerjalno izhodišče je splošno razširjeno pasje zelišče, ki se lahko razvija praktično v vseh habitatih. Pasjemu zelišču po ritmu rasti in gmoti, ki jo lahko oblikuje rastlina, sta najbližji vrsti *S. villosum* in *S. sarrachoides* ter kot enoletnica razvita iz semena vrsta *S. furcatum*. Prva je gojena vrsta, ki ima po naši oceni podobno ali nekoliko manjšo tekmovalno sposobnost od pasjega zelišča. Navadno se razvijejo rastline, ki so manjše in imajo manj semen. V glavnem jo lahko kot tekmovalni plevel obravnavamo v vrtninah na Primorskem.

Preglednica 2: Ocena relativne tekmovalne sposobnosti posamezne vrste razhudnika proti drugim rastlinam izbranega habitata v primerjavi s tekmovalno sposobnostjo pasjega zelišča v enakem habitatu

	Okopavine	Žita	Vrtnine	Trajni nasadi	Obvodni habitati	Travinje	Transportna infrastruktura
<i>S. nigrum</i>	-	-	-	-	-	-	-
<i>S. triflorum</i>	<	<	=	<=	<<	=	=>
<i>S. sarrachoides</i>	=	=	=>	=	=	>=	=
<i>S. villosum</i>	=	=<	=	=	=	=<	=
<i>S. rostratum</i>	>	<	=<	<<	<<	<<	<
<i>S. sisymbriifol.</i>	>	<	>>	<	=	>>	=
<i>S. chenopodioid.</i>	=	<	=	=	>	=	=
<i>S. furcatum</i>	=	<	=	=	>	=	=
<i>S. carolinense</i>	>>	>	>>>	>>	>	>	>
<i>S. eleagnifolium</i>	<	<<	=	=	=	=	=<

Legenda: preučevana vrsta ima nižjo (<), višjo (>) ali enako (=) raven tekmovalne sposobnosti.

177

Tudi vrsta *S. furcatum* (razvita iz semen) ima primerljivo tekmovalno sposobnost, v žitih se razvija počasneje, v obvodnih habitatih pa je nekoliko bolj bujna od pasjega zelišča. *S. furcatum* je lahko večletna rastlina, vendar je v naši raziskavi kot večletno rastlino nismo preučevali. Menimo, da kot večletni plevel na njivah ne obstane. Kot večletni plevel lahko obstane na Primorskem v nekmetijskih in obvodnih habitatih ter v manjšem obsegu v trajnih nasadih. Menimo, da pri nas s stališča neposrednega tekmovanja nikoli ne bo pomemben plevel. Tretja vrsta iz obravnavane skupine (kosmato pasje zelišče) ima gledano v svetovnem merilu številne lokalne tipe, od takšnih, ki se razvijajo na severu in takšnih bolj južnih, ki so zelo podobni podvrstam vrste *S. physalifolium* Rusby (zeleno pasje zelišče). Kosmato pasje zelišče lahko oblikuje velike poleggle rastline (posamezna rastlina tudi 2 m<sup>2</sup>). Ne doseže takšne višine kot navadno pasje zelišče in ima nekaj nižje temperaturne zahteve. V posevkih koruze je v jeseni vedno oblikovalo precejšnje število semen ne glede na uporabljene herbicide. Kosmato pasje zelišče mehanske poškodbe prenaša nekoliko bolje od navadnega pasjega zelišča. *S. triflorum* je še bolj polegla vrsta pasjega zelišča. Ne doseže večje višine, zato ima nižjo zasenčevalno sposobnost. Iz tega razloga ima v okopavinah z večjo višino manjšo tekmovalno sposobnost od navadnega pasjega zelišča. Najbolj tekmovalno je v vrtninah, v posevkih metuljnic in tudi na degradiranem travinju. Dobro prenaša sušo. Vrsta *S. rostratum* je po habitusu nekoliko drugačna od pasjega zelišča, oblikuje grmičke z bolj pokončnimi stebli. Zasenčevalna sposobnost je nekoliko nižja od pasjega zelišča ima pa rastlina visoko tekmovalno sposobnost za odvzem hranil in izjemo dobro prenaša sušo. V sušnih razmerah je bistveno bolj tekmovalna od pasjega zelišča. Na travinju in v trajnih nasadih v naših razmerah v letih z običajno količino padavin ni tekmovalna. Na relativnem travinju bi se pojavila izjemoma v razmerah hude suše. Tam je lahko povzročila poškodbe domačih živali, tako pri paši, kot če zaide v seno. Tudi v žitih se zelo slabo razvija in ni pomemben plevel. Lahko se dobro razvija v habitatih transportne infrastrukture. Tekmovalna sposobnost ostalih treh preučevanih vrste je povezana z njihovo obnovitveno sposobnostjo, kot trajni pleveli. Pri vrsti *S. chenopodioides* mislimo, da ima večjo tekmovalno sposobnost od pasjega zelišča le v obvodnih habitatih, sicer pa na njivah ni tako konkurenčna, kot pasje zelišče. Razvoj rastlin iz korenike v posevkih okopavin je zelo počasen in razvijajo se nekonkurenčne rastline. Možen je razvoj na degradiranem travinju in v deteljjiščih. Pri vrsti *S. eleagnifolium* smo ugotovili, da se sicer na njivi korenike nekako ohranijo iz leta v leto, vendar so toplotne zahteve rastline tako velike, da zaradi zasenčenosti nima možnosti, da bi bila tekmovalna. Morda bi lahko bila pomemben plevel v vrtninah na Primorskem, morda tudi v deteljjiščih in v nasadih špargljev. V trajnih nasadih na Primorskem se bi lahko ohranjala in imela nekaj večje populacije, vendar nikoli ne bo tako škodljiva, kot je v drugih sredozemskih državah. Karolinski razhudnik (*S.*

*carolinense*) je trdovraten večletni rizomski plevel, ki je tudi prilagodljiv glede razvoja v različnih temperaturnih in svetlobnih razmerah. Kot trajna rastlina ima praktično v vseh habitatih višjo tekmovalno sposobnost od pasjega zelišča. To je po naši oceni v naših razmerah najpomembnejši plevel od vseh obravnavanih v tem delu. Ko se razvijajo velike gmote rizomov, lahko pričakujemo podobne škode, kot pri močni zapleveljenosti z osatom (*Cirsium arvense* L.). Le produkcija semen je bistveno manjša kot pri osatu. Nivo samoprašnosti je zelo nizek. Osamele rastline skoraj ne oblikujejo semen. Liči razhudnik (*S. sysimbriifolium*) je hitrorastoči enoletni plevel z veliko tekmovalno sposobnostjo v vseh habitatih. Iz Indije, Turčije in Brazilije poročajo o zelo močno zapleveljenih pašnikih. Živali se rastline izogibajo. Ko je pašnik močno zapleveljen s tem plevelom, paša praktično ni več mogoča brez učinkovitega predhodnega zatiranja. Liči razhudnik v naših razmerah v koruzi in vrtninah lahko v toplih poletjih bolje tekmuje od pasjega zelišča, v mokrih in hladnih pa po naši izkušnji verjetno bistveno slabše. Obstaja možnost oblikovanja velikih populacij na nekmetijskih zemljiščih. Pri tej vrsti se izvaja selekcija v smeri gojene rastline in plevelne lastnosti teh rastlin so verjetno drugačne od divjih form. Gojene varietete se bodo verjetno širile hitreje od divjih form. Rastline, ki smo jih gojili, so dosegle višino 2 m, kar kaže na veliko sposobnost zasenčevanja. V vrtninah in na degradiranem kraškem travinju je liči razhudnik zelo verjetno potencialno nevaren plevel. Tekmovalne sposobnosti vrst *S. viarum* in *S. torvum* v našem okolju ni bilo možno objektivno oceniti, ker so se rastline teh vrst v poskusu slabo razvijale. Pri gojenju v zavarovanem prostoru ti dve vrsti zlahka presežeta višino 2 m. *S. torvum* se v tropskih razvije v več metrov visok grm, ki je izjemno tekmovalen. Težko ocenimo, če je takšen razvoj mogoč v obmorskih predelih RS, a majhna možnost obstaja. Takrat bi vrsta oblikovala nepreahodno bodeče grmovje, ki je nevarno tako za ljudi, kot za živali. V sosednji Italiji vrtničarji cepijo jajčevce na *S. torvum* in dobijo impozantne drevesaste jajčevce, ki so hkrati 2 do 3 m visoke okrasne rastline in tudi rastline za pridelek. Glede na to ni nemogoče, da te rastline zaidejo tudi na ozemlje RS. Še bolj verjeten je pojav vrste *S. viarum*, ki se že redno uporablja kot podlaga za paradižnik in se prodaja v sosednji Italiji. Po tej poti se rastline te vrste prav tako lahko začnejo pojavljati na našem priobalnem območju.

### 3.3 Ocena možnosti za zatiranje preučevanih vrst

Primerjava možnosti zatiranja preučevanih vrst glede na možnosti za zatiranje pasjega zelišča je predstavljena v preglednici 3. Pasje zelišče ne prenaša dobro mehanskih poškodb, zato je mehansko zatiranje učinkovito. Pri večini kmetijskih rastlin imamo dovolj visoko učinkovitih herbicidov, da zagotovimo ustrezno zatiranje. Pri nekaterih gojenih rastlinah pa se najdejo tudi posamezni herbicidi z nizko učinkovitostjo. To velja za posevke vrtnin, soje, buč, graha, detelje in podobne. Na nekmetijskih zemljiščih z zatiranjem pasjega zelišča ni težav. Pri vrsti *S. villosum* ocenjujemo, da imamo za zatiranje celo boljše možnosti kot pri navadnem pasjem zelišču, zato ob pojavu na njivah ne pričakujemo težav pri zatiranju. Pri vrsti *S. triflorum* ocenjujemo, da imamo dobre možnosti za zatiranje. Rastlina ne prenaša zasenčevanja od visokih okopavin. Ker se lahko ukoreninja v kolencih, si nekoliko opomore po poškodbah od okopavanja. Po košnji si prav tako opomore, ker je zelo prilegla k tlem in kosa ne zajema vseh delov rastline. Objav o težavah pri zatiranju te vrste ni veliko, morda je nekaj več težav pri ekološki pridelavi vrtnin (čebula, korenček, por, brokoli). Vrsta *S. sarrachoides* je bolj tekmovalna od prejšnje in nekoliko bolj tolerira zasenčevanje. Glede na naše poskuse imamo dovolj učinkovitih herbicidov in lahko zagotovimo uspešno zatiranje. Najslabše so možnosti za zatiranje v vrtninah, kjer pa je pogosto okopavanje tudi učinkovito, saj se rastlina slabo obnavlja po mehanskih poškodbah. Morda se lahko pojavijo težave tudi na njivah s krompirjem, ker tam ni na voljo ustreznih herbicidov. O težavah pri zatiranju obstaja nekaj

poročil iz ZDA (Hutchinson, 2014). Vrsto smo že nekajkrat našli na ozemlju RS. V zvezi s posevki krompirja je potrebno omeniti, da sta vrsti *S. sarrachoides* in *S. triflorum* dobri gostiteljici krompirjeve plesni (*Phytophthora infestans*), in da velike populacije teh dveh plevelov na njivah s krompirjem lahko vplivajo na obseg pojava te bolezni (Dandurand *et al.*, 2006). Glede na izvedene poskuse ocenjujemo, da imamo za zatiranje ježičastoplodnega razhudnika (*S. rostratum*) dobre možnosti v večini posevkov, razen v vrtninah. Tudi v soji, kjer je sicer zelo pomemben plevel, ga lahko s kombinacijo herbicidov in okopavanja dobro zatremo. Izjema so morda zelo sušne razmere, ki sledijo hladni pomladi. Rastline vzniknejo pozneje od domačih plevelov in nekako uidejo delovanju talnih herbicidov, pozneje pa imajo prednost v sušnih razmerah pred oslabljenim posevkom in drugimi pleveli. Enako velja za posevke graha, še posebno ekološkega in posevke sladkorne pese.

Preglednica 3: Ocena razpoložljivega števila herbicidov z učinkovitostjo nad 90 % pri posamezni vrsti v primerjavi s številom visoko učinkovitih herbicidov, ki so v posameznih habitatih na voljo za zatiranje pasjega zelišča

	Okopavine	Žita	Vrtnine	Trajni nasadi	Obvodni habitati	Travinje	Transportna infrastruktura
<i>S. nigrum</i>	-	-	-	-	-	-	-
<i>S. triflorum</i>	=	=	=	=	=	=	=
<i>S. sarrachoides</i>	=	=	= <	=	=	=	=
<i>S. villosum</i>	=	=	=	=	=	=	=
<i>S. rostratum</i>	= <	=	= <	=	=	=	=
<i>S. sisymbriifolium</i>	= <	=	= <	=	=	= <	=
<i>S. chenopodioid.</i>	=	>	=	=	= <	=	=
<i>S. furcatum</i>	=	>	=	=	=	=	=
<i>S. carolinense</i>	<<	=	<<	<	<<	<<	<
<i>S. eleagnifolium</i>	<	=	<<	<	<<	<	= <

Legenda: preučevana vrsta ima nižjo (<), višjo (>) ali enako (=) raven lastnosti v primerjavi s pasjim zeliščem.

Razvoj vrst *S. furcatum* in *S. chenopodioides* pričakujemo predvsem na neekmetijskih zemljiščih, kjer je zatiranje z neselektivni herbicidi visoko učinkovito. Delovanje herbicidov nismo uspeli dobro preveriti, vendar iz izkušenj od drugod vemo, da so kombinacije sulfonilsečninskih in hormonskih herbicidov dovolj učinkovite za kakovostno zatiranje. Trajni vrsti *S. eleagnifolium* in *S. carolinense* smo preučili le delno. Iz literature vemo, da je popolno zatiranje zelo težavno. V državah severne Afrike ugotavljajo, da popolnega zatiranja ne dosežejo niti s pripravki na podlagi snovi glifosat (komunikacija z raziskovalci iz Tunizije). Prve izkušnje z delovanjem herbicidov za zatiranje karolinkega razhudnika na območjih, ki so nam geografsko blizu, že imajo v Nemčiji in Avstriji (Eberwein in Litscher, 2005; Follak in Strauss, 2010). Ugotavljajo, da zatiranje ni enostavno in je potrebna večkratna uporaba herbicidov v okopavinah in v žitih, da se izvede izčrpavanje rizomskega sistema. Glede na naše izkušnje, pri zatiranju rastlin, razvitih iz semen, ni težav. V posevkih koruze se priporoča pozna uporaba herbicidov, da ne izpustimo rastlin, ki vzniknejo z zamudo. Okopavanje ni visoko učinkovita metoda, zadrži pa razvoj rastline, da jeseni ni veliko semena. Obe omenjeni vrste raznašamo in razmnožujemo pri obdelovanju tal. Za vrsti *S. torvum* in *S. viarum* pričakujemo pojav predvsem na neekmetijskih zemljiščih in morda v trajnih nasadih. Tam se izvede zatiranje s kombinacijami hormonskih herbicidov in pripravka na podlagi snovi glifosat. Pri zatiranju na travinju in na neekmetijskih zemljiščih ne pričakujemo težav.

### 3.4 Splošna ocena škodljivosti preučevanih vrst

Podlaga za poenostavljeno oceno škodljivosti v primerjavi z domačo vrsto *S. nigrum* so podatki iz preglednic 4 in 5. Preučevane vrste lahko razdelimo v štiri kategorije. V prvo kategorijo štejemo enoletne vrste *S. villosum*, *S. triflorum* in *S. sarrachoides*, ki lahko v nekaterih manj tekmovalnih poljščinah naredijo primerljivo škodo kot pasje zelišče, na splošno glede škodljivosti za živali in po ekosistemskih vplivih, pa so manj škodljive od pasjega zelišča. Vse tri vrste so vmesni gostitelji novih virusov in bakterij razhudnikov, vendar zaradi enoletnega razvoja manj pomembni vmesni gostitelji od trajnih večletnih vrst.

Preglednica 4: Primerjava nekaterih lastnosti preučevanih razhudnikov pomembnih za njihovo relativno tekmovalno sposobnost in splošno škodljivost

	Obnovitev po mehanskih poškodbah	Ocena števila patogenov in škodljivcev, za katere je dober gostitelj	Število oblikovanih semen na rastlino	Škodljivost za domače živali (kemična in fizikalna)
<i>S. nigrum</i>	-	-	-	-
<i>S. triflorum</i>	= <	<<	<	<
<i>S. sarrachoides</i>	=	=	>	= <
<i>S. villosum</i>	<	<	<	<<
<i>S. rostratum</i>	= <	= <	<<	>
<i>S. sisymbriifolium</i>	=	=	=	>
<i>S. chenopodioides</i>	=	= <	=	<
<i>S. furcatum</i>	= <	=	= <	<
<i>S. carolinense</i>	>>	=	<<	>
<i>S. eleagnifolium</i>	>>	= <	<	>

Legenda: preučevana vrsta ima nižjo (<), višjo (>) ali enako (=) raven lastnosti v primerjavi s pasjim zeliščem.

Preglednica 5: Rangiranje preučevanih vrst glede na škodljivost pasjega zelišča z vidika škode v kmetijstvu, škodljivosti za zdravje ljudi in ekosistemske škodljivosti

	Škodljivost za kmetijstvo	Škodljivost za zdravje živali	Ekosistemska škodljivost
<i>S. nigrum</i>	2	4	5
<i>S. triflorum</i>	8	7	9
<i>S. sarrachoides</i>	3	9	4
<i>S. villosum</i>	10	10	10
<i>S. rostratum</i>	4	3	6
<i>S. sisymbriifolium</i>	6	2	3
<i>S. chenopodioides</i>	9	8	7
<i>S. furcatum</i>	7	6	8
<i>S. carolinense</i>	1	1	2
<i>S. eleagnifolium</i>	5	5	1

Legenda: 1 – najbolj škodljivo, 7 – najmanj škodljivo.

V drugo kategorijo lahko uvrstimo enoletni vrsti *S. rostratum* in *S. sisymbriifolium*, ki se lahko razvijata na njivah in tudi v drugih habitatih. Sta bodoči rastlini, ki lahko povzročata poškodbe živali in ljudi. Obe vrsti se lahko po naši oceni ohranjata na vsem ozemlju RS. Obe vrsti sta atraktivni za nove invazivne škodljivce (metulji, bolšice, škržatki, ščitkarji, bolhači ...). Vrsta *S. rostratum* je na primer zgodovinsko znana kot primarni gostitelj koloradskega hrošča in iz nje je škodljivec prešel na krompir. Liči razhudnik se je pokazal kot hitro rastoči tekmovalni plevel, ki lahko tudi ob uporabi herbicidov oblikuje manjše število semen. Posebno nas je presenetil odziv rastlin ob prvih slanih jeseni, saj ni takoj pomrznil. To kaže, da se na Primorskem lahko razvija pozno v jesen. Če bi 'DeCyst' rastline te vrste v RS



uporabili, kot vmesni dosevek na njivah za zatiranje ogorčic, je posevek potrebno tretirati s herbicidi (glifosat) preden prične seme dozorevati. Seme v tleh ne propade v enem letu, tako, da s setvijo ustvarimo semensko banko za krajši čas.

V tretjo skupino lahko uvrstimo večletni vrsti *S. chenopodioides* in *S. furcatum*, ki se pri nas lahko dobro razvijata na nekmetskih zemljiščih, v obvodnih habitatih in morda tudi ob transportni infrastrukturi. Na njivah ne pričakujemo večje izgube pridelkov. Kot vmesni gostiteljici virusov in bakterij te dve vrsti nista dobro preučeni. Pričakovan je razvoj v urbanem okolju, predvsem v Primorski regiji.

Vrsti *S. carolinense* in *S. elegendifolium* sta glede na podatke iz literature gotovo najbolj škodljivi. Glede na naše poskuse ugotavljamo, da se prva vrsta bistveno bolje samoohranja od druge. Karolinski razhudnik ima nižje temperaturne zahteve in bolje prenaša zasenčevanje od srebrnolistnega razhudnika. Prvega lažje zatiramo s herbicidi kot drugega. Pri prvem pričakujemo hitro širjenje po vsem ozemlju RS, pri drugem pa zgolj na Primorskem. Pri pojavu karolinskega razhudnika na travinju lahko pričakujemo tudi učinke na zdravje živali.

Pri vrstah *S. torvum* in *S. viarum* ocenjujemo, da v notranjosti Slovenije ne uspeja prezimiti in semena ne uspeja oblikovati pred pojavi prvih slan. Ne glede na omenjeno, ne priporočamo uvajanje teh dveh vrst v RS kot podlago za gojene razhudnike, kar postaja ponekod praksa za zatiranje določenih bolezni (Petran, 2013). Na Primorskem bi se obe vrsti lahko trajno ohranjali in povzročili zapleveljenje travinja in trajnih nasadov. Seveda bi ustaljene populacije predstavljali latentno žarišče številnih škodljivih bolezni in škodljivcev.

#### 4 SKLEPI

181

Preučevane vrste so pomembni globalni pleveli. Kljub temu, da se razvojno nagibajo k območjem z višjimi povprečnimi letnimi temperaturami kot so pri nas, imajo možnosti za samoohranjanje na ozemlju RS. Ob množičnem pojavljanju preučevanih vrst na ozemlju RS bi se lahko občutno povečala ogroženost nasadov gojenih razhudnikov od karantenskih bakterij, virusov in škodljivcev, ki se razširjajo z njimi. Preučevane vrste so gostitelji vsaj 6 karantenskih bakterij, 4 fitoplazem, 20 virusov in viroidov in vsaj 10 škodljivcev, ki ogrožajo razhudnike. Omeniti je potrebno tudi, da obstajajo indici, da bi pleveli iz rodu *Solanum* lahko imeli velik pomen pri razširjanju fitoplazmatskih bolezni trte in koruze (npr. rdečenje koruze). Tudi potencialne zdravstvene ogroženosti domačih živali ni za zanemariti. Večje ekosistemske škode od preučevanih vrst ne pričakujemo. Zelo priporočljivo bi bilo izvajanje monitoringa pojavljanja in izvajanje vzorčenja na zastopanost karantenskih organizmov. Smiselna bi bila prepoved gojenja in uvažanja preučevanih vrst. Vse vrste zelo težko zatiramo v vrtninah, metuljnicah in okopavinah z nizkim habitusom. Še posebno je previdnost potrebna pri vrsti *S. carolinense*, da se ne vzpostavijo obsežne populacije. Dodatno je potrebno opomniti, da bi se ob množičnem pojavu preučevanih vrst lahko pojavili zapleti pri trženju semenskega blaga razhudnikov. Mnoge države pri uvozu zahtevajo garancije, da je bil semenski material proizveden na območjih, ki so prosta preučevanih plevelov.

#### 5 ZAHVALA

Raziskave so bile opravljene v okviru CRP projekta V1-1090 (Invazivne tujerodne rastlinske vrste v Sloveniji ter vpliv na ohranjanje biotske raznovrstnosti in trajnostno rabo virov), za izvedbo katerega so bila sredstva zagotovljena s strani Agencije za raziskovalno dejavnost RS in Ministrstva za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano. Financerjem se zahvaljujemo za finančno podporo.

#### 6 LITERATURA

Anonimno, PNW, 1990. Nightshade, Biology and control in cropland of the Pacific Northwest. Pacific Northwest Extension Publications. PNW 352:1-6.

- Anonimno, EPPO, 2006. *Solanum elaeagnifolium* Threatens Croatian Hot Spots of Biodiversity, Archives EPPO, 6:137. (<https://gd.eppo.int/reporting/article-1119>).
- Anonimno, CABI, 2010. Invasive species compendium - *Solanum elaeagnifolium* – Ecosystem impact. (<http://www.cabi.org/isc/datasheet/50516>).
- Basset, L.J. in Munro, D.B. 1985. The biology of Canadian weeds. 67. *Solanum ptycanthum* Dun., *S. nigrum* L. and *S. sarrachoides* Sendt. Canadian J. Plant Sci. 65:410–414.
- Basset, L.J. in Munro, D. B. 1986. The biology of Canadian weeds. 78. *Solanum carolinense* L. and *S. rostratum* Dunal. Canadian J. Plant Sci. 66:977-991.
- Boyd, J.W. in Murray, D.S. 1982. Growth and development of silverleaf nightshade (*Solanum elaeagnifolium*). Weed Science. 30:238–243.
- Bradley, K. in Hagood, E.S. 2009. Identification and control of horsenettle (*Solanum carolinense* L.) in Virginia. Virginia Cooperative Extension Publication. No. 450-142:1-2.
- Brunel, S. 2011. Pest risk analysis for *Solanum elaeagnifolium* and international management measures proposed. Bulletin OEPP/EPPO. 41: 232–242.
- Boukhris-Bouhachem, S., Hullé, M., Rouzé-Jouan, J., Glais, L. in Kerlan, C. 2007. *Solanum elaeagnifolium*, a potential source of *Potato virus Y* (PVY) propagation. Bulletin OEPP/EPPO. 37:125–131.
- Buck, W.B., Dollahite, J.W. in Allen, T.J. 1960. *Solanum elaeagnifolium*, silver-leafed nightshade, poisoning in livestock. Journal of the American Veterinary Medical Association. 137:348-351.
- Burrows, G.E., Tyril, R.J. in Edwards, W.C. 1981. Toxic plants of Oklahoma – thornapples and nightshades. Journal of the Oklahoma Veterinary and Medical Association. 23:106–109.
- Eberwein, K. in Litscher, T. 2005. *Solanum carolinense* L. (Solanaceae), ein gefährlicher neuburger in Österreich. Jahrbuch des Landesmuseums Karnten 2005:325-330.
- Follak, S. in Strauss, G. 2010. Potential distribution and management of the invasive weed *Solanum carolinense* in Central Europe. Weed Research. 50:544–552.
- Goyal, G., Gill, H.K., McSorley, R. 2010. Common Weed Hosts of Insect-Transmitted Viruses of Florida Vegetable Crops. Extension Service Publication, University of Florida. ENY – 863:1-12.
- Karaer, F. in Kutbay, H.G. 2007. *Solanum sisymbriifolium* Lam. (Solanaceae): a new record for Turkey. Turkish Journal of Botany. 31: 481-483.
- Klingenhagen, G., Wirth, M., Wiesmann, B., Ahaus, H. 2012. Occurrence of horse nettle (*Solanum carolinense* L.) in North Rhine-Westphalia; 25th German Conference on Weed Biology and Weed Control, March 13-15, 2012, Braunschweig, Germany. Julius-Kuhn-Archiv. 434:601.
- Miller, S. 2003. Pest fact sheet *Solanum carolinense* L. - NAPPO North American Plant Protection Organization, Ottawa (<http://www.nappo.org/PRA-heets/Solanumcarolinense.pdf>).
- Milović, M., Mitić, B. in Alegro, A. 2010. New neophytes in the flora of Croatia. Natura Croatica. 19/2:407–431.
- Nimis, P.L., Martini, F., Moro, A., Pittao, E., Rizzi, V., Martellos, S. 2013. Flora urbana della città di Trieste. ([http://dryades.units.it/trieste/index.php?procedure=taxon\\_page&id=4721&num=9562](http://dryades.units.it/trieste/index.php?procedure=taxon_page&id=4721&num=9562)).
- Nichols, R.L., Cardina, J., Lynch, R.L, Minton, N.A., Wells, H.D. 1992. Insects, nematodes, and pathogens associated with horsenettle (*Solanum carolinense*) in bermudagrass (*Cynodon dactylon*) pastures. Weed Science. 40(2):320-325.
- Petran, A.J. 2013. Interspecific Grafting of Tomato (*Solanum lycopersicum*) onto Wild Eggplant (*Solanum torvum*) for Increased Environmental Tolerances. Master of Science Thesis, University of Minnesota: 110 str.
- Prostko, E.P., Ingerson-Mahar, J. in Majek, B.A. 1994. Postemergence horsenettle (*Solanum carolinense*) control in field corn (*Zea mays*). Weed Technology. 8:441-444.
- Pyšek, P., Sádlo, J. in Mandák, B. 2002. Catalogue of alien plants of the Czech Republic. Preslia. 74(2):97–186.
- Timmermans, B.G.H. 2005. *Solanum sisymbriifolium* (Lam.): A trap crop for potato cyst nematodes. PhD Thesis, Wageningen University. C.T. de Wit Graduate School for Production Ecology and Resource Conservation (PE&RC), Wageningen, 143 str.
- Verloove, F. 2006. Catalogue of neophytes in Belgium (1800-2005). Scripta Botanica Belgica. 39:1-89.

## CILJNO ZATIRANJE PLEVELA S POMOČJO SISTEMA ZA PODORO PRI ODLOČANJU – DVELETNE IZKUŠNJE Z ZATIRANJEM PLEVELA V KORUZI

Robert LESKOVŠEK<sup>1</sup>, Igor ZIDARIČ<sup>2</sup>, Gregor UREK<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Kmetijski inštitut Slovenije, Ljubljana

### IZVLEČEK

Učinkovita raba fitofarmaceutskih sredstev na podlagi preseženih pragov gospodarske škodljivosti je temelj trajnostnega varstva rastlin. Tudi smernice uravnavanja plevelov po načelih integriranega zatiranja se razvijajo v smeri ciljnega zatiranja plevelnih populacij, saj se vrste razlikujejo po občutljivosti na določene vrste herbicidov, kakor tudi škodi, ki jo povzročajo na gojenih rastlinah. Eno izmed orodij, razvitih v okviru projekta PURE, je generični model za podporo pri odločitvah kemičnega zatiranja plevela. Sistem kvantificira dejanske količine herbicidov, potrebnih za učinkovito zatiranje plevelnih vrst, ob hkratnem ohranjanju pridelka. Slovenska verzija sistema je sestavljena iz štirih prototipov, v podatkovno bazo pa je vključenih 19 herbicidov in 17 plevelnih vrst v koruzi. V letih med 2013 in 2014 smo na zemljiščih Kmetijskega inštituta Slovenije v Jabljah pri Mengšu izvajali poljska testiranja izbranih prototipov. Poskus je bil zasnovan po metodi naključnih blokov in je bil vsako leto izveden na dveh lokacijah. Pri tem smo na podlagi ocenjevanja gostote in razvojne faze plevelov na poskusnem polju s pomočjo sistema za podporo pri odločanju v obravnavanju vključili štiri najučinkovitejše in najcenejše kombinacije herbicidov. Na podlagi dveletnega preizkušanja smo ugotovili, da sta dva izmed štirih prototipov pokazala visoko stopnjo učinkovitosti delovanja. Kljub nekoliko nižji učinkovitosti dveh testiranih prototipov, le-ta ni bistveno vplivala na višino pridelka. Dobre rezultate učinkovitosti delovanja smo ugotovili tudi v obravnavanjih z najcenejšimi pripravki, vendar je bila ugotovljena višja variabilnost v stopnji učinkovitosti. Naši preliminarni izsledki nakazujejo veliko uporabno vrednost sistema za podporo pri odločanju, vendar bo potrebna nadaljnja optimizacija in dodatna preizkušanja izbranih prototipov pred vpeljavo sistema v prakso.

**Ključne besede:** sistem za podporo pri odločanju, herbicidi, pleveli, zatiranje, koruza

### ABSTRACT

#### SITE SPECIFIC WEED MANAGEMENT WITH DECISION SUPPORT SYSTEM - TWO YEARS EXPERIENCE WITH WEED CONTROL IN MAIZE

Decreased inputs of plant protection products and its longterm sustainable use is often based on the economic threshold levels. In the integrated weed management approach site specific weed control measures should be considered, since weed species greatly differ in their susceptibility to herbicides and their ability to compete with the crop. Within the PURE project, a generic decision support system model for chemical weed control in maize was recently developed. The model quantifies the actual herbicide rate needed to sufficiently control the weed species without causing any yield losses. In the slovenian version of the model 19 herbicides and 17 weed species were included. In the years 2013-2014 field validation of selected prototypes was carried out at the experimental station of Agricultural institute of Slovenia in Jablje, Mengeš. Field experiments were arranged in the random block

<sup>1</sup> dr., univ. dipl. ing. kmet., Hacquetova ulica 17, SI-1000 Ljubljana, e-mail: robert.leskovsek@kis.si

<sup>2</sup> dipl. ing. agr., prav tam

<sup>3</sup> dr., univ. dipl. ing. agr., prav tam

design and conducted at two sites in each year. In the first step, the actual need for weed control was assessed with generic decision support system. Secondly, specific herbicide treatments and their rates were calculated on the basis of field scouting, where weed densities and their growth stages were identified. Two years of validation trials showed that two out of four tested prototypes displayed very high level of weed control. Decreased efficacy was observed in two tested prototypes, however no significant yield losses in maize were determined. Some of the cheapest herbicide treatments displayed adequate level of weed control, however very high variability in their performance was observed. Our preliminary testing indicate, that decision support system could serve as a useful tool in reducing herbicide inputs, however further optimisation and validation of selected prototypes will be needed before its implementation into practice.

**Key words:** decision support system, herbicide, weed control, maize

## 1 UVOD

Sodobni sistemi varstva rastlin temeljijo na načelih integriranega varstva rastlin (IPM), kjer bolezni, škodljivce zatiramo na podlagi opazovanja in preseženih pragov gospodarske škodljivosti. Tudi smernice uravnavanja plevelov po načelih integriranega zatiranja plevelov (IVP) se razvijajo v smeri ciljnega uravnavanja plevelnih populacij, saj se vrste razlikujejo po občutljivosti na določene vrste herbicidov, kakor tudi škodi, ki jo povzročajo na gojenih rastlinah.

V nasprotju z zatiranjem drugih škodljivih organizmov, kjer so ukrepi v času izvajanja usmerjeni na eno vrsto, pri varstvu rastlin pred pleveli pogosto zatiramo populacijo več različnih vrst hkrati. Pri tem je znotraj populacije nekaj prevladujočih plevelnih vrst, druge pa so večinoma prisotne v manjšem številu.

Priporočena višina odmerka herbicidov v postopku registracije je večinoma določena na način, da zagotavlja učinkovito delovanje v širokem razponu okoljskih razmer, plevelnih vrst in njihovih razvojnih faz. Tako so priporočeni odmerki velikokrat precej višji, kot pa so dejanske potrebe za zatiranje gospodarsko najpomembnejših plevelnih vrst na posamezni lokaciji (Nurse in sod., 2007).

Obstaja precej raziskav o učinkovitosti različnih odmerkov posameznih skupin herbicidov na posamezne plevelne vrste. Kudsk (2002) na primer poroča, da se je učinkovitost delovanja na ptičjo dresen (*Polygonum aviculare* L.) pri uporabi klorosulfurona v odmerkih med 1/16 in 1/1 (polnim odmerkom) gibala med 38 in 96 %. Pri uporabi klorosulfurona 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).

S stališča dolgoročno učinkovitega kemičnega zatiranja plevelov je smiselno bolj usmerjen pristop k uravnavanju plevelov, kjer je glavni cilj preprečevanja izgube pridelka. Poleg povečanja zapleveljenosti je potrebno upoštevati tudi tveganje za selekcioniranje na posamezne aktivne skupine odpornih plevelnih vrst. Trenutno raziskave na področju uporabe znižanih odmerkov so namreč usmerjene predvsem v preučevanje tveganja, da le-ti povečujejo stopnjo selekcije odpornih biotipov in s tem pospešujejo razvoj odpornosti na posamezne skupine herbicidov (Neve in Powles, 2005; Renton in sod., 2011). Zaradi vsega navedenega obstaja dejanska potreba za optimizacijo porabe herbicidov. Pri tem lahko v znatni meri zmanjšamo neželene učinke uporabe herbicidov na zdravje ljudi in okolje tako, da uporabimo najnižji odmerek, potreben za še učinkovito delovanje (Kudsk in Streibig, 2003). V praksi to pomeni, da dokler je zatiranje plevela z znižanimi odmerki usmerjeno v doseganje visoke učinkovitosti pri dejanskih razmerah delovanja (stopnja zapleveljenosti, vlaga,

priprava zemljišča, razvojni stadij plevela), le-ti naj ne bi bistveno vplivali na učinkovitost njihovega delovanja (Kudsk, 2014).

V sistemih integrirane pridelave koruze na severu Evrope že danes na več kot 50 % zemljišč na Nizozemskem in več ko 80 % zemljišč na Danskem, Nemčiji in Franciji uporabljajo 50-80 % nižje odmerke herbicidov v primerjavi s priporočenimi odmerki (Meissle in sod., 2010).

Kot orodje, ki omogoča usmerjeno zatiranje plevela oz. uporabo znižanih odmerkov, se v sodobnem pristopu varstva rastlin uporabljajo različni sistemi za podporo pri odločanju (decision support system-DSS), ki uporabniku olajša odločitve pri ukrepih varstva rastlin.

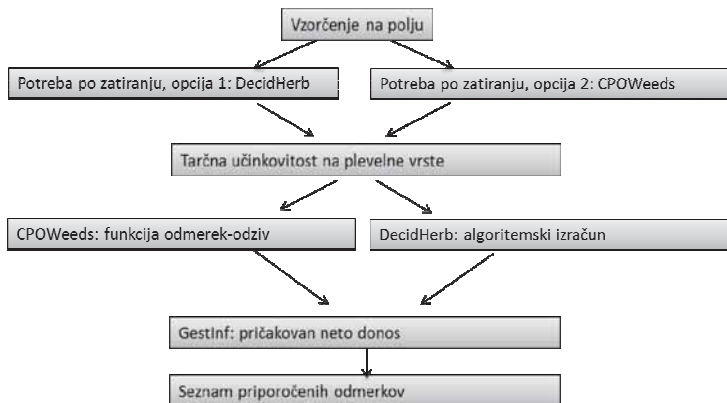
Eno takšnih orodij je tudi DSS, ki je bil razvit v okviru projekta PURE (Pesticide Use-and-risk Reduction in European farming systems with Integrated Pest Management), kjer se odmerki izračunajo glede na gostoto in razvojno fazo plevela ob aplikaciji.

V okviru naše raziskave smo testirali 4 izbrane prototipe DSS, kjer smo preučevali vpliv izbrane strategije (prototipa) kemičnega zatiranja plevelov na učinkovitost njihovega zatiranja v koruzi. Nadalje smo z našo raziskavo želeli ugotoviti ali DSS predstavlja dovolj varno orodje, kjer ob uporabi znižanih odmerkov ne prihaja do izgube pridelka.

## 2 MATERIAL IN METODE

Osnovo sistema za podporo pri odločanju sestavlja dva modula, to je DecidHerb in pa CPOWeeds. Pri obeh se določi tarčna učinkovitost na določeno plevelno vrsto, ki predstavlja vrednost učinkovitosti, ki še ne predstavlja izgube pridelka. Pri modulu CPOWeeds se odmerki izračunajo z logaritemsko enačbo odmerok-odziv, pri DecidHerb-u pa z algoritemsko funkcije (Slika 1).

185



Slika 1: Shema sistema za podporo pri odločanju-DSS.

Za potrebe podatkovne baze sistema za podporo pri odločanju je bilo v letih 2011 in 2012 opravljenih več preliminarne poljskih in lončnih poskusov, na podlagi katerih smo določili osnovne parametre, potrebne za izračun tarčne učinkovitosti izbrane strategije zatiranja plevelov. Po vzpostavitvi on-line verzije DSS-a smo izbrane 4 prototipe začeli preizkušati v realnih njivskih razmerah.

Poljski poskusi so bili opravljeni v koruzi na zemljiščih Kmetijskega inštituta Slovenije v Jabljah pri Mengšu v letih 2013-2014, pri čemer smo vsako sezono poskus izvajali na dveh lokacijah. Osnovni podatki o izvedenih poskusih so prikazani v preglednici 1.

Preglednica 1: Osnovni podatki o poskusih.

leto	2013		2014	
lokacija	Jablje (pri Mengšu)			
oznaka parcele	T9	T14	T8	T9
sorta koruze	DKC 3511 F1	Pioneer 9400 F1	Musixx	Ronaldinio FAO 300
datum setve	21. april	27. april	15. april	16. april
zasnova poskusa	naključni blok v 4 ponovitvah			
velikost parcelice	15 m <sup>2</sup>			
aplikacijska tehnika	AZO sprayers			
šobe	Lechler IDK 120/02			
tlak	3 bari			
poraba vode	290 l/ha			

Poskusi so bili zasnovani po sistemu naključnih blokov v 4 ponovitvah, pri čemer so obravnavanja predstavljali različni (odmerki) oz. strategije zatiranja plevela, kot rezultat izračuna posameznega prototipa (slika 1). Kot standardni pripravek smo v vseh poskusih uporabili Lumax (pred vznikom, 3,5 L/ha).

186

Slika 2: Vmesnik vhodnih podatkov testiranega sistema za podporo pri odločanju (DSS).

Za izračun potrebnih odmerkov potrebuje sistem za podporo pri odločanju naslednje vhodne podatke (slika 2):

- izbira ustreznega prototipa (1),
- ciljni pridelek (2),
- razvojna faza koruze (3),
- identifikacija plevelnih vrst (4)
- gostota plevelov na enoto površine (5),
- povprečna razvojna faza plevelov (6).

Sistem ponuja na izbiro štiri prototipe. To so TE varno, TE tvegano, WPT varno in WPT zanesljivo. Prototipi se razlikujejo med seboj predvsem glede na stopnjo konzervativnosti pri določanju tarčne učinkovitosti. Pred vnosom vhodnih podatkov in izbiro ustreznega prototipa, je potrebno takoj po vzniku plevelov na poskusnem zemljišču izvesti popis plevelnih vrst, kjer se zabeleži vrsta in število posameznih plevelov ter njihova razvojna faza. V primeru, da je površina večja ali pa je plevelna vegetacija močno neenakomerno razporejena, je potrebno popis ponoviti na več manjših vzorčnih podenotah in nato v DSS vnesti povprečno vrednost popisnih rezultatov.

Treatment options, sorted by Cost					
No.	Trade names	Dosage (unit/ha)		Cost Euro/ha	Eco. Net Return (Euro/ha)
		Actual	Normal		
<input type="checkbox"/>					
<input type="checkbox"/> 1	Laudis	2.2 l	2.25 l	79.2	
	Peak 75 WG	30 g	30 g	25.0	
	Estravon (0.1%)	0.3 l		3.3	
	<b>Totals</b>			<b>107.6</b>	<b>2967</b>
<input type="checkbox"/> 2	Lianax	3.3 l	3.75 l	68.1	
	Peak 75 WG	24 g	30 g	20.0	
	Etafe pro (0.25%)	0.3 l		7.0	
	<b>Totals</b>			<b>95.1</b>	<b>2742</b>
<input type="checkbox"/> 3	Herbocid	1.5 l	1.5 l	10.5	
	Laudis	1.4 l	2.25 l	90.4	
	<b>Totals</b>			<b>60.9</b>	<b>2733</b>
<input type="checkbox"/> 4	Equip	1.2 l	2.5 l	44.4	
	Laudis	2.2 l	2.25 l	79.2	
	<b>Totals</b>			<b>123.6</b>	<b>2723</b>

Slika 3: Rezultat izračuna priporočenih odmerkov posameznega modela.

Po vnosu vhodnih podatkov DSS izračuna potrebne količine herbicidov ali njihovih mešanic, potrebnih za doseganje tarčne učinkovitosti na plevelno populacijo. Sistem razvrsti ustrezne rešitve glede na vrednost neto donosa (economic net return), prav tako pa je pri vsaki strategiji prikazan tudi strošek priporočenih kemičnih sredstev. V naših poskusih smo za testiranje vedno uporabili priporočeno kombinacijo, ki bi predvidoma dosegla najvišjo vrednost neto donosa. Ocenjevanje vizualne učinkovitosti po EPPO smernicah smo izvedli 8 tednov po aplikaciji. Statistična analiza rezultatov je bila opravljena s programskim orodjem STATGRAPHICS Centurion XVI (2011, Statpoint Technologies, Warrenton, VA). Za testiranje značilnosti vpliva obravnavanj je bila uporabljena enosmerna ANOVA, povprečja pa so bila primerjana s post-hoc Duncan-ovim testom pri  $P < 0,05$ .

### 3 REZULTATI IN RAZPRAVA

Pri izvajanju testiranja DSS-a že sam izračun oziroma seznam priporočenih herbicidov predstavlja rezultat, saj je sistem v večini primerov predlagal kombinacije dveh herbicidov. Za razliko od DSS-a, se pri klasičnem pristopu kemičnega zatiranja plevela v praksi večinoma uporabljajo polne, priporočene vrednosti odmerka, za katere so bili pripravki registrirani.

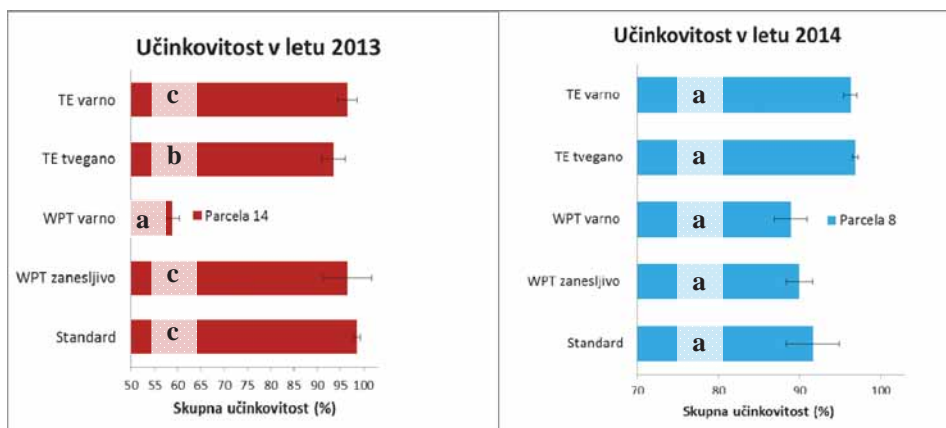
Preglednica 2: Vpliv izbrane strategije (prototipa) na učinkovitost zatiranja plevela in pridelek zrnja v letih 2013 in 2014.

Leto	Lokacija	Dejavnik	Parameter	P-vrednost
2013	14	prototip (strategija)	učinkovitost	0,0000 ***
2014	8	prototip (strategija)	učinkovitost	0,1261
2014	9	prototip (strategija)	učinkovitost	0,1448
2014	8	prototip (strategija)	pridelek zrnja	0,0933
2014	9	prototip (strategija)	pridelek zrnja	0,1811

Rezultat enosmerne ANOVE; Signifikantnost \*\*\* (P<0,001), \*\* (P<0,01), \* (P<0,05)

Rezultati analize variance rezultatov učinkovitosti zatiranja plevelov v letu 2013 so pokazali, da obstajajo statistično značilne razlike med izbranimi strategijami zatiranja plevelov ( $P \leq 0.001$ ) (preglednica 2). Pri strategiji prototipa WPT varno smo na parceli 14 ugotovili statistično značilno slabšo učinkovitost delovanja (58 %) v primerjavi z ostalimi strategijami. Najvišjo učinkovitost je z 98 % pokazala strategija standard (Lumax), podobno dobro delovanje pa smo ugotovili pri prototipih TE varno (96 %), TE tvegano (96 %) in WPT zanesljivo (95 %) (slika 4).

188

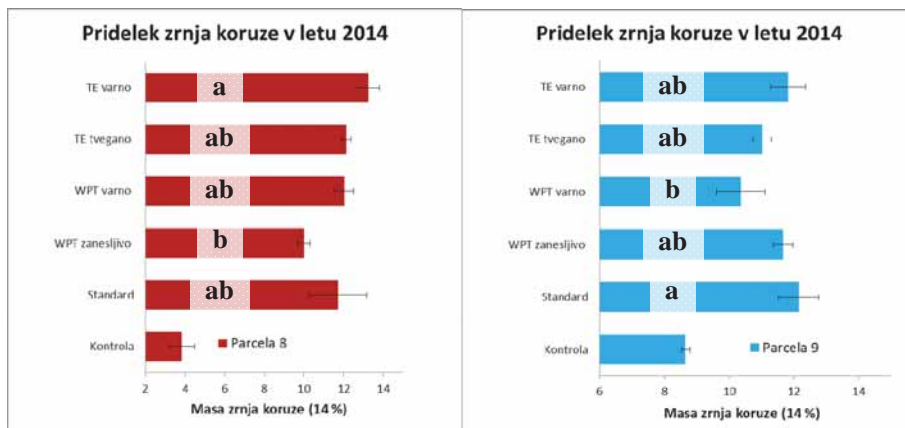


Slika 4: Skupna učinkovitost delovanja testiranih prototipov DSS 8 tednov po aplikaciji v letih 2013 in 2014. Prikazane so povprečne vrednosti in standardne napake ( $\pm$ SE). Obravnavanja, označena z različnimi črkami, se statistično značilno razlikujejo (Duncan-ov test pri  $P \leq 0.05$ ).

Analiza variance za leto 2014 na parceli 8 ni pokazala statistično značilnega vpliva strategije na učinkovitost zatiranja plevela. Najvišje učinkovitosti smo ugotovili pri prototipih TE tvegano (97 %) in TE varno (96 %), ki sta bili tudi po testu mnogoterih primerjav statistično podobno učinkoviti kot ostale strategije (slika 4).

Podobno tudi na lokaciji 9 v letu 2014 nismo ugotovili statistično značilnega vpliva strategije na učinkovitost zatiranja plevela. Je pa post-hoc primerjava sredin pokazala, da je strategija standard (Lumax) pokazala statistično značilno boljše delovanje (99 %) kot pa strategija TE tvegano (78 %) (podatki niso prikazani).





Slika 5: Pridelek zrnja koruze v letih 2013 in 2014. Prikazane so povprečne vrednosti in standardne napake ( $\pm$  SE). Obravnavanja označena z različnimi črkami se statistično značilno razlikujejo (Duncan-ov test pri  $P \leq 0.05$ ).

189

V letu 2013 pridelki koruze niso bili ovrednoteni, saj so bili le-ti zaradi hude suše zelo nizki. Pridelki koruze v letu 2014 so bili nadpovprečni, vendar na nobeni lokaciji nismo ugotovili statistično značilnega vpliva strategije na višino pridelka suhega zrnja koruze. Je pa test mnogoterih primerjav rezultatov pridelka koruze na parceli 8 pokazal, da je pridelek strategije TE varno (13,26 t/ha) statistično značilno višji kot pa v obravnavanju WPT zanesljivo (10,02 t/ha). Pridelki so do neke mere sledili rezultatom učinkovitosti, saj je bil pridelek pri najbolj učinkovitih TE strategijah prav tako najvišji. Nasprotno pa pri najmanj učinkoviti strategiji WPT varno na parceli 8 v letu 2014 nismo izmerili najnižjega pridelka (slika 4 in slika 5). Na lokaciji 9 smo v letu 2014 po testu mnogoterih primerjav ugotovili, da je pridelek koruze, kjer smo uporabili strategijo standard, statistično značilno višji (12,16 t/ha) kot pa pri strategiji WPT varno (10,37 t/ha). Tudi v tem primeru smo pri najbolj učinkoviti strategiji (standard) na koncu izmerili tudi najvišji pridelek (slika 5).

#### 4 SKLEPI

Na podlagi preliminarne preizkušnje sistema za podporo pri odločanju kemičnega zatiranja plevelov v koruzi lahko zaključimo, da smo pri strategiji TE varno ugotovili visoke stopnje učinkovitosti, medtem ko smo pri obeh WPT prototipih ugotovili nižjo in bolj variabilno učinkovitost ter, da bo pred vpeljavo sistema v prakso potrebna nadaljnja optimizacija in dodatna preučevanja vpliva izbranih prototipov na pridelek koruze.

#### 5 ZAHVALA

Raziskava je bila financirana v okviru FP 7 PURE projekta (Pesticide Use-and-risk Reduction in European farming systems with Integrated Pest Management). Za pomoč pri izvedbi poskusov se zahvaljujemo vsem sodelavcem in tehničnemu osebju Kmetijskega inštituta Slovenije.

#### 6 LITERATURA

- 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, 443: 37-44.
- Nurse, R.E., Hamill, A.S., Swanton, C.J., Tardif, F.J., Sikkema, P.H. 2007. Weed control and yield response to foramsulfuron in corn. Weed Technology 21: 453-458.
- Meissle, M., Mouron, P., Musa, T., Bigler, F., Pons, X., Vasileiadis, V.P., Otto, S., Antichi, D., Kiss, J., Pálincás, Z., Dorner, Z., van der Weide, R., Groten, J., Czembor, E., Adamczyk, J., Thibord, J.B., Melander, B., Cordsen Nielsen, G., Poulsen, R.T., Zimmermann, O., Verschwele, A., Oldenburg, E., 2010. Pests, pesticide use and alternative options in European maize production: current status and future prospects. Journal of Applied Entomology 134: 357-375.
- Neve P., Powles S.B. 2005. Recurrent selection with reduced herbicide rates results in the rapid evolution of herbicide resistance in *Lolium rigidum*. Theoretic and Applied Genetics 110: 1154-1166.
- Nurse R.E., Hamill, A.S., Swanton, C.J., Tardif, F.J., Sikkema, P.H. 2007. Weed control and yield response to foramsulfuron in corn. Weed Technology, 21: 453–458
- Renton, M., Diggle A., Manalil S., Powles S. B. 2011. Does cutting herbicide rates threaten the sustainability of weed management in cropping systems? Journal of theoretical biology, 283: 14-27.
- 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 TERMINA APLIKACIJE IN ZNIŽANIH ODMERKOV NA UČINKOVITOST IZBRANEGA HERBICIDA V KORUZI

Igor ZIDARIČ<sup>1</sup>, Robert LESKOVŠEK<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Kmetijski inštitut Slovenije, Ljubljana

### IZVLEČEK

Sodobne smernice varstva rastlin temeljijo na ciljni in strokovno upravičeni rabi fitofarmaceutskih sredstev, kjer so v ospredju prizadevanja za zmanjšanje njihovega vnosa in s tem manjše obremenitve okolja in z njim povezanega tveganja za zdravje ljudi. Uporaba herbicidov pri tem ni nobena izjema, vendar obstajajo dvomi, ali lahko z znižanimi odmerki dovolj učinkovito vplivamo na razvoj in zmanjšanje populacije plevelov brez izgub pridelka. V okviru integriranega pristopa pri zatiranju plevelov v koruzi smo preučevali možnosti uporabe znižanih odmerkov izbranega standardnega herbicida uporabljenega v dveh različnih terminih. V ta namen smo v letih 2013 in 2014 na zemljiščih Kmetijskega inštituta Slovenije v Jabljah pri Mengšu zasnovali poskus po EPPO smernicah in preučevali učinkovitost herbicida Adengo (izoksaf lutol 225 g/l in tienkarbazon metil 90 g/l) pri zatiranju naravne plevelne populacije v posevku koruze. Poljski poskus se je v obeh letih izvajal na dveh lokacijah. Vsi poskusi so vključevali 3 odmerke (100, 75 in 50 % polnega odmerka) herbicida, ki smo ga uporabili v dveh terminih, to je pred vznikom (BBCH 00-11) in zgodaj po vzniku (BBCH 12-13) koruze. Učinkovitost delovanja herbicida je bila ocenjena po vizualni metodi v dveh terminih ocenjevanja. Prvo ocenjevanje smo opravili 3-4 tedne, drugo pa 6-8 tednov po aplikaciji. Na splošno smo v obeh letih preizkušanja ugotovili visoke skupne učinkovitosti zatiranja plevelov, saj so bile ocenjene vrednosti pri večini postopkov nad 95 %. Na obravnavanjih, kjer smo herbicid uporabili zgodaj po vzniku koruze, se učinkovitost delovanja ni zmanjšala v primerjavi z uporabo pred vznikom koruze. Primerjava postopkov z različnimi odmerki je pokazala, da ni bilo večjih razlik v učinkovitosti pri 100 in 75 % odmerku, smo pa ugotovili nekoliko slabše delovanje, kadar smo uporabili le polovični odmerek. Na podlagi rezultatov, pridobljenih s poljskimi poskusi, lahko trdimo, da lahko v razmerah zmerne zapleveljenosti učinkovito uravnavamo plevelno vegetacijo tudi z znižanimi odmerki testiranega herbicida.

**Ključne besede:** integrirano varstvo rastlin, herbicidi, koruza, pleveli, znižani odmerki

### ABSTRACT

#### THE EFFECT OF REDUCED DOSES AND APPLICATION TIMING ON EFFICACY OF SELECTED HERBICIDE IN MAIZE

Current plant protection guidelines are based on targeted use of pesticides with the objective to reduce pesticide inputs and related risks to the environment and human health deriving from their use. Reducing herbicides rates has also received increased interest, however there is an ongoing discussion whether reduced doses will provide sufficient weed control without causing any yield losses. According to the principles of integrated weed management, efficacy of reduced doses of selected standard herbicide used at two different application timing was studied in maize. Two field trials on two sites were conducted in years

---

<sup>1</sup> dipl. ing. agr., Hacquetova ulica 17, SI-1000 Ljubljana, e-mail: igor.zidaric@kis.si

<sup>2</sup> dr., univ. dipl. ing. kmet., prav tam

2013 and 2014 at the experimental station of Agricultural institute of Slovenia, located in Jablje, Mengeš. Standard herbicide Adengo (isoxaflutole 225 g/l in tienkarbazon methyl 90 g/l) was selected for suppression of natural weed population in maize. Treatments included where 3 different herbicide doses (100, 75, and 50 % of the registered dose) applied at two different timing. First application was performed before maize emergence (BBCH 00-11) and the other at early post emergence (BBCH 12-13) application timing. Herbicide efficacy was assessed with a visual method in two different assessment dates. The first evaluation was performed 3-4 weeks after treatment and the other 6-8 weeks after application. In general all treatments displayed high level of weed control with total efficacies in most of the treatments exceeded 95 % in both years. In the early post treatments, level of weed control in maize was not reduced compared to the pre-emergence treatments. There was also no significant difference in efficacy between the registered dose (100 %), compared to the reduced, 75 % dose. Further decrease in herbicide rate resulted in a decreased efficacy in treatments where only 50 % of the registered dose was applied. Results of the two year field study indicate that in a moderate weed pressure conditions, reduced doses of selected herbicide can be recommended and will provide sufficient level of weed control.

**Key words:** integrated weed management, herbicide, maize, reduced doses, weeds

## 1 UVOD

192

V zadnjem obdobju se poleg gospodarnosti v ospredje vse bolj postavlja pridelava varne hrane in prizadevanja za zmanjšanje vpliva fitofarmaceutskih sredstev na zdravje ljudi in okolja. 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, tla, zrak, neciljne organizme). Tako je eden izmed ciljev NAP tudi spodbujanje kmetijskih praks z zmanjšano porabo FFS.

V praksi se zmanjšanje porabe FFS lahko doseže z nadomeščanjem kemičnih metod z nekemičnimi metodami, z zmanjšanjem števila aplikacij in z zmanjšanjem velikosti odmerkov. V zadnjem obdobju se uporaba herbicidov vse bolj nadomešča z nekemijskimi 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).

V preteklosti je bila pozornost pri uporabi znižanih odmerkov usmerjena predvsem na ohranjanje višine pridelka in v določeni meri na tveganje, da preživele plevelne rastline oblikujejo seme in povečujejo talno semensko banko. Trenutno pa so raziskave usmerjene v preučevanje tveganja, da znižani odmerki povečujejo stopnjo selekcije odpornih biotipov in s tem pospešujejo razvoj odpornosti na herbicide (Neve in Powles, 2005; Renton in sod., 2011). Naraščanje števila plevelnih vrst odpornih na različne skupine herbicidov, pri čemer največji delež odpade na glifosat, je ena izmed večjih težav v kmetijski proizvodnji v svetovnem merilu. Trenutno 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).

V praksi to pomeni, da dokler je zatiranje plevela z znižanimi odmerki usmerjeno v doseganje visoke učinkovitosti pri dejanskih razmerah delovanja (stopnja zapleveljenosti, vlaga, priprava zemljišča, razvojni stadij plevela), le-ti naj ne bi bistveno vplivali na učinkovitost njihovega delovanja (Kudsk, 2014).

V okviru naše raziskave smo želeli ugotoviti, ali lahko z zmanjšanim odmerkom herbicida v danih razmerah (zmerna zapleveljenost) dosežemo dovolj visoko učinkovitost zatiranja plevelov in s tem preprečimo izgube pridelka ter ali obstaja razlika v učinkovitosti zatiranja plevelov pri dveh različnih terminih škropljenja (razširjeno okno škropljenja).

## 2 MATERIAL IN METODE

Poskusi so bili izvedeni na zemljiščih Kmetijskega inštituta Slovenije v Jabljah pri Mengšu v letu 2013 in 2014, pri čemer so bili vsako leto opravljeni na dveh lokacijah. Osnovni podatki o poskuschih so opisani v preglednici 1.

Preglednica 1: Osnovni podatki o poskusu.

leto	2013		2014	
lokacija	Jablje (pri Mengšu)			
oznaka parcele	T9	T14	T8	T9
sorta koruze	DKC 3511 F1	Pioneer 9400 F1	Musixx	Ronaldinio FAO 300
datum setve	21. april	27. april	15. april	16. april
zasnova poskusa	naključni blok v 4 ponovitvah			
velikost parcelice	15 m <sup>2</sup>			
aplikacijska tehnika	AZO sprayers			
šobe	Lechler IDK 120/02			
tlak	3 bari			
poraba vode	290 l/ha			

Preglednica 2: Opis obravnavanj, vključenih v poskus.

št. postopka	sredstvo	odmerek (l/ha)	razvojna faza koruze (BBCH)	termin uporabe
1	kontrola	/	/	/
2	Adengo	0,44 (1 N)	00-11	pred vznikom
3	Adengo	0,33 (0,75 N)	00-11	pred vznikom
4	Adengo	0,22 (0,5 N)	00-11	pred vznikom
5	Adengo	0,44 (1 N)	12-13	zgodaj po vzniku
6	Adengo	0,33 (0,75 N)	12-13	zgodaj po vzniku
7	Adengo	0,22 (1 N)	12-13	zgodaj po vzniku

Poskus je bil zasnovan po sistemu naključnih blokov, pri čemer je bilo vključenih 7 obravnavanj v 4 ponovitvah, vključno s kontrolo. Obravnavanja so vključevala 3 odmerke herbicida, kjer smo uporabili registrirano dozo (0,44 L/ha - 1N), ter znižan odmerek 0,75 N (0,33 L/ha) in 0,5 N (0,22 L/ha). Vse 3 odmerke herbicida smo uporabili v dveh terminih, to je pred vznikom (BBCH 00-11) in zgodaj po vzniku koruze (BBCH 12-13). Seznam postopkov, vključenih v poskus, je prikazan v preglednici 2.

Vizualne ocene so bile opravljene po EPPO smernicah v dveh terminih, kjer smo vizualno ocenili učinkovitost delovanja pripravkov. Učinkovitost delovanja je bila ocenjena v dveh terminih, in sicer 4 tedne po uporabi herbicida in 8 tednov po uporabi herbicida.

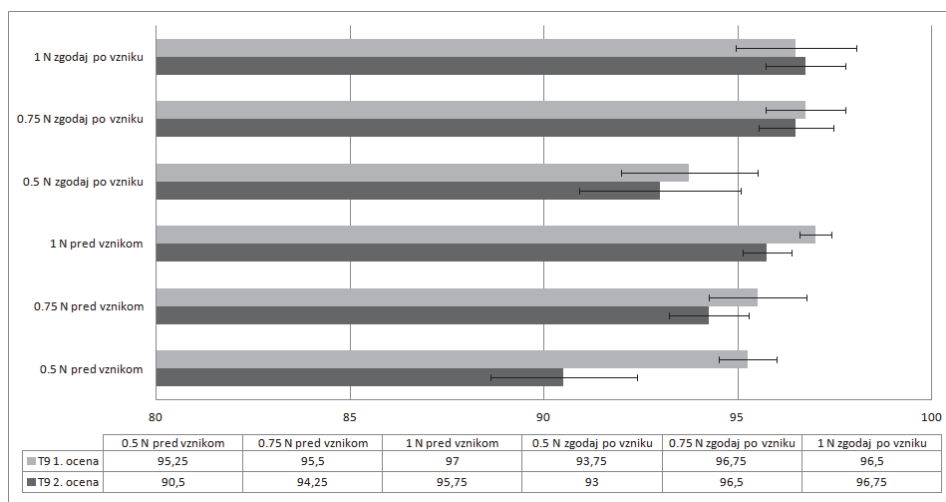
Statistična analiza je bila opravljena s programskim orodjem STATGRAPHICS Centurion XVI (2011, Statpoint Technologies, Warrenton, VA). Predpostavke ANOVE za enakost in normalno porazdelitvijo varianc so bile preverjene z Levenovim in Shapiro-Wilkovim testom. Za testiranje značilnosti vpliva obravnavanj, njihovih ponovitev in interakcije je bila uporabljena enosmerna ANOVA, povprečja pa so bila primerjana s post-hoc LSD testom pri  $P \leq 0,05$ .

### 3 REZULTATI IN RAZPRAVA

Ocena zapleveljenosti kontrolnih parcelic v letih 2013 in 2014 je pokazala majhne razlike v skupnem številu plevelnih vrst na površino, pri čemer lahko za obe leti in lokaciji govorimo o nizki do zmerni stopnji zapleveljenosti. Tako smo v letu 2013 na parceli T9 našli 140 plevelov/m<sup>2</sup>, na lokaciji T14 pa 85 plevelov na kvadratnem metru. Podobne vrednosti smo ugotovili tudi v letu 2014 s 163 pleveli/m<sup>2</sup> na parceli T8 in 119 pleveli/m<sup>2</sup> na lokaciji T9 (podatki niso prikazani).

V obeh letih preizkušanja smo na vseh lokacijah ugotovili visoke stopnje učinkovitosti delovanja herbicida. Vremenske razmere v obdobju pred in po aplikaciji (konec aprila, začetek maja) so bile v letih 2013 in 2014 ugodne, saj je bil izpolnjen osnovni pogoj za dobro delovanje preučevanega herbicida, to je zadostna vlaga v tleh.

194



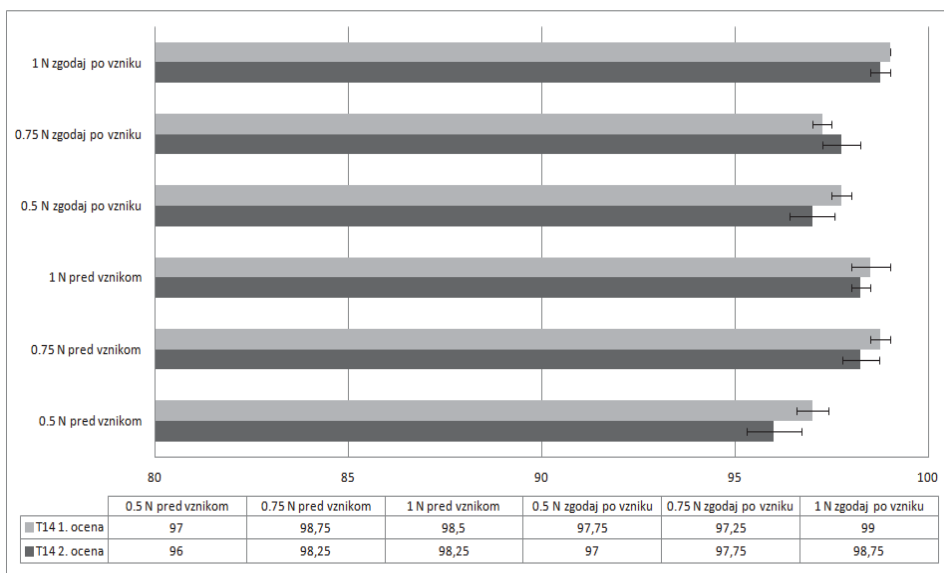
Slika 1: Stopnja učinkovitosti (%) delovanja različnih odmerkov herbicida v letu 2013 na lokaciji T9 in dveh terminih uporabe (pred vznikom in zgodaj po vzniku).

Na lokaciji T9 smo v letu 2013 zabeležili visoko učinkovitost delovanja pri vseh preučevanih odmerkih in obeh terminih uporabe. Je pa bila pri drugem ocenjevalnem terminu ugotovljena

nekolika nižja stopnja učinkovitosti pri uporabi polovičnega odmerka (0,5 N) pred vznikom. Padec učinkovitosti pripisujemo slabšemu rezidualnemu delovanju pri znižanem odmerku in dejstvu, da je bila na tej lokaciji zastopana nekoliko večja plevelna populacija trav (zeleni muhvič in navadna kostreba) (slika 1).

Nasprotno je bila v letu 2013 na lokaciji T14 že pri najnižjem, polovičnem odmerku (0,5 N), ki smo ga uporabili pred vznikom, po 4 tednih ugotovljena visoka stopnja učinkovitosti (97 %) v primerjavi s kontrolnim obravnavanjem. Le-ta se do drugega ocenjevanja, ki smo ga opravili 8 tednov po uporabi, ni bistveno znižala, saj je še vedno znašala visokih 96 %. Pri višjih odmerkih je bilo delovanje herbicida še učinkovitejše, saj so se vrednosti gibale med 97 in 99 %, ne glede na to ali smo herbicid uporabili pred ali zgodaj po vzniku (slika 2).

Zelo visoke stopnje učinkovitosti smo na obeh lokacijah ugotovili tudi v letu 2014, saj le-ta tudi v drugem terminu ocenjevanja pri nobenem od obravnavanj ni padla pod 96 %.

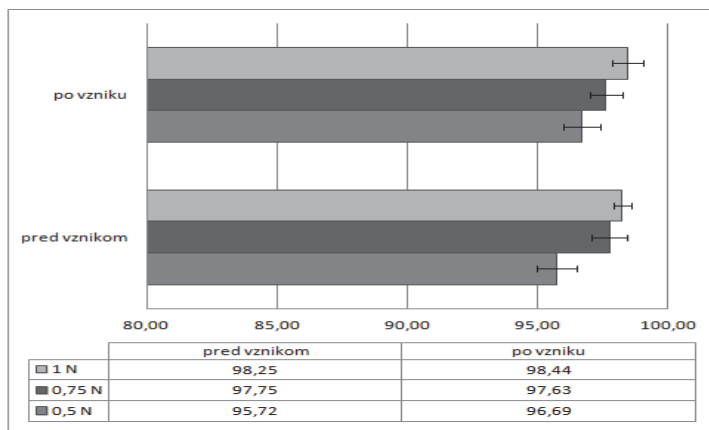


Slika 2: Stopnja učinkovitosti (%) delovanja različnih odmerkov herbicida v letu 2013 na lokaciji T14 in dveh terminih uporabe (pred vznikom in zgodaj po vzniku).

Rezultati analize variance niso pokazali statistično značilnih razlik v stopnji učinkovitosti med leti in lokacijami, zato smo podatke vseh 4 poskusov združili. Ponovno smo opravili analizo variance in primerjali vpliv termina uporabe in velikostjo odmerka na stopnjo učinkovitosti delovanja herbicida.

Rezultati analize variance združenih podatkov so pokazali, da termin uporabe herbicida ni imel statistično značilnega vpliva na stopnjo učinkovitosti ( $P \leq 0.05$ ). Podobno visoke stopnje učinkovitosti smo ugotovili pri terminu škropljenja pred vznikom kakor tudi zgodaj po vzniku.

Smo pa ugotovili statistično značilno razliko v stopnji učinkovitosti pri velikosti odmerka ( $P \leq 0,05$ ), kjer je bil polovični odmerek pred vznikom (0,5 N) statistično značilno nižji od tričetrtinskega (0,75 N). Ni pa bilo razlik med tričetrtinskim (0,75 N) in registriranim odmerkom (1 N) herbicida ne glede na termin uporabe (slika 3).



Slika 3: Skupni rezultati stopnje učinkovitosti delovanja različnih odmerkov herbicida v dveh terminih uporabe (pred vznikom in zgodaj po vzniku).

#### 4 SKLEPI

Na podlagi dvehletnega preučevanja uporabe znižanih odmerkov herbicida in uporabe le-teh v dveh terminih škropljenja so naši rezultati pokazali:

- da ni bilo razlik v učinkovitosti med uporabo izbranega herbicida pred vznikom ali zgodaj po vzniku,
- da pri 75 % odmerku v razmerah nizke in zmerne zapleveljenosti nismo ugotovili nižje učinkovitosti v primerjavi s priporočenim odmerkom,
- da smo statistične razlike v učinkovitosti ugotovili le pri polovičnem odmerku, vendar smo kljub temu ugotovili visoko učinkovitost (96 %), kjer še ne prihaja do izgub pridelka (cilj pridelovalca).

#### 5 ZAHVALA

Za pomoč pri izvedbi poskusov se zahvalujemo zaposlenim na Infrastrukturnemu centru Kmetijskega inštituta Slovenije v Jabljah. Posebna zahvala pa gre Antonu Šmidovniku in Marjetki Jene za pomoč in svetovanje pri izbiri poskusnih parcel.

#### 6 LITERATURA

- Doyle, P., M. Stypa. 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.
- Kudsk, P., 2014. Reduced herbicide rates: present and future. *Julius-Kühn-Archiv*, 443: 37-44.
- Neve P., Powles S.B. 2005. Recurrent selection with reduced herbicide rates results in the rapid evolution of herbicide resistance in *Lolium rigidum*. *Theoretic and Applied Genetics*, 110: 1154-1166.
- Renton, M., Diggle A., Manalil S., Powles S. B. 2011. Does cutting herbicide rates threaten the sustainability of weed management in cropping systems? *Journal of theoretical biology*, 283: 14-27.
- O'Sullivan, J., Bouw. W.J., 1997. Effect of timing and adjuvants on the efficacy of reduced herbicides rates for Sweet Corn (*Zea Mays*). *Weed Technology*, 11: 486-489.
- 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.



## UČINKOVITOST HERBICIDOV ZA ZATIRANJE NOVIH INVAZIVNIH PLEVELOV V POSEVKIH SOJE

Stanislav VAJS<sup>1</sup>, Mario LEŠNIK<sup>2</sup>, Jože MIKLAVC<sup>3</sup>, Boštjan MATKO<sup>4</sup>, Miroslav MEŠL<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede Maribor, Hoče

<sup>2</sup>Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije, Kmetijsko gozdarski zavod Maribor, Maribor

### IZVLEČEK

V poljskem poskusu v letu 2014 smo v posevku soje preučevali biotično učinkovitost herbicidov za zatiranje tujerodnih invazivnih plevelov. Poskus je bil zasnovan v bločni zasnovi z 9 obravnavanji (herbicidnimi programi) v štirih ponovitvah. Nanos herbicidov je bil izveden z nahrbtno škropilnico na stisnjeni zrak v dveh različnih terminih. Poraba škropilne brozge je znašala 350 l ha<sup>-1</sup>. Izvedeni sta bili dve ocenjevanji biotične učinkovitosti izbranih herbicidnih kombinacij na invazivne plevela iz rodov *Ambrosia*, *Amaranthus*, *Iva*, *Datura*, *Sida*, *Bidens*, *Solanum* in *Ipomea*. Prikazani so podatki o učinkovitosti posameznih mešanic herbicidov za zatiranje posameznih plevelov. S herbicidi, ki jih imamo v Sloveniji registrirane za uporabo v posevkih soje, ni možno zagotoviti učinkovitega zatiranja preučevanih invazivnih vrst plevelov.

**Ključne besede:** invazivni pleveli, herbicidi, soja, biotična učinkovitost

197

### ABSTRACT

#### THE EFFICACY OF HERBICIDES IN CONTROLLING NEW INVASIVE WEEDS IN SOYBEAN CROPS

The biological efficacy of herbicides to control new non-native invasive weeds in soybean crops was studied in a field trial carried out during the 2014 season. The trial was designed as a randomized block design with 9 treatments (herbicide programmes) in four replications. The herbicides were applied in a spray volume of 350 l ha<sup>-1</sup> by a knapsack sprayer powered by compressed air during two different soybean growth periods. Evaluations of herbicide efficacy for controlling weeds belonging to the genera *Ambrosia*, *Amaranthus*, *Iva*, *Datura*, *Sida*, *Bidens*, *Solanum* and *Ipomea* were done twice within a season. The efficacy data of individual herbicide mixtures for the control of individual weed species are presented. Herbicides registered for weed control in soybean crops in Slovenia do not provide reliable control of the studied invasive weeds.

**Keywords:** invasive weeds, herbicides, soybeans, biotic efficiency

### 1 UVOD

Soja je okopavina z majhno tekmovalno sposobnostjo do plevelov, zato za doseganje visokih pridelkov zahteva temeljito zatiranje le teh. V Sloveniji nimamo tradicije profesionalne pridelave soje, zato mnogi pridelovalci nimajo izkušenj z zatiranjem plevelov. Zaradi

<sup>1</sup> viš. pred., mag., Pivola 10, SI-2311 Hoče, e-mail: stanislav.vajs@um.si

<sup>2</sup> prof. dr., prav tam

<sup>3</sup> mag., Vinarska 14, SI-2000 Maribor

<sup>4</sup> univ. dipl. inž. agr., prav tam

<sup>5</sup> univ. dipl. inž. agr., prav tam

omejenega obsega pridelave soje pri nas ponudniki herbicidov niso izvedli registracij vseh herbicidov, ki jih širše v svetu lahko uporabljamo v posevkih soje. Iz tega razloga pridelovalci pri nas nimajo na voljo tako popolne palete herbicidov, kot jih imajo pridelovalci v državah tradicionalnih pridelovalkah soje. Tudi v posevkih soje se srečujemo s splošnim pojavljanjem novih invazivnih plevelov. V sosednjih državah spremljajo pojav invazivnih plevelov v posevkih soje intenzivneje kot pri nas in poročajo o pojavih novih plevelov in možnostih za njihovo zatiranje (Soldano, 1982; Zanotti, 1989; Anon., EPPO, 2001; Malidža in Vrbnčanin, 2006; Follak, 2008; Iamónico, 2008, 2010; Follak *et al.*, 2013). Pomembni novi pleveli, ki se dobro razvijajo v posevkih soje, so na primer *Datura stramonium* L., *D. ferox* L., *Amaranthus rudis* Saur., *A. palmeri* S. Wats., *Iva xanthifolia* Nutt., *Bidens subalternans* DC., *Ambrosia trifida* L., *Ipomoea hederacea* Jacq. in številni drugi.

Namen naše raziskave je bil preučiti možnosti za zatiranje nekaterih novih invazivnih tujerodnih plevelov v posevkih soje s herbicidi, ki jih imamo na voljo na slovenskem trgu. V poskusu smo preučevali vrste, za katere ocenjujemo, da bi se lahko na naših njivah kmalu pojavile v velikih populacijah in, ki so po svetu splošno znane kot značilni pleveli posevkov soje in zahtevajo intenzivno zatiranje oziroma povzročajo velike težave pri zatiranju.

## 2 MATERIALI IN METODE

### 2.1 Zasnova poskusa

Poskus je bil zasnovan kot klasični poljski poskus v naključnih blokih s štirimi ponovitvami poskusnih obravnavanj. Imeli smo 9 različnih obravnavanj – herbicidnih škropilnih programov (glej preglednico 1). Posamezna parcelica je merila 25 m<sup>2</sup> (4 x 6,25 m).

Preglednica 1: Preučevani herbicidni pripravki, aktivne snovi, odmerki in čas uporabe.

Št. obr.	Pripravek:	Aktivne snovi:	Odmerki:	Termin škrop.
1.	AFALON	linuron 450 g/l	2 l/ha	A
2.	HARMONY 50 SX TREND 90 FUSILADE MAX	tifensulfuron-metil 500 g/kg izodecil alkohol etoksilat 900 g/l fluazifop-p-butil 150 g/l	12 g/ha 0,1 % 1 l/ha	B B B
3.	DUAL GOLD 960 EC STOMP AQUA	S-metolaklor 960 g/l pendimetalin 455 g/l	1 l/ha 2 l/ha	A A
4.	DUAL GOLD 960 EC STOMP AQUA BASAGRAN	S-metolaklor 960 g/l pendimetalin 455 g/l bentazon 480 g/l	1 l/ha 2 l/ha 1 l/ha	A A B
5.	SENCOR CENTIUM	metribuzin 600 g/l klomazon 360 g/l	0,4 l/ha 0,25 l/ha	A A
6.	BASAGRAN FUSILADE MAX	bentazon 480 g/l fluazifop-p-butil 150 g/l	2 l/ha 1 l/ha	B B
7.	PLATEEN WG 41,5	flufenacet 240 g/kg metribuzin 175 g/kg	2 kg/ha	A
8.	FRONTIER X2 STOMP AQUA	dimetanamid-P 720 g/l pendimetalin 455 g/l	1,0 l/ha 2 l/ha	A A
9.	HARMONY SX 50 TREND 90 BASAGRAN	tifensulfuron-metil 500g/kg izodecil alkohol etoksilat 900 g/l bentazon 480 g/l	0,075 kg/ha 0,1 % 1 l/ha	B B B
10.	KONTROLA			

A – pred vznikom soje in plevelov BBCH 01, (9.5.2014).

B – po vzniku soje in plevelov BBCH 03, (6.6.2014).

Sojo (cv. Aligator; razred 000) smo posejali s sejalnico Pöttinger - Terrasem 8. maja 2014 na gostoto 70 rastlin na m<sup>2</sup>. Naslednji dan po setvi soje smo posejali tudi preučevane plevelce. Na vsako poskusno parcelico smo med vrste soje posejali približno 150 semen preučevanih plevelcev na m<sup>2</sup> na sistematično razporejene mikroparcelice velikosti 0,5 m<sup>2</sup>. Vsaka mikroparcelica je bila označena tako, da smo pri ocenjevanju učinkovitosti herbicidov natančno vedeli, kje moramo iskati ostanke od herbicidov poškodovanih preučevanih plevelcev. Plevelno seme smo po ročni setvi v tla zadelali z grabljami na globino od 2 do 3 cm. Poskus je bil izveden na lokaciji Pivola, Hoče pri Mariboru (46°30'17,72" N 15°37'36,98" E), na dobro založenih srednje težkih tleh (organska snov 2,2 %, delež glinenih delcev 14,5 %, pH (KCl) 6,4). Seme plevelcev je izviralo iz ozemlja RS, Hrvaške Istre in različnih lokacij iz Padske nižine iz Italije.

## 2.2 Uporabljeni herbicidni pripravki in ocenjevanje učinkovitosti

Pregled uporabljenih pripravkov je prikazan v preglednici 1. Ocena učinkovitosti delovanja herbicidov je bila izvedena dvakrat po uporabi herbicidov po standardni metodi vizualnega bonitiranja stopnje učinkovitosti in izražena v odstotkih (Bleiholder, 1989). Podatke o povprečni učinkovitosti (n=4) smo statistično obdelali (ANOVA in uporaba LSD testa (P<0,05)), vendar oznak za statistično značilnost razlik med herbicidi in pleveli nismo vstavili v preglednice, ker nas je zanimal predvsem rang učinkovitosti in ne absolutne razlike med pripravki.

## 3 REZULTATI IN RAZPRAVA

### 3.1 Rezultati glede ugotovljene učinkovitosti preučevanih herbicidnih kombinacij pri plevelih iz družine Asteraceae in Malvaceae

199

V poskusu smo preučevali tri vrste ambrozij. Iz dosedanjih izkušenj vemo, da pelinolistno ambrozijo v posevkih soje pri nas težko zatremo, ker imamo zelo ozek nabor herbicidov za uporabo po vzniku. Rezultati kažejo, da pri pelinolistni ambroziji v najboljšem primeru lahko računamo z učinkovitostjo blizu 90 %, če najprej uporabimo talni herbicid (Stomp, Sencor ali Plateen) in nato izvedemo še dve aplikaciji listnih herbicidov (1 x Basagran + 1 x Harmony ali 2 x Harmony deljen odmerek). Izmed talnih pripravkov lahko največ pričakujemo od aktivne snovi metribuzin in najmanj od snovi pendimetalin. Pri trajni ambroziji (*A. psilostachya*) smo preučevali rastline razvite iz semena. V povprečju so dosežene učinkovitosti herbicidov za zatiranje trajne ambrozije podobne tistim pri pelinolistni ambroziji (od 30 do 90 %). Delovanje herbicidov je sicer preživelo veliko rastlin, vendar jeseni do spravila soje (10.10.) večina ni uspela oblikovati semena. Pri trikrpi ambroziji (*A. trifida*) smo pričakovali nizko učinkovitost. Iz izkušenj pri izvajanju poskusov v koruzi vemo, da je delovanje talnih herbicidov slabo, ker rastline vznikajo iz velike globine (tudi 15 cm). V našem poskusu smo v času vznikanja plevelcev imeli veliko padavin (več kot 90 mm), zato je prišlo do zmernega izpiranja talnih herbicidov. Najvišjo učinkovitost zatiranja ambrozij lahko pričakujemo, če najprej uporabimo talni herbicid in potem po vzniku izvedemo dve okopavanji in deljeno aplikacijo pripravkov Harmony in Basagran. Če imamo populacije, ki presegajo več kot 30 rastlin ambrozije na m<sup>2</sup>, potem lahko pričakujemo velike izgube pridelka, kljub uporabi herbicidov. Ambrozije slabo prenašajo okopavanje če ga izvajamo, dokler rastline nimajo več kot 4 prave liste, pozneje se obnovitvena sposobnost nekoliko poveča, posebej če je veliko padavin. S preučevanimi herbicidi trajne ambrozije v posevkih soje ne moremo dovolj kakovostno zatreti, da nebi bilo izgub pridelka. Zelo prav bi prišli herbicidi na podlagi imidazolinonov (npr. imazetapir in imazamoks).

V rodu *Parthenium* smo preučevali le eno vrsto (*P. hysterophorus* L. - slo. partenijum – ameriški ščetinasti vratič - tropska ambrozija). Ta plevel izvira iz severne Amerike in se je

razširil po vseh celinah. Poleg škode v posevkih povzroča alergije in dermatitise različnih oblik pri ljudeh in živalih. Organizacija EPPO trenutno preučuje možnosti, da bi ta plevel uvrstili na seznam nevarnih invazivnih rastlin. Je semenski enoletni plevel, precej podoben ambroziji, ki ga razširjamo tudi kot zdravilno rastlino in rastlino z repelentnim učinkom za škodljivce poljščin in vrtnin pri ekološki pridelavi. Vznika nekaj pozneje od ambrozije. Na splošno je bila učinkovitost herbicidov dokaj nizka (pod 80 %), ker je v začetku prišlo do zamude v vznikanju, pozne uporabe listnih herbicidov pa ni bilo. Pozno vznikle rastline so ušle delovanju herbicidov. Ker poletje 2014 ni bilo izrazito toplo, rastline partenijuma niso razvile pričakovanega habitusa (nad 1,5 m) in preživele rastline so oblikovale zelo malo semen. Po podatkih iz leta 2014 ne kaže, da bi v naših razmerah ta plevel bil zelo tekmovalen do soje. V zelo sušnem in vročem poletju bi zelo verjetno dobili drugačne rezultate in preživele rastline bi oblikovale bistveno več semen.

Preglednica 2: Stopnja učinkovitosti (%; n=4) preučevanih herbicidov za zatiranje preučevanih plevelov (Asteraceae in Malvaceae).

Plevel/obravnava	Afalon	Harmony + Focus	Dual + Stomp	Dual + Stomp + Basagran	Sencor + Centium	Basagran + Fusilade	Plateen	Frontier + Stomp	Harmony + Basagran
Prvo ocenjevanje, BBCH 22, 3 tedne po aplikaciji herbicidov									
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	83,8	90,5	12,5	77,2	55,5	83,0	72,5	25,0	83,5
<i>Ambrosia psilostachya</i>	88,5	93,0	20,0	76,2	58,7	87,2	80,0	20,0	82,2
<i>Ambrosia trifida</i>	78,5	73,7	13,7	91,0	55,0	58,7	70,0	10,0	95,0
<i>Iva xanthifolia</i>	99,7	99,5	99,5	100,0	98,2	98,7	100	99,7	99,5
<i>Parthenium hysterophorus</i>	99,5	98,7	67,0	98,0	97,0	97,0	99,0	67,5	96,2
<i>Bidens subalternans</i>	55,2	96,0	51,2	89,0	95,7	88,2	98,0	65,0	96,5
<i>Sida spinosa</i>	63,0	57,2	59,5	70,2	82,2	66,7	70,0	55,5	75,5
Drugo ocenjevanje, BBCH 75, 14 tednov po aplikaciji herbicidov									
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	48,7	84,5	15,0	55,0	41,2	57,5	63,7	27,5	79,2
<i>Ambrosia psilostachya</i>	55,0	89,7	13,7	56,7	45,0	63,7	48,7	31,2	79,5
<i>Ambrosia trifida</i>	32,5	56,2	12,5	33,7	36,2	21,2	18,7	7,5	45,0
<i>Iva xanthifolia</i>	99,0	98,0	99,5	99,7	89,0	99,0	99,2	99,0	98,5
<i>Parthenium hysterophorus</i>	93,0	91,0	90,0	97,5	96,0	91,2	97,0	64,2	83,5
<i>Bidens subalternans</i>	56,7	79,0	26,2	84,2	89,2	84,5	95,0	43,7	77,2
<i>Sida spinosa</i>	55,0	27,5	40,0	81,5	60,0	58,7	72,5	52,5	57,7

Oblorožka (*Iva xanthifolia* Nutt.) je pri nas še redek plevel, ki prav tako izvira iz severne Amerike. Je zelo tekmovalna do soje, saj lahko preseže višino 2 m. Z delovanjem herbicidov v poskusu smo lahko zadovoljni, saj je večina imela učinkovitost nad 90 % tudi pri drugem ocenjevanju. Vse kaže, da ta plevel z obstoječim naborom herbicidov lahko uspešno zatiramo. Nenavadni mrkač (*Bidens subalternans* DC.) je plevel, ki se na ozemlju RS pojavlja že vsaj 20 let. Polagoma iz ruderalnih rastišč prehaja tudi na njive. Rastlina lahko doseže višino 2 m in za posevke soje predstavlja zelo tekmovalen plevel. Vznika zgodaj in ima hiter mladostni razvoj. Seme dozori pred spravilom soje. Rezultati kažejo, da preučevani herbicidi nimajo zelo visoke učinkovitosti. Rastline se po nekaj tednih obnovijo in pri drugem ocenjevanju je učinkovitost občutno padla. Izmed talnih herbicidov lahko najboljše delovanje pričakujemo pri pripravkih Sencor (metribuzin) in Plateen (metribuzin + flufenacet). Oba imata dolgo rezidualno učinkovitost. Pripravka Stomp in Afalon nista bila dovolj učinkovita. Korekcija s herbicidoma Harmony in Basagran po vzniku lahko občutno poveča celovito učinkovitost herbicidnega programa. Za preprečevanje hitrega povečevanja banke semena te vrste, ki je že

prisotna v posevkih soje povsod po svetu, je dobro uporabiti talne in nato še razpoložljive listne herbicide.

Pleveli iz rodu *Sida* iz družine Malvaceae v neevropskem delu sveta zelo pogosto spremljajo posevke soje. Pri nas je iz te skupine zelo pomemben plevel baržunasti oslez (*Abutilon theophrasti* Medik.), ki ga le s težavo zatiramo. Rastline iz rodu *Sida* uvažamo kot okrasne, zdravilne in meditacijske rastline. V svetovnem merilu so zelo pomembni pleveli *S. spinosa* L., *S. cordifolia* L. in *S. rhombifolia* L. Polagoma se pojavljajo tudi v severnejših predelih Evrope (Reijerse in Verrijdt, 2010). Mi smo v poskusu preučevali enoletno vrsto, ki lahko uspeva daleč na severu, to je *S. spinosa* (navadna slezenovka). Rastlina je v začetnih razvojnih stadijih zelo podobna baržunastemu oslezu. Razvije se v 1 m visok grmiček z rumenimi cvetovi. Rezultati so nas presenetili, saj nobeden od preučevanih herbicidov ni imel visoke učinkovitosti. Po podatkih iz ZDA (osebna komunikacija s svetovalci v Nebraski in Braziliji; Copping *et al.*, 2012) ima ta plevel visoko stopnjo tolerantnosti na herbicide in ga v posevkih soje pogosto ni možno povsem zatreti. Do jeseni so rastline prizadete od herbicidov v našem poskusu uspele oblikovati nekaj semen, vendar ne veliko. Ocenjujemo, da bi se ta plevel pri nas na njivah lahko ohranil, vendar bi bil pri uporabi večine herbicidov dokaj nekonkurenčen. Težav z zatiranjem, kot jih poznajo v južni in severni Ameriki, pri nas ne pričakujemo.

V poskusu smo preučevali tudi tri vrste iz rodu *Datura* (kristavec). Povsod po svetu so kristavci značilni pleveli posevkov soje. Gotovo je v zmernem pasu najbolj pogosta vrsta *D. stramonium* L., polagoma pa se v zmerni pas preseljujejo vrste kot so *D. ferox* L., *D. metel* L., še posebno za različne selekcije okrasnih vrst, kot na primer *D. innoxia* Mill. in druge. Populacije navadnega kristavca naraščajo v povezavi s poletnimi sušami in stresnimi razmerami v posevkih poljščin. Kristavci so tudi strupene rastline. V poskusu smo pozornost namenili vrstama *D. ferox* (afriški kristavec) in *D. metel* (indijski kristavec). Trenutno se na naših njivah ne pojavljata, tu in tam pa lahko najdemo kakšno rastlino na vrtovih, gojeno za okras, ali pa je njen pojav slučajen, zaradi odmetavanja ostankov ptičje krme. Pri naturalizirani vrsti *D. stramonium* smo ugotovili, da je delovanje listnih herbicidov povprečno zadovoljivo (večinoma nad 80 %), talnih pa ni zadovoljivo.

### 3.2 Rezultati glede ugotovljene učinkovitosti preučevanih herbicidnih kombinacij pri plevelih iz družin Solanaceae in Convolvulaceae

Če bi v našem poskusu imeli veliko semensko banko, bi kristavec zelo verjetno povzročil veliko izgubo pridelka. Tla so bila v maju zelo hladna in vse tri vrste so vzniknile zelo pozno, proti koncu maja ali v začetku junija. Ker so takšne razmere pri nas pogoste, je na njivah z velikimi populacijami kristavca potrebno izvesti pozno okopavanje in čim bolj pozno aplikacijo pripravka Harmony. Učinkovitosti herbicidov proti drugima dvema vrstama so bile primerljive, pri vrsti *D. ferox* nekaj nižje in pri vrsti *D. metel* nekaj višje. Glede na to, da smo opravili samo en poskus, ne moremo oceniti, ali bi se vrsti *D. ferox* in *D. metel* lahko pri nas trajno obdržali. Vsekakor bi se inicialne populacije lahko začele razvijati, saj v poskusu oblikovanja semena nismo uspeli povsem preprečiti. Ocenjujemo, da je vrsta *D. ferox* bolj tekmovalna od vrste *D. metel*. Ima hitrejši razvoj pri nižji temperaturi.

Preučevali smo tudi ježičastoplodni razhudnik (*Solanum rostratum* Dunal). To je vrsta, ki kaže velik invazivni potencial za mediteranski in vzhodni del Evrope, kamor spadamo tudi mi. To je toploljubni, enoletni semenski plevel, ki v ZDA spada med bolj pomembne plevele posevkov soje. Tudi pri njegovem razvoju smo ugotovili počasen vznik v maju in potem zapozneno vznikanje v začetku junija, kar je povzročilo delen pobeg delovanju herbicidov. Ker poletje ni bilo izrazito vroče in sušno, razhudnik ni imel velike tekmovalne sposobnosti in je do jeseni oblikoval le malo semen. Ocenjujemo, da kljub razmeroma nizki učinkovitosti

preučevanih herbicidov (med 40 in 80 %) v poletjih z dobro oskrbo soje z vodo ne pričakujemo velike izgube pridelka zaradi tega plevela. Dobro je, če smo pozorni na pojav tega plevela, ker zelo temeljitega zatiranja ne moremo zagotoviti. Ko se ustvarijo velike semenske banke, imamo lahko pri zatiranju podobne težave kot drugod po svetu (Basset in Munro, 1986; Jindian in Quanru, 2006; Anon., DEPI-AU, 2014).

Preglednica 3: Stopnja učinkovitosti (% , n=4) preučevanih herbicidov za zatiranje preučevanih plevelov (Solanaceae in Convolvulaceae).

Plevel/obravnavanje	Afalon	Harmony + Focus	Dual + Stomp	Dual + Stomp + Basagran	Centium	Sencor + Fusilade	Basagran + Fusilade	Plateen	Frontier + Stomp	Harmony + Basagran
Prvo ocenjevanje, BBCH 22, 3 tedne po aplikaciji herbicidov										
<i>Datura stramonium</i>	40,0	93,2	75,5	90,75	66,25	85,0	59,2	54,2	94,0	
<i>Datura ferox</i>	45,0	83,7	50,0	85,75	48,75	61,2	45,0	35,0	89,5	
<i>Datura metel</i>	50,0	82,5	59,5	87,0	48,75	68,7	52,5	31,2	89,0	
<i>Solanum rostratum</i>	57,0	87,0	55,7	81,25	69,25	60,5	77,5	40,0	94,7	
<i>Ipomoea hederacea</i>	56,2	90,0	48,7	78,25	71,25	55,0	88,7	63,7	84,2	
<i>Ipomoea lacunosa</i>	56,2	90,0	55,0	77,5	71,25	70,0	88,7	66,2	91,0	
Drugo ocenjevanje, BBCH 75, 14 tednov po aplikaciji herbicidov										
<i>Datura stramonium</i>	42,5	94,2	90,0	77,5	53,7	81,7	48,7	42,5	95,2	
<i>Datura ferox</i>	55,0	89,5	82,5	67,5	47,5	62,5	42,5	61,2	90,7	
<i>Datura metel</i>	70,0	94,7	90,0	75,0	60,0	78,7	48,7	60,0	94,5	
<i>Solanum rostratum</i>	78,7	97,5	67,5	87,5	57,5	55,0	48,7	35,0	94,0	
<i>Ipomoea hederacea</i>	47,5	55,0	42,5	63,7	65,0	42,5	70,0	55,0	67,5	
<i>Ipomoea lacunosa</i>	50,0	70,0	35,0	61,2	66,2	47,5	82,2	40,0	70,0	

202

Tudi pleveli iz rodu *Ipomoea* (sladki krompir) so v svetovnem merilu zelo pogost spremljevalec njiv, posejanih s sojo. Številne, sicer po izvoru bolj tropske vrste, polagoma prodirajo proti severu. Za naše njive so najbolj nevarne vrste, ki dobro uspevajo na njivah severne Amerike. Takšni dve sta vrsti *I. hederacea* Jacq. (bršljanolistni lažni slak – sladki krompir) in *I. lacunosa* L. (drobnocvetni lažni slak – sladki krompir), ki smo jih uvrstili med naše preučevane vrste. Gre za enoletna semenska plevela, ki po zgledu rastlin spominjata na slak. Sladke krompirje pogosto gojimo kot okrasne plezalke in to je najbolj pogosta pot vnašanja teh plevelov. Preučevana plevela nista posebno zanimiva kot okrasni rastlini. Da sta potencialna nevarna plevela, kaže dokaj nizka učinkovitost preučevanih herbicidov (le med 40 in 70 %). Pri takšni učinkovitosti lahko pričakujemo postopno povečevanje semenskih bank v tleh in povečevanje težav pri zatiranju. Tovrstni pleveli otežujejo žetev, kar je še dodaten vidik škodljivosti. Tudi seme teh plevelov je strupeno za ljudi in živali. Glede na izbor herbicidov je najboljša kombinacija za uporabo aplikacija pripravka Plateen takoj po setvi in nato čim bolj pozna uporaba pripravka Harmony. Ker lahko v koruzi preučevani vrsti dokaj uspešno zatiramo, ne pričakujemo hitrega povečevanje populacij teh dveh vrst na naših njivah.

### 3.3 Rezultati glede ugotovljene učinkovitosti preučevanih herbicidnih kombinacij pri plevelih iz družine Amaranthaceae

Globalno gledano, spadajo ščiri, med najbolj uspešne plevete. Njihov uspeh temelji na veliki prilagodljivosti in ogromnemu potencialu za oblikovanje semena. Proces naturalizacije vedno novih vrst ščirov na ozemlje RS traja že več kot 150 let in še ni zaključen, saj obstaja še

veliko vrst, ki jih nezavedno vnašamo, a se še niso ustalile. Med temi smo se odločili preučiti naslednje vrste: *A. rudis* Saur., *A. albus* L., *A. dubius* Mart. ex Thell. in *A. palmeri* S. Wats. Trenutno imamo pri nas od preučevanih vrst največje populacije vrste *A. albus* (beli ščir), ki se polagamo seli iz neketijskih zemljišč na njive. Večjih populacij vrst *A. rudis* (močvirski - visoki ščir), *A. dubius* (dvomljivi ščir) in *A. palmeri* (palmerjev ščir) še nimamo. Vsi ščiri vznikajo relativno pozno in so toploljubni poletni okopavinski pleveli. Zaradi oblikovanja velikega števila semen lahko v zelo kratkem času oblikujejo velike semenske banke. Pri vrsti *A. albus* smo ugotovili zadovoljivo delovanje herbicidov (med 85 in 95 %) pri prvem ocenjevanju in večinoma nad 80 % pri drugem ocenjevanju. Mislimo, da je vrsta *A. albus* v posevkih soje dobro obvladljiva in, da ne pričakujemo težav pri zatiranju. Pri vrsti *A. dubius* je bila povprečna učinkovitost pri prvi oceni primerljiva ostalim ščirov, pri drugi oceni pa že nekoliko nižja (med 70 in 80 %). Po habitusu je ta vrsta nekoliko večja od prejšnje in tudi nekaj bolj tekmovalna. Glede temperaturnih razmer je bolj zahtevna, saj je po izvoru bolj tropska. Zato je vznikala z manjšo zamudo, kar je nekoliko zmanjšalo rezidualni učinek talnih herbicidov. Do jeseni so se razvile nad 1,5 m velike rastline, ki so gotovo imele več kot 50 000 semen na rastlino. Pri tej vrsti lahko pričakujemo hitro povečevanje semenske banke. Kot njivski plevel jo pričakujemo predvsem na Primorskem.

Preglednica 4: Stopnja učinkovitosti (% , n=4) preučevanih herbicidov za zatiranje preučevanih plevelov (Amaranthaceae).

Plevel/obravnavanje	Afalon	Harmony + Focus	Dual + Stomp	Dual + Stomp + Basagran	Centium	Sencor + Fusilade	Basagran + Fusilade	Plateen	Frontier + Stomp	Harmony + Basagran
Prvo ocenjevanje, BBCH 22, 3 tedne po aplikaciji herbicidov										
<i>Amaranthus rudis</i>	97,5	78,7	98,2	98,2	73,0	51,2	95,2	99,0	81,2	
<i>Amaranthus palmeri</i>	98,7	94,0	99,2	99,0	75,2	81,0	97,0	99,2	92,5	
<i>Amaranthus albus</i>	99,5	96,2	99,5	99,5	93,2	97,0	99,5	99,2	98,5	
<i>Amaranthus dubius</i>	97,2	97,0	97,5	96,7	67,0	87,5	96,0	95,5	97,7	
Drugo ocenjevanje, BBCH 75, 14 tednov po aplikaciji herbicidov										
<i>Amaranthus rudis</i>	83,0	71,2	94,7	97,5	40,0	45,0	86,7	97,0	72,5	
<i>Amaranthus palmeri</i>	85,2	51,5	92,0	95,0	60,0	30,0	77,2	96,0	81,2	
<i>Amaranthus albus</i>	98,5	95,0	100,0	100,0	90,5	83,7	96,7	97,7	95,0	
<i>Amaranthus dubius</i>	93,2	95,0	98,0	94,7	49,00	60,0	80,5	93,2	83,2	

Vrsti *A. rudis* in *A. palmeri* sodita med bistveno bolj škodljive ščire od prej omenjenih. V ZDA lahko zasledimo številne objave o težavah pri zatiranju in o odpornosti na glifosatne in imidazolinonske pripravke (Horak in Peterson, 1995; Hager *et al.*, 2002; Eubank, 2013; Rosenbaum in Bradley, 2013.). Obe sta do soje visoko tekmovalni. Lahko povzročita tudi do 90 % izgubo pridelka že pri dveh do treh rastlinah na kvadratni meter. Vrsta *A. rudis* vznika zgodaj, bolj kot poletna suša ji ustrezajo razmere z veliko padavinami in povprečnimi temperaturami. Je izjemen plevel, saj rastline lahko dosežejo višino 4 m in posamezna rastlina lahko ima več kot milijon semen (opazovanja M. Lešnik). Vrsta *A. palmeri* se dobro razvija v sušnih razmerah, kjer občutno pridobi na tekmovalni sposobnosti. Če se bo pojavila na naših njivah, lahko pričakujemo velike populacije na zemljiščih, kjer se pogosto pojavlja poletna suša. Z učinkovitostjo herbicidov proti obema vrstama ne moremo biti zadovoljni. Pri drugem ocenjevanju je učinkovitost pri več herbicidnih programih padla pod 90 %, kar je premalo za temeljito zatiranje.

## 4 SKLEPI

Pričakovane učinkovitosti herbicidov dostopnih na slovenskem trgu so pri zatiranju preučevanih vrst tujerodnih plevelov v povprečju nižje od učinkovitosti, ki jih dosegamo proti najpomembnejšim domorodnim vrstam. Če želimo doseči bolj zanesljivo zatiranje plevelov v posevkih soje, moramo še posebno v primeru pojava tujerodnih vrst povečati razpoložljivi nabor herbicidov. Kot zelo nevarne plevela za posevke soje v naših razmerah lahko izpostavimo predvsem vrste *A. rudis*, *A. palmeri*, *Ambrosia trifida*, *A. artemisiifolia* in *Bidens subalternans*. Ostale preučevane vrste so nekoliko manj nevarne, lahko pa prav tako povzročijo obsežne izgube pridelka, če si ustvarijo velike semenske banke, saj v praksi dosežemo učinkovitost zatiranja le med 80 in 90 %. Ob pojavu prvih rastlin preučevanih vrst je potrebno zelo temeljito ukrepanje, da ustavimo razvoj semenskih bank.

## 5 ZAHVALA

Raziskave so bile opravljene v okviru CRP projekta V1-1090 (Invazivne tujerodne rastlinske vrste v Sloveniji ter vpliv na ohranjanje biotske raznovrstnosti in trajnostno rabo virov), za izvedbo katerega so bila sredstva zagotovljena s strani Agencije za raziskovalno dejavnost RS in Ministrstva za kmetijstva, gozdarstvo in prehrano. Financerjem se zahvaljujemo za finančno podporo.

## 6 LITERATURA

- Anon., DEPI-AU, 2014. A-Z of Weeds: Buffalobur., Australia: Department of Environment and Primary Industries (DEPI), State Government of Victoria.  
(<http://www.depi.vic.gov.au/agriculture-and-food/pests-diseases-and-weeds/weeds/a-z-of-weeds/buffalo-burr>).
- Anon., EPPO, 2001. Pest Risk Analysis: *Solanum rostratum*.  
([https://www.eppo.int/QUARANTINE/Pest\\_Risk\\_Analysis/PRA\\_documents.htm](https://www.eppo.int/QUARANTINE/Pest_Risk_Analysis/PRA_documents.htm)).
- Basset, L.J. in Munro, D. B. 1986. The biology of Canadian weeds. 78. *Solanum carolinense* L. and *S. rostratum* Dunal. Canadian J. Plant Sci., 66: 977-991.
- Bleiholder, H. 1989. Methods for the layout and evaluation of field trials (2<sup>nd</sup> ed.). Limburgerhof, Germany, Chapter IV: 141-149.
- Copping, L.G., Green, M.N. in Rees, R.T. 2012. Pest Management in Soybean (Google eBook). Springer Science & Business Media: 369 str.
- Eubank, T. 2013. Herbicide programs for managing glyphosate- and ALS resistant palmer amaranth in Mississippi soybean. Extension publication No. 1352.  
([http://msucares.com/pubs/infosheets\\_research/1352.pdf](http://msucares.com/pubs/infosheets_research/1352.pdf)).
- Follak, S. 2008. Zum Auftreten einiger bemerkenswerter neophytischer Unkräuter in landwirtschaftlichen Kulturen. Linzer Biol. Beitr., 40/1: 371-380.
- Follak, S., Dullinger, S., Kleinbauer, I., Moser, D. in Essl, F. 2013. Invasion dynamics of three allergenic invasive Asteraceae (*Ambrosia trifida*, *Artemisia annua*, *Iva xanthifolia*) in central and eastern Europe. Preslia, 85: 41-61.
- Hager, A.G., Wax, L.M., Stoller, E.W. 2002. Common waterhemp (*Amaranthus rudis*) interference in soybean. Weed Science, 50: 607-610.
- Horak, M.J. in Peterson, D.E. 1995. Biotypes of Palmer amaranth (*Amaranthus palmeri*) and common waterhemp (*Amaranthus rudis*) are resistant to imazethapyr and thifensulfuron. Weed Technology, 9: 192-195.
- Iamónico, D. 2008. Notulae 1522-1523. 1522. *Amaranthus powellii* S. Watson subsp. *powellii*; 1523. *Amaranthus powellii* S. Watson subsp. *bouchonii* (Thell.) Costea & Carretero (Amaranthaceae). Notulae alla Checklist della flora italiana: 6. Informatore Botanico Italiano, 40(2): 263.
- Iamónico, D. 2010. Il genere *Amaranthus* L. in Italia: stato attuale delle conoscenze. Ann. Botanico (Roma). Quaderni: 149-154.
- Jindian, C. in Quanru, L. 2006. Alien invasive weed - *Solanum rostratum* Dunal. Weed Science, 3: 58-60.
- Malidža, G. in Vrbničanin, S. 2006. Novo nalazište alohtone korovske vrste *Ambrosia trifida* L. na področju Vojvodine. VIII Savetovanje o zašiti bilja, Zlatibor: 44-45.
- Reijerse, F. in Verrijdt, T. 2010. *Sida spinosa* L., *S. rhombifolia* L., *S. cordifolia* L. en *Malvastrum coromandelianum* (L.) Garcke adventief op lielevelden. Gorteria, 34: 121-136.



- Rosenbaum, K.K. in Bradley, K.W. 2013. A Survey of Glyphosate-Resistant Waterhemp (*Amaranthus rudis*) in Missouri Soybean Fields and Prediction of Glyphosate Resistance in Future Waterhemp Populations Based on In-Field Observations and Management Practices. *Weed Technology*, 27,4:656-663.
- Soldano, A. 1982. Naturalizzazione in val Padana di « *Amaranthus rudis* » Sauer (Amaranthaceae) esotica nuova per la flora italiana. Segnalazione di altre specie di importazione nuove per alcune regioni dell'Italia settentrionale o per qualche provincia del Piemonte. *Riv. Piemonte St. Nat.* 3: 61-70.
- Zanotti, E. 1989. Segnalazioni di *Amaranthus rudis* Sauer e *Amaranthus bouchonii* Thell. in alcune località delle province di Bergamo, Brescia e Cremona. *Pianura*, 3: 47-54.

## POJAVNOST RŽENEGA ROŽIČKA (*Claviceps purpurea* (Fr.) Tul.) V SLOVENIJI NA VRSTAH IZ DRUŽINE TRAV (Poaceae) V LETU 2014

Franci Aco CELAR<sup>1</sup>, Klemen ELER<sup>2</sup>, Breda JAKOVAC STRAJN<sup>3</sup>, Katarina KOS<sup>4</sup>

<sup>1,2,4</sup>Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Ljubljana

<sup>3</sup>Veterinarska fakulteta, Inštitut za higieno in patologijo prehrane živali, Ljubljana

### IZVLEČEK

Rženi rožiček je rastlinska bolezen, katere povzročiteljica je gliva *Claviceps purpurea*, ki okužuje plodnice žit in trav. Med gojenimi žiti je rženi rožiček bolj pogost na rži in tritikali kot pa na pšenici, ječmenu in ovsu. Tujeprašne rastline, kot sta rž in tritikala, ter nekatere trave, so bolj občutljive zato, ker spore patogena lažje dosežejo v cvetoče klase. Okužba pšenice in ječmena je manj verjetna, ker sta samoprašni vrsti. Številne samonikle in gojene trave so prav tako dovzetne za okužbo. Najbolj občutljive gostiteljske rastline so tiste, ki dolgo časa in bolj odprto cvetijo. Hladno in vlažno vreme med cvetenjem pospešuje okužbe z askosporami in konidiji. Pogosto so samonikle trave glavni vir spor, ki potem okužujejo žita. Sklerociji rženega rožička vsebujejo strupene spojine, znane kot ergot alkaloidi. Ti alkaloidi so strupeni za ljudi in živali. Namen naše raziskave je bil ugotoviti razširjenost rženega rožička na žitih in travah v Sloveniji. Leta 2014 smo na 37 različnih lokacijah z žit in trav pobrali 116 vzorcev rženih rožičkov. Prisotni so bili na 22 samoniklih vrstah trav iz 15 rodov (*Elytigia*, *Agrostis*, *Alopecurus*, *Arrhenatherum*, *Brachypodium*, *Bromus*, *Calamagrostis*, *Dactylis*, *Festuca*, *Holcus*, *Lolium*, *Molinia Phalaris*, *Phleum* in *Sesleria*). V vzorcih zrnja krmnih žit pa smo našli rožičke tudi na rži, tritikali, pšenici in piri.

**Ključne besede:** *Claviceps purpurea*, Poaceae, ergot alkaloidi, žita, Slovenija

### ABSTRACT

#### THE INCIDENCE OF ERGOT (*Claviceps purpurea* (Fr.) Tul.) IN THE SPECIES OF THE GRASS FAMILY (Poaceae) IN SLOVENIA 2014

Ergot is a plant disease caused by the fungus *Claviceps purpurea*, which infects the ovaries of cereals and grasses. Among the cultivated cereals, ergot is more common in rye and triticale than in wheat, barley, and oat. Open-pollinated plants such as rye, triticale and some grasses are more susceptible because of the easy access of pathogen spores into the flowering head. Wheat and barley are less likely to become infected because they are self-pollinated. Many wild and cultivated grasses are also susceptible. The most susceptible hosts are those with prolonged flowering periods and more open florets. Cool, wet weather during flowering favors infection by ascospores and conidia. Often, indigenous grasses are the main source of spores that infect small grain cereals. The ergot sclerotia contain poisonous compounds known as ergot-alkaloids. These alkaloids are toxic to humans and animals. The aim of our research was to assess the prevalence of ergot in cereals and grasses in Slovenia. In year 2014, at 37 different locations, 116 samples of ergot sclerotia were collected in cereals and grasses. Ergot was present in 22 wild species from 15 genera of grasses (*Elytigia*, *Agrostis*, *Alopecurus*, *Arrhenatherum*, *Brachypodium*, *Bromus*,

<sup>1</sup> dr., Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana, e-mail: franc.celar@bf.uni-lj.si

<sup>2</sup> doc. dr., prav tam

<sup>3</sup> doc. dr., Cesta v Mestni log 47, SI-1000 Ljubljana

<sup>4</sup> doc. dr., Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana

*Calamagrostis, Dactylis, Festuca, Holcus, Lolium, Molinia Phalaris, Phleum* and *Sesleria*). In samples of feed grain, we find ergot in rye, triticale, wheat and spelt.

**Key words:** *Claviceps purpurea*, Poaceae, ergot alkaloids, cereals, Slovenia

## 1 UVOD

Rženi rožiček je ena izmed redkih rastlinskih bolezní, ki lahko tudi pri človeku in živalih povzroča bolezenske spremembe. Zastrupitve, ki jih povzročajo alkaloidi iz rženega rožička (ergot alkaloidi) pri ljudeh so znane v Evropi že več stoletij pod izrazi žitna božjast, ergotizem in ogenj Sv. Antona. Ergot alkaloidi (EA) povzročajo toksične učinke tudi pri vseh živalskih vrstah (Maček, 1991; Haarman *et al.*, 2009).

Povzročiteljica rastlinske bolezní, poimenovane rženi rožiček, je gliva *Claviceps purpurea*, ki okužuje plodnice žit in trav. Gliva najraje okužuje rž, sicer pa tudi druge gospodarsko pomembne vrste iz družine trav (Poaceae), npr. tritikalo, pšenico, ječmen in bolj poredko oves ter številne samonikle in sejane trave. Gliva *Claviceps purpurea* okužuje prek 200 vrst trav. Med najpomembnejše rodove gostiteljskih samoniklih trav na njivah in robovih njiv sodijo ljuljke (*Lolium*), pirnice (*Elytrigia*), stoklase (*Bromus*), bilnice (*Festuca*), ovsike (*Avenochloa*). Na senčnih in mokrih travnikih so najpogostejši gostiteljski rodovi samoniklih trav trsti (*Phragmites*), stožke (*Molinia*), šašulice (*Calamagrostis*) in medene trave (*Holcus*). V obeh habitatih pa so pomembni gostiteljski rodovi tudi latovke (*Poa*), lisičji repi (predvsem *Alopecurus myosuroides*), pahovke (*Arrhenotherum*), pasje trave (*Dactylis*) in mačji repi (*Phleum*). Ostali gostiteljski rodovi so še *Danthonia*, *Glyceria*, *Brachypodium*, *Elymus* in *Milium*. Zanimivo pa je, da je rožiček pogosto zastopan tudi na morskem metličju (*Spartina maritima*), ki je izrazit halofit in raste predvsem na solinah (Bové, 1970; Taber, 1985; Haarman *et al.*, 2009). Tujeprašne vrste so bolj dovzetne za okužbo, ker cvetijo bolj odprto in dlje (Maček, 1991).

Bolezen je pri naravnih okužbah izredno odvisna od vremenskih razmer, zlasti vlage. Deževno in hladnejše vreme pred in med cvetenjem pospešuje okužbe, ker voda omogoča bruhanje askospor kot njihovo kalitev, pozneje pa tudi širjenje poletnih nespolnih trosov. Obe vrsti spor v sušnem vremenu zelo hitro izgubita kalivost. Vsi dejavniki, ki podaljšujejo cvetenje, pospešujejo okužbo. Bolj so podvržene okužbi tudi sorte, ki cvetijo bolj odprto (Maček, 1991; Tenberge, 1999).

V zadnjih treh letih so sodelavci veterinarske službe v Sloveniji opažali v intenzivnih rejah govejih pitancev klinična znamenja, ki jih do sedaj niso poznali: gangrene repov, gangrene skrotuma, razpokane in odlomljene rogove, šepanje in v končni fazi, kljub zdravljenju, pogin živali. V takšnih rejah so izločili možnost kužnih povzročiteljev bolezní ter dejavnikov okolja in se na koncu osredotočili na prehrano. Opisane spremembe bi lahko povzročali ergot alkaloidi, ki jih med drugim tvori gliva *Claviceps purpurea*.

Direktiva 2002/32/ES Evropskega parlamenta in Sveta z dne 7. maja 2002 o nezaželenih snoveh v živalski krmi prepoveduje uporabo proizvodov, namenjenih za živalsko krmo, pri katerih vrednosti nezaželenih snovi presegajo mejne vrednosti iz Priloge I k navedeni direktivi. Za krmo, ki vsebuje nezmlata žita, je bila za sklerocij rženega rožička (*Claviceps purpurea*) določena mejna vrednost 1000 mg/kg (Direktiva 2002/32/ES).

Rezultati raziskav o vsebnostih EA v sklerocijih rženega rožička se močno razlikujejo. V zadnji študiji so Franzemann *et al.* (2010) analizirali sklerocije iz različnih območij Nemčije (žetev 2005-2009). Koncentracija EA je med vzorci variirala od 115 do 2362 µg/g (0,01 - 0,24%), srednja vrednost je bila 757 µg/g (0,076 %). Mulder *et al.* (2012) so analizirali 48 vzorcev sklerocijev, ki so jih zbrali v letih 2008-2010; iz rži (32), tritikale (14), pšenice (1) in ječmena (1). Žita so bila pridelana na Nizozemskem in v Nemčiji. Povprečna koncentracija

EA za sklerocije iz rži je bila 521 µg/g (0,052 %) in za sklerocije iz tritikale 959 µg/g (0,096 %). Povprečna koncentracija EA v vseh 48 vzorcih je bila 659 µg/g (0,066 %).

Raziskav o zastopanosti rženega rožička na gojenih žitih in samoniklih travah v Sloveniji do sedaj ni bilo. Namen naše raziskave je bil ugotoviti razširjenost rženega rožička na gojenih žitih in samoniklih travah v Sloveniji ter kakšna je onesnaženost žitnega zrnja z ergot alkaloidi.

## 2 MATERIALI IN METODE

Na samoniklih travah smo ržene rožičke najprej iskali na travnikih, ki pripadajo kmetijskim obratom, kjer so se na govejih pitancih pojavila klinična znamenja zastrupitve z ergot alkaloidi, potem pa smo vzorčenje razširili tudi na druge lokacije po Sloveniji. Na samoniklih travah smo ržene rožičke tako našli na 37 lokacijah, kjer smo odvzeli 113 vzorcev za nadaljnje analize.

Za ugotavljanje prisotnosti ergot alkaloidov (EA) v zrnju žit smo s pomočjo Kmetijsko svetovalne službe in drugih posameznikov zbrali skupaj 173 vzorcev različnih žit; rž (16), oves (8), pira (7), pšenica (72), ječmen (41), tritikala (29). Vzorci žit so bili tako iz integrirane kot ekološke pridelave. S pomočjo ELISA-testa smo najprej v vzorcih ugotovili prisotnost oziroma odsotnost ergot alkaloidov, nato pa smo pozitivne vzorce tudi fizično pregledali, izločili ržene rožičke, jih stehali ter izračunali njihov utežni delež v celotnem vzorcu.

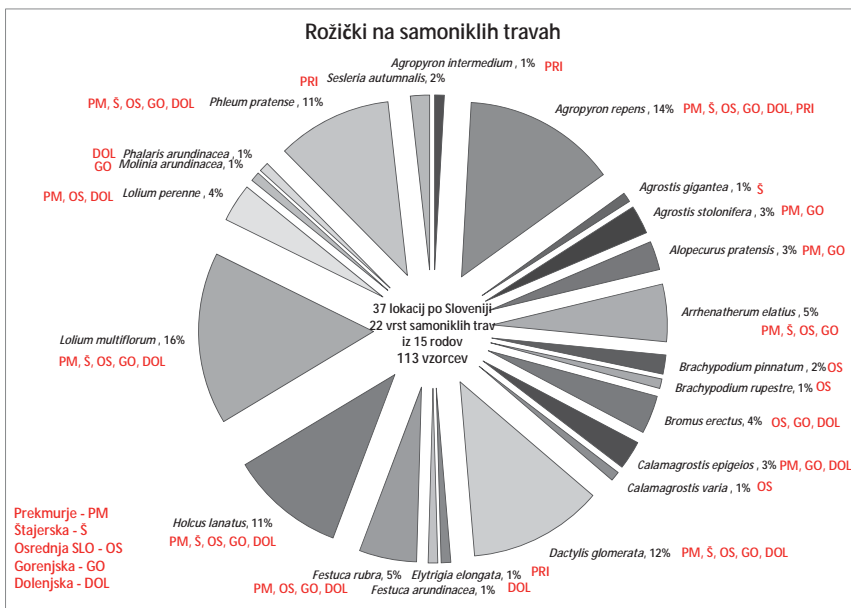
## 3 REZULTATI IN RAZPRAVA

Na sliki 1 je prikazan delež posameznih vrst samoniklih trav, na katerih smo v letu 2014 našli ržene rožičke. Našli smo jih na 22 vrstah trav iz 15 različnih rodov.

Preglednica 1: Deleži posameznih rodov trav, na katerih so bili najdeni rženi rožički v letu 2014.

ROD – lat.	ROD – slo.	%	ROD – lat.	ROD – slo.	%
<i>Elytrigia</i> ( <i>Agropyron</i> )	pirnica	16	<i>Holcus</i>	medena trava	11
<i>Agrostis</i>	šopulja	4	<i>Lolium</i>	ljuljka	20
<i>Alopecurus</i>	lisičji rep	3	<i>Molinia</i>	stožka	1
<i>Arrhenatherum</i>	pahovka	5	<i>Phalaris</i>	čužka	1
<i>Brachypodium</i>	glota	3	<i>Phleum</i>	mačji rep	11
<i>Bromus</i>	stoklasa	4	<i>Sesleria</i>	vilovina	2
<i>Calamagrostis</i>	šašulica	4			
<i>Dactylis</i>	pasja trava	12			
<i>Festuca</i>	bilnica	5			

Najpogosteje smo našli ržene rožičke na ljuljkah (20 % vseh vzorcev), pirnicah (16 %), pasji travi (12 %) ter pasji in medeni travi (11 %) (preglednica 1). Našli smo jih na travah, ki cvetijo zelo zgodaj in na tistih, ki cvetijo v drugem delu leta (npr. jesenska vilovina). Predvidevamo, da se okužba med rastno dobo prenaša predvsem z nespolnimi trosi (konidiji) iz zgodaj cvetočih na pozneje cvetoče trave.



Slika 1: Vrste trav, na katerih so bili najdeni rženi rožički in njihov delež (%) ter območja najdb v letu 2014.

209

Preglednica 2: Število vzorcev posameznih vrst žit iz leta 2014, ki so bili pozitivni oziroma negativni na vsebnost ergot alkaloidov (EA) glede na rezultate ELISA-testa in odstotek onesnaženih vzorcev (senčene vrstice v preglednici).

Vrsta žita	Št. vzorcev	% z EA
RŽ	8	50
RŽ	8	
OVES	4	50
OVES	4	
PIRA	4	57
PIRA	3	
PŠENICA	20	28
PŠENICA	52	
JEČMEN	3	7
JEČMEN	38	
TRITIKALA	8	28
TRITIKALA	21	
<b>Σ</b>	173	27

Po rezultatih analiz, prikazanih v preglednici 2, je bilo z ergot alkaloidi onesnaženih kar 27 % vseh pregledanih vzorcev žit. Pri rži, ovsu in piri je ta delež dosegel 50 in več odstotkov, pri pšenici in tritikali 28 % ter najmanj pri ječmenu, 7 %. V raziskavi Diana di Movungu *et al.* (2011) so analizirali na prisotnost EA 312 vzorcev žit (rž [148], tritikala [27], pšenica [137] pridobljenih v letih 2009-10 iz več držav ES. Od vseh vzorcev je bilo pozitivnih 52 % vzorcev rži, 48 % tritikale in 34 % pšenice. Podobno raziskavo so izvedli tudi Mulder in sod., ki so

analizirali 132 vzorcev žit (rž [69], tritikala [45], pšenica [18]) pridelanih na Nizozemskem in v Nemčiji. Z EA je bilo kontaminiranih 54 % vzorcev rži, 45 % tritikale in 39 % pšenice. Ko primerjamo te rezultate z našimi, ugotovimo, da so bili naši vzorci tritikale za 17 do 20 odstotnih točk manj onesnaženi z EA in pri pšenici za 6-11 odstotnih točk. Najmanjša razlika je bila pri onesnaženosti vzorcev rži z EA, kjer je so bili vzorci iz prej omenjenih raziskav le za 2 do 4 odstotne točke bolj onesnaženi.

Po vizualnem pregledu vzorcev smo ugotovili, da večina rožičkov (razen pri rži) ne izvira iz okuženega žita, temveč od okuženih samoniklih trav, ki rastejo kot plevel med žitom. Iz tega sledi, da bomo morali v prihodnje več pozornosti posvetiti izboljšanju metod za učinkovito čiščenje žitnega zrnja po žetvi, tudi tistega namenjenega krmi za živali, kar pa do sedaj ni bila ustaljena praksa.

#### 4 ZAHVALA

Raziskave so bile narejene v okviru CRP projekta Pojavljanje toksičnih substanc v slovenski krmi, V4-1403 (2014-17) in raziskovalnega programa Zdravje živali, okolje in varna hrana (P-0092), ki sta financirana s strani MKGP in ARRS, za kar se iskreno zahvaljujemo.

#### 5 LITERATURA

- Bové, F.J. 1970. The story of ergot. Ed Karger S. Basel & New York, 297 str.
- Diana Di Mavungu, J.D., Larionova, D.A., Malysheva, S.V., Van Peteghem, C., De Saeger, S. 2011. Survey on ergot alkaloids in cereals intended for human consumption and animal feeding. Scientific report submitted to EFSA. <http://www.efsa.europa.eu/en/supporting/pub/214e.html>
- Direktiva 2002/32/ES Evropskega parlamenta in Sveta z dne 7. maja 2002 o nezaželenih snoveh v živalski krmi, 2002. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:2002L0032:20131227:SL:HTML>
- Franzmann, C., Wachter, J., Dittmer, N., Humpf, H.U. 2010. Ricinoleic acid as a marker for ergot impurities in rye and rye products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58: 4223-4229.
- Haarmann, T., Rolke, Y., Giesbert, S., Tudzynski, P. 2009. Ergot: from witchcraft to biotechnology. *Molecular Plant Pathology*, 10: 563-577.
- Maček, J. 1991. Posebna fitopatologija, Patologija poljščin. 3. izd. Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Agronomski oddelek: 285 str.
- Mulder P.P.J., van Raamsdonk. L.W.D., van Egmond, H.J., van der Horst, T., de Jong, J., 2012. Ergot alkaloids and sclerotia in animal feeds. Dutch survey 2007-2010. RIKILT report 2012.005.: 50 str.
- Taber, W.A. 1985. Biology of *Claviceps*. In: *Biotechnology Series*, Vol.6, Biology of Industrial Microorganisms (Demain, A.L. and Nadine, A.S., eds), New York: The Benjamin Cummings Publishing Co., Inc.: 449-486.
- Tenberge, K.B. 1999. Biology and life strategy of the ergot fungi. In: Křen. V., Cvak, L., editors. Ergot, the Genus *Claviceps*. Medicinal and Aromatic Plants, Vol. 6. Amsterdam, The Netherlands: Harwood Academic Publishers:25-50.

## RAZŠIRJENOST TRDIH PŠENIČNIH SNETI (*Tilletia* spp.) V SLOVENIJI

Metka ŽERJAV<sup>1</sup>, Mateja PERVANJE<sup>2</sup>, Marjeta ZEMLJIČ URBANČIČ<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Kmetijski inštitut Slovenije, Oddelek za varstvo rastlin, Ljubljana

### IZVLEČEK

Trde pšenične sneti (*T. caries*, *T. laevis*, *T. controversa*) se v zadnjih dveh desetletjih v Evropi spet pogosteje pojavljajo, kar povezujejo predvsem z opuščanjem nekaterih preventivnih ukrepov varstva ter naraščanjem zemljišč z žiti v ekološki pridelavi. V Sloveniji je njihov porast opazen po letu 2010. Za preprečevanje širjenja bolezni je ključna uporaba semena, ki ni kontaminirano s sporami oziroma je tretirano z učinkovitim fungicidom. V letu 2014 smo neposredno po žetvi zbrali 104 vzorce zrnja: 63 vzorcev navadne pšenice iz integrirane pridelave, 28 iz certificirane semenske pridelave ter 13 vzorcev zrnja žit iz ekološke pridelave. Vzorce smo analizirali s filtracijsko metodo in določili število spor/zrno. Prevladovali so vzorci iz Prekmurja in Štajerske, preiskali pa smo tudi vzorce z Dolenjske, Bele Krajine, Primorske in Gorenjske. Trde sneti so bile najdene v vseh pridelovalnih območjih. Spore sneti smo našli pri 59 % vzorcev zrnja pšenice iz integrirane pridelave in pri 39 % vzorcev zrnja iz certificirane semenske pridelave. Prevladovali so vzorci z nizko okužbo (ena spora/zrno ali manj). V integrirani pridelavi je bilo med kontaminiranimi vzorci 27 % takšnih, ki so imeli eno ali več spor na zrno. Med vzorci iz certificirane semenske pridelave sta bila takšna le dva. Ekološko pridelano zrnje je bilo močnejše kontaminirano; med 13 vzorci je bilo 10 vzorcev s snetjo, od tega štirje z več kot 500 sporami/zrno. Morfološko smo podrobneje analizirali 20 močnejše kontaminiranih vzorcev. Prevladovale so spore z morfološkimi značilnostmi vrste *T. caries* (v 15 vzorcih), v šestih vzorcih pa smo ugotovili navzočnost spor z višjimi pregradami in debelejším želatinastim slojem, kar je morfološka značilnost glive *T. controversa*. V nobenem vzorcu nismo našli spor sneti *T. laevis*.

**Ključne besede:** trde pšenične sneti, *Tilletia* spp., Slovenija

### ABSTRACT

#### DISTRIBUTION OF WHEAT SMUT FUNGI (*Tilletia* spp.) IN SLOVENIA

Common bunt (*T. caries*, *T. laevis*) and dwarf bunt (*T. controversa*) have re-emerged in Europe during the last two decades. Low-input farming systems and increase of organic production are mentioned as possible reasons. The increase of wheat contamination with bunt spores has been observed in Slovenia since 2010. The control of disease is based on healthy seeds free of bunt spores or seeds treated with efficient fungicides. Analysis of teliospore number per grain was done by filtration method for 104 samples of non-processes wheat grains collected in 2014. There were samples of grains from integrated wheat production (63), from certified seed production (28) and samples of organically produced cereals (13). Samples were taken in different regions of Slovenia, most of them in Štajerska region and Prekmurje. Spores of *Tilletia* were found on samples in all regions. Analysis revealed that 59 % of wheat samples from integrated production and 39 % from certified seed production were contaminated with teliospores. The samples with low contamination levels (one spore per grain or less) prevailed. Among contaminated samples taken from

<sup>1</sup> univ. dipl. inž. agr., Hacquetova 17, SI-1000 Ljubljana, e-mail: metka.zerjav@kis.si

<sup>2</sup> univ. dipl. biol., prav tam

<sup>3</sup> mag., prav tam

fields with integrated wheat production there were 27 % with one or more spores per grain. Only two samples from certified seed production had more than one spore per grain. The samples of organically produced cereals were more contaminated: 10 samples out of 13 contained spores and four of them had over 500 spores /grain. Morphology of spores was studied in 20 samples with higher level of contamination. In 15 samples spores of *T. caries* were found. Teliospores with deeper reticulation and thicker gelatinous sheath, which is a morphological feature of *T. controversa*, were detected in 6 samples. No spores of *T. laevis* were observed.

**Key words:** common bunts, *Tilletia* spp., Slovenija

## 1 UVOD

Pšenično trdo snet povzročata glivi *Tilletia caries* (syn. *T. tritici*) in *Tilletia laevis* (syn. *T. foetida*). Pritlikavo pšenično snet povzroča gliva *Tilletia controversa*. Najpogostejše je okužena pšenica, možne so tudi okužbe rži, tritikale in pira. Za vse vrste sneti je značilno, da se prenašajo s semenom, lahko pa tudi prek tal. Pri vrsti *T. controversa* so teliospore v tleh najbolj pomemben vir za okužbo posevkov. Za razliko od *T. caries*, kjer pride do okužbe med kalitvijo semena s sporami, ki se držijo semena ali tistimi, ki so v tleh že od prej, se rastline okužijo s *T. controversa* šele nekaj tednov po setvi s sporami, ki so bile v tleh že pred setvijo. S snetimi okužene rastline ne dajejo pridelka, saj se zrna v klasih ob dozorevanju spremenijo v gmoto teliospor, ki ob žetvi kontaminirajo tudi zrnje sicer zdravih rastlin, ki je zato temne barve in ima neprijeten vonj. Takšno zrnje ni uporabno za prehrano ljudi in tudi ne za krmo živali.

212

Gospodarski vpliv sneti je bil v preteklosti zelo velik, z do 50 % izgubami pridelka, a se je v razvitem delu sveta po vpeljavi kemičnih fungicidov za razkuževanje semena močno zmanjšal in izgube pridelka niso presegale 1 % (Cramer, 1967 in Yarham, 1993, cit. po Milošević 1998). Trde sneti na pšenici v evropskem prostoru so se v zadnjih dveh desetletjih ponovno začele pojavljati v pridelavi z majhnimi vlaganji in v ekološki pridelavi, najbolj opazno v severni in zahodni Evropi (Matanguihan, 2011). Spremembe v pridelovalnih sistemih, vključno z zmanjševanjem rabe razkužil za seme, so povzročile ponovno naraščanje nekaterih bolezni, ki se prenašajo s semenom, tudi trdih pšeničnih sneti.

V preteklem desetletju so bili v Sloveniji primeri pojava sneti na žitih sporadični, po letu 2010 pa je število primerov okužbe pšenice s snetjo začelo naraščati. O tem so poročali v letih 2012 in 2013 predvsem v severovzhodnem delu Slovenije. V Sloveniji doslej ni bilo podatkov ali je seme pšenice v prometu morda kontaminirano s sporami trdih sneti (*Tilletia* sp.) in tudi ne, kako pogosta in intenzivna je kontaminacija zrnja pšenice pridelanega na integriran ali ekološki način. Brez teh informacij je težko pojasniti vzroke za pogostejše pojavljanje te bolezni. Z raziskavo smo želeli ugotoviti razširjenost sneti iz rodu *Tilletia* v različnih pridelovalnih območjih pšenice v Sloveniji in pri različnih načinih pridelave.

## 2 MATERIAL IN METODE

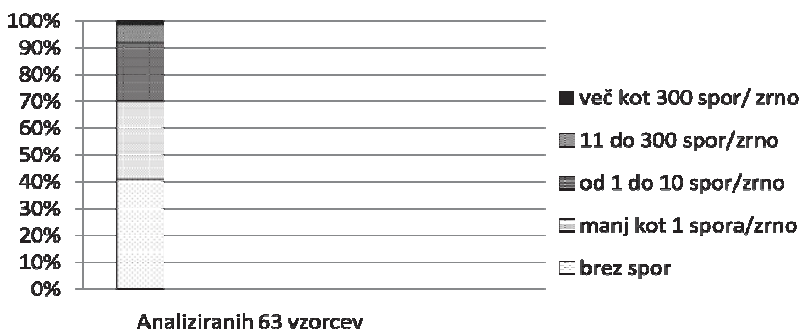
Vzorčenje pšenice je potekalo v različnih pridelovalnih območjih: Pomurje, Štajerska, Gorenjska, Posavje, Primorska, Dolenjska, Bela Krajina. Prevladovali so vzorci iz Prekmurja in Štajerske, kjer je površina polj, posejanih s pšenico, največja. Pri vzorčenju smo skušali zajeti zgodnje in pozne sorte. Vzorčenje je potekalo od 5. julija do 26. Avgusta 2014. Vzorec zrnja (1,5-2,0 kg) je bil odvzet z roko in ne s sondo, v večini primerov neposredno po kombajniranju s prikolice na desetih mestih. Predstavljal je povprečje za določeno parcelo iste sorte. Zbrali smo 104 vzorce nedodelanega zrnja: 63 vzorcev navadne pšenice iz integrirane pridelave, 28 iz certificirane semenske pridelave ter 13 vzorcev zrnja žit (pšenica, pira, kamut, enozrna pšenica) iz ekološke pridelave.



Navzočnost teliospor na zrnju smo ugotavljali s filtracijsko metodo (ISTA, 1984). Potek dela je sestavljen iz naslednjih procesov: priprave vzorca (iz homogeniziranega vzorca naštajemo 300 zrn), zaporednih spiranj semena z določenim volumnom tople vode na stresalniku in ročno, filtracije suspenzije s filtrirno napravo s pomočjo vakumske črpalke skozi celuloza-nitrati membranski filter, mikroskopskega pregleda depozita z mikroskopom pri povečavi 200x in štetja spor *Tilletia* spp. ter preračuna rezultatov štetja v povprečno število spor/zrno.

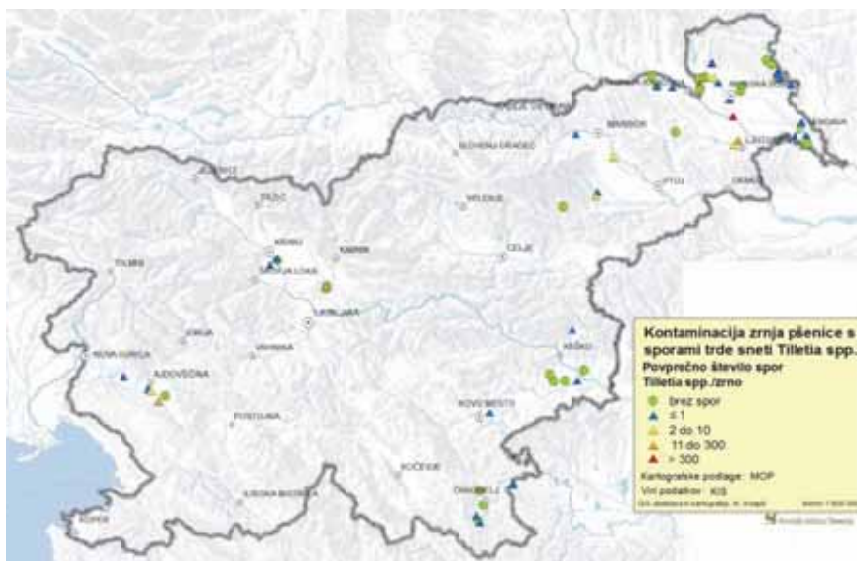
### 3 REZULTATI IN RAZPRAVA

Trde sneti so bile najdene v vseh pridelovalnih območjih. Pri pšenici iz integrirane pridelave smo spore sneti našli pri 59 % vzorcev a je večina teh imela le eno sporo na zrno ali manj. Vzorcev, kjer je št./spor na zrno presegljo 300 je bilo le 1,6 %.



213

Slika 1: Kontaminacija zrna s sporami trdih seti pri integrirani pridelavi pšenice.



Slika 2: Lokacije vzorčenja in kontaminacija zrnja pšenice v integrirani pridelavi s sporami *Tilletia* spp.

Rezultati, ki smo jih dobili za vzorce iz integrirane pridelave pšenice v Pomurju ne odražajo težav z okužbami v preteklih letih. Pri okužbi pšenice s spori iz tal so odločilne razmere v času vznika in začetne rasti. Podaljšano obdobje vznika poveča možnost, da se pšenica okuži s *T. caries*. Pri vrsti *T. controversa* so odločilne razmere v daljšem obdobju, saj nizke temperature in snežna odeja do konca razraščanja pšenice povečajo verjetnost okužbe.

Rastna doba 2013/2014 je glede vremenskih značilnosti močno odstopala od povprečnih let. Razmere za setev in vznik jeseni 2013 so bile optimalne in tudi pozimi so bile temperature visoke, snežne odeje ni bilo. To bi lahko vplivalo na manjšo stopnjo okužbe pšenice s snetjo.

Med vzorci iz certificirane semenske pridelave smo spore sneti našli pri 39 % vzorcev. Vzorcev z več kot 300 spor/zrno ni bilo. Seme vzorcev pšenice iz certificirane pridelave v Sloveniji je v letu 2014 ustrezalo kriterijem glede zdravstvenega stanja, kot ga predpisuje Pravilnik o trženju semena žit, ki določa obvezno razkuževanje semena, kadar je kontaminacija večja kot 10 spor/zrno in seme z več kot 300 spori na zrno opredeljuje kot neprimerno za setev. Število spor je le v dveh od 28 pregledanih vzorcev preseglo mejno vrednost 10 spor/zrno, pri kateri se zahteva razkuževanje semena. V raziskavi o razširjenosti sneti *Tilletia* spp. na semenu pšenice v Vojvodini (Župunski in Jevtić, 2012) so bile spore sneti ugotovljene pri 129 vzorcih semena od 151 pregledanih, prevladujoča vrsta je bila *T. caries*.

Ekološko pridelano zrnje je bilo močnejše kontaminirano; med 13 vzorci je bilo 10 vzorcev s snetjo, od tega štirje z več kot 300 spori/zrno. Trije vzorci pire so bili brez spor sneti. Vzorcev iz ekološke pridelave je bilo pregledanih malo, vendar ugotavljamo, da je bila dobra tretjina kontaminirana z več kot 10 spori/zrno.

V raziskavi o kontaminaciji certificiranega ekološko pridelanega semena pšenice v Avstriji (Weinhappel, 2013) je 9,6 % vzorcev semena presegalo mejno vrednost 10 spor/zrno, ko pa je bila analiza opravljena na vzorcih zrnja pridelanega na ekoloških kmetijah, ki ga potem ponovno uporabijo za setev, je mejno vrednost presegalo 41 % vzorcev.

Vsi pozitivni vzorci v naši raziskavi so imeli spore z mrežastim površjem. V nobenem vzorcu nismo našli spor sneti *T. laevis* z gladkim površjem. Morfološko smo podrobneje analizirali 20 močnejše kontaminiranih vzorcev, kjer je večje število spor omogočalo izvedbo morfološke analize. V 15 vzorcih so bile spore značilne za vrsto *T. caries*, v šestih smo ugotovili navzočnost spor z višjimi pregradami in debelejšim želatinastim slojem, kar je morfološka značilnost glive *T. controversa*. V enem vzorcu so bile spore obeh oblik. Vzorci s spori značilnimi za vrsto *T. controversa* so izvirali z Gorenjske in Štajerske. Zaradi variabilnosti morfoloških značilnosti in možne hibridizacije med vrstami zgolj z opazovanjem zgradbe spor ni mogoča zanesljiva določitev do vrste in bi za potrditev naših sklepanj raziskavo morali podpreti še z molekulskimi analiznimi metodami.

#### 4 SKLEPI

V raziskavi smo ugotovili, da se je v letu 2014 kontaminacija zrnja pojavljala v vseh pridelovalnih območjih, vendar je bila tako pri integrirani kot pri semenski pridelavi nizka. Glede na rezultate morfološke analize spor sklepamo, da v Sloveniji prevladuje vrsta *T. caries*, pojavlja pa se tudi vrsta *T. controversa*, vendar bi bilo treba te rezultate zaradi možnosti hibridizacije med vrstami potrditi še z molekulskimi metodami. Ekološko pridelano zrnje je bilo močnejše kontaminirano in kljub majhnemu številu pregledanih vzorcev sklepamo, da trde sneti ogrožajo pšenico v ekološki pridelavi.

#### 5 ZAHVALA

Zahvala velja številnim poljskim preglednikom, kmetijskim svetovalcem, osebam na odkupnih mestih pšenice in podjetjema Žito in Mlinotest, ki so izdatno pomagali pri zbiranju in pošiljanju vzorcev za

potrebe raziskave. Ta je bila opravljena v okviru Strokovnih nalog s področja zdravstvenega varstva rastlin in financirana prek Uprave RS za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin.

## 6 LITERATURA

- Anonimno, ISTA. 1984. Handbook on Seed Health Testing. *Tilletia controversa*, *T. caries* and *T. foetida* on wheat. Working sheet no. 53.
- Anonimno, 2005. Pravilnik o trženju semena žit, Uradni list RS, št. 8/05.
- Carris L.M. 2010. Smuts. V: Compendium of Wheat Diseases, Third edition, Ur. Bockus W.W in sod. The American Phytopathological Society, 2010: 171 str.
- Matanguihan J. B., Murphy K. M., Jones S. S. 2011. Control of Common Bunt in Organic Wheat. Plant Disease, 95: 92-103.
- Milošević M., Stojanović S., Jevtić R., Rajković S. 1998: Glavnica pšenice (*Tilletia* spp.), Feljton, Novi Sad: 121 str.
- Weinhappel M., Riepel E. 2013. Entwicklung des Befalles mit Weizensteinbrand (*Tilletia caries*) bei Saatgut in der Biosaatgutenerkennung in Österreich und Qualitätsvergleich zu Nachbausaatgut. Tagungsband der 12. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Bonn, 5.- 8. marec 2013, Založnik: Dr. Köster, Berlin 2013.
- Župunski V., Jevtić R. 2012. Current status of *Tilletia* species in Vojvodina, Serbia. Tematski zbornik, The Forth Joint UNS - PSU Internat Conf on BioSci: Biotechnology and Biodiversity, Novi Sad, Serbia: 176-186.

## POVEZAVA MED STOPNJO OKUŽENOSTI KLASOV IN ZRN PŠENICE S FUZARIOZAMI TER VSEBNOSTJO MIKOTOKSINA DEOKSINIVALENOLA

Franci Aco CELAR<sup>1</sup>, Igor ŠANTAVEC<sup>2</sup>, Gabrijela TAVČAR KALCHER<sup>3</sup>, Katarina KOS<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Ljubljana

<sup>2</sup>Veterinarska fakulteta, Inštitut za higieno in patologijo prehrane živali, Ljubljana

### IZVLEČEK

Fuzarioza klasa (FK) je pomembna glivična bolezen pšenice, predvsem v okoljih z dolgotrajnimi vlažnimi vremenskimi razmerami med cvetenjem in mehko voščeno zrelostjo zrnja. FK povzroča kompleks gliv iz rodu *Fusarium*, med katerimi so najpogostejše *F. graminearum*, *F. culmorum* in *F. avenaceum*. Te glive tvorijo nevarne mikotoksine, katerih kopičenje je škodljivo za zdravje živali in ljudi. Namen te raziskave je bil oceniti pojavnost različni vrst gliv iz rodu *Fusarium* na 19 sortah pšenice na dveh različnih lokacijah (Jable, Rakičan) v dveh zaporednih rastnih dobah (2012–2013). Poleg tega smo hoteli ugotoviti, ali obstaja kakšna povezava med ocenjeno stopnjo okuženosti klasov na njivi, laboratorijsko ugotovljeno okuženostjo zrnja z glivami *Fusarium* spp. in vsebnostjo mikotoksina deoksinivalenola (DON). Za ocenjevanje poljske okuženosti klasov je bila uporabljena ocenjevalna skala z 10 kategorijami. Vrste gliv rodu *Fusarium* so bile po metodi agarnih plošč, ki jo priporoča ISTA, determinirane v laboratoriju pod mikroskopom. Koncentracija mikotoksina DON je bila ovrednotena z metodo ELISA. Iz pšeničnih zrn, pobranih na različnih lokacijah, smo izolirali glive *F. graminearum*, *F. culmorum*, *F. poae*, *F. avenaceum* in *F. tricinctum*. Potrjena je bila močna pozitivna linearna povezava med pogostnostjo gliv *F. graminearum* in *F. culmorum* na zrnih pšenice ter koncentracijo mikotoksina DON ( $r=0,71$ ). Med okuženostjo klasov in vsebnostjo mikotoksina DON v zrnju pšenice ni bilo ugotovljene signifikantne povezave.

**Ključne besede:** *Fusarium*, fuzarioza klasa, okuženost zrnja, pšenica, deoksinivalenol

### ABSTRACT

#### THE RELATIONSHIP BETWEEN LEVEL OF WHEAT HEAD AND KERNEL INFECTION WITH FUSARIOSIS AND MYCOTOXIN DEOXYNIVALENOL CONTENT

*Fusarium* head blight (FHB) is an important disease of wheat in environment with prolonged wet climatic conditions from flowering through the soft-dough stage of kernel development. FHB is caused by a complex of *Fusarium* species, of which *F. graminearum*, *F. culmorum* and *F. avenaceum* are most frequently involved. These fungi produce dangerous mycotoxins, which accumulation is harmful for health of animals and humans. The aim of this work was evaluation of incidence of *Fusarium* species on 19 wheat varieties at two different locations (Jable, Rakičan) in two consecutive growing seasons (2012–2013). In addition, we wanted to find out if there is a correlation between the field estimated severity of *Fusarium* head blight, the laboratory detected kernel infection by *Fusarium* spp. and the content of mycotoxin deoxynivalenol (DON). The head blight severity was estimated under field conditions using a visual scale with 10 categories of infection. Species composition of the

<sup>1</sup> dr., Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana, e-mail: franc.celar@bf.uni-lj.si

<sup>2</sup> asist. dr., prav tam

<sup>3</sup> dr., Cesta v Mestni log 47, SI-1000 Ljubljana

<sup>4</sup> doc. dr., Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana

genus *Fusarium* was microscopically determined in laboratory using agar plate method recommended by ISTA. The concentration of mycotoxin DON in kernels was evaluated by ELISA method. *Fusarium* species isolated from wheat kernels collected at different locations were following: *F. graminearum*, *F. culmorum*, *F. poae*, *F. avenaceum* and *F. tricinctum*. A strong positive linear correlation between the incidence of *F. graminearum* and *F. culmorum* on wheat kernels and concentration of mycotoxin DON was confirmed ( $r=0.71$ ). No significant correlation between head infection and DON mycotoxin content in grains was found.

**Key words:** *Fusarium*, Fusarium head blight, kernel infection, wheat, deoxynivalenol

## 1 UVOD

Na območjih zmernega podnebja, predvsem v okoljih z dolgotrajnimi vlažnimi vremenskimi razmerami med cvetenjem in mehko voščeno zrelostjo zrnja, okužuje pšenico več vrst gliv iz rodu *Fusarium*. Poleg klasov oziroma zrn okužujejo tudi korenine, stebela in liste. Do sedaj je evidentiranih 12 vrst. Okužbe z njimi povzročajo v povprečju od 10 do 40 % izpade pridelka. Poleg tega te glive pred in po žetvi tvorijo mikotoksine. Z njimi so predvsem močno onesnaženi pridelki pšenice in ječmena, ki predstavljata kar 80 % pridelave žit v Evropi. Ostala vrste žit (rž, tritikala, oves) so manj občutljive na okužbo klasov s fuzariozami in so zaradi tega njihova zrna tudi manj kontaminirana z mikotoksini (Bottalico in Perrone, 2002). Najpogosteje zastopane *Fusarium* vrste, izolirane iz okuženih klasov pšenice v Evropi in pri nas, so *F. graminearum*, *F. avenaceum* in *F. culmorum*, nekoliko manj *F. poae*, *F. equiseti*, v manjši meri oz. sporadično pa se pojavljajo vrste *F. tricinctum*, *F. cerealis*, *F. acuminatum*, *F. sporotrichioides*, *F. subglutinans*, *F. oxysporum* in *F. solani* (Bottalico in Perrone, 2002; Zemljčič in sod., 2008).

217

Podobno kot pšenico tudi koruzo okužujejo številne fuzarioze. Od 17 skupno ugotovljenih *Fusarium* vrst se jih kar 11 pojavlja tako na pšenici kot koruzi (Bottalico in Perrone, 2002), kar omogoča njihovo ohranjanje v ozkem kolobarju koruza-žita in posledično večjo gospodarsko škodo. Slovensko kmetijstvo je živinorejsko usmerjeno, tako da na njivah pretežno gojimo rastline, ki so namenjene živalski krmi (koruza, žita itn.). Ugotovimo lahko, da pri nas v poljedelski pridelavi prevladuje ozek kolobar (koruza, žita) ali v nekaterih primerih celo monokultura koruze (Kocjan Ačko in Šantavec, 2010). Predominatni glivni vrsti, povzročiteljici fuzarioz, tako pri koruzi kot žitih, sta *F. graminearum* in *F. avenaceum*, ki tvorita pomembne mikotoksine, kot so DON, nivalenol (NIV), zearalenon (ZEN) in moniliformin (MON). Kot tretja pomembna vrsta se pri koruzi pojavlja *F. subglutinans* (MON), pri pšenici pa *F. culmorum* (DON, ZEN) (Milevoj, 2002; Logrieco in sod., 2002; Zemljčič in sod., 2008). Zavedati se moramo, da glive iz rodu *Fusarium* ne živijo samo na rastoči koruzi oz. žitih, temveč se lahko zelo dobro razvijajo kot saprofiti na uskladiščenih pridelkih, silažni koruzi in celo na izdelkih živilske industrije. Pojavnost gliv *Fusarium* spp. v pridelkih, krmi in izdelkih živilsko predelovalne industrije je odvisno od številnih dejavnikov okolja kot tudi načina pridelave in skladiščenja (izbor sort, gnojenje, obdelava tal, kolobar, kemično varstvo, tehnologija skladiščenja in obdelave zrnja ipd.).

## 2 MATERIALI IN METODE

### 2.1 Ugotavljanje poljske okuženosti klasov pšenice in zastopanosti gliv *Fusarium* spp. v okuženem zrnju

#### 2.1.1 Poskusna zemljišča

Vsako leto na pridelovalnih zemljiščih Biotehniške šole Rakičan (Prekmurje) in Centra za razvoj kmetijstva in podeželja Jable (centralna Slovenija) izvajajo sortne makroposkuse strnih žit in koruze. V okviru teh poskusov je vsakoletno posejanih več deset sort pšenice. Gre za nabor perspektivnih sort, namenjenih pridelavi v Sloveniji, ki se med seboj razlikujejo po ranosti, tipu, izvoru idr. Poskusni lokaciji se med seboj močno razlikujeta po vremenskih razmerah, predvsem množini padavin, ki močno vplivajo na pojavnost fuzarioz. Na poskusnih parcelah izvajajo integrirani način pridelave žit. Poskuse izvajajo na zemljiščih, kjer se v dvopolju izmenjujeta koruza in pšenica.

#### Podatki o poskusnih lokacijah:

Lokacija **Rakičan** (46°38'N, 16°11'E, nadmorska višina: 184 m) leži v osrednjem delu Prekmurja v bližini Murske Sobotice. Referenčna meteorološka postaja je Murska Sobota, ki je prav tako v Rakičanu v neposredni bližini poskusa. Povprečna dolgoletna srednja temperatura zraka znaša 9,3 °C, najhladnejši je januar s povprečno temperaturo -2 °C, maksimalna povprečna mesečna temperatura je 19,5 °C. Povprečna letna množina padavin v dolgoletnem povprečju znaša 812 mm. Tla na poskusni lokaciji so tipična distrična rjava na holocenski prodnati naplavini.

Lokacija **Jable** (46°8'N, 14°34'E, nadmorska višina: 305 m) leži v osrednjem delu Ljubljanske kotline v predalpskem klimatskem območju Slovenije. Referenčna meteorološka postaja je Brnik. V dolgoletnem povprečju (1951-94) je srednja letna temperatura znašala 8,5 °C. Najhladnejši mesec je januar s povprečno mesečno temperaturo -2,1 °C, najtoplejši pa julij z 18,8 °C. Na leto povprečno pade 1352 mm padavin. Tla na lokaciji Jable so zmerno oglejena na silikatno apnenčasti podlagi.

V raziskavo smo vključili tudi vzorce ekološko pridelane pšenice, da bi ugotovili, kakšna je njihova okuženost, v primerjavi z integrirano pridelano pšenico. V ta namen smo pridobili reprezentančno število vzorcev ekološko pridelane pšenice, ki izvirajo z območja v bližini naših poskusnih lokacij (Prekmurje, Gorenjska in osrednja Slovenija), nekaj pa tudi z drugih pridelovalnih območij.

218

### **2.1.2 Spremljanje cvetenja in poljsko ugotavljanje okuženosti klasov pšenice**

V maju in juniju smo v rastnih sezonah 2012 in 2013 na obeh lokacijah spremljali cvetenje 30 različnih sort pšenice. Zabeležili smo začetek cvetenja, polno cvetenje in konec cvetenja (BBCH 61, 65 in 69). Pridobili smo tudi meteorološke podatke za omenjeni lokaciji.

Za ugotavljanje okuženosti klasov pšenice s fuzariozami v razvojni fazi BBCH 71-75 (vodena do srednja mlečna zrelost) naključno nabrali 3-krat po 30 klasov posamezne sorte pšenice in po 10-stopenjski skali (Stack in McMullen, 1998) vizualno ocenili okuženost klasov in izračunali povprečno okuženost posamezne sorte s fuzariozami.

### **2.1.3 Identifikacija *Fusarium* vrst na zrnju pšenice in določitev mikotoksina DON**

Za vsako sorto oziroma hibrid smo po žetvi na obeh lokacijah vzeli reprezentativne vzorce zrnja. Odvzeli smo jih iz 30 kg vreč, za vsako sorto po 2 kg. Polovico odvzetega vzorca smo uporabili za fitopatološko analizo, drugo polovico pa namenili za analizo na mikotoksine. V fitopatološkem laboratoriju smo po metodi, ki jo predpisuje ISTA (International Seed Testing Association), ugotavljali okuženost zrn pšenice s fuzariozami in določili njihovo vrstno sestavo. Iz dela vzorca, namenjenega za fitopatološko analizo, smo za vsako sorto naključno odvzeli po 100 zrn, jih površinsko sterilizirali z 1 % raztopino Na-hipoklorita, dobro sprali s sterilno vodo in posušili na sterilnem vpojnem papirju. Po pet zrn smo v sterilnih razmerah dali v petrijevke premera 9 cm, ki so vsebovale 15 ml modificiranega PDA agarja (15 g PDA, 10 g tehničnega agarja, 0,121 g penicilina G, 0,542 g streptomycin sulfata in dopolnjeno z destilirano vodo do 1000 ml). Antibiotik smo dodali po avtoklaviranju. Za vsako sorto smo tako uporabili po 20 petrijevk in skupaj fitopatološko analizirali 100 zrn. Tako nacepljene petrijevke smo inkubirali v rastni komori v temi pri 20 °C in 60 % r.v.z. Po desetdnevni

inkubaciji smo začeli dnevno pregledovati iz zrn zrastle kolonije gliv z mikroskopom pod 100 in 400-kratno povečavo. Naša opazovanja so bila osredotočena na morfologijo makrokonidijev, prisotnost oz. odsotnost mikrokonidijev ter drugih anatomske morfoloških pokazateljev, pomembnih za identifikacijo vrst. Pri tem smo si pomagali z determinacijskimi ključi za vrste rodu *Fusarium* (Gerlach in Nirenberg, 1982; Burgess in sod. 1994; Summerell in sod., 2003; Leslie in Summerell, 2006). Vsebnost mikotoksina DON v vzorcih zrnja pšenice so določili v laboratoriju Inštituta za higieno in patologijo prehrane živali z ELISA-testom.

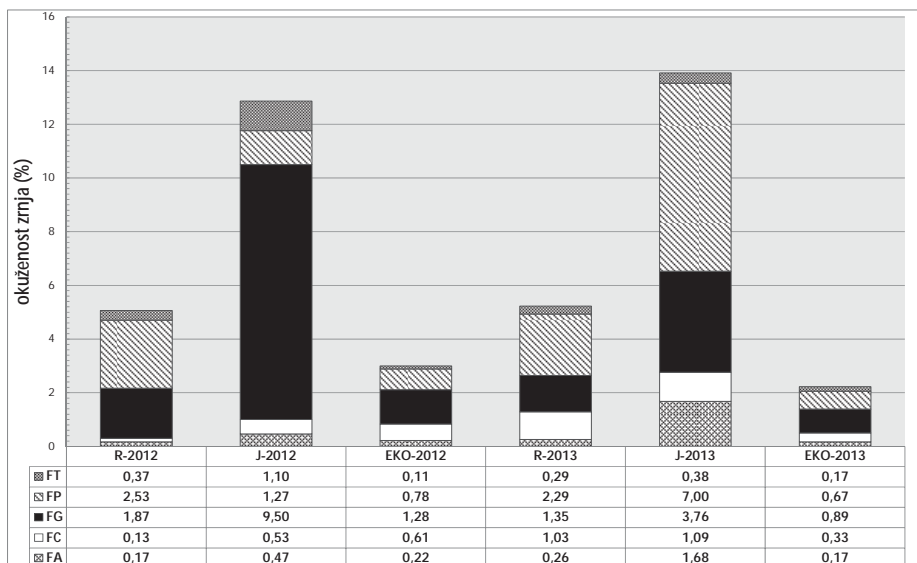
### 3 REZULTATI IN RAZPRAVA

#### 3.1 Okuženost klasov pšenice

Z 10-stopenjsko skalo (Stack in McMullen, 1998) smo vsako leto vizualno ocenili okuženost klasov in izračunali povprečno okuženost posamezne sorte s fuzariozami. Hoteli smo namreč ugotoviti, ali obstaja povezava med poljsko oceno okuženosti klasov, laboratorijsko ugotovljeno okuženostjo zrnja in vsebnostjo DON.

Povprečna okuženost klasov vseh preučevanih sort pšenice je bila v obeh letih (2012–13) na obeh lokacijah relativno majhna; v Jablah 3,52 oziroma 1,40 % in v Rakičanu 1,87 oziroma 1,81 %. Če te rezultate primerjamo s tistimi, kjer smo ugotavljali okuženost zrn pšenice v laboratoriju, ugotovimo, da poljska ocena okuženosti podceni dejansko končno okuženost zrn. To lahko razložimo s tem, da se fuzarioze na klasu od razvojne faze BBCH 71-75 progresivno razvijajo naprej vse do žetve pšenice in zaradi tega je poznejša okuženost večja. S statistično analizo podatkov smo pozneje ugotovili, da ni statistično značilne povezave med poljsko okuženostjo klasov in vsebnostjo DON v zrnju. Iz tega sledi, da z vizualno oceno okuženosti klasov na njivi ne moremo zadovoljivo napovedati, kakšna bo okuženost zrnja in posledično večja ali manjša onesnaženost z mikotoksini.

219



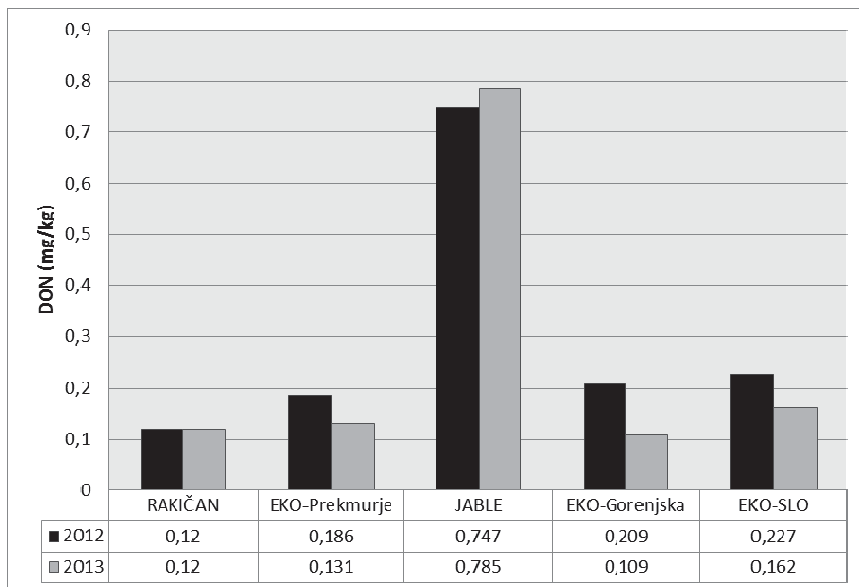
Slika 1: Povprečna okuženost zrnja vseh vzorcev (sort) pšenice v Rakičanu (R), Jablah (J) in v ekološki pridelavi z različnimi vrstami gliv iz rodu *Fusarium* (FT - *F. tricinctum*, FP - *F. poae*, FG - *F. graminearum*, FC - *F. culmorum*, FA - *F. avenaceum*) v letih 2012-13.

### 3.2 Okuženost zrn pšenice

Po metodi, ki jo predpisuje ISTA, smo v laboratoriju ugotavljali okuženost zrn pšenice z glivami *Fusarium* spp. V povprečju so bile sorte pšenice, ki so rastle v Jablah v letih 2012 in 2013, mnogo bolj okužene z fuzariozami kot sorte pšenice, ki so rastle v Rakičanu. Tako je bila skupna okuženost zrnja s fuzariozami v Jablah v letu 2012 12,9 % in leta 2013 13,9 %, medtem ko je bila okuženost vzorcev pšenice iz Rakičana v istih letih 5,1 % oziroma 5,2 %. Vrsta sestava fuzarioz in njihov delež med okuženimi zni se je spreminjal med lokacijami kakor tudi med leti (slika 1).

Povprečna okuženost zrnja pšenice iz ekološke pridelave (18 vzorcev) je bila v letih 2012 in 2013 izrazito manjša kot pri integrirano pridelani. Skupna okuženost s fuzariozami je bila leta 2012 v povprečju 3 % in v letu 2013 2,2 %. Če pogledamo samo odstotek okuženosti z vrstama *F. graminearum* in *F. culmorum*, ki sta potencialni tvorci mikotoksina DON, je v pridelovalnih sezonah 2012-13 njun skupni povprečni delež v okuženih zrnih sort pšenice iz Jabel 10 % oziroma 4,9 % ter precej manjši v Rakičanu: 2 % oziroma 2,4 %. Pri pšenici iz ekološke pridelave je bilo s prej omenjenima glivama v povprečju okuženih 1,9 % (2012) in 1,2 % (2013) zrn. Precej manjšo povprečno okuženost pšenice iz ekološke pridelave velja pripisati dejstvu, da v tem načinu izvajajo precej bolj širok kolobar in ne samo dvopolje koruza-pšenica. Poleg tega velja omeniti, da večji del ekoloških pridelovalcev nima v kolobarju koruze ali pa pride na njivo šele po treh do štirih letih. Okuženi ostanki koruze imajo namreč velik infekcijski potencial za okužbo pozneje posejane pšenice oz. ostalih strnih žit. Naše rezultate potrjuje tudi raziskava Birzele in sod. (2002) v Nemčiji. Vrstni nabor gliv rodu *Fusarium* je bolj pester kot na pšenici iz integrirane pridelave, poleg tega so bile ugotovljene nekatere vrste, ki jih na zrnju iz integrirane pridelave nismo našli (*F. subglutinans*, *F. cerealis*, *F. solani* in *F. sporotrichioides*).

220



Slika 2: Povprečna vsebnost DON (mg/kg) za vse vzorce pšenice iz Rakičana, Jabel in ekološke pridelave v letih 2012-13.



### 3.3 Onesnaženost zrnja z mikotoksinom DON

Močnejša okužba pšenice s fuzariozami, predvsem z glivama *F. graminearum* in *F. culmorum*, v Jablah se je izrazila tudi v povečani vsebnosti mikotoksina DON v zrnju. V obeh letih njegova povprečna vsebnost močno presega tiste, ugotovljene v zrnju pšenice, pridelane v Rakičanu in ekološki pridelavi (slika 2).

## 4 SKLEPI

S statistično analizo pridobljenih podatkov v letih 2012-13 za 19 sort na lokacijah Jable in Rakičan smo prišli do naslednjih ugotovitev.

- med sezonama ni bilo statističnih razlik v povprečni vsebnosti DON v zrnju pšenice;
- v povprečju obeh let se je vsebnost DON v Jablah (697 µg/kg) statistično razlikovala od tiste v Rakičanu (130 µg/kg);
- vse sorte, vključene v raziskavo, so imele v dveletnem povprečju višje vsebnosti DON v Jablah kot v Rakičanu. Vendar je bila ta razlika med lokacijama statistično značilna le pri naslednjih sortah: Alixan, Ketchum, Lord, Lukullus in SY Moisson. Pri sortah Ketchum in Lord je povprečna vsebnost v Jablah celo presežala zakonsko dovoljeno mejo 1250 µg/kg;
- po deležu okuženih klasov se med seboj statistično ne razlikujejo lokacije, niti rastne sezone in posamezne sorte;
- v Jablah je bilo v povprečju z glivami iz rodu *Fusarium* okuženih 12,9 % zrn, v Rakičanu pa 5,4 %. Razlika je statistično značilna;
- v povprečni okuženosti zrn z vsemi fuzariozami v obeh letih med sortami ni statistično značilnih razlik;
- v Jablah je bila povprečna okuženost zrnja z glivama *F. culmorum* in *F. graminearum*, potencialnima tvorkama DON, 7,1 % v Rakičanu pa 2,5%. Razlika je statistično značilna;
- obstaja močna povezava med okuženostjo pšenice (izraženo v deležih) z glivama *F. culmorum* in *F. graminearum* ter vsebnostjo DON. ( $r = 0,71$ ;  $r^2 = 50,7$  %). Povezava je linearna:  $DON = 0,0439 + 7,782 \times DFGFc$  (DFgFc je v deležih od 0,0 do 1; DON je izražen v mg/kg).

221

## 5 LITERATURA

- Birzele, B., Meier A., Hindorf, H., Krämer, J., Dehne, H.W. 2002. Epidemiology of *Fusarium* infection and deoxynivalenol content in winter wheat in Rhineland, Germany. V: Mycotoxins in plant disease; European Journal of Plant Pathology, 108, 7: 675-684.
- Logrieco A., Bailey J.A., Corazza L., Cooke B.M. (eds.). Dordrecht, Kluwer Academic Publishers: 667-673.
- Bottalico, A., Perrone, G. 2002. Toxigenic *Fusarium* species and mycotoxins associated with head blight in small-grain cereals in Europe. V: Mycotoxins in plant disease; European Journal of Plant Pathology, Vol. 108. Logrieco A., Bailey J.A., Corazza L., Cooke B.M. (eds.). Dordrecht, Kluwer Academic Publishers: 611-624.
- Burgess, L.W., Summerell, B.A., Bullock, S., Gott, K.P., Backhouse, D. 1994. Laboratory manual for *Fusarium* research. 3rd ed. Sydney: University of Sydney: 136 s.
- Gerlach, W., Nirenberg, H. 1982. The genus *Fusarium* a pictorial atlas. Mitt Biol Bundesanst. Ld – u Forstw. Berlin-Dahlem, 209: 406 str.
- Leslie, J.F., Summerell, B.A. 2006. The *Fusarium* laboratory manual, 1st edn. Ames, Backwell, 110, 4: 573-85.
- Logrieco, A., Mule, G., Morreti, G., Bottalico, A. 2002. Toxigenic *Fusarium* species and mycotoxins associated with maize ear rot in Europe. V: Mycotoxins in plant disease; European Journal of Plant Pathology, Vol. 108. Logrieco A., Bailey J.A., Corazza L., Cooke B.M. (eds.). Dordrecht, Kluwer Academic Publishers: 597-609.

- Milevoj, L. 2002. Tri desetletja spremljanja fuzarioz (*Fusarium* spp.) pri koruzi. V: Tajnšek, Anton (ur.), Šantavec, Igor (ur.). Novi izzivi v poljedelstvu 2002: zbornik simpozija [Zreče, 5. in 6. december 2002], ([Novi izzivi v poljedelstvu]). Ljubljana: Slovensko agronomsko društvo, 2002: 78-82.
- Kocjan Ačko, D., Šantavec, I. 2010. Crop rotation on arable and livestock farms in Slovenia = Kolobar na poljedelsko-živinorejskih kmetijah v Sloveniji. Acta agriculturae Slovenica, 95, 3: 245–251.
- Stack, R.W., McMullen, M.P. 1998. A Visual Scale to Estimate Severity of Fusarium Head Blight in Wheat (<http://www.ag.ndsu.edu/pubs/plantsci/smgrains/pp1095.pdf>).
- Summerell, B.A., Salleh, B., Leslie, J.F. 2003. A utilitarian approach to *Fusarium* identification. Plant Dis. 87: 117–28.
- Zemljič, A., Rutar, R., Žerjav, M., Verbič, J. 2008. Vpliv sorte, gnojenja z dušikom, in razkuževanja semena na okuženost zrnja pšenice s *Fusarium* sp. in onesnaženost z mikotoksini. V: Novi izzivi v poljedelstvu 2008, Rogaška Slatina, 4. in 5. december 2008. Tajnšek A. (ur.). Ljubljana, Slovensko agronomsko društvo: 257–262.

## POMEN PRESEJALNIH TESTOV PRI DOLOČANJU BAKTERIJ IZ RODU *Xanthomonas* V SEMENIH FIŽOLA

Manca PIRC<sup>1</sup>, Maja RAVNIKAR<sup>2</sup>, Tanja DREO<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Nacionalni inštitut za biologijo, Oddelek za biotehnologijo in sistemsko biologijo,  
Ljubljana

### IZVLEČEK

Navadna bakterijska pegavost fižola, ki jo povzroča bakterija *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* (*Xaph*), je ena od bolezni v pridelavi fižola, ki lahko občutno zmanjša pridelek. Okuženo seme je najpomembnejši vir teh bakterij, zato je testiranje semena in uporaba le zdravega semena ključni del obvladovanja bolezni. Medtem ko so se molekularne metode uveljavile za določanje bakterij v vzorcih rastlin, je njihova uporaba v testiranju semena kljub hitrosti manj razširjena. V prispevku navajamo naše izkušnje z izolacijo bakterij na gojiščih kot presejalnim testom ter prednosti in slabosti uporabe molekularnih presejalnih metod, kot je npr. PCR v realnem času v primerjavi z drugimi metodami, kot so izolacija na gojiščih in serološkimi metodami.

**Ključne besede:** testiranje semen, presejalne metode, gojišča, PCR v realnem času

### ABSTRACT

#### THE IMPORTANCE OF THE SCREENING TESTS IN BEAN SEED TESTING ON THE PRESENCE OF BACTERIA FROM THE GENUS *Xanthomonas*

Common bacterial blight caused by *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* (*Xaph*) is one of the major diseases in bean production with infected seeds representing the major source of infection and seed testing and use of healthy seeds is crucial for disease management. While molecular methods are commonly used for detection of bacteria in plant samples, their use in seed testing is less prevalent. Here, we describe our experiences with isolation on media as a screening test in bean seed testing and the advantages and disadvantages of molecular method e.g. real-time PCR in comparison with isolation on media and serological methods.

**Key words:** seed testing, screening tests, plating, real time PCR, testing time, identification tests

### 1 UVOD

Pri bakterijskih boleznih, ki se prenašajo s semenom, so ta pogosto najpomembnejši dejavnik za njihovo pojavljanje in širjenje. Ob odsotnosti ustreznega kemičnega varstva je poleg toplotne in kemične obdelave semena, zagotavljanje zdravega semenskega materiala najpomembnejši ukrep preprečevanja s semenom prenosljivih bakterijskih bolezni rastlin. Okužba semena je le izjemoma vidna s prostim očesom, hkrati pa lahko že izredno nizka stopnja okuženosti pozneje na njivi privede do močnega pojava bolezenskih znamenj (EFSA, 2014). Za zaznavanje bakterij in drugih škodljivih organizmov v semenu zato uporabljamo

---

<sup>1</sup> dr., Večna pot 111, SI-1000 Ljubljana, e-mail: manca.pirc@nib.si

<sup>2</sup> prof., dr. biol. znan., prav tam

<sup>3</sup> dr. bioteh. znan., prav tam

različne laboratorijske diagnostične teste. Smernice za testiranje semena oblikujejo organizacije, kot so International Seed Testing Association (ISTA), International Seed Federation (ISF), določene postopke pa tudi European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO). Za preverjanje zdravstvenega stanja fižola imamo na Nacionalnem inštitutu za biologijo že mnogo let vpeljane metode za določanje bakterije *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* (*Xaph*).

Metode, ki jih izvajamo, so povzete po standardu ISTA 7-021 (2014). Glede na najnovejša strokovna in znanstvena dognanja jih dopolnjujemo z modificiranimi identifikacijskimi testi, npr. z določanjem črtnih kod DNA (Parkinson in sod., 2007). Presejalni test, torej test, ki ga izvajamo na vseh vzorcih in s katerim v prvem koraku izločimo negativne vzorce, temelji na nanašanju ekstraktov, pripravljenih iz semen, na delno selektivna in splošna gojišča (XCP1, MT in Wilbrink), ki imajo mnoge prednosti, vendar so časovno izredno zahtevna metoda.

Zanesljivost in kakovost presejalnega testa je ključna za zmanjšanje tveganja tako lažno pozitivnih kot tudi lažno negativnih rezultatov testiranja. V prispevku primerjamo uporabo presejalnih testov, ki temeljijo na dveh različnih principih ter naše izkušnje z njimi: nanos ekstraktov iz semena na splošna in delno selektivna gojišča, ki je najpogosteje priporočana metoda za analizo semena, ter molekularno metodo PCR v realnem času.

## 2 REZULTATI IN RAZPRAVA

### 2.1 Izolacija na gojiščih, identifikacija bakterij in potrjevanje njihove patogenosti

Presejalni test izolacije na gojiščih je najstarejši pristop določanja bakterijskih bolezni rastlin. Ekstrakte, pripravljene iz semena fižola, nanašamo na delno selektivna in splošna gojišča. Delno selektivna gojišča vsebujejo snovi (npr. antibiotike), ki vsaj deloma preprečujejo ali zavirajo rast drugih, netarčnih bakterij, ki so prisotne na in v semenu, medtem ko je njihov vpliv na tarčno bakterijo manjši. Z uporabo delno selektivnih gojišč povečamo možnost izolacije bakterij *Xanthomonas* iz semena fižola, vendar je število netarčnih bakterij in občasno tudi gliv, ki jih opazimo na gojiščih, še vedno lahko veliko. Gojišča inkubiramo v ustreznih razmerah (temperaturi 25 °C in povišani relativni zračni vlagi).

Žive bakterije, ki so sposobne rasti na gojiščih, po določenem času oblikujejo kolonije, ki so vidne s prostim očesom in se glede na vrsto lahko razlikujejo po morfologiji (barvi, velikosti, obliki, robu, vlažnosti, hrapavosti idr.). Navadno na gojiščih poleg iskanih bakterij zrastejo mnoge druge, ki jih od tarčnih poskušamo razlikovati po morfologiji. Bakterije iz rodu *Xanthomonas* na splošnih gojiščih večinoma oblikujejo okrogle, vlažne, rumeno obarvane kolonije (posledica pigmentov ksantomonadinov), vendar se lahko izolati iste vrste med sabo tudi precej razlikujejo, kar otežuje izbor kolonij za nadaljnja testiranja, še posebno, kadar so prisotne druge, netarčne bakterije s podobno morfologijo. Zaradi pogoste prisotnosti morfološko podobnih drugih bakterij, večina postopkov za testiranje semena priporoča izbor 10 in več kolonij za nadaljnjo identifikacijo, kar lahko poveča stroške analiz.

Pri semenih je nivo okužbe z bakterijo *Xaph* navadno nizek, zato lahko prisotnost ostalih mikrobov v večjih koncentracijah privede do lažno negativnih rezultatov zaradi preraščanja *Xaph*. Preraščanje gojišč z netarčnimi bakterijami preprečujemo z redčenjem ekstraktov (ekstrakte nanašamo v več redčitvah, npr. neredčen ekstrakt, 10x, 100x in 1000x redčen ekstrakt), s čimer zmanjšamo število netarčnih bakterij, vendar z redčenjem zmanjšamo tudi količino tarčnih bakterij.

Kolonije, ki jih izberemo za nadaljnja testiranja, identificiramo z drugimi testi, ki lahko vključujejo opazovanje morfologije kolonij na različnih gojiščih, preverjanje patogenosti izoliranih bakterij s hipersezitivno reakcijo na rastlinah paradižnika, imunofluorescenčni test z uporabo specifičnih protiteles, določanje delnega sekvenčnega zaporedja izbranih genov

(angl. "DNA barcoding") in drugimi molekularnimi testi. Ob pozitivnih rezultatih potrjujemo patogenost izoliranih bakterij z okuževanjem rastlin fižola.

Uporaba izolacije na gojiščih kot presejalnega testa ima mnoge prednosti. Tipično lahko analiziramo večje količine vzorca kot z drugimi metodami (100  $\mu$ L in več). To je tudi generalna metoda, ki za razliko od metod, pri katerih uporabljamo specifične reagente, zazna bakterijo, četudi se bakterija tekom evolucije spremeni. Rast bakterije na gojiščih potrjuje tudi njeno živost, kar je velika prednost v primerjavi s serološkimi in molekularnimi metodami, ki temeljijo na zaznavanju delov membran ali DNA, ki so lahko prisotni še dolgo po propadu bakterije.

Poleg pomanjkljive selektivnosti je največja slabost uporabe gojišč kot presejalne metode dolgotrajnost testiranja, saj bakterije potrebujejo vsaj nekaj dni, da zrastejo do ustrezne velikosti za pregledovanje, nakar sledi še njihova precepitev in čiščenje. Posebno ob poznem vzorčenju lahko ob uporabi časovno zahtevnih metod pride do zamud pri dostavi semena na tržišče in pridelovalcem.

Čas, ki je potreben za rast bakterij, je odvisen od vrste bakterije, njenega fiziološkega stanja in gojišča. Osnovna gojišča pregledujemo večkrat, saj lahko ostali organizmi, ki so prisotni na gojiščih povzročijo, da tarčna bakterija raste počasneje. Tako je pri bakteriji *Xaph* potrebnih navadno vsaj 3-4 dni za rast, ki omogoča prvi pregled na splošnih gojiščih in 5-7 dni za prvi pregled delno selektivnih gojišč. Gojišča se pregledujejo tudi po tem času. Po izboru kolonij, le-te čistimo s precepljanjem na sveža gojišča, za kar je potrebnih nadaljnjih 2-4 dni. V tabeli 1 je prikazan čas analize gojišč pri 26 vzorcih semena fižola, ki smo jih na Nacionalnem inštitutu za biologijo testirali na prisotnost bakterije *Xaph* od leta 2011. Iz tabele je razvidno, da je bilo za to analizo v povprečju potrebnih kar 13 koledarskih dni. Le 9/26 vzorcev (27 %) smo lahko zaključili kot negativne na osnovi rezultatov izolacije na gojiščih brez opravljanja dodatnih testov. Pri večini vzorcev (19/26, 73 %) smo opazili kolonije, ki so bile morfološko podobne bakterijam *Xaph* in smo jih dodatno preverjali s testom hipersenzitivne reakcije. Pri kar 13 takšnih vzorcih (50 % vseh vzorcev) so izolati povzročili hipersenzitivno reakcijo na paradizniku, zato smo njihovo identiteto preverjali s sekveniranjem dela gena *GyrB* in v določenih primerih tudi *AvrBs2*.

Alternativna rešitev uporabe gojišč kot prvega presejalnega testa, je vpeljava drugih, hitrejših presejalnih testov, s katerimi bi lahko v ekstraktih vzorcev semen specifično zaznavali prisotnost karantenskih bakterij.

## 2.2 Serološke presejalne metode

Serološke presejalne metode, ki se uporabljajo za analizo semena, so test ELISA in test imunofluorescence (IF) na ekstraktu. Posebno za ELISA test je značilna nizka občutljivost metode, zaradi česar se v bakteriologiji malo uporablja. Pri obeh testih se relativno pogosto pojavljajo navzkrižne reakcije in posledično lažno pozitivni rezultati. Pri imunofluorescenčnem testu se poleg fluorescenčnega signala opazuje tudi velikost in oblika bakterij, s čimer lahko v nekaterih primerih povečamo specifičnost testa. Nespecifičnost testa IF smo opazili pri dveh vzorcih iz leta 2011, pri katerih smo izolirali morfološko ustrezne, HR pozitivne kolonije, ki so reagirale s protitelesi v testu IF, vendar na fižolu niso povzročale bolezenskih znamenj (preglednica 1). Pozneje smo test IF nadomestili z bolj zanesljivo identifikacijo *Xaph* na podlagi sekveniranja dela gena *GyrB* in/ali *AvrBs2*. Na ta način lahko bolj zanesljivo identificiramo *Xaph*, kar je bistveno zmanjšalo pogostost izvajanja testa patogenosti pri vzorcih s končnim negativnim rezultatom analize (preglednica 1).

Preglednica 1: Testiranje vzorcev semena fižola na prisotnost bakterije *Xaph* v letih 2011-2015. Prikazani so koledarski dnevi izvajanja presejalnega testa izolacije na gojiščih, ki vključuje pripravo ekstraktov z namakanjem, nanos na gojišča, izbor in čiščenje izolatov ter izvedeni identifikacijski testi in končni rezultat testiranja. HR- test hipersenzitivne reakcija na paradižniku, Sekveniranje – sekveniranje dela gena *GyrB* in/ali *AvrBs2*, IF – test indirektna imunofluorescence.

Leto	Zaporedna številka vzorca	Čas analize gojišč	Izvajanje identifikacijskih testov				Končni rezultat
			HR	Sekveniranje	IF	Test patogenosti	
2011	1	10	✓		✓	✓	Xaph neg
	2	9	✓		✓	✓	Xaph neg
	3	18	✓		✓	✓	Xaph poz
2012	4	16	✓	✓		✓	Xaph neg
	5	16	✓	✓		✓	Xaph neg
	6	16	✓	✓		✓	Xaph neg
	7	16					Xaph neg
	8	14	✓	✓		✓	Xaph poz
	9	16					Xaph neg
	10	16					Xaph neg
	11	9	✓	✓		✓	Xaph poz
	12	9	✓				Xaph neg
2014	13	14	✓				Xaph neg
	14	14	✓	✓			Xaph neg
	15	10					Xaph neg
	16	15	✓	✓			Xaph neg
	17	11	✓	✓			Xaph neg
	18	11	✓	✓			Xaph neg
	19	11	✓	✓			Xaph neg
	20	11	✓	✓			Xaph neg
	21	11	✓	✓			Xaph neg
	22	11	✓	✓			Xaph neg
2015	23	9					Xaph neg
	24	11					Xaph neg
	25	11					Xaph neg
	26	9	✓				Xaph neg

### 2.3 Molekularne presejalne metode

V zadnjih dveh desetletjih se v diagnostiki vedno bolj uporabljajo in uveljavljajo molekularne metode, kot sta metodi PCR in PCR v realnem času. Metoda PCR v realnem času temelji na spremljanju pomnoževanja DNA v realnem času. Če je bakterija v vzorcu prisotna, se povečuje fluorescenca, ki jo zaznavamo z ustreznimi detektorji. Glede na nivo fluorescence lahko v primerjavi s kontrolnimi vzorci rezultat interpretiramo kot negativen ali pozitiven. Dodatno lahko s primerjavo s standardno krivuljo določimo tudi število bakterij v vzorcu. Metoda PCR v realnem času se uspešno uporablja za določanje karantenskih organizmov v semenu, npr. za določanje virusa PepMV (Gutierrez-Aguirre in sod., 2009) in viroida PSTVd (Verhoeven in sod., 2004).

Poseben izziv uporabe PCR v realnem času pri testiranju semena je oblikovanje specifičnih oligonukleotidnih začetnikov in sond. Z njimi namreč želimo zaznati vse izolate *Xaph* in hkrati omejiti lažno pozitivne reakcije z drugimi bakterijami različnih vrst, ki so pogosto prisotne v in na semenu. Zanesljivost molekularnih metod, še posebno, kadar jih uporabljamo

pri vzorcih brez bolezenskih znamenj, močno povečamo s kombinacijo več testov PCR v realnem času, ki zaznavajo različne dele genoma (Dreo in sod., 2012).

Pri analizi semena navadno opažamo večje količine inhibitornih snovi, ki zavirajo pomnoževanje DNA in se nahajajo na in v semenu ali so posledica kemijske obdelave semena. Večino inhibitornih substanc lahko zadovoljivo izločimo med izolacijo in čiščenjem DNA, preostanku inhibitorjev pa zmanjšamo aktivnost z redčenjem vzorcev pred analizo.

Kljub dejstvu, da z metodo PCR v realnem času ne moremo razlikovati med mrtvimi in živimi bakterijami, kot je to možno pri uporabi gojišč, je njena velika prednost hitrost in relativna neodvisnost od prisotnosti drugih mikroorganizmov v vzorcih. Primerjava trajanja prve presejalne analize pri uporabi gojišč ali PCR v realnem času je prikazana na sliki 1. Tako vidimo da bi z uporabo metode PCR v realnem času, ki bi specifično zaznala bakterijo *Xaph*, lahko občutno skrajšali čas presejalne analize pri negativnih vzorcih. Rezultat takšne analize bi lahko dobili že v 2 dneh po začetku analiz.

Presejalni test	Koledarski dnevi																												Rezultat testiranja		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28			
Gojišča	Priprava vzorca	Nanos in pregled gojišč												Osamitev in čiščenje bakterij		HR	Sekveniranje				Test patogenosti na rastlinah fižola										<i>Xaph neg<sup>a</sup></i>
		Nanos in pregled gojišč												Osamitev in čiščenje bakterij		HR	Sekveniranje				Test patogenosti na rastlinah fižola										<i>Xaph neg<sup>b</sup></i>
Molekularna metoda PCR v realnem času	Priprava vzorca Izolacija DNA in qPCR	Nanos in pregled gojišč												Osamitev in čiščenje bakterij		HR	Sekveniranje				Test patogenosti na rastlinah fižola										<i>Xaph neg<sup>c</sup></i>
		Nanos in pregled gojišč												Osamitev in čiščenje bakterij		HR	Sekveniranje				Test patogenosti na rastlinah fižola										<i>Xaph poz</i>

Slika 1: Primerjava časovnega poteka testiranja pri uporabi različnih presejalnih testov (svetlo sivo), izolacije na gojiščih in PCR v realnem času, ter predvideno izvajanje identifikacijskih testov (temno sivo). Prikazan je najkrajši čas potreben za izvedbo posameznega testa. HR - test hipersenzitivne reakcija na paradižniku; Sekveniranje – sekveniranje dela gena *GyrB* in/ali *AvrBs2*; <sup>a</sup>Na gojiščih ni kolonij morfološko podobnih *Xaph*; <sup>b</sup>na gojiščih so prisotne kolonije, ki so morfološko podobne *Xaph*, vendar so negativne na testu hipersenzitivne reakcije na paradižniku; <sup>c</sup>na gojiščih so prisotne kolonije morfološko podobne *Xaph*, ki so pozitivne na testu hipersenzitivne reakcije na paradižniku, vendar na podlagi delnega sekveniranja genov *GyrB* in/ali *AvrBs2* niso bile identificirane kot *Xaph*.

V primerjavi z gojišči in serološkimi metodami je volumen vzorca, ki ga analiziramo s PCR v realnem času manjši. To lahko kompenziramo z večjim številom ponovitev, deloma pa je za to že poskrbljeno z večjo absolutno občutljivostjo PCR v realnem času. Občutljivost PCR v realnem času lahko dodatno izboljšamo, če ga izvajamo v obliki digitalnega PCR, ki je pogosto manj občutljiv na inhibicijo v reakciji pomnoževanja (Rački in sod., 2014), še posebno v zahtevnejših vzorcih, ter omogoča absolutno kvantifikacijo, kar pomeni, da ni potrebno dodatno pripravljati standardne krivulje s tarčno bakterijo v znani koncentraciji, na kateri bi primerjali naše rezultate (Dreo in sod., 2014). Informacija glede števila bakterij v vzorcu nam omogoča tudi prilagoditev nanosa na gojišča, kar uporabljamo pri latentnem testiranju na bakterijo *Erwinia amylovora* (Pirc in sod., 2009).

Za določanje bakterij *Xanthomonas* ni na voljo mnogo molekularnih testov. Pri testih, ki so razviti, pogosto ni na voljo validacijskih podatkov, zato je potrebno za diagnostiko preizkusiti njihovo specifičnost, občutljivost, ponovljivost in robustnost (EPPO PM 7/98 (2), 2014). Za določanje bakterije *Xaph* in njegove varietete *fuscans*, je He (2010) oblikoval PCR v realnem času s oligonukleotidnimi začetniki in sondo, ki specifično zaznavajo in tudi ločijo oba seva

na podlagi pomnoževanja dveh ločenih delov genoma, izbranih na podlagi RAPD-PCR analize (He, 2010). Preverili so specifičnost in občutljivost testa pri določanju različnih izolotov ter umetno okuženih vzorcih semen, vendar niso preverili morebitnih navzkrižnih reakcij v vzorcih zdravega semena, pomembnega parametra, ki je pogosto vezan na geografsko lokacijo pridelave semena.

### 3 SKLEPI

Uporaba gojišč kot presejalne metode ima zagotovo veliko prednosti, vendar ima lahko zaradi dolgotrajnosti neželene gospodarske posledice. Z uvedbo hitrejših molekularnih metod v postopek identifikacije izolotov smo že skrajšali celotni čas analiz. Z uvedbo PCR v realnem času kot presejalnega testa želimo v prihodnosti skrajšati tudi čas od prejema vzorca do prve informacije ter povečati zanesljivost presejalnih testov. Poseben izziv je izbor oligonukleotidnih začetnikov in sond, ki bi bili tako specifični, da ne bi zaznali bakterij, ki so zelo sorodne in predstavljajo mikrofloro na/v semenih.

### 4 ZAHVALA

Zahvaljujemo se Upravi RS za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin za financiranje, sodelavcem Inšpekcije za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin za nabrane vzorce ter Lidiji Matičič, Špeli Prijatelj Novak in Alešu Blatniku za pomoč pri izvedbi laboratorijskih testov.

### 5 LITERATURA

- Dreo T., Pirc M., Ravnikar M. 2012. Real-time PCR, a method fit for detection and quantification of *Erwinia amylovora*. *Trees*, 26, 1: 165-178.
- Dreo T., Pirc M., Ramšak Ž., Pavšič J., Milavec M., Žel J., Gruden K. 2014. Optimising droplet digital PCR analysis approaches for detection and quantification of bacteria : a case study of fire blight and potato brown rot. *Analytical and bioanalytical chemistry*, 406, 26: 6513-6528.
- EPPO PM 7/98 (2). 2014. Specific requirements for laboratories preparing accreditation for a plant pest diagnostic activity. *EPPO Bulletin* 44, 2: 117-147.
- European Food Safety Authority (EFSA). 2014. Scientific Opinion on the pest categorisation of *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* and *Xanthomonas fuscans* subsp. *Fuscans*, *EFSA Journal* 2014; 12, 10: 3856
- Gutierrez-Aguirre, I., Mehle, N., Delić, D., Gruden, K., Mumford, R., Ravnikar, M. 2009. Real-time quantitative PCR based sensitive detection and genotype discrimination of Pepino mosaic virus. *J. virol. methods.*, 1-2, 162: 46-55.
- He Y. 2010. Improved seed health tests for *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* in common bean. *Graduate Theses and Dissertations*. Paper 11565.
- International Seed Testing Association (ISTA). 2014. 7-021 Detection of *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* and *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* var. *fuscans* on *Phaseolus vulgaris* (bean)
- Parkinson N., Aritua, V., Heeney J., Cowie C., Bew J., Stead, D. 2007. Phylogenetic analysis of *Xanthomonas* species by comparison of partial gyrase B gene sequences. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 57: 2881-2887.
- Pirc M., Ravnikar M., Tomlinson J., Dreo T. 2009. Improved fireblight diagnostics using quantitative real-time PCR detection of *Erwinia amylovora* chromosomal DNA. *Plant Pathology*, 58, 5: 872-881.
- Rački N., Dreo T., Gutierrez-Aguirre I., Blejčec A. Ravnikar M. 2014. Reverse transcriptase droplet digital PCR shows high resilience to PCR inhibitors from plant, soil and water samples. *Plant methods*, 1746-4811, 10: 42.
- Verhoeven J.Th.J., Jansen C.C.C., Willems T.M., Kox L.F.F., Owens R.A., Roenhorst J.W. 2004. Natural infections of tomato by *Citrus exocortis* viroid, *Columnea* latent viroid, *Potato spindle tuber viroid* and *Tomato chlorotic dwarf viroid*. *European Journal of Plant Pathology*, 110: 823-831.



## NAPOVED ROJENJA PRVEGA RODU OSMEROZOBEGA SMREKOVEGA LUBADARJA (*Ips typographus*) V SLOVENIJI

Nikica OGRIS<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Gozdarski inštitut Slovenije, Oddelek za varstvo gozdov, Ljubljana

### IZVLEČEK

Velikost populacije osmerozobega smrekovega lubadarja (*Ips typographus* Linnaeus, 1758) ugotavljamo s spremljanjem ulova v kontrolnih pasteh s specifičnimi feromonskimi pripravki kumulativno za spomladansko obdobje, ki traja od prvega rojenja do 15. junija. V primeru, ko ulov preseže 9.000 osebkov na kontrolno past, se šteje, da je populacija podlubnikov na lokaciji pasti prenamnožena (Pravilnik o varstvu gozdov). Pravilnik določa datum rojenja prvega rodu, t.j. 15. junij, pavšalno za celo državo. Cilj raziskave je bil razviti metodo za določevanje natančnejšega datuma rojenja prvega rodu za vsako kontrolno past. Uporabili smo metodo prostorske interpolacije točkovnih vrednosti povprečnih dnevni temperatur s pomočjo metode enostavnega kokriginga, kjer smo za pojasnjevalno spremenljivko vzeli digitalni model višin. Rezultat tega postopka so bile karte povprečne dnevne temperature za vsak dan posebej za območje Slovenije z ločljivostjo 1 km × 1 km. Datum rojenja prvega rodu smo predvideli glede na dve dejstvi: spodnji temperaturni prag za razvoj osmerozobega smrekovega lubadarja je 8,3 °C in za popolni razvoj enega rodu je potrebna vsota učinkovitih temperatur 365 stopinj dni. Za vsako kontrolno past smo datum rojenja prvega rodu določili z dnem, ko je bila vsota učinkovitih temperatur enaka ali večja kot 365 stopinj dni, izračunano od datuma prvega ulova v letu v kontrolni pasti. Metodo smo preizkusili na podatkih spremljanja ulova osmerozobega smrekovega lubadarja v kontrolno-lovni pasteh v letu 2014. Povprečni zaključek razvoja prvega rodu se je dobro ujemal s povprečnim začetkom prvega rojenja in se je zgodil med 10. in 29. junijem 2014. Iz rezultatov študije je razvidno, da je uradni datum 15. junij, do katerega se spremlja velikost populacije osmerozobega smrekovega lubadarja in je določen s Pravilnikom o varstvu gozdov, veljal le za 22,4 % obravnavanih kontrolno-lovni past, ki so bile postavljene v nižjem višinskem pasu, t.j. 328 m nad morjem povprečno. Razvita metoda bo pripomogla k bistveno natančnejšim določitvam datuma rojenja prvega rodu in posledično k natančnejšim kratkoročnejšim napovedim o prenamnožitvah vrste *I. typographus*.

229

**Ključne besede:** *Ips typographus*, model, napoved, prvi rod, rojenje

### ABSTRACT

#### FORECAST OF SWARMING OF THE FIRST GENERATION OF THE EIGHT-TOOTHED SPRUCE BARK BEETLE (*Ips typographus*) IN SLOVENIA 2014

The size of the population of the eight-toothed spruce bark beetle (*Ips typographus* Linnaeus, 1758) is assessed by monitoring of catches in control traps with specific pheromone preparations. The catch is assessed cumulatively for the spring period, which lasts from the first swarming until 15<sup>th</sup> June. In the case, when catch exceed 9,000 individuals per trap, it is considered that the population of *I. typographus* on the location of the trap will outbreak

---

<sup>1</sup> dr., Večna pot 2, SI-1000 Ljubljana, e-mail: nikica.ogris@gozdis.si

(Rules on the protection of forests). Date, June 15, has been set with the Rules approximately. The aim of this study was to develop a method for the determination of a more precise date of swarming of the first generation at each control trap. We used the method of spatial interpolation of point values of average daily temperatures (on daily basis) using simple co-kriging, where we took digital elevation model as an explanatory variable. The result of this process were maps of the average daily temperature for the territory of Slovenia with a resolution of 1 km x 1 km. Date of swarming of the first generation was predicted according to two facts: the lower temperature threshold for the development of the eight-toothed spruce bark beetle is 8.3 °C and for the full development of one generation is required 365 degrees days (sum of effective temperatures). For each of the trap, swarming date of the first generation was determined by the date when the sum of effective temperatures were equal to or greater than 365 degree-days calculated from the date of first appearance. The method was tested on the monitoring data of the eight-toothed spruce bark beetle in traps in 2014. The average swarming date of the first generation took place between 10<sup>th</sup> and 29<sup>th</sup> June 2014. The results of the study shows that the official date of June 15 applied only to 22.4% traps in 2014. The developed method will significantly rise the accuracy of determination of date of swarming of the first generation at each control trap. Consequently, the predictions of swarming will be more accurate and reliable.

**Keywords:** first generation, forecast, *Ips typographus*, model, swarming

## 1 UVOD

230

Zavod za gozdove Slovenije na podlagi letnega programa varstva gozdov in navodil (Jurc in Kolšek, 2012) redno spremlja razvoj populacij podlubnikov na smreki s kontrolnimi pastmi s specifičnimi feromonskimi pripravki ter s kontrolnimi nastavami (kontrolna drevesa, debela in kontrolni kupi). Kontrolne pasti ali kontrolne nastave se prednostno namestijo v gozdovih, ki so starejši kot 60 let in imajo lesno zalogo smreke več kot 50 %, ter tam, kjer so se v preteklih letih pojavljale prenamnožitve smrekovih podlubnikov, in sicer se praviloma namesti ena past ali nastava na 50 ha (RS, 2009).

Pravilnik o varstvu gozdov (2009, 24. člen, 2. odstavek) določa postopek presoje, ali je populacija osmerozobega smrekovega lubadarja (*Ips typographus* Linnaeus, 1758) na določenem območju prenamnožena: "Velikost populacije osmerozobega smrekovega lubadarja se kumulativno ugotavlja za spomladansko obdobje, ki traja od prvega rojenja do 15. junija. V primeru, ko ulov preseže 9.000 osebkov na kontrolno past ali ko je na kontrolnih nastavah gostota vhodnih odprtih večja kot 1 odprtina na 1 dm<sup>2</sup>, se šteje, da je populacija podlubnikov prenamnožena. Poletno spremljanje v obdobju od julija do avgusta se izvaja po večjih naravnih ujmah in drugih nenadnih škodljivih vplivih na gozd v tekočem letu."

Domnevamo, da je datum rojenja prvega rodu vrste *I. typographus*, t.j. 15. junij, v Pravilniku določen pavšalno in da se dejanski datum razlikuje od pasti do pasti. Razvoj podlubnikov je v prvi vrsti odvisen od zunanje temperature zraka, ki se spreminja glede na mesto merjenja, t.j. predvsem z nadmorsko višino. Zato smo si za raziskovalni cilj zadali določiti natančnejši datum rojenja prvega rodu osmerozobega smrekovega lubadarja za vsako kontrolno past posebej. Članek je povzeta po Ogrisu (2014).

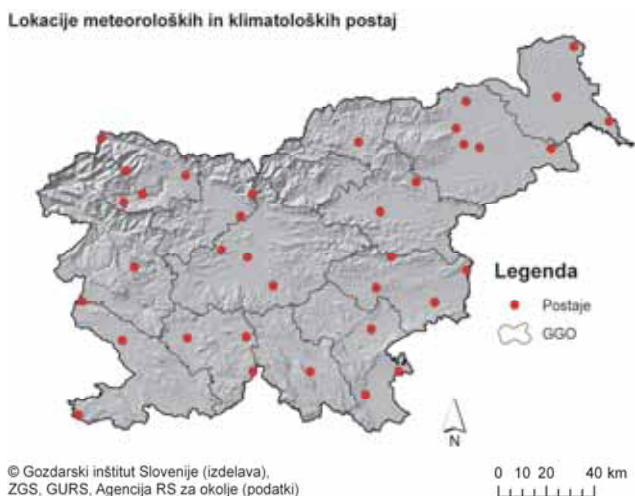
## 2 MATERIAL IN METODE

Podatke o ulovu podlubnikov v kontrolne pasti Javna gozdarska služba (predvsem Zavod za gozdove Slovenije in raziskovalno Gozdarski inštitut Slovenije) beleži s pomočjo uniformnega obrazca v računalniškem programu Varstvo gozdov (Ogris, 2012). V obrazcu se beležijo podatki o kontrolni pasti, kot je njena lokacija, naziv, datum postavitve, podatki o feromonskih

vabah in o ulovu osmerozobega smrekovega lubadarja in šestrozobega smrekovega lubadarja (*Pityogenes chalcographus* Linnaeus, 1761). V preglednico ulova beležimo volumen ulovljenih osebkov v mL. Število osebkov se samodejno preračuna s pomočjo pretvorbenega faktorja, t.j. 1 mL = 40 osebkov osmerozobega smrekovega lubadarja in 1 mL = 600 osebkov šestrozobega smrekovega lubadarja.

V obdelavo smo vključili aktivne kontrolne-lovne pasti, v katerih se je ulov spremljal v letu 2014. Upoštevali smo samo tiste kontrolno-lovne pasti, ki so jih najmanj trikrat praznili in so imele nastavljene primerne feromonske vabe za osmerozobega smrekovega lubadarja, t.j. Pheroprax® (BASF), Pheroprax® TOP (BASF) ali IT – Ecolure TUBUS Maxi (Fytofarm). Zgoraj navedenim pogojem je na dan 11.7.2014 ustrezalo 844 kontrolnih pasti.

Za datum prvega rojenja smo vzeli datum prvega praznjenja kontrolne pasti, v kateri je bil ujet vsaj en osebek osmerozobega smrekovega lubadarja. Domnevali smo, da se datum 15. junija, do katerega se uradno spremlja ulov v kontrolne pasti, razlikuje glede na lokacijo pasti, t.j. predvsem z nadmorsko višino.



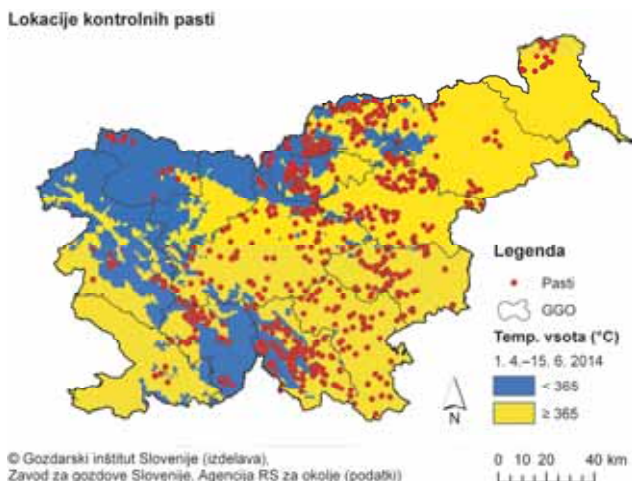
231

Slika 1: Meteorološke in klimatološke postaje, ki so bile vir podatkov o povprečni dnevni temperaturi.  
Figure 1: Meteorological and climatological stations that were used as data source for average daily temperature.

Zato končni datum nismo vzeli kot konstanto, ampak smo ga izračunali za vsako kontrolno past po naslednjem postopku:

- pridobitev podatkov o povprečni dnevni temperaturi za 36 meteoroloških in klimatoloških postaj od 1.1.2014 do 6.7.2014 za vsak dan posebej (slika 1, ARSO, 2014);
- prostorska interpolacija točkovnih vrednosti povprečnih dnevni temperatur s pomočjo metode enostavnega kokriginga (Kastelec, 2001), kjer smo za pojasnjevalno spremenljivko vzeli digitalni model višin v ločljivosti 1 km × 1 km, ki smo ga pridobili s pretvorbo iz ločljivosti 12,5 m × 12,5 m (GURS, 2006). Uporabili smo metodo samodejne optimizacije modela kokriginga s pomočjo navzkrižnega preverjanja. Kokriging smo izvedli s programsko opremo ESRI ArcGIS 10.2 z orodjem Geostatistical Analyst. Rezultat tega postopka so bile karte povprečne dnevne temperature za območje Slovenije z ločljivostjo 1 km × 1 km za obdobje od 1.1.2014 do 6.7.2014 za vsak dan posebej. Natančnost prostorske interpolacije smo ocenili z naslednjimi povprečnimi napakami med 27.2.2014 in 6.7.2014: srednja napaka = 0,21, koren srednje kvadrirane napake = 1,83, koren srednje kvadrirane standardizirane napake = 5,78;

- izračun datuma rojenja prvega rodu. Spodnji temperaturni prag za razvoj osmerozobega smrekovega lubadarja je 8,3 °C in za popoln razvoj enega rodu je potrebna vsota efektivnih temperatur 365 stopinj dni (Wermelinger, 2004). Vsoto efektivnih temperatur smo izračunali po naslednji formuli:  $T_{ef} = Vsota(T_i - 8,3)$ , kjer  $T_i > 8,3$  °C. Za vsako kontrolno past smo datum rojenja prvega rodu določili z dnem, ko je bila vsota efektivnih temperatur enaka ali večja kot 365 stopinj dni izračunano od datuma prvega rojenja, ki ga je zaznal ulov v kontrolni pasti. Pri tem postopku je izpadlo iz analize 126 kontrolnih pasti, ker niso dosegle vsote efektivnih temperatur 365 stopinj dni do 6.7. 2014. Zato je v končni analizi obravnavanih 718 kontrolnih pasti (slika 2).



232

Slika 2: Lokacije kontrolnih pasti za spremljanje ulova osmerozobega smrekovega lubadarja in vsota efektivnih temperatur od 1.4. do 15.6.2014 (prag 8,3 °C).

Figure 2: Locations of the monitoring traps for *Ips typographus* and sum of effective temperatures from 1<sup>st</sup> April to 15<sup>th</sup> June 2014 (threshold 8.3 °C).

### 3 REZULTATI IN RAZPRAVA

Razvoj prvega rodu osmerozobega smrekovega lubadarja je trajal povprečno 50 dni (preglednica 1). Čas razvoja prvega rodu je bil med gozdnogospodarskimi območji (GGO) različen in je trajal v povprečju 45–63 dni. Najkrajši razvoj prvega rodu je bil zabeležen v pasteh v GGO Maribor in Brežice, kjer je razvoj trajal samo 36 dni. Najdaljši čas (106 dni) za razvoj prvega rodu je bil zabeležen v pasti iz GGO Slovenj Gradec.

Prvo rojenje se je v povprečju začelo med 7.4. in 13.5. (preglednica 1). Najzgodnejši povprečni začetek prvega rojenja je bil zabeležen v GGO Novo mesto, Sežana in Ljubljana (7.–21. 4.). Poznejši začetek prvega rojenja je bil zabeležen v splošno višje ležečih GGO, kot so GGO Tolmin, Nazarje, Slovenj Gradec (12.–13. 5.). Povprečni zaključek razvoja prvega rodu se je dobro ujemal s povprečnim začetkom prvega rojenja in se je zgodil med 10. in 29. junijem. Tako se je povprečni zaključek razvoja prvega rodu najprej zgodil v GGO Novo mesto (10.6.), sledil je zaključek v GGO Sežana in Murska Sobota (17.6.). Najpoznejši povprečni zaključek razvoja prvega rodu pa je bil v GGO Tolmin in Nazarje (29.6.).

Preglednica 1: Rezultati analize po gozdnogospodarskih območjih.  
Table 1: The analysis results displayed by forest management units (GGO).

GGO	Št. obravnavanih pasti	Povprečni začetek rojenja	Povprečni zaključek razvoja prvega rodu	Povprečno trajanje razvoja prvega rodu (dni)	Povprečna nadmorska višina pasti (m)
TOLMIN	7	13.5.2014	29.6.2014	46	785
BLED	8	7.5.2014	28.6.2014	51	656
KRANJ	0	-	-	-	-
LJUBLJANA	97	21.4.2014	18.6.2014	57	490
POSTOJNA	54	9.5.2014	28.6.2014	50	685
KOČEVJE	98	5.5.2014	25.6.2014	51	616
NOVO MESTO	48	7.4.2014	10.6.2014	63	301
BREŽICE	83	1.5.2014	18.6.2014	48	349
CELJE	106	2.5.2014	20.6.2014	48	473
NAZARJE	65	12.5.2014	29.6.2014	47	663
SLOVENJ GRADEC	86	12.5.2014	28.6.2014	46	679
MARIBOR	37	1.5.2014	20.6.2014	49	513
MURSKA SOBOTA	23	3.5.2014	17.6.2014	45	294
SEŽANA	6	15.4.2014	17.6.2014	62	617
<b>Skupaj</b>	<b>718</b>	<b>2.5.2014</b>	<b>22.6.2014</b>	<b>50</b>	<b>529</b>

Večino kontrolnih pasti je bilo nameščenih do nadmorske višine 1.000 m (preglednica 2) in sicer 44,8 % v višinskem pasu 200–500 m, 47,2 % v višinskem pasu 500–1.000 m. Nad 1.500 m n.m. ni bilo postavljene nobene pasti.

233

Preglednica 2: Razporeditev kontrolnih pasti zajetih v analizo po višinskih pasovih (m).  
Table 2: Vertical distribution of the monitoring traps (above sea level in meters).

GGO	do 200	200–500	500–1000	1000–1500	Skupaj
TOLMIN	1	0	5	1	7
BLED	0	0	8	0	8
KRANJ	0	0	0	0	0
LJUBLJANA	0	55	42	0	97
POSTOJNA	0	0	47	7	54
KOČEVJE	0	31	67	0	98
NOVO MESTO	12	32	4	0	48
BREŽICE	17	54	12	0	83
CELJE	0	70	35	1	106
NAZARJE	0	11	51	3	65
SLOVENJ GRADEC	0	27	47	12	86
MARIBOR	0	19	15	3	37
MURSKA SOBOTA	0	23	0	0	23
SEŽANA	0	0	6	0	6
<b>Skupaj</b>	<b>30</b>	<b>322</b>	<b>339</b>	<b>27</b>	<b>718</b>
<b>Delež</b>	<b>4,2</b>	<b>44,8</b>	<b>47,2</b>	<b>3,8</b>	<b>100,0</b>

#### 4 SKLEPI

- Razvili smo metodo dela za natančnejšo določitev datuma rojenja prvega rodu osmerozobega smrekovega lubadarja, na katerega se ocenjuje ali je njegova populacija prenamnožena.
- Natančnost prostorske interpolacije povprečne dnevne temperature med 27.2.2014 in 6.7.2014 je bila sprejemljiva; srednja napaka je znašala 0,21.

- Uradni datum 15. junij, do katerega se spremlja velikost populacije osmerozobega smrekovega lubadarja in je določen s Pravilnikom o varstvu gozdov, je v 2014 veljal le za 22,4 % obravnavanih kontrolno-lovnih pasti, ki so bile postavljene v nižjem višinskem pasu, t.j. 328 m nad morjem povprečno.
- Sistem spremljanja ulova podlubnikov v kontrolnih pasteh je potrebno nadgraditi s samodejnim izračunom temperaturnih vsot na dnevni ravni za vsako past posebej in ustreznim opozarjanjem, ko bi kumulativna vsota ulovljenih osebkov preseгла prag 9.000 osebkov na dan rojenja prvega rodu.

## 5 ZAHVALA

Zahvaljujemo se Zavodu za gozdove Slovenije za dovoljenje za obdelavo podatkov o spremljanju ulova osmerozobega smrekovega lubadarja v kontrolno-lovnih pasteh. Raziskava je nastala v sklopu Javne gozdarske službe, Poročevalske, prognostično-diagnostične službe za gozdove, ki jo financira Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano.

## 6 LITERATURA

- ARSO. 2014. Arhiv – opazovani in merjeni meteorološki podatki po Sloveniji. <http://meteo.arso.gov.si/met/sl/app/webmet> (8. 7. 2014)
- GURS. 2006. Digitalni model višin 12,5 m. Geodetska uprava Republike Slovenije
- Jurc D., Kolšek M. (ur.). 2012. Navodila za preprečevanje in zatiranje škodljivcev in bolezni gozdnega drevja v Sloveniji. Studia Forestalia Slovenica, Strokovna in znanstvena dela. Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije, Silva Slovenica: 104 str.
- Kastelec D. 2001. Objektivna prostorska interpolacija meteoroloških spremenljivk in njihovo kartiranje: disertacija. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko: 152 str.
- Ogris N. 2012. Prognostične osnove za varstvo gozdov Slovenije. Ljubljana, Silva Slovenica: 104 str.
- Ogris N. 2014. Spremljanje ulova osmerozobega smrekovega lubadarja v kontrolnih pasteh v Sloveniji v 2014: ocena prenamnožitve populacije na ravni posamezne pasti. Napovedi o zdravju gozdov, 2014: 6.
- RS. 2009. Pravilnik o varstvu gozdov. Uradni list RS, 114–5220/2009
- Wermelinger B. 2004. Ecology and management of the spruce bark beetle *Ips typographus*: a review of recent research. Forest Ecology and Management, 202, 1–3: 67–82.

## SEKUNDARNA ŠKODA ZARADI PODLUBNIKOV V GOZDOVIH SLOVENIJE PO ŽLEDOLOMU FEBRUARJA 2014

Marija KOLŠEK<sup>1</sup>, Maarten DE GROOT<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Zavod za gozdove Slovenije, Ljubljana

<sup>2</sup>Gozdarski inštitut Slovenije, Oddelek za varstvo gozdov, Ljubljana

### IZVLEČEK

Februarja 2014 je žled v Sloveniji povzročil poškodbe drevja na dobri polovici površine gozdov. Zaradi poškodb bo treba posekati 9 milijonov m<sup>3</sup> drevja, od tega 3 milijone m<sup>3</sup> iglavcev. Da bi preprečili večji obseg sekundarne škode v gozdovih zaradi prenamnožitve podlubnikov, bi morali do sredine maja posekati in izpeljati iz gozda v predelavo večino močno poškodovanih iglavcev, zlasti smreke. Ker sta posek drevja ter trgovina z lesom v Sloveniji prilagojena na letni posek okoli 4 milijonov m<sup>3</sup> drevja in ju v kratkem času ni bilo mogoče zadostno povečati, je bilo do sredine maja 2014 saniranih samo četrtnina močno poškodovanih iglavcev. Zato pričakujemo, da bo prenamnožitev podlubnikov trajala več let s kulminacijo po letu 2014. Ker smo že v letu 2013 evidentirali povečanje števila smrekovih in jelovih podlubnikov, smo večjo sekundarno škodo zaradi podlubnikov pričakovali že v letu 2014. Zelo spremenljivo in deževno vreme brez daljših vročinskih valov je neugodno vplivalo na razvoj podlubnikov, zato se dodatni posek drevja zaradi podlubnikov v letu 2014 glede na posek zaradi podlubnikov v letu 2013 ni bistveno povečal. V prvi polovici leta 2014 so se na poškodovanem območju žarišča smrekovih podlubnikov pojavljala na v žledu močno poškodovanih smrekah, v drugi polovici leta tudi na manj poškodovanih ter tudi na navidezno zdravih in nepoškodovanih smrekah. Kontrolne feromonske pasti za podlubnike, s katerimi spremljamo številčnost in razvoj osmerozobega smrekovega lubadarja (*Ips typographus*) in šesterozobega smrekovega lubadarja (*Pityogenes chalcographus*), so na najbolj poškodovanem območju v letu 2014 služile le za spremljanje razvoja podlubnikov. V prispevku so predstavljeni rezultati ulova.

**Ključne besede:** *Ips typographus*, žled, Slovenija

### ABSTRACT

#### SECONDARY DAMAGE OF SPRUCE BARK BEETLES IN THE SLOVENIAN FORESTS AFTER THE ICE STORM IN FEBRUARY 2014

In February 2014 the ice storm affected trees in more than half of the forests in Slovenia. Therefore there is a need to cut 9 million m<sup>3</sup> from which were 3 million m<sup>3</sup> of conifer trees. In order to avoid secondary damage by bark beetles, the damaged conifer trees should be cut and be transported out of the forests by the middle of May. Normally much lower amount of trees is cut annually (4 million m<sup>3</sup> of trees) in Slovenia. Therefore there are not enough work forces for cutting available in Slovenia. In combination with the short period till the middle May only around one fourth of the damaged conifer trees were logged till that time. Therefore we expect that there will be increasing attacks of bark beetles after 2014. In 2013 there was already an increase of spruce and fir bark beetles observed; therefore we expect even a higher number of bark beetles in 2014. However, there was not such an increase of bark beetles observed compared to 2013 as we expected. The reason for this is probably the

<sup>1</sup> univ. dipl. inž. gozd., Večna pot 2, SI-1000 Ljubljana, e-mail: marija.kolsek@zgs.si

<sup>2</sup> dr., prav tam

rainy weather without longer heat wave, which affects the bark beetle populations negatively. In the first half of 2014, spruce bark beetle damage was mainly observed in the heavily damaged spruces, while in the second part of 2014 also seemingly healthy and not damaged spruces were attacked. Pheromone traps, which are used for monitoring the numbers and development of *Ips typographus* and *Pityogenes chalcographus* were set in the affected areas in 2014 mostly to investigate the development of the outbreaks of bark beetles. The results will be presented during the meeting.

Key words: *Ips typographus*, ice storm, Slovenia

## 1 UVOD

Slovenijo je v februarju 2014 prizadel žled, ki je povzročil poškodbe na 51 % površine slovenskih gozdov. Poškodbe po žledu so prisotne v vseh 14 gozdnogospodarskih območjih (v nadaljevanju GGO). Zaradi poškodb bo treba posekati 9 milijonov m<sup>3</sup> drevja, od tega eno tretjino predstavljajo iglavci, večinoma smreka in bor. Gozdovi so bili glede na količino potrebnega sanitarnega poseka najbolj poškodovani v Gozdnogospodarskih območjih Postojna, Ljubljana, Tolmin in Kranj. Najmanj so bili poškodovani gozdovi v Kraškem GGO in v GGO Murska Sobota.

Vsaki obsežni naravni ujmi praviloma sledi prenamnožitev podlubnikov. Tudi Slovenija se sekundarni škodi po podlubnikih v naslednjih letih ne bo mogla izogniti. Že pred žledolomom smo imeli povečano številčnost smrekovih in tudi jelovih podlubnikov. Poleg tega sanitarni posek iglavcev ni bilo mogoče zagotoviti pravočasno v obsegu, da se na poškodovanem drevu ne bi prenamnožili podlubniki. Da bi preprečili večji obseg sekundarne škode v gozdovih zaradi prenamnožitve podlubnikov, bi morali do sredine maja posekati in izpeljati iz gozda v predelavo večino močno poškodovanih iglavcev, zlasti smreke. Ker sta v Sloveniji posek drevja ter trgovina z lesom prilagojena na letni posek okoli 4 milijonov m<sup>3</sup> drevja, ju v kratkem času ni bilo mogoče zadostno povečati. Do sredine maja 2014 je bilo saniranih četrtnina, do konca leta 2014 pa nekaj več kot polovica poškodovanih iglavcev, določenih za posek.

Na podlagi analize podatkov iz evidenc Zavoda za gozdove Slovenije o poseku in označitvi dreves za posek zaradi napada podlubnikov ter ulova v kontrolne feromonske pasti za smrekove podlubnike v letu 2014 smo pripravili analizo razvoja populacij smrekovih lubadarjev v letu 2014 po GGO, upoštevajoč poškodovanost gozdov v žledu. Na podlagi te analize smo pripravili prognozo, v katerih GGO v letu 2015 pričakujemo povečanje poškodb zaradi prenamnoženih smrekovih lubadarjev. Prognoza je bila izdelana z namenom poopravitve nadzora nad gozdovi z večjim deležem smreke v najbolj ogroženih GGO v letu 2015.

## 2 MATERIAL IN METODE

Zavod za gozdove Slovenije (v nadaljevanju Zavod) v okviru javne gozdarske službe zbira podatke o stanju in razvoju gozda kot ekosistema, vodi evidence kot baze podatkov za svoje delo in statistično posploševanje, spremlja biotsko ravnovesje v gozdovih ter razvrstitev in poškodovanost gozdov. V okviru teh nalog Zavod razpolaga z letnimi evidencami poseka dreves, ki jih je treba posekati zaradi napada podlubnikov (v nadaljevanju lubadark), evidencami o označenih lubadarkah za posek v zimskem obdobju 2013/2014 in 2014/2015, ter evidencami ulova v kontrolne feromonske pasti v letu 2014.

Evidence o označitvi drevja za posek in o poseku drevja se redno vodijo po najnižjih ureditvenih gozdnogospodarskih enotah (odsek oz. oddelek), ki določajo lokacijo za posek dreves. Evidentira se datum označitve dreves za posek ter okvirni datum poseka dreves. Za vsako drevo za posek se evidentirajo drevesna vrsta, debelinska stopnja (5-cm razredi premerov dreves v prsni višini), s pomočjo katere se izračuna volumen lesne mase dreves.



Evidentira se primarni vzrok poseka, med katerimi sta tudi posek zaradi žuželk in zaradi žleda. Ob tem naj omenimo, da je v letu 2014 močno poškodovano drevje v žledolomu, ki so ga naselili podlubniki, evidentirano pod vzrokom poseka »žled« kot primarni vzrok poseka teh dreves.

Evidenca ulova v kontrolne feromonske pasti tipa Theyson za smrekove lubadarje (*Ips typographus*, *Pityogenes chalcographus*) se od leta 2013 dalje vodi v aplikaciji za varstvo gozdov, ki jo je kot strokovni vodja poročevalske, prognostične-diagnostične službe za gozdove izdelal Gozdarski inštitut Slovenije. Evidenca se vodi kot baza podatkov o lokacijah pasti, vrsti pasti (enojna, dvojna, trojna), uporabljeni vrsti feromonske vab, ter količini ulova osmerozobega ter šesterozobega smrekovega lubadarja po datumih praznjenja pasti. V letu 2013 je Zavod v aplikacijo vnesel podatke o ulovu 516 pasti (6 % vseh postavljenih pasti), v letu 2014 o ulovu v 1.748 pasti (82 % vseh postavljenih pasti), v letu 2015 bodo v aplikacijo predvidoma vneseni podatki o vseh postavljenih pasteh v tekočem letu.

Prognozo pojava sekundarne škode za leto 2015 smo pripravili za osmerozobega smrekovega lubadarja (*Ips typographus*), ki v gozdovih Slovenije med vsemi škodljivimi organizmi povzroča največ škode. Posek zaradi osmerozobega smrekovega lubadarja zajema skoraj celoten posek drevja, evidentiran pod vzrokom poseka zaradi žuželk (v letu 2013 88 %, v letu 2014 86 % celotnega poseka zaradi žuželk).

Mesečne evidence označitve smreke za posek zaradi žuželk so bile uporabljene za primerjavo evidentirane količine smrekovih lubadarj v jesensko-zimskem obdobju 2013/2014 ter v istem obdobju 2014/2015. Upoštevani so bili meseci od avgusta do februarja. V tem obdobju se praviloma za posek evidentirajo poletne lubadarke, ki so posledica napada drugega rodu lubadarjev ter sestrskega rodu. V centralni in južni Evropi traja razvoj enega rodu osmerozobega smrekovega lubadarja od 8 do 10 tednov in navadno razvije 2 čista in en sestrski rod (Jurc, 2008).

237

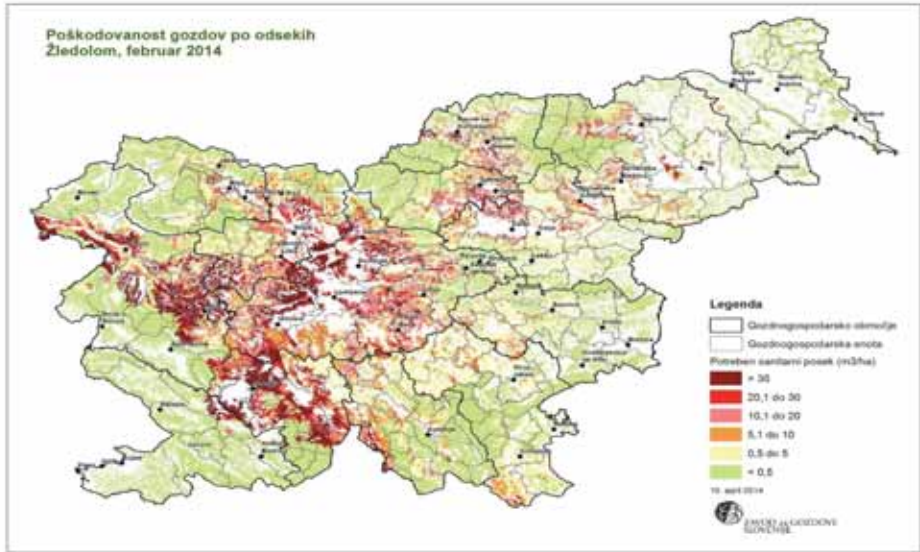
Letne evidence poseka smreke zaradi žuželk so bile uporabljene za določitev trenda razvoja številčnosti smrekovih lubadarjev v obdobju od leta 1995 do leta 2014 po GGO ter za prognozo za leto 2015.

Pri analizah poseka in označitve lubadarj za posek smo uporabili absolutne podatke v kubičnih metrih lesne mase ( $m^3$ ) in nismo upoštevali ogroženosti GGO zaradi smrekovih lubadarjev, zato je med GGO primerljiv samo trend razvoja smrekovih lubadarjev. Da bi problematiko smrekovih lubadarjev po GGO spravili na isti imenovalac, to je na ogroženost gozdov v posameznem GGO s strani smrekovih lubadarjev, smo po GGO izračunali površino gozdnih sestojev, v katerih je prisotna smreka, ter lesno zalogo smreke po GGO v  $m^3$ . Pri površini gozdov s smreko smo upoštevali vse gozdne sestoj, kjer je % smreke v lesni zalogi večji od nič. Iz površine smrekovih sestojev in lesne mase evidentiranih smrekovih lubadarj od avgusta 2014 do februarja 2015 smo izračunali lesno maso lubadarj v  $m^3/100$  ha smrekovih sestojev (rdeči stolpci na sliki 6). Iz lesne zaloge smreke v smrekovih sestojev in lesne mase evidentiranih smrekovih lubadarke od avgusta 2014 do februarja 2015 smo izračunali lesno maso lubadarj v  $m^3/1.000$   $m^3$  lesne mase smreke v GGO (modri stolpci na sliki 6).

Evidenca ulova v kontrolne feromonske pasti za osmerozobega smrekovega lubadarja je bila uporabljena za prikaz trenda razvoja populacij osmerozobega smrekovega lubadarja po GGO v letu 2014. Za analizo so bili uporabljeni kumulativni podatki ulova osebkov na posamezno past na datum praznjenja v letu 2014 po GGO. V primeru dvojnih in trojnih pasti, se je upoštevala polovica oziroma ena tretjina ulova. Ulov se spremlja od 15. marca do 15. junija, da se zajame prvo rojenje. Če kumulativni ulov v tem času preseže 9.000 osebkov na kontrolno past, se šteje, da je populacija vrste *Ips typographus* namnožena. Ena past prikazuje namnožitev podlubnikov v bližnjih okoliških gozdovih (1 past na 50 ha). Poletno spremljanje od julija do avgusta se spremlja po večjih naravnih ujmah in drugih nenadnih škodljivih vplivih v tekočem letu (De Groot in Kolšek, 2015).

Rezultate vseh analiz smo primerjali s poškodovanostjo gozdov v žledolomu po GGO. V skupini najbolj poškodovanih gozdov po GGO, upoštevajoč količino drevja za posek, spadajo GGO Postojna, Ljubljana, Tolmin in Kranj. Sledijo GGO Kočevje, Slovenj Gradec, Celje,

Nazarje. Med manj poškodovane GGO spadajo GGO Novo mesto, Bled, Maribor in Brežice. najmanj so poškodovani gozdovi v Kraškem GGO in v GGO Murska Sobota.

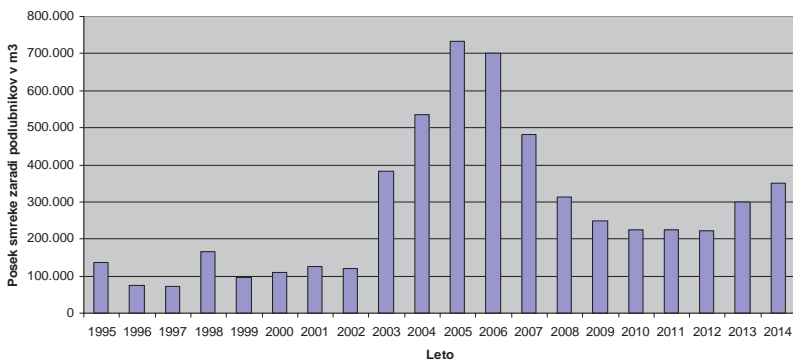


238

Slika 1: Poškodovanost gozdov v žledu februarja 2014 upoštevajoč potreben sanitarni posek po gozdnih odsekih.

### 3 REZULTATI IN RAZPRAVA

Zelo spremenljivo in deževno vreme brez daljših vročinskih valov je v letu 2014 neugodno vplivalo na razvoj podlubnikov, zato se posek drevja zaradi smrekovih podlubnikov v v primerjavi z letom 2013 ni bistveno povečal.

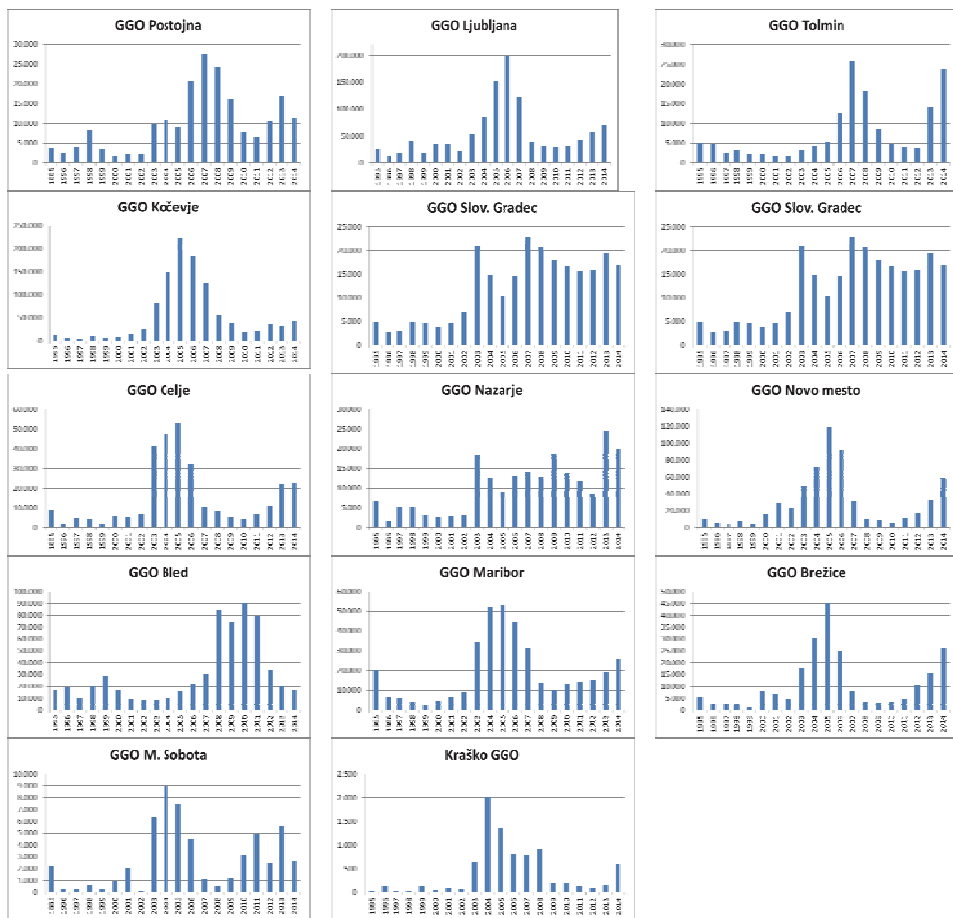


Slika 2: Posek smreke zaradi podlubnikov v Sloveniji v obdobju 1995-2014 (v m<sup>3</sup>)

Vzrok je tudi v tem, da je bil v letu 2014 posek močno poškodovanih dreves v žledolomu, ki so jih naselili podlubniki, evidentiran pod vzrokom poseka »žled«, ki je bil primarni vzrok za posek. Ta drevesa so predstavljala ugoden material za naselitev podlubnikov večinoma le v

prvi polovici leta. V drugi polovici leta so podlubniki v večji meri napadali v žledu manj poškodovane ter (navidezno) zdrave in nepoškodovane smreke.

Analiza letnih posekov zaradi smrekovih podlubnikov nakazuje prenamnožitve smrekovih podlubnikov v letu 2015 v GGO Tolmin, Ljubljana, Novo mesto, Maribor, Brežice, Kočevje in Celje.

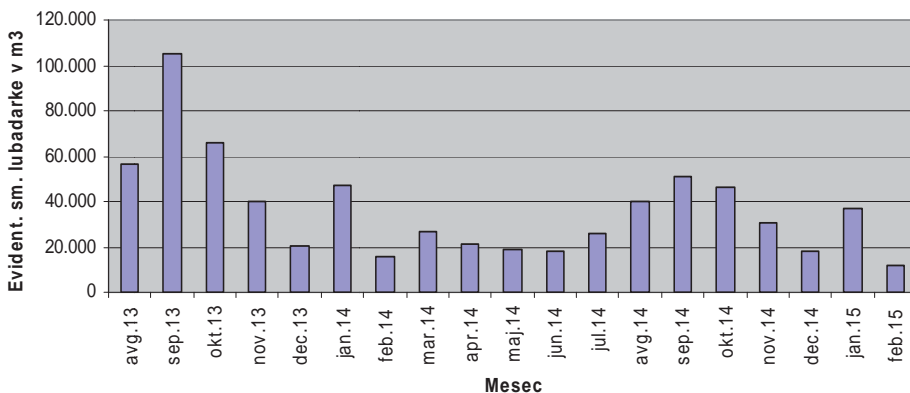


Slika 3: Posek smreke zaradi podlubnikov v Sloveniji v obdobju 1995-2014 (v m<sup>3</sup>) od najbolj do najmanj poškodovanega GGO v žledolomu februarja 2014, upoštevajoč potrebno količino sanitarnega poseka zaradi žleda

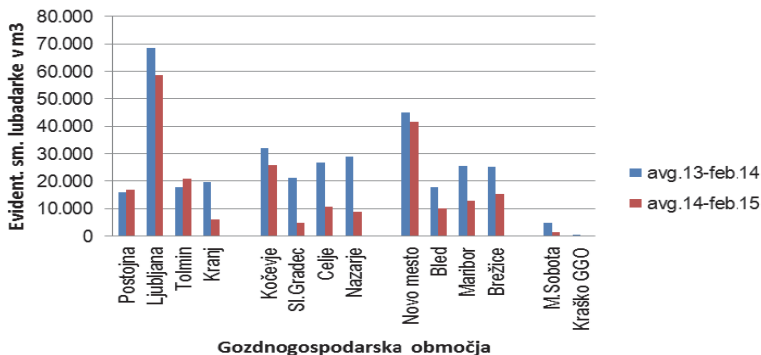
Analiza evidentiranih oziroma označenih smrekovih lubadarj za posek v jesensko-zimskem obdobju 2013/2014 ter v istem obdobju 2014/2015 (od avgusta do februarja) kaže, da so poškodbe zaradi smrekovih lubadarjev začele naraščati v drugi polovici leta 2014, ko so se začela žarišča podlubnikov pojavljati neodvisno od poškodb v žledu.

Primerjava evidentiranih lubadarj za posek po mesecih v obdobju od avgusta 2014 do februarja 2015 z evidentiranimi lubadarkami v istem obdobju pred enim letom kaže celo na zmanjšanje poškodb zaradi smrekovih lubadarjev na ravni Slovenije. V obdobju od avgusta

2014 do februarja 2015 je bilo evidentiranih dve tretjini lubadarke, izraženih v m<sup>3</sup> lesne mase, kot v istem obdobju pred enim letom.



Slika 4: Evidentirane smrekove lubadarke za posek po mesecih od avgusta 2013 do februarja 2015 za Slovenijo.



Slika 5: Evidentirane smrekove lubadarke za posek od avgusta 2013 do februarja 2014 ter od avgusta 2014 do februarja 2015 po GGO, od najbolj do najmanj poškodovanega v žledolomu februarja 2014, upoštevajoč potrebno količino sanitarnega poseka zaradi žleda.

Upoštevajoč prisotnost oziroma ogroženost smreke v GGO, izražene v površini smrekovih sestojev oziroma lesni zalogi smreke po GGO, so bile poškodbe gozdov zaradi poletnega napada smrekovih lubadarjev v letu 2014 največje v GGO Novo mesto, Brežice in Ljubljana, sledijo Kočevje, Postojna, Tolmin, potem Nazarje, Celje, Maribor, Bled. Najmanjše poškodbe so v GGO Murska Sobota, Kranj, Slovenj Gradec in v Kraškem GGO (slika 6).

Kontrolne feromonske pasti za podlubnike, s katerimi spremljamo številčnost in razvoj osmerozobega smrekovega lubadarja (*Ips typographus*), so na najbolj poškodovanem območju v letu 2014 služile le za spremljanje razvoja podlubnikov. V prvi polovici leta 2014 so bile v žledu močno poškodovane smreke za smrekove lubadarje namreč bolj vabljive od feromonskih pasti. Analiza ulova v feromonske kontrolne pasti za vrsto *Ips typographus* kaže na prenamnožitev smrekovih lubadarjev v GGO Murska Sobota, Celje, Brežice, Maribor, Tolmin (De Groot in Kolšek, 2015).



Slika 6: Ogroženost smreke po GGO zaradi poletnega napada smrekovih lubadarjev iz leta 2014 glede na površino smrekovih sestojev v GGO oziroma na lesno zalogo smreke po GGO.

#### 4 SKLEPI

Ena od škodljivih posledic žleda, ki je v februarju 2014 prizadel dobro polovico slovenskih gozdov, bo sekundarna škoda zaradi prenamnožitve podlubnikov. Tej se ne moremo izogniti, lahko pa škodo omejimo z rednim nadzorom ogroženih gozdov iglavcev ter pravočasno sanacijo žarišč podlubnikov. Dejavniki, ki bodo vplivali na obseg sekundarne škode zaradi prenamnožitve podlubnikov, so številčnost podlubnikov pred ujmo, uspešnost sanacije, vremenske razmere. Od naštetih dejavnikov lahko vplivamo samo na potek sanacije. Pri tem nismo bili dovolj hitri, saj v kratkem času ni bilo mogoče zadostno povečati posek drevoja ter trgovino z lesom, ki sta v Sloveniji prilagojena na letni posek okoli 4 milijonov m<sup>3</sup> drevoja.

241

Od žledoloma dalje se kot najbolj verjeten scenarij omenja ponovitev namnožitve podlubnikov v obdobju 2003-2008, ki je bil v večji meri posledica izredno vročega in suhega leta 2003. V obdobju 2003-2008 je bilo zaradi podlubnikov posekanih 3,2 milijon m<sup>3</sup> iglavcev, kar je še enkrat toliko, kot jih moramo posekati zaradi žledoloma (3,1 milijon m<sup>3</sup>). Pričakujemo, da bo prenamnožitev smrekovih lubadarjev trajala več let s kulminacijo po letu 2014. Največ sekundarne škode bo povzročil osmerozobi smrekov lubadar (*Ips typographus*). Povečanje poškodb zaradi posledic žleda pričakujemo tudi zaradi prenamnožitve šesterozobega smrekovega lubadarja (*Pityogenes chalcographus*). V letu 2015 največjo sekundarno škodo zaradi osmerozobega smrekovega lubadarja pričakujemo zlasti v GGO Ljubljana, Postojna, Tolmin, Kočevje, Novo mesto. Najmanj sekundarnih poškodb zaradi osmerozobega smrekovega lubadarja bo v Kraškem GGO in v GGO Murska Sobota.

#### 5 LITERATURA

- Baza podatkov Zavoda za gozdove Slovenije o poseku v letih 1995-2014,  
Baza podatkov Zavoda za gozdove Slovenije o označitvi drevoja za posek letih 2013, 2014 ter do februarja 2015.  
Baza podatkov Zavoda za gozdove Slovenije o ulovu v kontrolne feromonske pasti za smrekove lubadarje v letu 2014.  
Baza podatkov Zavoda za gozdove Slovenije s podatki o gozdnih sestojih, 2014.  
Zavod za gozdove Slovenije, 2014. Načrt sanacije poškodovanih gozdov v žledolomu 30. 1. -10. 2. 2014. Zavod za gozdove Slovenije.  
De Groot, M., Kolšek, M. 2015. Dinamika populacij osmerozobega smrekovega lubadarja (*Ips typographus*) v Sloveniji v letu 2014. Novice iz varstva gozdov. Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije, [www.zdravgozd.si](http://www.zdravgozd.si)  
Jurc, M. 2008. Gozdna zoologija: univerzitetni učbenik. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire.

**PRIMERJAVA UČINKOVITOSTI ATRAKTANTOV GALLOPROTECT 2D<sup>®</sup>  
IN GALLOPROTECT PACK<sup>®</sup> ZA SPREMLJANJE ŽAGOVINARJEV (*Monochamus*  
*spp.*, Cerambycidae), VEKTORJEV BOROVE OGORČICE (*Bursaphelenchus*  
*xylophilus*)**

Roman PAVLIN<sup>1</sup>, Gregor METERC<sup>2</sup>, Maja JURC<sup>3</sup>

<sup>1,3</sup>Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Ljubljana  
<sup>2</sup>Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, Direktorat za gozdarstvo, lovstvo in  
ribištvo, Ljubljana

**IZVLEČEK**

Žagovinarji (*Monochamus* spp.: Cerambycidae) so najpomembnejši znani vektorji borove ogorčice (*Bursaphelenchus xylophilus*), ki povzročata naglo odmiranje borov vseh starostnih razredov in je v državah EU uvrščena na A1 seznam karantenskih škodljivih organizmov. Leta 2014 smo na lokacijah Snežnik in Trnovo testirali učinkovitost atraktantov Galloprotect 2D<sup>®</sup> in Galloprotect Pack<sup>®</sup>, ki se uporabljata za monitoring žagovinarjev. Poskusne ploskve s polmerom 70 m so bile izbrane v gozdnih sestojih z dvema prevladujočima drevesnima vrstama (smreka in jelka) in tremi načini gozdnogojitvenega ukrepanja (100% sečnja, 50% sečnja in brez ukrepanja). Atraktanti so bili nameščeni v križno cevno past z mokrim ulovom (Witasek) na sredini ploskev. Na obeh lokacijah smo skupaj ujeli 276 osebkov žagovinarjev, ki so pripadali trem vrstam: *Monochamus sartor* (127 osebkov), *M. sutor* (104 osebkov) in *M. galloprovincialis* (45 osebkov). Vse tri vrste so bile pogostejše na ploskvah s prevladujočo smreko. Na dveh ploskvah je bil ulov bistveno večji na atraktant Galloprotect Pack<sup>®</sup>, na eni pa na Galloprotect 2D<sup>®</sup>. Največji ulov žagovinarjev je bil praviloma ugotovljen na ploskvah s 100 % posekom. Ugotovili smo tudi penilske hrošče iz družin Cleridae in Trogositidae.

242

**Ključne besede:** *Bursaphelenchus xylophilus*, Galloprotect 2D, Galloprotect Pack, monitoring, *Monochamus*

**ABSTRACT**

**COMPARISON OF THE EFFECTIVENESS OF GALLOPROTECT 2D<sup>®</sup> AND  
GALLOPROTECT PACK<sup>®</sup>, USED FOR MONITORING OF SAWYER BEETLES  
(*Monochamus* spp., Cerambycidae), VECTORS OF THE PINE WOOD NEMATODE  
(*Bursaphelenchus xylophilus*)**

Sawyer beetles (*Monochamus* spp.: Cerambycidae) are the most important vectors of *Bursaphelenchus xylophilus*, the Pine wood nematode (PWN), which can cause the death of Pines of all ages in only one vegetation period. In the countries of EU the PWN is listed on the A1 list of quarantine pests. In the year 2014, we tested the impact of two attractants, Galloprotect 2D<sup>®</sup> and Galloprotect Pack<sup>®</sup>, on the catch of *Monochamus* species. On the locations Snežnik and Trnovo (Slovenia) we choose the plots with a radius of 70 meters, in the forest stands of Norway spruce (*Picea abies*) and silver fir (*Abies alba*) and with three levels of cutting (100%, 50% and 0%). Cross vane funnel traps (Witasek) with wet collecting cups were put in the middle of each plot. In total 276 specimen of sawyer beetles were collected. Three different species were identified: *Monochamus sartor* (127 specimens), *M.*

<sup>1</sup> univ. dipl. inž. gozd., Večna pot 83, SI-1000 Ljubljana, e-mail: roman.pavlin@bf.uni-lj.si

<sup>2</sup> univ. dipl. inž. gozd., Dunajska 22, SI-1000 Ljubljana

<sup>3</sup> dr., Večna pot 83, SI-1000 Ljubljana

*sutor* (104 specimens) and *M. galloprovincialis* (45 specimens). All three species were more frequent on the plots with Norway spruce. On two plots with Norway spruce, the catch on Galloprotect Pack<sup>®</sup> was significantly higher. However, on one plot with silver fir, the significantly higher catch was detected on Galloprotect 2D<sup>®</sup>. The highest catch was established on the plots with 100% cutting. The additional catch of predatory coleoptera species from Cleridae and Trogositidae families was also detected.

**Key words:** *Bursaphelenchus xylophilus*, Galloprotect 2D, Galloprotect Pack, monitoring, *Monochamus*

## 1 UVOD

Kozlički iz rodu žagovinarjev (*Monochamus* Dejean, 1821) so najpomembnejši znani vektorji borove ogorčice (*Bursaphelenchus xylophilus* [Steiner & Buhner] Nickle). Borova ogorčica je bila opisana v ZDA leta 1934. Iz Severne Amerike se je verjetno razširila v Azijo. V Evropi so jo prvič ugotovili leta 1999 na Portugalskem, od leta 2008 pa je potrjena tudi v Španiji. *B. xylophilus* lahko povzroči naglo odmiranje borov (*Pinus* spp.) vseh starostnih razredov, kar lahko pripelje do velike gospodarske škode. V državah Evropske unije je zato uvrščena na A1 seznam karantenskih škodljivih organizmov. V Sloveniji se pojavljajo štiri vrste žagovinarjev (Brelj *et al.*, 2006): *Monochamus galloprovincialis* (Olivier, 1795), *M. saltuarius* (Gebler, 1830), *M. sutor* (Fabricius, 1787) in *M. sutor* (Linnaeus, 1758). Oddelek za gozdarstvo BF od leta 2007 preizkuša različne metode za monitoring žagovinarjev v gozdnih sestojih iglavcev (Jurc *et al.*, 2012). Od leta 2012 uporablja v ta namen tudi atraktante, ki vsebujejo agregacijski feromon vrste *M. galloprovincialis* v kombinaciji s kairomonskimi komponentami. Prispevek predstavlja prve rezultate primerjave učinkovitosti atraktantov Galloprotect 2D<sup>®</sup> in Galloprotect Pack<sup>®</sup> v različno gospodarjenih gozdnih sestojih smreke in jelke.

243

## 2 MATERIAL IN METODE

V letu 2014 smo testirali učinkovitost atraktantov Galloprotect 2D<sup>®</sup> in Galloprotect Pack<sup>®</sup> (proizvajalec SEDQ, Španija, slika 1 - levo) za monitoring žagovinarjev v gozdnih sestojih iglavcev na lokacijah Snežnik in Trnovo. Ploskve s polmerom 70 m so bile izbrane v sestojih s prevladujočo smreko (*Picea abies* (L.) Karst.) in jelko (*Abies alba* Mill.), s tremi različnimi načini gozdnogojitvenega ukrepanja: 100 % sečnjo, 50 % sečnjo in brez ukrepanja. V sredino vsake ploskve smo na višino 1 m od tal postavili po eno križno cevno past proizvajalca Witasek (Avstrija, slika 1 - desno). Atraktant Galloprotect 2D<sup>®</sup> vsebuje agregacijski feromon vrste *M. galloprovincialis* 2-undeciloksi-1-etanol in kairomona ipsenol in 2-metil-3-buten-1-ol. Atraktant Galloprotect Pack<sup>®</sup> vsebuje agregacijski feromon vrste *M. galloprovincialis* 2-undeciloksi-1-etanol (= Galloprotect F), kairomona ipsenol in 2-metil-3-buten-1-ol (= Galloprotect A) in dve ampuli z  $\alpha$  - pinenom (= Galloprotect Plus). Galloprotect 2D<sup>®</sup> je bil nameščen v vse kombinacije lokacij, prevladujoče drevesne vrste in gozdnogojitvenega ukrepanja, Galloprotect Pack<sup>®</sup> pa je manjkal na ploskvah s 50 % sečnjo. Pasti so bile postavljene v začetku maja 2014, praznjenje in menjava atraktantov pa sta potekali v mesečnih razmakih do oktobra. Determinacija ulova je bila opravljena s pomočjo ključev za določanje kozličkov (Bense, 1996; Freude *et al.*, 1966; Sama, 2002) na Biotehniški fakulteti, Oddelku za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, v laboratoriju LEŠ – entomologija.



Slika 1: Sestavine atraktanta Galloprotect Pack® - Galloprotect F, Galloprotect A in Galloprotect Plus (levo) in križna cevna past Witasek, opremljena z atraktantom Galloprotect 2D® (desno) (foto: Roman Pavlin).

### 3 REZULTATI IN RAZPRAVA

244

Skupaj smo v pasti ujeli 276 osebkov žagovinarjev, od tega na lokaciji Trnovo 205 in na lokaciji Snežnik 71. Na lokaciji Trnovo se je na atraktant Galloprotect Pack® ujelo bistveno več hroščev v sestoji s prevladujočo smreko in brez sečnje, nasprotno pa je bil učinek atraktanta Galloprotect 2D® večji v sestoji jelke s 100 % posekom (preglednica 1). Na lokaciji Snežnik je bil zabeležen bistveno večji ulov na atraktant Galloprotect Pack® v sestoji jelke s 100% posekom (preglednica 2). Pri monitoringu žagovinarjev v sestojih rdečega bora na Brdu pri Kranju v letih od 2010 do 2012 je bil ulov na Galloprotect 2D® veliko večji kot na atraktante, ki še niso vsebovali agregacijskega feromona 2-undeciloksi-1-etanol, npr. na Gallowit®,  $\alpha$ -pinen + etanol in Pheroprax® (Pavlin *et al.* 2014). Prav tako smo na omenjene atraktante dosegali skromnejši ulov žagovinarjev v sestojih *Pinus nigra*, *P. sylvestris* in *P. halepensis* v raziskavah, izvedenih v letih od 2007 do 2010 (Jurc *et al.*, 2012).

Preglednica 1: Trnovo - število ujetih osebkov žagovinarjev (*Monochamus* spp.) po atraktantu, prevladujoči drevesni vrsti in načinu gospodarjenja.

Drevesna vrsta in jakost sečnje	Galloprotect 2D®	Galloprotect Pack®	SKUPAJ
<i>Picea abies</i> , 0 %	5	36	41
<i>Picea abies</i> , 50 %	24	-	(24)
<i>Picea abies</i> , 100 %	42	49	91
<b><i>Picea abies</i>, skupaj</b>	<b>71</b>	<b>(85)</b>	<b>156</b>
<i>Abies alba</i> , 0 %	1	2	3
<i>Abies alba</i> , 50 %	11	-	(11)
<i>Abies alba</i> , 100 %	25	10	35
<b><i>Abies alba</i>, skupaj</b>	<b>37</b>	<b>(12)</b>	<b>49</b>
<b>SKUPAJ</b>	<b>108</b>	<b>(92)</b>	<b>205</b>

Vrednosti, ki zaradi odsotnosti atraktanta Galloprotect Pack® na ploskvah s 50 % sečnjo niso medsebojno primerljive, so v tabeli v oklepajih.



Preglednica 2: Snežnik - število ujetih osebkov žagovinarjev (*Monochamus* spp.) po atraktantu, prevladujoči drevesni vrsti in načinu gospodarjenja.

Drevesna vrsta in jakost sečnje	Galloprotect 2D®	Galloprotect Pack®	SKUPAJ
<i>Picea abies</i> , 0%	8	5	13
<i>Picea abies</i> , 50%	13	-	(13)
<i>Picea abies</i> , 100%	9	26	35
<b><i>Picea abies</i>, skupaj</b>	<b>30</b>	<b>(31)</b>	<b>61</b>
<i>Abies alba</i> , 0%	0	1	3
<i>Abies alba</i> , 50%	0	-	(0)
<i>Abies alba</i> , 100%	5	4	9
<b><i>Abies alba</i>, skupaj</b>	<b>5</b>	<b>(5)</b>	<b>10</b>
<b>SKUPAJ</b>	<b>35</b>	<b>(36)</b>	<b>71</b>

Vrednosti, ki zaradi odsotnosti atraktanta Galloprotect Pack® na ploskvah s 50% sečnjo niso medsebojno primerljive, so v tabeli v oklepajih.

Rezultati so pričakovani, saj Galloprotect Pack® v primerjavi z Galloprotect 2D® vsebuje dodatno komponento,  $\alpha$ -pinen. Za natančnejše izvedenotenje razlik v učinkovitosti bi potrebovali poskus z več ponovitvami.

V preglednicah 1 in 2 je razvidno, da se ulov žagovinarjev povečuje ob večji intenzivnosti sečnje. Izjema je le ploskev s prevladujočo smreko in s 50 % sečnjo na lokaciji Snežnik. Pri večji intenzivnosti sečnje se temperature na ploskvah dvignejo, kar pripelje do večjega izhlapevanja atraktantov. Manj je tudi konkurenčnega materiala, na katerega bi lahko naletavali žagovinarji, posledica pa je večji ulov v pasti.

245

Na obeh lokacijah smo tako v sestoji smreke kot tudi jelke ujeli tri vrste žagovinarjev: *M. sartor* (127 osebkov), *M. sutor* (104 osebk) in *M. galloprovincialis* (45 osebkov). Vse tri vrste so bile veliko pogostejše v pasteh v smrekovih sestojih (preglednici 3 in 4).

Preglednica 3: Trnovo - število ujetih osebkov po vrsti žagovinarjev, prevladujoči drevesni vrsti in atraktantu.

Drevesna vrsta in atraktant	<i>Monochamus galloprovincialis</i>	<i>Monochamus sartor</i>	<i>Monochamus sutor</i>	SKUPAJ
<i>Picea abies</i> , G. 2D	6	29	36	71
<i>Picea abies</i> , G. Pack	14	55	16	85
<b><i>Picea abies</i>, skupaj</b>	<b>20</b>	<b>84</b>	<b>52</b>	<b>156</b>
<i>Abies alba</i> , G. 2D	5	9	23	37
<i>Abies alba</i> , G. Pack	2	7	3	12
<b><i>Abies alba</i>, skupaj</b>	<b>7</b>	<b>16</b>	<b>26</b>	<b>49</b>
<b>SKUPAJ</b>	<b>27</b>	<b>100</b>	<b>78</b>	<b>205</b>

Preglednica 4: Snežnik - število ujetih osebkov po vrsti žagovinarjev, prevladujoči drevesni vrsti in atraktantu.

Drevesna vrsta in atraktant	<i>Monochamus galloprovincialis</i>	<i>Monochamus sartor</i>	<i>Monochamus sutor</i>	SKUPAJ
<i>Picea abies</i> , G. 2D	7	9	14	30
<i>Picea abies</i> , G. Pack	8	13	10	31
<b><i>Picea abies</i>, skupaj</b>	<b>15</b>	<b>22</b>	<b>24</b>	<b>61</b>
<i>Abies alba</i> , G. 2D	1	2	2	5
<i>Abies alba</i> , G. Pack	2	3	0	5
<b><i>Abies alba</i>, skupaj</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>10</b>
<b>SKUPAJ</b>	<b>18</b>	<b>27</b>	<b>26</b>	<b>71</b>

*M. sartor* in *M. sutor* veljata za oligofagni vrsti na rodu *Picea*, ki le občasno naseljujeta jelko ali bor. Nasprotno pa je *M. galloprovincialis* oligofagna vrsta na rodu *Pinus*, ki občasno naseljuje tudi smreko (Breljih *et al.* 2006; Koch 1992). Na obeh lokacijah smo vrsto v manjšem obsegu našli tudi v pasteh, nameščenih v jelovih sestojih.

Na lokaciji Snežnik so se žagovinarji lovili v pasti od maja do avgusta, z največjim ulovom v juliju (73,2 %). Na lokaciji Trnovo pa so se žagovinarji lovili v pasti od maja pa vse do konca oktobra. Največji ulov je bil prav tako zabeležen v juliju (29,3%), vendar je bil podobno visok tudi v avgustu (25,3 %) in septembru (22,9 %). Odsotnost žagovinarjev v pasteh na lokaciji Snežnik po avgustu je morda posledica nesaniiranega žledoloma in velike količine ustreznega materiala za naseljevanje hroščev.

Na obeh lokacijah je bil zabeležen tudi znaten dodatni ulov plenilskih hroščev, zlasti iz družin Cleridae (*Thanasimus formicarius*, *T. femoralis*) in Troggositidae (*Temnoscheila caerulea*). Raziskave v sestojih rdečega bora na Brdu pri Kranju so pokazale, da lahko pri monitoringu žagovinarju z atraktanti, ki vsebujejo kairomonske komponente, dodatni ulov plenilskih hroščev tudi nekajkrat preseže število ujetih osebkov ciljnih vrst žagovinarjev (Pavlin *et al.*, 2014).

#### 4 SKLEPI

Na dveh lokacijah smo skupaj ujeli 276 osebkov žagovinarjev. V sestojih s prevladujočo smreko je bil v dveh primerih ulov žagovinarjev bistveno večji na atraktant Galloprotect Pack®. Na lokaciji Trnovo je bil v sestoji jelke s 100 % posekom večji ulov dosežen na atraktant Galloprotect 2D®.

246

Na večini ploskev je bil največji ulov žagovinarjev na oba atraktanta zabeležen pri 100 % poseku, kar je verjetno posledica večjega izhlapevanja atraktantov in odsotnosti konkurenčnega materiala za zaleganje.

Na obeh lokacijah smo ujeli predstavnike treh vrst žagovinarjev: *M. sartor* (127 osebkov), *M. sutor* (104 osebkov) in *M. galloprovincialis* (45 osebkov). Vse tri vrste so bile pogostejše na ploskvah s prevladujočo smreko.

Na lokaciji Snežnik se je večina žagovinarjev ujela v pasti v juliju. Na lokaciji Trnovo pa so je bila glavnina ulova razporejena razmeroma enakomerno v juliju, avgustu in septembru.

Na obeh lokacijah je bil zabeležen znaten dodatni ulov plenilskih hroščev, zlasti iz družin Cleridae (*Thanasimus formicarius*, *T. femoralis*) in Troggositidae (*Temnoscheila caerulea*). Naštete vrste so plenilci podlubnikov, v pasti jih privabljajo kairomonske komponente obeh atraktantov.

#### 5 LITERATURA

- Bense, U. 1995. Longhorn Beetles. Illustrated Key to the Cerambycidae and Vesperidae of Europe. Margraf: 512 str.
- Breljih, S., Drovenik, B., Pirnat, A. 2006. Gradivo za favno hroščev (Coleoptera) Slovenije. 2. prispevek, Polyphaga: Chrysomeloidea (=Phytophaga): Cerambycidae. Scopolia 58: 442 str.
- Freude, H., Harde, K., Lohse, G.A. 1966. Die Käfer Mitteleuropas. Band 9: Cerambycidae, Chrysomelidae. Krafeld, Goecke & Evers: 299 str.
- Jurc, M., Bojovič, S., Pavlin, R., Meterc, G., Repe, A., Borkovič, D., Jurc, D. 2012. Biodiversity of saproxylic beetles of pine forests in Slovenia with emphasis on *Monochamus* species. V: Jurc, M. (ur.). Saproxylic beetles in Europe: monitoring, biology and conservation. Studia forestalia Slovenica. Ljubljana: Slovenian Forestry Institute, Silva Slovenica: 23-32.
- Koch, K. 1992. Die Käfer Mitteleuropas. Ökologie, Band 3. Krafeld, Goecke & Evers: 389 str.
- Pavlin, R., Meterc, G., Borkovič, D. Jurc, M. 2014. Ulov podlubnikov (*Scolytinae*) in njihovih plenilcev v pasteh za monitoring žagovinarjev (*Monochamus* spp.) na Brdu pri Kranju. 5. seminar in delavnica iz varstva gozdov, Mašun, 19.06.2014.

<http://www.zdravgozd.si/dogodki.aspx?iddogodek=9>

Sama, G. 2002. Atlas of the Cerambycidae of Europe and the Mediterranean Area, Volume 1.  
Kabourek: 173 str.

--- 2013. Galloprotect 2D. Uso en monitoreo y trapeo de *Monochamus galloprovincialis*. Application  
Manual. SEDQ: 2 str.

--- 2014. Galloprotect Pack Use in monitoring and mass trapping of *Monochamus galloprovincialis*.  
Application Manual. SEDQ: 2 str.

## KOSTANJEVA ŠIŠKARICA – KAKŠNI SO OBETI ZA REŠEVANJE PROBLEMATIKE V SLOVENIJI?

Katarina KOS<sup>1</sup>, George MELIKA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Ljubljana

<sup>2</sup>National Food Chain Safety Office, Directorate of Plant Protection, Soil Conservation and  
Agri-environment, Plant Health and Molecular Biology Laboratory, Budapest, Hungary

### IZVLEČEK

Kostanjeva šiškarica, *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu, predstavlja resno grožnjo sestojem pravega kostanja po celem svetu. Ta invazivna vrsta se je v Sloveniji pojavila že leta 2005 in se je kljub strogim fitosanitarnim ukrepom in programa eradikacije, do leta 2014 razširila po celotnem ozemlju Slovenije z naravnimi sestoji kostanja in v nasadih. Številne metode varstva pred tem škodljivcem (kemično varstvo, izrezovanje, žlahtnjenje in odbira odpornih sort) so se izkazale kot neučinkovite. Poleg tega so domorodni parazitoidi, ki so uspeli sprejeti kostanjevo šiškarico kot ustreznega gostitelja, z manj kot 2 % parazitiranostjo neuspešni. V 4-letnih raziskavah smo tudi v Sloveniji našli 27 vrst domorodnih parazitoidov. Kot edino uspešno se je pokazalo biotično varstvo s parazitoidom *Torymus sinensis*, ki se je po vnosu že ustalil v Italiji, vnesen pa je bil prav tako v Franciji in Madžarski, ter tudi na Hrvaškem. Februarja 2015 je KGZ – Zavod Nova Gorica pridobil dovoljenje za vnos vrste *T. sinensis* na 6 izbranih lokacij v Sloveniji, tako da so dolgoročni obeti dobri.

248

**Ključne besede:** kostanjeva šiškarica, *Dryocosmus kuriphilus*, *Torymus sinensis*, Slovenija

### ABSTRACT

#### CHESTNUT GALL WASP – THE MANAGEMENT OPTIONS IN SLOVENIA

Chestnut gall wasp, *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu, is a global pest of chestnut. This invasive pest was first recorded in Slovenia in 2005 and, despite strict phytosanitary measures and an eradication program, in 2014 it has expanded nearly throughout the Slovenian area with native chestnut stands. Various measures to control *D. kuriphilus* populations have proven to be unsuccessful (use of chemical pesticides, pruning, mechanical protection, selection of resistant varieties) and the attack rates of indigenous parasitoid species are usually less than 2%. So introduction of alien species of parasitoid *Torymus sinensis* has proven to be the only viable management option to save chestnut stands in Slovenia. Over a 4-year period a total of 27 species of native parasitoids emerged from overwintered and newly-formed *D. kuriphilus* galls in Slovenia. Parasitoid *T. sinensis* is yet established in Italy and has been also introduced in France, Croatia and Hungary. In Slovenia the permission to introduce this successful and specific parasitoid in six locations was granted in February 2015.

**Key words:** chestnut gallwasp, *Dryocosmus kuriphilus*, *Torymus sinensis*, Slovenia

---

<sup>1</sup> doc. dr., Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana, e-mail: katarina.kos@bf.uni-lj.si

<sup>2</sup> dr., Budaörsi u. 141-145, H-1118 Budapest, Hungary

## 1 UVOD

Kostanjeva šiškarica je v svetu eden od najpomembnejših škodljivih organizmov na vrstah iz rodu *Castanea* in je bila leta 2003 uvrščena na EPPO A2 listo karantenskih škodljivih organizmov Evropske in sredozemske organizacije za varstvo rastlin (EPPO), v EU pa so bili v letu 2006 sprejeti nujni ukrepi za preprečevanje širjenja (Odločba Komisije št. 2006/464/E). Ukrepi pa niso bili učinkoviti, saj se je kostanjeva šiškarica kljub temu širila, zato je bila odločba v letu 2013 razveljavljena (Odločba z dne 2.12.2013, št U3430-121/2013-1). V Evropi so tega škodljivca najprej zasledili v Italiji (Piemont v provinci Cuneo) leta 2002, nato v Sloveniji (2004), Franciji (2005), Švici in na Madžarskem (2009), na Hrvaškem (2010) ter na Slovaškem in Češkem (2012). Škodljivec je bil najden tudi v Avstriji, Nemčiji, v Španiji in na Portugalskem (Quacchia in sod, 2013). Kostanjeva šiškarica se lahko širi z razmnoževalnim materialom (sadikami), kjer se spomladi še ne vidijo znamenja napada, saj šiške začnejo nastajati šele konec marca oz. v začetku aprila. Odrasle ose se lahko širijo tudi z aktivnim letenjem, še posebno z močnejšim vetrom in z nenamernim prenosom os ali šišek z ljudmi oz. s transportnimi sredstvi.

Škodljiva osica povzroča veliko škodo v travniških in intenzivnih nasadih kostanja, saj napad lahko zmanjša pridelek plodov za 50-75 %, tudi do 85 % (Bosio in sod., 2013), ob močnem napadu pa je zmanjšana vitalnost drevesa, prirast lesa, takšno drevo lahko celo propade. Na celotnem Primorskem je bila v letu 2013 ugotovljena stopnja napadenosti od 70 do 100 %, pridelek kostanja je bil zmanjšan za 70 do 95 % (Rot, 2013). V zadnjih letih je bilo posajenih več nasadov kostanja v osrednji Sloveniji, na Dolenjskem, v Posavju, na Štajerskem in v Prekmurju, saj je pridelava pravega kostanja zanimiva za trg. Napadena drevesa so veliko bolj občutljiva za bolezni, kot je kostanjev rak (*Cryphonectria parasitica* Murrill), ki lahko povzroči propad dreves. Doslej so preizkušali že številne metode za omejevanje populacij kostanjeve šiškarice. Uporaba kemičnih insekticidov se ni izkazala za učinkovit način, saj so jajčeca in ličinke zavarovane v rastlinskih šiškah in jih insekticid ne doseže. Mehanične metode, kot so odstranjevanje napadenih poganjkov in zaščita mladih poganjkov z mrežami, so sicer učinkovite, a ne dovolj praktične rešitve. Zlahtnjenje kostanja za odpornost proti kostanjevi šiškarici so 20 let uspešno izvajali na Japonskem, vendar so se kmalu pojavile nove virulentne rase osice, ki so premagale odpornost.

Raziskave, povezane z iskanjem domorodnih naravnih sovražnikov kostanjeve šiškarice in tudi drugih invazivnih vrst škodljivcev, potekajo tudi v sosednjih državah (Italija, Hrvaška), kjer imajo podobne rezultate kot pri nas. Domorodni parazitoidi hrastovih šiškaric so se deloma prilagodili novemu gostitelju, vendar je njihovo učinkovitost parazitiranja oz. njihovo prilagodljivost potrebno še raziskati, ocenjena pa je na manj kot 2 % (rezultati naših raziskav in Aebi in sod., 2007). Do leta 2014 v šiškah kostanjeve šiškarice v Sloveniji še nismo našli vrste *Torymus sinensis* Kamijo, edine izredno uspešne parazitoidne vrste, ki lahko omeji populacije kostanjeve šiškarice. Od leta 2005 v Italiji uspešno vnašajo vrsto *T. sinensis* na napadena območja in so dosegli izredno dobre rezultate, saj so populacije kostanjeve šiškarice tako zmanjšali, da ne povzroča več gospodarske škode (Quacchia in sod., 2008; Bosio in sod., 2009, 2013). Italijanski strokovnjaki so ugotovili, da je vrsta *T. sinensis* poleg svoje učinkovitosti tudi gostiteljsko specifična in monofagna (Quacchia in sod, 2008, 2013), kar je pripomoglo k temu, da so vrsto parazitoida leta 2010 vnesli tudi v Francijo, leta 2014 pa še v Hrvaško in Madžarsko (Matošević in sod., 2013).

V Sloveniji je 291.009 ha gozdov, v katerih raste pravi kostanj z lesno zalogo nad 1 m<sup>3</sup>/ha. Po podatkih Zavoda za gozdove Slovenije kostanjeva šiškarica že povzroča škodo na pravem kostanju tudi v gozdovih na Primorskem, kjer povzroča zmanjšanje obroda kostanja, in je vzrok za nove okužbe pravega kostanja z glivo *C. parasitica*, ki povzroča sušenje posameznih vej pa tudi celih dreves. Kostanjeva šiškarica je tako vzrok za zmanjševanje deleža pravega

kostanja v naših gozdovih, kar bo imelo dodaten negativen vpliv na obrod kostanja ter na količino pridelanega kostanjevega medu.

V prispevku so predstavljeni podatki vzorčenja šišk kostanjeve šiškarice preteklih let in potek presojanja o vnosu tujerodne vrste parazitoida *T. sinensis* do končne odločitve odobritve vnosa.

## 2 MATERIALI IN METODE

### 2.1. Zakonski predpisi pri vnosu tujerodnega organizma in kronološki potek prizadevanj za reševanje problematike kostanjeve šiškarice s parazitoidom *T. sinensis*

Pri vnosu tujerodnega organizma namenjenega biotičnemu varstvu rastlin je potrebno upoštevati tudi naslednje predpise: Zakon o zdravstvenem varstvu rastlin (Uradni list RS št. 62/07- ZZVR-1-UPB2, in 36/2010-ZZVR-1C, 40/14 – ZIN-B), Pravilnik o biotičnem varstvu rastlin (Uradni list RS št. 45/2006), Zakon o ohranjanju narave (Uradni list RS št. 96/2004 – ZON-UPB2, 61/06 - ZDru-1, 8/10 - ZSKZ-B in 46/14) in Pravilnik o izvedbi presoje tveganja za naravo in o pridobitvi pooblastila (UL RS št. 43/2002).

Tako je junija 2013 KGZ - Zavod Nova Gorica vložil vlogo za vnos tujerodne vrste *T. sinensis* za namen biotičnega zatiranja kostanjeve šiškarice. S strani Biotehniške fakultete je bila oktobra 2013 podana Presoja tveganja za naravo pred naselitvijo parazitoidne osice *Torymus sinensis* z namenom zatiranja kostanjeve šiškarice (*Dryocosmus kuriphilus*). Zavod Republike Slovenije za varstvo narave (ZRSVN) je januarja 2014 na Agencijo Republike Slovenije za okolje (ARSO) poslal strokovno mnenje o vnosu in uporabi tujerodne vrste *T. sinensis*, kjer je nasprotoval vnosu parazitoida v naravno okolje. Na podlagi tega mnenja ARSO ni dal soglasja za dovoljenje vnosa tujerodne vrste *T. sinensis*. 13. februarja 2014 je bil s strani Uprave za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin (UVHVVR) sklican sestanek glede reševanja problematike v zvezi z vnosom vrste *T. sinensis*, kjer so bili prisotni predstavniki UVHVVR, ARSO, prijavitelji vloge (KGZS – Zavod Nova Gorica), presojevalci iz Biotehniške fakultete in predstavniki ZRSVN, ki so podali negativno strokovno mnenje. Sklep sestanka je bil, da se do konca februarja 2014 dopolni Presoja tveganja za naravo pred naselitvijo parazitoidne osice *Torymus sinensis*, kjer se podrobno odgovori na vprašanja ZRSVN glede vpliva parazitoida na naravno okolje. Izpostavljena so bila vprašanja glede možnosti, da vrsta *T. sinensis* parazitira domorodno šiškotvorno favno (hrastove in ostale šiškarice), kompeticije domorodnih parazitoidov pri parazitiranju kostanjeve šiškarice, hibridizacije oziroma možnost križanja vrste s potencialnimi domorodnimi vrstami parazitoidov šiškarc, naravnega širjenja in omejevanja vrste ter tveganja za vnosa drugih parazitoidov, mikroorganizmov in ostalih tujerodnih vrst ob vnosu vrste *T. sinensis*. Konec februarja 2014 je bila s strani Biotehniške fakultete poslana dopolnjena Presoja tveganja za naravo, kjer smo odgovorili na izpostavljena vprašanja, vendar je ZRSVN kljub temu marca 2014 ponovno podal negativno strokovno mnenje glede vnosa. Sredi aprila 2014 je Hrvaški šumarski inštitut pod nadzorom dr. Dinke Matošević v Hrvaški Istri (Pazin) ponosno vnesel tujerodno vrsto *T. sinensis* kot prvi primer biotičnega varstva v gozdarstvu na območju Hrvaške (Matošević in sod., 2014), sledilo pa je še dovoljenje za vnos vrste *T. sinensis* na Madžarskem (dr. George Melika) in sam izpust v Županiji Zala, le nekaj kilometrov od slovenske meje. Pri nas pa je bila 24. aprila 2014 s strani pridelovalcev kostanja, ki so najbolj prizadeti zaradi škodljive kostanjeve šiškarice, sklicana novinarska konferenca v Novi Gorici, nato pa se je problematika škodljivca in "birokratske vojne" izpostavila tudi v drugih medijih. Konec aprila je bil s strani Biotehniške fakultete na UVHVVR poslan dopis "Nujno ukrepanje v zvezi s kostanjevo šiškario" s pozivom k ukrepanju pri reševanju problematike kostanjeve šiškarice v Sloveniji. Julija 2014 UVHVVR poda Sklep o imenovanju delovne skupine za reševanje strokovnih vprašanj v zvezi z vnosom parazitoida *T. sinensis*, septembra pa sledi sestanek delovne skupine na UVHVVR. V delovno skupino smo bili imenovani mag. Katarina Groznik (UVHVVR), akad. prof. dr. Matija Gogala, dr. Tomi Trilar (Prirodoslovni muzej Slovenije), dr. Katarina Kos (BF, Oddelek za agronomijo), mag. Gabrijel Seljak (KGZ Nova

Gorica), Mojca Rot (KGZ Nova Gorica), Damjan Vrčec (ZRSVN), Martina Kačičnik Jančar (ZRSVN), prof. dr. Dušan Jurc (Gozdarski inštitut Slovenije), prof. dr. Maja Jurc (BF, Oddelek za gozdarstvo), Marija Kolšek (Zavod za gozdove Slovenije) in prof. dr. Janko Božič (BF, Oddelek za biologijo). Namen sestanka je bil, da delovna skupina strokovnjakov s področja biotičnega varstva rastlin, entomologije, gozdarstva in varstva narave preuči odprta vprašanja v zvezi z vnosom parazitoidne osice za zatiranje kostanjeve šiškarice. Mnenja članov delovne skupine glede tveganja za vnos *T. sinensis* so bila različna. Nekateri člani delovne skupine so bili mnenja, da tveganje za vnos ni sprejemljivo. Kot razlog za to so navedli vprašanja v oceni tveganja EFSA-e (2010), na katera ni odgovorov, ter dejstvo, da ni podatkov o kompeticiji z domorodnimi parazitoidi. Večina članov delovne skupine pa je bila mnenja, da na podlagi znanih podatkov lahko smatramo, da je tveganje za naravo zaradi vnosa *T. sinensis* sprejemljivo. Z vnosom *T. sinensis* bi preprečili nadaljnjo škodo na kostanju tako v nasadih kot tudi v gozdovih. Glede na do sedaj opravljene raziskave ti člani delovne skupine menijo, da negativnih posledic za naravo z vnosom *T. sinensis* ne bi bilo, temveč bo škoda v okolju zaradi kostanjeve šiškarice, če ne vnesemo vrste *T. sinensis*, bistveno večja. V začetku decembra 2014 smo na KGZ NG in BF s strani UVHVVR ponovno pozvani k dopolnitvi vloge in presoje tveganja za vnos vrste *T. sinensis*, kjer se je moralo spremeniti tudi nekatere predvidene lokacije vnosa, saj so bile v prvotni vlogi nekatere v varovanem območju Natura 2000, kjer je vsak vnos tujerodnega organizma prepovedan. Spremenjena vloga in dopolnjena presoja tveganja sta bila oddana do konca decembra 2014. Sredi januarja 2015 je Čebelarska zveza Slovenije dala pobudo za sklic izredne seje Odbora za kmetijstvo pri Državnem zboru, ki je bila sklicana 3. februarja 2015. Odbor je ugotovil, da je obvladovanje kostanjeve šiškarice povezano s pomembnimi javnimi koristmi, kot so ohranjanje biotske raznovrstnosti v gozdovih ter naravne in kulturne dediščine, zagotavljanje čebelje paše in s tem ohranjanje čebeljih družin in preprečevanje gospodarske škode pri pridelavi kostanjev in tudi v lesni industriji. ARSO se je pozvalo, da najkasneje do konca februarja 2015 poda mnenje o vnosu vrste *T. sinensis* glede na dopolnjeno presojo tveganja. Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, UVHVVR je na podlagi soglasja Ministrstva za okolje in prostor, ARSO, 18. februarja 2015 izdala dovoljenje za vnos in uporabo tujerodne vrste *T. sinensis* za namen biotičnega zatiranja kostanjeve šiškarice na 6 lokacijah v Sloveniji.

## 2.2. Domorodni parazitoidi kostanjeve šiškarice v Sloveniji

V letih 2010-2014 smo opravili 80 vzorčenj kostanjeve šiškarice na 29 lokacijah v dveh obdobjih (spomladansko vzorčenje starih šišek preteklega leta in vzorčenje novonastalih šišek v maju-juniju) z namenom spremljanja življenjskega kroga škodljivca in ugotavljanja zastopanosti potencialnih domorodnih parazitoidov kostanjeve šiškarice pri nas. Vzorčili smo na območju Primorske, Štajerske, Dolenjske in Osrednje Slovenije. Na Goriškem je škodljivec zastopan najdlje in tam so tudi populacije kostanjeve šiškarice največje, predvsem v ekstenzivnih nasadih kostanja. Domorodne parazitoide, ki so izleteli iz starih in novonastalih šišek smo poslali v identifikacijo na Madžarsko (dr. George Melika, Pest Diagnostic Laboratory, Plant Protection & Soil Conservation Directorate of County Vas).

## 3 REZULTATI IN RAZPRAVA

18.2.2015 je bilo s strani Ministrstva za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano (UVHVVR) izdano dovoljenje KGZ Nova Gorica za vnos tujerodnega parazitoida *T. sinensis* (v obsegu 100 oplojenih samic na lokacijo) za namen biotičnega zatiranja kostanjeve šiškarice na 6 parcelah: Smete in Ravnica na S Primorskem, Gumberk pri Otočcu na Dolenjskem, Zgornja Pohanca v Posavju ter lokaciji Vrbanski plato in Ogljenšak na Štajerskem. Mojca Rot iz KGZ Nova Gorica je odgovorna za vnos, uporabo, spremljanje učinkovitosti in širjenja vrste *T. sinensis*. Pooblastilo za monitoring vseh prisotnih os šiškaric iz družine Cynipidae na

lokacijah vnosa v obdobju petih let pa izvaja Katarina Kos iz Biotehniške fakultete, Oddelka za agronomijo.

V razpravi naj poudarimo nekaj pojasnil v zvezi s tujerodno vrsto *T. sinensis* glede potencialnega vpliva na okolje, katere so izpostavili tudi na ZRSVN.

a) Vpliv vnosa vrste *T. sinensis* na domorodne vrste os šiškarič in kompeticija z domorodnimi vrstami parazitoidov

V italijanskih laboratorijih so preučevali bionomijo in gostiteljsko specifičnost parazitoida *T. sinensis*. Za te raziskave so uporabili parazitoidne osece, ki so iz šišk izletele mesec dni pred nastankom šišk na kostanjih v Italiji. Ugotovili so tudi, da je vrsta *T. sinensis* gostiteljsko specifična in monofagna (Quacchia in sod., 2008, 2013a). Specifičnost vrste *T. sinensis* na gostitelja so dokazali, ko so oplojenim samicam parazitoida izpostavili spolne in nespolne oblike šišk sedmih hrastovih šiškarič (*Andricus crispator*, *A. curator*, *A. cydoniae*, *A. grossulariae*, *A. multiplicatus*, *Biorhiza pallida* in obema generacijama šišk ose *Dryocosmus cerriphilus*), ki se v naravi pojavljajo skoraj istočasno s kostanjevo šiškaričo, večinoma pa so prisotne tudi v Sloveniji. Do ovipozicije je prišlo le pri kostanjevi šiškariči, medtem ko so samice preizkušale tudi šiške vrst *A. cydoniae*, *B. pallida* in spolne generacije vrste *D. cerriphilus*, vendar pa do odlaganja jajčec ni prišlo, medtem ko pri ostalih vrstah ni prišlo do vboda ovipozitorja, tudi pri nespolni generaciji šišk *D. cerriphilus* ne. Predhodno pa so testirali tudi dovzetnost gostiteljev *Mikiola fagi*, *Cynips quercusfolii* in *Andricus kollari* (Quacchia in sod., 2008), ki so se ravno tako izkazali kot neprimerni. Ti podatki potrjujejo, da je vrsta *T. sinensis* specifična glede na gostitelja oz. glede na šiške gostiteljskih vrst šiškarič.

252

Nove raziskave biologije parazitoida *T. sinensis* so pokazale, da gre res za specifičnega parazitoida kostanjeve šiškariče, saj se je v Italiji prilagodil tako, da če ni dovolj gostitelja, se diapavza manjšega števila osebkov parazitoida podaljša za eno leto, da se populacija gostitelja poveča (Ferracini in sod. 2014). To pa ne velja za domorodne parazitoidne, ki so večinoma generalisti in lahko ob pomanjkanju enega gostitelja parazitirajo druge dostopne gostitelje in tako se dodatno pojasni tudi, da parazitoid *T. sinensis* ne vpliva negativno na domorodne parazitoidne na hrastovih šiškaričah, saj tam ne prihaja do kompeticije z njimi. To dovoljuje tudi predvidevanje sobivanja vrst parazitoidov, kjer je potrebno imeti le nekoliko različne niše. Generalistične vrste (večina domorodnih vrst parazitoidov hrastovih šiškarič) lahko napadejo različne vrste gostiteljev, medtem ko lahko tako specialisti kot tudi generalisti iščejo gostitelje v različnih mikrohabitatih v različnih časovnih obdobjih leta (Godfray, 1994).

Glede na zmožnost in uspešnost parazitiranja vrste *T. sinensis*, zaradi česar je vnos in uporaba tega parazitoida sploh smiselna, seveda pride tudi do kompeticije z domorodnimi vrstami parazitoidov, ki so kostanjevo šiškaričo sprejeli kot alternativnega gostitelja, saj je le tako vnesena vrsta lahko uspešna. Tukaj je potrebno poudariti, da pride do kompeticije z domorodnimi parazitoidi samo na enem gostitelju (na kostanjevi šiškariči, ki pri nas ni domorodna in jo je en rod domorodnih parazitoidov sprejel za alternativnega gostitelja tudi zaradi razpoložljivosti) ter samo na eni gostiteljski rastlini (na pravem kostanju, ker sta tako kostanjeva šiškariča, kot tudi parazitoid *T. sinensis* tako ozko specifična, da ne prehajata na druge gostitelje). Domorodni parazitoidi niso biološko usklajeni s kostanjevo šiškaričo in imajo večinoma dva rodova na leto, kar pomeni, da za razvoj še vedno potrebujejo hrastove šiškariče, kjer bodo te domorodne vrste ostale, ne glede na prisotnost tujerodne vrste, ki pa je ozko specifičen in hrastovih šiškarič ne parazitira, tako da so ekosistemi hrastovih šiškarič tako rekoč nedotaknjeni. Poleg tega so nekateri domorodni parazitoidi lahko tudi fakultativni hiperparazitoidi (*E. urozonus*, *T. auratus* in *E. brunneiventris*!) Ti bi potencialno lahko parazitirali vrsto *T. sinensis* in tako bi teoretično dobili večjo pestrost parazitoidov na pravem kostanju, čeprav to z vidika omejevanja populacij kostanjeve šiškariče ne bi bilo ugodno in bi



se kot koristni pokazali šele, ko bi populacije šiškarice upadle in bi se v kombinaciji z vrsto *T. sinensis* lahko uravnavale tudi s pomočjo domorodnih parazitoidov. Takrat bi populacija parazitoida *T. sinensis* upadla, vendar predvsem zaradi pomanjkanja ustreznega gostitelja.

b) Genotipske in fenotipske lastnosti tujerodnega parazitoida

Vrste rodu *Torymus* so si filogenetsko in morfološko podobne, čeprav je možnost parjenja omejena le na zelo blizu sorodne vrste, ki se izvorno tudi pojavljajo na istem geografske območju. Tako so na Japonskem ugotovili F1 generacijo potomcev vrst *T. sinensis* in *T. beneficus* (Yara in sod., 2000), vendar slednja vrsta, ki je dejansko tudi genetsko zelo podobna vrsti *T. sinensis* in tudi izvira iz Azije, v Evropi ni prisotna, tako da do križanja ne more priti. Pri nas prisotne domorodne vrste parazitoidov so na podlagi primerjave podatkov iz mednarodnih baz molekulskih zaporedij vseeno dovolj različne od vrste *T. sinensis*, da je križanje praktično nemogoče. Primerjano nukleotidno zaporedje med vrstami *T. sinensis* in *T. cyaneus* ter *T. sinensis* in *T. flavipes* v mitohondrijski COI regiji in jedrni ITS2 regiji je zelo raznoliko, kar bi lahko pomenilo, da če bi hipotetično že prišlo do možnosti parjenja med vrstami, skoraj zagotovo ne bi mogli imeti fertitilnih potomcev. Načeloma so mitohondrijske sekvence med sorodnimi vrstami zelo ohranjene, med temi vrstami pa pride do velike divergence. Poleg tega pa tudi biološki razvoj domorodnih vrst parazitoidov ni sinhroniziran z razvojem vrste *T. sinensis*, ki se v naravi običajno pojavi nekaj tednov pred v Švici domorodno vrsto *T. cyaneus* in tako tudi praktično ne more priti do hibridizacije. Ne nazadnje pa vrste *T. cyaneus* na kostenjevi šiškarici nismo našli ne v Sloveniji in ne v sosednji Hrvaški in Italiji.

253

V poročilu iz leta 2012 švicarski raziskovalci (Aebi in sod., 2012) ugotavljajo, da so verjetno našli hibride med vrstama *T. sinensis* in *T. cyaneus*, vendar pa hkrati trdijo, da takrat v Švici vrsta *T. sinensis* še ni bila prisotna oz. potrjena, zato se postavlja vprašanje, kakšna je verjetnost, da so prej našli hibrid, kakor izvorno vrsto. Poleg tega so v poročilu tudi vzporedne primerjave ITS2 nukleotidnih zaporedij med domorodnimi vrstami *T. auratus*, *T. affinis*, *T. formosus*, *T. cyaneus*, *T. notatus* in azijskima vrstama *T. sinensis* in *T. beneficus*. Do zelo očitne podobnosti med nukleotidnimi zaporedji pride le med azijskima vrstama, z ostalimi domorodnimi vrstami pa ne. Tako so razlike, ki jih vidimo iz primerjanih sekvenc, veliko večje od tiste posplošene slike, ki jo predstavljajo s filogenetskimi drevesi in predstavljajo okoli 30 % divergenco med najbližjo evropsko vrsto *T. cyaneus* in azijskimi vrstami (z ostalimi vrstami ni nobenih ujemanj v nukleotidnih zaporedjih), medtem ko znaša razlika v tej regiji med azijskima vrstama le do 0,02 % (neujemanje morda 1-2 baz). Razliko v zaporedjih bi prej lahko pripisali genetski variabilnosti znotraj vrste *T. cyaneus* kot pa nastanku hibridov.

V Italiji je dr. Ambra Quacchia (2013) ugotavljala tudi možnost hibridizacije oz. možnost parjenja vrste *T. sinensis* z domorodnimi parazitoidi v laboratorijskih pogojih, vendar do prepoznavne partnerja za parjenje pri testiranih vrstah (*T. flavipes*, *T. affinis*, *T. auratus* in *T. geranii*) ni prišlo.

c) Domorodni parazitoidi kostenjeve šiškarice v Sloveniji

Iz šišk kostenjeve šiškarice je v letih 2010-2014 izletelo 4276 osebkov domorodnih parazitoidov (preglednica 1), katere smo poslali v identifikacijo na Madžarsko (dr. George Melika). Identificiranih je bilo 32 vrst parazitoidov kostenjeve šiškarice iz šestih družin (Eulophidae, Eupelmidae, Eurytomidae, Ormyridae, Pteromalidae in Torymidae), ki so izleteli iz prek 65.000 nabranih starih in novonastalih šišk. Našli smo 5 vrst iz rodu *Torymus*, in sicer *T. auratus*, *T. flavipes*, *T. formosus*, *T. geranii* in *T. notatus*. *T. flavipes* je bila tudi

najštevilčnejša vrsta (21 % vseh parazitoidov, sledijo ji *Eupelmus annulatus* z 20 %, *E. urozonus* z 18 %, *Megastignus dorsalis* z 9 % in *Ormyrus pomaceus* z 7 % zastopanosti), ki je bila poleg vrst *E. urozonus*, *Sycophila flavicollis* in *Torymus geranii* ugotovljena v vseh 4 regijah vzorčenja, čeprav je na štajerskih in dolenjskih lokacijah kostanjeva šiškarica prisotna šele od leta 2012 v osrednji Sloveniji pa od leta 2010.

Preglednica 1: Domorodni parazitoidi izleteli iz starih in novonastalih šišk kostanjeve šiškarice, nabranih v letih 2010-2014.

	stare šiške		nove šiške		sum
	m	f	m	f	
<i>Aprostocetus biorrhizae</i> (Eulophidae)		4			4
<i>Aprostocetus aethiops</i>	2				2
<i>Aprostocetus glandicola</i>	1				1
<i>Aulogymnus skianeuros</i> (Eulophidae)	3	16	4	1	24
<i>Baryscapus</i> sp. (Eulophidae)		29			29
<i>Cecidostiba fungosa</i> (Pteromalidae)			2	13	15
<i>Cecidostiba semifascia</i>	2	1			3
<i>Eupelmus annulatus</i> (Eupelmidae)	142	150	186	379	<b>857</b>
<i>Eupelmus rostratus</i>		3			3
<i>Eupelmus splendens</i>	1	6	1	1	9
<i>Eupelmus urozonus</i>	127	142	177	348	<b>794</b>
<i>Eupelmus</i> (= <i>Macroneura</i> ) <i>vesicularis</i>				4	4
<i>Eurytoma brunniventris</i> (Eurytomidae)	48	22	10	54	134
<i>Eurytoma pistacina</i>	31	19	6	28	84
<i>Megastignus dorsalis</i> (Torymidae)	20	7	117	247	<b>391</b>
<i>Mesopolobus albitarsus</i> (Pteromalidae)		3			3
<i>Mesopolobus amaenus</i>			1	7	8
<i>Mesopolobus fasciiventris</i>			13	19	32
<i>Mesopolobus mediterraneus</i> *					
<i>Mesopolobus sericeus</i>			29	62	91
<i>Mesopolobus tarsatus</i>				9	9
<i>Mesopolobus tibialis</i>			97	108	205
<i>Ormyrus pomaceus</i> (Ormyridae)			252	69	321
<i>Pediobius saulius</i> (Eulophidae)	3	1			4
<i>Sycophila biguttata</i> (Eurytomidae)			3	33	36
<i>Sycophila flavicollis</i>		1	7	68	76
<i>Sycophila iracemae</i>			1	1	2
<i>Sycophila variegata</i>				6	6
<i>Torymus auratus</i> (Torymidae)	1	3	4	7	15
<i>Torymus flavipes</i>	7	19	270	616	<b>912</b>
<i>Torymus formosus</i>			16	68	84
<i>Torymus geranii</i>			30	78	108
<i>Torymus notatus</i>	2	5			7
33 vrst	<b>390</b>	<b>431</b>	<b>1226</b>	<b>2226</b>	4273

\*Vrsto *Mesopolobus mediterraneus* je v SLO potrdila M. Jurc (2013)

Omenjene vrste so domorodne in parazitirajo predvsem ose šiškarice na hrastu, alternativnega gostitelja pa so našli tudi v kostanjevi šiškarici, vendar niso dovolj učinkoviti za potrebe

biotičnega varstva. Poleg tega so domorodne vrste večinoma bivoltilne, kar še dodatno pripomore k vprašanju možnosti pojava hibridizacije z vrsto *T. sinensis*, pojasni pa tudi nizek odstotek parazitiranosti kostanjeve šiškarice, saj tudi biologijo tega škodljivca niso sinhronizirani. Večino naših domorodnih vrst so našli tudi kot parazitoide ali hiperparazitoide kostanjeve šiškarice v Italiji.

Raziskave, povezane z iskanjem domorodnih naravnih sovražnikov kostanjeve šiškarice in tudi drugih invazivnih vrst škodljivcev, potekajo tudi v sosednjih državah (Italija, Hrvaška), kjer imajo podobne rezultate kot pri nas (Matošević in sod., 2014; Melika in sod., 2013, 2014; Kriston, 2014). Domorodni parazitoidi hrastovih šiškaric so se deloma prilagodili novemu gostitelju, vendar je njihovo učinkovitost parazitiranja oz. njihovo prilagodljivost potrebno še raziskati, ocenjena pa je na manj kot 2 % (rezultati naših raziskav in Aebi in sod., 2007). Do leta 2014 v šiškah kostanjeve šiškarice v Sloveniji še nismo našli vrste *Torymus sinensis*, katero so vnesli v sosednji Italiji, na Hrvaškem in Madžarskem.

#### 4 SKLEPI

Tujerodni parazitoid *T. sinensis* je edini dovolj učinkovit naravni sovražnik kostanjeve šiškarice, ki sposoben omejit njene populacije, zato je vnos te koristne vrste edini smiseln ukrep na napadena območja. Učinkovit je zaradi svoje specifičnosti in fenološke usklajenosti z gostiteljem, kar je težava pri domorodnih parazitoidih, ki so generalisti in s privzetim gostiteljem niso popolnoma usklajeni.

V Sloveniji smo v zadnjih petih letih odkrili izredno bogato favno domorodnih parazitoidov, katerih primarni gostitelji so hrastove šiškarice. Potrjenih je bilo 33 vrst parazitoidov iz 6 družin. Kljub pestrosti pa domorodni parazitoidi niso sposobni omejit populacij kostanjeve šiškarice v takšni meri, da ne bi povzročala gospodarske in okoljske škode. Tujerodne vrste *T. sinensis* do leta 2014 še nismo našli v šiškah kostanjeve šiškarice na nobeni lokaciji vzorčenja po Sloveniji.

Februarja 2015 je KGZ – Nova Gorica dobil dovoljenje za vnos vrste *T. sinensis* na 6 lokacij z nasadi kostanja po Sloveniji, kar je dober obet, je pa to šele začetek, saj se učinkovitost in zmanjšanje škode kažeta šele dolgoročno (v nekaj letih, 5-7 let).

#### 5 ZAHVALA

Za finančno pomoč pri izvedbi raziskav se zahvaljujemo Upravi za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin v okviru Ministrstva za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano. Za prizadevanja pri pridobivanju dovoljenja za vnos se zahvaljujem Eriki Orešek, Mojci Rot, Gabrijelu Seljaku in vsem pridelovalcem kostanja, čebelarjem, gozdarjem in ostalim podpornikom. Najlepša hvala pa tudi revirnim gozdarjem in svetovalcem, ki so nam pomagali pri iskanju lokacij za vzorčenje šišk, v veliko pomoč pri vzorčenju pa sta bila tudi Helena Rojht in Franci Aco Celar.

#### 6 LITERATURA

- Aebi A., Schönrogge K., Melika G., Alma A., Stone G.N. (2007): Native and introduced parasitoids attacking the invasive chestnut gall wasp *Dryocosmus kuriphilus*. EPPO Bull., 37: 166-171.
- Aebi, A., Schoenenberger, N., Bigler, F. (2012). Towards an environmental risk assessment of *Torymus sinensis* against the chestnut gall wasp *Dryocosmus kuriphilus* in Switzerland. Final report ERA230813: 34 str.
- Bosio G., Gerbaudo C., Piazza E. (2009): *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu: An outline seven years after the first report in Piedmont (Italy). In: A Global Serious Pest of Chestnut Trees, *Dryocosmus kuriphilus*: Yesterday, Today and Tomorrow, Proceedings of the Japan-Italy joint international symposium held at Tsukuba, Japan, November 24-25, 2009. L'Informatore Agrario 14/2013: 60-64.
- Bosio G., Armando M. in Moriya S. (2013): Verso il controllo biologico del cinipide del castagno.

- EFSA (2010): Risk assessment of the oriental chestnut gall wasp, *Dryocosmus kuriphilus* for the EU territory and identification and evaluation of risk management options. EFSA Journal, 8, 6: 1619, 1-114
- Ferracini C., Gonella E., Ferrari E., Saladini M.A., Picciau L., Tota F., Pontini M., Alma A. 2014. Novel insight in the life cycle of *Torymus sinensis*, biocontrol agent of the chestnut gall wasp. BioControl. DOI 10.1007/s10526-014-9633-4
- Godfray H.C.J. 1994. Parasitoids: behavioural and evolutionary ecology. Princeton, New Jersey: Princeton University Press.
- Kriston E., Matošević D., Kos K., Seljak G., Bosio G., Quacchia A., Krizbai L., Bozsó M., Csóka G., Melika G. 2014b. Native parasitoid assemblages of chestnut gallwasp, *Dryocosmus kuriphilus* (Hym.: Cynipidae) in Europe. VII Congress on plant protection, Zlatibor (Serbia), 24-28 November 2014.
- Matošević D., Quacchia A., Kriston É., Melika G. 2014. Biological Control of the Invasive *Dryocosmus kuriphilus* (Hymenoptera: Cynipidae) - an Overview and the First Trials in Croatia. SEEFOR 5 (1): 3-12. <http://dx.doi.org/10.15177/seeфор.14-05>
- Melika G., Matošević D., Kos K., Bosio G., Kriston É., Krizbai L., Bozsó M., Csóka G., Péntzes Zs., Quacchia A. 2013. Native Parasitoids attacking the Chestnut Gallwasp, *Dryocosmus kuriphilus* (Hymenoptera: Cynipidae), across Italy – Slovenia – Croatia – Hungary. II. EUROPEAN CONGRESS ON CHESTNUT, 09-12. October, 2013, Debrecen-Baia Mare-Modry Kamen.
- Melika G., Matošević D., Kos K., Bosio G., Kriston É., Krizbai L., Bozsó M., Csóka G., Péntzes Zs., Quacchia A. 2014a. Native parasitoid recruitment to chestnut gallwasp, *Dryocosmus kuriphilus* (Hymenoptera: Cynipidae), across Italy, Slovenia, Croatia and Hungary. 8th International Congress of Hymenopterists 20-25 July 2014, Cusco (Peru).
- Rot, M. (2013): Ocena napadenosti koštanjevih nasadov na Primorskem zaradi koštanjeve šiškarice - *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu. Poročilo, UVHVVR: 5 str.
- Quacchia, A., Moriya, S., Bosio, G., Scapin, I., Alma, A. (2008): Rearing, release and settlement prospect in Italy of *Torymus sinensis*, the biological control agent of the chestnut gall wasp *Dryocosmus kuriphilus*. BioControl, 53: 829-839.
- Quacchia, A., Askew R.R., Moriya S., Schonrogge K. (2013a): *Torymus sinensis*: Biology, Host range and Hybridization. V: II. European Congress on Chestnut. 9-12- October 2013, Book of abstracts, Debrecen (Hungary) in predstavitev v pdf formatu.
- Quacchia A., Bosio G., Moriya S. (2013): Effectiveness of *Torymus sinensis* in the biological control of *Dryocosmus kuriphilus* in Italy. V: II. European Congress on Chestnut. 9-12- October 2013, Book of abstracts, Debrecen (Hungary).
- Yara, K., E. Yano, T. Sasawaki and M. Shiga. 2000. Detection of hybrids between introduced *Torymus sinensis* and native *T. beneficus* (Hymenoptera: Torymidae) in central Japan, using malic enzyme. Appl. Entomol. Zool. 35: 201–206.

## UPORABA TOPLOTNE TERAPIJE ZA ZATIRANJE FITOPLAZEMSKÉ POVZROČITELJICE ZLATE TRSNE RUMENICE IN JAJČEC NJENEGA PRENAŠALCA AMERIŠKEGA ŠKRŽATKA

Jaka RAZINGER<sup>1</sup>, Vojko ŠKERLAVAJ<sup>2</sup>, Nataša MEHLE<sup>3</sup>, Marina DERMASTIA<sup>4</sup>

<sup>1,2</sup>Kmetijski inštitut Slovenije, Oddelek za varstvo rastlin, Ljubljana

<sup>3,4</sup>Nacionalni inštitut za biologijo, Oddelek za biotehnologijo in sistemsko biologijo, Ljubljana

### IZVLEČEK

Povzročiteljica zlate trsne rumenice (Flavescence dorée) - fitoplazma FDP, je v Evropi ena najpomembnejših fitoplazem, ki povzroča propadanje trsov vinske trte. FDP je bila prvič ugotovljena v Franciji, od koder se je razširila v Italijo. Ugotovljena je bila tudi v Španiji, na Portugalskem, v Srbiji, Švici, v Avstriji, na Hrvaškem, Madžarskem in v Sloveniji. FDP je uvrščena na II.A.II evropski karantenski seznam rastlinam škodljivih organizmov (Council Directive 2000/29/EC). Trenutno je edini učinkovit in predpisan ukrep za preprečevanje širjenja bolezni v vinogradih odstranjevanje okuženih rastlin ter zatiranje prenašalca FDP ameriškega škržatka (*Scaphoideus titanus*). Ker pa so lahko že trsne cepljenke okužene s FDP, smo v okviru CRP projekta V4-1103 'Trsne rumenice: metode zgodnjega odkrivanja in obvladovanja' na slovenskih cepljenkah in cepilnemu materialu testirali metodo toplotne terapije (TT) za obvladovanje FDP in njenega prenašalca. Preizkusili smo, kako uspešno TT uničuje FDP, ali se FDP prenaša s cepljenjem, kako TT vpliva na živost in vitalnost rastlinskega materiala, namenjenega cepljenju ali neposrednemu sajenju, in kako TT vpliva na preživetje jajčec ameriškega škržatka. TT je uspešno uničila FDP v rastlinskem materialu in jajčeca ameriškega škržatka, hkrati pa ni negativno vplivala na živost razkuženega rastlinskega materiala. TT se je izkazala kot učinkovito orodje, s katerim bi trsničarska panoga lahko zagotovila višjo kakovost trsov, ob natančnem upoštevanju protokola TT.

**Ključne besede:** ameriški škržatek, fitoplazma FD, *Scaphoideus titanus*, termoterapija, toplotna obdelava, toplotna terapija, trta, *Vitis vinifera*, zlata trsna rumenica

### ABSTRACT

#### THE USE OF THERMOTHERAPY TO CONTROL PHYTOPLASMA THAT CAUSES GRAPEVINE YELLOWS AND THE EGGS OF ITS VECTOR AMERICAN GRAPEVINE LEAFHOPPER

Phytoplasma FDP is the causal agent of Flavescence dorée and is associated with the main grapevine destruction in Europe. FDP was first reported in France, from where it spread to Italy. It was also discovered in Spain, Portugal, Serbia, Switzerland, Austria, Croatia, Hungary and Slovenia. FDP is listed in Annex II, Part A.II of Council Directive 2000/29/EC. The destruction of diseased plants and control of its vector American grapevine leafhopper (*Scaphoideus titanus*) is mandatory in vineyards. However, FDP can already be present in plant propagating material and young vines ready to be transplanted. Therefore, within a CRP project V4-1103 'Grapevine yellows: methods for their early detection and control' we evaluated thermotherapy (TT) as a method that could be used to control FDP as well as eggs

<sup>1</sup> dr., Hacquetova 17, SI-1000 Ljubljana, e-mail: jaka.razinger@kis.si

<sup>2</sup> univ. dipl. inž. agr., prav tam

<sup>3</sup> dr., Večna pot 111, SI-1000 Ljubljana

<sup>4</sup> prof. dr., prav tam

of its vector. We evaluated how successfully TT destroys FDp, whether or not FDp can be transmitted by grafting, does TT decrease the viability of the planting or grafting plant material, and if TT destroys the eggs of American grapevine leafhopper. TT successfully removed FDp from plant material as well as destroyed the eggs of American grapevine leafhopper, without significant adverse effects to the disinfected plant material. It is a useful tool which could be used by Slovene vine nurseries to ensure a higher quality of grape transplants, provided the protocol is followed precisely.

**Key words:** American grapevine leafhopper, grapevine, grapevine yellows, heat treatment, hot water treatment, phytoplasma FD, *Scaphoideus titanus*, thermotherapy, *Vitis vinifera*

## 1 UVOD

Uporaba toplotne terapije kot fitosanitarne tehnike za ustvarjanje brezvirusnih rastlin je bila uporabljena tudi za zatiranje fitoplazem, že kmalu po prvem pojavu zlate trsne rumenice v Franciji (Caudwell, 1966). Ugotovili so, da potopitev rastlinskega materiala v vodo, ki ima temperaturo med 45 in 55 °C za 10 do 150 minut, učinkovito uniči fitoplazme in tudi druge patogene (Caudwell s sod., 1997) ter žuželke (Panattoni in Triolo, 2010). Toplotna terapija naj ne bi zmanjšala reproduktivnega potenciala ali vitalnosti cepljenk in naj ne bi vplivala na njihovo preživetje (Boudon-Padieu in Grenan, 2002). Kombinacija dolgega časa obdelave (10 ur) pri temperaturi 40 °C ali krajšega časa obdelave (10 min) pri 55 °C učinkovito uniči fitoplazme in jajčeca ameriškega škržatka. Kot najboljša varianta, v smislu doseganja zelenega razkuževanja ob hkratni odsotnosti negativnih vplivov na rastlinski material, se je izkazala srednja pot, to je 45 minutna obdelava pri 50 °C. Tehnologijo rutinsko uporabljajo npr. v Franciji in Avstraliji (Caudwell s sod., 1997); priporočljiva pa je pred cepljenjem ali pred prodajo cepljenk povsod, kjer pridelujejo razmnoževalni material (Panattoni in Triolo, 2010). Do sedaj metoda v slovensko vinogradniško prakso ni bila vpeljana, prav tako še ni bil preizkušen odziv sort v slovenski pridelavi na toplotno obdelavo. Zato smo v okviru CRP projekta V4-1103 'Trsne rumenice: metode zgodnjega odkrivanja in obvladovanja' na slovenskih cepljenkah in cepilnemu materialu testirali metodo toplotne terapije (TT) za obvladovanje FDp in njenega prenašalca. Preskusili smo, kako uspešno TT uničuje FDp ali se FDp prenaša s cepljenjem, kako TT vpliva na živost in vitalnost rastlinskega materiala namenjenega cepljenju ali neposrednemu sajenju, in kako TT vpliva na preživetje jajčec ameriškega škržatka.

## 2 MATERIALI IN METODE

### 2.1 Vpliv toplotne terapije (TT) na fitoplazmo zlate trsne rumenice (FDp)

Postopek TT je bil sestavljen iz potopitve rastlinskega materiala v vodo segreto na 50 °C za 45 minut ob konstantnem mešanju. Toplotno obdelavo smo izvedli v termostahirani kopeli, kjer smo konstantno spremljali temperaturo. Po dodatku trsnega lesa smo dodali ustrezno množino toplejše vode, da smo ohranili konstantno temperaturo 50 °C. V vasi Dane na Primorskem smo nabrali rastlinski material. Skupno smo nabrali 22 vzorcev. V vseh vzorcih smo pred toplotno terapijo ugotavljali zastopanost FDp s PCR v realnem času (qPCR) (Hren in sod., 2007). Po končanem postopku TT smo postopek ugotavljanja prisotnosti FDp s qPCR ponovili.

### 2.2 Prenos FDp s cepljenjem

Nadalje smo preskušali možnost prenosa FDp s cepljenjem. S tem namenom smo ponovno nabrali okužen material iz žarišča v vasi Dane. Z metodo qPCR smo predhodno potrdili

zastopanost FDp v vseh vzorcih vinske trte sorte 'Refošk', ki smo jih predvideli za cepljenje. Cepljenje smo izvedli na kupljenih cepljenkah sorte 'Chardonnay'. Cepljenje smo izvedli s tehniko 'chip-grafting'. Izvedli smo dva poskusa cepljenja: a) jesenski poskus cepljenja (rozge so bile nabrane oktobra 2011, cepljenje je bilo opravljeno novembra 2011) in b) pomladanski poskus cepljenja (rozge so bile nabrane februarja 2012, cepljenje je bilo opravljeno marca 2012).

### 2.3 Vpliv toplotne terapije na živost in vitalnost rastlinskega materiala

Želeli smo preučiti tudi morebitne (negativne) vplive TT na živost in vitalnost rastlinskega materiala, ki smo ga želeli razkužiti s TT. S tem namenom smo maja 2014 izvedli poskus, v katerem smo s TT obdelali več različnih sort, cepljenih na različne podlage. Izvedli smo TT zdravih cepljenk treh sort ('Modra frankinja', 'Žametna črnina' in 'Rumeni muškata'), ki so bile cepljene na različne podlage (SO4, 5M in 8BČM) od proizvajalcev Krajšek in Žugelj. Po toplotni obdelavi smo s TT obdelan rastlinski material posadili v mrežnik na vrtu KIS.

### 2.4 Učinkovitost uničevanja jajčec ameriškega škržatka s toplotno terapijo

V zadnji fazi raziskave smo v seriji poskusov ugotavljali učinkovitost uničevanja jajčec ameriškega škržatka s TT. Spremljali smo preživetje ameriškega škržatka na enoletnem in dveletnem lesu vinske trte z in brez TT. Toplotno obdelan les smo povezali v snopiče in jih pričvrstili na prej pripravljene cepljenke (chardonnay), ki so služile kot prehrana razvijajočim škržatkom. Skupno smo pripravili 20 vzorcev: 2 tipa lesa (enoletni les, dveletni les) x 2 postopka (TT in brez TT) x 5 ponovitev. Skupna dolžina dveletnega lesa je bila v ponovitvi 3,2 m, skupna dolžina enoletnega lesa pa 5,6 m. Tako pripravljen toplotno obdelan in neobdelan material smo prekrili s fino mrežo, ki je preprečevala gibanje ličink in odraslih škržatkov v okolje (

Slika ). Poskus je potekal od 7.5.2013 do 7.11.2013, ko smo prešteli število odraslih ameriških škržatov, ki so se ujeli na rumene lepljive ploščice. Poskus smo v celoti ponovili v 2014, a se ni v nobenem obravnavanju ulovilo nič škržatkov. Verjetno zaradi uspešne vseslovenske kampanje zatiranja ameriškega škržatka že na izvornem lesu ni bilo dovolj njegovih jajčec. Zato prikazujemo le rezultate prve ponovitve poskusa.

259



Slika 1: Levo: cepljenke ('Chardonnay') pripravljene za prehrano razvijajočim škržatkom. Sredina: snopiči toplotno obdelanega lesa (in neobdelanega), pričvrščeni na trse, namenjene prehrani škržatkom in rumene lepljive ploščice, kamor so se lovili uspešno razviti škržatki. Desno: končna postavitev lončnega poskusa preverjanja preživetja ameriških škržatkov po toplotni obdelavi.

## 3 REZULTATI IN RAZPRAVA

### 3.1 Vpliv toplotne terapije (TT) na fitoplazmo zlate trsne rumenice (FDp)

Izsledki qPCR analiz kažejo, da TT uspešno uniči FDp v rozgah, namenjenih cepljenju: rozge z okuženih trsov (N=36), ki so bile obdelane s TT, niso bile pozitivne na FDp. Pozitivnih je bilo 7 vzorcev, ki so bili z okuženih trsov in neobdelani s TT. Rezultati so tako pokazali, da je TT uspešno uničila FDp v okuženih rozgah.

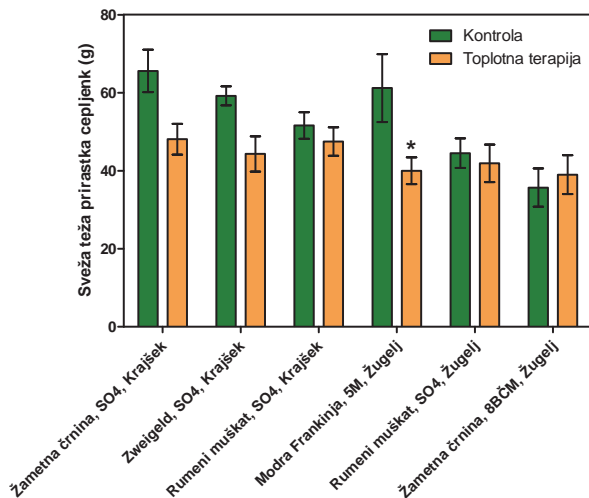
### 3.2 Prenos FDp s cepljenjem

Od prek 70 cepljenih rastlin smo s qPCR zastopanost FDp potrdili le v eni rastlini, ki je tudi edina izražala bolezenska znamenja okužbe s FDp. To niti ni presenetljivo, saj je znano, da se FDp laboratorijsko zelo težko prenaša z umetnim okuževanjem (Weintraub in Jones, 2010). Rastlina, ki smo jo uspešno okužili s cepljenjem z okuženim materialom, je bila zavrt v rasti in je med rastno dobo izkazovala tipična znamenja okužbe s FDp. FDp smo uspešno umetno prenesli v okviru pomladnega nabiranja materiala in cepljenja z brstom.

### 3.3 Vpliv toplotne terapije na živost in vitalnost rastlinskega materiala

Rezultati odganjanja in prirastka so pokazali, da TT ne vpliva negativno na živost in le rahlo negativno na prirast tretiranih cepljenk. Vse cepljenke so preživele proces TT. Tretirane cepljenke so odganjale z rahlo zakasnitvijo, vendar razlike v razvoju niso bile vidne s prostim očesom (avgust 2014). Septembra 2014 smo poskus ocenili s tehtanjem prirastka cepljenk. Rezultati dvosmerne analize variance so pokazali, da imata na maso prirastka statistično značilen vpliv faktorja 'toplotna terapija' in pa 'sorta-podlaga' ( $F_{1, 108}=12,0$ ;  $P=0,001$  in  $F_{5, 108}=4,22$ ;  $P=0,002$ ), ne pa tudi njuna interakcija ( $F_{5, 108}=2,1$ ;  $P=0,07$ ). Naknadni Bonferonnijski post-testi so pokazali, da je TT le pri sorti 'Modra frankinja', cepljeni na podlago 5M od proizvajalca Žugelj, statistično značilno zmanjšala prirastek cepljenk podvrženih TT (slika 2).

260



Slika 2: Rezultati poskusa vpliva TT na živost in vitalnost cepljenk. Cepljenke so bile podvržene TT 22.5.2014. Prirastek je bil ocenjen 4.9.2014. Prikazane so povprečne vrednosti  $\pm$  standardna napaka (N=10). Zvezdica (\*) označuje statistično značilen vpliv TT na težo prirastka.



### 3.4 Učinkovitost uničevanja jajčec ameriškega škržatka s toplotno terapijo

Izmed vseh ponovitev in variant poskusa, se je 13 odraslih škržatkov razvilo le na kontrolnih šparonih, se pravi na dveletnih poganjkih, ki niso bili podvrženi toplotni obdelavi. V obravnava z enoletnim lesom (rozge), ki je bil bodisi obdelan bodisi neobdelan s TT, se nič škržatkov ni ulovilo na rumene lepljive plošče. Dodatno se ni nič odraslih škržatkov ujelo na rumene lepljive plošče, obešene v mrežnikih z dveletnim lesom, ki je bil podvržen TT (Preglednica 1). Tako rezultati poskusa nakazujejo, da TT uspešno uniči jajčeca ameriškega škržatka.

Preglednica 1: Rezultati poskusa zatiranja jajčec *S. titanus* s toplotno terapijo. Prikazane so povprečne vrednosti odraslih škržatov, ulovljenih na rumeno lepljivo ploščo  $\pm$  standardna napaka (N=5). Zvezdica (\*) označuje statistično značilen vpliv TT število razvitih odraslih ameriških škržatkov.

	Kontrola		Toplotna obdelava	
	Enoletni les	Dvoletni les	Enoletni les	Dvoletni les
Povprečje $\pm$ SN	0,00 $\pm$ 0,00	2,60 $\pm$ 1,08	0,00 $\pm$ 0,00	0,00 $\pm$ 0,00*

## 4 SKLEPI

- Toplotna terapija je ustrezna metoda za obdelavo rastlinskega materiala za pripravo cepljenk, saj uspešno uniči FDp v rozgah, namenjenih cepljenju.
- Toplotna terapija ne vpliva bistveno na vitalnost cepljenk vinske trte. Toplotna terapija je le pri sorti 'Modra frankinja', cepljeni na podlago 5M, statistično značilno zmanjšala maso prirastka cepljenk.
- Toplotna terapija ni povzročila propada nobene toplotno obdelane cepljenke.
- Toplotna terapija je uspešno zavrla razvoj oziroma uničila jajčeca ameriškega škržatka.
- Ameriški škržatek se je razvil le na dveletnem lesu, ki ni bil podvržen toplotni terapiji.

## 5 LITERATURA

- Boudon-Padieu, E., Grenan, S. 2002. Hot water treatment. INRA, Dijon: 3 str.
- Caudewell, A., Larrue, J., Boudon-Padieu, E., McLean, G. D. 1997. Flavescence dorée elimination from dormant wood of grapevines by hot-water treatment. Australian Journal of Grape and Wine Research 3: 21-25.
- Caudewell, A. 1966. L'inhibition in vivo du virus de la FD par la chaleur. Annales des Epiphyties.
- Hren, M., Boben, J., Rotter, A., Kralj, P., Gruden, K., Ravnikar, M. 2007. Real-time PCR detection systems for Flavescence dorée and Bois noir phytoplasma in grapevine: a comparison with the conventional PCR detection system and their application in diagnostics. Plant Pathology 56: 785-796.
- Panattoni, A., Triolo, E. 2010. Susceptibility of grapevine viruses to thermotherapy on in vitro collection of Kober 5BB. Scientia Horticulturae, 125: 63-67.
- Weintraub in Jones, 2010, Phytoplasmas, Genomes, Plant Hosts and Vectors. CAB International, ISBN-13: 978 1 84593 530 6, Cambridge, MA 02139 2010: 348 str.

## PROGNOZA PERONOSPORE VINSKE TRTE (*Plasmopora viticola*) Z MODELOM UCSC

Maja PODGORNIK<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Univerza na Primorskem, Znanstveno-raziskovalno središče, Inštitut za oljkarstvo, Koper in Univerza na Primorskem, Fakulteta za matematiko naravoslovje in informacijske tehnologije, Koper

### IZVLEČEK

Peronospora vinske trte (*Plasmopora viticola*) je poleg pepelovke oz. oidija vinske trte (*Uncinula necator*) ena najpogostejših glivičnih bolezní v vinogradih Obalno-kraške in Goriške regije, ki lahko ob ugodnih vremenskih razmerah in ob neustreznem varstvu rastlin povzroči tudi celoten izpad pridelka. Z namenom, da bi zagotovili natančnejšo prognozo omenjene bolezni in s tem zmanjšali porabo fitofarmaceutskih sredstev na območju Obalno-kraške in Goriške regije smo v letu 2012 v okviru projekta SIGMA2 - Čezmejna mreža za sonaravno upravljanje okolja in biotske raznovrstnosti (Evropsko teritorialno sodelovanje, Program čezmejnega sodelovanja Slovenija – Italija 2007-2013) testirali novo metodo prognoze bolezni peronospore vinske trte (model UCSC - DowGraPri-Downy Mildew Grape Primary Infection), ki jo je leta 2008 razvilo italijansko Spin off podjetje HORTA S.r.l. Katoliške univerze v Piacenzi (Università Cattolica del Sacro Cuore, Piacenza). Nova metoda oziroma Model UCSC, ki smo ga v letu 2012 testirali na območju 6 lokacijah Slovenske Istre, Vipavske doline in Goriških Brd, na podlagi urnih podatkov temperature zraka, relativne vlažnosti zraka, padavin in omočenosti listov simulira kalitev oospor v tleh, razvoj in kalitev zoospor na listih (prodrejo v notranjost rastline prek listnih rež) ter procese okužbe (primarne in sekundarne okužbe) in inkubacije. Ob zaključku testiranja nove metode oz. modela UCSC ugotavljamo, da je testirani model ustrezno orodje, s katerim bi lahko nadgradili prognozo peronospore vinske trte na območju Slovenske Istre. Žal pa zaradi neprilagojenosti modela UCSC na podnebne razmere v Vipavski dolini in Goriških Brdih menimo, da je za dejansko uporabnost modela na območju Obalno-kraške in Goriške regije, model potrebno testirati v daljšem časovnem obdobju in na večjemu številu lokacij.

**Ključne besede:** podnebne razmere, Goriška regija, Obalno-kraška regija, *Plasmopora viticola*, UCSC model

### ABSTRACT

#### FORECAST OF GRAPEVINE DOWNY MILDEW (*Plasmopara viticola*) WITH THE UCSC MODEL

Beside the powdery mildew or oidium (*Uncinula nectar*) the grapevine downy mildew (*Plasmopora viticoa*) is one of the most common fungal diseases of vineyards in the Coastal-Karst region and Goriška region, which can in favourable weather conditions and with inadequate protection of plants causes also the loss of an entire crop. In order to ensure a more accurate forecast of these diseases and thereby reduce the consumption of pesticides in the area of the Coastal-Karst region and Goriška region, we tested a new method in 2012, which was developed in 2008 by the Italian company HORTA S.r.l. – a Spin Off company of the Catholic University of Piacenza (Università Cattolica del Sacro Cuore, Piacenza), for the

<sup>1</sup> doc. dr., Garibaldijeva 1, SI-6000 Koper in Glagoljaška 8, SI-6000 Koper, e-mail: Maja.Podgornik@zrs.upr.si

forecast of the grapevine downy mildew disease (UCSC model - DowGraPrl-Downy Mildew Grape Primary Infection), under the project SIGMA2 – Cross-border network for the sustainable management and biodiversity (European Territorial Cooperation, Slovenia - Italy Cross-border Cooperation Operational Programme 2007-2013). The new method or the UCSC model, which was tested in 2012 in the area of 6 location of the Slovenian Istria, Vipava Valley and Goriška Brda, on the basis of hourly data on the air temperature, relative humidity, precipitation and leaf wetness, simulates the germination of oospore in the soil, the development and germination of zoospore on the leaf surface (penetrate into the interior of plants through leaf stomata) and the process of infection (primary and secondary infections) and incubation. Upon the completion of testing of the new method or the UCSC model, we find that the tested model is an appropriate tool that could upgrade the forecast of the grapevine downy mildew in the area of Slovenian Istria. Unfortunately, due to poor adaptability of the UCSC model to the climatic conditions in the Vipava valley and Goriška Brda, we believe that for the actual usefulness of the model in the area of Coastal-Karst and Goriška region, the model should be tested over a longer period of time and on a large number of locations.

**Key words:** climatic conditions, Coastal-Karst region, Goriška region, *Plasmopora viticola*, UCSC model

## 1 UVOD

263

Peronospora vinske trte (*Plasmopora viticola*) je poleg pepelovke oz. oidija vinske trte (*Uncinula necator*) ena najpogostejših glivičnih bolezní v Slovenskih vinogradih, ki lahko ob ugodnih vremenskih razmerah in ob neustreznem varstvu rastlin povzroči tudi celoten izpad pridelka. Najobčutljivejša za okužbo je evropska žlahtna trta (*Vitis vinifera*). Peronospora lahko okuži vse zelene dele trte (liste, vitice, grozdne peclje, grozdiče mladice), največ škode pa naredi na grozdnih jagodah in listju (Vršič in Lešnik, 2001; Škerlavaj in Urbančič Zemljíč, 2009).

Peronospora vinske trte prezimi v odpadlem listju v obliki oospor. V spomladanskem času se v mokrih tleh iz enoceličnih oospor razvijejo zoospore ali sporangiji. Zoospore z dežnimi kapljicami preidejo na zelene organe vinske trte, kjer kalijo in s kličnim mešičkom prek listnih rež prodrejo v notranjost rastline in tako povzročijo primarno okužbo vinske trte. Iz kličnega mešička se razvije micelij, ki se razraste v medcelične prostore listov. Po nekaj dneh se na tako okuženih listih pojavijo rumeno zelene »mastne pege«. Obdobju med primarno okužbo in pojavom prvih mastnih peg na zgornji strani listov vinske trte pravimo inkubacijska doba. Po preteku inkubacijske dobe se na spodnji strani listov, na mestu mastnih peg, pojavijo bele plesnive prevleke s trosonosci in trosi. Trosi lahko ob ugodnih vremenskih razmerah ponovno okužijo zelene dele rastline in tako povzročijo sekundarno okužbo vinske trte (Maček, 1990; Škerlavaj in Urbančič Zemljíč, 2009).

Napoved izbruha bolezní peronospore vinske trte, ki se na območju Zahodne Slovenije opravlja v okviru strokovnega dela Kmetijsko gozdarskega zavoda Nova Gorica, temelji na teoriji treh desetk. V vinogradu se primarna okužba s peronosporo vinske trte zgodi, ko oospore pridobijo sposobnost kalitve oz. vsota efektivnih temperatur razvoja doseže 170 °C (gre za vsoto temperatur od 1. januarja naprej, ki so višje od temperaturnega praga 8 °C) in je izpolnjeno pravilo treh desetk: a) listi vinske trte morajo biti razviti (premer listov 2-3 cm, poganjki 10 cm) tako, da imajo odprte listne reže, saj so to vdorna mesta za glivo; b) v zadnjih 24-ih urah mora pasti vsaj 10 mm dežja; c) srednja dnevna temperatura zadnjih dveh do treh dni mora biti višja od 10 °C (Baldacci, 1947; Žežlina, 2013).

Z namenom, da bi zagotovili natančnejšo prognozo omenjene bolezní in s tem zmanjšali porabo fitofarmaceutvskih sredstev na območju Obalno-kraške in Goriške regije smo v letu 2012 testirali novo metodo prognoze bolezní peronospore vinske trte (model UCSC -

DowGraPri-Downy Mildew Grape Primary Infection), ki jo je leta 2008 razvilo italijansko Spin off podjetje HORTA S.r.l. Katoliške univerze v Piacenzi (Università Cattolica del Sacro Cuore, Piacenza) (Rossi in sod., 2008).

## 2 MATERIALI IN METODE

V okviru projekta SIGMA2 - Čezmejna mreža za sonaravno upravljanje okolja in biotske raznovrstnosti (Evropsko teritorialno sodelovanje, Program čezmejnega sodelovanja Slovenija – Italija 2007-2013) smo v letu 2012 na območju 3 lokacijah Slovenske Istre (Truške, Osp, Krkavče) in 1 lokacije Vipavske doline (Bilje) ter 2 lokacijah Goriških Brd (Kozana, Vogrsko) testirali model UCSC - DowGraPri-Downy Mildew Grape Primary Infection. Model UCSC na podlagi urnih podatkov temperature zraka, relativne vlažnosti zraka, padavin in omočenosti listov simulira kalitev oospor v tleh, razvoj in kalitev zoospor na listih (podreje v notranjost rastline prek listnih rež) ter procese okužbe (primarne in sekundarne okužbe) in inkubacije (Franchi in sod., 2010).

Meteorološke parametre, na katerih je temeljila simulacija modela UCSC, smo na območju Slovenske Istre pridobili od meteorološke postaje tipa SIAP+MICROS – Olimpo, na območju Goriških Brd in Vipavske doline pa meteorološke postaje tipa A730MD in A753GSM.

## 3 REZULTATI IN RAZPRAVA

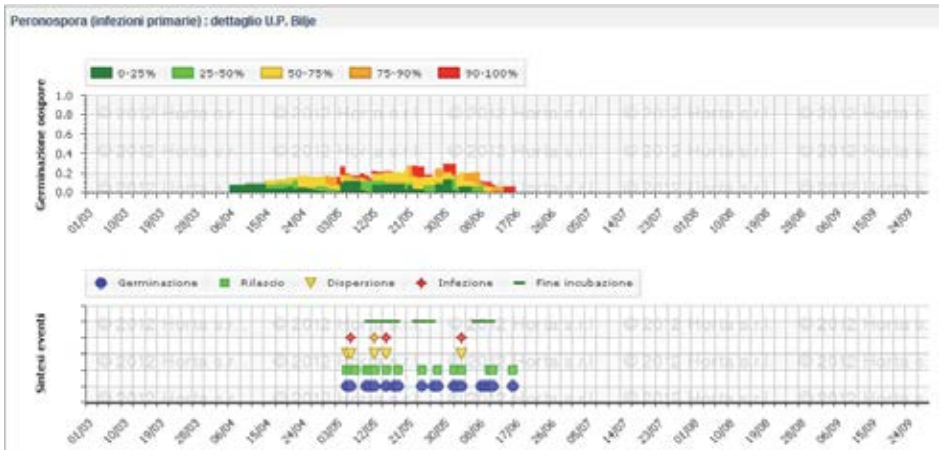
### 3.1 Analiza meteoroloških parametrov

Analiza meteoroloških parametrov izdelana za obdobje 2012 je pokazala, da so bile povprečne mesečne temperature zraka na večini izbranih lokacijah (povprečna temperatura zraka na lokaciji Truške: 14,5 °C, Osp: 16,1 °C, Krkavče: 15,9 °C, Kozana: 15,2 °C, Vogrsko: 13,5 °C, Bilje: 13,8 °C) nad dolgoletnim povprečjem (povprečna temperatura zraka Slovenske Istre: 15,1 °C; Vipavske doline: 13,4 °C; Goriških Brd: 13,4 °C). Zabeležena množina padavin v letu 2012 je bila na večini izbranih lokacijah (množina padavin Truške: 713 mm, Osp: 871 mm, Krkavče: 729 mm, Kozana: 1026 mm, Vogrsko: 1120 mm, Bilje: 1297 mm), pod dolgoletnim povprečjem (povprečna množina padavin Slovenske Istre: 870 mm; Vipavske doline: 1298 mm; Goriških Brd: 1298 mm).

### 3.2 Prognoza peronospore vinske trte z modelom UCSC

Na podlagi podatkov, ki jih je general Model UCSC, smo ugotovili, da se je na opazovanih lokacijah primarna okužba s peronosporo vinske trte pojavila v različnih terminih. Prvi pojav zoospor je model UCSC napovedal za lokacijo Bilje (slika 1) in sicer 6.4.2012. Posledično je za lokacijo Bilje napovedal tudi prvo primarno okužbo, za katero naj bi bili izpolnjeni pogoji dne 2.5.2012. Za lokacijo Bilje je model UCSC zadnjo primarno okužbo napovedal 7.6.2012, kar pa ni bilo usklajeno z dejanskimi razmerami.

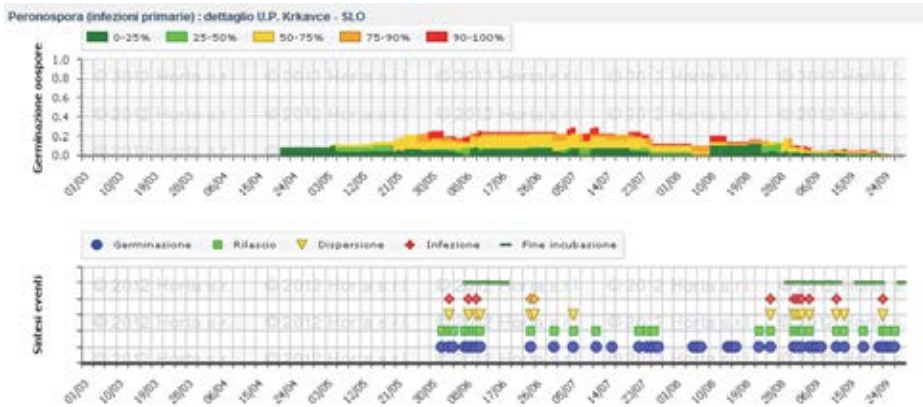
Da simulacije modela niso usklajene z dejanskimi razmerami, so pokazali tudi izhodni podatki za lokaciji Vogrsko in Kozana. Za lokaciji Vogrsko in Kozana je model za leto 2012 napovedal eno primarno okužbo na lokacijo. Res je, da so obilne padavine v marcu 2012 (množina padavin - Vogrsko: 202 mm) in aprilu 2012 (množina padavin - Kozana: 233 mm) botrovale k pojavu primarne okužbe s peronosporo vinske trte v spomladanskem času in da so bile zabeležene padavine v juliju 2012 na opazovanih lokacijah (Vogrsko: 56 mm; Kozana 42 mm) daleč pod dolgoletni povprečjem (110 mm) in zato do pojava primarnih okužb v poletnem času ni prišlo, vendar na območju Vipavske doline in Goriških Brd ni prišlo samo do ene primarne okužbe, saj so bili pogoji za pojav bolezni v spomladansko-poletnem času večkrat izpolnjeni.



Slika 1. Dinamika pojava primarnih okužb s peronosporo vinske trte na lokaciji Bilje.

Večje število primarnih okužb je model UCSC napovedal za območje Slovenske Istre (slika 2). Za lokaciji Truške in Krkavče je model UCSC skupno napovedal 10 primarnih okužb, za lokacijo Osp pa 7 primarnih okužb. Prvi pojav zoospor je model UCSC napovedal 15.4.2013 za lokacijo Truške. Na lokaciji Krkavče in Osp pa se je prvi pojav zoospor pojavil 24.4.2013. Prvi pogoji za pojav primarne okužbe so bili na lokaciji Truške in Osp zaabeleženi 21.5.2013, na lokaciji Krkavče pa 30.5.2012.

265



Slika 2: Dinamika pojava primarnih okužb s peronosporo vinske trte na lokaciji Krkavče.

#### 4 SKLEPI

Ob zaključku testiranja nove metode oz. modela UCSC ugotavljamo, da je testirani model ustrezno orodje, s katerim bi lahko nadgradili prognozo peronospore vinske trte na območju Slovenske Istre. Žal pa zaradi neprilagojenosti modela UCSC na podnebne razmere v Vipavski dolini in Goriških Brdih menimo, da je za dejansko uporabnost modela v

Slovenskem prostoru model potrebno testirati v daljšem časovnem obdobju in na večjemu številu lokaciji.

## 5 LITERATURA

- Baldacci, E., 1947. Epifitite di Plasmopara viticola (1941–46) nel l'Oltrep'ò Pavese ed adozione del calendario di incubazione come strumento di lotta. Atti Istituto Botanico, Laboratorio Crittogamico, 8: 45–85.
- Franchi, A., Bugiani, R., Barani, A., 2010. Modelli previsionali: un aiuto contro la peronospora della vite. L'Informatore Agrario, 21: 5-8.
- Maček, J., 1990. Posebna fitopatologija. Patologija sadnega drevja in vinske trte Biotehniška fakulteta, VTOZD za agronomijo, Ljubljana: 276 str.
- Rossi, V., Caffi, T., Giosuè, S., Bugiani, R., 2008. A mechanist model simulating primary infections of downy mildew in grapevine. Ecol. Modelling, 212: 480-491.
- Škerlavaj, V., Urbančič Zemljič M., 2009. Peronospora vinske trte. Kmečki glas, 66, 17: 9.
- Vršič, S., Lešnik, M. 2010. Vinogradništvo – druga dopolnjena izdaja. ČZD Kmečki glas, Ljubljana: 403 str.
- Žežlina, I., 2013. <http://www.wineandweather.net/?tag=prodaja> (23.3.2015).

## ALIEN WHITEFLIES (Hemiptera: Aleyrodidae) OF EUROPE RECORDED IN CROATIA

Mladen ŠIMALA<sup>1</sup>, Tatjana MASTEN MILEK<sup>2</sup>, Maja PINTAR<sup>3</sup>

<sup>1,3</sup>Croatian Centre for Agriculture, Food and Rural Affairs – Institute for Plant Protection,  
Zagreb, Republic of Croatia

<sup>2</sup>Croatian Centre for Agriculture, Food and Rural Affairs, Zagreb, Republic of Croatia

### ABSTRACT

Whiteflies belong to the order Hemiptera and comprise a single superfamily, Aleyrodoidea, within the suborder Sternorrhyncha. They are all placed in a single family, Aleyrodidae with 1556 described species accommodated in 161 genera. The whitefly fauna of Europe and the Mediterranean Basin comprises 56 species that are considered to be native or naturalized, accommodated within 25 genera. Alien species are defined as species living outside of their natural range and outside of their natural dispersal potential. At present, the alien species represent 39 % of the total whitefly fauna occurring in Europe. Whiteflies are distributed throughout the major zoogeographical regions of the World, with their greatest diversity in tropical and south temperate regions. The trade of exotic trees and ornamentals is responsible for many accidental introductions of insects to countries far away from their native area. Most alien species of whiteflies were accidentally introduced with their host plant. The starting point for compiling the list of alien whitefly species in Croatia was a book “Alien Terrestrial Arthropods of Europe” and database DAISIE. A list of alien whiteflies in Croatia was made by searching of agricultural, forestry and taxonomic entomological peer-reviewed literature and the latest check list of whiteflies in Croatia. The check list of whiteflies in Croatia published in 2008, contains 31 species belonging to 18 genera. According to DAISIE list, seven of them are alien to Europe. These are the following species: *Aleurolobus olivinus* Silvestri 1911, *Aleurothrixus floccosus* Maskell 1896, *Bemisia afer* Priesner & Hosny 1934, *Bemisia tabaci* Gennadius 1889, *Dialeurodes citri* Ashmead 1885, *Massilieuodes chittendeni* Laing 1928 and *Trialeurodes vaporariorum* Westwood 1856. Two alien whitefly species recorded for the first time in Croatia after 2008 and not presented in DAISIE (2009) are *Aleurocanthus spiniferus* Quaintance 1903 detected in 2012 and *Aleuroclava aucubae* (Kuwana 1911) found in 2013.

**Key words:** alien whiteflies, Aleyrodidae, Croatia

### 1 INTRODUCTION

Whiteflies comprise a relatively small group of insects in a unique family Aleyrodidae with only 1556 described species (Martin & Mound, 2007). A total of 26 whitefly species alien to Europe have been recorded (Daisie, 2009). Twenty one alien species belong to the most widespread and largest subfamily Aleyrodinae and five species belong to the subfamily Aleurodicinae, which is mainly confined to South America, with very few species in South-Eastern Asia and other geographical regions. The alien species mainly originated from tropical regions. Worldwide trade of plants has increased enormously during the last decade.

<sup>1</sup> dr.sc., Rim 98, HR-10000 Zagreb, Croatia, e-mail: mladen.simala@hcphs.hr

<sup>2</sup> dr.sc., Svetošimunska 25, HR-10000 Zagreb, Croatia

<sup>3</sup> dipl. ing., Rim 98, HR-10000 Zagreb, Croatia

Because of increased import to Europe of different ornamentals, possibility of interception of new whitefly species has also increased. Some species, such as *Trialeurodes vaporariorum* and *Bemisia tabaci*, have become cosmopolitan due to anthropogenic activities. Climate changes also increase the chances of survival of alien species introduced from warmer parts of the world and influence distribution of whiteflies within Europe. The literature on alien species of Aleyrodidae in Europe is relatively scattered, with most of the studies dealing with alien pests of economic importance such as *B. tabaci* and *T. vaporariorum*. This paper presents an overview of alien species of whiteflies recorded in Croatia.

## 2 MATERIALS AND METHODS

Data on introduction of alien whiteflies in Croatia covers the period from the mid-20<sup>th</sup> century until year 2014. Based on the analysis of literature data of faunistic investigations of whiteflies in Croatia and DAISIE data base (Daisie, 2009), a list of alien whitefly species in Croatia was made. To establish the status of alien whiteflies in Europe following criteria were used:

**A – Alien species from outside of Europe** are species introduced from outside of their natural range (past or present) and outside of their natural dispersal potential. Their presence in the given region is due to intentional or unintentional introduction or care by humans, or they have arrived there without the help of people from an area in which they are alien;

**E – European species** which became alien outside of their native range (Daisie, 2009). Current status of European alien whitefly species recorded in Croatia was determined according to following criteria:

**IS – Intercepted species** are alien species detected during inspection or testing of an imported consignment which is not, or is not known to be settled or established anywhere in Croatia;

**ES – Established species** are settled and naturalized but not (yet) intrusive species;

**IN – Intrusive species** cause major disruptions to ecosystems or even greater environmental or economic damage (Seljak, 2013).

Affiliation of whitefly native range to certain zoogeographic region was listed according to Evans (2006).

## 3 RESULTS AND DISCUSSION

Exotic whitefly species are regularly dispersed among countries as a consequence of plant trade, small size of whiteflies, their cryptic nature and immature stages being attached to the host-plant. Due to these characteristics they are one of the most commonly transported arthropod groups. They are also among the most successful groups in terms of invading new geographical areas. According to Daisie (2009), a total of 26 whitefly species alien in Europe and to Europe have been recorded. The latest check-list of whiteflies of Croatia contains 31 species (Šimala & Masten, 2008). Seven of them are alien to Europe (Table 1).

The species *Aleurolobus olivinus* and *Dialeurodes citri* are well established in the nature in coastal part of Croatia. *A. olivinus* is a typical Mediterranean oligophagous species, mainly found on oleaceous hosts in the southern coastal part of Croatia. *D. citri* is a very important pest on all *Citrus* species throughout the citrus growing area in Croatia (Žanić *et al.*, 2000). Species *Aleurothrixus floccosus* is currently present on *Citrus* spp., only in limited area of the Croatian Middle Adriatic region, while a broadly polyphagous species *Bemisia afer* is widespread throughout the country on numerous mostly dicotyledonous woody host plant species. *Massilieuodes chittendeni* was intercepted several times in Croatia by trade of rhododendron plants from The Netherlands and Italy. After the first record in Croatia in 2000, species *Bemisia tabaci* became a serious pest of vegetables and ornamentals in field and protected conditions in coastal part of Croatia (Žanić *et al.*, 2001, 2003). An extremely



polyphagous species *Trialeurodes vaporariorum* is the most important whitefly pest of protected crops in Croatia. It is the most common and widespread whitefly species.

Two another alien whitefly species recorded for the first time in Croatia after 2008 and not presented in Daisie (2009) are *Aleurocanthus spiniferus* detected in 2012 (Šimala & Masten, 2013) and *Aleuroclava aucubae* found in 2013 (Šimala *et al.*, 2014). *A. spiniferus* originated in south-east Asia and has spread widely in tropical and subtropical Asia, and into Africa and the Pacific. This species is listed as a quarantine threat to Europe and is included in the EU Annex II/A1 and in the EPPO A2 list. It presents a potential permanent risk to citrus in Croatia, especially to production of mandarin in Neretva river valley. For now, *A. spiniferus* has a status of eradicated species in Croatia. *A. aucubae* is a polyphagous insect. According to Mound & Halsey (1978), the pest has been recorded from 15 plant families, including *Citrus* species. It is present in nature on fig and on some ornamental plant species in northern coastal part of Croatia. From the present knowledge, this alien whitefly species apparently does not cause economic damage to cultivated plants. Thus, it presents a potential risk as a minor pest to citrus production in Croatia.

**Table 1** List and main characteristics of whitefly species alien to Europe recorded in Croatia

Species	Native range	1 <sup>st</sup> record in Europe	European status (DAISIE, 2009)	1 <sup>st</sup> record in Croatia	Current status in Croatia	Invaded European countries	Host plants	References
<i>Aleurocanthus spiniferus</i> Quaintance 1903*	Oriental Region (Asia)	2008, IT	-	2012	IS	FR, IT, ME	Polyphagous; occasionally a pest on <i>Annona</i> and <i>Citrus</i>	Porcelli (2008); Šimala & Masten Milek (2013)
<i>Aleuroclava aucubae</i> (Kuwana 1911)*	Oriental Region (Asia)	2007, IT	-	2013	ES	IT, SI	Polyphagous;	Pelizzari & Šimala (2007); Šimala <i>et al.</i> (2014)
<i>Aleurolobus olivinus</i> (Silvestri 1911)	Western Palearctic Region (Mediterranean)	-	E	1937	ES	CY, ES, FR, FR-COR, GR, GR-CRE, IT, IT-SAR, IT-SIC, MT, PT	Oligophagous; a preference for Oleaceae	Novak (1940)
<i>Aleurothrix floccosus</i> (Maskell 1896)	Neotropical Region (South America)	1968, ES-CAN; 1969, FR	A	2007	ES	AL, ES-CAN, FR, FR-COR, GB, GR, IL, IT, IT-SAR, IT-SIC, MT, PT	Polyphagous; a preference for <i>Citrus</i>	Mifsud <i>et al.</i> (2010); Žanić (2007)
<i>Bemisia afer</i> (Priesner & Hosny 1934) complex	Western Palearctic Region (Africa)	-	A	2005	ES	ES, FR, FR-COR, GB, GR, IT, IT-SIC, MT	Polyphagous;	Martin <i>et al.</i> (2000); Šimala & Masten Milek (2008)

<i>Bemisia tabaci</i> (Gennadius 1889) complex	Oriental Region (Asia)	-	A	2000	IN	AL, AT, BA, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, ES, ES-BAL, ES-CAN, FR, FR- COR, GR, GR-CRE, HU, IL, IT, IT-SAR, IT-SIC, ME, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RÚ, SI	Polyphagous;	Mifsud <i>et al.</i> (2010); Žanič <i>et al.</i> (2001)
<i>Dialeurodes citri</i> (Ashmead 1885)	Oriental Region (Asia)	1945	A	1977	IN	AL, FR, FR-COR, IL, IT, IT- SAR, IT- SIC, MT, SI	Polyphagous; a preference for <i>Citrus</i>	Mifsud <i>et al.</i> (2010); Bakarić, 1983
<i>Massilieuroides chittendeni</i> (Laing 1928)	Oriental Region (Asia)	1928, GB	A	2007	IS	BE, CH, CZ, DE, DK, FI, FR, GB, IT, NL, PL, SE, SI	<i>Rhododendron</i> spp.	Mifsud <i>et al.</i> (2010); Šimala & Masten Milek (2008)
<i>Trialeurodes vaporariorum</i> (Westwood 1856)	Nearctic Region (North America)	1856, GB	A	< 1961	IN	AL, AT, BG, CH, CZ, DE, DK, EE, FR, HU, IT, IT- SAR, IT- SIC, LT, MT, PT, RO, RS, SI	Polyphagous;	Mifsud <i>et al.</i> (2010); Kovačević (1961)

\* Alien species not listed in Daise (2009)

#### 4 CONCLUSIONS

Seven alien whitefly species of Europe listed in Daise (2009) are recorded in Croatia. All of them, except for the species *M. chittendeni* are domesticated in nature. Two alien whitefly species recorded for the first time in Croatia after the latest check-list in 2008 and not presented in DAISIE (2009) are *A. spiniferus* intercepted in 2012 and *A. aucubae* recorded in 2013. By origin, the majority of alien species have arrived from Asia – 5 species (55,6 %). From 9 in Croatia recorded alien species of whiteflies, 6 species or 66,7 % have been discovered since 2000.

Changes in climate and global warming could influence new introductions and distribution of exotic whitefly species and increase the chances of their survival in European environment. It can be predicted that the number of introduced alien whitefly species will grow as Croatia shows constant increase of traded commodities with other European and non-European countries.

#### 5 REFERENCES

- Bakarić, P. 1983. Uzgoj mandarine unšiu. Stanica za južne kulture, Dubrovnik. 338 pp.  
Daise (Delivering Alien Invasive Species Inventories for Europe). Handbook of Alien Species in Europe. 2009. Invading Nature Springer Series in Invasion Ecology Volume 3, Springer: 399 pp.  
Evans, G.A. 2006. The Whiteflies (Hemiptera: Aleyrodidae) of the World and Their Host Plants and Natural Enemies. URL: <http://www.sel.barc.usda.gov:591/1WF/World-Whitefly-Catalog.pdf>.

- Kovačević, Ž. 1961. Primjenjena entomologija. II knjiga Poljoprivredni štetnici, Zagreb: 99-139.
- Martin, J. H., Mifsud, D. & Rapisarda, C., 2000. The whiteflies (Hemiptera: Aleyrodidae) of Europe and the Mediterranean Basin. *Bulletin of Entomological Research*, 90: 407-448.
- Martin, J. H., Mound, L. A. 2007. An annotated check list of the world's whiteflies (Insecta: Hemiptera: Aleyrodidae). *Zootaxa* 1492: 1-84.
- Mifsud, D., Cocquempot, C., Mühlethaler, R., Wilson, M., Streito J. C. 2010. Other Hemiptera Sternorrhyncha (Aleyrodidae, Phylloxeroidea, and Psylloidea) and Hemiptera Auchenorrhyncha. Chapter 9.4. In: Roques, A. et al. (Eds) *Alien terrestrial arthropods of Europe*. *BioRisk* 4 (1): 511-552.
- Mound, L. A., Halsey, S. H. 1978. Whitefly of the world. A systematic catalogue of the Aleyrodidae (Homoptera) with host plant and natural enemy data. British Museum (Natural History) and John Wiley and Sons, Chichester: 340 pp.
- Novak, P. 1940: Gli insetti dannosi in Dalmazia. *Bollettino della Soc. Adriatica di Scienze naturali*. Trieste. 38: 5-38.
- Pellizzari, G., Šimala, M., 2007. First record of *Aleuroclava guyavae* (Takahashi, 1932) (Hemiptera, Aleyrodidae) in Europe. *Bollettino di Zoologia agraria e di Bachicoltura*, Ser. II, 39, 2: 91-95.
- Porcelli, F. 2008. First record of *Aleurocanthus spiniferus* (Homoptera: Aleyrodidae) in Apulia, Southern Italy. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*, 38: 518-520.
- Seljak, G. 2013. Dinamika vnosa tujerodnih fitofagnih žuželk in pršic v Slovenijo. *Acta Entomologica Slovenica*, 21, 2: 85-122.
- Šimala, M., Masten Milek, T. 2008. A check-list of whiteflies (Insecta: Hemiptera: Aleyrodidae) of Croatia. *Nat. Croat.* 17, 3: 169-181.
- Šimala, M., Masten Milek, T. 2013. Prvi nalaz karantenske vrste štitastog moljca *Aleurocanthus spiniferus* Quaintance, 1903 (Hemiptera: Aleyrodidae) u Hrvatskoj. *Glasilo biljne zaštite*, 13, 6: 425-433.
- Šimala, M., Masten Milek, T., Pintar, M. 2014. *Aleuroclava aucubae* (Kuwana, 1911) [Hemiptera: Aleyrodoidea: Aleyrodidae] nova vrsta štitastog moljca u Republici Hrvatskoj. *Glasilo biljne zaštite*, 14, 4: 287-291.
- Žanić, K., Kačić, S., Katalinić, M. 2000. Štetne vrste familije Aleyrodidae (Homoptera) na agrumima. *ACS, Agric. Conspec. Sci.* 65, 1: 51-59.
- Žanić, K., Kačić, S., Katalinić, M. 2001. Duhanov štitasti moljac *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889), (Homoptera: Aleyrodidae) u Hrvatskoj. *Entomol. Croat.*, 5, 1-2: 51-63.
- Žanić, K., Cenis, J. L., Simon, B., Kačić, S., Šimala, M. 2003. Current status of *Bemisia tabaci* in Croatia. *Book of Abstracts of the 3<sup>rd</sup> International Bemisia Workshop*, Barcelona, 17-20 March, 2003: 43.
- Žanić, K. 2007. First report of *Aleurothrixus floccosus* in Croatia.  
URL:[http://www.whitefly.org/whiteflyforum/forum\\_posts.asp?TID=117](http://www.whitefly.org/whiteflyforum/forum_posts.asp?TID=117).

## BIONOMIJA RASTLINJAKOVEGA ŠČITKARJA (*Trialeurodes vaporariorum* [Westwood]), Homoptera, Aleyrodidae) V ZAVAROVANIH PROSTORIH

Iris ŠKERBOT<sup>1</sup>, Lea MILEVOJ<sup>2</sup>, Stanislav TRDAN<sup>3</sup>

<sup>1</sup>KGZS, Kmetijsko gozdarski zavod Celje, Celje  
<sup>2,3</sup>Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Ljubljana

### IZVLEČEK

V letih 2007 in 2010 smo z vizualnimi pregledi rastlin in z rumenimi lepljivimi ploščami spremljali pojavljanje rastlinjakovega ščitkarja (*Trialeurodes vaporariorum*) na papriki, paradižniku in kumarah ter bionomijo tega škodljivca na paradižniku v zavarovanih prostorih na širšem celjskem območju. V letu 2007 smo pojavljanje rastlinjakovega ščitkarja spremljali na 4 lokacijah, v letu 2009 pa smo v zavarovanem prostoru v Imenem spremljali bionomijo rastlinjakovega ščitkarja. Prve odrasle osebkke smo zabeležili konec prve dekade julija in odložena jajčeca konec druge dekade julija. V tretji dekadi julija smo zabeležili prve ličinke razvojnih stopenj L1, L2 in L3 in v drugi dekadi avgusta še prve puparije. Od druge dekade avgusta smo na rastlinah hkrati beležili vse razvojne stadije škodljivca. Ugotovili smo, da rastlinjakov ščitkar prezimuje na plevelih v zavarovanih prostorih in na prostem ter preleta iz zavarovanega prostora na prosto in nazaj.

**Ključne besede:** rastlinjakov ščitkar, *Trialeurodes vaporariorum*, bionomija, zavarovani prostor

272

### ABSTRACT

#### BIONOMICS OF GREENHOUSE WHITEFLY (*Trialeurodes vaporariorum* [Westwood]), Homoptera, Aleyrodidae) IN GREENHOUSES

In the years 2007 and 2010 we investigated the occurrence of greenhouse whitefly (*Trialeurodes vaporariorum*) on pepper, tomato and cucumber plants and the bionomics of the pest in the greenhouses around the Celje region. In 2007 we observed the presence of greenhouse whitefly on tomatoes on 4 locations. In 2009 we studied the bionomics of greenhouse whitefly at location Imeno. The first adults of the greenhouse whitefly were detected at the end of first decade of July, while deposited eggs were found at the end of the second decade of July. In the third decade of July we identified the first larvae in the L1, L2 and L3 stages, while in the second decade of August we detected the first puparium. From the second decade of August onwards all stages of the greenhouse whitefly were found on the plants at the same time. We established that greenhouse whiteflies overwinter on the weeds in glasshouses and in the open fields, and they also alternate between the greenhouses and the open fields.

**Key words:** greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum*, bionomics, greenhouse

### 1 UVOD

Med žuželčje vrste, ki so postale v Sloveniji redni škodljivci pri pridelavi zelenjave in okrasnih rastlin v zavarovanih prostorih, štejemo tudi rastlinjakovega ščitkarja (*Trialeurodes*

<sup>1</sup> mag. agr. znan., Trnoveljska cesta 1, SI-3000 Celje, e-mail: iris.skerbot@ce.kgzs.si

<sup>2</sup> prof. dr. v pokoju

<sup>3</sup> prof. dr., Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana

*vaporariorum* [Westwood]). Rastlinjakov ščitkar je polifag, ki sesa rastlinske sokove in napadene rastline zaostajajo v rasti. To se lahko odrazi tudi v manjših pridelkih, saj imajo napadene rastline navadno manj plodov, ki so drobnejši. Posredno je rastlinjakov ščitkar škodljiv zaradi izločanja medene rose (ličinke in odrasli osebk), ki se nabira na listih in plodovih. Na medeno roso se naselijo glive sajavosti, ki zmanjšujejo asimilacijsko površino listov in poslabšajo videz plodov, kar zniža tržno vrednost rastlinam in pridelkom. Rastline se lahko tudi posušijo. Posredno je rastlinjakov ščitkar škodljiv tudi zaradi prenašanja rastlinskih virusov. Pri zatiranju tega škodljivca pridelovalci redno posegajo po insekticidih. Uporaba insekticidov zaradi značilnosti razvoja tega škodljivca in ugodnih razmer, ki jim je škodljivec izpostavljen v zavarovanih prostorih, največkrat ne reši težav, ampak pogosto le ublaži škodo.

## 2 MATERIAL IN METODE

V letu 2007 smo spremljali pojav rastlinjakovega ščitkarja na paradižniku v zavarovanih prostorih na štirih lokacijah na širšem celjskem območju: Loka pri Zidanem Mostu (lokacija 1), Zavrh pri Galiciji (lokacija 2), Mestinje (lokacija 3) in Polžanska Gorca (lokacija 4). Na lokaciji 1 smo v raziskavo vključili zavarovan prostor velikosti 1.440 m<sup>2</sup>, ki je lociran na nadmorski višini 240 m. Na tej lokaciji so poleg paradižnika (hibrid 'Jeremy F1') v zavarovanem prostoru pridelovali še papriko in kumare. Na lokaciji 2 smo spremljali manjši zavarovani prostor v velikosti 320 m<sup>2</sup>, ki je lociran na nadmorski višini 370 m. V njem so poleg paradižnika pridelovali še papriko. Na lokaciji 3 smo spremljali pridelavo v zavarovanem prostoru velikosti 1.135 m<sup>2</sup>, lociranem na nadmorski višini 236 m. V njem so pridelovali paradižnik (hibrid 'Belle F1') in kumare. Na lokaciji 4 smo v raziskavo vključili zavarovani prostor v velikosti 500 m<sup>2</sup>, ki je lociran na nadmorski višini 340 m. V njem so poleg paradižnika (hibridi 'Belle F1', 'Arleta F1', 'Optima F1', 'Kennbelle F1', 'Queen F1' ter sorta Volovsko srce) pridelovali še papriko. Prek leta smo z vizualnimi pregledi na naključno izbranih, označenih rastlinah in z rumenimi lepljivimi ploščami, obešenimi v spremljanih zavarovanih prostorih, spremljali pojav rastlinjakovega ščitkarja ter ostalih škodljivih in koristnih organizmov na gojenih rastlinah. Preglede smo opravljali v obdobju med 4. majem in 25. septembrom 2007 na 10 do 16 dni in redno zapisovali opažanja.

V zavarovanem prostoru v okolici Podčetrтка (Imeno) smo v letu 2009 spremljali pojav in širjenje rastlinjakovega ščitkarja. Zavarovani prostor velikosti 700 m<sup>2</sup> je bil od sosednjega 1.440 m<sup>2</sup> velikega zavarovanega prostora ločen s 4,5 m širokim pasom travnika. V oba zavarovana prostora so 10. maja 2009 posadili paradižnik hibrida 'Gardel F1'. Po sajenju paradižnika smo v zavarovanem prostoru naključno izbrali štirikrat po 8 rastlin in jih označili. Prek pridelovalne sezone smo na 10 do 14 dni pregledovali označene rastline in ob vsakem pregledu spremljali pojav rastlinjakovega ščitkarja. Pri pregledih smo pregledali štirikrat po 2 označeni rastlini, osredotočili pa smo se na en vrhni list, 2 lista v osrednjem in 2 lista v spodnjem delu rastlin. Liste smo pregledali s povečevalnim steklom (10x povečava) ter prešteli število jajčec, ličink, puparijev ter odraslih osebkov na teh listih.

Rastlinjakovega ščitkarja smo v letih 2007 in 2009 v zavarovanih prostorih na opazovanih lokacijah spremljali še z rumenimi lepljivimi ploščami (velikost 8 x 13 cm, proizvajalec Rebell). V letu 2009 smo z rumenimi lepljivimi ploščami, nameščenimi na količkih na 1 m višine, spremljali tudi prelete odraslih osebkov rastlinjakovega ščitkarja na prosto, v okolico zavarovanega prostora.

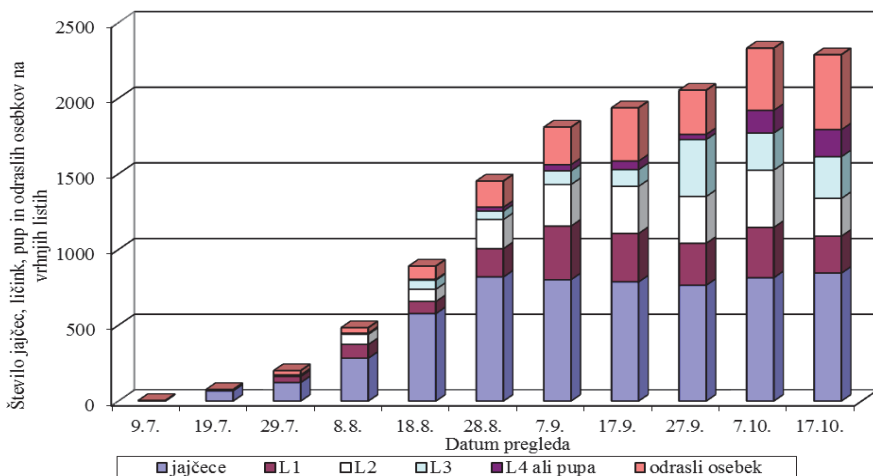
## 3 REZULTATI

V juliju in avgustu 2007 smo na vseh lokacijah zabeležili pojav odraslih osebkov rastlinjakovega ščitkarja (*Trialeurodes vaporariorum*). Na lokaciji 4 smo prve odrasle osebk opazili v zadnji dekad junija, na lokacijah 1 in 3 10. julija in na lokaciji 2 20. julija 2007. Prva odložena jajčeca smo zabeležili 1. avgusta 2007 na lokacijah 1 in 4, na lokaciji 3 13. avgusta in na lokaciji 2 šele 30. avgusta. Na lokaciji 4 smo prve ličinke L1 zabeležili 13.

avgusta, na lokaciji 1 20. avgusta in na lokacijah 3 in 2 30. avgusta 2007. Med lokacijami 1 in 3 ter 4 in 2 smo v septembru 2007 beležili tudi veliko razliko v odstotku rastlin napadenih z rastlinjakovim ščitkarjem. Na prvih dveh lokacijah smo v septembru zabeležili ščitkarja na vseh pregledanih rastlinah oziroma na večini (93,8 %) pregledanih rastlin, na zadnjih dveh lokacijah je bilo v septembru 41,7 oziroma 54,2 % pregledanih rastlin napadenih z rastlinjakovim ščitkarjem. Do takšne razlike je po našem mnenju prišlo predvsem zaradi tega, ker na lokaciji 2 in 4 večino sadik paradižnika in paprike pridelajo na kmetiji, na ostalih dveh lokacijah pa sadijo sadike, vzgojene pri drugih pridelovalcih. Hkrati sta lokaciji 2 in na 4 nekoliko izolirani od drugih pridelovalcev in v bližini ni drugih zavarovanih prostorov. Na obeh lokacijah lastniki po spravilu rastlin iz zavarovanega prostora čim prej in zelo dosledno odstranjujejo ostanke rastlin ter plevele. Plevele dosledno odstranjujejo tudi iz okolice zavarovanega prostora. Na lokacijah 1 in 3 pa se pridelava zelenjadnic s pravilom toplotno zahtevnejših rastlin v jeseni ne konča, ampak prostor v zavarovanem prostoru večinoma v celoti izkoristijo za pridelavo solate, radiča, motovilca, rukole in podobno.

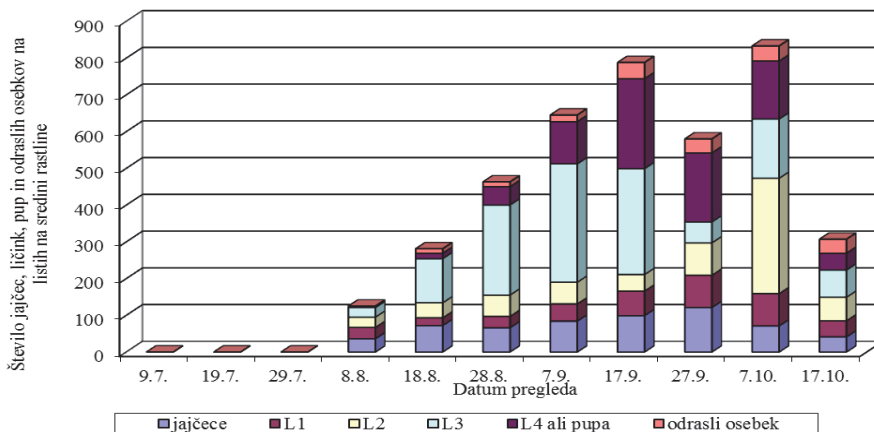
Prve odrasle osebkke rastlinjakovega ščitkarja smo na paradižniku zabeležili pri pregledu 9. julija 2009. Pri naslednjem pregledu, 19. julija, smo zabeležili že prva odložena jajčeca. Pri pregledu, ki je sledil 10 dni pozneje, smo poleg odraslih osebkov in odloženih jajčec na rastlinah že našli prve ličinke razvojnih stopenj L1, L2 in L3, pri pregledu v drugi dekadi avgusta pa smo zabeležili še prve puparije. Rezultati spremljanj na vrhnjih listih in listih v sredini so prikazani na slikah 1 in 2. Pri pregledih spodnjih listov na rastlinah nismo našli odloženih jajčec, ličink ali puparijev. Na spodnjih listih smo pri naključnih pregledih v sredini vročih dni opazili le posamezne odrasle osebkke rastlinjakovega ščitkarja, ki so se na te liste verjetno umaknili pred poletno vročino.

274



Slika 1: Število jajčec, ličink, puparijev in odraslih osebkov rastlinjakovega ščitkarja (*Trialeurodes vaporariorum*) na vrhnjih listih pregledanih rastlin v zavarovanem prostoru v Imenem, 2009.

Figure 1: The number of eggs, larvae, puparium and imagoes on the leaves of the top on the investigated plants, greenhouse, Imeno, 2009.



Slika 2: Število jajčec, ličink, puparijev in odraslih osebkov rastlinjakovega ščitkarja (*Trialeurodes vaporariorum*) na listih na sredini pregledanih rastlin v zavarovanem prostoru v Imenu, 2009.

Figure 2: The number of eggs, larvae, puparium and imagoes on the leaves on the middle of the examinations plants, greenhouse, Imeno, 2009.

275

Na ploščah, nameščenih na količkih v okolici spremljanega zavarovanega prostora, smo odrasle osebkove rastlinjakovega ščitkarja zabeležili v zadnji dekadi julija. Največ ščitkarjev se je ujelo na ploščo nameščeno 1 m stran od zavarovanega prostora. Z oddaljenostjo od zavarovanega prostora se je število ulovljenih ščitkarjev zmanjševalo. Ulov ščitkarja smo v 95 % primerov zabeležili na tisti strani rumene lepljive plošče, ki je bila obrnjena proti zavarovanemu prostoru. Na rumeni lepljivi plošči, obešeni med dvema zavarovanima prostoroma, se je ščitkar na obe strani lepljive plošče lovil enakomerno. Rastlinjakovega ščitkarja smo na prostem sledili še v drugi dekadi oktobra 2009.

Na podlagi rezultatov naših spremljanj v letu 2009 lahko potrdimo navedbe iz literature, da ščitkar iz zavarovanih prostorov preleta na prosto v času visokih temperatur in da takrat verjetno preleti tudi razdalje večje od 10 m.

#### 4 SKLEPI

Na podlagi spremljanja bionomije rastlinjakovega ščitkarja lahko za širše celjsko območje postavimo naslednje sklepe:

- Prve odrasle osebkove rastlinjakovega ščitkarja na paradižniku v zavarovanih prostorih navadno zabeležimo v prvi dekadi julija. Večino odraslih osebkov rastlinjakovega ščitkarja zabeležimo na vrhnjih listih, kjer odlagajo jajčeca.
- V odvisnosti od vremenskih razmer prva odložena jajčeca beležimo od konca druge dekade julija. Jajčeca so odložena na spodnjo stran listov v vrhovih rastlin.
- V tretji dekadi julija smo na rastlinah zabeležili prve ličinke razvojnih stopenj L1, L2 in L3. Ličinke najdemo na listih v vrhovih rastlin, večino pa na srednjih listih na rastlinah.
- V drugi dekadi avgusta zabeležimo še prve puparije. Tudi puparije v glavnem zasledimo na srednjih listih na rastlinah.
- Od druge dekade avgusta na rastlinah hkrati zasledimo vse razvojne stadije škodljivca.
- Odrasle osebkove prek poletja do pozne jeseni beležimo tudi na prostem. Z oddaljenostjo od zavarovanega prostora se njihova številčnost zmanjšuje.
- Pogosto prezimi v stadiju jajčeca na plevelih in drugih, v zavarovanih prostorih, gojenih rastlinah (zlasti uspešno prezimi na prezimno trdnih rastlinah).

- Za zaznavo prvih odraslih osebkov rastlinjakovega ščitkarja v zavarovanih prostorih je zelo pomembno, da od druge dekade junija v zavarovanih prostorih redno in natančno spremljamo ulove rastlinjakovega ščitkarja na rumenih ploščah, saj s pravočasno zaznavo škodljivca pridobimo od 10 do 14 dni časa za pravočasno ukrepanje.

## 5 ZAHVALA

Najlepša hvala soavtorjema, prof. dr. Lei Milevoj in prof. dr. Stanislavu Trdanu, za vso strokovno podporo in usmerjanja pri nastanku raziskave bionomije rastlinjakovega ščitkarja v zavarovanih prostorih ter sodelovanje pri nastanku tega prispevka.

## 6 LITERATURA

- Albert R., Allgaier C., Schneller H., Schrameyer K. 2007. Biologischer Pflanzenschutz im Gewächshaus. Die Alternative für geschützte Räume. Stuttgart, Eugen Ulmer KG: 282 str.
- Gabarra R., Alomar O., Castane C. 2004. Movement of greenhouse whitefly and its predators between in- and outside of Mediterranean greenhouse. *Agriculture ecosystem & environment*, 102, 3: 341-348
- Jelovčan S. 2008. Biološko suzbijanje cvjetnog štitastog moljca *Trialeurodes vaporariorum* W. (Homoptera, Aleyrodidae) na rajčici u zaštićenom prostoru. Doktorska disertacija. Zagreb, Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zagreb: 100 str.
- Maceljčki M., Cvjetković B., Ostojčić Z., Igrc Barčić J., Pagliarini N., Oštrec L., Čizmić I. 1997. Zaštita povrća od štetočinja (štetnika, uzročnika bolesti i korova). Zagreb, Znanje, d.d.: 436 str.
- Malais M. H., Ravensberg W. J. 2003. Knowing and recognizing. *Biology of glasshouse pests and their natural enemies*. Berkel en Rodenrijs, Koppert B. V.: 288 str.
- Milevoj L. 2011. Biotično zatiranje škodljivcev v zavarovanih prostorih. Ljubljana, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, Fitosanitarna uprava Republike Slovenije: 84 str.



## PREUČEVANJE UČINKOVITOSTI OKOLJSKO SPREJEMLJIVIH NAČINOV ZATIRANJA STRUN (*Agriotes* spp.) V KROMPIRJU

Tanja BOHINC<sup>1</sup>, Jaka RUPNIK<sup>2</sup>, Igor PRŠA<sup>3</sup>, Filip VUČAJNK<sup>4</sup>, Stanislav TRDAN<sup>5</sup>

<sup>1,2,4,5</sup>Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Katedra za fitomedicino, kmetijsko  
tehniko, poljedelstvo, pašništvo in travništvo, Ljubljana  
<sup>3</sup>Unichem d.o.o., Sinja Gorica

### IZVLEČEK

V letih 2013 in 2014 smo na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani izvajali poljski poskus, kjer smo preučevali učinkovitost različnih alternativnih metod za zatiranje strun v krompirju. Preučevali smo učinkovitost samostojne uporabe peletov križnic, apnenega dušika in melase, v primerjavi s sintetičnim piretroidom teflutrinom. Apneni dušik smo v tla vnesli v odmerku 500 kg/ha, pelete križnic v odmerku 0,22 kg/m<sup>2</sup> in melaso v odmerku 1 l na 125 m<sup>2</sup>. S štetjem izvrtin na gomoljih smo ugotavljali učinkovitost pripravkov, prav tako smo med obravnavanji primerjali pridelek. V obeh letih poskusa je bila številčnost strun v tleh relativno majhna, več poškodb na gomoljih pa smo ugotovili v drugem letu poskusa, ko smo v vseh obravnavanjih s preizkušanimi pripravki potrdili več kot 0,4 izvrtine na gomolj (v obravnavanju brez uporabe pripravkov 0,9 izvrtine/gomolj). V letu 2014 smo najvišji skupni pridelek gomoljev ugotovili v obravnavanju s peleti križnic (18,6 t/ha), a se ni signifikantno razlikoval od obravnavanj z ostalimi tremi preizkušanimi pripravki.

**Ključne besede:** strune, peleti križnic, apneni dušik, poljski poskus, krompir

### ABSTRACT

#### RESEARCH ON EFFICACY OF DIFFERENT ENVIRONMENTALLY ACCEPTABLE CONTROL METHODS AGAINST WIREWORMS (*Agriotes* spp.) IN POTATO FIELD

In the field experiment in the period 2013-2014 we have tested the efficacy of different environmentally acceptable plant protection methods for controlling wireworms on potato. The experiment was performed at the Laboratory Field of Biotechnical Faculty in Ljubljana. We have tested the efficiency of Brassica pellets, calcium cyanamide and mollases. Teflutrin was used as positive control. In both years calcium cyanamide was applied at dose of 500 kg/ha, Brassica pellets at dose of 0.22 kg/m<sup>2</sup> and mollases at dose of 1 l per 125 m<sup>2</sup>. With counting the holes in potato tubers we determined the efficacy of the products, and between treatments we assessed the differences in potato yield. In both years the abundance of the wireworms was relatively low, however more injuries was found in the second year, when in all treatments we confirmed more than 0.4 holes/potato tuber (in control – untreated – treatment we found 0.9 holes/tuber). In 2014 the highest potato yield (18.6 t/ha) was established in treatment with Brassica pellets, however the same yield did not differ significantly from the treatments with other 3 tested products.

**Key words:** wireworms, Brassica pellets, calcium cyanamide, field trial, potato

<sup>1</sup> dr., Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana, e-mail: tanja.bohinc@bf.uni-lj.si

<sup>2</sup> inž. les., prav tam

<sup>3</sup> dr., Sinja gorica 2, SI-1360 Vrhnika

<sup>4</sup> doc. dr., Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana

<sup>5</sup> prof.dr., prav tam

## 1 UVOD

Med okoljsko sprejemljivimi načini zatiranja strun v sistemih pridelovanja hrane obstaja veliko metod, a je podatkov o njihovi učinkovitosti malo. Poleg uporabe odpornih sort, kolobarja, biotičnega varstva so tu še uporaba mineralnih gnojil, tretiranje predhodnega posevka oziroma tretiranje semena z insekticidi, mehanična obdelava tal, biofumigacija (Bohinc in Trdan, 2013). Med mineralnimi gnojili se največkrat omenja apneni dušik oziroma kalcijev cianamid, ki naj bi imel glede na podatke iz Nemčije repelentno oziroma insekticidno delovanje (Ritter in Richter, 2013). Pri procesu biofumigacije izrabljamo lastnosti križnic (Brassicaceae) za potrebe zatiranja talnih škodljivcev in še nekaterih drugih talnih škodljivih organizmov (de Nicola *et al.*, 2013).

V Sloveniji je bilo doslej ugotovljenih 140 vrst pokalic (Coleoptera: Elateridae), medtem ko podatki za Evropo potrjujejo zastopanost 176 vrst (Milevoj *et al.*, 2005). Pokalice iz rodu *Agriotes* predstavljajo eno od gospodarsko pomembnejših skupin škodljivcev v Evropi (Furlan *et al.*, 2010) in Severni Ameriki (Milonas *et al.*, 2010).

Namen naše raziskave je bil preučiti insekticidno učinkovitost treh alternativnih načinov zatiranja strun, saj je zaradi vse manjšega števila sintetičnih insekticidov, ki so registrirani za njihovo zatiranje, gospodarski pomen strun vse večji, posledično pa je vse bolj izražena potreba po novih – okoljsko sprejemljivih – načinih njihovega zatiranja.

## 2 MATERIALI IN METODE

### 2.1 Lokacija poskusa

278

Poskus je potekal v letih 2013 in 2014 na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete (299 m nadmorske višine). Poskusno zemljišče smo v obeh letih poskusa razdelili na tri bloke, znotraj katerih smo naključno razporedili 5 različnih obravnavanj. Površina njive, na kateri je v letu 2013 potekal poskus, je znašala 877,5 m<sup>2</sup>, v letu 2014 pa je poskus potekal na 920 m<sup>2</sup> veliki njivi. V letu 2013 smo krompir sorte 'Fontane' posadili 18. aprila, v drugem letu poskusa pa smo sorto 'Romano' posadili 3. aprila.

### 2.2 Izbira pripravkov in zasnova poskusa

V poskusu smo preučevali učinkovitost apnenega dušika v odmerku 500 kg/ha, peletov križnic v odmerku 0,22 kg/m<sup>2</sup>, melase v odmerku 1 l na 125 m<sup>2</sup>. Četrto obravnavanje je predstavljala netretirana površina, peto obravnavanje pa smo tretirali s fitofarmaceutskim pripravkom (v odmerku 5 kg/ha), ki je vseboval teflutrin. Apneni dušik smo kupili pri proizvajalcu Adriatica SpA Rovigo Italija. Za slovenski trg apneni dušik dobavlja Agrochem d.o.o., Šempeter pri Gorici. Pelete križnic (pripravek Biofence) smo kupili pri podjetju Triumph Italia. Vzorec melaso (pripravek Biomass sugar) smo dobili v poskusne namene od podjetja, ki je želelo pripravek tržiti v Sloveniji.

Pripravke smo aplicirali enkrat v rastni dobi, in sicer 5. junija 2013 ter 3. junija 2014. Pripravki so bili aplicirani ročno pred osipanjem krompirja. V letu 2013 smo krompir izkopali 20. avgusta, v letu 2014 pa 26. avgusta. Pri tem smo uporabili traktorski izkopalnik. Pridelek iz vsake od parcel v poskusu smo nabrali v plastificirane mrežaste vreče, nato pa smo gomolje ločili po velikosti v tri frakcije (velikostne razrede), in sicer: gomolji veliki do 4 cm (frakcija 1), gomolji veliki od 4 do 5 cm (frakcija 2) in gomolji veliki na 5 cm (frakcija 3). Pri tem smo si pomagali s sortirnikom. Ob sortiranju smo za vsako frakcijo naključno izbrali 3 gomolje, ki so pripadali različnim obravnavanjem. V Laboratoriju za entomologijo Oddelka za agronomijo smo prešteli število poškodb zaradi strun na posameznem gomolju. Preostale agrotehnične ukrepe smo izvajali v skladu z dobro kmetijsko prakso. Nismo uporabili sistemskih insekticidov.

### 2.3 Vremenski podatki

V letu 2013 je bila povprečna dnevna množina padavin v aprilu  $2,50 \pm 1,01$  mm, v maju  $6,77 \pm 1,70$  mm, juniju  $3,56 \pm 1,38$  mm, juliju  $0,65 \pm 0,33$  mm, avgustu  $3,37 \pm 1,19$ . V letu 2014 je povprečna dnevna množina padavin v aprilu znašala  $5,26 \pm 2,43$  mm, v maju  $3,14 \pm 1,13$  mm, juniju  $4,40 \pm 2,14$  mm, juliju  $4,19 \pm 1,14$  mm in avgustu  $7,78 \pm 2,38$  mm. Povprečna dnevna množina padavin v aprilu 2013 je znašala  $2,50 \pm 1,01$  mm. Podatki prikazujejo povprečno dnevno množino padavin v Ljubljani (Meteo.si, 2014).

### 2.4 Statistična analiza podatkov

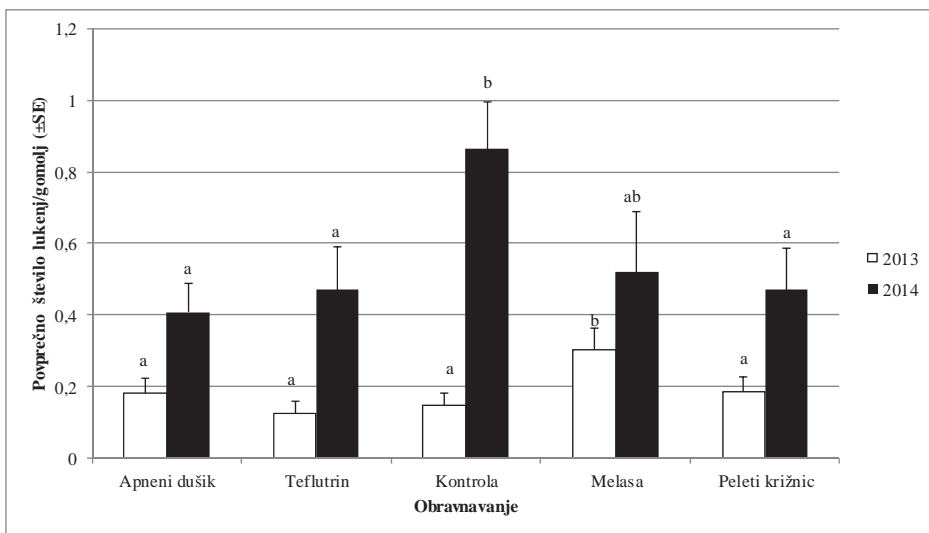
Rezultate poskusa smo statistično ovrednotili s programom Statgraphics Centurion XVI (Statgraphics Centurion, 2009). Razlike v pridelku med obravnavanji in posameznimi frakcijami smo ovrednotili z analizo variance (ANOVA) in Student Newman Keulsovim testom mnogoterih primerjav ( $P \leq 0,05$ ). Prav tako smo med posameznimi obravnavanji in frakcijami ovrednotili razlike v številu poškodb gomoljev s pomočjo analizo variance (ANOVA) in Duncanovim testom mnogoterih primerjav ( $P < 0,05$ ).

## 3 REZULTATI IN RAZPRAVA

### 3.1 Vpliv pripravkov na povprečno število lukenj/gomolj

Rezultati generalne statistične analize kažejo, da se je v prvem letu poskusa povprečno število poškodb na gomoljih razlikovalo glede na obravnavanje ( $F=2,69$ ;  $Df=4$ ;  $P=0,0304$ ), pomembna pa je bila tudi razdalja od sosednjega zemljišča - travnika ( $F=2,94$ ;  $Df=2$ ;  $P=0,0435$ ). Rezultati generalne statistične analize kažejo, da se je tudi v drugem letu poskusa povprečno število poškodb na gomoljih razlikovala glede na obravnavanje ( $F=2,87$ ;  $Df=4$ ;  $P=0,0229$ ) in blok ( $F=35,65$ ;  $Df=35,65$ ;  $P < 0,0001$ ).

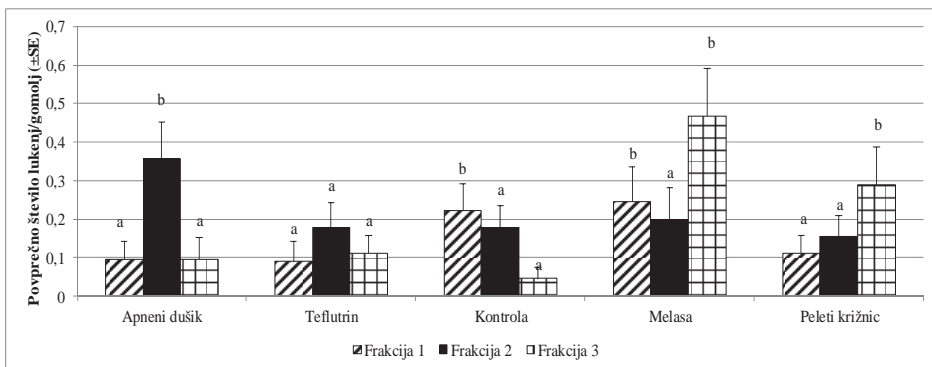
279



Slika 1: Povprečno število lukenj ( $\pm$ SE) (poškodb zaradi strun) na gomolj v obeh letih poskusa (2013-2014).

V prvem letu poskusa smo signifikantno največ poškodb ugotovili v obravnavanju z melaso ( $0,30 \pm 0,05$  luknje/gomolj), v drugem letu poskusa pa je bilo število poškodb zaradi strun

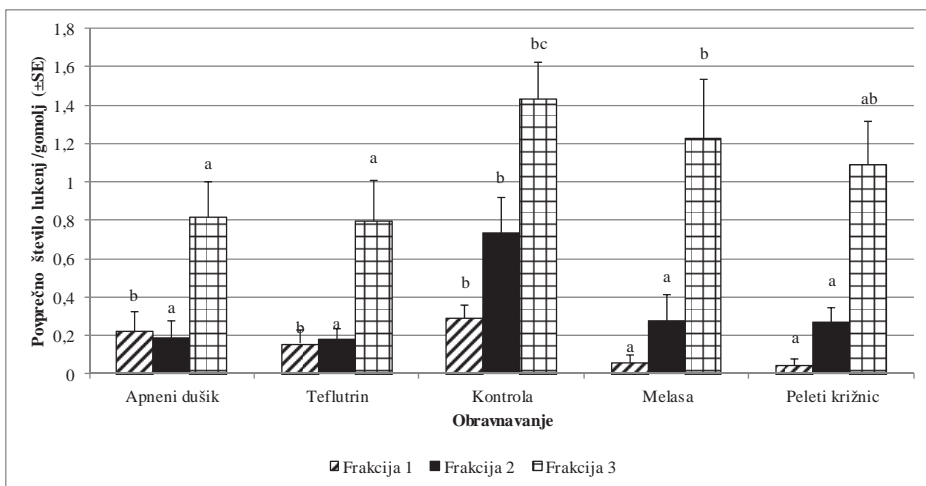
največje v kontrolnem - netretiranem - obravnavanju ( $0,86 \pm 0,13$  luknje/gomolj) (slika 1). V prvem letu je bilo povprečno število lukenj na najdrobnejših gomoljih signifikantno najmanjše na gomoljih, tretiranih s peleti križnic, apnenim dušikom in teflutrinom (vselj okrog 0,1 izvrtina/gomolj), število lukenj na gomoljih srednje frakcije je bilo znova med najnižjimi na rastlinah, tretiranih s peleti križnic ( $0,15 \pm 0,05$  luknje/gomolj), a se ni signifikantno razlikovalo od obravnavanj z melaso, teflutrinom in kontrolnim obravnavanjem. Število lukenj na gomoljih največje frakcije je bilo med najvišjimi pri melasi ( $0,46 \pm 0,12$  luknje/gomolj), a se ni signifikantno razlikovalo od obravnavanja s peleti križnic (slika 2).



Slika 2: Povprečno število lukenj ( $\pm$ SE) (poškodb zaradi strun) glede na frakcijo gomoljev krompirja v letu 2013 (črke prikazujejo signifikantne razlike znotraj posamezne frakcije med obravnavaji).

280

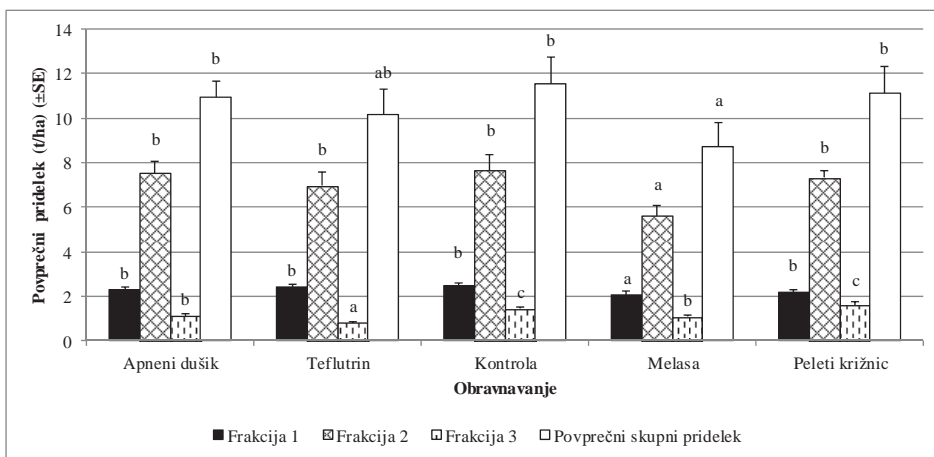
V drugem letu poskusa smo pri drobni frakciji (frakcija 1) ugotovili, da je povprečno število poškodb med najnižjimi v obravnavanjih s peleti križnic in melaso (okrog 0,04 luknje/gomolj). Povprečno število poškodb na gomoljih druge frakcije se med obravnavaji s pripravki ni signifikantno razlikovalo, med najdebelejšimi gomolji pa smo signifikantno najmanj poškodb ugotovili v obravnavanjih s teflutrinom in apnenim dušikom (slika 3).



Slika 3: Povprečno število lukenj/gomolj glede na frakcijo gomoljev krompirja v letu 2014 (črke prikazujejo signifikantne razlike znotraj posamezne frakcije med obravnavaji).

### 3.2 Vpliv pripravkov na povprečni pridelek krompirja (v t/ha)

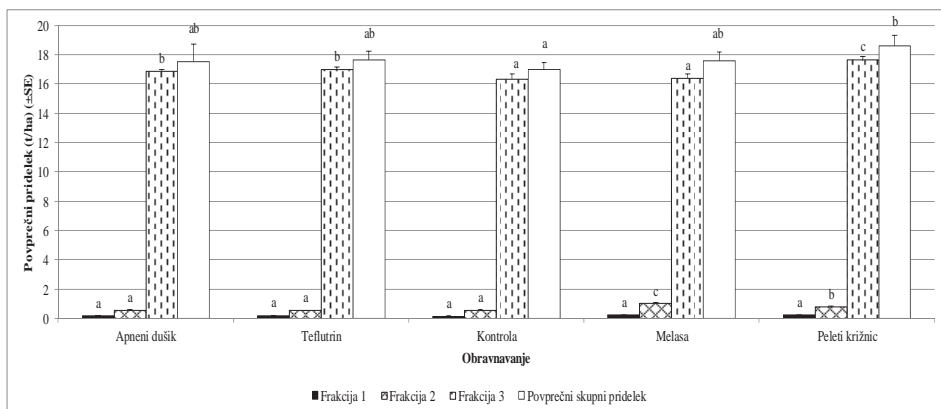
V prvem letu poskusa smo ugotovili, da je na končni pridelek vplivala izbira pripravka ( $F=4,79$ ;  $Df=4$ ,  $P=0,0011$ ). Ugotovili smo, da obstajajo razlike v pridelku med posameznimi frakcijami ( $F=609,54$ ,  $Df=2$ ,  $P<0,0001$ ). Povprečni pridelek prve frakcije je v prvem letu poskusa med najvišjimi pri pozitivni kontroli ( $2,46\pm 0,14$  t/ha) in v obravnavanju s peleti križnic ( $2,19\pm 0,13$  t/ha). Povprečni pridelek druge frakcije je bil med najvišjimi pri apnenem dušiku ( $7,55\pm 0,48$  t/ha), povprečni pridelek tretje frakcije pa izstopa pri peletih križnic ( $1,59\pm 0,15$  t/ha). Povprečni skupni pridelek je bil signifikantno najnižji v obravnavanjih, ki smo jih tretirali z melaso ( $8,75\pm 1,07$  t/ha), medtem ko signifikantnih razlik nismo ugotovili med povprečnim skupnim pridelkom v obravnavanjih z apnenim dušikom ( $10,95\pm 0,7$  t/ha), peleti križnic ( $11,09\pm 1,2$  t/ha) in teflutrinom ( $10,18\pm 1,1$  t/ha) (slika 4).



Slika 4: Povprečni pridelek krompirja (t/ha) ( $\pm$ SE) in povprečni skupni pridelek po posameznih obravnavanjih v letu 2013 (male črke prikazujejo signifikantne razlike znotraj posamezne frakcije med obravnavanji).

V letu 2014 smo ugotovili razlike v povprečnem pridelku med posameznimi frakcijami ( $F=1541,60$ ;  $Df=2$ ,  $P<0,0000$ ), medtem ko razlik v povprečnem pridelku med posameznimi obravnavanji nismo ugotovili ( $F=0,44$ ,  $Df=4$ ,  $P<0,0001$ ). V obravnavanjih, tretiranih s peleti križnic, smo ugotovili  $18,63\pm 1,61$  t/ha povprečnega pridelka, v obravnavanjih, tretiranih z apnenim dušikom  $17,52\pm 1,53$  t/ha, v pozitivni kontroli  $16,98\pm 0,5$  t/ha v negativni kontroli pa  $17,01\pm 0,1,54$  t/ha. Med povprečnim pridelkom glede na posamezne frakcije izstopa največja (tretja) frakcija, saj smo zabeležili v povprečju  $16,82\pm 0,42$  t/ha.

Povprečni pridelek prve frakcije je bil v drugem letu poskusa med najvišjimi v obravnavanjih, tretiranih s peleti križnic ( $0,22\pm 0,04$  t/ha), ravno tako je bil povprečni pridelek druge frakcije ( $0,77\pm 0,08$  t/ha) in tretje ( $17,61\pm 0,26$  t/ha) najvišji pri peletih križnic. Povprečni skupni pridelek je bil v letu 2014 najvišji v obravnavanju, kjer smo uporabili pelete križnic, a se ni signifikantno razlikoval od obravnavanj z drugima dvema alternativnima načinoma zatiranja in teflutrinom (slika 5).



Slika 5: Povprečni pridelek krompirja (t/ha) ( $\pm$ SE) in povprečni skupni pridelek po posameznih obravnavanjih v letu 2014 (male črke prikazujejo signifikantne razlike znotraj posamezne frakcije med obravnavanji).

Dosedanje podatke raziskav, da se strune na njivah s krompirjem začnejo pojavljati v poznem poletju (Bohinc in Trdan 2013), smo upoštevali tudi v naši raziskavi, saj smo pripravke v tla vnesli tik pred zagrnitvijo vrst oziroma v času osipanja. Vnos pripravkov smo izvedli pred napovedanim dežjem, saj smo s tem omogočili optimalne razmere za delovanje peletov križnic (de Nicola *et al.*, 2013) in apnenega dušika, ki je po osnovnem namenu uporabe gnojilo (Ritter *et al.*, 2014). Melasa, ki naj bi rastline oskrbovala tudi z makrohranili, v našem primeru ni pokazala posebnega insekticidnega delovanja.

Rezultati naše raziskave kažejo, da lahko z uporabo alternativnih metod še vedno lahko dosežemo manjše število poškodb na gomoljih, v primerjavi s kontrolnim obravnavanjem. Naša raziskava dokazuje primerljivost delovanja sintetičnega insektica teflutrin v odmerku 5 kg/ha s alternativnimi metodami. Z uporabo alternativnih metod se izognemo problemu ostankov fitofarmaceutskih sredstev v tleh (van Herk *et al.*, 2011).

Kot že navajajo pretekle raziskave (Furlan *et al.*, 2010; de Nicola *et al.*, 2013) lahko z uporabo biofumigacije (v našem primeru peletov križnic) uspešno nadomeščamo sintetične insekticide, laboratorijske raziskave v Nemčiji (Ritter *et al.*, 2014) pa dokazujejo smiselnost uporabe apnenega dušika v pridelovalnih sistemih za zatiranje strun. Ugotavljamo, da je na končni pridelek krompirja vplivalo več dejavnikov, med pomembnejšimi izpostavljamo izbiro sorte in vremenske dejavnike (Haverkort in Struik, 2015).

#### 4 SKLEPI

Ker je seznam sintetičnih insekticidov za zatiranje strun majhen (Seznam registriranih..., 2015), imajo snovi, ki smo jih preučevali v naši raziskavi, v primeru, da bi se izkazale kot učinkovite pri zatiranju strun, veliko možnosti za uporabo v okoljsko sprejemljivih načinih pridelave krompirja in drugih gojenih rastlin. Zaradi relativno majhnega števila strun v obeh letih poskusa med obravnavanji nismo ugotovili večjih razlik v številu izravnih zaradi strun, v letu 2014, ko je bila populacija strun v tleh številčnejša kot leto prej, pa so peleti križnic in apneni dušik pokazali podobno insekticidno delovanje kot teflutrin.

#### 5 ZAHVALA

Prispevek je nastal s finančno pomočjo Ministrstva za kmetijstvo in okolje – Uprave RS za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin v okviru strokovnih nalog s področja zdravstvenega varstva rastlin.

## 6 LITERATURA

- Bohinc, T., Trdan, S. 2013. Alternativni načini zatiranja strun (Coleoptera, Elateridae) na njivah. *Acta Agriculturae Slovenica*, 101: 137-147.
- De Nicola, G.R., D'Avino, L., Curto, G., Malaguti, L., Ugolini, L., Cinti, S., Patalano, G., Lazzeri, L. 2013. A new biobased liquid formulation with biofumigant and fertilising properties for drip irrigation distribution. *Industrial Crops and Products*, 42: 113-118.
- Furlan, L., Bonetto, C., Finotto, A., Lazzeri, L., Malaguti, L., Patalano, G., Parker, W. 2010. The efficacy of biofumigant meals and plants to control wireworm populations. *Industrial Crops and Products*, 31: 245-254.
- Haverkort, A.J., Struik, P.C. 2015. Yield levels of potato crops: Recent achievements and future prospects. *Field Crops Research*. In Press: , <http://dx.doi.org/10.1016/j.fcr.2015.06.002>
- Milevoj, L., Gomboc, S., Bobnar, A., Mikuš, T., Gril, T. 2005. Učinkovitost različnega števila feromonskih vab na nalet poljske pokalice (*Agriotes lineatus* L.). *Acta Agriculturae Slovenica*, 85: 375-384.
- Milonas, P.G., Kontodimas, D.C., Michaelakis, A., Raptopoulus, D.G., Konstantopoulou, M.A. 2010. Optimization of pheromone trapping method for click beetles (*Agriotes* spp.) in Greece. *Phytoparasitica*, 38: 429-434.
- Ritter, C., Richter, E. 2013. Control methods and monitoring of *Agriotes* wireworms (Coleoptera: Elateridae). *Journal of Plant Diseases and Protection*, 120: 4-15.
- Ritter, C., Richter, E., Knolck, I., Katroschan, K.U. 2014. Laboratory studies on the effect of the calcium cyanamide on wireworms (*Agriotes ustulatus*, Coleoptera: Elateridae). *Journal of Plant Diseases and Protection*, 121:133-137.
- Seznam registriranih fitofarmacevtskih sredstev na dan 25.7.2015. Republika Slovenija. Ministrstvo za kmetijstvo in okolje. Uprava RS za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin. <http://spletni2.furs.gov.si/FFS/REGSR/index.htm> (26.7.2015)
- Statgraphics Centurion XVI. Statpoint Technologies, Inc. – Warrenton, Virginia, 2009
- Van Herk, W., Vernon, R.S., McGinnis, S. 2011. Response of the dusky wireworm, *Agriotes obscurus* (Coleoptera: Elateridae), to residual levels of bifenthrin in field soil. *Journal of Pest Science*. DOI 10.1007/s10340-011-0386-x

## PREUČEVANJE UČINKOVITOSTI OKOLJSKO SPREJEMLJIVIH NAČINOV ZATIRANJA KOLORADSKEGA HROŠČA (*Leptinotarsa decemlineata* [Say]) NA KROMPIRJU: VPLIV NA PRIDELEK

Tanja BOHINC<sup>1</sup>, Jaka RUPNIK<sup>2</sup>, Filip VUČAJNK<sup>3</sup>, Stanislav TRDAN<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Katedra za fitomedicino, kmetijsko  
tehniko, poljedelstvo, pašništvo in travništvo, Ljubljana

### IZVLEČEK

V dveletnem poljskem poskusu (2013-2014) smo preučevali vpliv alternativnih načinov zatiranja koloradskega hrošča (*Leptinotarsa decemlineata*) na pridelek krompirja. Poskus je potekal na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani. Preučevali smo vpliv diatomejske zemlje, lesnega pepela in kombinacije obeh inertnih prašnatih pripravkov. Prašnate pripravke smo v obeh letih poskusa nanесли na rastline v času, ko so se začele pojavljati ličinke L1 in L2. Odmerke prašiv smo prilagajali glede na razvojni stadij rastlin. Pripravki so bili v letu 2013 na rastline nanesen dvakrat, v letu 2014 pa trikrat. Povprečni skupni pridelek je bil v obeh letih poskusa med najvišjimi v obravnavanjih z lesnim pepelom, in sicer  $45,24 \pm 0,09$  t/ha v letu 2013 in  $39,77 \pm 1,03$  t/ha v letu 2014. Rezultati naše raziskave so pokazali ustreznost lesnega pepela za zatiranje koloradskega hrošča. Rezultati naše raziskave kažejo, da lahko z ustreznim načinom uporabe prašnatih pripravkov uspešno zmanjšujemo vpliv koloradskega hrošča na pridelek krompirja.

284

**Ključne besede:** koloradski hrošč, diatomejska zemlja, lesni pepel, krompir, pridelek

### ABSTRACT

#### TESTING THE EFFICACY OF ENVIRONMENTALLY ACCEPTABLE CONTROL METHODS AGAINST THE COLORADO POTATO BEETLE (*Leptinotarsa decemlineata*) ON POTATO: AN IMPACT ON THE YIELD OF POTATO

Two-year field experiment (2013-2014) was carried out with purpose of studying an impact of alternative methods of controlling Colorado potato beetle (*Leptinotarsa decemlineata*) on potato yield. Research was carried out at the Laboratory Field of Biotechnical Faculty in Ljubljana. We have evaluated the insecticidal properties of diatomaceous earth, wood ash, and combination of both inert dusts. Applications of inert dusts were made when Colorado potato larvae reached L1-L2 stages. Dose of formulations were adjusted according to plant's phenological stage. Formulations were applied two-times in 2013, and three-times in 2014. There was no statistically significant difference detected between average yield among different treatments. Average total yield was among the highest in treatment treated with wood ash ( $45.23 \pm 0.09$  t/ha in 2013, and  $39.77 \pm 1.03$  in 2014). Results of our research proved adequate suitability of wood ash for the purpose of Colorado potato management. We can conclude, that proper timing of dusty formulations' application can be effective against Colorado potato beetle feeding and its impact on yield.

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

<sup>1</sup> dr., Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana, e-mail: tanja.bohinc@bf.uni-lj.si

<sup>2</sup> Inž. les., prav tam

<sup>3</sup> doc.dr., prav tam

<sup>4</sup> prof. dr., prav tam



## 1 UVOD

Koloradskega hrošča (*Leptinotarsa decemlineata* [Say]) uvrščamo tako pri nas kot v svetu med najpomembnejše škodljivce krompirja (Smodiš, 2013), najdemo pa ga še na 20 različnih gostiteljskih vrstah iz družine razhudnikovk (Solanaceae) (Maharijaya in Vosman, 2015). Med najpogostejše omenjenimi načini zatiranja koloradskega hrošča se omenja uporaba insekticidov, na katere pa škodljivec zelo hitro razvija odpornost na insekticide (Igrc Barčič *et al.*, 2013; Huseth *et al.*, 2015; Maharijaya in Vosman, 2015). Med preostalimi načini zatiranja literatura navaja še uporabo kolobarja, slame kot prekrivke, privabilnih posevkov in različnih mehanskih ovir (Maharijaya in Vosman, 2015). Omeniti velja tudi biotično varstvo, ki pa v splošnem še ni dovolj preučeno, čeprav so bili tudi v Sloveniji pred nekaj leti izvedeni uspešni poljski poskusi zatiranja ličink koloradskega hrošča z entomopatogenimi ogorčicami (Laznik *et al.*, 2010).

Med insekticidi poznamo tudi takšne, katerih uporaba je znana že iz prazgodovine. Insekticidni potencial inertnih praškov (diatomejska zemlja, lesni pepel,...) je znan v povezavi z zatiranjem skladiščnih škodljivcev (Golob, 1997; Hakkijl, 2002). V laboratorijskih razmerah so že preučevali vpliv lesnega pepela na hranjenje koloradskega hrošča (Boiteau *et al.*, 2012).

## 2 MATERIALI IN METODE

### 2.1 Zasnova poskusa in izbira pripravkov

285

Poskus je potekal v letih 2013 in 2014 na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani (nadmorska višina 299 m). Poskusno zemljišče smo v obeh letih poskusa razdelili na tri bloke, znotraj katerih smo naključno razporedili 5 različnih obravnavanj. Površina njive, na kateri je v letu 2013 potekal poskus, je znašala 87 m<sup>2</sup>, v letu 2014 pa je poskus potekal na 130 m<sup>2</sup> veliki njivi. V letu 2013 smo krompir sorte 'Fontane' sadili 18. aprila, v drugem letu poskusa pa je sajenje krompirja sorte 'Desiree' potekalo 3. aprila. V raziskavi smo preučevali učinkovitost lesnega pepela, diatomejske zemlje, kombiniranega delovanja diatomejske zemlje in lesnega pepela. Preučevanega škodljivca na kontrolnih parcelah smo tretirali s tiametoksamom. Lesni pepel smo pridobili v lokalnem gospodinjstvu, diatomejsko zemljo slovenskega porekla pa smo imeli shranjeno v Laboratoriju za entomologijo Oddelka za agronomijo Biotehniške fakultete.

V prvem letu poskusa smo rastline s prašnatimi pripravki tretirali v dveh različnih terminih. Prvo tretiranje smo izvedli 27. junija, ko so se pojavile ličinke prve in druge razvojne stopnje. Na posameznih obravnavanjih (parcelah), ki so bila velika 5,79 m<sup>2</sup>, smo po rastlinah enakomerno posipali 130 g lesnega pepela in 160 g diatomejske zemlje. V obravnavanjih, kjer je šlo za kombinirano uporabo obeh prašnatih pripravkov, smo uporabili 130 g pepela in 120 g diatomejske zemlje. Drugo tretiranje smo izvedli 5. julija, ko smo na posamezni parceli uporabili 125 g pepela in 125 g diatomejske zemlje. Pri kombinirani uporabi smo uporabili 125 g pepela in 125 g diatomejske zemlje. Ličinke v obravnavanju, ki je predstavljajo pozitivno kontrolo, smo tretirali s tiametoksamom (pripravek Actara 25 WG) v obeh terminih v odmerku 60 g/ha.

V letu 2014 smo obravnavanja tretirali v štirih različnih terminih, in sicer 10. junija, 19. junija, 18. julija in 1. avgusta. Na posameznih obravnavanjih, ki so bila velika 8,68 m<sup>2</sup>, smo po rastlinah enakomerno posipali 330 g pepela in 330 g diatomejske zemlje, kjer pa smo rastline istočasno tretirali z obema pripravkoma, smo uporabili 180 g diatomejske zemlje in 180 g lesnega pepela. Krompir v obravnavanju, kjer smo uporabili tiametoksam, smo tretirali dvakrat v rastni dobi, in sicer 10. junija in 18. julija.

V letu 2013 smo krompir izkopal 20. avgusta, v letu 2014 pa 26. avgusta. Pri tem smo uporabili traktorski izkopalnik. Pridelek iz vsake od parcelic v poskusu smo nabrali v

plastificirane mrežaste vreče, nato pa smo gomolje ločili po velikosti v tri frakcije (velikostne razrede), in sicer: gomolji veliki do 4 cm (frakcija 1), gomolji veliki od 4 do 5 cm (frakcija 2) in gomolji veliki na 5 cm (frakcija 3). Pri tem smo si pomagali s sortirnikom. Preostali agrotehnični ukrepi so potekali v skladu z dobro kmetijsko prakso.

## 2.2 Statistična analiza podatkov

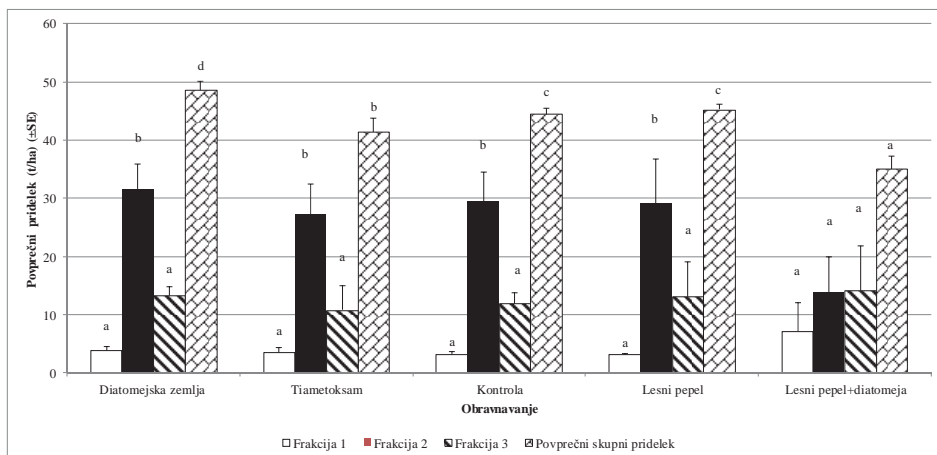
Rezultate poskusa smo statistično ovrednotili s programom Statgraphics Centurion XVI (Statgraphics Centurion, 2009). Razlike v pridelku med obravnavanji in posameznimi frakcijami smo ovrednotili z analizo variance (ANOVA) in Student Newman Keulsovim testom mnogoterih primerjav ( $P \leq 0,05$ ).

## 3 REZULTATI IN RAZPRAVA

### 3.1 Pridelek krompirja v letu 2013

Ugotovili smo, da ne obstajajo razlike v povprečnem pridelku frakcije 1 krompirja med posameznimi obravnavanji ( $F=82,71$ ;  $Df=4$ ;  $P=0,09901$ ) in frakcije 3 med posameznimi obravnavanji ( $F=90,17$ ;  $Df=4$ ;  $P=0,8973$ ), medtem ko smo ugotovili razlike v povprečnem pridelku gomoljev srednje frakcije med posameznimi obravnavanji ( $F=70,14$ ;  $Df=4$ ;  $P=0,0350$ ). Signifikantne razlike obstajajo tudi v povprečnem skupnem pridelku med posameznimi obravnavanji ( $F=105,13$ ;  $Df=14$ ;  $P=0,0432$ ). Prav tako smo ugotovili razlike znotraj posameznega obravnavanja med posameznimi frakcijami pridelka ( $F=120,19$ ;  $Df=14$ ;  $P=0,0398$ ).

286



Slika 1: Povprečni pridelok krompirja (t/ha) po posameznih frakcijah in povprečni skupni pridelok glede na posamezno obravnavanje v letu 2013 (črke prikazujejo razlike znotraj posamezne frakcije med obravnavanji).

V letu 2013 smo v obravnavanjih, kjer smo koloradskega hrošča zatirali z diatomejsko zemljo, ugotovili povprečni pridelok najmanjše frakcije gomoljev  $3,74 \pm 0,83$  t/ha (slika 1). Povprečni pridelok srednje frakcije gomoljev je znašal  $31,49 \pm 4,43$  t/ha, največje frakcije pa  $13,29 \pm 1,48$  t/ha. Povprečni skupni pridelok je bil v obravnavanjih tretiranih z diatomejsko zemljo med signifikatno najvišjimi ( $48,52 \pm 1,5$  t/ha). Med povprečnimi pridelki gomoljev drobne frakcije izstopajo rastline, ki smo jih istočasno tretirali z lesnim pepelom in diatomejsko zemljo ( $7,13 \pm 4,89$  t/ha), medtem ko je bil povprečni pridelok gomoljev srednje

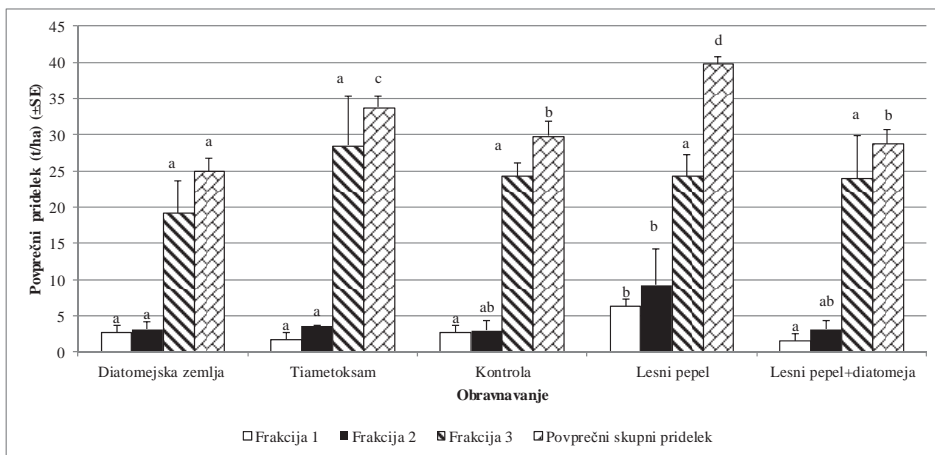
frakcije v omenjenih obravnavanjih med signifikatno najnižjimi ( $13,75 \pm 6,14$  t/ha). Povprečni pridelek debelih gomoljev je bil med najvišjimi v obravnavanjih, ki so bila tretirana s lesnim pepelom in diatomejo istočasno ( $14,1 \pm 7,77$  t/ha). Ugotovili smo, da je bil povprečni skupni pridelek v obravnavanjih tretiranih z lesnim pepelom in diatomejsko zemljo med signifikatno najnižjimi, povprečni skupni pridelek pa je bil signifikatno najvišji v obravnavanjih tretiranih z diatomejsko zemljo ( $48,52 \pm 1,5$  t/ha).

### 3.2 Pridelek krompirja v letu 2014

Ugotovili smo, da obstajajo razlike v povprečnem pridelku frakcije 1 krompirja med posameznimi obravnavanji ( $F=105,015$ ;  $Df=4$ ;  $P=0,0216$ ), frakcije 2 med posameznimi obravnavanji ( $F=80,17$ ;  $Df=4$ ;  $P=0,0073$ ), nismo pa ugotovili razlik v povprečnem pridelku frakcije 3 med posameznimi obravnavanji ( $F=72,89$ ;  $Df=4$ ;  $P=0,0950$ ). Prav tako smo ugotovili razlike znotraj posameznega obravnavanja med posameznimi frakcijami pridelka ( $F=123,07$ ;  $Df=14$ ;  $P=0,0213$ ). Rezultati generalne statistične analize kažejo, da signifikantne razlike obstajajo tudi v povprečnem skupnem pridelku med posameznimi obravnavanji ( $F=105,13$ ;  $Df=14$ ;  $P=0,0432$ ).

Povprečni pridelek gomoljev drobne frakcije (frakcija 1) je bil med najvišjimi na rastlinah, ki so bile tretirane s lesnim pepelom ( $6,22 \pm 3,03$  t/ha) (slika 2). Povprečni pridelek gomoljev srednje frakcije je bil znova med najvišjimi v obravnavanjih, tretiranih z lesnim pepelom ( $9,22 \pm 5,03$  t/ha). Povprečni pridelek debelih gomoljev je variiral od  $19,21 \pm 4,46$  t/ha na obravnavanjih tretiranih z diatomejsko zemljo do  $28,51 \pm 6,72$  t/ha na rastlinah tretiranih s sintetičnim insekticidom. Povprečni skupni pridelek je bil signifikatno med najvišjimi v obravnavanjih, ki smo jih tretirali z lesnim pepelom ( $39,77 \pm 1,03$  t/ha).

287



Slika 2: Povprečni pridelek krompirja (t/ha) po posameznih frakcijah in povprečni skupni pridelek glede na posamezno obravnavanje v letu 2014 (črke prikazujejo razlike znotraj posamezne frakcije med obravnavanji).

Inertni praški, uporabljeni v naši raziskavi, kažejo sicer zelo velik potencial v zatiranju skladiščnih škodljivcev (Golob, 1997; Hakbijl, 2002). Vsebnost silicija v prašnatih delcih je poleg velikosti delcev pomemben dejavnik insekticidne učinkovitosti (Boiteau *et al.*, 2012). V raziskavi (Boiteau *et al.*, 2012), kjer so v laboratoriju preučevali delovanja lesnega pepela na koloradskega hrošča, ugotavljajo, da bi lahko s pogosto aplikacijo lesnega pepela uspešno zmanjševali hranjenje koloradskega hrošča. Kljub temu, da nekatere raziskave govorijo o

uspešni kombinirani uporabi inertnih praškov za zatiranje škodljivcev (Trdan in Bohinc, 2014), pa v naši raziskavi s kombinirano uporabo nismo dosegli zelenih rezultatov.

Ugotovitve naše raziskave, da je lesni pepel pri samostojni uporabi pozitivno vplival na povprečni skupni pridelek, se skladajo s podatki raziskave, ki so jo predstavili v raziskavi avtorjev Nabeela et al. (2015). Ti navajajo, da je pri nanašanju omenjenega inertnega prahu potrebno paziti tudi na količino nanosa, kar je bilo v naši raziskavi povezano predvsem s številčnostjo koloradskega hrošča.

#### 4 SKLEPI

Naša raziskava dokazuje, da lahko z alternativnimi metodami zatiranja koloradskega hrošča dosežemo rezultate, ki so primerljivi z uporabo sintetičnih pripravkov. Veliko zapisov o dosednji uporabi inertnih praškov za zatiranje ličink koloradskega hrošča na krompirju nismo našli. Ugotavljamo, da ima uporaba lesnega pepela pri samostojni uporabi velik potencial v okoljsko sprejemljivih način pridelovanja krompirja. Za optimizacijo uporabe lesnega pepela pri zatiranju koloradskega hrošča in drugih škodljivih žuželk pa bodo potrebna še nadaljnja preizkušanja.

#### 5 ZAHVALA

Prispevek je nastal s finančno pomočjo Ministrstva za kmetijstvo in okolje – Uprave RS za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin v okviru strokovnih nalog s področja zdravstvenega varstva rastlin.

#### 6 LITERATURA

- Boiteau, G., Singh, R.P., McCarthy, P.C., MacKinley, P.D. 2012. Wood ash as potential for Colorado potato beetle control. *American Journal of Potato Research*, 89: 129-135.
- Golob, P. 1997. Current status and future perspectives for inert dusts for control of stored product insects. *Journal of Stored Products Research*, 33: 69-79.
- Hajbiji, T. 2002. The traditional, historical and prehistoric use of ashes as an insecticide, with an experimental study on the insecticidal efficacy of washed ash. *Environmental Archaeology*, 7: 13-22.
- Huseth, A.S., Petersen, J.D., Poveda, K., Szendrei, Z., Nault, B.A., Kennedy, G.G., Groves, R.L. 2015. Spatial and temporal potato intensification rives insecticide resistance in the specialist herbivore, *Leptinotarsa decemlineata*. *Plos One*. Doi: 10.1371/journal.pone.0127576.
- Igrc Barčič, J., Bažok, R., Bezjak, S., Gotlin Čuljak, T., Barčič, J. 2006. Combinations of several insecticides used for integrated control of Colorado potato beetle (*Leptinotarsa decemlineata*, Say, Coleoptera: Chrysomelidae). *Journal of Pest Science*, 79: 223-232.
- 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.
- Maharajaya, A., Vosman, B. 2015. Managing the Colorado potato beetle; the need for resistance breeding. *Euphytica*, 3: 487-501.
- Nabeela, F., Murad, W., Khan, I., Mian, I.A., Rehman, H., Adnan, M., Azizullah, A. 2015. Effect of wood ash application on the morphological, physiological and biochemical parameters of *Brassica napus* L. *Plant Physiology and Biochemistry*, 95: 15-25.
- Trdan, S., Bohinc, T. 2014. Testing the insecticidal efficacy of individual and combined use of four different natural substances against granary weevil (*Sitophilus granarius* L.) adults under laboratory conditions. V: ATHANASSIOU, C. G. et al (ur.), Proceedings of the meeting [of the] IOBC-WPRS working group "Integrated protection of stored products", Bordeaux, 1-4 July, 2013. France, IOBC-WPRS, 2014: 235-241.

## NOVE NAJDBE NARAVNIH SOVRAŽNIKOV V SLOVENIJI V OBDOBJU 2013-2014

Tanja BOHINC<sup>1</sup>, Stanislav TRDAN<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Katedra za fitomedicino, kmetijsko tehniko, poljedelstvo, pašništvo in travništvo, Ljubljana

### IZVLEČEK

V letih 2013 in 2014 smo v Sloveniji prvič ugotovili zastopanost devetih vrst naravnih sovražnikov, in sicer parazitoidnih os *Anisopteromalus calandrae* Howard, *Diadegma semiclausum* Hellen, *Trissolcus festivaе* Viktorov, *Tersilochus heteroceru*s Thompson, *Alloxysta vitrix* Westwood in *Synopeas sosis* Walker, plenilske stenice *Macrolophus rubi* Woodroofe, plenilskega hrošča *Holobus flavicornis* Boisduval & Lacordarie in plenilske pršice *Phytoseius horridus* Ribaga. Parazitoidnim osam iz rodov *Mesochorus* Gravenhorst in *Pnigalio* Schrank nismo mogli določiti vrst. Koristne organizme smo našli na gojenih rastlinah na različnih lokacijah. Izmed najdenih koristnih vrst ima po našem mnenju največji potencial v biotičnem varstvu rastlin parazitoidna osa *Anisopteromalus calandrae*, ki jo v nekaterih evropskih državah že načrtno uporabljajo za zatiranje skladiščnih škodljivcev.

**Ključne besede:** *Alloxysta vitrix*, *Anisopteromalus calandrae*, *Diadegma semiclausum*, *Holobus flavicornis*, *Macrolophus rubi*, *Phytoseius horridus*, *Tersilochus heteroceru*s, *Trissolcus festivaе*, *Synopeas sosis*, biotično varstvo rastlin, Slovenija

289

### ABSTRACT

#### NEW RECORDS OF BIOLOGICAL CONTROL AGENTS IN SLOVENIA IN THE PERIOD 2013-2014

During 2013 and 2014, we first recorded nine beneficial organisms in Slovenia, i.e. parasitic wasps *Anisopteromalus calandrae* Howard, *Diadegma semiclausum* Hellen, *Trissolcus festivaе* Viktorov, *Tersilochus heteroceru*s Thompson, *Alloxysta vitrix* Westwood, and *Synopeas sosis* Walker, predatory bug *Macrolophus rubi* Woodroofe, predatory beetle *Holobus flavicornis* Boisduval & Lacordarie, and predatory mite *Phytoseius horridus* Ribaga. Parasitoid wasps belonging to *Mesochorus* Gravenhorst and *Pnigalio* Schrank were unable to identify in details. Beneficial organisms were recorded on different cultivated plants in different regions. Among newly detected beneficial organisms, in our opinion, *Anisopteromalus calandrae* has the highest potential for future implementation in plant production, since it is already used in some European countries in biological control of stored products pests.

**Key words:** *Alloxysta vitrix*, *Anisopteromalus calandrae*, *Diadegma semiclausum*, *Holobus flavicornis*, *Macrolophus rubi*, *Phytoseius horridus*, *Tersilochus heteroceru*s, *Trissolcus festivaе*, *Synopeas sosis*, biological control, Slovenija

---

<sup>1</sup> dr., Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana; e-mail: tanja.bohinc@bf.uni-lj.si

<sup>2</sup> prof.dr., prav tam

## 1 UVOD

Biotično varstvo je ena od pomembnejših metod integriranega varstva rastlin, pri katerem so sicer v ospredju predvsem nekemične in ciljno specifične metode zatiranja škodljivih organizmov (Kaasik *et al.*, 2014). Zanimanje za uporabo biotičnega varstva pri zatiranju škodljivih organizmov je v zadnjem desetletju v porastu; predvsem zaradi preprečevanja rezistence in želje po varno pridelani hrani (Frank, 2010).

V Sloveniji je na podlagi Seznama domorodnih vrst organizmov za namen biotičnega varstva rastlin (Seznam..., 2015) dovoljena uporaba 25 vrst biotičnih agensov v sistemih pridelovanja hrane, krme in okrasnih rastlin. Namen našega prispevka je predstaviti domorodne vrste koristnih organizmov, ki smo jih našli v letih 2013 in 2014 na geografsko različnih območjih Slovenije.

## 2 MATERIALI IN METODE DE LA

### 2.1 Vzorčenje parazitoidnih os

V drugi polovici septembra 2013 smo v sklopu spremljanja naravnih sovražnikov paradižnikovega molja (*Tuta absoluta*) na različnih lokacijah na Primorskem nabrali liste paradižnika, kjer smo opazili poškodbe preučevane škodljive vrste. Nabrane liste smo shranili v plastične vrečke in jih v hladilni torbi odpeljali v Laboratorij za entomologijo na Biotehniški fakulteti v Ljubljani.

Spremljanje zastopanosti parazitoidnih os je v letu 2014 potekalo od začetka aprila do konca novembra na različnih lokacijah po Sloveniji. V osrednji Sloveniji smo na kapusnicah spremljali škodljive organizme in njihove naravne sovražnike. 11.4.2014 smo na različnih njivah med Vodiciami in Komendo nabrali vzorce cvetov oljne ogrščice. Vzorce cvetov, kjer smo ugotovili močno zastopnost repičarja (*Meligethes aeneus*), smo shranili v plastične vrečke in jih pod stereolupo pregledali v Laboratoriju za entomologijo na Biotehniški fakulteti. Potrdili smo parazitoidne ose, ki smo jih shranili v 70 % etanol. V različnih terminih v juniju (1.6., 14.6.), juliju (13.7., 25.7.), avgustu (1.8., 18.8.) in septembru (12.9.) smo na listih belega zelja in cvetače na območju Ljubljanske kotline našli gosenic kapusovega molja (*Plutella xylostella*). Nabrane ličinke smo prenesli v insektarije v Laboratoriju za entomologijo, Biotehniške fakultete. V insektarijih smo po 2-3 tednih ugotovili parazitoidne ose, ki smo jih shranili v 70 % etanol, in jih poslali v identifikacijo.

1.6. in 5.6.2014 smo na zelju in cvetači na Zgornji Lipnici in na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete našli jajčna legla pisane stenice (*Eurydema ventrale*). Legla smo shranili v insektarij Laboratorija za entomologijo. Po nekaj dneh smo ugotovili, da so legla parazitirana. Najdbe smo shranili v 70% etanol, in jih poslali v identifikacijo.

V sadovnjaku na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete smo 29.7.2014 ugotovili močan pojav jablanove listne hrčice. Nabrane vzorce smo prenesli v insektarij Laboratorija za entomologijo. Po nekaj dneh smo potrdili parazitoidne ose. Najdbe smo shranili v 70 % etanol.

18.8. in 3.9.2014 smo na zelju na treh različnih lokacijah odkrili hiperparazitirane bube kapusovega molja. Najdbe smo shranili v insektarije, kjer so po nekaj dneh izletele parazitoidne ose. Shranili smo jih v 70 % etanol in jih poslali v identifikacijo.

V Laboratoriju za entomologijo smo med aprilom in decembrom 2014 potrdili tudi zastopnost parazitoidne ose v posodah, ki so bile namenjene namnoževanju žitnega kutarja (*Rhizopertha dominica*). Parazitoidne ose smo shranili v 70 % etanol in jo poslali v identifikacijo.

5.11.2014 smo na brstičnem ohrovту na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete ugotovili močan pojav mokaste kapusove uši. Vzorce rastlin smo nabrali in jih prenesli v Laboratorij za entomologijo. Po nekaj dneh smo potrdili parazitoidne ose, ki smo jih shranili v 70 % etanolu.

### 2.2 Vzorčenje plenilskih pršic

18.6.2014 smo na jablanah v okolici Rakitnice in Kočevske Reke nabrali vzorce listov, ki smo jih shranili v plastične vrečke. Vzorce smo v hladilni torbi prenesli v Laboratorij za entomologijo. Pod stereolupo smo potrdili plenilske pršice. Najdbe smo shranili v 70 % etanol.

19.6.2014 smo na listih jablan v okolici Brezij ugotovili zastopanost pršic prelk. Nabrane liste smo shranili v plastične vrečke in jih prenesli v Laboratorij za entomologijo. Pod stereolupo smo potrdili plenilske pršice. Najdbe smo shranili v 70 % etanolu.

### 2.3 Vzorčenje plenilcev

V letu 2013 smo v rastlinjaku na območju Dragonje, kjer se je množično pojavljal paradižnikov molj, ugotovili plenilske stenice. Nabrane vzorce smo prenesli v Laboratorij za entomologijo in jih poslali v identifikacijo.

V začetku avgusta 2014 smo na jajčevcih v rastlinjaku Oddeka za agronomijo zabeležili močan pojav navadne pršice. Pri pregledu rastlin smo ugotovili tudi večje število manjših hroščkov, ki smo jih poslali v identifikacijo.

### 2.4 Analiza in identifikacija vzorcev

Pri identifikaciji nabranih vzorcev so sodelovali strokovnjaki iz različnih laboratorijev v tujini. Pri identifikaciji parazitoidov iz družine Ichneumonidae je sodeloval Dr. Kees Zwakhals iz Nizozemske, pri identifikaciji parazitoidov iz družin Scelionidae in Aphelinidae pa Dr. Andrew Polaszek (Narodni muzej London). Pri identifikaciji parazitoidov iz družine Platygastriidae je sodeloval Dr. Peter Buhl iz Danske, pri identifikaciji plenilskih hroščev iz družine Staphylinidae pa Dr. Volker Assing iz Nemčije. Pri identifikaciji parazitoidov iz družine Figitidae je sodeloval Dr. Stefan Schmidt (Zoologische Staatssammlung, München, Nemčija), pri določevanju vrst plenilskih stenic pa dr. Andrej Gogala iz Prirodoslovnega muzeja Slovenije in Aleksandar Stojanović iz Narodnega muzeja v Beogradu. Identifikacija plenilskih pršic pa je bila izvedena na inštituciji CBGP (The Center for Biology and Management of Populations, Montpellier, Francija) pod vodstvom Dr. Kreiterja.

291

## 3 REZULTATI S PREDSTAVITVIJO NAJDENIH VRST IN RAZPRAVO

V preglednici 1 so predstavljene vrste koristnih organizmov, ki so bile v letih 2013 in 2014 v Sloveniji ugotovljene prvič.

Med pomembnejše škodljivce na križnicah štejemo pisano stenco (*Eurydema ventrale*), kapusovega molja (*Plutella xylostella*)... (Ester *et al.*, 2003) in repičarja (*Meligethes aeneus*) (Kaasik *et al.*, 2014). *Diadegma semiclausum* spada med pomembnejše naravne sovražnike kapusovega molja (Kadirvel *et al.*, 2011). Omenjena koristna vrsta je endoparazitoid in napada vse stopnje gosenic kapusovega molja (Pourian *et al.*, 2015). Ugotovitve naše raziskave se skladajo s trditvami raziskave Kadirvela *et al.* (2011), kjer navajajo, da so parazitoidi iz rodu *Diadegma* spp. zastopani na lokacijah z višjo nadmorsko višino.

V družino Ichneumonidae uvrščamo tudi parazitoidno vrsto, ki smo jo našli na cvetovih oljne ogrščice. Vrsta *Tersilochus heterocerus* je endoparazitoid, ki je pomemben naravni sovražnik ličink repičarja (Hanson *et al.*, 2015), vendar pa je parazitoid zelo občutljiv na insekticide. Parazitoidni vrsti iz družin Alloxystidae in Ichneumonidae, ki sta znani po hiperparazitoidnih, se pojavljata kot pomembna naravna sovražnika parazitoidne vrste *A. uzbekistanus* (Micha *et al.*, 1993) na brstičnem ohrovtu in parazitoidov kapusovega molja (Jankowska in Wiech, 2003).

Družina Scelionidae, kamor uvrščamo vrsto *Trissolcus festivae*, je vrstno številčna skupina jajčnih parazitoidov. Omenjeni parazitoid spada med solitarne idiobionte in se poleg jajčec stenic prehranjuje tudi z jajčeci dvokrilcev, hroščev, metuljev,... (Samir in Asgari, 2012).

Preglednica 1: Nove vrste koristnih organizmov v Sloveniji, ugotovljene v letih 2013-2014.

Koristni organizem	Sistematika koristnega organizma	Gostiteljska rastlina	Plen	Lokacija	Datum
<i>Pnigalio</i> spp.	Hymenoptera, Eulophidae	paradižnik	gosenice paradižnikovega molja	Dragonja	17.9.2013
<i>Macrolophus rubi</i> Woodroffe	Hemiptera, Miridae	paradižnik	jajčeca paradižnikovega molja, <i>Tetranychus urticae</i>	Dragonja	17.9.2013
<i>Diadegma semiclausum</i> Hellen	Hymenoptera, Ichneumonidae	zelje	gosenice kapusovega molja	Zgornja Lipnica	1.6.2014, 14.6.2014, 13.7.2014, 25.7.2014, 1.8.2014
<i>Diadegma semiclausum</i> Hellen	Hymenoptera, Ichneumonidae	zelje, cvetača	gosenice kapusovega molja	Kamna Gorica, Zvirče, Črnivec	18.8.2014
<i>Trissolcus festivae</i> Viktorov	Hymenoptera, Scelionidae	zelje	jajčeca pisane stenice	Zgornja Lipnica	1.6.2014
<i>Phytoseius horridus</i> Ribaga	Mesostigmata, Phytoseiidae	jablana	<i>Tetranychus</i> spp.	Rakitnica, Kočevska Reka	18.6.2014
<i>Tersilochus heterocerus</i> Thompson	Hymenoptera, Ichneumonidae	oljna ogrščica	ličinke repičarja	Vodice - Komenda	11.4.2014
<i>Anisopteromalus calandrae</i> Howard	Hymenoptera, Pteromalidae	zrnje pšenice	skladišni škodljivci (dr. Bruchidae in dr. Curculionidae)	Laboratorij za entomologijo (UL,BF,OA)	April 2014- december 2014
<i>Synopeas sosis</i> Walker	Hymenoptera, Platygasteridae	jablana	parazitoid ličink jablanove listne hrčice	Ljubljana, BF	29.7.2014
<i>Mesochorus</i> spp.	Hymenoptera, Ichneumonidae	zelje	hiperparazitoid parazitoidov kapusovega molja	Zvirče, Kamna Gorica, Ljubljana (BF)	18.8.2014, 3.9.2014
<i>Alloxysta vitrix</i> Westwood	Hymenoptera, Alloxystidae	brstični ohrovt	hiperparazitoid parazitoidov listnih uši (Homoptera: Aphididae)	Ljubljana (BF)	5.11.2014
<i>Holobus flavicornis</i> Boisduval & Lacordarie	Coleoptera, Staphylinidae	jajčevce	<i>Tetranychus</i> spp.	Ljubljana (BF)	5.8.2014

Med pomembne koristne organizme, ki se pojavljajo v svetu (Belda in Riudavets, 2010), pa uvrščamo tudi parazitoidno oso *Anisopteromalus calandrae*. Glavne gostitelje tega naravnega sovražnika predstavljajo skladišni škodljivci iz reda hroščev (Coleoptera), kot so *Sitophilus granarius*, *Sitophilus oryzae*, *Sitophilus zeamais*, *Rhyzopertha dominica*,... *A. calandrae* je ektoparazitoid, ki se prehranjuje na starejših ličinkah (Belda in Riudavets, 2010).

Med pomembnejše gospodarsko pomembne škodljive vrste spada navadna pršica (*Tetranychus urticae*) (Van Leeuwen *et al.*, 2010), zato je preučevanje njenih naravnih sovražnikov še toliko bolj pomembno. V naši raziskavi tako poročamo o najdbi plenilskega



hrošča *Holobus flavicornis* in plenilske stenice *Macrolophus rubi* na plodovkah, medtem ko smo plenilsko pršico *Phytoseius horridus* našli na jablani.

Na jablani smo našli tudi parazitoidno oso *Synopeas sosis*, ki velja za parazitoida ličink jablanove listne hrčice, njena zastopanost v Evropi pa je zelo slabo opisana (Fauna Europea, 2015).

S koristnimi organizmi je mogoče dovolj učinkovito omejevati širjenje paradižnikovega molja. Za Slovenijo lahko potrdimo, da smo v bližini poškodovanih rastlin paradižnika od paradižnikovega molja ugotovili parazitoide iz rodu *Pnigalio*, kar je bilo sicer že omenjeno v raziskavi, izvedeni v južni Italiji (Zapalla *et al.*, 2012). Podrobna določitev vrste v naši raziskavi ni bila žal mogoča.

#### 4 SKLEPI

Med koristnimi organizmi, ki smo jih v obdobju 2013-2014 našli v Sloveniji, se v Evropi (Švica) le parazitoidna osa *Anisopteromalus calandrae* načrtno uporablja za zatiranje skladiščnih škodljivcev. Žal pa ta naravni sovražnik še ne izpolnjuje pogojev za vpis na EPPO pozitivno listo biotičnih agensov, zato njegova uporaba pri nas še ni mogoča. Naša raziskava je pomemben prispevek v spoznavanju domorodnih naravnih sovražnikov škodljivcev na različnih gojenih rastlinah in prispeva k zavedanju pomena in širši uporabi biotičnega varstva rastlin.

#### 5 ZAHVALA

Prispevek je nastal s finančno pomočjo Ministrstva za kmetijstvo in okolje – Uprave RS za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin v okviru strokovnih nalog s področja zdravstvenega varstva rastlin. Avtorja se zahvaljujeva vsem, ki so pomagali pri identifikaciji koristnih organizmov. Za pomoč pri vzorčenju naravnih sovražnikov na Obali se avtorja zahvaljujeva dr. Ivanu Žežlini in Matjažu Jančarju iz KGZS – zavod Nova Gorica.

#### 6 VIRI

- Belda, C., Riudavets, J. 2010. Attraction of the parasitoid *Anisopteromalus calandrae* (Howard) (Hymenoptera: Pteromalidae) to odors from grain and stored product pests in a Y-tube olfactometer. *Biological Control*, 54: 29-34.
- Ester, A., De Putter, H., van Bilsen, J.G.P.M. 2003. Filmcoating the seed of cabbage (*Brassica oleracea* L. convar. capitata L.) and cauliflower (*Brassica oleracea* L. var. Botrytis L.) with imidacloprid and spinosad to control insect pests. *Crop Protection*, 22: 761-768.
- Fauna Europea. 2015. [http://www.faunaeur.org/full\\_results.php?id=82778](http://www.faunaeur.org/full_results.php?id=82778) (25.9.2015)
- Frank, S.D. 2010. Biological control of arthropod pests using banker plant systems: past progress and future directions. *Biological Control*, 52: 8-16.
- Jankowska, B., Wiech, K. 2006. The composition and role of parasitoids in reducing population densities of diamondback moth *Plutella xylostella* L. on different vegetables. *Journal of Plant protection research*, 46,3: 275-284.
- Hanson, H.I., Smith, H.G., Hedlund, K. 2015. Agricultural management reduces emergence of pollen beetle parasitoids. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 205: 9-14.
- Kadirvel, P., Srinivasan, R., Mei-Ying, L., Al-Jouri, E., Walid Idray, M., de la Peña, R.C. 2011. Occurrence of *Diadegma semiclausum*, a parasitoid of diamondback moth in lowlands of Syria. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 14: 52-57.
- Kaasik, R., Kovács, G., Kaart, T., Metspalu, L., Williams, I.H., Veromann, E. 2014. *Meligethes aeneus* oviposition preferences, larval parasitism rate and species composition of parasitoids on *Brassica nigra*, *Raphanus sativus* and *Eruca sativa* compared with on *Brassica napus*. *Biological Control*, 69: 65-71.
- Pourian, H.R., Talei-Hassanloui, R., Ashouri, A., Lotfalizadeh, H.A., Nozari, J. 2015. Ontogeny and reproductive biology of *Diadegma semiclausum* (Hym.: Ichneumonidae), a larval endoparasitoid of Diamondback moth, *Plutella xylostella* (Lep.: Plutellidae). *Arthropod Structure & Development*, 44: 69-76.

- Samin, N., Asgari, S. 2012. A study on the Fauna of Scelionid wasps (Hymenoptera: Platygastridae: Scelionidae) in the Isfahan province, Iran. Arch. Biol. Belgrade, 64: 1073-1077.
- Seznam domorodnih vrst organizmov za namen biotičnega varstva rastlin. 2015. Uprava RS za varno hrano, Veterinarstvo in varstvo rastlin. Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano. [http://www.uvhvvr.gov.si/fileadmin/uvhvvr.gov.si/pageuploads/DELOVNA\\_PODROCA/Zdravje\\_rastlin/2013/Bioticno\\_varstvo\\_rastlin/Seznam\\_domorodni\\_18\\_feb\\_2015.pdf](http://www.uvhvvr.gov.si/fileadmin/uvhvvr.gov.si/pageuploads/DELOVNA_PODROCA/Zdravje_rastlin/2013/Bioticno_varstvo_rastlin/Seznam_domorodni_18_feb_2015.pdf) (25.9.2015)
- Van Leeuwen, T., Vontas, J., Tsagkarakou, A., Dermauw, W., Tirry, L. 2010. Acaricide resistance mechanisms in the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* and other important Acari: a review. Insect Biochemistry and Molecular Biology, 40: 563-572.
- Zappala, L., Bernardo, U., Biondi, A., Cocco, A., Deliperi, S., Delrio, G., Giorgini, M., Pedata, P., Rapisarda, C., Tropea Garzia, G., Siscaro, G. 2012. Recruitment of native parasitoids by the exotic pest *Tuta absoluta* in Southern Italy. Bulletin of Insectology, 65: 51-61.

## OCCURRENCE OF NOCTUID SPECIES CAUSING SPRING DAMAGE IN VINEYARDS

Domen BAJEC<sup>1</sup>, Karmen RODIČ<sup>2</sup>, Andreja PETERLIN<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup>KGZS – Zavod Novo mesto, Služba za varstvo rastlin, Novo mesto

### ABSTRACT

Noctuid moth caterpillars are capable to cause severe damage of grapevine buds in spring. Bud loss caused mostly by Lesser Yellow Underwing (*Noctua comes* Hübner) and Broad-bordered Yellow Underwing (*Noctua fimbriata* [Schreber]) was significant in south eastern Slovenia in the period from 2000 to 2005. Before that, migratory noctuids were not noticed as pests and they appeared only sporadically. In 2014 severe damages appeared again, reaching 75-80 % of damaged buds in the most exposed areas. Besides previously recorded, Large Yellow Underwing (*Noctua pronuba* [L.]) is recognized as an additional pest species. Occurrence of other Noctuidae and Geometridae species is marginal. Every noctuid has specific life cycle, feeding or other habits, which slightly differ from each other. Caterpillars of determined species are found in the spring on different terrains, but their abundance is greater on southern hill slopes and knolls where females in autumn lay eggs in habitats with favourable host plants. As noted on previous occurrences, their effect appears to be greater on ridges. Damages on grapevine buds are more likely after mild winter conditions with a low rate hibernation mortality. In such circumstances greater number of noctuid caterpillars survives and in the spring they struggle for food. When phenological development of major herbaceous host plants progresses slowly, they prefer vine tree.

**Keywords:** damaged buds, *Noctua comes*, *Noctua fimbriata*, *Noctua pronuba*, vineyard

### IZVLEČEK

#### POJAVNOST METULJEV SOVK, POVZROČITELJEV SPOMLADANSKIH POŠKODB BRSTOV V VINOGRADIH

Gosenice metuljev sovk lahko spomladi na brstih vinske trte povzročijo obsežne poškodbe. Velike škode smo v jugovzhodni Sloveniji beležili med leti 2000 do 2005 in jih pripisali predvsem vrstam *Noctua comes* Hübner in *N. fimbriata* (Schreber). Pred tem so se migratorne sovke pojavljale le občasno in niso povzročale gospodarske škode. V letu 2014 je prišlo do ponovnega obsežnega pojava, ko je na najbolj izpostavljenih legah škoda dosegle 75-80 % poškodovanih brstov. Kot dodatno škodljivo smo prepoznali tudi vrsto *Noctua pronuba* (L.). Obseg poškodb zaradi drugih gosenic iz skupine sovk (Noctuidae) in pedicev (Geometridae) je zanemarljiv. Vsaka vrsta ledvičastih sovk ima specifičen razvojni krog, prehranske ali druge navade, po katerih se vsaj malenkostno ločujejo med seboj. Gosenice navedenih vrst najdemo spomladi na različnih terenih, a je njihova gostota največja prav na južnih pobočjih hribov in gričev, kjer na rastišča najustrežnejših gostiteljskih rastlin v jeseni samice odlagajo jajčeca. Večja škoda se pojavlja predvsem po milih zimah, saj je takrat stopnja umrljivosti med hibernacijo manjša. V takšnih okoliščinah preživi večje število ličink, ki spomladi iščejo hrano. Če je fenološki razvoj glavnih gostiteljskih zeli upočasnjen, se najraje usmerijo na vinsko trto.

**Ključne besede:** *Noctua comes*, *Noctua fimbriata*, *Noctua pronuba*, poškodbe brstov, vinska trta

<sup>1</sup> univ. dipl. inž. agr., Šmihelska c. 14, SI-8000 Novo mesto, e-mail: domen.bajec@gov.si

<sup>2</sup> univ. dipl. inž. agr., prav tam

<sup>3</sup> dipl. inž. agr. in hort., prav tam

## 1 INTRODUCTION

Noctuid moth caterpillars are capable to produce severe damage on grapevine buds in spring. Bud loss caused by Lesser Yellow Underwing (*Noctua comes* Hübner) and Broad-bordered Yellow Underwing (*Noctua fimbriata* [Schreber]) was significant in south eastern Slovenia in period 2000 to 2005 (Tomše; 2003a, 2003b, 2003-2008, 2007). Before that, migratory noctuids were not noticed as pests and they appeared only sporadically. In 2014 severe damages appeared again, reaching 75-80% of eaten buds in the most exposed areas. Besides previously recorded, Large Yellow Underwing (*Noctua pronuba* [L.]) is recognized as additional pest species. Participation of other Noctuidae and Geometridae caterpillars is marginal. Every noctuid has specific life cycle, feeding or other habits, which slightly differ from each other (Figure 8). Caterpillars of identified species are found in the spring on various terrains, but their abundance is greater on southern hill slopes and knolls where females in autumn lay eggs in habitats with favourable host plants. As noted on previous occurrences, their effect appears to be greater on ridges. Damages on grapevine buds are more likely after mild winter conditions (Figure 7) with low rate hibernation mortality. In such circumstances greater number of noctuid caterpillars survives and in the spring they struggle for food. When phenology of major herbaceous host plants progresses slowly, they prefer grapevine.

## 2 MATERIAL AND METHODS

### 2.1 Field survey and pest species identification

Samples (caterpillars feeding on grapevine buds) were collected at four locations (Trška gora, Križe, Bizeljsko and Semič) in day and night time, while only 24 hour field inspections can give relevant insight (Wright, 2014). Caterpillars were reared in separated terrarium to adults and identified.

### 2.2 Host plants inventory

During field inspections for caterpillars, we also kept notice of vineyard vegetation. We assumed that ground cover plants not only improve performance of natural enemies (Begum, 2006), but also play important role in damage control by diverting and fulfilling their appetite.

### 2.3 Damage evaluation

For damage evaluation we took notes of:

- Location: coordinates, acreages, elevation, position and vegetation.
- Host plants available on location and vegetation coverage.
- Portion and type of damaged grapevine buds: 10 blocks of 10 vines in line evenly distributed on the parcel.

## 3 RESULTS AND DISCUSSION

### 3.1 Field survey and pest species identification

Like a decade ago, 24 hour field inspections confirmed most of the damage created by nocturnal pests. *Noctua comes*, *N. fimbriata* and *N. pronuba* represent 90-95% of the specimens per location. Other recorded species were *Amphipyra pyramidea* and *Peribatodes* sp. Even though *Noctua pronuba* is listed in literature as a possible grapevine pest for some

time (Vrabl, 1999), we acknowledged it for the first time. On inspected locations all recorded *Noctua* species were noted. Their appearance accumulated during four weeks, from middle March – to the second half of April.

All three Noctuid species indicate rivalry for food resources. During larvae rearing we noticed high aggression and even cannibalism tendency. When in stress, caterpillars eject repelling odour secretion from pronotum region gland. The reaction has double impact: it repels intruders and predators as well as makes epidermis hydrophobic.



Figures 1 to 3: Noctuid caterpillars feeding on vinetree buds: Broad-bordered Yellow Underwing (*Noctua fimbriata* Schreber) left up; Large Yellow Underwing (*Noctua pronuba* Linnaeus) right up; Lesser Yellow Underwing (*Noctua comes* Hübner) left down (photos: D. Bajec).

297

### 3.2 Host plants inventory

During field examination vineyards vegetation was recorded. The most favourable host plants are dandelion (*Taraxacum officinale*) and grape vine (*Vitis vinifera*) by far. Caterpillars also feed on strawberries (*Fragaria vesca*) and conditionally on hawkbit (*Leontodon hispidus*) or plantain (*Plantago major* and *P. lanceolata*). Other weeds, like daisy (*Bellis perennis*), deadnettle (*Lamium maculatum*), primrose (*Primula vulgaris*) or grass (Poaceae), are less desirable.



Figure 4: Habitat with most favourite host plants. Photo: D. Bajec

### 3.3 Damage evaluation

48 locations were inspected. Damage was evaluated according to:

Location: Caterpillars are found on different terrains, but their abundance is greater on southern hill slopes and knolls where females in autumn lay eggs in habitats with favourable host plants. As noted on previous occurrences, their effect appears to be greater on ridges.

Vegetation coverage and host plants availability: Most parcels were covered with vegetation. As herbal variety increased, lower damage seemed to be recorded. For a proper evaluation more locations should be inspected.

Portion and type of damaged grapevine buds: damaged buds scaled up to 85 %. Some *Vitis* cultivars have characteristics to develop grapes from secondary buds.

298



Figures 5 and 6: Pictures show two neighbouring vineyards with different type of vegetation and damage degree. Section with abundant host plants (left) showed 35,96 % damage, while area with no or only grass coverage (right) suffered 86,11 % of eaten buds. The plant protection measures on both areas were the same (photo: D. Bajec).

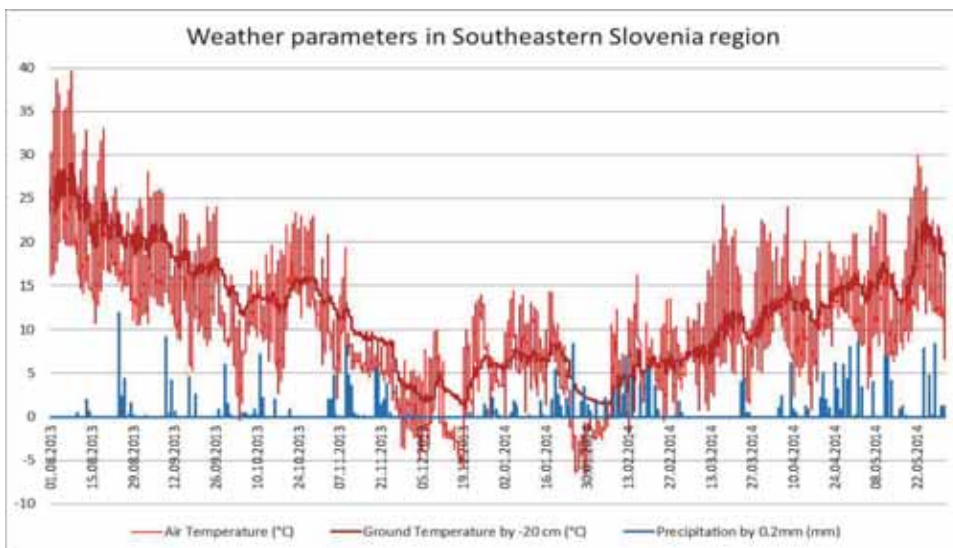


Figure 7: Weather parameters in south eastern Slovenia in period from August 2013 to July 2014, when Noctuid larvae hatched from eggs, developed and pupated. Overwintering time shows mild temperature conditions with sporadic below zero air temperatures and lowest ground temperatures reaching only 2.5 °C twice in December 2013 and first decade of January 2014. Otherwise average winter ground temperatures settled around 5 – 7.5 °C. Data was collected by Adcon Telemetry weather stations and processed on hourly bases.

299

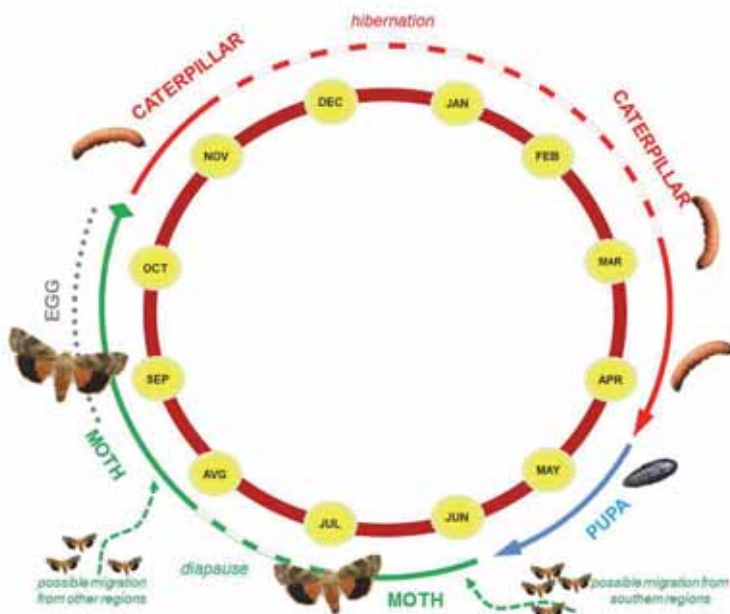


Figure 8: *Noctua fimbriata* and *N. comes* life cycle (Bajec, 2005). Scheme: D. Bajec

## 4 CONCLUSIONS

After the damage on grapevine buds in the period from 2000 – 2005, we expected the phenomenon to occur again. In the late summer of that period we used pheromone and automated light traps to detect moths. Later in autumn we also monitored hatched caterpillars. The prediction and forecasting of spring occurrence was unproductive, since the abundance of noctuids we assessed, had almost no correlation with the spring damage.

Caterpillars of *Noctua comes*, *N. fimbriata* and *N. pronuba* are polyphages in the heterogeneous vineyard environment. They can feed on weeds, but also on grapevine and many nearby apple, birch or willow trees. When phenological development of major herbaceous host plants progresses slowly, they prefer grapevine.

While *Noctua fimbriata*, *N. comes* and *N. pronuba*, though 'close related', have their own biological timetable and feeding habits (Fibinger, 1993), they leave vineyards in devastation when participating each in high density. The longevity of spring feeding time determines damage degree.

## 5 ACKNOWLEDGEMENTS

We thank Stanislav Gomboc for his guidance and identification of pest species.

## 6 REFERENCES

- Begum, M., Gurr, G.M., Wratten, S.D., Hedberg, P.R., Nicol, H.I. 2006. Using selective food plants to maximize biological control of vineyard pests. *Journal of Applied Ecology*, 43: 547–554.
- Bajec, D., Tomše, S., Gomboc S., Pavlin, K. 2005. Migratorne vrste sovč; *Noctua comes* Hübner & *Noctua fimbriata* Schreber in škoda v trajnih nasadih [http://www.furs.si/svn/zvr/STROKInfo/migratorne\\_sovke\\_2005.pdf](http://www.furs.si/svn/zvr/STROKInfo/migratorne_sovke_2005.pdf)
- Fibiger, M. 1993. *Noctuidae Europaeae*. Vol. 2: *Noctuinae II*. Entomological Press, Sorø: 230 pp.
- Tomše, S., Gomboc, S., Bajec, D. 2003. Pojav migratornih vrst sovč v jugovzhodni Sloveniji in njihov škodljivi vpliv v trajnih nasadih. V: Zbornik predavanj in referatov 6. slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin, 4.-6. marec 2003, Zreče, Slovenija. Ljubljana, Društvo za varstvo rastlin Slovenije, 2003: 41-42.
- Tomše, S., Gomboc, S., Bajec, D. 2003. Migratorne sovčice – novi štetnici u vinogradima jugoistočne Slovenije. *Glasilno biljne zaštite*, 1 – dodatak 2003, Sažeci 47. seminarja biljne zaštite: 42–43.
- Tomše, S., Pavlin, K., Bajec, D., Gomboc, S. 2007. Prognoza in možnosti zatiranja škodljivih vrst sovč (*Noctuidae*) v trajnih nasadih. V: Zbornik predavanj in referatov 8. slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin, Radenci, 6.-7. marec 2007 (ur. Maček, J.). Ljubljana, Društvo za varstvo rastlin Slovenije: 199-206.
- Tomše, S., Bajec, D., Rodič, K., Peterlin, A. 2003-08. Letna poročila o izvajanju nalog iz področja zdravstvenega varstva rastlin na Kmetijsko gozdarskem zavodu Novo mesto: Izvajanje opazovalno napovedovalni dejavnosti. Novo mesto, KGZS - Zavod Novo mesto.
- Vrabl, S. 1999. Posebna entomologija. Škodljivci in koristne vrste na sadnem drevju in vinski trti. Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo Maribor: 172 str.
- Wright, L. 2014. Grape Cutworms: Recent Findings; WSU-Prosser; 15.11.2014: [http://www.wawgg.org/files/documents/Wright\\_WAWGG\\_2010a\\_%5BCompatibility\\_Mode%5D.pdf?PHPSESSID=768528cdd26704f7571aa3888d2b5939](http://www.wawgg.org/files/documents/Wright_WAWGG_2010a_%5BCompatibility_Mode%5D.pdf?PHPSESSID=768528cdd26704f7571aa3888d2b5939)



## EXPERIENCES WITH REMOTE SENSING OF LEPIDOPTERAN PESTS USING DIFFERENT ATTRACTANTS

Domen BAJEC<sup>1</sup>, Mateja ŠTEFANČIČ<sup>2</sup>, Matej ŠTEFANČIČ<sup>3</sup>, Karmen RODIČ<sup>4</sup>, Peter  
ČEBOKLI<sup>5</sup>, Dejan JERIC<sup>6</sup>, Andreja PETERLIN<sup>7</sup>

<sup>1,4,7</sup>KGZS – Zavod Novo mesto, Služba za varstvo rastlin, Novo mesto  
<sup>2,3,5,6</sup>EFOS d.o.o.

### ABSTRACT

In 2012 we started testing Trapview devices, a new technology in agricultural forecasting services. The new approach offers rationalisation of current procedures considering monitoring of insect pests. Time and material consuming field visual inspections are replaced by viewing images through web or mobile application. The device takes snapshots of field situation on a daily basis, thus a farmer, a producer or an expert entomologist are informed of the situation in the field in time. We primarily focused on remote sensing of polyphagous Lepidopteran pests, which are complicated to attract and are also of significant economic importance. Starting with the European corn borer (*Ostrinia nubilalis*) we expected low efficiency with pheromone luring due to phenotypic variation in attractant production and its perception. However, the species' morphological characteristics could allow faster recognition using computer vision techniques. In the beginning preliminary results showed some lack in luring performance, but were generally promising. Subjects of observation also became species whose presence is difficult to mark due to their migrability: cotton bollworm (*Helicoverpa armigera*), *Noctua fimbriata* and *Noctua comes*. These can be detected with Trapview AURA, specific wave length light emitter device. Also combinations of light and pheromone attractant were tried. At the same time we also routinely compared standard delta trap and Trapview on codling moth (*Cydia pomonella*) in the apple orchard using pheromone attractants.

**Keywords:** agricultural forecasting, *Cydia pomonella*, *Ostrinia nubilalis*, remote sensing, Trapview

### IZVLEČEK

#### IZKUŠNJE Z DALJINSKIM ZAZNAVANJEM ŠKODLJIVIH METULJEV Z UPORABO RAZLIČNIH ATRAKTANTOV

S preizkušanjem naprav Trapview, ki predstavljajo novo tehnologijo v prognozi v kmetijstvu, smo začeli leta 2012. Nov pristop nudi racionalizacijo obstoječih postopkov spremljanja škodljivih vrst žuželk. Terenske preglede, ki so časovno zahtevni in povzročajo materialne stroške tako zamenja pregledovanje posnetkov na spletu ali mobilnih aplikacijah. Trapview zajame posnetke na terenu v želenem časovnem intervalu, medtem ko imajo kmet, pridelovalec ali entomolog informacijo stanja vedno pri roki. Primarno smo se osredotočili na

---

<sup>1</sup> univ. dipl. inž. agr., Šmihelska c. 14, SI-8000 Novo mesto, e-mail: domen.bajec@gov.si

<sup>2</sup> dr. biol. in bioteh. znan., Razdrto 47b, SI-6225 Hruševje

<sup>3</sup> univ. dipl. inž. rač. in inf., prav tam

<sup>4</sup> univ. dipl. inž. agr., Šmihelska c. 14, SI-8000 Novo mesto

<sup>5</sup> mag. inf. sist. in odl., Razdrto 47b, SI-6225 Hruševje

<sup>6</sup> dipl. inž. rač. in inf., prav tam

<sup>7</sup> dipl. inž. agr. in hort., Šmihelska c. 14, SI-8000 Novo mesto

daljinsko zaznavanje polifagnih škodljivih vrst metuljev, ki so težavne za privabljanje in so hkrati gospodarsko izredno pomembne. Pri preizkušanju na koruzni večiči (*Ostrinia nubilalis*) smo pričakovali nizko učinkovitost privabljanja s feromoni, saj vrsta fenotipsko variira ravno na nivoju kemične komunikacije. Po drugi strani pa bi njene morfološke lastnosti omogočale hitrejše prepoznavanje s pomočjo računalniškega vida. Preliminarni rezultati so sprva kazali pomanjkljivosti privabilne tehnike, a so bili na splošno obetavni. Predmet opazovanj so postale še vrste, katerih spremljanje je oteženo zaradi njihove migrabilnosti: južna plodovrtka (*Helicoverpa armigera*), *Noctua fimbriata* in *Noctua comes*. Te spremljamo z napravo Trapview AURA, ki metulje privablja s svetlobo specifične valovne dolžine. V tem okviru smo preizkušali tudi kombinacijo svetlobnih in feromonskih privabil. Hkrati smo na jabolčnem zavijaču (*Cydia pomonella*) v nasadu jablane rutinsko primerjali Trapview s standardno delta pastjo, kjer smo kot privabilo uporabili feromon.

**Ključne besede:** *Cydia pomonella*, daljinsko zaznavanje, *Ostrinia nubilalis*, prognoza v kmetijstvu, Trapview

## 1 INTRODUCTION

According to Loughlin (2013), frequent and reliable monitoring of pest populations is one of the most fundamental components of IPM and semiochemical systems help in IPM since it provides precise information as to when and where insect pests arise. Currently pheromone traps, densely deployed in the field, are used to monitor insect populations. However checking these traps on a regular basis can be a time consuming activity making insect population monitoring currently one of the most laborious and often neglected tasks in IPM. All this is may soon be a thing of the past as a few new and competing technologies that bring innovative solutions to the task of monitoring insect populations in crops continue to be rolled out.

Following latest innovations we started testing Trapview devices in 2012 (Rodič *et al.*, 2013). The new approach offers rationalisation of current procedures considering monitoring of arthropod pests. Time and material consuming field visual inspections are replaced with viewing images through web or mobile application. The device takes snapshots of field situation on a daily basis, thus a farmer, a producer or an expert entomologist are informed of situation in the field in time.

## 2 MATERIAL AND METHODS

### 2.1 Testing Trapview AURA

A proper forecasting issue for the Plant protection service is testing devices on pests which are complicated to attract and are also of significant economic importance. This is the reason why we focused on an European corn borer (*Ostrinia nubilalis*). Pheromone luring shows low efficiency due to phenotypic variation in attractant production and its perception (Shannon *et al.*, 2010). However the species morphological characteristics could allow faster recognition using computer vision techniques.

Since most of Lepidoptera pests are nocturnal and consequently also attracted to light, we tested beta version device (Trapview AURA) with specific wave length light emitter ( $\lambda=375$  nm) operating 4 hours a day from 21:00-01:00. Combinations of light and pheromone attractant were also tried.

Polyphagous Lepidoptera as an European corn borer is a threat to different types of crop. In the agriculture of our south-east region it attacks corn, hops, millet, hemp, while in vegetables it preferably attacks pepper (Tomše *et al.*, 2003-08; Bajec *et al.*, 2009-14). It is also indicated to attack apples. Field testing of Trapview AURA was performed on two

different locations: on a field in Krasinec, with different neighbouring cultures: corn, peppers, tomato, cabbage, onion, and in the vineyard Piroški vrh.

## 2.2 Testing standard Trapview

Standard delta trap and Trapview were compared on a codling moth (*Cydia pomonella*) in the apple orchard in Raka, Novo mesto. We used Trece Inc., Pherocon® codling moth pheromones in both traps. Pheromones were applied at beginning of April, before the moths begin to fly. Dispensers were changed on a monthly basis.

## 3 RESULTS

### 3.1 Testing Trapview AURA

In the beginning preliminary results showed some lack in luring performance, but were in general promising. Subjects of observation have also suddenly become species whose presence is difficult to mark due to their migrability: cotton bollworm (*Helicoverpa armigera*), *Noctua fimbriata* and *Noctua comes*. These are now easily detected with Trapview AURA. Some other pest species appeared according to the neighbouring crops: diamondback moth (*Plutella xylostella*) was easy to detect and recognize from other caught insects, though small dimensions. These microlepidoptera was already tested by Rempe-Vespermann and associates in 2013 and 2014.

303

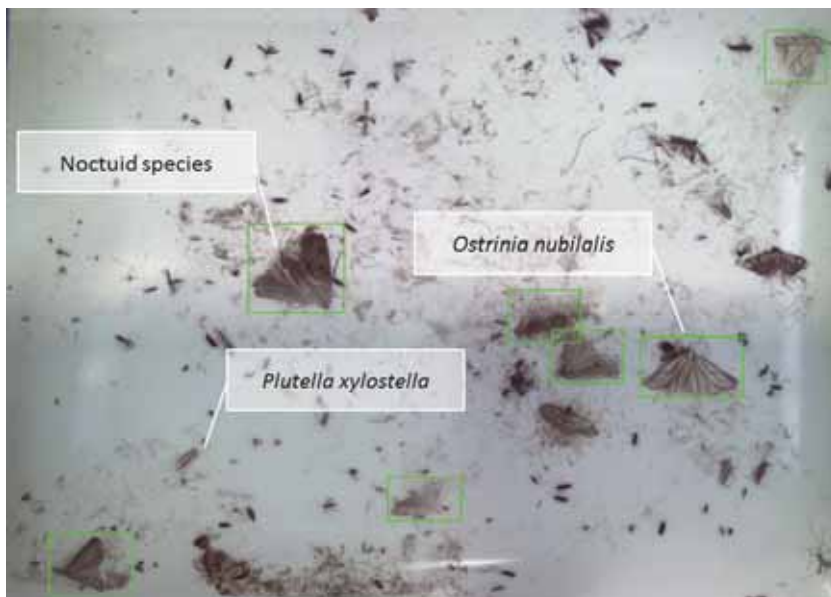


Figure 1: Section of adhesive layer in AURA. Pest species were recorded according to neighbouring host plants (photo: AURA, D. Bajec).

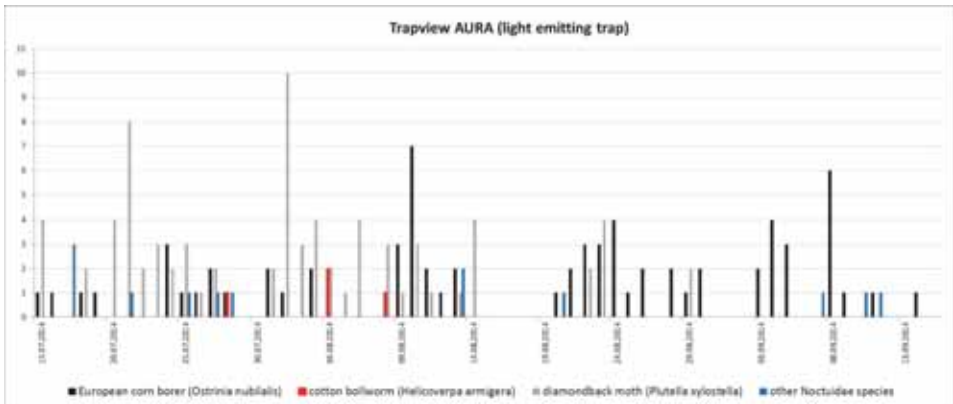


Figure 2: Display of two months section of Trapview AURA multiple trapping. Range of detected species can be stressed by adding specific pheromone dispenser.

### 3.2 Testing standard Trapview

Monitored species are adequately trapped on both traps. The flight dynamics reflects regional population specifics with 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> generation slightly overlapping and shows comparable data. Maximum catch of nine specimen on Trapview per day is above local average records on standard delta pheromone trap.

304

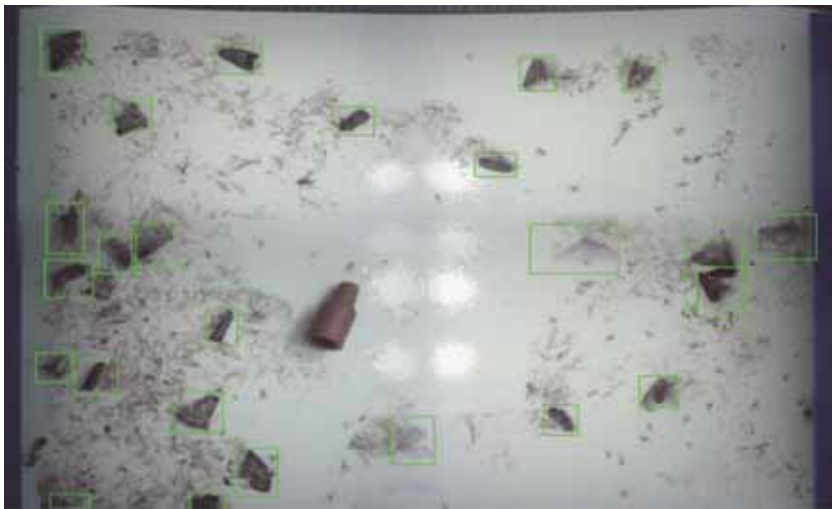


Figure 3: Picture of a codling moth caught on the adhesive layer. Moths are automatically detected and marked (photo: Trapview, D. Bajec).

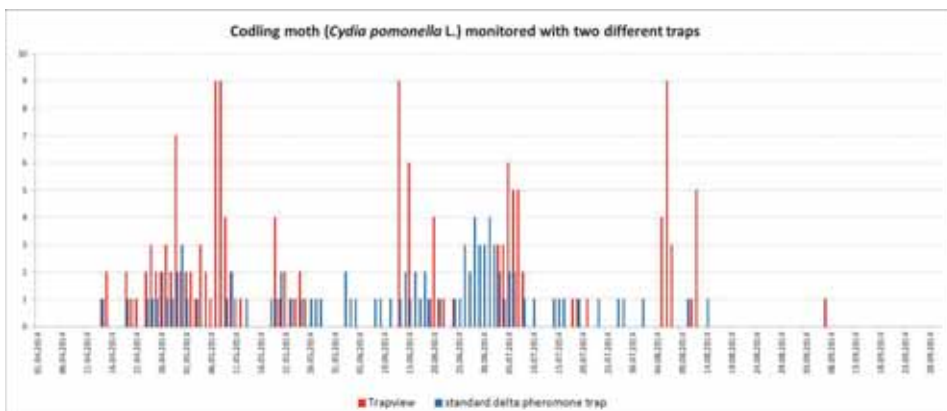


Figure 4: Comparable dynamics of a codling moth caught on Trapview and a standard delta trap.

## 4 CONCLUSIONS

Testing Trapview on Tortricid species codling moth (*Cydia pomonella*), which is usually not complicated to monitor, shows a positive experience comparable to traditional delta pheromone traps. Attraction as well as automated detection with pest marking work well. It also seems, that the Trapview's housing attracts more moths (Benvenuto *et al.*, 2013).

305

On the other hand, the catch in Trapview AURA depends on location of a trap application and can be diverse and host plant specific. Less different species will appear in monoculture. While tests with the majority of these species still show no great abundance (Rak Cizej *et al.*, 2008 and 2014), they are important as an efficient perception system for instant decision making. Low threshold pests demand only two options to choose from – to act or to hold.

Light emitting remote sensing device with cloud based web application eg. Trapview is developing into a powerful forecasting tool and a good early warning system. Non-skilled users can easily identify insects caught by selective attractant (pheromone). However help from a skilled entomologist is needed when non selective attractant (light) is used or when it is difficult to determine which insects are monitored.

During the process several modifications were made. Results can be discerned in better image production. Slides of an adhesive insert layer are stitched together from four photos taken in optional or periodical time intervals.

## 5 REFERENCES

- Bajec, D., Rodič, K., Peterlin, A. 2009-14. Letna poročila o izvajanju nalog iz področja zdravstvenega varstva rastlin na Kmetijsko gozdarskem zavodu Novo mesto: Izvajanje opazovalno napovedovalni dejavnosti. Novo mesto, KGZS - Zavod Novo mesto.
- Benvenuto, L., Malossini G., Fantin, F., Lari A. 2013. iTrap: comparison trials in North-Eastern Italy. ABIM; Basel; 2013
- Loughlin, D. 2013. Developments in the world of insect detection. International pest control. March / April 2013; Vol. 55/2: 88-90
- Rak Cizej, M., Radišek, S., Leskošek, G. 2008. Koruzna (prosena) vešča vse pogostejša škodljivka naših hmeljišč. Hmeljar (Žalec), 70, 8: 90-92.
- Rak Cizej, M., Šporar, K., Štefančič, M., Štefančič, M., Belušič, M. 2014. Preizkus LED svetlobne vabe pri spremljanju pojava koruzne vešče (*Ostrinia nubilalis* Hubner). Hmeljarski bilten (Žalec), 21: 14-26.

- Rempe-Vespermann, N., Hommes, M., Mentrup, D., Ruckelshausen, A. 2014. Digital monitoring methods for cabbage pests. Integrated Protection in Field Vegetables IOBC-WPRS Bulletin, 107: 125-129.
- Rodič, K., Bajec, D., Štefančič, M., Štefančič, M., Čebokli, P. 2013. Daljinsko zaznavanje s feromonsko vabo na primeru koruzne veščice (*Ostrinia nubilalis* [Hübner]). V: Zbornik predavanj in referatov 11. Slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin z mednarodno udeležbo; Bled, 5.-6. marec 2013; Ljubljana, Društvo za varstvo rastlin Slovenije: 168-171
- Shannon, B., Olsson, S. B., Subaharan, K., Groot, A.T., Dekker, T., Heckel, D.G., Hansson, B.S. 2010. *Ostrinia* revisited: Evidence for sex linkage in European Corn Borer *Ostrinia nubilalis* (Hübner) pheromone reception. BMC Evolutionary Biology, 10/285: 1471-2148.
- Štefančič, M., Čebokli P., Štefančič, M. 2012. Monitoring škodljivih žuželk z uporabo informacijske tehnologije. V: Zbornik referatov 3. Slovenskega sadjarskega kongresa z mednarodno udeležbo, Krško, 21.-23. november 2012, 2. del. Ljubljana, Strokovno sadjarsko društvo Slovenije: 237-244.
- Tomše, S., Bajec, D., Rodič, K., Peterlin, A. 2003-08. Letna poročila o izvajanju nalog iz področja zdravstvenega varstva rastlin na Kmetijsko gozdarskem zavodu Novo mesto: Izvajanje opazovalno napovedovalni dejavnosti. Novo mesto, KGZS - Zavod Novo mesto.

## BIOTIČNO ZATIRANJE OGRCEV (Coleoptera: Scarabaeidae) NA TRAVINJU: IZKUŠNJE IZ GOTENICE

Žiga LAZNIK<sup>1</sup>, Stanislav TRDAN<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Katedra za fitomedicino, kmetijsko tehniko, poljedelstvo, pašništvo in travništvo, Ljubljana

### IZVLEČEK

Ogrci - ličinke hroščev iz družine pahljačnikov (Scarabaeidae) - so talni škodljivci, ki lahko ob prerazmnožitvi s hranjenjem povzročijo veliko škodo na travnikih in pašnikih, tako kot tudi na gojenih rastlinah in v drevesnicah. V dveletnem poljskem poskusu (2012-2013), ki je potekal na travniku v Gotenici, smo preučevali različne biotične agense za zatiranje ogrcev; entomopatogeni glivi (*Beauveria brongniartii*, *B. bassiana*), entomopatogeni bakteriji (*Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki*, *B. thuringiensis* var. *tenebrionis*) in entomopatogeno ogorčico (*Heterorhabditis bacteriophora*). Biotične agense smo v tla vnesli dvakrat v rastni dobi (april in avgust). Rezultati naše raziskave so pokazali, da številni biotični agensi uspešno zatirajo mlajše razvojne stopnje ličink (L<sub>1</sub> in L<sub>2</sub>). Ko ogrci preidejo v tretjo larvalno stopnjo (L<sub>3</sub>), pa večina biotičnih agensov ne učinkuje. Pri zatiranju ogrcev v tleh se je izkazala kot najbolj učinkovita kombinacija sočasne uporaba entomopatogenih gliv in entomopatogenih ogorčic za zatiranje prve in druge larvalne stopnje. Poletni nanos biotičnih agensov se je izkazal kot bolj učinkovit pri zatiranju ogrcev od spomladanskega.

307

**Ključne besede:** ogrci, biotično varstvo, *Beauveria*, *Bacillus thuringiensis*, *Heterorhabditis*, travnik

### ABSTRACT

#### BIOLOGICAL CONTROL OF WHITE GRUBS (Coleoptera: Scarabaeidae) IN GRASSLAND: EXPERIENCES FROM GOTENICA

White grubs - the larvae of Scarabaeidae beetles - are soil pests, which can cause damage of turfgrass, pastures and horticultural plants. A two-year field experiment (2012-2013) in grassland near Gotenica was conducted to test different biological control agents; entomopathogenic fungi (*Beauveria brongniartii*, *B. bassiana*), entomopathogenic bacteria (*Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki*, *B. thuringiensis* var. *tenebrionis*), and entomopathogenic nematodes (*Heterorhabditis bacteriophora*) to control white grubs. The application of biological control agents was conducted twice (April and August). Our observations show that several biological control agents are capable of controlling the populations of the first and second instar larvae of different scarab grub species. The efficacy of most biological control agents, however, declines when larvae reach the third instar stage. The most promising combination tested in our study is that of entomopathogenic fungi and *H. bacteriophora* for controlling the first and second stage instar larvae. In addition, the summer application proved to be more suitable for control of the first stage instar larvae than the spring application.

**Key words:** grubs, biological control, *Beauveria*, *Bacillus thuringiensis*, *Heterorhabditis*, grassland.

<sup>1</sup> doc. dr., Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana, e-mail: ziga.laznik@bf.uni-lj.si

<sup>2</sup> prof. dr., prav tam

## 1 UVOD

Talni škodljivci povzročajo številne težave pri pridelovanju in gojenju samoniklih rastlin. Njihovo hrano predstavljajo podzemni deli rastlin (korenine, korenike, gomolji). Med talne škodljivce uvrščamo tudi nekatere vrste hroščev iz družine Scarabaeidae (Laznik in Trdan, 2015). Poljski majski hrošč (*Melolontha melolontha* [L.]) je na območju Slovenije najpomembnejši škodljivec iz družine pahljačnikov (Scarabaeidae). Škodljive so zlasti njegove ličinke, ogrci, ki so značilni polifagni talni škodljivci. Najbolj številčno se pojavljajo v travniških tleh, kjer z objedanjem korenin vplivajo na zmanjšano produktivnost travinja. Kritično število v travniških tleh predstavlja 20 ogrcev/m<sup>2</sup> (Horber, 1954) in to je bilo v zadnjem desetletju preseženo na številnih območjih Slovenije.

Poleg ogrcev poljskega majskega hrošča lahko tudi ličinke nekaterih drugih vrst hroščev iz družine Scarabaeidae (pahljačniki) - gozdni majski hrošč (*Melolontha hippocastani* F.), junijski hrošč (*Amphimallon solstitiale* [L.]), julijski hrošč (*Anomala dubia* [Scop.]) in vrtni hrošč (*Phyllopertha horticola* [L.]) - ob prerazmnožitvah predstavljajo gospodarsko pomembne škodljivce na travinju, saj se prav tako prehranjujejo s koreninami travne ruše (Laznik in sod., 2012). Neposredna škoda je zmanjšanje sposobnosti trav za sprejem vode in hranil ter zmanjšana stabilnost travnega pokrova. Slednje vodi na pašnikih k ogolitvam delov zemljišč in zdrsnih poškodb pašnih živali. Travna ruša ob zmanjšanju obsega koreninskega spleta rumeni in propada, njena pohodnost je zmanjšana, videz pa okrnjen. Ob hudih prerazmnožitvah so prizadete večje sklenjene površine do stopnje potrebe po celoviti obnovi. Posredna (sekundarna) škoda so raztrganine in naluknjanja travnega pokrova, povzročene s strani sesalcev (npr. divjega prašiča - *Sus scrofa*) ali ptičev, ki ličinke v travni ruši iščejo za lastno prehrano (Laznik in sod., 2012; Laznik in Trdan, 2014; Laznik in Trdan, 2015).

Trenutno v Sloveniji ni registriranega nobenega kemičnega pripravka za zatiranje ogrcev poljskega majskega hrošča. Pred kratkim jih je bilo mogoče zatirati z uporabo talnih insekticidov. Zaradi pojava odpornosti na registrirane insekticide kot tudi vedno večje okoljske osveščenosti raziskovalci iščejo druge, okoljsko bolj sprejemljive načine njihovega zatiranja (Koppenhöfer in Kaya, 1998).

Namen naše raziskave, ki je med leti 2012 in 2013 potekala na območju Gotenice, je bil (1) preučiti učinkovitost različnih biotičnih agensov na prostem (EPO - *Heterorhabditis bacteriophora*; EPG - *Beauveria brongniartii*, *B. bassiana*; EPB - *Bacillus thuringiensis* var. *tenebrionis*, *B. thuringiensis* var. *kurstaki*) za zatiranje ogrcev in (2) preučiti učinkovitost kombinirane uporabe različnih biotičnih agensov za zatiranje ogrcev v tleh.

## 2 MATERIALI IN METODE DE LA

Med leti 2012 in 2013 smo izvedli poljski bločni (5) poskus biotičnega zatiranja različnih vrst ogrcev z naslednjimi biotičnimi pripravki: 1) entomopatogena bakterija *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* (pripravek Delfin) - vsejavanje ječmenovega zrnja, 2) entomopatogena gliva *Beauveria bassiana* (pripravek Naturalis) - vsejavanje ječmenovega zrnja; 3) entomopatogena bakterija *Bacillus thuringiensis* var. *tenebrionis* (pripravek Novodor); 4) entomopatogena gliva *Beauveria brongniartii* (pripravek Melocont Pilzgerste) - vsejavanje ječmenovega zrnja; 5) entomopatogena bakterija *B. thuringiensis* var. *kurstaki* (pripravek Delfin) + entomopatogena ogorčica *H. bacteriophora* (pripravek Nemasys) - vsejavanje ječmenovega zrnja / škropljenje tal; 6) entomopatogena gliva *B. bassiana* (pripravek Naturalis) + entomopatogena ogorčica *H. bacteriophora* (pripravek Nemasys) - vsejavanje ječmenovega zrnja / škropljenje tal; 7) entomopatogena bakterija *B. thuringiensis* var. *tenebrionis* (pripravek Novodor) + entomopatogena ogorčica *H. bacteriophora* (pripravek Nemasys) - vsejavanje ječmenovega zrnja / škropljenje tal; 8) entomopatogena gliva *B. brongniartii* (pripravek Melocont Pilzgerste) + *H. bacteriophora* (pripravek Nemasys) -



vsejavanje ječmenovega zrnja / škropljenje tal; 9) *H. bacteriophora* (pripravek Nemasys) - škropljenje tal; 10) kontrola (netretirano obravnavanje). Koncentracije uporabljenih pripravkov so navedene v preglednici 1.

Preglednica 1: Obravnavanja v poljskih poskusih zatiranja ogrcev v Gotenici v obdobju 2012-2013.

Obravnavanje (ime pripravka/-ov)	Aktivna snov	Koncentracija
Delfin	<i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>kurstaki</i>	60 kg/ha (0,05 %, okuženo zrnje ječmena)
Naturalis	<i>Beauveria bassiana</i>	60 kg/ha (0,4 %, okuženo zrnje ječmena)
Novodor	<i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>tenebrionis</i>	60 kg/ha (0,3 %, okuženo zrnje ječmena)
Melocont	<i>Beauveria brongniartii</i>	60 kg/ha (okuženo zrnje ječmena)
Delfin+Nemasys	<i>B. thuringiensis</i> var. <i>kurstaki</i> + <i>H. bacteriophora</i>	60 kg/ha (0,05 %, okuženo zrnje ječmena) + $5 \times 10^9$ IJ/ha
Naturalis+Nemasys	<i>B. bassiana</i> + <i>H. bacteriophora</i>	60 kg/ha (0,4 %, okuženo zrnje ječmena) + $5 \times 10^9$ IJ/ha
Novodor+Nemasys	<i>B. thuringiensis</i> var. <i>tenebrionis</i> + <i>H. bacteriophora</i>	60 kg/ha (0,3 %, okuženo zrnje ječmena) + $5 \times 10^9$ IJ/ha
Melocont+Nemasys	<i>B. brongniartii</i> + <i>H. bacteriophora</i>	60 kg/ha (okuženo zrnje ječmena) + $5 \times 10^9$ IJ/ha
Nemasys	<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>	$5 \times 10^9$ IJ/ha
Kontrola	-	-

309

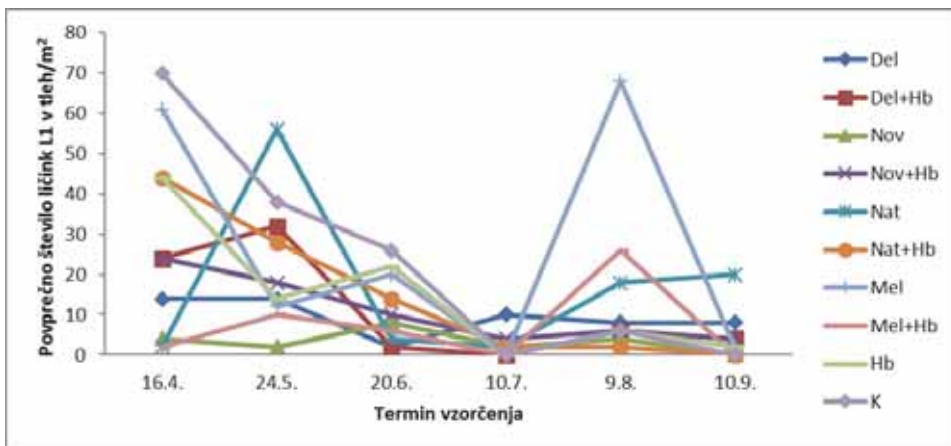
Poskus je bil zasnovan v 5 blokih, znotraj vsakega bloka je bilo 10 različnih obravnavanj. Velikost obravnavanja (parcele) je bila 25 m<sup>2</sup> (5x5 m). Na vsaki parceli smo med aprilom in novembrom s talnimi izkopi enkrat mesečno ugotavljali številčnost ogrcev. Nanos biotičnih pripravkov smo izvedli dvakrat (april in avgust). Več informacij o materialih in metodiki dela lahko preberete v publikacijah Laznik in sod. (2012) ter Laznik in Trdan (2015).

### 3 REZULTATI

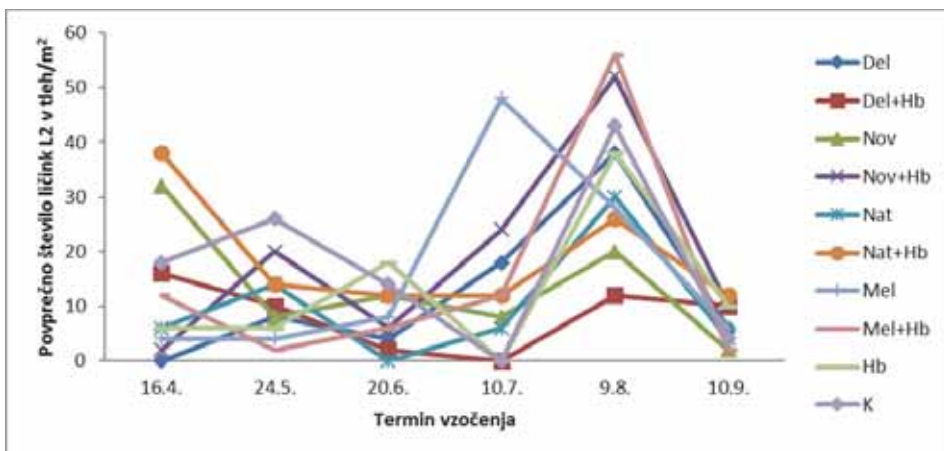
#### 3.1 Leto 2012

Rezultati so pokazali, da se je povprečno število ogrcev L1 po nanosu biotičnih agensov v tleh zmanjšalo. Učinkovitost delovanja različnih biotičnih agensov je predstavljena na sliki 1. Tuji viri (Huiting *et al.*, 2006) navajajo kot kritično število ličink L1 na travinju med 30 in 40/m<sup>2</sup>. Ob uporabi vseh biotičnih pripravkov nam je uspelo število ogrcev v tleh spraviti pod gospodarski prag škodljivosti.

Rezultati so pokazali, da je povprečno število ogrcev L2 po nanosu biotičnih agensov v tleh ostalo konstantno, njihovo število v tleh pa se je povečalo v avgustu. Zato smo se odločili za ponovno aplikacijo agensov v tleh. Učinkovitost delovanja različnih biotičnih agensov je predstavljena v sliki 2. Tuji viri navajajo kot kritično število ličink L2 na travinju med 20 in 30/m<sup>2</sup>. Ob uporabi vseh biotičnih pripravkov nam je uspelo število ogrcev v tleh spraviti pod gospodarski prag škodljivosti do junija. V avgustu se je njihovo število ponovno povečalo.

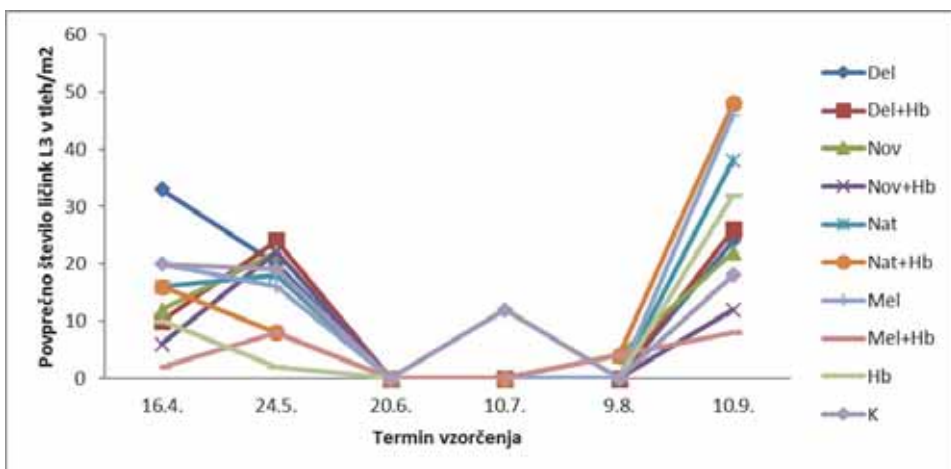


Slika 1: Povprečno število ogrcev  $L_1$  /m<sup>2</sup> v Gotenici leta 2012 v obdobju april-september pri različnih obravnavanjih.



Slika 2: Povprečno število ogrcev  $L_2$  /m<sup>2</sup> v Gotenici leta 2012 v obdobju april-september pri različnih obravnavanjih.

Rezultati so pokazali, da je povprečno število ogrcev  $L_3$  po nanosu biotičnih agensov v tleh ostalo konstantno (april-maj), njihovo število v tleh pa se je zmanjšalo v juniju, ko smo zabeležili porast bub v tleh. Število ogrcev (zlasti  $L_1$  in  $L_2$ ) se je nato začelo povečevati od julija prek avgusta, zato smo se odločili za ponovno aplikacijo agensov v tleh. Učinkovitost delovanja različnih biotičnih agensov na ogrce  $L_3$  je predstavljena na sliki 3. Tuji viri navajajo kot kritično število ličink  $L_3$  na travinju okoli 10/m<sup>2</sup>. V majskem terminu smo le ob uporabi pripravkov, katerih aktivno snov so predstavljale entomopatogene glive v kombinaciji z entomopatogenimi ogorčicami, populacijo ogrcev v tleh držali pod gospodarskim pragom škodljivosti. Ostali pripravki niso bili učinkoviti.

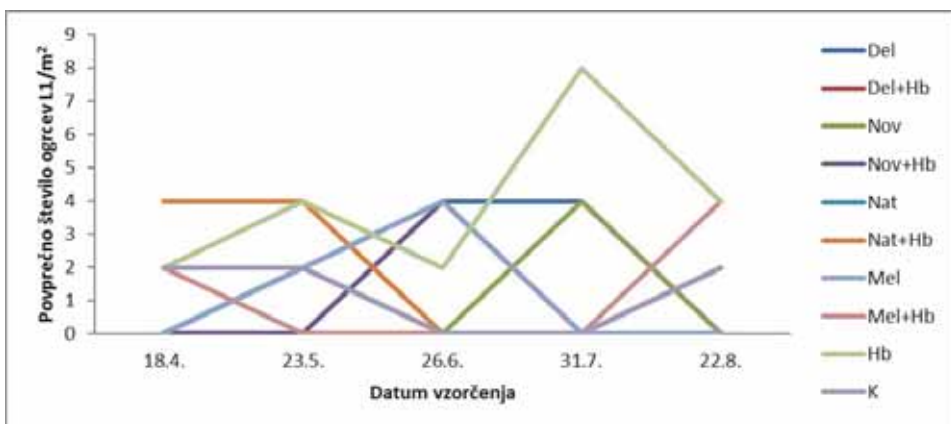


Slika 3: Povprečno število ogrcev  $L_3/m^2$  v Gotenici leta 2012 v obdobju april-september pri različnih obravnavanjih.

### 3.2 Leto 2013

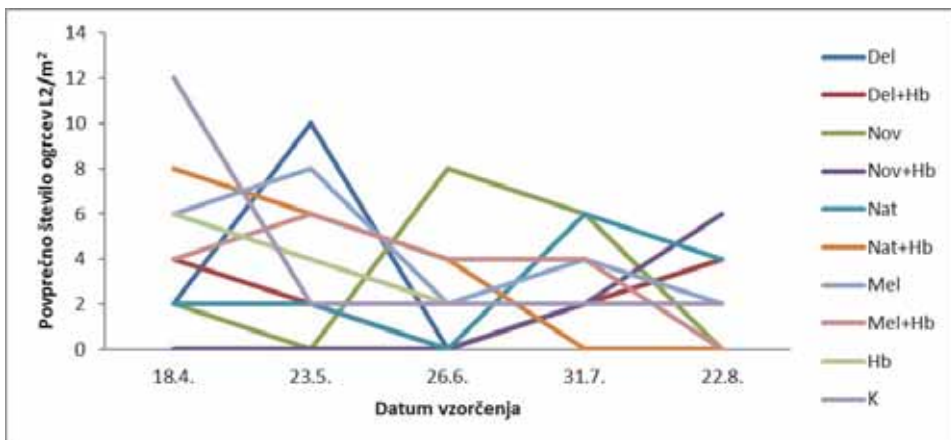
Rezultati so pokazali, da se je povprečno število ogrcev  $L_1$  po nanosu biotičnih agensov v tleh zmanjšalo oz. ostalo približno enako. Učinkovitost delovanja različnih biotičnih agensov je predstavljena na sliki 4. Tuji viri navajajo kot kritično število ličink  $L_1$  na travinju med 30 in  $40/m^2$ . Ob uporabi vseh biotičnih pripravkov nam je uspelo število ogrcev v tleh spraviti pod gospodarski prag škodljivosti.

311



Slika 4: Povprečno število ogrcev  $L_1/m^2$  v Gotenici leta 2013 v obdobju april-avgust pri različnih obravnavanjih.

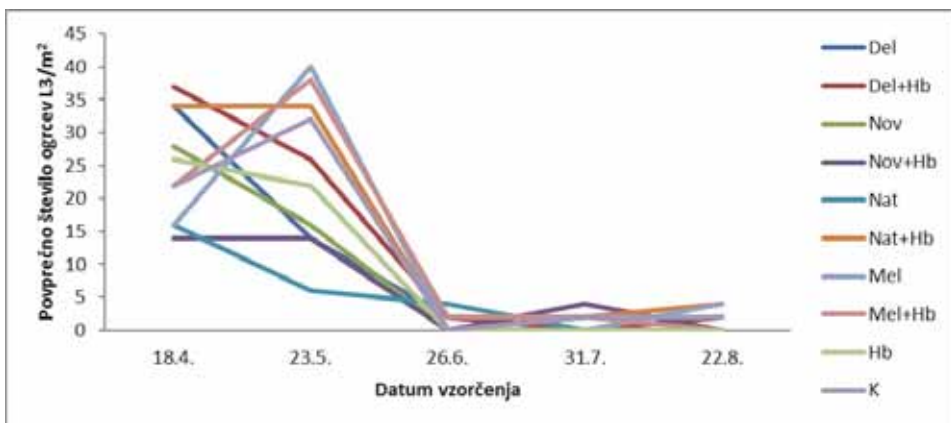
Rezultati so pokazali, da je povprečno število ogrcev  $L_2$  po nanosu biotičnih agensov v tleh zmanjšalo oz. ostalo konstantno. Učinkovitost delovanja različnih biotičnih agensov je predstavljena na sliki 5. Tuji viri navajajo kot kritično število ličink  $L_2$  na travinju med 20 in  $30/m^2$ . Ob uporabi vseh biotičnih pripravkov nam je uspelo število ogrcev v tleh spraviti pod gospodarski prag škodljivosti.



Slika 5: Povprečno število ogrcev  $L_2/m^2$  v Gotenici leta 2013 v obdobju april-avgust pri različnih obravnavanjih.

Ugotavljamo, da je povprečno število ogrcev  $L_3$  po nanosu biotičnih agensov v tleh ostalo konstantno (april-maj), njihovo število v tleh pa se je zmanjšalo v juniju, ko smo zabeležili porast bub v tleh. Učinkovitost delovanja različnih biotičnih agensov je predstavljena na sliki 6. Tuji viri navajajo kot kritično število ličink  $L_3$  na travinju okoli  $10/m^2$ . V majskem terminu smo le ob uporabi pripravka Naturalis, populacijo ogrcev v tleh držali pod gospodarskim pragom škodljivosti. Ostali pripravki niso bili učinkoviti.

312



Slika 6: Povprečno število ogrcev  $L_3/m^2$  v Gotenici leta 2013 v obdobju april-avgust pri različnih obravnavanjih.

#### 4 DISKUSIJA

Rezultati naše raziskave so pokazali, da smo v goteniških tleh našli predvsem ogrce junijskega hrošča (*Amphimallon solstitiale*), julijskega hrošča (*Anomala dubia*), vrtnega hrošča (*Phyllopertha horticola*) in v manjšem obsegu tudi poljskega majskega hrošča (*Melolontha melolontha*) ter gozdnega majskega hrošča (*Melolontha hippocastani*).

Tuji viri (Huiting *et al.*, 2006) navajajo kot kritično število ličink  $L_1$  na travinju med 30 in 40 ogrcev/ $m^2$ . V letih 2012-2013 smo ob uporabi vseh biotičnih pripravkov uspeli število ogrcev

v tleh spraviti pod gospodarski prag škodljivosti. Izmed preučevanih pripravkov je izstopal pripravek na podlagi aktivne snovi *B. thuringiensis* var. *tenebrionis*. Do podobnih ugotovitev so prišli tudi v nekaterih sorodnih raziskavah (Koppenhöffer in Kaya, 1998; Laznik in sod., 2012), kjer so preučevani biotični agensi izkazali visoko stopnjo smrtnosti različnih vrst ogrcev v tleh.

Za ličinke L<sub>2</sub> na travinju tuji viri navajajo kritično število med 20 in 30/m<sup>2</sup> (Huiting *et al.*, 2006). Ob uporabi vseh biotičnih pripravkov nam je uspelo število ogrcev v tleh v letih 2012-2013 spraviti pod gospodarski prag škodljivosti do junija. V avgustu se je njihovo število ponovno povečalo. Po drugi aplikaciji biotičnih agensov ob koncu avgusta se je število ogrcev (L<sub>2</sub>) v septembru, oktobru in novembru ponovno zmanjšalo pod gospodarski prag škodljivosti. Izmed preučevanih pripravkov je izstopal pripravek na podlagi aktivne snovi *B. thuringiensis* var. *kurstaki* v kombinaciji z entomopatogeno ogorčico vrste *H. bacteriophora*. Koppenhöffer in Kaya (1998) poročata o učinkovitem sinergističnem delovanju omenjenih biotičnih agensov pri zatiranju različnih vrst ogrcev v tleh, kar smo potrdili tudi v našem poskusu.

Tuji viri navajajo kot kritično število ličink L<sub>3</sub> na travinju okoli 10/m<sup>2</sup> (Huiting *et al.*, 2006). V majskem terminu smo le ob uporabi pripravkov, katerih aktivno snov so predstavljale entomopatogene glive v kombinaciji z entomopatogenimi ogorčicami, populacijo ogrcev v tleh držali pod gospodarskim pragom škodljivosti. Ostali pripravki niso bili učinkoviti. S poletno aplikacijo biotičnih agensov nismo vplivali na zmanjšanje ogrcev (L<sub>3</sub>) v tleh z nobenim od preučevanih pripravkov.

Rezultati pridobljeni v projektu so pokazali, da nekateri biotični agensi lahko vplivajo na preživetje mlajših razvojnih stopenj ogrcev v tleh, medtem ko je njihovo delovanje proti starejšim larvalnim stopnjam neučinkovito.

313

## 5 ZAHVALA

Raziskava, predstavljena v tem prispevku, je nastala s finančno pomočjo Javne agencije za raziskovalno dejavnost RS in Ministrstva za kmetijstvo in okolje RS v okviru CRP projekta V4-1104. Del raziskave je bil financiran okviru strokovnih nalog s področja zdravstvenega varstva rastlin, ki ga financira Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano RS – Uprava RS za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin.

## 6 LITERATURA

- Horber, E. (1954). Massnahmen zur Verhütung von Engerlingsschäden und Bekämpfung der Enerlinge. Mitt. Schweiz. Landwirtschaft. 2: 34-52.
- Huiting, H.F., Moraal, L.G., Griepink, F.C., Esterm A. 2006. Biology, control and luring of the cockchafer *Melolontha melolontha*. Literature report on biology, life cycle and pest incidence, current control possibilities and pheromones. Applied Plant Research, Research Unit AGV, Wageningen, 2006.
- Koppenhöfer A.M., Kaya H.K. 1998. Synergism od imidacloprid and an entomopathogenic nematode: A novel approach to white grubs (Coleoptera: Scarabaeidea) control in turfgrass. Journal Economic Entomology, 91: 618-623.
- Laznik Ž., Vidrih M., Trdan S. 2012. Effect of different entomopathogens on white grubs (Coleoptera: Scarabaeidae) in an organic hay-producing grassland. Archives of Biological Sciences, 64, 4: 1235-1246.
- Laznik, Ž., Trdan, S. 2014. Evaluation of different soil parameters and wild boar (*Sus scrofa* [L.]) grassland damage. Ital. J. Animal Sci., 13: 759-765.
- Laznik, Ž., Trdan, S. 2015. Failure of entomopathogens to control white grubs (Coleoptera: Scarabaeidae). Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Soil & Plant Science, 65: 95-108.

## POJAV PUŠPANOVE VEŠČE (*Cydalima perspectalis*) NA OBMOČJU JUGOVZHODNE SLOVENIJE V LETU 2014

Andreja PETERLIN<sup>1</sup>, Karmen RODIČ<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> KGZS – Zavod NM, Služba za varstvo rastlin, Novo mesto

### IZVLEČEK

Na posameznih grmih pušpana (*Buxus* sp.) smo v zasebnih vrtovih v letu 2014 opazili obsežne poškodbe, ki so jih povzročile gosenice pušpanove veščice (*Cydalima perspectalis* Walker). Zaradi izrednih vremenskih pojavov v letu 2014, je na nekaterih območjih jugovzhodne Slovenije prišlo do prerazmnožitve škodljivca. Pušpanova veščica je na območju Evrope zastopana že od leta 2007, v Sloveniji pa smo jo prvič potrdili leta 2011 v Pomurju. Po podatkih iz literature ima škodljivec 5 rodove na leto, škodljive pa so gosenice. Prehranjujejo se z objedanjem listov, ko jih zmanjka, pa začne objedati les. Povzročene poškodbe lahko vplivajo na propad rastlin. Najboljše varstvo pred škodljivcem je preventiva, rastline moramo redno pregledovati in po potrebi ukrepati. Naravni sovražniki tega škodljivca so ptice, drugače pa lahko gosenice zatiramo z različnimi insekticidi, ki pa v Sloveniji niso registrirani. Pušpan ima v okrasnih vrtovih posebno mesto in ima dolgo tradicijo, zato bi bilo potrebno njihovemu ohranjanju posvetiti večjo pozornost, tudi z zatiranjem škodljivih organizmov.

314

**Ključne besede:** pušpanova veščica, *Cydalima perspectalis*, jugovzhodna Slovenija, škoda

### ABSTRACT

#### THE OCCURRENCE OF THE BOX TREE MOTH (*Cydalima perspectalis*) IN SOUTHEASTERN SLOVENIA IN 2014

In 2014 we noticed severe injuries on the box tree bushes that had been caused by the caterpillars of the box tree moth (*Cydalima perspectalis* Walker). The insect was found mostly in private gardens. Specific ecological conditions in 2014 led the appearance of caterpillars in abundance. The moth is present in Europe since 2007, while in Slovenia it was first recorded in Pomurje region in 2011. According to the data available in literature, the pest has 5 generations per year. The most damaging phase is the stage of the caterpillars. They feed on the box tree leaves, and when they run out they begin to attack the trunk of the tree. The injuries can lead to the collapse of the plant. The best protection against the pest is regular implementation of the prevention, such as systematic plant inspection and immediate reaction in case the box tree moth is observed. Natural enemies of this pest are birds, otherwise we can suppress them with the use of different insecticides, but they are not registered in Republic of Slovenia. Since box tree represents one of the most popular trees in the ornamental gardens with a long tradition in Slovenia, it is very important to find a proper solution for its long-term preservation, especially with protection against harmful organisms, such is box tree moth.

**Keywords:** Box tree moth, *Cydalima perspectalis*, southeastern Slovenia, damage

---

<sup>1</sup> dipl. inž. agr. in hort., Šmihelska c. 14, SI-8000 Novo mesto, e-mail: apeterlin@gov.si

<sup>2</sup> univ. dipl. inž. agr., prav tam

## 1 UVOD

Z globalnim trgom je premeščanja rastlin vse več, s tem pa se povečuje nevarnost vnosa novih bolezni in škodljivcev. V našo državo vse pogosteje prinašamo rastline iz držav s slabo organiziranim fitopatološkim nadzorom. O pojavu pušpanove vešče (*Cydalima perspectalis*) v Sloveniji je Seljak prvič poročal leta 2012. V Sloveniji je zastopana le nekaj let, širi pa se izredno hitro. Od prvega pojava (leta 2011) do danes, se je razširila že na celotno območje JV Slovenije. Večji pojav beležimo v letu 2014, ko smo pozno poleti zasledili veliko število napadenih rastlin pušpana. Velikost populacije in širjenje pušpanove vešče v posameznem letu sta v največji meri odvisna od vremenskih razmer in prisotnosti pušpana v okrasnih vrtovih oziroma prosto rastočega v naravi. Gre za trenutno najpomembnejšega škodljivca na pušpanu. Strokovnjaki predvidevajo, da se je škodljivec v Evropo razširil z napadenimi sadikami pušpana iz Kitajske. Najpomembnejši način širjenja vrste *C. perspectalis* zato ostaja trgovanje z napadenimi rastlinami pušpana ali njegovimi deli.

## 2 IZVOR IN RAZŠIRJENOST

Pušpanova vešča (*Cydalima perspectalis*) izvira iz vzhodne Azije, v Evropi pa je znana kot alohtona in invazivna vrsta metulja iz družine Crambidae. Vrsta je bila leta 2007 uvrščena na opozorilni seznam EPPO, vendar so jo zaradi hitrega širjenja leta 2011 iz seznama odstranili. V Evropi so jo prvič potrdili leta 2007 v Nemčiji (Baden-Württemberg) pri transportu sadik pušpana. V naslednjih letih se je bliskovito razširila v Belgijo, Nizozemsko, Švico, Veliko Britanijo, Francijo in Lichtenstein. Leta 2009 je bila zaznana tudi v okolici Gradca v Avstriji, od koder se je najverjetneje nato razširila v Slovenijo. Jeseni 2011 je bila nato ugotovljena še na Madžarskem, v Romuniji, Češkem, Turčiji in na Iberskem polotoku. V Sloveniji je bila prvič potrjena avgusta 2011 v Ključarovcih v Pomurju (Marion, 2013).

## 3 OPIS

Razvojni krog od jajčeca do metulja traja pri povprečni temperaturi 20 °C okoli 40 dni. Na leto lahko razvije do 5 rodov. Pri nas ima vešča ob ustreznih razmerah potrjenih od 2 do 4 rodov.

### 3.1 Jajčeca in gosenica

Samica izleže jajčeca, ki so blede rumene barve in v premer merijo okoli 1 mm. Najpogosteje jih odlaga na spodnjo stran listov, kjer jih je zelo težko opaziti. V nekaj dneh se iz jajčec izležejo gosenice.

Gosenice (slika 1) so v mladosti vzdolžno progaste, fluorescentno zelene in črne barve, s črno glavo in črnimi pikami. Sčasoma gosenice postanejo rjavkaste in dosežejo do 4 cm. Gosenice se pri nas hranijo z listi in poganjki iz rodu *Buxus*, v svoji domovini pa lahko napadajo tudi druge rastline. Gosenice so zelo požrešne in v povprečju pušpan uničijo v 5 do 7 dneh. Ena gosenica v svojem razvoju poje do 45 listov, na enem grmu lahko najdemo tudi do 100 gosenic. V primeru močnega napada oz. velikega števila gosenic, lahko grm ostane praktično brez listov in vej (slika 2), rastlina pa posledično propade. Ko je zrelostno žretje zaključeno, se gosenica zabubi in večkrat levi. Skupine gosenic tvorijo zapredke, ki so podobne pajčevini.

### 3.2 Buba in metulj

Vrsta prezimi v stadiju bube in se v naslednjem letu razvije v odraslega metulja. Buba je dolga od 1,5 do 2 cm, na začetku je zelene barve s temnimi vzdolžnimi progami, ki pozneje postanejo rjave. Bube navadno najdemo skrite med listi in vejicami.

Odrasla večča (slika 3) se pojavlja od aprila do septembra. Ko iz bube izleti metulj, meri čez krila od 3 do 4 cm in je umazano bele barve, robovi kril pa so temneje rjavo obarvani. S starostjo se telo večče obarva rjavo. Metulji so dobri letalci, vendar ne letijo na velike razdalje. Aktivni so podnevi in ponoči.



Slika 1: Gosenica pušpanove večče (*Cydalima perspectalis*) (foto: Karmen Rodič)

Figure 1: The caterpillar of box tree moth (*Cydalima perspectalis*) (photo: Karmen Rodič)

316



Slika 2: Značilne poškodbe zaradi pušpanove večče (*Cydalima perspectalis*), 04.12.2014 (foto: Andreja Peterlin)

Figure 2: Characteristic injuries of box tree moth (*Cydalima perspectalis*) (photo: Andreja Peterlin).



Slika 3: Odrasla pušpanova večča (*Cydalima perspectalis*), 19.2.2015 (foto: Andreja Peterlin)

Figure 3: Adult of box tree moth (*Cydalima perspectalis*) (photo: Andreja Peterlin).

#### 4 POŠKODBE

Največjo škodo povzročajo izjemno požrešne gosenice, ki se hranijo z listi in mladimi poganjki, ko pa jim zmanjka le-teh, napadejo tudi že olesenele veje. Gosenice lahko požrejo mlad grm v celoti.

V jeseni 2014 smo na celotnem območju JV Slovenije pregledali in zbrali podatke o napadu pušpanove večče. Največja škoda je bila opažena na območju Dolenjske (Novo mesto, Bučka, Šentjernej, Raka) in Posavja (Bizeljsko, Podsreda, Cerklje na Dolenjskem, Brežice), medtem ko lahko v Beli Krajini (Črnomelj) potrdimo le eno lokacijo s pojavom škodljivca. Zabeležili smo, da so bile določene rastline popolnoma obžrte, med vejicami so bili prisotni ekskrementi



in značilna pajčevina. Insekticide so bili uporabljeni na majhnem številu lokacij. Zaradi neznanja in neprepoznavanja škode in povzročitelja, je veliko lastnikov pušpana poškodbe prepoznalo prepozno in v teh primerih so bile nekatere rastline popolnoma brez listov in poganjkov. Takšne rastline se zelo težko obrastejo. Glede na vremenske razmere v zimi 2014/15 in potencialu škodljivca iz leta 2014, lahko v letu 2015 ponovno pričakujemo množičen pojav pušpanove vešče in posledično tudi večjo škodo.

## 5 UKREPI

Najboljše varstvo pred škodljivcem predstavlja preventiva. Rastline moramo redno pregledovati in po potrebi ukrepati. Če opazimo posamezne gosenice, jih lahko odstranimo ročno. Najpomembnejši naravni sovražniki so ptice. V večjih nasadih pušpana navajajo kot učinkovit ukrep uporabo entomopatogenih ogorčic (*Steinernema carpocapsae*). Napadene pušpane je smiselno tretirati z ustreznimi insekticidi že med rastno dobo preden zaznamo obsežnejše poškodbe in ko so gosenice še majhne. V zvezi z učinkovitostjo insekticidov proti pušpanovi vešči ni veliko znanega. Ker je dokaj nov škodljivec, imamo v Sloveniji omejen nabor registriranih insekticidov za njeno zatiranje. Dovoljena je samo uporaba sredstva za zatiranje drugih škodljivih organizmov v okrasnih rastlinah z aktivno snovjo deltametrin. Literatura (Matošević, 2013) navaja, da bi učinek lahko imela tudi sredstva na podlagi acetamiprida, piretrina, tiakloprida ali tiametoksama.

Ko zatiramo pušpanovo veščo, je potrebno uporabiti škropilnice z močnim pritiskom, da zrak s kapljicami dobesedno prevetrí grmiček pušpana tudi v notranjosti. Pomembno je poudariti, da eno tretiranje ne bo dovolj učinkovito, zato je potrebno tretiranja ponavljati, še posebno, ker ima škodljivec več rodov na leto. Ravno tako nobeno sredstvo ne zagotavlja dolgotrajnega varstva. Močno poškodovan pušpan je priporočljivo uničiti, npr. s sežigom ali z zakopom v tla. Če je preživelo več gosenic, bodo najverjetneje ponovno napadle pušpan.

## 6 SKLEPI

V letu 2014 smo opazili povečan obseg poškodb na okrasnih rastlinah iz rodu *Buxus*, ki so jih povzročile gosenice pušpanove vešče. Največ poškodb je bilo zaznati predvsem v okrasnih vrtovih na območju Dolenjske in Posavja. Glavni vzrok za tako hitro širjenje je v tem, da se je v zadnjih letih zelo razširilo trgovanje z napadenimi rastlinami ter za škodljivca ugodno podnebje v Sloveniji. Vešča je sicer dober letalec, vendar ni sposobna premagovati velikih razdalj. V Sloveniji je pušpan močno prisoten kot parkovna rastlina, raste pa tudi avtohtono v naravi. Težava, ki pri tem lahko nastane, je uničenje zelo starih rastlin, ki imajo tudi družinsko tradicijo. Zato bi bilo potrebno njihovem ohranjanju posvetiti večjo pozornost, predvsem z zatiranjem škodljivih organizmov, ki se pojavljajo na pušpanu.

## 7 LITERATURA

Planinšek, V. Škodljivci in bolezni na pušpanih (*Buxus*), slovensko društvo za kulturo vrtov in narodne zbirke rastlin

[http://www.svz-si.eu/sl/Bolezni\\_in\\_skodljivci/Skodljivci\\_in\\_bolezni\\_na\\_puspanih\\_Buxus/](http://www.svz-si.eu/sl/Bolezni_in_skodljivci/Skodljivci_in_bolezni_na_puspanih_Buxus/)

Marion, L., Grmovšek, T., Jurc, M. 2013. Pušpanova vešča (*Cydalima perspectalis*) se širi po Sloveniji. Seminar in delavnica iz varstva gozdov, Maribor.

Matošević, D. 2013. Hrvatski šumarski institut Šimširov moljac (*Cydalima perspectalis*) novi invazivni štetnik šimšira u Hrvatskoj

[http://en.wikipedia.org/wiki/Cydalima\\_perspectalis](http://en.wikipedia.org/wiki/Cydalima_perspectalis)

Seljak, G. 2012. Six new alien phytophagous insect species recorded in Slovenia in 2011. Acta entomologica slovenica, 20, 1: 38-40

**FIRST RECORDS OF BOUGAINVILLEA MEALYBUG (*Phenacoccus peruvianus* Granara de Willink, 2007) AND MADEIRA MEALYBUG (*Phenacoccus madeirensis* Green, 1923) (Hemiptera: Pseudococcidae) IN CROATIA**

Tatjana MASTEN MILEK<sup>1</sup>, Mladen ŠIMALA<sup>2</sup>, Vjekoslav MARKOTIĆ<sup>3</sup>

<sup>1,3</sup>Croatian Centre for Agriculture, Food and Rural Affairs, Zagreb, Republic of Croatia

<sup>2</sup>Croatian Centre for Agriculture, Food and Rural Affairs – Institute for Plant Protection, Zagreb, Republic of Croatia

**ABSTRACT**

Bougainvillea mealybug (*Phenacoccus peruvianus*) and Madeira mealybug (*Phenacoccus madeirensis*) are new scale insect species in Croatia. Bougainvillea mealybug was first recorded in Croatia in June 2014 on *Bougainvillea spectabilis* Willd. and *Lantana camara* L. on the island of Brač. Madeira mealybug was found for the first time in Croatia in October 2014 on *L. camara* in Dubrovnik. Both species cause damage on ornamentals via excretion of honeydew accompanied by sooty mould that decreases ornamental value of the plants. Bougainvillea mealybug originates from Southern America and was first described in 2007. Prior to being named, it had already been introduced to Europe and has spread throughout the Mediterranean. It is polyphagous, occurring on woody plants belonging to 9 families: Acanthaceae, Amaranthaceae, Asclepiadaceae, Asteraceae, Aucubaceae, Myoporaceae, Nyctaginaceae, Scrophulariaceae and Solanaceae. It feeds most frequently on bougainvillea. The mealybug can be recognised by the lack of marginal wax filaments, which are usually present in other mealybugs. Madeira mealybug is a Neotropical species that originates from Southern America. It is a polyphagous species recorded on 154 plant species belonging to 42 plant families. Today it is spread throughout the world. In Europe it has been recorded in Italy, France, Portugal, Spain, Greece and Turkey. Further investigations are needed for both species, in order to establish their current distribution and possibilities of their domestication in Croatian climate. 7 species from genus *Phenacoccus* are registered in Croatia.

**Key words:** first record, *Phenacoccus peruvianus*, *Phenacoccus madeirensis*, Croatia

**1 INTRODUCTION**

The genus *Phenacoccus* Cockerell, 1893 (fam. Pseudococcidae) comprises of 204 species worldwide, including 58 species in Europe (Ben-Dov *et al.*, 2014). 7 species from genus *Phenacoccus* are registered in Croatia. *Phenacoccus peruvianus* Granara de Willink, 2007 - bougainvillea mealybug and *Phenacoccus madeirensis* Green, 1923 - madeira mealybug were found for the first time in 2014 and they are new members for Croatian fauna (Masten Milek *et al.*, 2015). Both species are extremely polyphagous. They can cause damage on ornamentals via excretion of honeydew accompanied by sooty mould that decreases ornamental value of the plants.

---

<sup>1</sup> dr. sc., Svetošimunska 25, HR-10000 Zagreb, Croatia, e-mail: tatjana.masten@hcphs.hr

<sup>2</sup> dr. sc., Rim 98, HR-10000 Zagreb, Croatia

<sup>3</sup> dipl. ing., Svetošimunska 25, HR-10000 Zagreb, Croatia

## 2 MATERIALS AND METHODS

The list of scale insect of genus *Phenacoccus* in Croatia is based on data from the literature on faunistic investigations and on data from our own faunistic investigation which was carried out between 2005-2014 in all 21 counties of the Republic of Croatia. We have used the complete faunistic data relevant for Croatia available to us, namely: Lindinger (1912), Radosavljević (1923), Kovačević (1952), Schmidt (1956), Žak-Ogaza (1967), Masten Milek (2007), and Masten Milek & Šimala (2007).

Faunistic investigation - survey was carried out as follows:

- Visual inspection of potentially infested plant material with the help of a magnifying lens of 10x magnification.
- Collecting of host plant material infested with scale insects (leaves and stems) in plastic bags, labelling each sample with collection data (country, locality details, host plant, any damage symptoms, collectors name, samples number, date).
- Observation of field characters of collected specimens under the dissecting stereo microscope Olympus SZ 51. Taking photos of scales by digital camera Olympus 510 UZ.
- Slide mounting according to methods of Watson & Chandler (1999).
- Microscopic identification on the basis of morphological characteristics of adult females according to keys by Granara de Willink & Szumik (2007), and Williams & Granara de Willink (1992).
- Microscopic slide labelling with all data relevant for faunistic entry.

## 3 RESULTS AND DISCUSSION

319

Up to Williams and Granara de Willink (1992), species of genus *Phenacoccus* have normally broadly oval body, anal lobes are usually at least moderately developed, each lobe often membranous, but sometimes with an anal lobe bar. Antennae are often 9-segmented, occasionally reduced to 7 or 8 segments. Legs are well developed, usually slender; denticle often present on claw; translucent pores are absent from hind coxae, but often present on hind tibiae and occasionally present on hind femora.

Circulus usually present between abdominal segments III and IV, varying in shape from narrowly oval to broadly oval with lateral projections, occasionally 2 or 3 circuli present. Cerarii are always present and each cerarius has 2 or numerous enlarged, conical to lanceolate setae. Sometimes dorsal cerarii are present. Dorsal setae are normally short and lanceolate, sometimes with trilobular pores around the setal collars. Ostioles are present. Multilocular pores are usually present on venter of abdomen, often present in rows on dorsum. Quinquelocular pores, when present, are on venter only. Tubular ducts usually are elongated, present on venter, and sometimes present on dorsum.

With regard to the genus *Phenacoccus* in Croatia, the data from the literature on faunistic investigations of the scale insects of Croatia and this survey, confirmed the presence of *Phenacoccus aceris* (Signoret, 1875), *Phenacoccus avenae* Borchsenius, 1949, *Phenacoccus interruptus* Green, 1923, *Phenacoccus madeirensis* Green, 1923, *Phenacoccus parietariae* (Lichtenstein, 1881), *Phenacoccus peruvianus* Granara de Willink, 2007 and *Phenacoccus piceae* (Low, 1883) (table 1). Both species, *P. peruvianus* and *P. madeirensis*, have not yet been recorded in Croatia. Information on these species is reported below.

### 3.1. *Phenacoccus peruvianus* Granara de Willink, 2007

*P. peruvianus* originates from Southern America and was first described in 2007. Prior to being named, it had already been introduced to Europe and has spread throughout the

Mediterranean. It is polyphagous, occurring on woody plants belonging to 9 families: Acanthaceae, Amaranthaceae, Asclepiadaceae, Asteraceae, Aucubaceae, Myoporaceae, Nyctaginaceae, Scrophulariaceae and Solanaceae. It feeds most frequently on bougainvillea. In Europe it has been recorded in Italy, France, Portugal, Spain, Greece, Monaco and UK.

Table 1: List of the scale insects species from the genus *Phenacoccus* (fam. Pseudococcidae) in Croatia.

Fam. PSEUDOCOCCIDAE	AUTHOR	YEAR	HOST / DISTRIBUTION
<i>Phenacoccus aceris</i> (Signoret, 1875)	Radosavljević	1922	<i>Castanea vesca</i> Miller / Šibenik
	Radosavljević	1922	<i>Castanea vesca</i> Miller / Metković
	Radosavljević	1922	<i>Castanea vesca</i> Miller / Križevci
	Kovačević	1952	<i>Castanea vesca</i> Miller / Zagreb
	Schmidt	1954	<i>Acer</i> sp. / Zagreb
	Masten Milek	2006	<i>Hedera helix</i> L. / Zag
	Masten Milek	2007	<i>Malus domestica</i> Borkh. / Vodnjan
<i>Phenacoccus avenae</i> Borchsenius, 1949	Masten Milek	2007	<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronq. / Luke Murter
	Masten Milek	2008	<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronq. / Murter
	Masten Milek	2010	<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronq. / Vis
<i>Phenacoccus interruptus</i> Green, 1923	Žak-Ogaza	1965	Graminae / Rab
<i>Phenacoccus madeirensis</i> Green, 1923	Masten Milek	2014	<i>Lantana camara</i> L./ Dubrovnik
<i>Phenacoccus parietariae</i> (Lichtenstein, 1881)	Lindinger	1912	<i>Parietaria officinalis</i> L. / Lošinj
<i>Phenacoccus peruvianus</i> Granara de Willink, 2007	Masten Milek	2014	<i>Bougainvillea glabra</i> Choisy / Sutivan Brač
	Masten Milek	2014	<i>Lantana camara</i> L./ Bol Brač
<i>Phenacoccus piceae</i> (Low, 1883)	Masten Milek	2007	<i>Picea abies</i> L. (Karsten)/Zagreb Mirogoj
	Masten Milek	2007	<i>Picea abies</i> L. (Karsten)/Zagreb Maksimir
	Masten Milek	2011	<i>Picea abies</i> L. (Karsten)/Samobor
<b>7 species</b>	<b>6 authors</b>	<b>19 records</b>	<b>10 hosts</b>

Adult females are elongate oval, greyish with a green tinge, covered in a thin layer of mealy white wax, and attain length of 3 mm. This mealybug can be recognised by the lack of marginal wax filaments, which are usually present in other mealybugs.

Adult and nymph mainly feed on the lower surfaces of the foliage, but are also found on the growing shoots, bark and occasionally the upper leaf surfaces. Infestations of this mealybug are readily detected by the highly conspicuous white wax elongate ovisacs, that form dense groups on the undersides of the foliage and on the stems. The foliage is contaminated with honeydew excreted by mealybugs, which serves as a medium for the growth of sooty moulds, which can disfigure the plants (Malumphy & Eyre, 2011).

### 3.2. *Phenacoccus madeirensis* Green, 1923

*P. madeirensis* is a Neotropical species that originates from Southern America. It is a polyphagous species recorded on 154 plant species belonging to 42 plant families. Today it is spread throughout the world. In Europe it has been recorded in Italy, France, Portugal, Spain, Greece and Turkey.

Adult females have a grey oval body, covered by thin, white mealy wax, with red legs and dark dorsosubmedial bare spots on intersegmental areas of the thorax and abdomen. These areas form 1 pair of dark longitudinal lines on the dorsum. The ovisac covers the entire dorsum, with 18 pairs of lateral wax filaments, the posterior pairs being the longest. They are approximately the length of the body or a little shorter (Papadopoulou & Chryssoides, 2012).

## 4 CONCLUSIONS

In Croatia the genus *Phenacoccus* currently consists of seven species: *P. aceris*, *P. avenae*, *P. interruptus*, *P. madeirensis*, *P. parietariae*, *P. peruvianus* and *P. piceae*. *P. aceris* can be considered as a very polyphagous pest in all parts of Croatia. It can be found very often on *Acer* spp. and *Hedera* spp. *P. piceae* is the pest of the hosts from family Pinaceae, occasionally Taxaceae. *P. madeirensis* and *P. peruvianus* are new scale insect species for the fauna of Croatia. Further investigations are needed for both species, in order to establish their current distribution, hosts and possibilities of their domestication in Croatian climate.

## 5 ACKNOWLEDGEMENTS

Thanks are due to prof. dr. sc. Giuseppina Pellizzari from Dipartimento di Agronomia Ambientale e Produzioni vegetali, Università di Padova, Italy who confirmed the identification of *P. madeirensis* and *P. peruvianus*.

## 6 REFERENCES

- Ben-Dov, Y., Miller, D.R. & Gibson, G.A.P. 2014. ScaleNet: a database of the scale insects of the world. available on <http://www.sel.barc.usda.gov/scalenet/scalenet.htm>
- Granara de Willink, M.C., Szumik, C. 2007. Phenacoccinae de Centro y Sudamérica (Hemiptera: Coccoidea: Pseudococcidae). Sistemática y Filogenia. [Central and South American Phenacoccine (Hemiptera: Coccoidea: Pseudococcidae). Systematics and Phylogeny]. (In Spanish; Summary In English). Revista de la Sociedad Entomológica, Argentina, 66, 1-2: 29-129.
- Kovačević, Ž. 1952. Primjenjena entomologija. II knjiga. Poljoprivredni štetnici. Poljoprivredni nakladni zavod, Zagreb: 99-139.
- Lindinger, L. 1912. Die Schildläuse (Coccidae) Europas, Nordafrikas und Vorder-Asiens, einschliesslich der Azoren, der Kanaren und Madeiras, Stuttgart: 388 pp.
- Malumphy, C., Eyre, D. 2011. Plant Fact Sheet: Bougainvillea Mealybug *Phenacoccus peruvianus*. The Food and Environment Research Agency (FERA), York: 1-4.
- Masten Milek, T. 2007. Fauna štitaštih uši (Insecta: Coccoidea) u Republici Hrvatskoj. doktorska disertacija. Poljoprivredni fakultet, Osijek: 242 pp.
- Masten Milek, T., Seljak, G., Šimala, M., Pintar, M., Bjeliš, M. 2015. Neke nove vrste štetnika na ukrasnom bilju u urbanim sredinama u 2014. godini. Zbornik sažetaka 59. seminara biljne zaštite. Glasilo biljne zaštite, 1/2 – dodatak, Zagreb: 14-15.
- Masten Milek, T., Šimala M. 2007. List of the scale insects (Hemiptera: Coccoidea) of Croatia. Proceedings of XI International Symposium on Scale Insect Studies, Oeiras, Portugal. 24-27 September 2007: 105-119.
- Papadopoulou, S., Chryssoides, C. 2012. *Phenacoccus madeirensis* Green, 1923 (Homoptera: Pseudococcidae) on *Ocimum basilicum*: a new geographical record for Greece. EPPO Bulletin, 42, 1: 146-147.
- Radosavljević, D. 1923. Bolesti i štetočine kulturnih biljaka u 1922 g. na teritoriju Kraljevine SHS. Glasnik Ministarstva poljoprivrede i voda. 1, Beograd: 93-117.

- Schmidt, L. 1956. Štitaste uši Hrvatske. Zaštita bilja. 36, Beograd: 5-11.
- Watson, G. W., Chandler, L. R. 1999. Identification of Mealybugs important in Caribbean Region. Commonwealth Science Council and CAB International: 5-39.
- Williams, D.J., Granara de Willink, M.C. 1992. Mealybugs of Central and South America. CAB International, London: 635.
- Žak-Ogaza, B. 1967. Materials to the knowledge of the scale insects fauna of Yugoslavia (Homoptera, Coccoidea). Acta Zool. 9, Cracov: 211-218.

**FIRST RECORDS OF CRAPE MYRTLE APHID (*Sarucallis kahawaluokalani* [Kirkaldy 1906]) AND TULIP-TREE APHID (*Illinoia liriodendri* [Monell 1879]) IN CROATIA**

Maja PINTAR<sup>1</sup>, Tatjana MASTEN MILEK<sup>2</sup>, Mladen ŠIMALA<sup>3</sup>, Gabrijel SELJAK<sup>4</sup>

<sup>1,3</sup>Croatian Centre for Agriculture, Food and Rural Affairs – Institute for Plant Protection, Zagreb, Republic of Croatia

<sup>2</sup>Croatian Centre for Agriculture, Food and Rural Affairs, Zagreb, Republic of Croatia

<sup>4</sup>Agricultural and Forestry Institute of Nova Gorica, Department for Plant protection, Slovenia

**ABSTRACT**

Crape myrtle aphid (*Sarucallis kahawaluokalani*) and tulip-tree aphid (*Illinoia liriodendri*) are new insect species in Croatia. Crape myrtle aphid originates from Southeast Asia but has spread throughout the world. It feeds on ornamental plants from *Lagerstroemia* and *Lawsonia* genera. It causes damage on ornamentals via excretion of honeydew accompanied by sooty mould that decreases ornamental value of the plants. The aphid is recognizable by black markings on the body and wings of an adult aphid and black tubercles on the back. Crape myrtle aphid was first recorded in Croatia in July 2014 on *Lagerstroemia indica* (L.) on the island of Krk. Later investigation showed that it has spread throughout the entire Croatian coast and has since been found in Poreč, Rovinj, Šibenik and Dubrovnik. Tulip-tree aphid is a Nearctic species that originates from North America. It is monoecious holocyclic species that feeds on *Liriodendron tulipifera* (L.). It has been spreading across Europe and Asia with its ornamental host plants and has so far been introduced in the UK, France, Germany, Luxembourg, Italy, Slovenia, Hungary and Greece. The aphid excretes considerable quantities of honeydew accompanied by sooty mould but heavy infestation can cause premature leaves' discoloration and defoliation. Tulip-tree aphid was first recorded in Croatia in August 2014 in Poreč. No further investigation of this aphid was carried out so its real distribution in Croatia is still unknown. Since both species are alien to Europe, further investigations are needed in order to establish their current distribution, possibilities of spread and possibilities of their domestication in Croatian climate.

**Key words:** first record, *Sarucallis kahawaluokalani*, *Illinoia liriodendri*, Croatia

**1 INTRODUCTION**

Crape myrtle aphid (*S. kahawaluokalani*) is an alien aphid species originating from Southeast Asia. With exceptions of henna *Lawsonia inermis* (L.) and pomegranate *Punica granatum* (L.) it is host specific, feeding on *Lagerstroemia* (L.) species (Herbert & Mizell, 2008). Crape myrtle *Lagerstroemia indica* (L.) is an ornamental plant originating from Asia that has been introduced worldwide for ornamental purposes. Very few foliar pests of economic importance attack crape myrtle with *S. kahawaluokalani* being one of them (Mizell *et al.*, 2002). *S. kahawaluokalani* was first described from specimens collected in Hawaii by Kirkland (Herbert & Mizell, 2006). In Palaearctic region *S. kahawaluokalani* was registered for the first

---

<sup>1</sup> dipl. ing., Rim 98, HR-10000 Zagreb, Croatia, e-mail: maja.pintar@hcphs.hr

<sup>2</sup> dr. sc., Svetosimunska 25, HR-10000 Zagreb, Croatia

<sup>3</sup> dr. sc., Rim 98, HR-10000 Zagreb, Croatia

<sup>4</sup> mag., Pri hrastu 18, SI-5000 Nova Gorica, Slovenia

time in Italy in 1984 (Patti, 1984), and today its presence is known from France, Germany, Spain, Greece (Kondo & Cortes, 2014), Slovenia (Seljak, 2013) and Croatia.

Tulip-tree aphid (*I. liriodendri*) is an alien aphid species originating from North America. The species feeds on tulip tree *Liriodendron tulipifera* (L.) and has been spreading across Europe and Asia through international trade of its ornamental host plants. It was first identified in San Jose, California in 1974. In Europe it was first registered in France in 1998 (Rabasse *et al.*, 2005) and has since been introduced in the UK, Germany, Slovenia (EPPO, 2007), Italy (Limonta 2001), Hungary, Luxembourg and Greece (Boszik, 2012). The species has also been found in Japan in 1999 (Sugitomo, 1999) and South Korea in 2008 (Kim *et al.*, 2011).

## 2 MATERIALS AND METHODS

Faunistic investigations aimed at these aphid species were carried out in 2014 in Istarska, Primorsko-goranska, Šibensko-kninska and Dubrovačko-neretvanska county of Croatia. *S. kahawaluokalani* and *I. liriodendri* were found during inspections in nurseries, garden centres and public greenery along the Croatian coast. Potential 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 (leaves and stems) 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). 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).

324

## 3 RESULTS AND DISCUSSION

*S. kahawaluokalani* was first recorded in Croatia in July 2014 on *Lagerstroemia indica* (L.) in one garden centre in Malinska (45°7'30''N, 14°31'43''E; UTM 33 T VK 6397 presented on Figure 1) on the island of Krk. Later investigations showed that the aphid has spread throughout the entire Croatian coast and has since been found in Poreč (45°13'37''N, 13°35'41''E; UTM 33 T UL 9009 presented on Figure 1), Rovinj (45°4'52''N, 13°38'19''E; UTM 33 T UK 9393 presented on Figure 1), Šibenik (43°44'6''N, 15°53'42''E; UTM 33 T WJ 7343 presented on Figure 1) and Dubrovnik (42°39'2''N, 18°5'39''E; UTM 34 T BN 6126 presented on Figure 1). Dates of each record of *S. kahawaluokalani* along with finding sites are presented in Table 1.

Colonies of *S. kahawaluokalani* found on *Lagerstroemia indica* were composed of nymphs and winged females. According to Herbert & Mizell (2008), nymphs of *S. kahawaluokalani* are yellow in colour with black, hair-like projections protruding from their abdomen. Adults are yellow, with black spots on body and wings, and have two large black tubercles that project from their dorsum. Alatae are broad-bodied, pale yellow or yellow-green. Many aphids produce winged adults for dispersal, but usually do so in response to overcrowding of the host plant or a sudden drop in host plant quality. Unlike the majority of other aphids, adults of *S. kahawaluokalani* are, except for oviparae, winged and capable of dispersing. *S. kahawaluokalani* produces honeydew that promotes the growth of black sooty mould from the genus *Capnodium* that can turn the entire plant an unsightly black colour, detracting from the visual aesthetic. *S. kahawaluokalani* are attacked by a variety of insect predators, but are not known to harbour any parasitoids. Lacewings (Chrysopidae), flower flies (Syrphidae), lady beetles (Coccinellidae) and other general predators feed on *S. kahawaluokalani*.



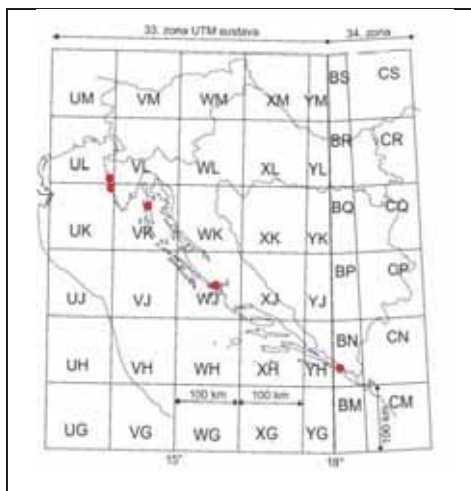


Figure 1: UTM grid of Republic of Croatia and finding places of *S. kahawaluokalani*.

Table 1: Locations and dates for each record of *S. kahawaluokalani* in 2014.

Species	Plant family	Host plant	Locality	Date
<i>Sarucallis kahawaluokalani</i> (Kirkaldy, 1906)	Lythraceae	<i>Lagerstroemia indica</i> L.	Malinska-Krk	11.7.2014.
			Poreč	22.8.2014.
			Rovinj	3.10.2014.
			Šibenik	20.06.2014.
			Dubrovnik	30.10.2014.

325

*I. lirioidendri* was first recorded in Croatia in August 2014 on *Liriodendron tulipifera* (L.) in Poreč (45°13'37''N, 13°35'41''E; UTM 33 T UL 9009 presented on Figure 2). Further investigation of this aphid is required in order to establish its real distribution in Croatia. Date of the record is presented in Table 2.

According to Van Driesche *et. al.* (2012), *I. lirioidendri* is a relatively large aphid (1.7-2.0 mm), spindle-shaped, pale green and lightly dusted with wax. Apteræ are spindle-shaped, with black antennæ and siphunculi, except at bases. Legs are pale green except for black tibial apices and tarsi. A red colour form also occurs. The aphid excretes considerable quantities of honeydew accompanied by sooty mould but heavy infestation can cause premature leaves' discoloration and defoliation. Among the natural enemies of *I. lirioidendri* are various species of parasitic wasps, lacewings (Chrysopidae) and lady beetles (Coccinellidae).

*S. kahawaluokalani* and *I. lirioidendri* do not cause economic damage to ornamental plants that serve as their hosts but decrease their ornamental value through excretion of honeydew and subsequent occurrence of sooty mould.



Figure 2: UTM grid of Republic of Croatia and finding places of *I. liriodendri*.

Table 2: Location and date of the record of *I. liriodendri* in 2014

Species	Plant family	Host plant	Locality	Date
<i>Illinoia liriodendri</i> (Monell 1879)	Magnoliaceae	<i>Liriodendron tulipifera</i> (L.)	Poreč	22.8.2014.

326

#### 4 CONCLUSIONS

*S. kahawaluokalani* and *I. liriodendri* are new insect species for Croatia recorded for the first time in 2014. Both species are alien to Europe. They decrease ornamental value of their host plants through excretion of honeydew and subsequent occurrence of sooty mould. Increase in international trade of commodities as well as constant and ever increasing climate change influence the rate and numbers of introductions of alien species. Since both aphid species are alien to Europe, further investigations are needed in order to establish their current distribution, possibilities of spread and possibilities of their domestication in Croatian climate.

#### 5 REFERENCES

- Blackman, R. L., Eastop, V. F., 1994. Aphids on the world's trees. An identification and Information Guide. CAB International; Wallingford, UK: 987 p.
- Blackman, R. L., Eastop, V. F., 2000. Aphids on the world's crops. An identification and information guide. Wiley; Chichester, UK: 476 p.
- Bozsik, A., 2012. Spread and occurrence of tulip tree aphid in Europe: new record of *Illinoia liriodendri* (Monell, 1879) (Hemiptera: Aphididae) from Hungary. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin, 42: 154-157.
- EPPO, 2007. Aphid species recently reported as new introductions. EPPO Reporting Service No. 2 pp. 23. <https://archives.eppo.int/EPPORreporting/2007/Rse-0702.pdf>
- Herbert, J.J., Mizell, R. F., 2008. Crapemyrtle aphid, *Sarucallis kahawaluokalani* (Kirkaldy) (Hemiptera: Aphididae) in Capinera, L. J., 2008. Encyclopedia of Entomology Volume 1, Springer: 4346 pp.
- Kim, H., Choi, H., Ji, J., Jang, Y., Lee, S. 2011. New record of *Illinoia liriodendri* (Hemiptera: Aphididae) from Korea: North American exotic on tulip tree, *Liriodendron tulipifera*. Journal of Asia-Pacific Entomology, 14: 277-280.

- Kondo, T., Cortes, R. S., 2014. *Sarucallis kahawaluokalani* (Kirkaldy) (Hemiptera: Aphididae), a new invasive aphid on San Andres island and mainland Colombia, with notes on other adventive species. *Insecta Mundi* 0362: 1-10.
- Limonta, L. 2001. Heavy infestation of *Illinoia liriodendri* (Monell) (Rhynchota, Aphididae) in gardens in northern Italy. *Bollettino di Zoologia Agraria e di Bachicoltura*, 33: 133-136.
- Mizell, F. M., Bennett, D. F., Reed, K. D., 2002. Unsuccessful search for parasites of the crape myrtle aphid, *Tinocallis kahawaluokalani* (Homoptera: Aphididae). *Florida Entomologist*, 85, 3: 521-523.
- Patti, I. 1984. Un afide nocivo alla *Lagerstroemia* in Italia. *Informatore Fitopatologico*, 34, 12.
- Rabasse, J.M., Drescher, J., Chaubet, B., Limonta, L., Turpeau, E., Barbagallo, S., 2005. On the presence in Europe of two *Illinoia* aphids of North American origin (Homoptera, Aphididae). *Bollettino di Zoologia Agraria e di Bachicoltura Serie II* 37: 151-168.
- Seljak, G. 2013. Dinamika vnosa tujerodnih fitofagnih žuželk in pršic v Slovenijo. *Acta Entomologica Slovenica*, 21, 2: 85-122.
- Sugitomo, S. 1999. Occurrence of *Illinoia liriodendri* (Monell) (Homoptra: Aphididae) in Japan. *Entomological Science*, 2: 89-91.
- Van Driesche, R.G., LaForest, J.H., Barger, C.T., Reardon, R.C., Herlihy, M. 2012. Forest Pest in North America: a Photographic Guide. USDA Forest Service. Forest Health Technology Enterprise Team. Morgantown, WV. FHTET-2012-02.
- Zuparko, R. L., Dahlsten, D. L., 1993. Survey of the parasitoids of the tuliptree aphid *Illinoia liriodendri* (Hom: Aphidiade) in Northern California. *Entomophaga*, 38, 1: 31-40.

## ODZIV NEKATERIH ŠKODLJIVCEV KAPUSNIC NA SADIKE BROKOLIJA, OBOGATENE S SELENATOM

Kristina UGRINOVIĆ<sup>1</sup>, Mojca ŠKOF<sup>2</sup>, Špela MECHORA<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Kmetijski inštitut Slovenije, Oddelek za poljedelstvo, vrtnarstvo, genetiko in žlahtnjenje,  
Ljubljana

<sup>3</sup>Univerza v Mariboru, Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Oddelek za biologijo,  
Maribor

### IZVLEČEK

Pri pridelavi kapusnic v naših ekoloških razmerah z vidika varstva rastlin največ težav povzročajo škodljivci. Zaradi vse manjšega izbora sredstev za varstvo rastlin je potrebno poiskati alternativne možnosti varstva. Dosedanje raziskave na rastlinah s sposobnostjo kopičenja selena (Se) kažejo, da lahko nakopičeni Se rastlinam na različne načine služi kot obramba pred škodljivimi organizmi. V poskusih, ki jih predstavljamo v tem prispevku, smo preverjali, kako se dva pomembnejša škodljivca kapusnic, t. j. kapusova muha (*Delia radicum*) in kapusovi bolhači (*Phyllotreta* spp.), odzivata na rastline brokolija, ki smo jim dodali Se v obliki natrijevega selenata. Preliminarni lončni poskus smo izvedli v nadzorovanih razmerah poskusnega rastlinjaka. Sadikam brokolija smo v substrat dodali 0, 25, 37,5 ali 50 µg Se, jih nato presadili v lonce in jim dodali ličinke kapusove muhe. Dva tedna pozneje so bile kontrolne rastline najnižje in so imele najmanj listov, najvišje pa so bile rastline, ki smo jim dodali 37,5 µg Se. Mesec dni po dodajanju Se, ko smo poskus zaključili, so bile rastline, ki smo jim dodali 37,5 µg Se, še vedno najvišje, imele pa so tudi najmanj poškodovane korenine. Pri ostalih parametrih (število listov, masa rastlin in število ličink) ob zaključku poskusa med postopki ni bilo značilnih razlik. V poljskem poskusu smo primerjali le sadike, ki smo jim dodali 25 µg Se in kontrolne sadike, ki jim Se nismo dodali. Pokazalo se je, da so samice kapusove muhe k sadikam, ki jim je bil dodan Se, odložile več jajčec kot h kontrolnim sadikam. Kljub temu smo ob spravlilu poskusa pri rastlinah, ki jim je bil dodan Se, našli manj bub kapusove muhe kot pri kontrolnih rastlinah. Tudi kapusove bolhače so mlade rastline, ki jim je bil dodan Se, privlačile bolj kot kontrolne rastline, saj so na listih prvih povzročili več poškodb.

**Ključne besede:** *Brasica oleracea*, *Delia radicum*, *Phyllotreta* spp., selen, varstvo rastlin

### ABSTRACT

#### RESPONSE OF SOME BRASSICA PESTS TO BROCCOLI TRANSPLANTS ENRICHED WITH SELENATE

In vegetable brassicas production the main problems in pest management in our ecological conditions are caused by insects. Due to reduced assortment of plant protection products alternative strategies of plant protection are needed. Earlier studies, performed on selenium (Se) accumulating plants, have shown that Se accumulated in plant tissue can act as defence against pests. The trials presented in this paper aimed to check the response of two

---

<sup>1</sup> dr. agr. znan., Hacquetova ulica 17, SI-1000 Ljubljana, e-mail: kristina.ugrinovic@kis.si

<sup>2</sup> univ. dipl. inž. agr., prav tam

<sup>3</sup> doc. dr. biol. znan., Koroška cesta 160, SI-2000 Maribor

major brassica pests, i.e. cabbage root fly (*Delia radicum*) and cabbage flea beetles (*Phyllotreta* spp.), on broccoli plants treated with Se in the form of sodium selenate. Preliminary pot trial was conducted under the controlled conditions in experimental glasshouse. The broccoli transplants were supplemented with 0, 25, 37.5 or 50 µg Se to the growing substrate. Afterwards the transplants were transplanted to bigger pots and the larvae of *D. radicum* were added. Two weeks later the control plants were the shortest and had the least number of leaves, while the plants treated with 37.5 µg Se were the highest. One month after the Se treatment when the experiment was terminated, the plants treated with 37.5 µg Se were still the highest and had the least damaged roots. For other parameters (number of leaves, plant weight and the number of larvae) also recorded at the end of trial, the differences between the treatments were not significant. Under the field conditions only transplants treated with 25 µg Se and control transplants without Se treatment were compared. Females of cabbage root fly laid more eggs to transplants treated with Se than to control plants. Despite that, the number of pupae recovered at harvest was significantly less for Se treated plants than for untreated control. Young broccoli plants treated with Se also attracted more flea beetles which caused more damage on Se treated than on control plants.

**Key words:** *Brasica oleracea*, *Delia radicum*, *Phyllotreta* spp., selenium, plant protection

## 1 UVOD

329

V Sloveniji varstvo kapusnic pred škodljivci temelji na uporabi dovoljenih kemičnih sredstev, a pogosto ni dovolj uspešno. Med vsemi škodljivimi organizmi, ki se v Sloveniji pojavljajo na kapusnicah, so škodljivci tisti, ki povzročajo največ škode, zato jih je potrebno redno zatirati. Največ škode naredijo kapusovi bolhači (*Phyllotreta* spp.), kapusova muha (*Delia radicum*) in kapusova sovka (*Mamestra brassicae*). Povečuje se delež škode zaradi kapusovega molja (*Plutella xylostella*), kapusove hrčice (*Contarinia nasturtii*) in kapusovega ščitkarja (*Aleyrodes proletella*) (Ugrinović *et al.*, 2013).

*Phyllotreta* spp. (Coleoptera: Chrysomelidae) spadajo med najpomembnejše škodljivce na listih križnic in njihovo zatiranje je gospodarsko upravičeno (Trdan *et al.*, 2005). Največ škode naredijo odrasli bolhači s hranjenjem na listih (Natwick *et al.*, 2010). Ob množičnem pojavu lahko popolnoma uničijo ali močno zavrejo rast sejančkov (Natwick *et al.*, 2010) in mladih rastlin (Palaniswamy in Lamb, 1992). Na starejših rastlinah poškodujejo predvsem zunanje liste, redko pa povzročijo gospodarsko škodo (Natwick *et al.*, 2010).

*D. radicum* (L.) (Diptera: Anthomyiidae) je pomemben škodljivec kapusnic v S Ameriki in Evropi (Coaker in Finch, 1971; Whistlecraft *et al.*, 1985; Biron *et al.*, 2000) in najpomembnejši škodljivec korenin kapusnic (Finch in Collier, 2000). Ličinke z objedanjem poškodujejo koreninski sistem pri kapusnicah. Najbolj občutljive so mlade rastline v obdobju enega meseca po presajanju, na starejših zdravih rastlinah pa ob zmernem napadu kapusove muhe ni opaziti večje škode (Natwick *et al.*, 2010). Uporaba insekticidov za zatiranje kapusove muhe je zelo omejena, zato je potrebno poiskati alternativne rešitve varstva kapusnic pred tem škodljivcem (Ferry *et al.*, 2009; Blackshaw *et al.*, 2012).

Dosedanje raziskave na rastlinah s sposobnostjo kopičenja Se kažejo, da lahko nakopičeni Se rastlinam na različne načine služi kot obramba pred škodljivimi organizmi – lahko gre za toksično delovanje rastlinskega tkiva z visoko vsebnostjo Se ali pa za odvrčalno delovanje hlapnih Se spojin. Znano je, da križnice lahko privzamejo, akumulirajo in metabolizirajo anorganski Se v organskega. Zelo malo pa je znanega o vplivu Se na škodljive organizme pri gojenih rastlinah. Dosedanje raziskave so pokazale, da žuželke akumulirajo Se, vendar je podatkov o vplivu tega elementa na njihovo rast in preživetje zelo malo (Trumble *et al.*, 1998). Laboratorijske raziskave na *B. juncea* so pokazale, da je v rastlinah akumulirani Se

odvračalno deloval na sovko *Trichoplusia ni* in povečal njeno smrtnost (Bañuelos *et al.*, 2002) ter obvaroval rastline pred repnim belinom (*Pieris rapae*) (Hanson *et al.*, 2003). V poskusih, ki jih predstavljamo v tem prispevku, smo ugotavljali, kako se dva pomembnejša škodljivca kapusnic, t.j. kapusova muha (*Delia radicum* L.) in kapusovi bolhači (*Phyllotreta* spp.), odzivata na rastline brokolija, ki smo jim dodali Se v obliki natrijevega selenata.

## 2 MATERIALI IN METODE

Sadike brokolija (*Brassica oleracea* var. *italica*), sorte Montop (Syngenta), smo spomladi 2014 vzgojili v rastlinjaku pri naravni osvetlitvi. Sadike smo gojili v polietilenskih setvenih ploščah napolnjenih s šotnim substratom (Klasman, Podgrond P), jih redno zalivali in dognojevali s tekočim gnojilom (NPK 10-3-5 z mikrohranili). V razvojni fazi 4 listov smo sadikam v substrat dodali Se v obliki natrijevega selenata.

### 2.1 Lončni poskus

Po 3 sadikam smo dodali 0, 25, 37,5 ali 50  $\mu\text{g}$  Se, naslednji dan pa smo jih pazljivo s celotno koreninsko grudo presadili v 2 l lonce napolnjene s šotnim substratom (Klasman, Podgrond P). K vsaki rastlini smo dodali po 5 ličink (2. stopnja) kapusove muhe, ki smo jih nabrali z napadenih rastlin brokolija na njivi. Rastline smo redno zalivali in dognojevali.

Po 2 tednih smo izmerili višino rastlin in prešteli število listov. Ob zaključku poskusa (4 tedne po dodajanju Se) smo ponovno izmerili višino rastlin in prešteli število listov. S korenin smo pazljivo očistili substrat in nežno sprali korenine pod tekočo vodo. Stehali smo maso celih rastlin, ocenili poškodbe korenin in prešteli število ličink.

330

### 2.2 Poljski poskus

Primerjali smo le kontrolne sadike in sadike, ki smo jim dodali 25  $\mu\text{g}$  Se. Tri dni po dodajanju Se (17. april) smo sadike presadili na njivo. Poskus za vrednotenje poškodb kapusovih bolhačev in ličink kapusove muhe je bil zastavljen v 4 ponovitvah s slučajnim razporedom, poskus za spremljanje odlaganja jajčec kapusove muhe pa v 2 ponovitvah.

Odlaganje jajčec kapusove muhe smo spremljali s pomočjo pasti iz filca. Le-te so bile nameščene na 8 rastlinah v sredini vsake od obeh opazovalnih parcel. Jajčeca smo šteli vsakih 3 do 5 dni.

Vsa opazovanja in meritve na rastlinah smo opravili na 20 osrednjih rastlinah na vsaki od poskusnih parcel. Mesec dni po presajanju smo v skladu z lestvico OEPP/EPPO (2002) ocenili delež listne površine, ki so jo poškodovali bolhači. Ob spravi poskusa, ki smo ga opravili v času tehnološke zrelosti rož, 17. junija, smo prešteli število bub kapusove muhe.

### 2.3 Statistična analiza

Rezultate smo statistično ovrednotili z analizo variance (ANOVA). Razlike med povprečji posameznih obravnavanj smo določili z LSD. Vsa testiranja smo opravili pri 95 % zaupanju ( $p < 0,05$ ).

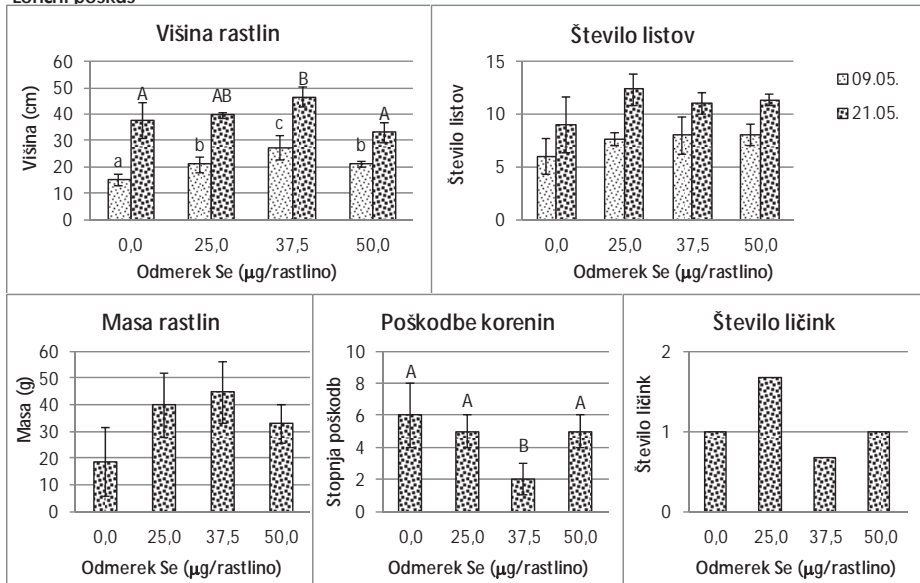
## 3 REZULTATI IN RAZPRAVA

### 3.1 Lončni poskus

Dva tedna po dodajanju Se in ličink kapusove muhe so bile kontrolne rastline najnižje in so imele najmanj listov, najvišje so bile rastline, ki smo jim dodali 37,5  $\mu\text{g}$  Se. Ob zaključku poskusa so bile rastline, ki smo jim dodali 37,5  $\mu\text{g}$  Se, še vedno najvišje, imele pa so tudi

najmanj poškodovane korenine. Pri ostalih parametrih (število listov, masa rastlin in število ličink) med postopki ni bilo značilnih razlik (slike 1 do 5). V nasprotju s pričakovanji, se do zaključnega vrednotenja ličinke kapusove muhe niso zabubile, zato smo prešteli število preživelih ličink.

#### Lončni poskus

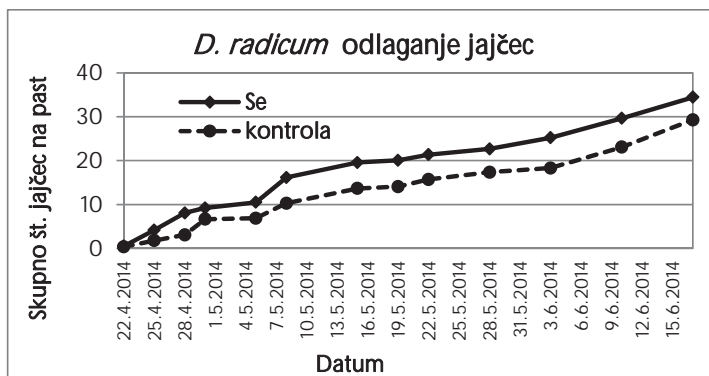


Slike 1-5: Višina rastlin, število listov (oboje 2 in 4 tedne po dodajanju Se(VI)), masa rastlin, poškodbe korenin in število ličink kapusove muhe (vse troje 4 tedne po dodajanju Se(VI)) pri kontrolnih rastlinah in rastlinah z dodanim Se(VI) v lončnem poskusu (n=3).

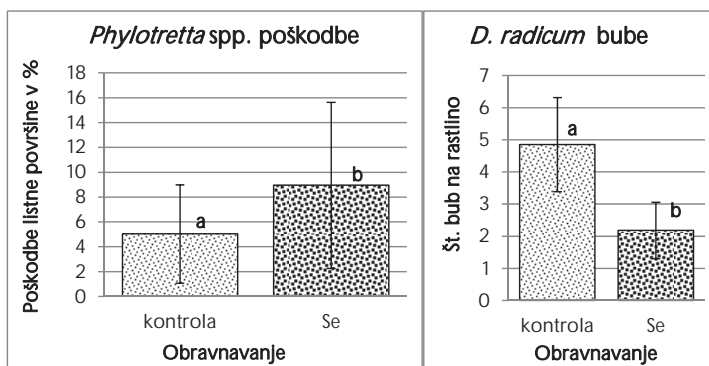
### 3.2 Poljski poskus

Samice kapusove muhe so k sadikam, ki jim je bil dodan Se, v celotnem obdobju odložile več jajčec (okoli 35 na rastlino) kot h kontrolnim sadikam (okoli 30 na rastlino) (slika 6). Razlika v skupnem številu odloženih jajčec med obravnavanjema sicer ni bila statistično značilna. Podrobnejša primerjava po posameznih datumih opazovanj pa kaže, da so muhe v začetnem obdobju rastne dobe (t.j. ob štetju 28.04. in 05.05.) značilno več jajčec odložile k sadikam, ki jim je bil dodan Se. Pozneje večjih razlik med obema obravnavanjema ni bilo.

Kljub temu, da so muhe k rastlinam, ki jim je bil dodan Se, odložile nekaj več jajčec kot k kontrolnim rastlinam, smo ob spravlilu poskusa pri rastlinah, ki jim je bil dodan Se, našli manj bub kapusove muhe kot pri kontrolnih rastlinah. Tudi kapusove bolhače so mlade rastline, ki jim je bil dodan Se, privlačile bolj kot kontrolne rastline, saj so na listih prvih povzročili več poškodb (sliki 7 in 8).



Slika 6: Skupno število jajčec kapusove muhe na rastlino v rastni dobi (n=16) pri kontrolnih rastlinah in rastlinah z dodanim Se (VI) v poljskem poskusu.



Sliki 7-8: Poškodbe listov zaradi bolhačev en mesec po presajanju (n=80) in število bub kapusove muhe ob spravilu (n=20) pri kontrolnih rastlinah in rastlinah z dodanim Se (VI) v poljskem poskusu.

332

#### 4 SKLEPI

Preliminarni poskusi o vplivu selenata, dodanega sadikam brokolija na dva pomembnejša škodljivca kapusnic, t.j. kapusovo muho (*Delia radicum*) in kapusove bolhače (*Phylotreta* spp.), kažejo, da dodajanje Se vpliva na odziv obeh škodljivcev, zato bi ga veljalo podrobneje preučiti.

#### 5 ZAHVALA

Prispevek je bil delno podprt s sredstvi 7. okvirnega programa EU (FP7/2007-2013), v okviru projekta PURE (številka pogodbe 265865).

#### 6 VIRI

Bañuelos, G. S., Vickerman, D. B., Trumble, J. T., Shannon, M. C., Davis, C. D., Finley, J. W., Mayland H. F. 2002. Biotransfer possibilities of Selenium from plants used in phytoremediation. *International Journal of Phytoremediation*, 4, 4: 315-329.



- Biron, D.G., Landry, B.S., Nénon, J.P., Coderre, D., Boivin, G. 2000. Geographical origin of an introduced pest species, *Delia radicum* (Diptera: Anthomyiidae), determined by RAPD analysis and egg micromorphology. *Bulletin of Entomological Research*, 90, 1: 23-32.
- Blackshaw, R. P., Vernon, R. S., Prasad, R. 2012. Reduction of *Delia radicum* attack in field brassicas using a vertical barrier, *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 144, 2: 145–156.
- Coaker, T., Finch, S. 1971. The cabbage root fly, *Erioschia brassicae* (Bouche), Report of the National Vegetable Research Station for 1970, 23–42.
- Finch, S., Collier, R. H. 2000. Integrated pest management in field vegetable crops in northern Europe - with focus on two key pests, *Crop Protection*, 19, 8-10: 817-824.
- Hanson, B., Garifullina, G. F., Lindbloom, S. D., Wangeline, A., Ackley, A., Kramer, K., Norton, A. P., Lawrence, C. B., Pilon-Smith, E. A. H. 2003. Selenium accumulation protects *Brassica juncea* from invertebrate herbivory and fungal infection, *New Phytologist*, 159: 461–469.
- Natwick, E. T., Koike, S. T., Subbarao, K. V., Westerdahl, B. B., Ploeg, A., Smith, R. F., Fennimore, S. A., Daugovish, O., Le Strange, M., Turini, T. A., Osienski, K. A. 2010. UC Pest Management Guidelines: Cole Crops. Davies, University of California: 73 str. Dostopno na: <http://www.ipm.ucdavis.edu/PDF/PMG/pmgcolecrops.pdf>
- OEPP/EPPO 2002. EPPO Standards - Efficacy evaluation of plant protection products - PP 1/218(1) *Phyllotreta* spp. on rape, *Bull. OEPP/EPPO Bulletin*, 32, 2: 361-365.
- Palaniswamy, P., Lamb, R. J. 1992. Host preferences of the flea beetles *Phyllotreta cruciferae* and *P. striolata* (Coleoptera: Chrysomelidae) for crucifer seedlings, *Journal of Economic Entomology*, 85, 3: 743-752.
- Trdan, S., Valič, N., Žnidarčič, D., Vidrih, M., Bergant, K., Zlatič, E., Milevoj, L. 2005. The role of Chinese cabbage as a trap crop for flea beetles (Coleoptera: Chrysomelidae) in production of white cabbage, *Scientia Horticulturae*, 106, 1-3: 12-24.
- Trumble, J. T., Kund, G. S., White, K. K. 1998. Influence of form and quantity of selenium on the development and survival of an insect herbivore, *Environmental pollution*, 101: 175-182.
- Ugrinovič, K., Škof, M., Žerjav, M., Modic, Š., Razinger, J., Urbančič Zemljič, M. 2013. Varstvo kapusnic pred škodljivci – stanje, možnosti in izzivi v integrirani pridelavi v Sloveniji, V: S. Trdan in J. Maček (ur.), Zbornik predavanj in referatov 11. Slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin z mednarodno udeležbo (in okrogle mize o zmanjšanjutveganja zaradi rabe FFS v okviru projekta CropSustaln), Bled 2013. Ljubljana, Društvo za varstvo ratlin Slovenije: 266-272.
- Whittlecraft, J. W, Tolman, J. H, Harris, C. R. 1985. *Delia radicum*, In: P. Singh and R. F. Moore, Ed. *Handbook of Insect Rearing*, Vol. II, Elsevier, Amsterdam, 67–73.

## POJAVI NEKROZ NA LISTIH JABLANE V POVEZAVI Z GLIVAMI IZ RODOV *Marssonina*, *Colletotrichum* IN *Alternaria* V SLOVENIJI

Alenka MUNDA<sup>1</sup>, Vojko ŠKERLAVAJ<sup>2</sup>, Domen BAJEC<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Kmetijski inštitut Slovenije, Oddelek za varstvo rastlin, Ljubljana

<sup>3</sup>KGZS – Zavod Novo mesto, Služba za varstvo rastlin, Novo mesto

### IZVLEČEK

Nekroze na listih jablane, ki smo jih zadnja leta pri nas že večkrat zasledili, so se v letu 2014 pojavile v epifitotičnih razsežnostih v številnih nasadih jablan. Obolelo listje je rumenelo, rjavelo in prezgodaj odpadlo, močnejše okužena drevesa pa so povsem ogolela že sredi avgusta. Najmočnejše so bili prizadeti ekološki in travniški nasadi jablan, med sortami pa zlasti 'Topaz' in 'Zlati delišes'. Za raziskavo etiologije pojava smo zbrali 58 primerkov simptomatičnih listov različnih sort jablan. Pri vzorčenju smo zajeli nasade z različnimi načini pridelave in različna rastišča. Rastlinski material smo v laboratoriju inkubirali na vlagi, izolirali povzročitelje bolezni in jih identificirali s standardnimi mikroskopsko morfološkimih tehnikami. Ugotovili smo, da je poglavitna povzročiteljica nekroz na listih jablane gliva *Marssonina coronaria*. Druge glive, ki smo jih izolirali iz nekrotičnih listov jablane, so pripadale rodovoma *Alternaria* in *Colletotrichum*. V prispevku predstavljamo bolezenska znamenja, ki jih povzročajo ugotovljene glive, ter povzemamo dosedanja spoznanja o njihovi razširjenosti, ekologiji in razvojnemu krogu v naših pridelovalnih razmerah.

334

**Ključne besede:** *Alternaria*, *Colletotrichum*, jablana, listna pegavost, *Marssonina*, Slovenija

### ABSTRACT

#### NECROSES ON APPLE LEAVES ASSOCIATED WITH *Marssonina*, *Colletotrichum* AND *Alternaria* SPECIES IN SLOVENIA

In 2014 the emergence of necrotic spots on apple leaves has been recorded in several orchards from our apple growing regions. Even though the disease has occasionally already been reported in the past few years, the epiphytotic of the disease have not been observed until now. The leaves of diseased trees were yellowing and browning and dropped prematurely. The damage was most severe in organic and meadow orchards where the entire crown of heavily affected trees could be defoliated already in the middle of August. The most affected cultivars were 'Topaz' and 'Golden Delicious'. 58 samples of symptomatic leaves were collected from different regions, productive systems and cultivars and sent for laboratory analysis. Leaves were incubated in wet chamber, the causative agents of the disease were isolated and identified on the basis of morphological characteristics using standard microscopic techniques. *Marssonina coronaria* was recognized as the main cause of leaf necroses. *Alternaria* and *Colletotrichum* species were also frequently encountered in the samples. In the paper we describe disease symptoms and present preliminary results of the distribution, ecology and disease cycle of each agent of the disease.

**Key words:** *Alternaria*, apple, *Colletotrichum*, leaf blotch, *Marssonina*, Slovenia

<sup>1</sup> dr., univ. dipl. inž. agr., Hacquetova 17, SI-1000 Ljubljana, e-mail: alenka.munda@kis.si

<sup>2</sup> univ. dipl. inž. agr., prav tam

<sup>3</sup> univ. dipl. inž. agr., Šmihelska c. 14, SI-8000 Novo mesto

## 1 UVOD

V letu 2014 smo ob obilnih in dolgotrajnih padavinah v poletnih mesecih zabeležili močan pojav nekroz na listih jablane. Prizadeti so bili nasadi na celotnem pridelovalnem območju jablane v Slovenji. Obolelo listje je rumenelo, rjavelo in prezgodaj odpadlo, močnejše okužena drevesa so povsem ogolela že sredi poletja. Najmočnejše so bili prizadeti ekološki in travniški nasadi jablan, med sortami pa zlasti 'Topaz' in druge na jablanov škrlup odporne sorte ter 'Zlati delišes'. Kljub temu, da se je bolezen v preteklih letih nekajkrat že pojavila v ekoloških nasadih, pa etiologija bolezni še ni bila proučena. Namen pričujočega dela je bil identificirati povzročitelje bolezni in povzeti spoznanja o njihovem razvojnemu krogu in epidemiologiji bolezni.

## 2 MATERIAL IN METODE

V različnih pridelovalnih območjih jablane v Sloveniji smo zbrali 58 primerkov listov jablan z nekrotičnimi pegami. Pri vzorčenju smo zajeli različne sorte jablan, nasade z različnimi načini pridelave in različna rastišča. V laboratoriju smo simptomatične liste nekaj dni inkubirali v vlažni komori pri sobni temperaturi, da so se razvila trosišča in trosi povzročitelj bolezni. Trose smo nato prenesli na krompirjevo gojišče (PDA) z dodanim antibiotikom in inkubirali v temi pri temperaturi 22 °C, izrasle kolonije pa osamili v čisti kulturi in identificirali s standardnimi mikroskopsko morfološki tehnikami. Zabeležili smo velikost, obliko in način nastanka trosov, izmerili prirast ter opisali obliko in barvo kolonije. Za identifikacijo gliv smo poleg morfoloških uporabili tudi molekulske tehnike. Vzgojili smo enotrosne izolate in s pomočjo komercialnega kompleta NucleoSpin plant II (Macherey-Nagel) izolirali DNA. ITS predel ribosomalne DNA smo v verižni reakciji s polimerazo (PCR) namnožili z začetnima oligonukleotidoma ITS1 in ITS4 (White *et al.*, 1990). Del gena za  $\beta$ -tubulin smo namnožili z začetnima oligonukleotidoma T1 (O'Donnell in Cigelnik, 1997) in Bt-2b (Glass in Donaldson, 1995), gen za glutamin sintetazo pa z začetnima oligonukleotidoma GSR2 in GSF3 (Weir *et al.*, 2012). Dobljenim PCR produktom smo določili nukleotidno zaporedje (Macrogen), jih uredili in primerjali z zaporedji v javnih bazah s pomočjo orodja BLAST. Virulentnost izbranih izolatov gliv iz rodu *Alternaria* smo preverili tako, da smo površinsko razkužene in ranjene liste sorte 'Zlati delišes' okužili s suspenzijo trosov, ki je vsebovala  $10^4$  trosov / ml, jih inkubirali v vlažni komori pri sobni temperaturi (22-25 °C) in po 10 dneh izmerili velikost nastalih nekroz.

## 3 REZULTATI IN RAZPRAVA

Iz simptomatičnih listov smo izolirali glivo *Marssonina coronaria* ter glive iz rodov *Colletotrichum* in *Alternaria*. Pogostost posameznih skupin patogenov je prikazana v preglednici 1. Poglavitna povzročiteljica pegavosti in nekroz na listih jablane je bila gliva *M. coronaria*. Njeno navzočnost smo potrdili pri 36 vzorcih. Pogosta je bila zlasti v ekoloških sadovnjakih, travniških nasadih in na vrtovih, kjer je prevladovala nad drugimi povzročitelji bolezni. Znamenja okužbe so se sprva kazala kot sivorjave nekrotične pege, ki so se postopoma združevale v večje lise, na katerih so se razvili črni acervuli. Po teh znamenjih je bolezen dobila ime črna pegavost jablane. Pozneje je listje rumenelo, rjavelo in odpadalo. Nekatera drevesa so povsem ogolela že sredi avgusta. Zgodnja defoliacija je negativno vplivala na količino in kakovost pridelka ter zmanjšala cvetni nastavek. Pri občutljivejših sortah so se okužili tudi plodovi: na povrhnjici so se razvile okrogle, nekoliko udrtne temno rjave nekroze, prekrte s trosišči glive. Gliva, ki smo jo izolirali iz simptomatičnih rastlinskih delov, je po morfoloških karakteristikah ustrezala opisu vrste *M. coronaria* (Lee in Shin, 2000). V čisti kulturi na PDA je oblikovala temno rjavo do črno močno nagubano kolonijo, ki je priraščala zelo počasi, približno 5 mm v 30 dneh. Konidiji so

bili brezbarvni, dve- do trocelični, z dvema oz. tremi neenakimi celicami, ravni do rahlo ukrivljeni in veliki 10- 29 µm.

Preglednica 1: Povzročitelji pegavosti in nekroz na listih jabolane.

mesto vzorčenja	št. vzorcev	povzročitelji (št. izolatov)
intenzivni sadovnjaki	8	<i>Marssonina coronaria</i> (8) <i>Alternaria spp.</i> (2) <i>Colletotrichum spp.</i> (1)
ekološka pridelava, sorte: 'Topaz', 'Antares', 'Sansa', 'Goldrush'	17	<i>Alternaria spp.</i> (13) <i>Colletotrichum spp.</i> (10) <i>Marssonina coronaria</i> (3)
integrirana pridelava, sorte: 'Fuji', 'Gala', 'Idared', 'Zlati delišes', 'Braeburn'	22	<i>Marssonina coronaria</i> (19) <i>Alternaria spp.</i> (1)
travniški sadovnjaki	11	<i>Marssonina coronaria</i> (6) <i>Colletotrichum spp.</i> (1)
vrtovi		

Domnevajo, da primarno okužbo opravijo askospore, ki se po prezimovanju razvijejo v apotecijah na odpadlem listju. Askospore, ki pripadajo teleomorfu *Diplocarpon mali*, so dvocelične, brezbarvne, ravne do nekoliko ukrivljene, na robovih priostrene in velike 23-33 x 5-6 µm (Harada *et al.*, 1974). O najdbah askospor poročajo iz Azije, v Evropi pa jih še niso ugotovili. Sekundarne okužbe širijo konidiji, ki se v vlažnih razmerah razvijejo v acervulih na obolelih listih. Kaleči konidiji liste okužijo na spodnji ali zgornji strani, s pomočjo apresorijev ali pa neposredno s klično hifo (Zhao *et al.*, 2013). Okužbo in nadaljnji razvoj bolezní pospešujejo daljša obdobja visoke zračne vlage in omočenosti listja ter zmerne temperature med 20 in 22 °C.

336

*M. coronaria* je razširjena v vseh pridelovalnih območjih jabolane, zlasti pogosta je v Aziji. Na območju Evropske zveze je znana od leta 2003. Tedaj so poročali o prvi najdbi v nasadu jabolane v deželi Piemont na severozahodu Italije. V letih 2010 in 2011 so njeno zastopanost potrdili tudi v Nemčiji, Švici in Avstriji. V Sloveniji smo glivo *M. coronaria* z ustreznimi diagnostičnimi postopki prvič potrdili leta 2014; že od leta 2008 dalje pa je zaslediti številna, a pomanjkljivo dokumentirana opažanja o njenem pojavu (Škerlavaj, neobjavljeno). *M. coronaria* najbolj ogroža ekološke nasade jablan in sorte, ki so odporne na jablanov škrlup. Zaradi njenega vztrajnega širjenja in razmeroma velike škode, ki jih v deževnih in vlažnih letih povzroča v sadovnjakih z ekološko pridelavo, jo je organizacija EPPO leta 2013 uvrstila na svoj opozorilni seznam.

Druge glive, ki smo jih izolirali iz simptomatičnih listov jabolane, so pripadale rodovoma *Alternaria* (16 izolatov) in *Colletotrichum* (12 izolatov). Glive iz rodu *Alternaria*, ki povzročajo alternarijsko pegavost, so bile najbolj pogoste v intenzivnih nasadih jablan z integrirano pridelavo. Na okuženih listih so se pozno spomladi pokazale drobne, nekaj mm velike, okrogle rjave pege, ki so se pozneje večale in združevale v nepravilne, pogosto koncentrično nagubane lise. Pri močni okužbi se tudi na plodovih razvijejo drobne, rjave, rdeče obrobljene pege, ki zmanjšujejo tržno vrednost plodov. Alternarijska pegavost listov in plodov je najbolj razširjena v Severni Ameriki in Avstraliji, kjer lahko povzroči tudi do 25-odstotni izpad pridelka (Harteveld *et al.*, 2014). Prizadene zlasti sorte 'Gala', 'Zlati delišes', 'Pink Lady' in 'Fuji'. Tudi v Evropi se v zadnjih letih širi v jablanovih nasadih na severu Italije (Rotondo *et al.*, 2012).

Alternarijske pegavosti ne povzroča ena sama gliva, temveč različne morfološke in filogenetske skupine iz kompleksov vrst *A. alternata*, *A. arborescens*, *A. tenuissima* in *A. longipes* (Rotondo *et al.*, 2012; Harteveld *et al.*, 2014). Preliminarna morfološka analiza izolatov, ki smo ji pridobili iz listov z znamenji alternarijske pegavosti, je pokazala, da

pripadajo različnim morfološkim skupinam. Za dokončno potrditev identitete posameznih izolatov so potrebne nadaljnje molekulske analize. Pri preizkusu virulentosti na listih sorte 'Zlati delišes' se je pokazalo, da so vsi izolati patogeni, v velikosti nastale nekroze pa ni bilo značilnih razlik.

Epidemiologija alternarijske pegavosti je zapletena in se razlikuje glede na vrsto povzročitelja, geografsko regijo in dejavnike okolja. V splošnem velja, da povzročitelji bolezni prezimijo v odpadlem listju, ki je tudi najpomembnejši vir spomladanskih okužb. Ohranijo se tudi v okuženih poganjkih in spečih brstih. Med rastno dobo pa kot vir okužbe služijo okuženi listi v krošnji jabolane. Pogosto deževje, visoka relativna zračna vlaga in temperature med 25 in 30 °C pospešujejo tvorbo in kalitev trosov ter širjenje okužbe.

Na simptomatičnih listih so bile pogosto zastopane tudi vrste iz rodu *Colletotrichum*. Največkrat smo jih zasledili v intenzivnih nasadih z integrirano pridelavo, pogosto skupaj s povzročiteljicami alternarijske pegavosti. Najpogosteje sta bili okuženi sorti 'Gala' in 'Zlati delišes'. Glive iz rodu *Colletotrichum* povzročajo več gospodarsko pomembnih bolezni na sadnem drevju. Pri jabolani je najpomembnejše gnitje plodov oziroma grenka sadna gniloba, ki jo povzročajo vrste iz kompleksa *C. acutatum*. Na vlažnih rastiščih in v letih z obilnimi padavinami lahko povzročijo znaten izpad pridelka. Bolezenska znamenja, ki jih povzročajo glive iz rodu *Colletotrichum*, imenujemo antraknoza in se na plodovih kažejo kot uleknjene, bolj ali manj okrogle temne pege, na katerih se razvijejo trosišča (acervuli) in rožnati do oranžni skupki trosov. Na listju pa se razvijejo razmeroma neznačilne rjave nekroze nepravilnih oblik, na katerih se v vlažnih razmerah razvijejo trosišča in trosi. Ob močni okužbi listje rumeni in odpada. Iz vzorcev okuženega listja smo izolirali tri glive iz rodu *Colletotrichum*: *C. fiorinae* in *C. godetiae*, ki pripadata kompleksu *C. acutatum* (Damm *et al.*, 2012) in še neidentificirano vrsto iz kompleksa *C. gloeosporioides* (Weir *et al.*, 2012). Okužbo in razvoj bolezni pospešujejo pogoste padavine, visoka vlažnost in zmerne temperature med 24 in 26 °C. Do okužbe najverjetneje pride že v času cvetenja. Vir okužb so poganjki, brsti in mumije okuženih plodov, v katerih gliva prezimi.

337

#### 4 SKLEPI

Pegavosti in nekroze na listih jabolane, ki smo jih zadnja leta pri nas že večkrat zasledili, so se v letu 2014 pojavile v epifitotičnih razsežnostih. Vzroki za tako obsežen pojav bolezni niso znani. Med najverjetnejšimi sta opuščanje rabe nekaterih pripravkov za varstvo rastlin in izredne vremenske razmere z obiljem padavin. V raziskavi smo identificirali povzročiteljice listnih pegavosti in nekroz pri jabolani, glive *Marssonina coronaria*, *Colletotrichum fiorinae*, *C. godetiae* in *C. gloeosporioides* s. l. ter *Alternaria* spp. Nadaljevati pa je potrebno s preučevanjem razvojnega kroga povzročiteljic bolezni, virov primarnih in sekundarnih okužb ter drugih epidemioloških dejavnikov, ki so ključnega pomena za načrtovanje učinkovitih varstvenih ukrepov za preprečevanje širjenja bolezni v naših pridelovalnih razmerah.

#### 5 LITERATURA

- Damm, U., Cannon, P. F., Woudenberg, J. H. C., Crous, P. W. 2012. The *Colletotrichum acutatum* species complex. *Studies in Mycology*, 73: 37–113.
- Glass, N. L., Donaldson, G. 1995. Development of primer sets designed for use with PCR to amplify conserved genes from filamentous ascomycetes. *Appl. Environ. Microbiol.*, 61: 1323-1330.
- Harada, Y., Sawamura, K., Konno, K. 1974. *Diplocarpon mali* sp. nov., the perfect state of apple blotch fungus *Marssonina coronaria*. *Annals of the Phytopathological Society of Japan*, 40: 412–418.
- Hartevelde, O. O. C., Akinsanmi, O. A., Drenth, A. 2013. Multiple *Alternaria* species groups are associated with leaf blotch and fruit spot diseases of apple in Australia. *Plant Pathology*, 62: 289-297.

- Harteveld, O. O. C., Akinsanmi, O. A., Drenth, A. 2014. Pathogenic variation of *Alternaria* species associated with leaf blotch and fruit spot of apple in Australia. *Eur. J. Plant Pathol.*, 139: 789-799.
- Lee H.-T., Shin H.-D. 2000. Taxonomic studies on the genus *Marssonina* in Korea. *Mycobiology*, 281: 39-46.
- O'Donnell, K., Cigelnik, E. 1997. Two divergent intragenomic rDNA ITS2 types within a monophyletic lineage of the fungus *Fusarium* are nonorthologous. *Mol. Phylogenet. Evol.*, 7: 103-116.
- Rotondo, F., Collina, M., Brunelli, A., Pryor, B. M. 2012. Comparison of *Alternaria* spp. collected in Italy from apple with *A. mali* and other AM-toxin producing strains. *Phytopathology*, 102:1130-1142.
- Weir, B. S., Johnston, P. R., Damm, U. 2012. The *Colletotrichum gloeosporioides* species complex. *Studies in Mycology*, 73: 115–180.
- White, T. J., Bruns, T. D., Lee, S., Taylor, J. W. 1990. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. V: Innis, Gelfand, Sninsky, White (ur). *PCR protocols: a guide to methods and applications*. San Diego, Academic Press, 1990: 315-322.
- Zhao, H., Han, Q., Wang, J., Gao, X., Xiao, C.-L., Liu, J., Huang L. 2013. Cytology of infection of apple leaves by *Diplocarpon mali*. *Eur. J. Plant Path.*, 136: 41-49.

## DELOVNE ZBIRKE ŠKODLJIVIH, REFERENČNIH IN KONTROLNIH BAKTERIJ, VIRUSOV IN VIROIDOV NA NACIONALNEM INŠTITUTU ZA BIOLOGIJO

Tanja DREO<sup>1</sup>, Nataša MEHLE<sup>2</sup>, Špela PRIJATELJ-NOVAK<sup>3</sup>, Lidija MATIČIČ<sup>4</sup>, Manca  
PIRC<sup>5</sup>, Maja RAVNIKAR<sup>6</sup>

<sup>1,2,3,4,5,6</sup>Nacionalni inštitut za biologijo, Oddelek za biotehnologijo in sistemsko biologijo,  
Ljubljana

### IZVLEČEK

Referenčni in drugi kontrolni materiali so nepogrešljivi v diagnostiki in pri raziskovalnem delu. Na področju varstva rastlina za škodljive bakterije, viruse in viroide (ŠO) ni na voljo certificiranih referenčnih materialov z znano sestavo, koncentracijo tarčnega organizma in drugimi znanimi karakteristikami. Večino kontrol, ki jih uporabljamo pri našem delu, npr. pozitivne kontrole izolacije DNA z znano koncentracijo škodljivih mikrobov v rastlinskem materialu, zato pripravljamo sami. Z njimi med drugim preverjamo in potrjujemo ustrezno delovanje testov ali izvedbo eksperimentov (njihovo specifičnost, selektivnost, občutljivost in robustnost) ter jih uporabljamo pri razvoju in validaciji metod. V ta namen od leta 1990 z upoštevanjem navodil World Federation For Culture Collections vzdržujemo delovno zbirko bakterij, shranjenih na sistemu Microbank (Pro-Lab diagnostics). Zbirko fitoplazem, ki jih ni mogoče gojiti na umetnih gojiščih, ter pomembnejše izolate virusov vzdržujemo v tkivnih kulturah ali na okuženih rastlinah v karantenskem rastlinjaku, medtem ko ostale viruse in viroide shranjujemo zamrznjene. V zbirki virusov, viroidov in fitoplazem je 359 izolatov, bakterij pa je več kot 2000 izolatov. Med temi so (i) tipski izolati vrst in patovarjev za rastline škodljivih mikrobov (referenčni izolati), (ii) izolati, ki lahko navzkrižno reagirajo v testih detekcije škodljivih mikrobov, (iii) izolati, ki predstavljajo mikrofloro gostiteljskih rastlin in (iv) izolati škodljivih mikrobov, ki smo jih iz vzorcev osamili in določili na Nacionalnem inštitutu za biologijo. Zadnji so nepogrešljivi pri uvajanju in razvoju novih metod, saj se izolati pri nas lahko razlikujejo od izolatov, ki so uporabljeni pri razvoju reagentov v drugi državi, zaradi česar le-ti niso vedno ustrezni za analize domačih vzorcev. Izolate smo že uporabili za izboljšave obstoječih metod in za razvoj novih metod sledenja ter za filogeografske analize škodljivih mikrobov.

**Ključne besede:** diagnostika, škodljivi mikrobi, zbirke referenčnih materialov

### ABSTRACT

#### WORKING CULTURE COLLECTIONS OF HARMFUL, REFERENCE AND CONTROL BACTERIA, VIRUSES AND VIROIDS AT THE NATIONAL INSTITUTE OF BIOLOGY

Reference and other control materials are essential in diagnosis and in research work. In the field of plant pathology certified reference materials of known composition, the concentration of the target plant pathogen and other known characteristics are not available. Most of the

---

<sup>1</sup> dr. biotech. znan., Večna pot 111, SI-1000 Ljubljana, e-mail: tanja.dreo@nib.si

<sup>2</sup> dr., prav tam

<sup>3</sup> prav tam

<sup>4</sup> prav tam

<sup>5</sup> dr., prav tam

<sup>6</sup> prof., dr. biol. znan., prav tam

controls that we use in our work we therefore prepare ourselves e.g. positive controls of DNA extraction that contain defined low concentration of the target plant pathogen in the background plant material. Controls are used to check and confirm the proper performance of the tests or the experiments (their specificity, sensitivity and robustness) and in the development and validation of methods. For this purpose we maintain a working collection of bacteria on the Microbank system (Pro-Lab Diagnostics) since 1990, following the World Federation for Culture Collections guidelines. The collection of phytoplasma that cannot be grown in culture media, and virus isolates most relevant to our work are maintained in tissue culture or in infected plants in the quarantine greenhouse, while other viruses and viroids are stored frozen. The collection of viruses, viroids and phytoplasmas contains 359 isolates and more than 2000 isolates of bacteria including (i) the type isolates of plant pathogens (reference isolates), (ii) isolates, which can cross-react in the detection test, (iii) isolates, representing microflora of the host plants, and (iv) isolates harmful organisms, which were isolated from the samples and identified at National institute of biology. The last group is indispensable in the introduction and development of new methods. Isolates present in Slovenia may in fact differ from the isolates from other countries, used in the development of reagents and consequently such tests are not always suitable for the analysis of the local samples. The Slovenian isolates were already used to improve existing methods and to develop the methods of source-tracking and for phylogenetic analysis of plant pathogens.

**Key words:** diagnostics, plant pathogens, collection of reference materials

## 1 UVOD

340

Referenčni in drugi kontrolni materiali so nepogrešljivi v diagnostiki in pri raziskovalnem delu. Na področju varstva rastlina za škodljive bakterije, viruse in viroide, ki jih bomo v nadaljevanju zaradi jednatosti opisovali s skupnim izrazom škodljivi organizmi (ŠO), ni na voljo certificiranih referenčnih materialov z znano sestavo, koncentracijo tarčnega mikroba in drugimi znanimi karakteristikami. Večino kontrol, ki jih uporabljamo pri našem delu, zato pripravljamo sami. V prispevku predstavljamo zbirko ŠO in izbrane primere njene uporabe v diagnostiki in raziskavah.

## 2 MATERIALI IN METODE

### 2.1 Zbirka bakterij

Bakterije od leta 1990 vzdržujemo na sistemu Microbank (Pro-Lab diagnostics) in pri tem sledimo navodilom World Federation For Culture Collections (<http://www.wfcc.info/>) Sistem Microbank shranjujemo pri nizkih temperaturah (< -75 °C), kar bakterijam omogoča preživetje in ohranjanje virulence vsaj deset let. Izjema so npr. bakterije rodu *Xanthomonas*, ki so posebno občutljive in shranjevanje preživijo krajši čas, ter tudi *Xylella fastidiosa*, ki jo vzdržujemo z rednim gojenjem in precepljanjem na selektivnih gojiščih.

### 2.2 Zbirka fitoplazem, virusov in viroidov

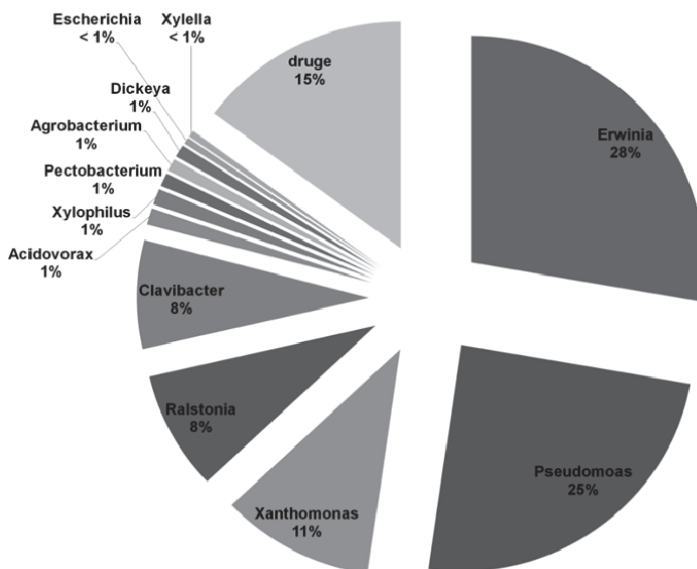
Zbirko fitoplazem, ki jih ni mogoče gojiti na umetnih gojiščih, ter pomembnejše izolate virusov vzdržujemo v tkivnih kulturah ali na okuženih rastlinah v karantenskem rastlinjaku. Ostale viruse in viroide shranjujemo na -80 °C ali v liofilizirani obliki na -20 °C. Na določeno časovno obdobje preverimo njihovo kužnost in jih ponovno namnožimo na rastlinah. V zbirki je 359 izolatov, vključno z izolati, za katere hranimo le izolirano RNA oziroma DNA.



### 3 REZULTATI IN RAZPRAVA

#### 3.1 Izvor mikrobov in drugih povzročiteljev bolezni v zbirkah NIB

Škodljive mikrobove uvažamo in premeščamo v skladu s Pravilnikom o pogojih za uvoz ali premeščanje določenih škodljivih organizmov, rastlin, rastlinskih proizvodov in nadzorovanih predmetov za poskusne, raziskovalne ali razvojne namene in za delo pri žlahtnjenju rastlin (Uradni list RS, št. 69/01, 40/04). Najpogosteje jih naročamo v mednarodnih zbirkah mikroorganizmov, kot so NCPPB (National Collection of Plant Pathogenic Bacteria, FERA, York, UK), CFBP (Collection Francaise des Bacteries Phytopathogenes, Institut National de la Recherche Agronomique, Beaucouzé Cedex, France), BCCM/LMG (Belgian Co-Ordinated Collections Of Micro-Organisms) in v drugih zbirkah, ki upoštevajo mednarodne smernice verifikacije izolatov in njihovega vzdrževanja. V primeru, da izolati, ki jih potrebujemo, v teh zbirkah niso na voljo, jih pridobimo od drugih raziskovalcev.



Slika 1: Zastopanost različnih rodov bakterij v delovni zbirki Nacionalnega inštituta za biologijo.

#### 3.2 Vrste škodljivih mikrobov v zbirkah

V zbirkah hranimo in vzdržujemo material, ki ga uporabljamo pri pripravi kontrol. V zbirki bakterij imamo tako (i) tipske izolate različnih vrst za rastline patogenih mikrobov (referenčni izolati), (ii) izolate, ki lahko navzkrižno reagirajo v testih detekcije škodljivih mikrobov, (iii) izolate, ki predstavljajo mikrofloro gostiteljskih rastlin, (iv) druge izolate škodljivih mikrobov, ki smo jih iz vzorcev osamili in določili na Nacionalnem inštitutu za biologijo ter (v) druge zanimive izolate, npr. bakterije s potencialom zaščite rastlin pred škodljivimi organizmi.

V zbirki bakterij imamo več kot 2000 izolatov. Med njimi so najbolj zastopane bakterije iz rodu *Erwinia*, predvsem vrsta *Erwinia amylovora* zaradi intenzivnega posebnega nadzora bakterijskega hruševega ožiga, in iz rodu *Pseudomonas*, ki smo jih izolirali v okviru

obsežnejše študije raznolikosti teh bakterij v Sloveniji (Dreo in sod., 2007; Pirc, 2010). Tem po številčnosti sledijo bakterije iz rodov *Xanthomonas*, *Ralstonia* in *Clavibacter* ter druge za rastline patogene bakterije (slika 1).

Poleg povzročiteljev bolezni v zbirki vzdržujemo tudi bakterije, ki predstavljajo naravno floro zdravih rastlin, npr. rodove *Bacillus*, *Curtobacterium*, *Enterobacter*, *Ochrobactrum*, *Pantoea* in druge, bakterije, ki navzkrižno reagirajo z reagenti v diagnostičnih testih ter izolate s potencialom za biotično zatiranje škodljivih organizmov.

V zbirki fitoplazem, virusov in viroidov je skupno 359 izolatov, ki so bili odkriti v različnih državah. V zbirki fitoplazem prevladujejo tiste, ki povzročajo bolezni na sadnem drevju in vinski trti, v zbirki viroidov so predvsem različni predstavniki iz rodu pospiviroidov, v zbirki virusov pa prevladujejo virus mozaika pepina, tospovirusi, številni različiki virusa Y krompirja in drugi virusi, ki okužujejo vrtnine in okrasne rastline ter virusi vinske trte.

### 3.3 Zagotavljanje kakovosti rezultatov analiz

Na področju varstva rastlin za ŠO ni na voljo certificiranih referenčnih materialov z znano sestavo, koncentracijo tarčnega mikroba in drugimi znanimi karakteristikami. Večino kontrol, ki jih uporabljamo pri našem delu, npr. pozitivne kontrole izolacije DNA z znano absolutno ali relativno koncentracijo ŠO v rastlinskem materialu, zato pripravljamo sami in s tem nadomeščamo odsotnost referenčnih materialov. Z njimi npr. dokazujemo, da je vsaka serija izolacije nukleinskih kislin in PCR v realnem času dovolj občutljiva in ustrezna, da so kemikalije ustrezne kakovosti in da aparature brezhibno delujejo (Mehle in sod., 2014a).

Število škodljivih mikrobov v materialih določamo s štejetjem celic, kolonij ali z določanjem števila kopij nukleinskih kislin z molekularnimi metodami, npr. z digitalno PCR reakcijo (Dreo in sod., 2014; Mehle in sod., 2014b).

### 3.4 Razvoj in validacija metod

Pri razvoju in validaciji metod v testiranju vključimo veliko število tarčnih in ne-tarčnih izolatov (glej npr. Pirc in sod., 2009; Lenarčič in sod., 2013; Kogovšek in sod., 2014). Posebno pomembno je, da vključimo tudi izolate iz Slovenije. Pri določanju bakterij iz rodu *Xanthomonas* se je že večkrat izkazalo, da reagenti, ki so bili razviti za določanje bakterij, izoliranih na drugih geografskih območjih, z našimi izolati ne reagirajo ali reagirajo z manjšo občutljivostjo. Druga skrajnost je povečana stopnja lažno pozitivnih rezultatov, kakor smo jih npr. opazili pri uporabi vgnezdene reakcije PCR (Llop in sod., 2000) pri testiranju bakterije *Erwinia amylovora* (Ea) (> 60 % lažno pozitivnih vzorcev). To je vodilo v razvoj bolj specifične in ustreznejše metode PCR v realnem času (Pirc in sod., 2009), ki je zdaj del EPPO protokola za določanje te bakterije (PM 7/20 (2)).

### 3.5 Raziskave biologije škodljivih mikrobov

Številne izolate *Erwinia amylovora* iz zbirke smo s pridom uporabili za filogeografsko analizo te bakterije, kar predstavlja prvo takšno analizo te bakterije na svetu (Bühlmann in sod., 2014). Izolati nam služijo tudi pri primerjalnih študijah molekularne raznolikosti fitoplazem (Pavšič in sod., 2014).

### 3.6 Izzivi vzdrževanja zbirke

ŠO vzdržujemo v karantenskim razmerah, ki zagotavljajo, da ne pride do izpusta ŠO v okolje ter hkrati, da se lastnosti ŠO čim manj spreminjajo. Nadzor množice izolatov zahteva

sistematično delo, pri čemer je še posebno pomembno zbiranje metapodatkov, torej podatkov vezanih na sam vzorec kot so npr. lokacija, datum odvzema, bolezenska znamenja, s katerimi metodami smo potrdili identiteto izolata in podobni podatki. Ob pripravi Nagoya protokola so na srečanju Konvencije o biološki raznovrstnosti v letu 2014 ugotovili, da se zbirke mikroorganizmov srečujejo ne le z znanstvenimi in tehnološkimi izzivi, temveč tudi s socio-ekonomskimi omejitvami, legalnimi in političnimi dogajanja ter nenazadnje s pritiski ob razvoju tako imenovane »knowledge based bio-economy«. Za manjše zbirke so te težave enake, zato večina manjših zbirk ne izpolnjuje nekaterih zahtev WFCC, kot je npr. objava kataloga zbirke na internetu ali v tiskani obliki. Iz tega razloga ostajajo mnogi izolati širšemu znanstvenemu krogu neznan.

Na nivoju EU je potreba po vzdrževanju zbirk že prepoznana, saj je v teku projekt, ki izvaja inventarizacijo zbirke škodljivih in drugih mikrobov, ogorčic in žuželk (Q-collect, <http://www.q-collect.eu/>). V okviru projekta so bile predstavljene tudi slovenske zbirke mikrobnih povzročiteljev bolezni in škodljivcev.

#### 4 SKLEPI

Zbirke škodljivih mikrobov so izredno dragocen rezultat našega dela, ki je hkrati osnova za nov razvoj in raziskave. Z uporabo izolatov iz zbirke smo že izboljšali mnoge metode in omejili škodo zaradi ukrepanja ob lažno pozitivnih rezultatih (Ea) ter hkrati izboljšali občutljivost mnogih metod.

Vzdrževanje zbirk na način, ki zagotavlja nespremenljivost izolatov in ohranjanje njihovih bioloških lastnosti, je časovno zahtevno in potrebuje stalno podporo. Pomanjkanje podpore je že vodilo v propad mnogih zbirk po svetu, s čimer se je izgubila tudi možnost edinstvenega vpogleda v razvoj in geografsko raznolikost škodljivih mikrobov.

#### 5 ZAHVALA

Zbirke vzdržujemo v okviru diagnostičnih in raziskovalnih aktivnosti in jih sofinancira Uprava za varno hrano, veterino in varstvo rastlin v okviru strokovne naloge s področja zdravstvenega varstva rastlin in v okviru različnih raziskovalnih projektov. Rastlinski material, iz katerega smo izolirali mnoge izolate, je bil nabran v okviru posebnih nadzorov in drugih pregledov, v katerih so poleg Uprave in Inšpekcije sodelovali pregledniki s Kmetijsko gozdarskih zavodov, Kmetijskega inštituta Slovenije, Inštituta za hmeljarstvo in drugi. Vsem se iskreno zahvaljujemo za dolgoletno uspešno sodelovanje.

#### 6 LITERATURA

- Bühlmann, A., Dreo, T., Rezzonico, F., Pothier, J.F., Smits, T.H.M., Ravnikar, M., Frey, J.E., Duffy, B., 2014. Phylogeography and population structure of the biologically invasive phytopathogen *Erwinia amylovora* inferred using minisatellites. *Environ. Microbiol.* 16: 2112–2125. doi:10.1111/1462-2920.12289
- Dreo, T., Pirc, M., Ramšak, Z., Pavšič, J., Milavec, M., Zel, J., Gruden, K., 2014a. Optimising droplet digital PCR analysis approaches for detection and quantification of bacteria: a case study of fire blight and potato brown rot. *Anal Bioanal Chem.* doi:10.1007/s00216-014-8084-1
- Kogovšek P., Hodgetts J., Hall J., Prezelj N., Nikolić P., Mehle N., Lenarčič R., Rotter A., Dickinson M., Boonham N., Dermastia M., Ravnikar M., 2014. LAMP assay and rapid sample preparation method for on-site detection of flavescence dorée phytoplasma in grapevine. *Plant Pathology*: 11 p. [in press]. doi: 10.1111/ppa.12266.
- Lenarčič, R., Morisset, D., Pirc, M., Llop, P., Ravnikar, M., Dreo, T., 2014. Loop-mediated isothermal amplification of specific endoglucanase gene sequence for detection of the bacterial wilt pathogen *Ralstonia solanacearum*. *PLoS ONE* 9, e96027. doi:10.1371/journal.pone.0096027
- Llop, P., Bonaterra, A., Peñalver, J., López, M.M., 2000. Development of a highly sensitive nested-PCR procedure using a single closed tube for detection of *Erwinia amylovora* in asymptomatic plant material. *Appl. Environ. Microbiol.*, 66: 2071–2078.

- Mehle N., Dreo T., Jeffries C., Ravnikar M., 2014a. Descriptive assessment of uncertainties of qualitative real-time PCR for detection of plant pathogens and quality performance monitoring. *Bulletin OEPP*, 44, 3: 502-509
- Mehle N., Dreo T., Ravnikar M., 2014b. Quantitative analysis of "flavescence doreé" phytoplasma with droplet digital PCR. *Phytopathogenic Mollicutes*, 4, 1: 9-15
- Pavšič J., Mehle N., Nikolić P., Dermastia M., 2014. Molecular diversity of 'Candidatus Phytoplasma pyri' isolates in Slovenia. *European Journal of Plant Pathology*, 139, 4: 801-809
- Pirc M. 2010. Raziskave bakterij, povzročiteljic ožiga, na rastlinah iz družine Rosaceae: doktorska disertacija. Ljubljana.
- Pirc M., Ravnikar M., Tomlinson J., Dreo T. 2009. Improved fireblight diagnostics using quantitative real-time PCR detection of *Erwinia amylovora* chromosomal DNA. *Plant Pathology*, 58, 5: 872-881
- PM 7/20 (2) *Erwinia amylovora*, 2013. . *EPPO Bull* 43, 21–45. doi:10.1111/epp.12019

## KATERI TALNI PARAMETRI LAHKO VPLIVAJO NA POŠKODOVANOST TRAVNE RUŠE ZARADI DIVJEGA PRAŠIČA (*Sus scrofa* [L.]?)

Žiga LAZNIK<sup>1</sup>, Stanislav TRDAN<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Katedra za fitomedicino, kmetijsko tehniko, poljedelstvo, pašništvo in travništvo, Ljubljana

### IZVLEČEK

Poskus je potekal v letu 2013 na šestih lokacijah na območju občine Kočevje (Stari Log, Gotenica, Kačji Potok, Dolnja Briga, Stari Breg in Novi Lazi). Namen poskusa je bil ugotoviti, kateri talni parametri (zastopanost ogrcev in deževnikov, vsebnost P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O in organske mase v tleh, pH vrednost tal) vplivajo na delež poškodb travne ruše, ki jih napravi divji prašič (*Sus scrofa* [L.]). Signifikantno značilna pozitivna korelacija je bila ugotovljena med obsegom poškodb zaradi ritja divjih prašičev in številom ( $r=0,73$ ) ter skupno maso ( $r=0,69$ ) ogrcev v tleh, kot tudi vsebnostjo P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ( $r=0,87$ ) v tleh. Na število in maso ogrcev v tleh je vplivala vsebnost pH tal ( $r=0,71/0,72$ ), vsebnost P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ( $r=0,90/0,91$ ) in delež organske mase ( $r=0,74/0,77$ ). Število in masa deževnikov kot tudi vsebnost K<sub>2</sub>O v tleh ( $r=0,81/-0,84$ ) ni vplivalo na številčnost populacije in maso ogrcev v tleh. Na podlagi naših rezultatov zaključujemo, da ogrci predstavljajo pomembnejši vir beljakovinske hrane za divje prašiče kot deževniki. Z zatiranjem ogrcev v tleh bi lahko zmanjšali delež poškodb na travinju, ki jih povzroči divji prašič s svojim ritjem.

**Ključne besede:** *Sus scrofa*, deževniki, ogrci, poškodbe, pH, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, organska masa

### ABSTRACT

#### WHICH SOIL PARAMETERS COULD EFFECT ON GRASSLAND-DAMAGE CAUSED BY WILD BOAR (*Sus scrofa* [L.]?)

The experiment took place in 2013 at six different locations in Kočevje Region (Stari Log, Gotenica, Kačji Potok, Dolnja Briga, Stari Breg, and Novi Lazi). The aim of the experiment was to investigate which soil parameters (presence of grubs, earthworms, pH, content of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O and organic matter in soil) influenced the damage on grasslands caused with wild boar (*Sus scrofa* [L.]). A significant positive correlation was discovered between the extent of damage due to wild boar rooting in grasslands and the number of grubs ( $r=0.73$ ), the weight of grubs ( $r=0.69$ ) and the content of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ( $r=0.87$ ) in the soil. The quantity and weight of grubs in soil were significantly influenced by soil pH ( $r=0.71/0.72$ ), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ( $r=0.90/0.91$ ), and the content of organic matter ( $r=0.74/0.77$ ), while the quantity and weight of earthworms in soil were influenced by the content of K<sub>2</sub>O ( $r=0.81/-0.84$ ). Grubs represent a more important source of protein for wild boars than earthworms; consequently, reducing the quantity of grubs in soil could minimize the extent of damage caused by boars.

**Key words:** *Sus scrofa*, earthworms, grubs, wild boar damage, pH, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, organic matter

<sup>1</sup> doc. dr., Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana, e-mail: ziga.laznik@bf.uni-lj.si

<sup>2</sup> prof. dr., prav tam

## 1 UVOD

Divji prašič (*Sus scrofa* L.) je po mnenju kmetov in lovcev najškodljivejša vrsta divjadi, saj na nekaterih območjih Slovenije povzroča več kot 50 % ocenjene škode na rastlinah (Laznik in Trdan, 2014). Zato sta hranjenje in aktivnost divjega prašiča pomembna dejavnika zmanjševanja količine in kakovosti pridelka gojenih in samoniklih rastlin (Trdan in Vidrih, 2008). Danes divji prašič poseljuje 55 % Slovenije, njegov potencialni habitat pa obsega 67 % države (Laznik in Trdan, 2014). Razširjenost in številčnost divjega prašiča se bo zato verjetno še povečevala, zlasti če se bodo nadaljevali sedanji trendi okoljskih sprememb (naraščanje temperature, povečevanje gozdnatosti, zmanjšanja deleža iglavcev) (Jerina, 2006).

Divji prašič je generalist, vendar se v njegovi prehrani vselej pojavlja vsaj en energetsko bogat vir hrane, na katerega se občasno tudi specializira. Gojene rastlinske vrste so zato pomembna prehranska komponenta divjega prašiča. Jerina (2006) ugotavlja, da je številčnost divjega prašiča večja tam, kjer so kmetijska zemljišča bližje gozda, njegova številčnost pa se veča tudi z zaraščanjem kmetijskih zemljišč. Če se namreč njihova zaraščenost poveča za 10 %, se populacija divjega prašiča poveča za 36 % (Jerina, 2006).

Statistični podatki kažejo, da je v obdobju 2000-2010 delež škode, ki jo je v Sloveniji povzročil divji prašič, znašal od 30 do 50 % celotne škode zaradi divjadi. V obdobju od 1998 do 2000 je bila škoda zaradi divjega prašiča ocenjena na skupaj okoli 460.000 EUR (153.000 EUR/letno), kar je znašalo približno 60 % celotne škode, ki jo je v tem obdobju povzročila divjad (Jerina, 2006). V letu 2008 je ocenjena škoda zaradi divjega prašiča znašala 480.000 EUR oz. 85 % celotne škode zaradi divjadi. V tem znesku je v letu 2008 prvič prevladovala škoda na travinju in je znašala 259.500 EUR, kar pomeni 56 % vse škode zaradi divjega prašiča (Vidrih in Trdan, 2008).

Literatura navaja, da je obseg škode zaradi divjega prašiča odvisen od vrste gojene ali samonikle rastline (Geisser, 1998), oddaljenosti njive od gozda (Thurfjell s sod., 2009), številčnosti divjega prašiča (Geisser, 1998) in razpoložljive hrane v gozdu (Genov s sod., 1995). Namen našega poskusa je bil ugotoviti, kateri talni parametri (zastopanost ogrcev in deževnikov, vsebnost P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O in organske mase v tleh, pH vrednost tal) vplivajo na delež poškodb travne ruše, ki jih napravi divji prašič (*Sus scrofa* [L.]).

## 2 MATERIALI IN METODE DE LA

Poskus je potekal v letu 2013 na šestih lokacijah na Kočevskem: Stari Log (399 m n.v., 45°43'31.6"S, 14°55'20.13"V), Gotenica (659 m n.v.; 45°36'42.53"S, 14°44'49.72"V), Kačji Potok (527 m n.v.; 45°34'41.06"S, 14°57'57.23"V), Dolnja Briga (611 m n.v., 45°31'20.05"S, 14°49'8.3"V), Stari Breg (527 m n.v., 45°41'7.12"S, 14°55'16.63"V) in Novi Lazi (546 m n.v., 45°34'18.7"S, 14°50'56.12"V). Izbira lokacij je temeljila na predhodnem vizualnem pregledu lokacij v marcu (2013), ko smo ugotovili poškodovanost travne ruše zaradi ritja divjega prašiča. Na vsaki lokaciji smo z metodo talnega izkopa ugotovili zastopanost ogrcev in deževnikov v tleh (Laznik in Trdan, 2014). Determinacija ogrcev je potekala po metodi, ki je opisana v Laznik in sod. (2012). Odstotek poškodovanost travne ruše smo 16. aprila 2013 določili z vizualno metodo (Laznik in Trdan, 2014). Da bi določili povezavo med poškodovanostjo travne ruše, zastopanostjo ogrcev in deževnikov v tleh ter vsebnostjo P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, pH ter organske mase, smo odvzeli talne vzorce, ki so jih v kemijskem laboratoriju na Kmetijskem inštitutu Slovenije analizirali po metodi ISO 10390: 2005 (Laznik in Trdan, 2014). Statistična analiza podatkov je opisana v Laznik in Trdan (2014).

## 3 REZULTATI

### 3.1 Ogrci in deževniki

Ogrci, ki smo jih identificirali po metodologiji Laznik in sod. (2012), je pokazala, da smo v tleh našli vrste *Anomala dubia* (Scopoli) ( $L_1$  in  $L_3$ ), *Amphimallon solstitialis* (L.) ( $L_3$ ) in *Phyllopertha horticola* (L.) ( $L_3$ ). Najdeni deževniki so bili identificirani kot vrste *Lumbricus rubellus* Hoffmeister, *Lumbricus terrestris* L., and *Eisenia foetida* [Savigny] (Laznik in Trdan, 2014). V povprečju smo našli 104 deževnike/m<sup>2</sup>, njihovo število/m<sup>2</sup> pa se je gibalo od 13 v Starem Bregu (SBS) do 289 v Starem Logu (SLH). Z metodo talnega izkopa smo določili tudi povprečno število ogrcev v tleh. Laznik in sod. (2012) za kritično število ogrcev na travinju določajo število od 10 do 20 ogrcev/m<sup>2</sup>. V povprečju smo našli 11 ogrcev/m<sup>2</sup>, njihovo število/m<sup>2</sup> pa se je gibalo od 2 v Starem Bregu (SBZ) do 35 v Gotenici (G).

### 3.2 Vsebnost P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, organske mase in pH vrednost tal

Povprečna vrednost pH vseh analiziranih vzorcev je bila 5,6 in se je gibala od najnižje, 4,7 v vzorčenih tleh v Starem Logu, do najvišje, 7,1, ki je bila izmerjena v poskusnih tleh v Gotenici. Dobljene pH vrednosti tal spadajo v osrednje tri razrede lestvice glede na stopnjo kislosti, in sicer: v kislta tla (od 4,5 do 5,5), zmerno kislta tla (od 5,6 do 6,7) in nevtralna tla (od 6,8 do 7,2). Vzorčena in na fosfor analizirana tla v naši raziskavi so bila glede na stopnjo oskrbljenosti s tem hranilom v štirih razredih (A, B, C in E) po AL metodi. S fosforjem naslabše založena tla (razred A: < 6 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100 g tal) so bila na lokacijah Stari Log (SL), Kačji potok (KPA, KPV), Stari Breg (SBS, SBZ) in Novi Lazi (NL1, NL2). V razred B (od 6 do 12 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100 g tal) so bila uvrščena tla na lokaciji Dolnja Briga (DB), v razred C (od 13 do 25 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100 g tal) pa tla na lokaciji Stari Log (SLH). Vzorčena tla na lokaciji Gotenica (G) so vsebovala 57 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100 g tal (razred E), kar je posledica preteklega gnojenja s kurjeki iz bližnje kokoške farme. Cilj preskrbljenosti tal s fosforjem je razred C, ki pa je v našem primeru bil dosežen premalokrat. Vzorčena tla so bila s kalijem bolje založena kot s fosforjem, saj so bila povečini v razredu B (10-19 mg K<sub>2</sub>O/100 g tal). Ciljnemu razredu (C: od 20 do 39 mg K<sub>2</sub>O/100 g tal) pripadajo tla v Starem Logu (SL), Kačjem Potoku (KPS) in Starem Bregu (SBS, SBZ), kjer smo ugotovili najvišjo stopnjo K<sub>2</sub>O/100 g tal v preučevanih lokacijah. Ker so bili vsi vzorci tal nabrani na travinju, je bil odstotek organske snovi (OS) pričakovano visok. Povprečni odstotek OS je bil 8,4, z najmanjšo vrednostjo v Kačjem Potoku (KPV) (6,6 %) in največjo vsebnostjo v Gotenici (12,4 %).

### 3.3 Vpliv ogrcev in deževnikov na poškodovanost travne ruše zaradi ritja divjega prašiča

Rezultati naše raziskave so pokazali močno korelacijo med poškodovanostjo travne ruše zaradi ritja divjega prašiča in številom ogrcev/m<sup>2</sup> (p=0,0093; r=0,73) ter maso ogrcev/m<sup>2</sup> (p=0,0172; r=0,69). Število deževnikov (p=0,3310; r=0,48) in masa deževnikov (p=0,4684; r=0,31) v tleh nista vplivala na delež poškodb na travni ruši (preglednica 1).

### 3.4 Vpliv elementov v tleh in pH tal na število in maso deževnikov in ogrcev v tleh

Rezultati naše raziskave so pokazali, da sta število in masa deževnikov v tleh v povezana z vsebnostjo K<sub>2</sub>O v tleh (p=0,0024; r=0,81; p=0,0010; r=-0,85). Večja kot je vsebnost K<sub>2</sub>O v tleh, večje je število deževnikov/m<sup>2</sup>. Rezultati kažejo, da je masa deževnikov v obratnem sorazmerju z vsebnostjo K<sub>2</sub>O v tleh. To pomeni, da večji delež K<sub>2</sub>O vpliva na povečano število manjših (lažjih) deževnikov v tleh. Ostali parametri (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> [p=0,1747; r=-0,44], organska masa [p=0,2453; r=0,38] in pH [p=0,2701; r=0,36]) nimajo vpliva na povprečno število deževnikov/m<sup>2</sup>. Prav tako tudi ostali parametri (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> [p=0,0966; r=-0,52], organska

masa [ $p=0,4421$ ;  $r=0,26$ ] in pH [ $p=0,1150$ ;  $r=-0,50$ ] nimajo vpliva na maso deževnikov/m<sup>2</sup> (preglednica 2).

Preglednica 1: Korelacije med poškodovanostjo travne ruše in zastopanostjo ter maso deževnikov in ogrcev v tleh ( $p<0,05$ ; Duncanov preizkus mnogoterih primerjav).

y	x	deževniki (št./m <sup>2</sup> )	ogrci (št./m <sup>2</sup> )	deževniki (g/m <sup>2</sup> )	ogrci (g/m <sup>2</sup> )
Poškodbe (%)		$r=0.48$ $p=0.1344$	$r=0.73^*$ $p=0.0093$ $y=1/(0.021+0.0004*x^2)$	$r=0.56$ $p=0.0687$	$r=0.69^*$ $p=0.0172$ $y=1/(0.033+0.0004*x^2)$
deževniki (št./m <sup>2</sup> )			$r=0.27$ $p=0.4096$	$r=0.94^*$ $p<0.0001$ $y=1/(0.005+0.1737/x)$	$r=0.27$ $p=0.4080$
ogrci (št./m <sup>2</sup> )				$r=0.59$ $p=0.0558$	$r=0.99^*$ $p<0.0001$ $y=\sqrt{18.42+1.1*x^2}$
deževniki (g/m <sup>2</sup> )					$r=0.56$ $p=0.0676$
ogrci (g/m <sup>2</sup> )					

Preglednica 2: Korelacije med številom in maso deževnikov v tleh s talnimi parametri ( $p<0,05$ ; Duncanov preizkus mnogoterih primerjav).

y	x	deževniki (g/m <sup>2</sup> )	pH	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg/100 g	K <sub>2</sub> O mg/100 g	OM (f=1.724) %
Dežev- niki (št./m <sup>2</sup> )		$r=0.94^*$ $p<0.0001$ $y=1/(0.005+0.1737/x)$	$r=0.27$ $p=0.3619$	$r=-0.44$ $p=0.1747$	$r=0.81^*$ $p=0.0024$ $y=1/(-0.01+0.00009*x^2)$	$r=0.38$ $p=0.2453$
Dežev- niki (g/m <sup>2</sup> )			$r=-0.50$ $p=0.1150$	$r=-0.52$ $p=0.0966$	$r=-0.84^*$ $p=0.0010$ $y=\exp(4,9-0.005*x^2)$	$r=0.26$ $p=0.4400$
pH				$r=0.73^*$ $p=0.0096$ $y=(2.3+0.0001*x)^2$	$r=0.17$ $p=0.6107$	$r=0.75^*$ $p=0.0070$ $y=\sqrt{17+0.2*x^2}$
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg/100g					$r=-0.35$ $p=0.2820$	$r=0.91^*$ $p=0.0001$ $Y=\sqrt{-1536.6+28.1*x^2}$
K <sub>2</sub> O mg/100g						$r=-0.13$ $p=0.6818$
OM (f=1.724) %						

Povprečno število ogrcev v tleh/m<sup>2</sup> je bilo signifikantno večje v tleh z večjo vrednostjo pH ( $p=0,0136$ ;  $r=0,71$ ), vsebnostjo P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ( $p=0,0001$ ;  $r=0,91$ ) in vsebnostjo organske mase ( $p=0,0082$ ;  $r=0,75$ ). Vsebnost K<sub>2</sub>O v tleh ni vplivala na številčnost ogrcev v tleh ( $p=0,1417$ ;  $r=-0,47$ ). Masa ogrcev/m<sup>2</sup> je bila signifikantno večja v tleh z večjo vsebnostjo pH ( $p=0,0111$ ;  $r=0,72$ ), vsebnostjo P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ( $p=0,0001$ ;  $r=0,92$ ) in vsebnostjo organske mase ( $p=0,0049$ ;  $r=0,78$ ). Vsebnost K<sub>2</sub>O v tleh ni vplivala na maso ogrcev/m<sup>2</sup> ( $p=0,1545$ ;  $r=-0,46$ ) (preglednica 3).



Preglednica 3: Korelacije med številom in maso ogrcev v tleh s talnimi parametri ( $p < 0,05$ ; Duncanov preizkus mnogoterih primerjav).

y	x	ogrcki (g/m <sup>2</sup> )	pH	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg/100 g	K <sub>2</sub> O mg/100 g	OM (f=1.724) %
ogrcki (št./m <sup>2</sup> )		$r=0.99^*$ $p<0.0001$ $y=\text{sqrt}(18.42+1.1*x^2)$	$r=0.71^*$ $p=0.0136$ $y=\text{sqrt}(-728.8+31.4*x^2)$	$r=0.90^*$ $p=0.0001$ $y=\text{sqrt}(19.1+20.9*x^2)$	$r=-0.47$ $p=0.1417$	$r=0.74^*$ $p=0.0082$ $y=\text{sqrt}(-356.9+8.8*x^2)$
ogrcki (g/m <sup>2</sup> )			$r=0.72^*$ $p=0.0111$ $y=\text{sqrt}(-713.8+29.9*x^2)$	$r=0.91^*$ $p=0.0001$ $y=\text{sqrt}(88.6+0.33*x^2)$	$r=-0.46$ $p=0.1545$	$r=0.77^*$ $p=0.0049$ $y=\text{sqrt}(-371.1+8.5*x^2)$
pH				$r=0.73^*$ $p=0.0096$ $y=(2.3+0.0001*x)^2$	$r=-0.17$ $p=0.6107$	$r=0.75^*$ $p=0.0070$ $y=\text{sqrt}(17+0.2*x^2)$
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg/100g					$r=-0.35$ $p=0.2820$	$r=0.91^*$ $p=0.0001$ $Y=\text{sqrt}(-1536.6+28.1*x^2)$
K <sub>2</sub> O mg/100g						$r=-0.13$ $p=0.6818$
OM (f=1.724) %						

## 349 3.5 Vpliv med elementi v tleh in pH tal

Rezultati naše raziskave so pokazali, da vsebnost P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ( $p=0,0096$ ) in delež organske mase v tleh ( $p=0,0070$ ) vplivata na vrednost pH tal ( $r=0,54$ ;  $r=0,53$ ). Vsebnost K<sub>2</sub>O v tleh ne vpliva ( $p=0,6107$ ;  $r=0,17$ ) vrednost pH tal. Nadaljnja analiza je pokazala, da delež organske mase v tleh vpliva na povečan delež P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> v tleh ( $p=0,0001$ ;  $r = 0,91$ ).

## 4 RAZPRAVA IN SKLEPI

Rezultati naše raziskave so pokazali, da število ogrcev v tleh vpliva na delež poškodb na travinju, ki ga s svojim ritjem povzroči divji prašič, medtem ko število deževnikov v tleh na poškodovanost travnatega pokrova ne vpliva. Za ogrce je značilno, da celotno življenjsko dobo preživijo v tleh in ne pridejo na površje tal. Divji prašič mora zato riti po tleh, da jih izkoplje in poje. Tako pride do poškodovanja travne ruše. Po drugi strani pa dež vpliva na premik deževnikov na talno površje, pri čemer jih divji prašič ni primoran izkopati in tako ne povzroči škode na travni ruši (Baubert s sod., 2003). Masa deževnikov v naši raziskavi je bila v povprečju 335 kg ha<sup>-1</sup>. V obdobju med marcem in aprilom, ko smo analizo izvajali, je bilo deževno vreme (v povprečju je padlo 213 mm dežja) (ARSO, 2013), ki je vplivalo na prehajanje deževnikov na zemeljsko površje.

Nekatere tuje raziskave so pokazale, da na število deževnikov in ogrcev v tleh vplivajo različni dejavniki, kot so temperatura tal, pH, vlaga, vsebnost organske mase in tekstura tal (Edwards in Bohlen, 1996; Ismail, 2005). Rezultati naše raziskave so pokazali, da na število deževnikov v tleh vpliva vsebnost K<sub>2</sub>O, medtem ko ostali parametri (pH, vsebnost P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> in organske mase) ne vplivajo. Dobljeni rezultati ne potrjujejo rezultatov nekaterih predhodnih raziskav (Edwards in Bohlen, 1996; Chalasani *et al.*, 1998; Ismail, 2005), v katerih so raziskovalci ugotovili močne korelacije v odvisnosti števila deževnikov predvsem s pH tal in vsebnostjo organske mase v tleh.

Na podlagi naših rezultatov zaključujemo, da ogrci na območju JV Slovenije predstavljajo bolj pomemben vir hrane za divje prašiče kot deževniki. S sistematičnim zatiranjem ogrcev v tleh bi lahko zmanjšali delež poškodb, ki jih s svojim ritjem napravi divji prašič na travinju.

## 5 ZAHVALA

Raziskava, predstavljena v tem prispevku, je nastala s finančno pomočjo Občine Kočevje v okviru sofinanciranja programov za ohranjanje in razvoj kmetijstva in podeželja v občini Kočevje in Javne agencije za raziskovalno dejavnost RS ter Ministrstva za kmetijstvo in okolje v okviru CRP projekta V4-1104. Del raziskave je bil financiran okviru strokovnih nalog s področja zdravstvenega varstva rastlin, ki ga financira Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano RS – Uprava RS za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin. Za tehnično pomoč pri poskusu se zahvaljujeva Jaki Rupniku in doc. dr. Mateju Vidrihu.

## 6 LITERATURA

- ARSO, 2013. Slovenian Environment Agency. [www.arso.gov.si](http://www.arso.gov.si) (12.9.2013)
- Baubet, E., Ropert-Coudert, Y., and Brandt, S. 2003. Seasonal and annual variations in earthworm consumption by wild boar (*Sus scrofa scrofa* L.). *Wildlife Research*, 30: 179–186.
- Chalasan, D., Krishna, S.R., Reddy, A.V.S., Dutt, C. 1998. Vermiculture biotechnology for promoting sustainable agriculture. *Asia Pacific Journal of Rural Development*, 8: 105-117.
- Edwards, C.A., Bohlen, P.J. 1996. *Biology and ecology of earthworm. (3<sup>rd</sup> edn.)*, Chapman and Hall, London: 426 pp.
- Genov, P.V., Tonini, L., Massei, G. 1995. Crop damage by wild ungulates in a Mediterranean area. In: Botev, N. (ed) *The game and the man*, Proc. IUGB, Sofia: 214-215.
- Geisser, H. 1998. The wild boar (*Sus scrofa*) in the Thurgau (Northeastern Switzerland): population status, damage and the influence of supplementary feeding on damage frequency. *Gibier Faune Sauvage*, 15: 547-554.
- Ismail, S.A. 2005. *The earthworm book*. Other India Press, Mapusa, Goa: 101 p.
- Jerina, K. 2006. Spatial distribution, home range and body mass of red deer (*Cervus elaphus* L.) in regard to environmental factors. Dissertation, Univ. Ljublj., Biotech. Fac., Dept. For. Renew. For. Resou: 172 pp (Slovenian)
- Laznik, Ž., Trdan, S. 2014. Evaluation of different soil parameters and wild boar (*Sus scrofa* [L.]) grassland damage. *Ital J Animal Sci*, 13: 759-765.
- Laznik, Ž., Vidrih, M., Trdan, S. 2012. Effect of different entomopathogens against white grubs (Coleoptera: Scarabaeidae) in organic hay-making grassland. *Archives of Biological Sciences*, 64: 1235-1246.
- Thurfjell, H., Ball, J.P., Åhlén, P.-A., Kornacher, P., Dettki, H., Sjöberg, K. 2009. Habitat use and spatial patterns of wild boar *Sus scrofa* (L.): agricultural fields and edges. *Eur J Wildl Res*, 55: 517-523.
- Trdan, S., Vidrih, M. 2008. Quantifying the damage of red deer (*Cervus elaphus*) grazing on grassland production in southeastern Slovenia. *Eur J Wildl Res*, 54: 138-141.

## OGRAJEVANJE KMETIJSKIH ZEMLJIŠČ Z ZAČASNIMI ELEKTROGRAJAMI Z NAMENOM PREPREČEVANJA ŠKODE ZARADI DIVJADI

Matej VIDRIH<sup>1</sup>, Žiga LAZNIK<sup>2</sup>, Filip VUČAJNK<sup>3</sup>, Stanislav TRDAN<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Katedra za fitomedicino, kmetijsko tehniko, poljedelstvo, pašništvo in travništvo, Ljubljana

### IZVLEČEK

V Sloveniji so bili v preteklosti deleži obdelane krajine ter druge vmesne oblike negovanega rastlinskega pokrova zastopani v večji meri kot danes. Zaradi slabšanja okoljskih razmer in tudi uvajanja sodobnih postopkov kmetovanja, je prisotno še večje opuščanje rabe kmetijskih zemljišč. V cilju soobstoja kmetijske dejavnosti, tako rastlinske kot živalske, ter varstva in ohranjanje narave bo potrebno v prihodnje še več poudarka nameniti načinom, ki preprečujejo večjo škodo nekaterih prostoživečih živali (divji prašič, jelenjad, srnjad) na kmetijskih zemljiščih (njive, vrtovi, travinje) in posledično izbranih gojenih rastlinah. V ospredju vedno bolj stopa uporaba elektroograj, ki pa imajo svoje prednosti in tudi slabosti. V prispevku je predstavljena skupina elektroograj, ki jim pripisujemo boljšo učinkovitost delovanja in s tem preprečevanja škode zaradi divjadi in ne samo za namen nadzorovane paše domačih živali. Začasne elektroograje, ki so sestavljene iz traku, vrvice, vrvi ali mreže, so, kadar so pravilno postavljene in vzdrževane, dober način, da divjadi preprečimo dostop na varovana zemljišča in jih usmerimo tja, kjer bo njihova škoda manjša. Izbira vrste takšne ograje pri postavitvi okoli varovanega zemljišča prinaša največji delež k skupni učinkovitosti. Druga dva dejavnika sta čas in obdobje postavitve ter neprekinjeno in zadovoljivo (dovolj visoka napetost in jakost) napajanje vodnikov elektroograje s pulzi pašnega aparata. Vrsto te elektroograje podajamo z višino ter ustreznim razmikom med elektrovodniki, dolžino in njeno globino. Pri tej vrsti ovire prav globina zaustavi živali, ki so sicer sposobne skočiti tudi višje, da bi prečkale varovano zemljišče. Za začasno elektroograjo za namene odvracanja parkljaste divjadi naj velja, da jo je mogoče hitro postaviti, prestaviti in pospraviti. Te tri lastnosti namreč omogočijo, da so območja, kjer takšne ograje uporabljamo, prehodna tudi za ljudi in manj moteča za uporabnike prostora zunaj rastle dobe. Škodo, ki nastane med rasto dobo zaradi divjadi, se ne da popolnoma preprečiti, vendar so postavljene in učinkovite začasne elektroograje najboljši način njihovega preprečevanja ali delnega zmanjšanja.

**Ključne besede:** gojene rastline, parkljasta divjad, ograjevanje, elektrovrvice, elektromreža, škoda

### ABSTRACT

#### FENCING OF AGRICULTURAL LAND WITH TEMPORARY ELECTRIC FENCES TO PREVENT WILDLIFE DAMAGE

In Slovenia the share of cultivated landscape and other intermediate forms of nursed vegetation cover were represented in the past in larger extent. Due to the present disintegrated environmental conditions and initiation of modern measures of farming even

<sup>1</sup> doc. dr., Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana, e-mail: matej.vidrih@bf.uni-lj.si

<sup>2</sup> doc. dr., prav tam

<sup>3</sup> doc. dr., prav tam

<sup>4</sup> prof. dr., prav tam

bigger effect of abandonment of agricultural land is present. With the aim of reaching the coexistence of farming activity with plant and animal production on one side and nature protection and conservation on the other side even more emphasis will be put on the search for the measures which prevent larger damage of some wildlife (wild boar, red deer, roe deer) on agricultural land (fields, gardens, grassland) and selected cultivated plants. The forefront position to solve such a problem is nowadays left to the usage of electric fences but which have their weaknesses and advantages. The present paper will be about the group of electric fences to which a better efficacy is assigned to when dealing with wildlife damage and not only for the purpose of controlled grazing of farm animals. Temporary electric fences, which are constructed from electric tape, polywire, electric rope or electric netting and correctly constructed and maintained are a good way to prevent wildlife to enter the protected fields and directing them towards the course where their damage will be smaller. The selection of such kind of electric fence to erect it around the protected land brings the biggest share to total efficiency. The other two factors are time and period of installation and uninterrupted and satisfying (high enough voltage and current) charging of conductors in electric fence with the pulses from the energizer. We feature this kind of electric fence with its height and corresponding spacings between conductors, length and depth. In this kind of barrier it is just depth which stops the animals, which on the other hand have a good capability of jumping higher just to enter and cross the protected area. The temporary electric fence needs to have three features, namely it must be quickly dismantled, moved and installed again. These three characteristics enable that areas, where such fences are used are still passable for people and less disturbing for site visitors outside the vegetation period. Damage which appears on agricultural land due to the wildlife activity is not possible to prevent entirely but temporary electric fences perform an outstanding measure of their prevention or partial reduction.

352

**Key words:** agricultural crops, big game, fencing, polywire, electric netting, damage

## 1 UVOD

Za območja Slovenije, kjer se dlje soočajo s škodljivostjo rastlinojede divjadi na travinju (Trdan in sod., 2000; Verbič in sod., 2013; Bleier in sod., 2012; Lande in sod., 2014; Marchiori in sod., 2012), predstavljajo elektroograje eno od najustreznejših možnosti za omejevanje zastopanosti jelenjadi in srnjadi na omenjenih kmetijskih zemljiščih. Da pa bo elektroograjna učinkovita pri odvrčanju divjadi od kmetijskih zemljišč (Vidrih T. in Vidrih M., 1999) mora biti prilagojena vrsti živali, ki ji želimo preprečiti vdor na kmetijsko zemljišče, kjer pridelujemo krmo ali hrano. To pomeni, da mora biti elektroograjna ustrezno visoka in da mora vsebovati zadostno število žic (Hanopy, 2009). Še posebno med spodnjimi žicami razdalja ne sme biti prevelika, saj živali najprej poskusijo priti na varovano zemljišče med njimi in ne prek ograje. Ograja mora biti za živali dobro opazna, kar dosežemo z elektrotrakom ali pocinkano žico debeline 2,5 mm. Rastline (travna ruša) v pasu neposredno pod elektroograjno morajo biti nizke, da bo ograja bolj opazna (vidna), da rastline niso v dotiku z žicami elektroograje in da je zagotovljena dobra prevodnost med ograjo in tlemi, kadar pride do dotika. Prav tako mora elektroograjna biti napajana z dovolj velikimi impulzi električne energije, ki živali ob dotiku pustijo trajen in boleč spomin na srečanje s takšno oviro. Elektroograjna mora tresti ob vsakem vremenu in če ne, je slabše učinkovita. Poskrbeti je tudi treba, da ima pašni aparat ustrezno ozemljitev glede na njegovo moč. Za elektroograjno, ki jo uporabljamo za varovanje kmetijskih zemljišč pred divjadjo (Vidrih in sod., 2009; Massei in sod., 2012), mora veljati, da je hitro in enostavno popravljiva, prestavljiva in postavljiva. Da elektroograjna, ki jo uporabljamo za nadzorovano pašo domačih živali, največkrat ne zadostuje za preprečevanje prehoda prostoživečim živali, se skriva v treh razlogih, in ti so; da imajo slednje živali ustaljene poti, se premikajo največkrat ponoči in ograje ne vidijo in če naletijo

na elektroograje, so le te napajane s pulzi iz pašnega aparata majhne moči, kar pa je za živali iz te skupine premajhna bolečina.

V preglednici 1 so navedene različne oblike začasne elektroograje. Za varovanje njiv pred divjim prašičem se zelo dobro obnese elektromreža višine 76 cm, ki ima 6 vodoravnih linij ali izboljšana postavitve z distančniki v obliki številke 7 (Vidrih in Trdan, 2008), medtem ko se za odvrčanje jelenjadi priporoča petžična elektroograjja iz elektrotrakov.

Preglednica 1: Oblike in višina začasne elektroograje (ZEO) za varovanje kmetijskih zemljišč pred divjadjo.  
Table 1: Designs and height of temporary electric fence (ZEO) for protecting agricultural land from big game.

Vrsta divjadi	Oblike ZEO	Višina ZEO (cm)
Divji prašič	- osnovna postavitve s plastičnimi količki, elektrotrakom in elektrovrvice	75
	- izboljšana postavitve z distančniki v obliki številke 7. Ograja dobi tretjo dimenzijo.	65
	- nizka in redka elektromreža	76
Srnjad, jelenjad	- osnovna postavitve s plastičnimi količki, elektrotrakom in elektrovrvice	150
	- izboljšana postavitve z dvema vzporednima linijama v razmiku 1 m (globina ograje)	150/120
	- visoka in gosta elektromreža	145

## 2 UPORNOST VODNIKOV

353

Za hiter prenos električnih pulzov z veliko energije je pomembna čim manjša upornost v vseh vodnikih za prenos elektrike, uporabljenih v elektroograjji (Paige, 2012). Tudi pašni aparat z veliko izhodne energije v pulzu ni zagotovilo za učinkovito elektroograjjo, če imajo vodniki, uporabljeni v elektroograjji, visoko upornost. Tudi na spojih med vodniki ter ob prehodu elektrike na ozemljitev pašnega aparata, je lahko visoka upornost razlog za zmanjšanje učinkovitosti elektroograje za preprečevanje prehoda živalim. Za prenos elektrike po vodnikih, ki jih uporabljamo v elektroograjah je najbolj pomembna debelina vodnika. Na splošno velja, da tanjši kot je vodnik, večjo oviro (upornost) predstavlja. Za pulz iz pašnega aparata pa je značilno še to, da elektrika potuje pretežno po obodu (plašču) vodnika in ne skozi ves presek vodnika. Zato so vodniki (žice) za elektroograje prevlečene z aluminijem, da je njihova upornost manjša in so zato lahko manjšega preseka. Zaradi prevleke iz aluminija je tudi njihova trpežnost daljša, v primerjavi z navadno pocinkano žico.

Elektrovrvice in elektrotrakovi imajo med plastična vlakna v vodoravnih linijah vpletene zelo tanke kovinske niti z veliko upornostjo za prehod pulza. Zato je treba pri daljših začasnih ograjah (nad 400 m), postavljenih iz teh vodnikov, uporabiti tiste (turbo), ki imajo vpletene tudi niti iz bakra, tako, da je njihova upornost manjša za desetkrat. V elektromrežah so za prenos elektrike uporabljeni zelo tanki vodniki. Zato naj bodo začasne ograje postavljene iz elektromrež čim krajše, saj je njihova upornost za prenos elektrike velika. Kdor želi postaviti daljšo ograjo iz elektromrež, bo moral namestiti elektrotrak ali elektrovrvice z nizko upornostjo (turbo) po vsej dolžini elektroograje in jo na več mestih povezati z elektromrežo. Tako bo lahko na več mestih prešel v elektromrežo pulz z veliko energije. Vodniki, ki so namenjeni za uporabo v elektroograjah imajo navadno navedeno, kakšna je njihova upornost za prenos elektrike, ki jo pašni aparat pošilja v ograjo v obliki pulzov (preglednica 2). Nižja kot je navedena vrednost za upornost (ohm), bolj učinkovita je lahko ograja.

Preglednica 2: Upornosti vodnikov elektrovrvic in elektrotrakov ter žic za elektroograje (Paige, 2012).  
Table 2: Resistance of polywire, polytape and high tensile wire (Paige, 2012).

Vrsta vodnika	Upornost ( $\Omega/m$ )	Električna napetost pulza v ograji (kV)		
		Na začetku	Po 500 m	Po 1000 m
Elektrovrvica – NAVADNA	6,0	8,0	1,1	0,6
Elektrovrvica - TURBO	0,11	8,0	7,0	6,3
Elektrotrak – 20 mm NAV.	2,4	8,0	2,3	1,4
Elektrotrak – 20 mm TURB.	0,15	8,0	7,0	6,1
Žica 1,8 mm; Zn+Al; mehka	0,05	8,0	7,8	7,6
Žica 2,5 mm; 3xZn; trda	0,04	8,0	7,9	7,8

### 3 POSKUSNA ZASNOVA PREIZKUSA DELOVANJA ELEKTROOGRAJE

V poskusu odvrčanja rastlinojede divjadi od travnatih zemljišč (predvsem na sejanih travnikih in pašnikih) in kjer govedorejci pridelujejo voluminozno krmo za živino odlične kakovosti, bi izvedli poizkus in preučili delovanje ter učinkovitost tako osnovne postavitve elektroograje s plastičnimi količki, elektrotrakom ter elektrovrvico kot tudi izboljšano postavitev z dvema ali tremi vzporednimi linijami elektroograje v razmiku 1 m (Santilli in sod., 2006). Pri slednji obliki postavitve živalim bi postavili oviro ne samo v višino, ampak tudi v širino, in bi jo zaradi slabega dojemanja globine nevarnosti odvrnili od prečkanja takšne ovire. Tretja oblika postavitve bi bila nagibna ograja, ki je v bistvu osnovna postavitev z nagibom pod kotom 45°, četrto obliko pa bi predstavljala visoka (145 cm) elektromreža. Zaradi slabega dojemanja globine (razsežnosti) ovire, bi bila pri tretji obliki prehodnost skozi/prek elektroograje najverjetneje zmanjšana. Osnovna postavitev elektroograje bo vsebovala dva različna razmika med vodniki v cm od tal (5 linij - 30+30+30+30+30; 6 linij - 20+20+20+20+30+30), vendar bodo količki postavljeni pod kotom 45° navznoter. Izboljšana postavitev bi vsebovala notranjo linijo na višini 1,5 m in zunanjo linijo na višini 1,2 m in vmes med obema linijama bi bilo 1,5 m prostora. Ker bi bila uporabljena vrsta elektroograje iz materiala za začasne elektroograje, bi z njimi enostavno ograjevali pomembnejša zemljišča (parcele) v našem poskusu. Učinkovitost različnih tipov elektroograj bi določevali neposredno (z določevanjem izpada pridelka zaradi paše z nastavljanjem železnih kletk in številom primerov podrtja oziroma prečkanja ograj) ter posredno (s štetjem iztrebkov jelenjadi na zavarovanih in nezavarovanih parcelah). Prav tako bi beležili porabo časa in potrebnega števila ljudi ter prevoznih sredstev za pospravljanje, prestavljanje in postavljanje ograj. S preučevanjem učinkovitosti delovanja izbranih elektroograj pri gibanju oziroma odvrčanju velikih rastlinojedih parkljarjev ne želimo popolnoma zapreti prehodnosti zemljišč obravnavanega območja. Naš cilj je usmerjanje teh živali stran od zemljišč, kjer se prideluje kakovostna voluminozna krma za domače prežvekovalce, vsaj pred prvo košnjo (Norton in sod., 2013).

### 4 RAZPRAVA IN SKLEPI

Dovolj učinkovito, cenovno ugodno in najmanj moteče za ljudi je preprečevanje paše jelenjadi ali ritja divjega prašiča na kmetijskih zemljiščih z začasnimi elektroograjami. Te so postavljene samo spomladi in poleti, ko je škode na travinju zaradi paše jelenjadi največ, ali ko je pričakovano obdobje ritja divjega prašiča (pred spravilom silazne koruze). Nato lahko začasne elektroograje odstranimo.

Da pa bo tudi začasna elektroograj učinkovita pri odvrčanju parkljaste divjadi od kmetijskih zemljišč, mora izpolnjevati naslednje zahteve:

- prilagojena mora biti vrsti in kategoriji živali, ki ji želimo preprečiti dostop na kmetijsko zemljišče, kjer pridelujemo krmo ali hrano. To pomeni, da mora biti elektroograja ustrezno visoka in v njej zadostno število linij (žic). Še posebno je pomembna razporeditev linij po skupni višini ograje, saj živali najprej poskusijo priti skozi njo in ne prek nje;
- biti mora opazna za živali tudi v razmerah slabše vidljivosti (mrak, megla) in to je doseženo z elektrotrakovi;
- dodatno je mogoče pritegniti pozornost jelenjadi, da se ustavi ob ograji in jo želi spoznati kot oviro, z vabami (mineralne mešanice, sol) v pločevinkah;
- rastline v pasu pod elektroograjo morajo biti nizke, da je ograja bolj opazna in da prek rastlin v travni ruši »pobegne« v zemljo čim manj moči električnega pulza. Tudi začasna elektroograja mora biti napajana z dovolj velikimi pulzi električne energije, ki živali ob dotiku pustijo trajen in boleč spomin na srečanje s tako oviro;
- elektroograja mora biti učinkovita tudi kadar je prevodnost tal za električni tok slaba (suša). Zato je treba poskrbeti, da ima pašni aparat narejeno ustrezno ozemljitev in bo elektroograja učinkovita tudi v sicer slabših razmerah za njeno delovanje. Za elektroograje, ki bodo uporabljane za preprečevanje paše jelenjadi na določenih kmetijskih zemljiščih, mora veljati, da so hitro in enostavno pospravljive, prestavljive in postavljive.

## 6 LITERATURA

- Bleier, N., Lehoczki, R., Újváry, D., Szemethy, L., Csányi, S. 2012. Relationships between wild ungulate density and crop damage in Hungary. *Acta Theriologica*, 57: 351-359.
- Hanophy, W. 2009. Fencing with Wildlife in Mind. Colorado Division of Wildlife, Denver, Colorado: 36 str.
- Lande, U., Støbet, L., Leif, E.; Skjærli, O. J.; Meisingset, E.L.; Myrsetrud, A. 2014. The effect of agricultural land use practice on habitat selection of red deer. *European Journal of Wildlife Research*, 60, 1: 69-76.
- Marchiori, E., Sturaro, E., Ramanzin, M. 2012. Wild red deer (*Cervus elaphus* L.) grazing may seriously reduce forage production in mountain meadows. *Italian Journal of Animal Science*, 11, 1: 47-53.
- Massei, G., Roy, S., Bunting R. 2011. Too many hogs? A review of methods to mitigate impact by wild boar and feral hogs. *Human-Wildlife Interactions*, 1, 5: 79-99.
- Norton, B.E., Barnes, M., Teague, R. 2013. Grazing management can improve livestock distribution. *Rangelands*, 35, 5: 45-51.
- Paige, C. 2012. A landowner's guide to wildlife friendly fences. 2. izd. Montana, Landowner/Wildlife Resource Program, Montana Fish, Wildlife and Marks: 56 str.
- Santilli, F., Mazzoni Della, S. 2006. Electrical fencing of large farmland area to reduce crop damages by wild boars *Sus scrofa*. *Agr. Med.*, 136: 79-84
- Trdan, S., Šilc, I., Levstik, J., Trdan, M. 2000. Prihodnost kmetijstva v Ribniški dolini. V: Tajnšek, A. (ur.), Šantavec, I. (ur.). Novi izzivi v poljedelstvu 2000: zbornik simpozija, Moravske Toplice, 14. in 15. december 2000. Ljubljana, Slovensko agronomsko društvo: 29-35.
- Verbič, J., Žnidaršič, T., Zagorc, B., Babnik, D. 2013. Vpliv paše divjadi na kakovost in zmanjšanje pridelka krme s travinja. V: Čeh, T. (ur.), Kapun, S. (ur.). Zbornik predavanj 22. mednarodnega znanstvenega simpozija o prehrani domačih živali. Zdravčevi-Erjavčevi dnevi 2013, Radenci, 14.-15. november 2013. Murska Sobota, Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije, Kmetijsko gozdarski zavod: 79-85.
- Vidrih, M., Trdan, S. 2008. Evaluation of different designs of temporary electric fence systems for the protection of maize against wild boar (*Sus scrofa* L., Mammalia, Suidae). *Acta agriculturae Slovenica*, 91, 2: 343-349.
- Vidrih, M., Laznik, Ž., Trdan, S. 2009. Varovanje kmetijskih zemljišč pred škodo po parkljasti divjadi z elektroograjami. V: MAČEK, Jože (ur.). Zbornik predavanj in referatov 9. slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin, Nova Gorica, 4.-5. marec 2009. Ljubljana, Društvo za varstvo rastlin Slovenije: 435-440.
- Vidrih, T., Vidrih M. 1999. Elektroograje. Postavitev in vzdrževanje. Kmetovalčev priručnik, Slovenj Gradec, Kmetijska založba: 62 str.

**EFFECT OF SHOOT RESIDUES OF SOME PERENNIAL PLANTS ON THE  
GERMINATION AND DEVELOPMENT OF COMMON RAGWEED (*Ambrosia  
artemisiifolia* L.)**

Gabriella KAZINCZI<sup>1</sup>, Richárd HOFFMANN<sup>2</sup>, Erzsébet NÁDASY<sup>3</sup>, András TAKÁCS<sup>4</sup>,  
József HORVÁTH<sup>5</sup>

<sup>1,2</sup>Kaposvár University, Faculty of Agricultural and Environmental Sciences, Institute of Plant  
Science, Kaposvár, Hungary

<sup>3,4,5</sup>University of Pannonia, Georgikon Faculty, Plant Protection Institute, Keszthely, Hungary

**ABSTRACT**

Common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) is considered to be the most dangerous invasive alien weed species in Europe. In Hungary, *A. artemisiifolia* infests many arable crops. Besides its harmful effects in agriculture it is believed to be the most important pollen-allergic plant. The aim of our investigations was to study the effect of shoot residues of some perennial species (*Ailanthus altissima*, *Juglans regia*, *Solidago gigantea*, *Robinia pseudo-acacia*) on the germination and aboveground biomass production of *A. artemisiifolia* in pot experiments under field conditions. It was stated that donor plants - known earlier about their inhibitory effects - rather promoted than retarded germination and early growth of *A. artemisiifolia*. Probably *A. artemisiifolia* could utilize shoot residues incorporated into the pot's soil, as nutrient sources via its roots, as it was already proved in earlier experiments. The observed stimulatory effects on common ragweed offer the possibility to help the dominance of this weed under field conditions.

**Key words:** invasive plants, allelopathy, growth, germination

**1 INTRODUCTION**

Common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) is considered to be the most important invasive alien weed species in Hungary and Europe (Novák *et al.* 2009). In Hungary, common ragweed infests mainly arable cultures (Kazinczi – Novák, 2014), particularly sunflower and stubble fields (Pinke *et al.* 2013). Besides its harmful effects on agriculture, common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) became the most important pollen-allergenic plant in the last years (Smith *et al.* 2013). Recently this weed species is in the centre of interest of other European countries (Fenesi *et al.*, 2014; Milakovic *et al.*, 2014; Müller-Schärer *et al.* 2014). Database of more decades is available about its spreading, biological, ecological characteristics, economic and human health injuries (Szigetvári – Benkő 2004). Some review papers were also published in the last years. In spite of our large knowledge some aspects of its biology is not yet well known, and this fact makes more difficult the adaptation of effective control techniques (Kazinczi *et al.* 2008 a,b; Kazinczi – Novák 2014). It is well known that *A. artemisiifolia* – as a donor plant in allelopathic research - can release allelochemicals which inhibit the germination and development of some recipient (test)

---

<sup>1</sup> PhD, Guba S. str., 40, H-7400 Kaposvár, Hungary, e-mail: kazinczi.gabriella@ke.hu

<sup>2</sup> PhD, *ibid.*

<sup>3</sup> PhD, Deak F. str. 16, H-8361 Keszthely, Hungary

<sup>4</sup> PhD, *ibid.*

<sup>5</sup> Acad., PhD, *ibid.*



species (Béres *et al.* 2002). In spite of that no plant species – except in bioassay experiments - are known so far which could inhibit the development of *A. artemisiifolia* (Kazinczi *et al.* 2012).

Therefore the aim of our investigations was to study the role of *A. artemisiifolia* as an recipient (test) species under glasshouse conditions.

## 2 MATERIALS AND METHODS

Aboveground plant parts of the donor plant species (*Ailanthus altissima*, *Juglans regia*, *Solidago gigantea*, *Robinia pseudo-acacia*) were collected in summer of 2014 year. They were left to dry under glasshouse conditions for a week, then chopped shoot parts were mixed into the soil of the pots (800 g dried shoots into 10 kg of a soil mixture). 50-50 ragweed seeds were sown on the top of each plastic pots and germination was evaluated daily until no further emergence occurred. Ragweed seedlings were removed after counting except 4-4 seedlings for each pot. Fresh and dry shoot weight of ragweed was recorded 42 days after sowing (DAS). Analysis of variance was used to evaluate the results statistically with an error of 5 %.

## 3 RESULTS AND DISCUSSION

It was stated that donor plants - known earlier about their inhibitory effects - rather promoted than retarded germination and early growth of *A. artemisiifolia*. (Table 1). Probably *A. artemisiifolia* could utilize shoot residues incorporated into the pot's soil, as nutrient sources via its roots, as it was already proved in earlier experiments (Kazinczi *et al.*, 2008c, 2013a). The most intensive stimulatory effects on ragweed germination, fresh and dry shoot weight were the followings: 146 % (*S. gigantea* shoot residues), 164 % (*R. pseudo-acacia* shoot residues), 164 % (*R. pseudo-acacia* shoot residues), respectively (Table 1).

Table 1: The effect of shoot residues of the donor plant species on the germination and shoot weight of common ragweed

Treatments*				
1	2	3	4	5
Germination (%)				
45 <sup>a</sup>	57.5 <sup>a</sup>	65.5 <sup>a</sup>	52.75 <sup>a</sup>	55.5 <sup>a</sup>
LSD <sub>5%</sub> = 24.29013; std error = 11.3984				
Fresh shoot weight (g/pot)				
6.775 <sup>a</sup>	11.075 <sup>b</sup>	7.925 <sup>a</sup>	11.1 <sup>b</sup>	7.425 <sup>a</sup>
LSD <sub>5%</sub> = 2.18951; std error = 1.0275				
Dry shoot weight (g/pot)				
1.25 <sup>ad</sup>	1.9 <sup>bc</sup>	1.5 <sup>ab</sup>	2.05 <sup>c</sup>	1.00 <sup>d</sup>
LSD <sub>5%</sub> = 0.492133; std error = 0.2309				

\*1: Control, 2: *Juglans regia* shoot residues, 3: *Solidago gigantea* shoot residues, 4: *Robinia pseudo-acacia* shoot residues, 5: *Ailanthus altissima* shoot residues

Based on our results - in comparison with previous work – it was stated that the effects of allelochemicals greatly depend on donor, recipient (test) species, plant parts, the age of plants (living, dead), concentration and type of the dissolvents (water, organic ones) and the physiological target process observed (e.g. germination, growth) (Kazinczi *et al.*, 2013b). In an earlier study water root extract of *Solidago gigantea* had the strongest inhibitory effect, causing over 90 % reduction in aboveground biomass production of velvetleaf (*Abutilon*

*theophrasti*) (Horváth *et al.*, 2006), while inhibitory effect of *S. gigantea* root residues was significant only on the germination of common ragweed. Both shoot and root residues of *S. gigantea* significantly promoted ragweed's development (Kazinczi *et al.*, 2013a). *Ailanthus altissima* stimulated germination of ragweed in present experiment, in opposite Kovács - Nádasyne (2014) detected significant inhibitory effect of shoot extracts on germination and early growth of maize.

#### 4 CONCLUSIONS

The observed stimulatory effects of the donor plant species on common ragweed offer the possibility to help the dominance of this weed under field conditions. Our results underpin the previous statements that common ragweed can utilize the residues of some allelopathic plants, perhaps as nutrient sources. This phenomenon – among others – can be one reason for its rapid expansion under field conditions.

#### 5 ACKNOWLEDGEMENT

This research was supported by the European Union and the State of Hungary co-financed by the European Social Fund in the framework of TÁMOP-4.2.4.A/2-11/1-2012-0001 'National Excellence Program'.

#### 6 REFERENCES

- Béres, I., Kazinczi, G., Narwal, S.S. 2002. Allelopathic plants. 4. Common ragweed (*Ambrosia elatior* L. syn. *A. artemisiifolia*). *Allelopathy Journal*, 9: 27-34.
- Fenesi, A., Albert, A.J., Ruprecht, E. 2014. Fine-tuned ability to predict future competitive environment in *Ambrosia artemisiifolia* seeds. *Weed Research*, 54: 58-69.
- Horváth, J., Kazinczi, G., Takács, A., Torma, M., Kovács, A. 2006. Interaction between invasive weed species. *Cereal Research Communications*, 34, 1: 489-492.
- Kazinczi, G., Béres, I., Novák, R., Bíró K., Pathy, Zs. 2008a. Common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*): a review with special regards to the results in Hungary. I. Taxonomy, origin and distribution, morphology, life cycle and reproduction strategy. *Herbologia*, 9: 55-92.
- Kazinczi, G., Béres, I., Pathy, Zs., Novák, R. 2008b. Common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.): A review with special regards to the results in Hungary: II. Importance and harmful effect, allergy, habitat, allelopathy and beneficial characteristics. *Herbologia*, 9: 93-118.
- Kazinczi, G., Béres, I., Onofri, A., Nádasy, E., Takács, A., Horváth, J., Torma, M. 2008c. Allelopathic effects of plant extracts on common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.). *Journal of Plant Diseases and Protection, Special Issue*, 21: 335-340.
- Kazinczi G., Mikuláš J., Váradi Gy., Béres I. 2012. Az ürömlevelű parlagfű (*Ambrosia artemisiifolia* L.) tesztnövény szerepe az allelopátia kutatásokban. 58. Növényvédelmi Tudományos Napok, Budapest p.71.
- Kazinczi, G., Hoffmann, R., Basky, Zs., Kőmíves, T., Karrer, G., Simoncic, A. 2013a. Donor fajok növényi maradványainak hatása az ürömlevelű parlagfű (*Ambrosia artemisiifolia* L.) fejlődésére (The effect of plant residues of some donor species on the development of common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.)). *Magyar Gyomkutatás és Technológia*, 14, 2: 17-23.
- Kazinczi, G., Novák, R. (eds.) 2014. *Integrated Methods for Suppression of Common Ragweed*. National Food Chain Safety Office, Directorate of Plant Protection, Soil Conservation and Agri-environment, Budapest.
- Kazinczi, G., Pál-Fám, F., Nádasy, E., Takács, A., Horváth, J. 2013b. Allelopathy of some important weeds in Hungary. 11th Slovenian Conference on Plant Protection with international participation, Bled, Slovenia, pp.410-415.
- Kovács A.Z., Nádasyne I.E. 2014. A bálványfa (*Ailanthus altissima* [mill.] Swingle), a selyemkóró (*Asclepias syriaca* L.) és a kaukázusi medvetalp (*Heracleum mantegazzianum* Somm. et Lev.) allelopatikus hatása kukoricára. *Növényvédelem*, 50,12: 537-545.
- Milakovic, I., Fiedler, K., Karrer, G. 2014. Management of roadside populations of invasive *Ambrosia artemisiifolia* by mowing. *Weed Research*, 54: 256-264.

- Müller-Schärer, H., Lommen, S.T.E, Rossinelli, M., Bonini, M., Boriani, M., Bosio, G., Schaffner, U. 2014. *Ophraella communa*, the ragweed leaf beetle, has successfully landed in Europe: fortunate coincidence or threat? *Weed Research*, 54: 109-119.
- Novák, R., Dancza, I., Szentey, L., Karamán, J. 2009. Arable Weeds of Hungary. Fifth National Weed Survey (2007-2008). Ministry of Agriculture and Rural Development, Budapest: 94 pp.
- Pinke, Gy., Karácsony, P., Botta-Dukát, Z., Czúcz, B. 2013. Relating *Ambrosia artemisiifolia* and other weeds to the management of Hungarian sunflower crops. *Journal of Pest Science*, 86, 3: 621-631.
- Smith, M., Cecchi, L., Skoth, C.A., Karrer, G., Sikoparija, B. 2013. Common ragweed: A threat to environmental health in Europe. *Environmental International*, 61: 115-126.
- Szigetvári Cs., Benkő Zs. R. 2004. Örömelevelű parlagfű (*Ambrosia artemisiifolia* L.). In: *Biológiai inváziók Magyarországon. Őzönnövények*. (Eds. Mihály B., Botta-Dukát Z.), Természetbúvár Alapítvány Kiadó, Budapest: 337-370.

## OBČUTLJIVOST POPULACIJ KORUZE (*Zea mays* L.) IZ SLOVENSKE GENSKE BANKE NA HERBICIDE Z RAZLIČNIMI AKTIVNIMI SNOVM

Tina MODIC<sup>1</sup>, Ludvik ROZMAN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Bayer d.o.o., Ljubljana

<sup>2</sup>Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Ljubljana

### IZVLEČEK

Namen raziskave je bil preučiti občutljivost populacij koruze iz genske banke koruze na Biotehniški fakulteti Univerze v Ljubljani na herbicide z različnimi aktivnimi snovmi. V preučevanje je bilo vključenih 20 populacij koruze. Populacije smo tretirali z različnimi herbicidi; z dvema smo tretirali pred vznikom, H1 (izoksaflutol), H2 (mezotrion, S–metolaklor, terbutilazin), s tremi pa po vzniku H3 (foramsulfuron, jodosulfuron–metil natrij), H4 (nikosulfuron) in H5 (bentazon, dikamba). V skladu z EPPO smernicami smo poškodbe zaradi fitotoksičnosti ocenili vizualno v razvojni fazi 4-6 listov; beležili smo čas metličenja in sviljanja ter ob spravi izmerili višino storža in rastlin. Po spravi smo izmerili še dolžino storža in storže stehali. Ocene poškodb smo izvednotili s Kruskal-Wallisovo enosmerno analizo variance ter jih prikazali s stolpci za moduse. Merjene parametre smo statistično obdelali z analizo variance po metodi split-plot. Rezultati so pokazali, da za vse preučevane lastnosti med populacijami obstajajo razlike v občutljivosti na posamezen herbicid in da različni herbicidi povzročajo različno jakost in različne poškodbe na isti populaciji. Prav tako smo opazili vpliv različnih herbicidov na merjene lastnosti koruze, kot so pridelek ali čas metličenja in sviljanja.

**Ključne besede:** fitotoksičnost, genska banka, herbicidi, koruza, populacije

### ABSTRACT

#### HERBICIDE TOLERANCE OF MAIZE POPULATIONS (*Zea mays* L.) FROM SLOVENIAN GENE BANK TO DIFFERENT HERBICIDES

The aim of this study was to investigate tolerance of various maize populations from the gene bank of the Biotechnical Faculty, University of Ljubljana, to herbicides with different active ingredients. The investigation involved 20 maize populations, two pre-emergence herbicides – H1 (isoxaflutole), H2 (mesotrione, S–metolachlor, terbutilazine) and three post emergence herbicides – H3 (foramsulfuron, iodosulfuron-methy Na), H4 (nicosulfuron) and H5 (bentazon, dicamba). The phytotoxicity assessment was based on visual estimation of plant injuries and also involved certain metric parameters of maize plants (tasseling and silking date, uppermost ear height, plant height, ear length and ear weight), all according to EPPO guidelines. For non-parametric traits, Kruskal-Wallis one way analysis of variance was used and simple chart with columns for the modes. The differences between treatments were analysed in order to find statistically significant impact of herbicides on a particular maize populations. The metric traits were tested by split-plot analysis of variance. The populations responded differently to herbicide treatments, and also individual genotypes exhibited different levels of tolerance and types of plant injuries. The differences were also expressed in other quantitative traits such as yield, silking and tasseling time.

**Key words:** gene bank, herbicide, maize, phytotoxicity, populations

<sup>1</sup> mag. agr. znan., Bravničarjeva 13, SI-1000 Ljubljana, e-mail: tina.modoc@bayer.com

<sup>2</sup> izr. prof. dr., Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana

## 1 UVOD

Poleg učinkovitega delovanja herbicidov z različnimi aktivnimi snovmi, je zelo pomembno, da ne povzročajo fitotoksičnosti na gojenih rastlinah. Fitotoksičnost herbicida in posamezne aktivne snovi na določeno gojeno rastlino preverijo že proizvajalci herbicidov sami pred registracijo posameznega herbicida, vendar v žlahtnjenju rastlin uporabljamo specifičen genski material, pogosto še posebno občutljive homozigotne linije, ki se uporabljajo v semenarstvu za končno pridelavo hibridnega semena in smo zato zelo omejeni pri zatiranju plevelov.

V primeru naravne selektivnosti herbicida je le-ta precej odvisna od okoljskih dejavnikov. Koliko herbicida bo vsrkala gojena rastlina, je odvisno od časa tretiranja, pred ali po vzniku. Ko je herbicid v rastlini, se začnejo metabolni procesi razgradnje, ki so odvisni predvsem od samega herbicida, gojene rastline in temperature. Pri višjih temperaturah večina encimov, ki sodelujejo pri razgradnji deluje bolje, zato se možnosti za fitotoksičnost povečajo pri nižjih temperaturah. Ostali dejavniki, ki vplivajo na pojav fitotoksičnosti so še: fenofaza gojene rastline, genetska raznolikost in interakcija ob uporabi herbicidov z določenimi insekticidi (Boerboom, 2002).

Številni avtorji so poročali o različnih stopnjah občutljivosti samooplodnih linij na herbicide iz različnih kemičnih skupin (npr: kloroacetanilidi ali sulfonil karbamidi ali sulfonilsečnine) (Bonis in sod., 2003; Pataky in sod., 2006). Molnar in sod. (2001, cit. po Bonis in sod., 2003) navajajo, da je odziv koruznih hibridov na različne aktivne snovi odvisen od njihove genetske zasnove.

Zaradi podnebnih sprememb bo tudi v rastlinski pridelavi potrebno uvesti določene prilagoditve, kot so: sprememba datuma setve, spremenjeni kultivarji, namakanje ali izbira sort, ki na sušo niso občutljive (Kajfež Bogataj, 2005). To je priložnost za žlahtnitelje, saj je potrebno poiskati nove optimalne lastnosti gojenih rastlin glede na spremenjene podnebne razmere in v takšnih primerih je zbirka različnih genotipov, kot je genska banka, neprecenljivega pomena. Domače populacije so s svojo genetsko raznolikostjo in prilagodljivostjo talnim in podnebnim razmeram pomemben narodni zaklad, ki ga je treba ohraniti (Luthar, 1998). Viri genetske raznovrstnosti so nujno potrebni tako za žlahtnitelje, kot za ohranjanje biodiverzitete.

Namen raziskave je preučiti občutljivost slovenskih populacij koruske iz genske banke Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani na herbicide z različnimi aktivnimi snovmi.

## 2 MATERIALI IN METODE

V poskus je bilo vključenih 20 populacij koruske iz genske banke na Biotehniški fakulteti Univerze v Ljubljani (Rozman, 2012). Poskus je bil zasnovan po split-plot metodi v treh ponovitvah. Velikost parcelice je bila 2 vrsti po 10 rastlin, razdalja setve pa 70 × 15 cm.

Vsi genotipi, vključeni v poskus, so bili, poleg kontrole (H0), tretirani s petimi različnimi herbicidi: H1 (izoksaflutol 75 %), H2 (mezotrion 3,75 %, S-metolaklor 37,5 %, terbutilazin 12,5 %), H3 (foramsulfuron 3 %, jodosulfuron-metil natrij 1 %), H4 (nikosulfuron 4 %) in H5 (bentazon 32 %, dikamba 9 %).

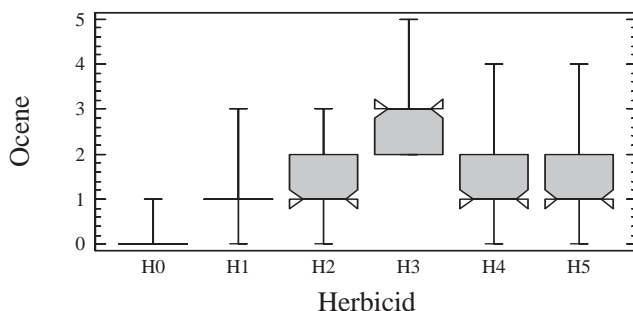
Setev smo opravili 8. maja 2009, tretiranja s posameznimi herbicidi pa v dveh terminih, pred vznikom koruske, 20. maja 2009 (H1 in H2) in po vzniku koruske, 27. maja 2009, v fenofazi koruske 4 listov (H3, H4, H5). Kontrolo smo ročno opleli v fenofazi 6 listov koruske.

Vizualno smo ocenili vznik in število rastlin z znaki fitotoksičnosti po EPPO. Ocenjevali smo po skali od 0–5, kjer 0 pomeni brez poškodbe, 5 pa močne poškodbe. V času rastne dobe smo beležili datum vznika, čas metličenja in svilanja, ob spravilu pa višino vrhnjega storža in višino rastlin do metlice. Po spravilu smo v laboratoriju izmerili še dolžino in maso storžev.

Ocene poškodb smo iz vrednotili s Kruskal-Wallisovo enosmerno analizo variance ter jih prikazali s stolpci za moduse. Merjene parametre smo statistično obdelali z analizo variance po metodi split-plot.

### 3 REZULTATI IN RAZPRAVA

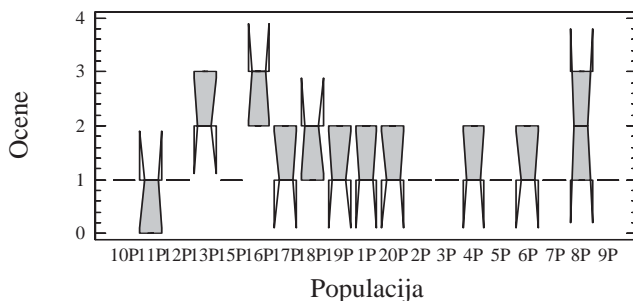
Kruskal-Wallisova analiza variance je pokazala, da obstajajo pri populacijah statistično značilne razlike med ocenami fitotoksičnosti ob tretiranju z različnimi herbicidi (slika 1). Najvišjo mediano ocen dosega tretiranje s herbicidom H3.



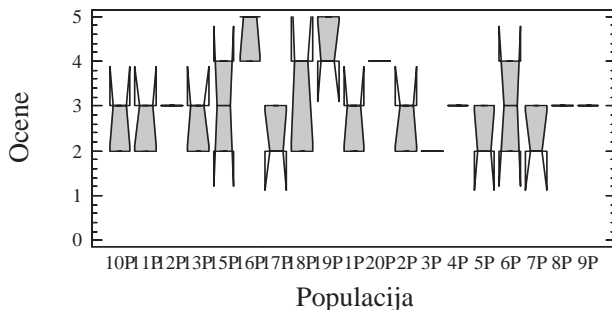
Slika 1: Prikaz okvirjev z ročaji za občutljivost populacij, tretiranih z različnimi herbicidi.  
Figure 1: Box-and-Whisker Plot for sensitivity of populations treated with different herbicides.

362

Statistično značilne razlike med posameznimi populacijami smo ugotovili le pri tretiranjih s herbicidoma H2 in H3. Kot prag občutljivosti populacij smo upoštevali mediano ocen enako ali večjo kot 3. Kot najbolj občutljiva na herbicid H2 se je pokazala le populacija 16 (slika 2). Več populacij je bilo občutljivih na H3, saj so samo 4 populacije imele mediane nižje od 3 (slika 3). Najbolj občutljive so bile populacije 16 (mediana 5), 19 in 20 (mediana 4), ostale populacije so imele mediano ocen 3. Samo populacija 16 se je izkazala kot občutljiva za oba herbicida (H2 in H3, Slika 4), populacije 3, 5, 7 in 17 pa so bile pri obeh herbicidih manj občutljive od ostalih populacij.



Slika 2: Prikaz okvirjev z ročaji za populacije, tretirane s H2.  
Figure 2: Box-and-Whisker Plot for individual populations treated with H1.



Slika 3: Prikaz okvirjev z ročaji za populacije, tretirane s H3.

Figure 3: Box-and-Whisker Plot for individual populations treated with H1.

Različni herbicidi so imeli pri posameznih merjenih lastnostih glede na povprečne vrednosti populacij statistično značilen vpliv samo na maso storža (preglednica 1). Med populacijami pa so bile ugotovljene statistično značilne razlike za vse preučevane lastnosti. Statistično značilne interakcije med herbicidi in populacijami nismo ugotovili pri nobeni lastnosti.

363



Slika 4: Populacija 16 se je pokazala kot občutljiva na oba herbicida (tretiranje s H2 – slika levo in s H3 – slika desno).

Figure 4: Population 16 has proven as sensitive to herbicide H2 (above left) and to H3 (above right).

Ker nismo ugotovili značilnih interakcij med uporabljenimi herbicidi in populacijami, smo preverili ali so za preučevane lastnosti statistično značilne razlike med posameznimi populacijami ob uporabi različnih herbicidov. Različni herbicidi so imeli največji vpliv na maso storža, saj smo statistično značilne razlike za to lastnost ugotovili kar pri 8 populacijah, ter na višino rastlin. Različen odziv posameznih populacij na herbicide smo ugotovili tudi pri ostalih lastnostih, vendar pri manjšem številu populacij. Od teh smo pri nekaterih populacijah (2, 5, 7, 9 in 18) dobili statistično značilne razlike pri več lastnostih, kar kaže na genetsko raznolikost glede občutljivosti na herbicide. Da je občutljivost različnih genotipov na

herbicide genetsko pogojena, ugotavljajo tudi Molnar in sod. (2001), čeprav Boerboom (2002) opozarja, da je fitotoksičnost herbicida močno odvisna tudi od drugih dejavnikov okolja. Zato je, tako za neposredno uporabo herbicidov v kmetijski pridelavi kot za žlahtnjenje rastlin, zelo pomembna informacija o fitotoksičnosti določenega herbicida in občutljivosti genskega materiala, na katerem bo določen herbicid uporabljen. Kot najbolj fitotoksičen herbicid, ki je povzročil največ vizualnih poškod ter negativno vplival na merjene lastnosti, se je izkazal herbicid H3, kar bi morali upoštevati ob nadaljnji uporabi herbicidov s temi aktivnimi snovmi; po drugi strani pa jih lahko žlahtnitelji uporabijo kot merilo občutljivosti lastnega žlahtniteljskega materiala.

Preglednica 1: Statistično značilne razlike med herbicidi, med populacijami in pri posameznih populacijah glede na obravnavanje in interakcija med herbicidi in populacijami.

Table 1: Significant differences for herbicides, populations, their interaction and for individual populations.

	Med herbicidi	Med populacijami	Interakcija	Posamezne populacije
Število dni od vznika do 50 % metličenja	ne	da	ne	2, 15, 18
Število dni od vznika do 50 % svilanja	ne	da	ne	5, 9, 18,
Višina storža	ne	da	ne	6, 10, 15, 19
Višina rastlin	ne	da	ne	3, 7, 8, 12, 13, 16, 20
Dolžina storža	ne	da	ne	4, 13, 19, 20
Masa storža	da	da	ne	2, 5, 7, 9, 13, 16, 18, 20

#### 4 SKLEPI

Najbolj tvegana uporaba za nastanek fitotoksičnosti je uporaba herbicida H3 (foramsulfuron in jodosulfuron–metil natrij). Statistično značilne interakcije med herbicidi in populacijami nismo ugotovili pri nobeni preučevani lastnosti. Razlike v občutljivosti na herbicide in v jakosti poškodb med posameznimi populacijami smo ugotovili tako pri merjenih parametrih kot pri ocenah fitotoksičnosti. Največ razlik zaradi herbicidov smo med populacijami ugotovili v masi storžev in višini rastlin.

#### 5 LITERATURA

- Boerboom C. 2002. Factors influencing crop tolerance to herbicides. Madison, University of Wisconsin: 4 str.  
<http://fyi.uwex.edu/weedsci/2002/11/02/factors-influencing-crop-tolerance-to-herbicides/> (3. 12. 2013)
- Bonis P., Arendas T., Marton L.C. 2003. Field tests on the herbicide tolerance of various maize genotypes: 3 str.  
<http://www.date.hu/acta-agraria/2003-11/bonis.pdf> (23. 7. 2012)
- Kajfež Bogataj L. 2005. Prihodnost Slovenije: Podnebne spremembe in njihov vpliv na kakovost življenja ljudi. V: Pogovori o prihodnosti Slovenije. Pogovor B, Cilji EU v luči nove finančne perspektive, Ljubljana, 21. okt. 2005. Ljubljana, Urad Predsednika RS: 100–106  
[http://www.prihodnost-slovenije.si/up-rs/ps.nsf/kk/5F933B6F35B9843EC1257210003930EF/\\$FILE/cilji\\_eu\\_v-luci-nove-financne\\_pespektive.pdf](http://www.prihodnost-slovenije.si/up-rs/ps.nsf/kk/5F933B6F35B9843EC1257210003930EF/$FILE/cilji_eu_v-luci-nove-financne_pespektive.pdf) (1.12.2014)
- Luthar Z. 1998. Genska banka kmetijskih rastlin Oddelka za agronomijo Biotehniške fakultete. *Sodobno kmetijstvo*, 31, 2: 63–66
- Molnár I., Tóth E., Somlyay I., Pakurár M. 2001. Környezeti tényezők hatása a kukoricahibridek herbicidérzékenységére = Effects of environmental conditions for sensitivity of corn cultivars to herbicide treatments. *Növényvéd.*, 37: 483–489
- Pataky J.K., Nordby J.N., Williams II M.M., Riechers D.E. 2006. Inheritance of cross-sensitivity in sweet corn to herbicides applied postemergence. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 131, 6: 744–751
- PP 1/135 (3). Phytotoxicity assessment. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*. 2007: 8 str.
- Rozman L. 2012. Genska banka koruze v Sloveniji. *Acta agriculturae Slovenica*, 99: 317-328.



## UČINKOVITOST MEŠANIC PRIPRAVKOV NA PODLAGI GLIFOSATA, 2,4-D TER DIKAMBE ZA ZATIRANJE NJIVSKEGA SLAKA (*Convolvulus arvensis* L.)

Aleš KOLMANIČ<sup>1</sup>, Mario LEŠNIK<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Kmetijski inštitut Slovenije, Ljubljana

<sup>2</sup> Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede, Maribor

### IZVLEČEK

V lončnem poskusu smo preučevali učinkovitosti aktivnih snovi (a.s.) ter škropilnih brozg na podlagi glifosata (N-[fosfonometil] glicin), 2,4-D (2,4-diklorofenoksi-očetna kislina) in dikambe (3,6-dikloro-o-anisinska kislina) za zatiranje njivskega slaka (*Convolvulus arvensis* L.). Glifosat smo uporabili v koncentracijah 2000 in 3000 g a.s. ha<sup>-1</sup>, 2,4-D v 500, 1000 in 1500 g a.s. ha<sup>-1</sup> ter dikambo v 250, 500 in 750 g a.s. ha<sup>-1</sup>. Učinkovitost smo določali 3 in 6 tednov ter 8 mesecev po tretiranju z metodo vizualne ocene in s tehtanjem nadzemske ter podzemne mase rastlin. Opazili smo zmerne antagonizme med aktivnimi snovmi. Učinkovitost zatiranja koreninskega sistema (45-60 % učinkovitost) se je bistveno razlikovala od učinkovitosti izraženi v zmanjšanju nadzemske mase (85-99 % učinkovitost). Glede na učinkovitost uporabljenih škropilnih brozg ter iz stroškovnega vidika, mešanja 2,4-D (več kot 1000 g a.s. ha<sup>-1</sup>) ali dikambe (več kot 500 g a.s. ha<sup>-1</sup>) z glifosatom ne moremo priporočati za zatiranje njivskega slaka. 2,4-D, bodisi uporabljen samostojno (1500 g a.s. ha<sup>-1</sup>; 94 % učinkovitost) ali v mešanicah z glifosatom (3000 g a.s. ha<sup>-1</sup> glifosat in 1500 g a.s. ha<sup>-1</sup> 2,4-D; 83,1 % učinkovitost) je ena od najbolj učinkovitih aktivnih snovi za dolgoročno obvladovanje slaka.

**Ključne besede:** zatiranje trajnih plevelov, škropilne brozge, učinkovitost herbicidov, aktivne snovi

### ABSTRACT

#### EFFICACY OF GLYPHOSATE, 2,4-D, DICAMBA AND THEIR TANK MIXTURES FOR LONG TERM CONTROL OF FIELD BINDWEED (*Convolvulus arvensis* L.)

The efficacies of active ingredients (a.i.) glyphosate (N-[phosphonomethyl]glycine), 2,4-D (2,4-dichlorophenoxy-acetic acid) and dicamba (3,6-dichloro-o-anisic acid) and their tank mixtures for control of field bindweed (*Convolvulus arvensis* L.) grown in pots were studied. Glyphosate was applied at the rates of 2000 and 3000 g a.i. ha<sup>-1</sup>, 2,4-D at the rates of 500, 1000 and 1500 g a.i. ha<sup>-1</sup> and dicamba at the rates of 250, 500 and 750 g a.i. ha<sup>-1</sup>. Efficacy was determined 3 and 6 weeks and 8 months after the application by methods of visual rating and by weighting of above-ground mass and rhizome weight. Moderate antagonism between glyphosate, 2,4-D and dicamba was observed. The rate of suppression of rhizome development (45-60 % efficacy) differed significantly from the rate of suppression of development of above-ground mass (85-99 % efficacy). Considering the enhancement of efficacy and cost-benefit aspects of the control, increased rates of 2,4-D (more than 1000 g a.i. ha<sup>-1</sup>) or dicamba (more than 500 g a.i. ha<sup>-1</sup>) to glyphosate cannot be recommended. 2,4-D applied alone (1500 g a.i. ha<sup>-1</sup>, 94 % efficacy) or in mixtures with glyphosate (3000 g a.i. ha<sup>-1</sup> glyphosate and 1500 g a.i. ha<sup>-1</sup> 2,4-D, 83.1 % efficacy) is one of the most effective a.i. for long term control of field bindweed.

**Key words:** perennial weed control, tank mixtures, herbicide efficacy, active ingredients

<sup>1</sup> dr., Hacquetova ulica 17, SI-1000 Ljubljana, e-mail: ales.kolmanic@kis.si

<sup>2</sup> prof. dr., Pivola 10, SI-2311 Hoče

## 1 UVOD

Pomanjkanje introdukcije novih herbicidov na podlagi aktivnih snovi z novimi načini delovanja (Beckie in Tardif, 2012) in zmanjšanje razpoložljivih aktivnih snovi (64 % zmanjšanje v obdobju 1999-2009 v Evropi; Moss, 2010) narekuje učinkovitejšo uporabo razpoložljivih herbicidov (Johnson *et al.*, 2009; Beckie in Hall, 2014). Med najpogosteje uporabljenimi aktivnimi snovmi v svetu je glifosat (Baylis, 2000). Kljub še relativno redki naravni odpornosti plevelov na glifosat pa odporne populacije in biotipi obstajajo (Powles in Preston, 2006) in njihovo število se povečuje (Beckie in Tardif, 2012). Pod nenehno selekcijo samo ene aktivne snovi se lahko hitro pojavljajo na posamezen herbicid odporne populacije plevelov (Culpepper, 2006; Johnson *et al.*, 2009; Bajwa, 2014). Uporaba gensko spremenjenih poljščin z odpornostjo na glifosat je še dodatno pospešila njihov razvoj (Johnson *et al.*, 2009).

Kljub temu pa poročila o plevelih, ki se razlikujejo v občutljivosti na glifosat obstajajo že od njegove uvedbe. DeGennaro in Weller (1984) sta npr. identificirala naravne biotipe njivskega slaka (*Convolvulus arvensis* L.), pri katerih se je občutljivost na glifosat bistveno razlikovala. Njivski slak je med najbolj gospodarsko pomembnimi trajnimi pleveli v območjih zmernega podnebja (Holm *et al.*, 1977). Izkoreninjenje s kemičnimi in mehanskimi metodami je v praksi pogosto manj uspešno. Precej herbicidov je učinkovitih pri kratkotrajnemu zatiranju, le malo od njih pa je zares učinkovitih na izkoreninjenje slaka (Westra *et al.*, 1992).

Njivski slak ima izrazito sposobnost regeneracije, ki jo omogočajo obsežne rizomske korenine (Lindenmayer *et al.*, 2013). Dodatno lahko na spremenljiv odziv vplivajo okoljske razmere (relativna vlažnost, temperatura, vlažnost tal) ter starost rastlin v času tretiranja in/ali odpornosti biotipov na izbrani herbicid (DeGennaro in Weller, 1984; Westwood *et al.*, 1997). Slaba translokacija aktivnih snovi je lahko eden od možnih razlogov za veliko variabilnost učinkovitosti herbicidov pri njivskem slaku (Lauridson *et al.*, 1983). Preveč agresivne aktivne snovi, njihove mešanice in/ali škropilni dodatki lahko uničijo integriteto celičnih membran in s tem zmanjšajo absorpcijo ali translokacijo aktivnih snovi (Zabkiewicz, 2000). Dodatno imajo lahko mešanice glifosata in sintetičnih avksinov bodisi sinergijske ali antagonistične učinke (Flint in Barrett, 1989; Westra *et al.*, 1992).

Najpogostejše aktivne snovi za zatiranje slaka so 2,4-D, pikloram, dikamba, kvinklorak in imazapir med selektivnimi herbicidi (Lindenmayer *et al.*, 2013) ter glifosat (N-[fosfometil] glicin) med neselektivnimi herbicidi (Westra *et al.*, 1992; Baylis, 2000). Namen našega poskusa je bil preizkusiti učinkovitost aktivnih snovi glifosat (N-[fosfometil] glicin), 2,4-D (2,4-diklorofenoksi-octetna kislina) in dikamba (3,6-dikloro-o-anisinska kislina) ter njihovih mešanic za zatiranje njivskega slaka (*Convolvulus arvensis* L.).

## 2 MATERIALI IN METODE

Poskus smo zasnovali kot standardni lončni poskus za testiranje učinkovitosti herbicidov po sistemu naključnih blokov. Uporabili smo 20 različnih variant ter kontrolo v petih ponovitvah (preglednica 1). Vsaka varianta je obsegala 25 lončkov in skupino petih smo statistično obravnavali kot eno ponovitev. Rastline njivskega slaka smo nabrali v maju 2011 na petih njivah v bližini Kidričevega in posadili v plastične lončke s prostornino 20 litrov. Na njivah je potekala integrirana pridelava poljščin. Pri izbiri rastlin smo poskušali zmanjšati variabilnost biotipov slaka. Morfološka preiskava ni pokazala razlik med izbranimi rastlinami. Rastlinski material smo nato enakomerno porazdelili. V vsaki ponovitvi v vseh poskusnih variantah je bil zmeraj material iz vseh petih njiv.

Rastline so rastle v lončkih pet mesecev, nato smo v oktobru nanašali aktivne snovi ali njihove mešanice. Pet naključno izbranih rastlin iz kontrole smo pred začetkom škropilnega poskusa ločili od zemlje, stehali ter izmerili dolžino in premer rizomov. Poganjki so imeli 20-

35 listov in rizomi so bili dolgi 35–65 centimetrov. Teoretični indeks listne površine je bil 1,45. Razmerje med maso nadzemskih in podzemnih organov je bilo približno 1,5/1. Uporabili smo aktivne snovi glifosat–izopropilamin sol (N-[fosfometil] glicin), 2,4-D (2,4-diklorofenoksi-ocetna kislina) in dikamba (3,6-dikloro-o-anisinska kislina) v različnih koncentracijah (preglednica 1).

Preglednica 1: Aktivne snovi, njihove mešanice ter koncentracije, preučevane v poskusu.

Varianta	Aktivna snov	Koncentracija g a.s. ha <sup>-1</sup>
V1	Glifosat*	2000
V2	Glifosat	3000
V3	Dikamba	250
V4	Dikamba	500
V5	Dikamba	750
V6	2,4-D	500
V7	2,4-D	1000
V8	2,4-D	1500
V9	Glifosat + dikamba	2000 + 250
V10	Glifosat + dikamba	2000 + 500
V11	Glifosat + dikamba	2000 + 750
V12	Glifosat + dikamba	3000 + 250
V13	Glifosat + dikamba	3000 + 500
V14	Glifosat + dikamba	3000 + 750
V15	Glifosat + 2,4-D	2000 + 500
V16	Glifosat + 2,4-D	2000 + 1000
V17	Glifosat + 2,4-D	2000 + 1500
V18	Glifosat + 2,4-D	3000 + 500
V19	Glifosat + 2,4-D	3000 + 1000
V20	Glifosat + 2,4-D	3000 + 1500

\*uporabili smo formulacijo izopropil-amin vodna raztopina soli

Aplikacijo smo izvedli z pršilnikom Technoma Euro-Pulve (France). Poraba vode je bila 250 l/ha. Uporabili smo šobe Teejet XR110015 z delovnim pritiskom 3 barov. Velikost kapljic je bila med 125-145 mikroni. Temperatura v času aplikacije je bila 22 °C in relativna vlažnost zraka 68 %. Po aplikaciji smo pustili rastline na prostem 25-30 minut ter nato prenesli v rastlinjak. Štiri dni po aplikaciji nismo zalivali ali močili rastlin, nato pa smo občasno izvajali zalivanje, da smo preprečili osušitev zemlje v lončkih.

Učinkovitost delovanja aktivnih snovi smo ocenjevali glede na metodo vizualnega ocenjevanja (Bleiholder, 1989) ter z metodo tehtanja rastlinskih organov (Rao, 2000). Vizualno ocenjevanje smo izvedli 3 (3T) in 6 tednov (6T) ter 8 mesecev (8M) po aplikaciji. Rezultate ocenjevanja 6T nismo smatrali kot povsem zanesljive, ker so bili pridobljeni v začetku zimskega mirovanja in nismo mogli zanesljivo razlikovati med učinkom aktivnih snovi ter fiziološkim učinkom zimskega mirovanja. Interakcije med aktivnimi snovmi smo analizirali po metodah Colby (1967) ter Flint *et al.* (1988).

Ocenjevanje učinkovitosti z metodo tehtanja rastlin smo izvedli 8 mesecev (8M) po aplikaciji. Rastline smo ločili od zemlje in s škarjami smo ločili koreninski sistem od nadzemnih delov. Stehali smo samo žive dele, vse odmrle in nekrotične dele smo zavrgli. Procedura je bila enaka za vse variante ter kontrolo. Učinkovitosti smo izračunali kot razmerje med maso nadzemskih ali podzemnih delov rastlin v kontroli ter maso tretiranih rastlin.

$$U\check{C} (\%) = \frac{(masa\ kontrolne - masa\ tretiranih\ rastlin)}{masa\ kontrolne} \times 100$$

Statistične analize smo izvedli s programom SPSS. Če je bilo potrebno, smo podatke pred izračuni transformirali, da smo zagotovili normalnost porazdelitve in homogenost variance. Zaradi lažje preglednosti prikazujemo samo ne-transformirane podatke. Podatke smo analizirali z ANOVO. Statistične razlike med posameznimi učinkovitostmi smo določili s Tukey-HSD testom, razlike med učinkovitostmi na nadzemske in podzemne dele pa s t-testom.

### 3 REZULTATI IN RAZPRAVA

#### 3.1 Učinkovitost aktivnih snovi po metodi vizualnega ocenjevanja (3T in 6T)

Učinkovitost delovanja preučevanih aktivnih snovi na nadzemske dele slaka je bila visoka, ne glede na uporabljeno aktivno snov. Učinkovitost je bila med 84,8 ter 99,6 %. Ne glede na formulacijo, smo pri samostojni aplikaciji aktivne snovi opazili statistične razlike v učinkovitosti med 3T in 6T (podatki za 6 T niso prikazani).

Preglednica 2: Učinkovitost delovanja aktivnih snovi in njihovih mešanic na nadzemske dele njivskega slaka, glede na metodo vizualnega ocenjevanja.

Aktivna snov	Koncentracija g a.s. ha <sup>-1</sup>	Vizualno ocenjevanje	
		3T Povprečje %	8M Povprečje %
Glifosat	2000	92.9	80.7
Glifosat	3000	95.9	89.2
Dikamba	250	84.9	82.8
Dikamba	500	87.9	85.6
Dikamba	750	92.5	91.2
2,4-D	500	89.8	88.6
2,4-D	1000	92.9	95.0
2,4-D	1500	93.3	97.6
Glifosat + dikamba	2000 + 250	94.5	89.2
Glifosat + dikamba	2000 + 500	97.9	90.9
Glifosat + dikamba	2000 + 750	99.3	95.8
Glifosat + dikamba	3000 + 250	99.3	92.6
Glifosat + dikamba	3000 + 500	99.6	93.7
Glifosat + dikamba	3000 + 750	99.7	97.9
Glifosat + 2,4-D	2000 + 500	98.1	91.3
Glifosat + 2,4-D	2000 + 1000	98.2	92.1
Glifosat + 2,4-D	2000 + 1500	99.8	94.6
Glifosat + 2,4-D	3000 + 500	99.1	93.2
Glifosat + 2,4-D	3000 + 1000	99.8	95.3
Glifosat + 2,4-D	3000 + 1500	99.8	99.2

Teh razlik nismo opazili pri aplikaciji škropljnih mešanic. To nakazuje, da vrhunec učinkovitosti nastopi pozneje pri samostojni aplikaciji aktivnih snovi kot pri aplikaciji škropljnih mešanic.

Visoka učinkovitost na nadzemske dele njivskega slaka je bila pričakovana in je primerljiva s podobnimi poskusi (DeGennaro in Weller, 1984; Sherrick *et al.*, 1986; Baylis, 2000).

Pri ocenjevanju učinkovitosti delovanja na trajne plevelce se pogosto srečamo z nekaterimi metodološkimi ovirami. Posledično težje pridobimo relevantne podatke o delovanju aktivnih snovi na koreninski sistem. Ocenjevanje kmalu po aplikaciji lahko prikaže večje učinkovitosti od dejanskih, ki se z zamikom ocenjevanja od obdobja aplikacije zmanjšujejo (DeGennaro in Weller, 1984, Stone *et al.*, 2005). Kljub temu je v naši raziskavi učinkovitost delovanja na nadzemske dele ostala visoka tudi še 8 mesecev po aplikaciji.

### 3.2 Učinkovitost aktivnih snovi glede na metodo tehtanja (8M)

Učinkovitost delovanja na nadzemske organe je ostala visoka tudi po 8 mesecih od aplikacije. Samo v nekaterih primerih smo opazili razvoj novih poganjkov. Učinkovitost je bila med 80,7 (2000 g glifosata/ha) in 99,2 % (mešanica 3000 g glifosata/ha + 1500 g 2,4-D/ha). Učinkovitost pri mešanicah je bila večja kot pri samostojni aplikaciji aktivne snovi.

Večja učinkovitost pri mešanicah je lahko zaradi učinka povečevanja koncentracije aktivne snovi v oblogi in posledično večje količine sprejete aktivnih snovi. A ta učinek je dobro raziskan samo v primeru glifosata in je neznan pri večini ostalih aktivnih snovi ali mešanic herbicidov (Wang in Liu, 2007). Difuzija aktivnih snovi je pogoj za delovanje listnih herbicidov (Wang in Liu, 2007) in večje učinkovitosti pri mešanicah namigujejo, da se s povečevanjem koncentracij v mešanicah povečuje foliarni sprejem ter translokacija aktivnih snovi vsaj po nadzemskih tkivih.

Ne glede na prejšnje navedbe ter povsem odmrle nadzemske dele rastlin, opažene v našem poskusu, pa smo pri odstranitvi zemlje našli žive rizome pri večini rastlin v poskusu. Zato vizualne ocene, ki temeljijo samo na ocenah delovanja na nadzemske dele ne morejo biti zanesljiva metoda ocenjevanja učinkovitosti herbicidnih aktivnih snovi na zatiranje njivskega slaka. Učinkovitost, izračunana na podlagi mase korenin, je bila signifikantno nižja od učinkovitosti na nadzemske organe. Enako učinkovitost smo ugotovili edino pri 1500 g 2,4-D/ha (97,6 % na nadzemske ter 94 % na podzemne dele rastlin).

Glifosat je imel pri odmerku 2000 g a.s./ha (bodisi apliciran samostojno ali v mešanicah) najslabše delovanje na rizomski sistem med preučevanimi aktivnimi snovmi. Povečanje odmerka na 3000 g a.s./ha (bodisi apliciran samostojno ali v mešanicah) je dvignilo učinkovitost. Povečanje odmerka glifosata v mešanicah je imelo večji učinek kot povečanje odmerka dikambe ali 2,4-D. Pri glifosatu je sicer znano, da je učinkovitost tesno povezana z koncentracijo, večja kot je koncentracija, večji je sprejem v rastlino (Wang in Liu, 2007) in večja je učinkovitost.

Učinkovitost snovi dikamba se je povečevala od 49,6 do 78 % s povečanjem odmerka z 250 do 750 g a.s./ha. Nasprotno pa smo pri mešanju dikambe z glifosatom opazili zmanjšanje učinkovitosti (41-74,8 %). Mešanje 750 g a.s./ha dikambe ter 2000 g glifosata/ha je pokazalo izrazit antagonizem med snovema. Povečanje koncentracije glifosata na 3000 g a.s./ha je zmanjšalo antagonizem in malce povečalo učinkovitosti. Kljub temu nismo ugotovili statističnih razlik med aplikacijo 750 g dikambe/ha (78 % učinkovitost) ter aplikacijo mešanice 3000 g glifosata/ha in 750 g dikambe/ha (74,8 % učinkovitost).

Trditve, da bi nekatere šibke točke glifosata (slabša učinkovitost na nekatere širokolistne plevelce, kratkotrajno delovanje) lahko zmanjšali z mešanjem s sintetičnimi avksini (Baylis, 2000), v naši raziskavi nismo potrdili.

Pri uporabi 2,4-D smo opazili največjo učinkovitost. Samostojna aplikacija 500-1500 g 2,4-D/ha je pokazala 73,2-94 % učinkovitost za zatiranje rizomskega sistema. Pri mešanju z glifosatom smo opazili antagonizem in zmanjšanje učinkovitosti. Antagonizem je bil izrazitejši pri 2000 g glifosata/ha in se je zmanjševal s povečevanjem odmerka glifosata.

Podobne rezultate učinkovitosti 2,4-D (prek 90 %) na njivski slak je v svoji raziskavi predstavil tudi Derscheid (1970).

Trditev, da lahko povečevanje deleža neselektivnih herbicidov v mešanica s selektivnimi herbicidi zmanjšuje antagonizme (Hydrick in Shaw, 1994), smo deloma potrdili. Z večanjem deleža glifosata v mešanica se je povečevala učinkovitost, vendar ni dosegala učinkovitosti 2,4-D ali dikambe apliciranih samostojno. Podobne rezultate sta predstavila tudi Flint in Barrett (1989).

Preglednica 3: Učinkovitost delovanja aktivnih snovi in njihovih mešanic na nadzemske in podzemne dele njivskega slaka, glede na metodo tehtanja.

Aktivna snov	Koncentracija g a.s. ha <sup>-1</sup>	Nadzemska masa		Rizomi	
		Povprečje (%)		Povprečje (%)	
Glifosat	2000	80.7	B**	37.8	a* A
Glifosat	3000	89.2	B	58.4	bcde A
Dikamba	250	82.8	B	49.6	ab A
Dikamba	500	85.6	B	66.0	cdef A
Dikamba	750	91.2	B	78.0	fg A
2,4-D	500	88.6	B	73.2	efg A
2,4-D	1000	95.0	B	79.8	fgh A
2,4-D	1500	97.6	A	94.0	h A
Glifosat + dikamba	2000 + 250	89.2	B	41.2	a A
Glifosat + dikamba	2000 + 500	90.9	B	50.9	abc A
Glifosat + dikamba	2000 + 750	95.8	B	47.8	ab A
Glifosat + dikamba	3000 + 250	92.6	B	58.6	bcde A
Glifosat + dikamba	3000 + 500	93.7	B	73.9	fg A
Glifosat + dikamba	3000 + 750	98.0	B	74.8	fg A
Glifosat + 2,4-D	2000 + 500	91.3	B	48.7	ab A
Glifosat + 2,4-D	2000 + 1000	92.1	B	52.7	abcd A
Glifosat + 2,4-D	2000 + 1500	94.6	B	56.6	bcd A
Glifosat + 2,4-D	3000 + 500	93.2	B	67.1	def A
Glifosat + 2,4-D	3000 + 1000	95.3	B	82.7	gh A
Glifosat + 2,4-D	3000 + 1500	99.2	B	83.1	gh A

\* Povprečja označena z enako majhno črko se ne razlikujejo signifikantno glede na rezultate Tukey HSD testa ( $P < 0,05$ ). Črke predstavljajo razlike med posameznimi aktivnimi snovmi.

\*\* Povprečja označena z enako veliko črko se ne razlikujejo signifikantno glede na rezultate t-testa ( $P < 0,05$ ). Črke predstavljajo razlike v učinkovitosti delovanja na nadzemne dele in rizome.

Pojav antagonizma je navadno pojasnjen kot posledica prehitrega propada integritete celičnih membran ter s tem povezanim zmanjšanim sprejemom in translokacijo aktivnih snovi po rastlini (Zabkiewicz, 2000). Vseeno pa smo opazili, da mešanje glifosata z avksini verjetno ni vplivalo na njegov sprejem in translokacijo, vsaj po nadzemskih delih rastlin. Učinkovitost delovanja na nadzemske dele se je povečevala pri uporabi škropilnih mešanic. Verjetno je prisoten nek drug pojav, ki vpliva na zmanjševanje učinkovitosti na rizomski sistem in bi ga bilo potrebno dodatno raziskati.

Sklepov iz nekaterih raziskav, kjer navajajo, da so učinki mešanic glifosata ter sintetičnih avksinov sinergistični in povečujejo učinkovitost dolgoročnega zatiranja slaka (Flint in Barret, 1989; Westra *et al.*, 1992), v naši raziskavi ne moremo potrditi. Učinkovitost na koreninski sistem je bila v povprečju 40-60 % manjša kot na nadzemske dele slaka. Vseeno pa so bile večje kot v nekaterih poljskih poskusih, katerih podatki so dostopni v literaturi (Hoss *et al.*, 2003; Stone *et al.*, 2005). Verjetno je večja učinkovitost v naši raziskavi posledica učinka lončnega poskusa. Razmerje med nadzemskimi in podzemnimi deli njivskega slaka je pri lončnih poskusih drugačno kot v naravi. Masa koreninskega sistema trajnih plevelov je v naravi pogosto večja od nadzemske mase (Holm *et al.*, 1977).

#### 4 SKLEPI

Učinkovitost na koreninski sistem je bila v povprečju 40–60 % manjša kot na nadzemske dele slaka. Mešanje herbicida na podlagi glifosata s herbicidom na podlagi dikambe ali 2,4-D v preučevanih odmerkih ni pokazalo sinergističnih učinkov ali signifikantno povečalo učinkovitosti zatiranja slaka v primerjavi s samostojno uporabo herbicida na podlagi glifosata. Nasprotno, mešanice so imele slabšo učinkovitost v primerjavi s samostojnimi aplikacijami aktivnih snovi. Glede na učinkovitost uporabljenih mešanic herbicidov ter iz stroškovnega vidika, mešanja 2,4-D (več kot 1000 g a.s. ha<sup>-1</sup>) ali dikambe (več kot 500 g a.s. ha<sup>-1</sup>) z glifosatom ne moremo priporočati za zatiranje njivskega slaka.

2,4-D, bodisi uporabljen samostojno (1500 g a.s. ha<sup>-1</sup>; 94 % učinkovitost) ali v mešanicah z glifosatom (3000 g a.s. ha<sup>-1</sup> glifosat in 1500 g a.s. ha<sup>-1</sup> 2,4-D; 83,1 % učinkovitost), je, glede na rezultate našega poskusa, ena od najbolj učinkovitih aktivnih snovi za dolgoročno obvladovanje slaka.

#### 5 LITERATURA

- Bajwa, A.A., 2014. Sustainable weed management in conservation agriculture. *Crop Prot.*, 65: 105–113.
- Baylis, A.D., 2000. Why glyphosate is a global herbicide: strengths, weaknesses and prospects. *Pest. Manag. Sci.*, 56: 299–308.
- Beckie, H.J., Hall, L.M., 2014. Genetically-modified herbicide-resistant (GMHR) crops a two-edged sword? An Americas perspective on development and effect on weed management. *Crop Prot.*, 66: 40–45.
- Beckie, H.J., Tardif, F.J., 2012. Herbicide cross resistance in weeds. *Crop Prot.*, 35: 15–28.
- Bleiholder H. 1989. Methods for the layout and evaluation of field trials. BASF Crop Protec. Div., Limburgerhof, Germany.
- Colby, S.R., 1967. Calculating synergistic and antagonistic responses of herbicide combinations. *Weeds*, 15: 20–22.
- Culpepper, S.A., 2006. Glyphosate-induced weed shifts. *Weed Technol.*, 20: 277–281.
- DeGennaro, P.F., Weller, S.C., 1984. Differential Susceptibility of Field Bindweed (*Convolvulus arvensis*) Biotypes to Glyphosate. *Weed Sci.*, 32: 472–476.
- Derscheid, L.A., Strizke, J.F., Wright, W.G., 1970. Field bindweed control with cultivation, cropping, and chemicals. *Weed Sci.*, 18: 590–596.
- Flint, J.L., Barrett, M., 1989. Effects of glyphosate combinations with 2,4-D or dicamba on field bindweed. *Weed Sci.*, 37: 12–18.
- Flint, J.L., Cornelius, P.L., Barrett, M., 1988. Analyzing herbicide interactions: a statistical treatment of Colby's method. *Weed Tech.*, 2: 304–309.
- Holm, L.G., Plucknett, D.L., Pancho, J.V., Herberger, J.P., 1977. *The World's Worst Weeds: Distribution and Biology*. Honolulu, HI: University Press of Hawaii: 609 p.
- Hoss, N.E., Al-Khatib, K., Peterson, D.E., Loughin, T.M., 2003. Efficacy of Glyphosate, Glufosinate, and Imazethapyr on Selected Weed Species. *Weed Sci.*, 51: 110–117.
- Hydrick, D.E., Shaw, D.R., 1994. Effects of tank-mix combinations of nonselective foliar and selective soil-applied herbicides on three weed species. *Weed Technol.*, 8: 129–133.
- Johnson, W.G., Davis, V.M., Kruger, G.R., Weller, S.C., 2009. Influence of glyphosate-resistant cropping systems on weed species shifts and glyphosate-resistant weed populations. *Eur. J. Agron.*, 31: 162–172.
- Lauridson, T.C., Wilson, R.G., Haderlie, L.C., 1983. Effect of moisture stress on Canada thistle (*Cirsium arvense*) control, absorption, and translocation of herbicide. *Weed Sci.*, 31: 674–680.
- Lindenmayer, R.B., Nisses, S.J., Westra, P.P., Shaner, D.L., Brunk, G., 2013. Aminocyclopyrachlor Absorption, Translocation and Metabolism in Field Bindweed (*Convolvulus arvensis*). *Weed Sci.*, 61: 63–67.
- Moss, S., 2010. Herbicide resistance in northern Europe: current status; future issues. In: Beckie, H.J., Tardif, F.J., 2012. Herbicide cross resistance in weeds. *Crop Prot.*, 35: 15–28.
- Powles, S.B., Preston, C., 2006. Evolved Glyphosate Resistance in Plants: Biochemical and Genetic Basis of Resistance. *Weed Technol.*, 20: 282–289.

- Rao, V.S., 2000. Principles of Weed Science, Second Edition. Oxford and IBH Publishing Co. Pvt. Ltd.: 564 p.
- Stone, A.E., Peeper, T.F., Kelley, J.P., 2005. Efficacy and Acceptance of Herbicides Applied for Field Bindweed (*Convolvulus arvensis*) Control. *Weed Technol.*, 19: 148–153.
- Wang, C.J., Liu, Z.Q., 2007. Foliar uptake of pesticides—Present status and future challenge. *Pestic. Biochem. Physiol.*, 87: 1–8.
- Westra, P., Chapman, P., Stahlman, P.W., Miller, S.D., Fay, P.K., 1992. Field bindweed (*Convolvulus arvensis*) control with various herbicide combinations. *Weed Technol.*, 6: 949–955.
- Westwood, J. H., Yerkes, C.N., DeGennaro, E.P., Weller, S.C., 1997. Absorption and translocation of glyphosate in tolerant and susceptible biotypes of field bindweed (*Convolvulus arvensis*). *Weed Sci.*, 45: 658–663.
- Zabkiewicz, J.A., 2000. Adjuvants and herbicidal efficacy—present status and future prospects. *Weed Res.*, 49: 139–149.



## **PREGLED OCENE TVEGANJA NEPOSREDNO IN POSREDNO IZPOSTAVLJENIH OSEB PRI UPORABI FITOFARMACEVTSKIH SREDSTEV V OBDOBJU 2003-2014**

Mateja BOLČIČ-TAVČAR<sup>1</sup>, Tanja FATUR<sup>2</sup>, Mojca FUART-GATNIK<sup>3</sup>

Nacionani inštitut za javno zdravje, Ljubljana

### **IZVLEČEK**

Pred registracijo fitofarmaceutskih sredstev (FFS) mora vlagatelj pokazati, da sredstvo ne škoduje zdravju ljudi. Zato morajo vlagatelji, skladno s postopkom registracije (FFS), v Sloveniji in državah članicah Evropske Unije (EU), predložiti ocene izpostavljenosti in tveganja za posredno in neposredno izpostavljene osebe. Med izpostavljene osebe sodijo: uporabniki FFS, ki pripravljajo škropilno brozgo in nanašajo škropivo na rastline, delavci, ki izvajajo dela na s FFS-ji škropljenih rastlinah, naključne osebe, ki se v času škropljenja nahajajo v bližini ter osebe, ki večino dneva preživijo v bližini kmetijskih zemljišč (doma, v službi, šoli, idr) – v nadaljevanju prebivalci. V Sloveniji smo z ocenjevanjem tveganja za vse našete skupine za izjemo prebivalcev začeli leta 2003 na Nacionalnem inštitutu za javno zdravje (NIJZ), pri čemer sledimo smernicam EU. Za izračun izpostavljenosti uporabnikov uporabljamo nemški in angleški model, ki vključujeta najpogostejše načine aplikacije FFS. Način računanja izpostavljenosti delavca se je skozi čas spreminjal, od predvidene vrednosti za ostanke na listih, do faktorjev prenosa ostankov glede na stik s površjem tretirane rastline in upoštevanja uporabe zaščitnih rokavic pri opravilih na tretiranih rastlinah. Prvotno smo za izpostavljenost naključno prisotnih oseb le predvideli, da je nižja od izpostavljenosti uporabnika. Pozneje smo izpostavljenost računali po angleškem modelu, ki upošteva izpostavljenost zaradi zanosa škropiva. Ocenjevanje tveganja za prebivalce smo uvedli leta 2012, pri čemer upoštevamo izpostavljenost zaradi stika z ostanki in vdihavanja hlapov, ki so posledica zanosa škropiv. Pri izpostavljenosti otrok pa upoštevamo še vnos ostankov škropiva v usta s predmeti in rokami. Metodologija ocenjevanja tveganja za posamezne skupine se je zaradi želje po čim bolj natančni oceni izpostavljenosti spreminjala. Evropske agencija za varnost hrane (EFSA) je oktobra 2014 izdala nove smernice za oceno izpostavljenosti uporabnikov, delavcev, rezidentov in naključno prisotnih oseb, katere priporočila naj bi vlagatelji in pristojni organi upoštevali.

373

**Ključne besede:** delavec, ocena tveganja, pesticidi, prebivalec, uporabnik

### **ABSTRACT**

#### **RISK ASSESSMENT FOR HUMAN HEALTH OVERVIEW OF DIRECT AND INDIRECT EXPOSURE DUE TO PLANT PROTECTION PRODUCTS USE IN THE PERIOD 2003-2014**

Prior to the plant protection products (PPPs) authorisation the applicants shall demonstrate that respective PPP poses an acceptable risk for human health. Therefore, applicants must provide exposure and risk assessments for directly and indirectly exposed people, in accordance with the authorisation process of PPPs in Slovenia and the European Union

---

<sup>1</sup> MSc. Tox (Austria), ERT, univ. dipl. biokem., Trubarjeva 2, SI-1000 Ljubljana, e-mail: Mateja.Bolcic-Tavcar@nijz.si

<sup>2</sup> dr., univ. dipl. mikrobiol., prav tam

<sup>3</sup> univ. dipl. biol., prav tam

(EU). Potentially exposed groups are: operators who prepare spray mixtures and apply it; workers who carry out tasks on treated plants; bystanders, being accidentally present in the vicinity of the spraying area and residents who spend most of the day near agricultural areas (at home, work, school, etc.). Slovenia started performing risk assessment following the EU guidelines for all exposed groups, except for residents, in 2003 at the National Institute of Public Health (NIJZ). Operator exposure estimations are done using the German and UK model that take into account the most common methods of application of PPPs. Calculation of worker exposure has changed over time, regarding predicted values for dislodgeable foliar residues, transfer coefficients and taking into account the use of protective gloves when performing tasks on treated crops. In the beginning, the exposure of bystanders was predicted as being lower than the exposure of the operator. Later, the exposure has been estimated using the UK model, taking into account exposure from spray drifts. The risk assessment for residents was introduced in 2012, considering the exposure through skin and respiratory tract due to spray drift deposits; while the exposure of children additionally considers the object to mouth and hands to mouth exposure. The methodology of risk assessment for individual groups varied during years mostly because of more realistic exposure assessment. The European Food Safety Authority (EFSA) published new guidelines for estimating the exposure of operators, workers, residents and bystanders in October 2014 with recommendations that applicants and competent authorities shall take into account.

**Key words:** operator, pesticide, resident, risk assessment, worker

## 1 UVOD

374

Fitofarmacevtska sredstva (FFS) uporabljamo v kmetijski pridelavi za zatiranje škodljivcev, bolezni in plevelov, z namenom povečati donos in obdržati kakovosten pridelek. Za registracijo FFS v Sloveniji mora vlagatelj pokazati, da sredstvo ne škoduje zdravju ljudi. Vlagatelji morajo zato skladno, s postopkom registracije (FFS), predložiti oceno izpostavljenosti eni ali več aktivnim snovem v FFS, v nadaljevanju besedila bomo to omenjali kot izpostavljenost FFS, in tveganja za posredno in neposredno izpostavljene osebe.

Tveganje = nevarnost (lastnost snovi) + izpostavljenost (količina, način, čas)

Vsaka izpostavljenost še ne pomeni tudi zastrupitev, to je škodljivega učinka na naš organizem, zato raje govorimo o tveganju, ki ga izpostavljenost FFS-ju predstavlja za zdravje človeka. Oceno tveganja uporabljamo kot orodje za prepoznavo morebitnih tveganj za zdravje ljudi in za znižanje tega tveganja na sprejemljivo raven. Poznavanje načina vstopa FFS v telo po posamezni poti lahko precej doprinese k varovanju uporabnikov oz. zmanjšanju tveganja za prekomerno izpostavljenost FFS. Na Nacionalnem inštitutu za javno zdravje (do leta 2013 Inštitutu za varovanje zdravja) od leta 2003 pripravljamo ocene nevarnosti in tveganja za zdravje ljudi pri uporabi FFS. Metodologija ocenjevanja tveganja za posamezne skupine ljudi, ki so posredno in neposredno izpostavljeni FFS, se s časom spreminja, predvsem v smeri natančnejše ocene izpostavljenosti posameznika FFS-ju.

## 2 OCENA IZPOSTAVLJENOSTI UPORABNIKA

Najbolj so FFS izpostavljeni uporabniki, ki mešajo škropilno brozgo (pripravljajo), polnijo škropilnico in škropijo rastline na odprtih zemljiščih in v rastlinjakih. Ocenjevanje tveganja za uporabnika FFS je v preteklosti slonelo na kvalitativnih ocenah. Šele po sprejetju evropske direktive leta 1991 (EC 91/414) o dajanju FFS na trg, je postala zahtevana kvantitativna ocena

tveganja na evropskem nivoju. S to oceno je potrebno pokazati, da FFS ne predstavlja tveganja za zdravje človeka. Tveganje pa nastopi takrat, ko izpostavljenost prekorači referenčni odmerek, ki predstavlja največjo količino aktivne snovi (FFS-ja), kateri sme biti uporabnik izpostavljen brez negativnih vplivov na zdravje.

V Sloveniji smo z ocenjevanjem tveganja za uporabnika začeli leta 2003. Za preračun izpostavljenosti uporabnika smo uporabljali uveljavljena angleški in nemški model. Oba računski modela izhajata iz meritev izpostavljenosti uporabnika pri pripravi škropiva in najbolj pogostih načinov aplikacije pripravka (npr. traktorsko nošeno/vlečeno škropilnico/pršilnik, ročno oprtno škropilnico, škropljenje navzgor in navzdol). Ker Nemški model bolje odraža kmetijsko prakso v Sloveniji, mu dajemo večji pomen. Evropsko Direktivo iz leta 1991 je leta 2009 nadomestila evropska uredba (EC) No 1107/2009. Zaradi zahtev, ki izhajajo iz uredbe in želji po čim bolj realni oceni izpostavljenosti, je Evropska agencija za varnost hrane (EFSA) izdala priporočila (2014) za izračun izpostavljenosti uporabnika. V smernici je predstavljen nov računski model (AOEM – »Agricultural Operator Exposure Model«), ki temelji na novih podatkih o izpostavljenosti za uporabnika in upošteva novejša metode nanosa FFS in različne kmetijske prakse v Evropski Uniji (EU). Model omogoča izračun izpostavljenosti pri škropljenju (s traktorsko nošeno/vlečeno škropilnico/pršilnikom, ročno oprtno škropilnico, škropljenje navzgor in navzdol), kot tudi pri nanosu granul, na odprtih zemljiščih. Zelo specifičen je scenarij nanašanja FFS v rastlinjakih. Izpostavljenost uporabnika v tem primeru preračunavamo po modelu, ki je bil narejen na podlagi meritev izpostavljenosti uporabnika v rastlinjakih, v južnoevropskih državah.

Računski modeli, ki se jih poslužujemo pri ocenah izpostavljenosti za uporabnika, upoštevajo način aplikacije, vrsto pripravka, odmerek, čas dela in način vstopa v organizem. Preračunano sistemsko izpostavljenost uporabnika aktivni snovi v pripravku, na kilogram telesne teže, primerjamo z referenčnim odmerkom in ocenimo tveganje.

375

### 3 OCENA IZPOSTAVLJENOSTI DELAVCA

Delavec je oseba, ki vstopa na območje škropljeno s FFS ali na škropljenih rastlinah izvaja kakšno dejavnost (pregled, obrezovanje, žetev, ločevanje pridelkov, idr.). Metodologijo ocenjevanja izpostavljenosti delavca FFS-jem, ki smo jo prevzeli od Pesticide Safety Directorate v Veliki Britaniji, uporabljamo od začetka ocenjevanja FFS v postopku registracije v Sloveniji. Osnovni pristop se je z leti le malo spremenil, na podlagi novih podatkov smo začeli uporabljati nekatere bolj realne vrednosti za oceno izpostavljenosti.

Pri stiku s škropljenimi rastlinami lahko pride do izpostavljenosti FFS-ju prek stika s kožo (dermalno) in vdihavanja (inhalatorno). Dermalna izpostavljenost delavca FFS-ju je odvisna od odmerka FFS, števila aplikacij, ostankov FFS-ja na rastlini, vrste rastline, vrste dejavnosti delavca, prehajanja FFS-ja skozi kožo in časa dela.

V projektu EUROPOEM II (2002) so izmerili ostanke FFS-jev na površju rastlin, ki se ob stiku prenesejo na delavca in določili indikativne koeficiente prenosa FFS-ja na delavca za skupino zelenjave, sadja, jagod in okrasnih rastlin, ki se razlikujejo glede na intenziteto stika s škropljenimi rastlinami. Z meritvami so določili delež koeficienta prenosa, ki se pri določenem opravilu prenese iz rastlin na telo, noge in roke (brez dlani), ter delež, ki se prenese na dlani. Zato lahko izračunamo, koliko se izpostavljenost delavca zniža ob uporabi zaščitne opreme.

Na dermalno izpostavljenost vpliva tudi število škropljenj. Pri oceni izpostavljenosti delavca smo upoštevali najslabši možni scenarij izpostavljenosti, to je, da se ostanki škropiva med škropljenji akumulirajo, torej da v celoti ostanejo na listih in ne razpadejo. Z namenom posodobitve ocene izpostavljenosti je EFSA leta 2010 izdala znanstveno mnenje o pripravi smernice za oceno izpostavljenosti uporabnikov in delavcev FFS. V mnenju predlagajo, da se

ostanki na površju rastline ne samo kopicijo, ampak tudi razgradijo, pri čemer upoštevajo privzeti razpolovni čas 30 dni. Leta 2014 je EFSA izdala smernico za oceno izpostavljenosti FFS-jem, v kateri so zbrani podatki o razpolovnem času nekaterih aktivnih snovi, kar omogoča natančnejšo oceno izpostavljenosti delavca. Novost je tudi koeficient prenosa ostankov FFS-jev pri grozdju, ki so bili prej upoštevani enako kot sadje. Nova smernica tudi poenoti faktor znižanja izpostavljenosti delavca ob uporabi zaščitnih rokavic in predlaga, da se v primeru uporabe FFS v zaprtih prostorih določi tudi izpostavljenost FFS-ju z vdihavanjem, kar na prostem ni potrebno.

#### **4 OCENA IZPOSTAVLJENOSTI NAKLJUČNO PRISOTNE OSEBE IN PREBIVALCEV**

Opredelitev izpostavljenosti in tveganja naključno prisotne osebe je bila obvezna ob registraciji FFS-jev že na podlagi Uredbe 91/414 EEC, za prebivalca ob kmetijskih zemljiščih pa je postala obvezna z Uredbo Komisije 284/2013 v sklopu Uredbe 1107/2009 Evropskega parlamenta in Sveta.

Naključno prisotna oseba je oseba, ki se krajši čas nahaja v bližini kmetijskih zemljišč v času tretiranja s FFS in je zato FFS-jem izpostavljena neposredno. Načini obravnave izpostavljenosti naključno prisotne osebe FFS-jem na začetku niso bili enotni. Prvotno smo za izpostavljenost naključno prisotne osebe predvideli, da je nižja od izpostavljenosti uporabnika, ki ne uporablja osebne varovalne opreme in zato posledično pokrita z oceno izpostavljenosti/tveganja za le tega. Vzporedno s tem pristopom, smo v nekaterih primerih izpostavljenost izračunali z upoštevanjem predvidenega prehajanja FFS-ja skozi obleko in kožo, povprečja telesne površine in teže odrasle osebe, ter količino FFS-ja, ki se jo lahko vnese z dihanjem. Konec leta 2005 smo za računanje začeli uporabljati (interne) smernice Velike Britanije, kjer so na podlagi študij s prostovoljci, ki so stali 8 metrov od območja tretiranja poljščin in sadnega drevja določili privzete vrednosti za potencialno dermalno in inhalatorno izpostavljenost naključno prisotne osebe. Pri izračunih izpostavljenosti (mg FFS-ja/kg telesne teže/dan) se upošteva najslabši možni scenarij uporabe; najvišja koncentracija škropiva, 100 % prehajanje prek obleke in kože, ter celotna absorpcija vdihanega FFS-ja (100 %) Izračune za otroke kot naključno prisotne osebe delamo od 2012 naprej, hkrati z uvedbo ocenjevanje tveganja za prebivalce in začetkom uporabe nemških predlog za izračune za obe skupini oseb.

Prebivalec je oseba, ki večino dneva preživi v bližini kmetijskih zemljišč zaradi bližine doma, službe, šole, idr. in je ravno tako kot naključno prisotna oseba lahko izpostavljen FFS v času tretiranja zemljišč ter tudi tekom naslednjih dni zaradi ostankov FFS-jev (otroci). Pri računanju izpostavljenosti za prebivalce upoštevamo izpostavljenost prek kože in dihal, zaradi stika z ostanki, in vdihavanja hlapov, ki so posledica zanosa škropiv. Pri izpostavljenosti otrok pa dodatno upoštevamo še vnos ostankov FFS-ja v usta s predmeti in rokami ob upoštevanju privzetih vrednosti za površino rok, števila stikov roke-usta in površine zaužite trave/zemlje na dan (Pica). Izpostavljenost prebivalca, tako kot naključno prisotne osebe, računamo po nemških predlogah, ki imajo možnost izbire med štirimi načini aplikacije/uporabe FFS (tudi domača-amaterska uporaba), upoštevajo večkratni nanos FFS v eni rastni dobi, imajo možnost izbire oddaljenosti osebe od kmetijskega zemljišča v razponu 1-20 m, upoštevajo čas tretiranja rastlin v zgodnji ali pozni fazi rasti ter hlapnost FFS-ja. Uporaba FFS je s stališča naključno prisotne osebe in prebivalca sprejemljiva, ko predvidena izpostavljenost oseb ne presega referenčnega odmerka za posamezni FFS.

## 5 SKLEP

Na podlagi ocene tveganja za zdravje ljudi, neposredno in posredno izpostavljenih FFS, določimo ali je predlagana uporaba FFS s strani vlagatelja sprejemljiva, ali so potrebni ukrepi za zmanjšanje tveganja oz. morebiti celo prepoved uporabe. Zato je pomembno, da ocene temeljijo na čim bolj natančnih vrednostih izpostavljenosti. V Sloveniji izvajamo oceno tveganja skladno z mednarodnimi smernicami in po metodologijah, usklajenih med državami EU, sledimo razvoju področja in se izobražujemo o novostih. Ena najpomembnejših nalog, ki nas čaka v naslednjih letih je ocenjevanje tveganja za FFS, ki vsebujejo več aktivnih snovi. Razvoj metodologije na tem področju intenzivno poteka.

## 6 LITERATURA

- EFSA 2010. Scientific opinion on preparation of a Guidance document on pesticide exposure assessment for workers, operators, bystanders and residents, EFSA Journal 2010, 8, 2: 1501.
- EFSA 2014. Guidance on the assessment of exposure for operators, workers, residents and bystanders in risk assessment for plant protection products, EFSA Journal 2014, 12, 10: 3874.
- EUROPOEM II project 2002. Post-application exposure of workers to pesticides in agriculture. Report of the Re-entry working group.
- Martin *et al.* 2008. Guidance for Exposure and Risk Evaluation for Bystanders and Residents exposed to Plant Protection Products during and after Application. J. Verbr. Lebensm., 3: 272-281.
- Pesticide Safety Directorate 2008, Bystander Exposure Guidance. Dostopno na: <http://www.pesticides.gov.uk/Resources/CRD/Migrated-Resources/Documents/B/Bystander-exposure-guidance.pdf> (30.3.3015).

## LASER 240 SC – INSEKTICID ZA ZATIRANJE PLODOVE VINSKE MUŠICE (*Drosophila suzukii*)

Primož ŠTEPIC<sup>1</sup>, Andrej KOS<sup>2</sup>, Drago MAJCEN<sup>3</sup>, Marjan KRAGL<sup>4</sup>, Boris PARADŽIK<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>KARSIA, Dutovlje, d.o.o.

<sup>5</sup>Dow AgroSciences Vertriebsges. m.b.H., Zagreb

### IZVLEČEK

Plodova vinska mušica (*Drosophila suzukii*) je gospodarsko pomemben škodljivec, ki povzroča škodo na večini sadnih vrst in tako zmanjšuje kvaliteto, pridelek in posledično tudi dohodke na kmetijskem gospodarstvu. Škodljivec izhaja iz jugovzhoda Azije in se v zadnjem času širi tudi po celotni Evropi. V Sloveniji so ga prvič opazili v letu 2010, največjo škodo pa je povzročil v letu 2014. V primerjavi z ostalimi mušicami, ki se večinoma naselijo na že poškodovane plodove, pa lahko plodova vinska mušica odloži svoja jajčeca tudi v zdrave, nepoškodovane plodove. To ji omogoča njena nazobčana leglica, s katero je plodova vinska mušica sposobna predreti lupino plodov. Odlaganje jajčec je najbolj pogosto ravno v času dozorevanja plodov. Zaradi gospodarske škode, ki jo povzroča plodova vinska mušica, je zelo pomembno ustrezno varstvo pred tem škodljivcem. Ena od zelo učinkovitih metod je tudi zatiranje škodljivca z insekticidom LASER 240 SC, ki vsebuje aktivno snov spinosad. Insekticid LASER 240 SC je naravno pridobljeno sredstvo na osnovi metabolitov, ki se pridobivajo iz fermentacije v naravi zastopanih mikroorganizmov. Sredstvo LASER 240 SC ima dovoljenje za uporabo v ekološki pridelavi, kar potrjuje, da ima zelo ugoden okoljski profil, in je tudi varen za uporabnika. V državah EU, ki je sredstvo LASER 240 SC že registrirano za zatiranje plodove vinske mušice, se je izkazalo za zanesljivo in visoko učinkovito. Prednost pri uporabi ima tudi zaradi kratke karenčne dobe.

**Ključne besede:** LASER 240 SC, spinosad, insekticid, plodova vinska mušica, *Drosophila suzukii*

### ABSTRACT

#### LASER 240 SC - INSECTICIDE FOR CONTROL OF SPOTTED WING DROSOPHILA (*Drosophila suzukii*)

Spotted wing drosophila (*Drosophila suzukii*) is an economically important pest, causing damage to the majority of fruit species and so reduces the quality, yield and consequently the income on the farm. Pest arising from southeast Asia and recently also spread throughout Europe. In Slovenia, it was first recorded in 2010, the highest damage was caused in 2014. Compared to other flies, which are mainly settled in already damaged fruits, spotted wing drosophila may lay their eggs in healthy, undamaged fruit. This enables a serrated ovipositor with which the spotted wing drosophila is able to penetrate the skin of the fruit. Oviposition is most often just in time of fruit ripening. Due to the economic damage caused by the spotted wing drosophila, it is very important adequate protection against this pest. One of the most effective methods is the suppression with insecticide LASER 240 SC,

---

<sup>1</sup> dipl. inž. agr., Poslovalnica Ljubljana, Tržaška 132, SI-1000 Ljubljana, e-mail: primo.stepic@karsia.si

<sup>2</sup> univ. dipl. inž. agr., prav tam

<sup>3</sup> univ. dipl. inž. agr., prav tam

<sup>4</sup> univ. dipl. inž. agr., prav tam

<sup>5</sup> univ. dipl. inž. agr., Ulica Petra Hektorovića 2, HR-10000 Zagreb, Hrvaška

containing an active substance spinosad. Insecticide LASER 240 SC is a naturally derived product based on metabolites produced by fermentation of a naturally occurring soil organisms. Laser 240 SC is authorized for use in organic production, which confirms that it has a very favourable environmental profile, and it is safe for the user. In the EU countries, that already have registration of LASER 240 SC for controlling fruit flies, the agent proved to be a reliable and highly efficient. The advantage for use is also very short pre-harvest interval.

**Key words:** LASER 240 SC, spinosad, insecticide, spotted wing drosophila, *Drosophila suzukii*

## 1 UVOD

Plodova vinska mušica je eden najpomembnejših škodljivcev v sadjarstvu in vinogradništvu, največ škode povzroča na borovnicah, češnjah, grozdju, jagodah, breskvah, nektarinah in malinah. Za razliko od drugih vinskih mušic, lahko plodova vinska mušica odlaga jajčeca in se tudi hrani na zdravih in nepoškodovanih plodovih. Samička plodove vinske mušice ima nazobčano leglico, s katero lahko vloži jajčeca tudi skozi zdravo in nepoškodovano povrhnjico plodov tik pred obiranjem. Ker je za prodajo potrebno imeti zdrave in nepoškodovane plodove, je zelo pomembno, da je zatiranje plodove vinske mušice zelo učinkovito. V letu 2014 je plodova vinska mušica v Sloveniji povzročila veliko gospodarsko škodo, kar nas je prisililo k iskanju ustreznih in učinkovitih insekticidov, s katerimi je možno uspešno zatreti tega škodljivca.

379

## 2 OPIS ŠKODLJIVCA – PLODOVA VINSKA MUŠICA (*Drosophila suzukii*)

Družina Drosophilidae je znana po vinskih oziroma sadnih mušicah. Plodova vinska mušica ima kar nekaj podobnih morfoloških lastnosti, kot jih ima navadna vinska mušica (*Drosophila melanogaster*), ki se pogosto pojavlja v zrelih in poškodovanih plodovih. Odrasli osebki plodove vinske mušice merijo v dolžino 2-3 mm, imajo rdeče oči, njeno telo je svetlo rjave do rumenordeče barve in ima na hrbtni strani črne neprekinjene prečne pasove. Najbolj prepoznavni znak na odraslih samcih, ki ga lahko opazimo z prostim očesom, je okrogla črna lisa na vrhu kril. Vsi ostali prepoznavni znaki so opazni samo pod mikroskopom. Samičke lahko od drugih vrst mušic ločimo samo po obliki leglice, ki je nazobčana in v primerjavi z drugimi vrstami mušic tudi večja. To ji omogoča, da lahko odloži jajčeca tudi v zdrave in nepoškodovane plodove.

Ličinke so majhne, bele ovalne žerke, dolge do 3,5 mm in se prehranjujejo v plodu. V enem plodu lahko najdemo tudi več žerk. Ko žerke odrastejo, zapustijo plodove in se zabubijo v tleh. Plodova vinska mušica zelo hitro zaključi svoj razvojni krog, ki v odvisnosti od temperature traja od enega pa do nekaj tednov, v povprečju pa nekje 15 dni. Ker je razvojni krog tako hitro zaključen, ima lahko plodova vinska mušica tudi 10 rodov na leto. Ta njen hiter razvoj je glavni razlog, da lahko mušica povzroči tako veliko gospodarsko škodo.

## 3 OPIS SREDSTVA LASER 240 SC

Aktivna snov spinosad se pridobiva s fermentacijo naravnega talnega organizma, bakterije *Saccharopolyspora spinosa*. Bakterija proizvaja veliko večje število metabolitov, ki so poimenovani spinosini. V aktivno snov spinosad sta vključena spinosin A in spinosin D, odtod tudi ime (spinosin A,D) – spinosad. Spinosad je razvrščen v kemično skupino naturalitov in je zaradi svojega dobrega ekotoksikološkega profila uvrščen med biotična sredstva v mnogih državah po svetu, tudi v Sloveniji. Spinosad izkazuje odlično delovanje na

mnoge škodljivce iz redov Lepidoptera, Diptera, Hymenoptera, Thysanoptera in na več vrst iz reda Coleoptera.

Aktivna snov spinosad učinkuje na živčni sistem. Ti učinki so skladni z aktivacijo nikotinskih receptorjev acetilholina, vendar z mehanizmom, ki je povsem nov in edinstven med vsemi znanimi insekticidnimi spojinami. Zaradi svojega delovanja je spinosad zelo zaželen v antirezistenčnih programih.

LASER 240 SC učinkuje na škodljivca kontaktno in želodčno. Kontaktno deluje na vse stadije škodljivcev. Jajčeca morajo biti neposredno tretirana, medtem ko je za ličinke in odrasle dovolj, da pridejo v stik z tretiranim površjem. Še močnejša učinkovitost se pokaže, če je aktivna snov vnesena v telo škodljivca, saj je želodčna aktivnost pripravka LASER 240 SC 5-10-krat večja od kontaktne.

Delovanje na škodljivca se pokaže že v nekaj minutah. Deluje na živčni sistem, ki se kaže s tem, da se škodljivec preneha hraniti, pojavijo se krči in paraliza, vse skupaj pa privede do smrti. Popoln propad škodljivca se pojavi v enem do treh dni, kar je primerljivo s sintetičnimi sredstvi in mnogo hitreje kot pri ostalih biotičnih sredstvih.

LASER 240 SC rastlinam zagotavlja varstvo do 14 dni. Laser 240 SC ni močno sistemičen, delno pa penetrira tudi v povrhnjico lista. Skoraj nima vonja in se relativno hitro razgradi, primarno s fotolizo. LASER 240 SC je nevaren za čebele.

#### 4 UPORABA INSEKTICIDA LASER 240 SC

Na podlagi registracij in uporabe insekticida LASER 240 SC v tujini, smo tudi v Sloveniji uspeli z razširitvijo registracije, tako da je sedaj insekticid LASER 240 SC dovoljen tudi za zatiranje plodove vinske mušice.

380

Sredstvo LASER 240 SC je pridobilo novo registracijo kot "manjša uporaba" na naslednjih rastlinskih vrstah:

- na malinah in robidah na prostem in v zavarovanih prostorih za zatiranje plodove vinske mušice (*Drosophila suzukii*) v odmerku 0,4 L/ha; v eni rastni dobi se lahko na istem zemljišču uporabi največ dvakrat v 10-dnevnem časovnem razmiku;
- na borovnicah, brusnicah, ribezu in kosmulji na prostem in zavarovanih prostorih za zatiranje plodove vinske mušice (*Drosophila suzukii*) v odmerku 0,4 L/ha; v eni rastni dobi se lahko na istem zemljišču sredstvo uporabi največ dvakrat v 7-dnevnem časovnem razmiku;
- v jagodah na prostem za zatiranje plodove vinske mušice (*Drosophila suzukii*) v odmerku 0,3 L/ha; v eni rastni dobi se lahko na istem zemljišču sredstvo uporabi največ 3-krat;
- na trti za pridelavo vinskega in namiznega grozdja za zatiranje plodove vinske mušice (*Drosophila suzukii*) v odmerku 0,22 L/ha; v eni rastni dobi se lahko na istem zemljišču sredstvo uporabi največ 2 krat

Poleg te registracije pa je sredstvo LASER 240 SC pridobilo tudi dovoljenje za nujne primere v zvezi z varstvom rastlin, za obdobje od 15.05.2015 do 15.09. 2015, torej za 120 dni, na naslednjih rastlinskih vrstah:

- na breskvah, nektarinah, marelicah in slivah za zatiranje plodove vinske mušice (*Drosophila suzukii*) v odmerku 0,4 L/ha in pri porabi vode 1.500 L/ha, in
- na češnjah in višnjah za zatiranje plodove vinske mušice (*Drosophila suzukii*) v odmerku 0,3 L/ha in pri porabi vode 1.500 L/ha.

#### 5 SKLEP

Insekticid LASER 240 SC je biotično sredstvo, ki ima zelo visoko učinkovitost pri zatiranju škodljivcev. Registriran je v večjem delu sveta na različnih rastlinskih vrstah za zatiranje



različnih škodljivcev. Zadnja pridobljena registracija je za zatiranje plodove vinske mušice (*Drosophila suzukii*). S to registracijo bo mogoče zmanjšati gospodarsko škodo, pridelovalci pa bodo lahko na trgu ponudili zdrave in nepoškodovane plodove.

## GONDOR® – MOČILO ZA ZMANJŠANJE ZANOSA KAPLJIC Z VETROM (DRIFT) IN STICMAN® - EDINSTVENO LEPILO IN SUPER MOČILO

Primož ŠTEPIC<sup>1</sup>, Andrej KOS<sup>2</sup>, Drago MAJČEN<sup>3</sup>, Marjan KRAGL<sup>4</sup>, Antoine PORTE<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>KARSIA, Dutovlje, d.o.o., Ljubljana

<sup>5</sup>De Sangosse, Francija

### IZVLEČEK

Na slovenskem trgu je registriranih mnogo močil, vendar trenutno samo GONDOR® vpliva na zmanjšan učinek zanašanja kapljic z vetrom (drift). GONDOR® je proizveden na osnovi sojinega lecitina, ki je formuliran skupaj z metil estri rastlinskih olj. Ta sestava ga uvršča med ekološko zelo sprejemljiva sredstva. Močilo GONDOR® omogoča hitrejši vstop (penetracijo) škropilne brozge v rastlino, kajti lecitin začasno razrahlja vezi v kutikuli na listih, vendar pa je ne poškoduje kot ostala močila. Hitrejša je tudi translokacija oz. prenos učinkovin po rastlini. Zaradi hitrega vstopa smo tudi manj odvisni od vremenskih vplivov. Lecitin, kot zelo zmogljiv emulgator, pomembno prispeva k izboljšanju fizične združljivosti (mešanju) različnih fitofarmaceutskih sredstev in foliarnih gnojil, tako v škropilnici kot na rastlini. Število zelo drobnih kapljic (megla) se zelo zmanjša, s tem zelo omejimo zanos škropiva na neciljna zemljišča oz. rastline, s tem pa je tudi izguba škropilne brozge manjša in učinkovitost boljša. Ob tem močilo GONDOR® zelo izenači velikost kapljic, kar pomembno prispeva k enakomernemu nanosu škropiva na rastlino. GONDOR® močno zmanjša površinsko napetost na listu, kar bistveno zmanjša otekanje škropilne brozge iz zelenih delov rastlin. Zaradi manjših izgub je lahko tudi poraba vode manjša. Priporočena je uporaba poleg herbicidov, fungicidov, insekticidov in ob uporabi foliarnih gnojil. Če povzamemo: boljša učinkovitost fitofarmaceutskih sredstev, manjši zanos (drift) in manjše obremenjevanje okolja. STICMAN® je visokokvalitetno omočilo oziroma lepilo na podlagi organosilikona in lateksa, ki izboljša nanos in obstojnost fitofarmaceutskih sredstev. Predvsem se močilo STICMAN® priporoča ob kontaktnih fungicidih in insekticidih. STICMAN® izboljša oprijemljivost kapljic škropilne brozge na listih in jo s tem zaščiti pred izpiranjem zaradi dežja ali namakanja z razpršilci. STICMAN® tudi upočasni proces razpadanja škropilne brozge in s tem podaljša njeno delovanje. Izkazal se je z dobrim delovanjem v kombinaciji s fungicidi proti fuzariozam (*Fusarium* spp.) in pri zniževanju mikotoksinov v žitih. Glavne prednosti močila STICMAN®: izboljša pokrovnost, obdrži in zaščiti škropilno brozgo na rastlini, izboljša in podaljša delovanje preventivnih fungicidov in kontaktnih insekticidov.

**Ključne besede:** močilo, lecitin, organosilikon, lateks, lepilo, fuzarioze, zanašanje (drift), fitofarmaceutska sredstva

### ABSTRACT

## GONDOR® - ADJUVANT FOR DRIFT REDUCTION AND STICMAN® - AN UNIQUE STICKER AND SUPER-WETTER ADJUVANT

<sup>1</sup> dipl. inž. agr., Poslovalnica Ljubljana, Tržaška 132, SI-1000 Ljubljana, e-mail: primoz.stepic@karsia.si

<sup>2</sup> univ. dipl. inž. agr., prav tam

<sup>3</sup> univ. dipl. inž. agr., prav tam

<sup>4</sup> univ. dipl. inž. agr., prav tam

<sup>5</sup> BSc.

On the Slovenian market are registered many adjuvants but currently only GONDOR® impact on the reduced effect of drift. GONDOR® is produced on the basis of soya lecithin, which is formulated together with the methyl esters of vegetable oils. This composition is ecologically very acceptable. Adjuvant GONDOR® allows faster entry (penetration) of the spray mixture in the plant, because lecithin temporarily loosens the bonds in the cuticle on the leaf surface, but it does not hurt leaf surface as other adjuvants. Faster is also a spray translocation in the plant. Due to the faster penetration we are less exposed to weather conditions. Lecithin as a powerful emulsifier, is an important contributor to improving the physical compatibility (mixing) of different agrochemicals and foliar fertilizers in the sprayer and on the plant. The number of very fine droplets (mist) is very reduced, this means very limited drift to non-target areas or crops, consequent loss of spray and better efficacy. Also adjuvant GONDOR® is very equating the droplet size, which contributes significantly to the uniform application of the spray on the plant. GONDOR® greatly reduce the surface tension on the leaf/plant surface, which greatly reduces run-off spray from the leaf/plant. Due to the small losses we can also use less water. It is recommended to use together with herbicides, fungicides, insecticides and foliar fertilizers. To summarize: improved efficiency of agrochemicals, reduced drift and lower environmental pollution. STICMAN® the high quality adjuvant and sticker based on latex. Improves application and persistence of plant protection products. In particular wetting agent STICMAN® is recommended with contact and preventive fungicides, and with contact and ingested insecticides. STICMAN® improves the adhesion of droplets on the leaf surface and it protects spray against wash-off by rain or sprinkler irrigation. STICMAN® also slows the degradation process and thereby extend its function. It has good activity against fusariosis (*Fusarium* spp.) and in the reduction of mycotoxins in cereals. The main advantages of STICMAN®: improving the cover, retain and protect spray on the plant, improves the performance and life of protectant fungicides and contact insecticides

383

**Key words:** adjuvant, lecithin, latex, sticker, fusariosis, drift, agrochemicals

## 1 UVOD

Med dodatke škropilnim brozgam spadajo vsa sredstva, ki izboljšajo oziroma spremenijo delovanje fitofarmaceutvskih sredstev. Nekateri dodatki so vključeni že ob formuliranju sredstev, da si s tem zagotovijo stabilnost in funkcionalnost aktivnih snovi do same uporabe (skladiščenje) in ob pripravi škropilne brozge.

Vendar pa se kmetije bolj navdušujejo nad dodatki, ki jih lahko dodajo škropilni brozgi doma na kmetiji in jim ti omogočajo, da iz fitofarmaceutvskih sredstev iztržijo največ kar je možno. Trenutno je na slovenskem trgu mogoče dobiti večje število dodatkov v obliki močil, ki omogočajo boljšo razporeditev škropilne brozge po rastlini ter lepil, ki samo škropilno brozgo zalepijo na površje rastlin. Podjetje DeSangosse, ki je na trgu dodatkov škropilnim brozgam med vodilnimi, pa je šlo korak naprej in je kmetijskim pridelovalcem ponudilo dve novi sredstvi - Sticman® in Gondor® -, ki vsebujeta več učinkovin v enem sredstvu in s tem ponujata celovito podporo fitofarmaceutvskim sredstvom.

## 2 UPORABA IN LASTNOSTI DODATKA STICMAN®

Sredstvo STICMAN® je namenjeno predvsem kot dodatek dotikalnim fungicidom in insekticidom, izboljša pa tudi delovanje sistemskih sredstev. Priporoča se ga na vseh kmetijskih rastlinah.

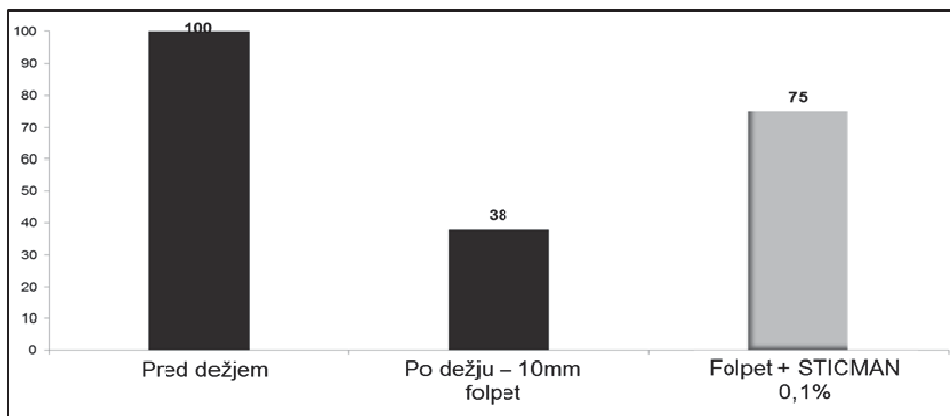
Sredstvo STICMAN® je sestavljeno iz dveh učinkovin, lateksa in organo-silikona, ki se med seboj dopolnjujeta. Na ta način sta združena dva različna načina delovanja, ki sta zelo pomembna za dobro delovanje fitofarmaceutvskih sredstev. Organo-silikon omogoča boljšo

razporeditev škropilne brozge po rastlini, lateks, ki deluje kot lepilo, pa to škropilno brozgo pričvrsti na rastlino.

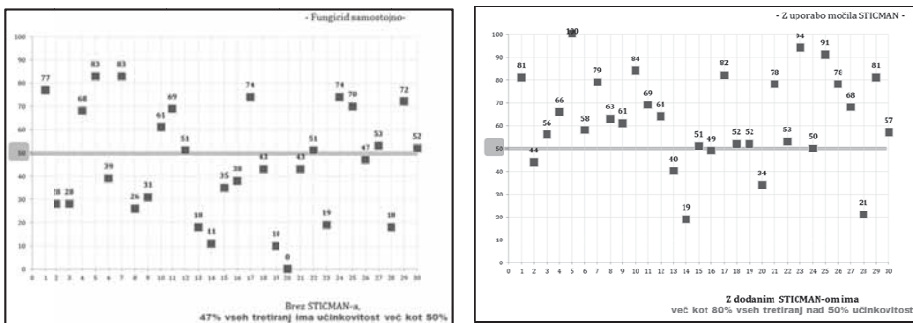
Glavne prednosti oz. lastnosti sredstva STICMAN® so naslednje:

- izboljša omočenost rastlin. V poskusih je bilo ugotovljeno, da ob uporabi sredstva STICMAN® dosežemo do 10x boljše omočenost rastlin;
- preprečuje odtokanje škropilne brozge iz rastlin, s čimer dosežemo boljše delovanje, kajti celotna količina depozita ostane na rastlinah;
- preprečuje odboj kapljic iz rastlin, kar je zelo pomembno, kadar se uporabljajo "anti-driftne" šobe, zaradi katerih je velikost kapljic večja in so s tem bolj podvržene odboju;
- preprečuje izpiranje škropilne brozge iz rastlin. Lateks na površju listov polimerizira in s tem naredi zaščitni film nad depozitom, ki preprečuje padavinam oz. namakanju, da bi izpral depozit z rastlin. S to lastnostjo se zmanjša število nepredvidenih škropljenj.

## 2.1 Rezultati delovanja dodatka Sticman®



Slika 1: Odstotek (%) preostalega sredstva (folpet) na rastlini po dežju (10 mm) z oz. brez uporabe sredstva STICMAN®; Francija 2014



Slika 2: Odstotek (%) učinkovitosti fungicidov na zmanjševanje vsebnosti mikotoksinov z oz. brez uporabe sredstva STICMAN®; Francija 2014

## 2.2 Uporaba sredstva Sticman®

Sticman® se lahko uporabi v največji dovoljeni koncentraciji 0,1 % v škropilni raztopini na vseh rastlinskih vrstah z vsemi registriranimi fitofarmaceutskimi sredstvi. Bolj podrobna priporočila proizvajalca pa so:

- pri porabi 100 in 150 L/ha škropilne brozge: Sticman® 0,1 L/ha,
- pri porabi 150 in 200 L/ha škropilne brozge: Sticman® 0,15 L/ha,
- pri porabi 200 in 300 L/ha škropilne brozge: Sticman® 0,2L/ha,
- pri porabi 300 in 450 L/ha škropilne brozge: Sticman® 0,3 L/ha,
- v rezervoar ga dodamo vedno kot zadnjega!

## 3 UPORABA IN LASTNOSTI SREDSTVA GONDOR®

Sredstvo GONDOR® je namenjeno kot dodatek pri uporabi herbicidov, saj jim bistveno izboljša delovanje oz. njihovo učinkovitost. Hkrati pa je njegova zelo pomembna vloga preprečevanje zanosa (drifta) kapljic, saj se z njegovo pomočjo močno zmanjša število najbolj drobnih kapljic (megla), ki so najbolj podvržene zanosu.

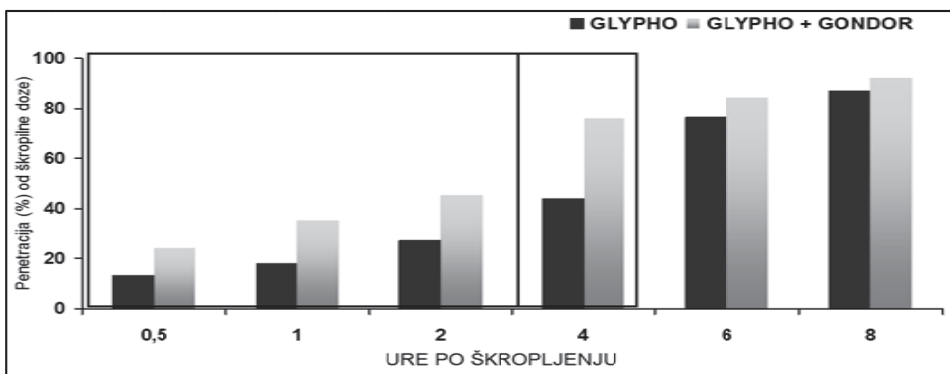
GONDOR® je sestavljen iz treh učinkovin, ki delujejo v sinergiji. Prva je lecitin, katerega naloga je, da veže nase aktivne snovi in jih nato kot prevodnik oz. transporter prenese skozi povrhnjico v notranjost rastlin in hkrati izboljša tudi sistemičnost. Druga so metilni estri rastlinskih olj, ki zmehčajo listno povrhnjico in s tem omogočajo hitrejši prehod v rastlino. Tretja komponenta pa je organo-silikon, ki omogoča boljše razporeditev depozita po rastlini.

385

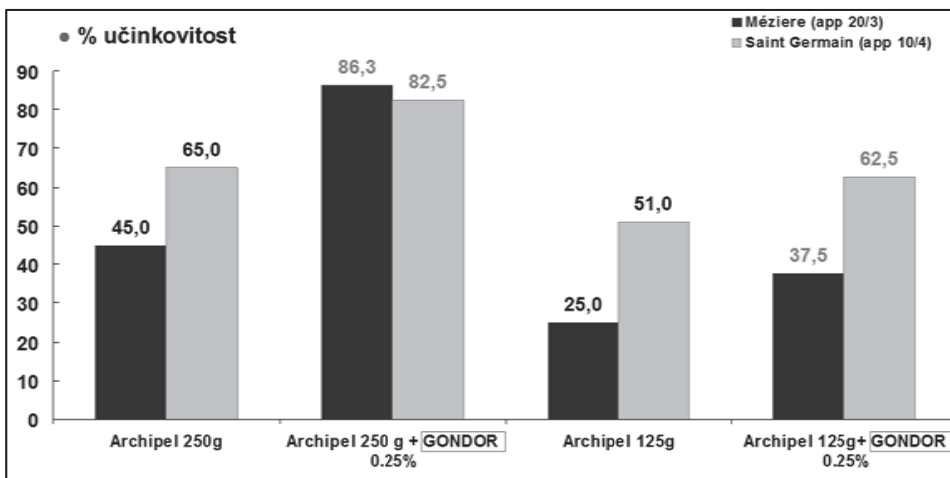
Glavne prednosti oz. lastnosti sredstva GONDOR® so naslednje:

- poveča premer kapljic in s tem zmanjša zanos (drift);
- preprečuje odtokanje škropilne brozge in s tem izboljša učinkovitost fitofarmatsevtskih sredstev;
- pospeši in izboljša prehod aktivnih snovi v rastlino;
- izboljša se mešanje oz. združljivost (kompatibilnost) ob uporabi več različnih sredstev;
- dopušča manjše količine vode po hektarju in
- idealen partner herbicidom, za boljšo učinkovitost.

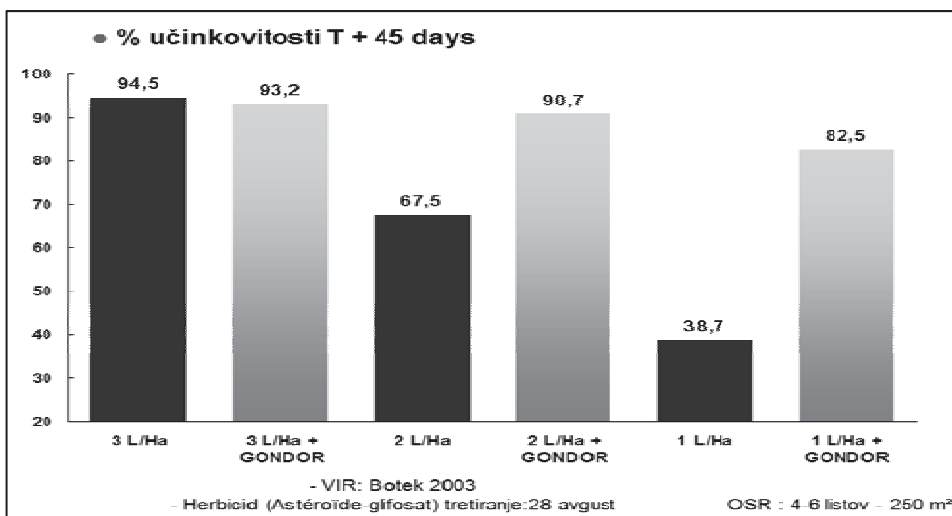
### 3.1 Rezultati delovanja sredstva Gondor®



Slika 3: Hitrost vstopa (penetracija) aktivnih snovi v rastlino z oz. brez uporabe sredstva GONDOR® – Emex Australis



Slika 4: Učinkovitost delovanja herbicida Archipel (jodo + mezosulfuron) na nekatere ozko in širokolistne plevela z oz. brez uporabe sredstva GONDOR®; Biotek 2003



Slika 5: Učinkovitost delovanja sredstev na podlagi glifosata na samoniklo oljno ogrščico, Biotek 2003

### 3.2 Uporaba sredstva Gondor®

Sredstvo GONDOR® se lahko uporabi v največji dovoljeni koncentraciji 0,25 % na vseh poljščinah, skupaj z vsemi registriranimi herbicidi in regulatorji rasti ter za zmanjševanje zanašanja škropilne brozge (drifta). Priporoča se, da je uporaba vode do 150 L/ha.

Priporočila za uporabo:

- pri uporabi manj kot 100 L/ha škropilne brozge: Gondor® v koncentraciji 0,25 %,
- pri uporabi manj kot 150 L/ha škropilne brozge: Gondor® v odmerku 0,25 L/ha,
- pri uporabi več kot 150 L/ha škropilne brozge: Gondor® v odmerku 0,4 L/ha,
- v rezervoar ga dodamo vedno kot prvega!

#### **4 SKLEP**

Sredstvi GONDOR<sup>®</sup> in STICMAN<sup>®</sup> naznanjata novo generacijo dodatkov škropilnim brozgam, ki omogočajo fitofarmaceutskim sredstvom, da je njihova učinkovitost kar največja. Sredstvo STICMAN<sup>®</sup> optimizira delovanje fungicidom in insekticidom ter preprečuje njihovo spiranje, sredstvo GONDOR<sup>®</sup> pa je namenjeno izboljšanju delovanja in predvsem za zmanjševanje zanos (drift) škropilne brozge herbicidov in drugih fitofarmaceutskih sredstev, predvsem na nizkih kulturah.

## KAZALO AVTORJEV / INDEX OF AUTHORS

ARNŠEK Simon	152
ATHANASSIOU Christos G.	<b>14</b>
BAJEC Domen	84, <b>295, 301</b> , 334
BANDELJ Dunja	59
BEBER Matjaž	20
BERNIK Rajko	76
BJELIŠ Mario	69
BOHINC Tanja	109, <b>277, 284, 289</b>
BOLČIČ TAVČAR Mateja	<b>373</b>
BRAČKO Brigita	119
BUČAR MIKLAVČIČ Milena	59
BUTINAR Bojan	59
CARLEVARIS Branko	147
ČEBOKLI Peter	301
CELAR Franci Aco	<b>206, 216</b>
ČUK Jana	147
DE GROOT Maarten	235
DERMASTIA Marina	257
DONIK PURGAJ Biserka	<b>20</b>
DREO Tanja	223, <b>339</b>
ELER Klemen	206
FATUR Tanja	373
FUART GATNIK Mojca	373
HOFFMANN R.	356
HORVÁTH József	356
JAKOVAC STRAJN Breda	131, 206



JANČAR Matjaž	43, <b>49</b> , 59, <b>64</b> , 69
JERIČ Dejan	301
JERMAN CVELBAR Joži	33
JURC Maja	242
KAZINCZI Gabriella	<b>356</b>
KNAPIČ Matej	158
KNAPIČ Vlasta	33, <b>94</b>
KOLMANIČ Aleš	<b>365</b>
KOLŠEK Marija	<b>235</b>
KOS Andrej	378, 382
KOS Katarina	206, 216, <b>248</b>
KRAGL Marjan	378, 382
KUHARIČ GRABOVAC Silva	152
LAZNIK Žiga	<b>103</b> , 131, 307, <b>345</b> , 351
LESKOŠEK Gregor	76
LESKOVŠEK Robert	<b>183</b> , 191
LEŠNIK Mario	20, 119, <b>164</b> , <b>173</b> , 197, 365
LOOMANS Antoon J. M.	<b>7</b>
MAJCEN Drago	378, 382
MARKOTIČ Vjekoslav	318
MASTEN MILEK Tatjana	267, <b>318</b> , 323
MATIČIČ Lidija	339
MATKO Boštjan	197
MAVSAR Martin	76
MAVSAR Simona	<b>90</b>
MECHORA Špela	328
MEHLE Nataša	257, 339
MELIKA George	248

MEŠL Miro	197
METERC Gregor	242
MIKLAVC Jože	197
MILEVOJ Lea	272
MODIC Špela	<b>158</b>
MODIC Tina	<b>360</b>
MUNDA Alenka	<b>334</b>
NÁDASY Erzsébet	356
OGRIS Nikica	<b>229</b>
OREŠEK Erika	<b>28, 33</b>
PAJK Primož	<b>33</b>
PARADŽIK Boris	378
PAVLIN Roman	<b>242</b>
PERVANJE Mateja	211
PETERLIN Andreja	84, 295, 301, <b>314</b>
PINTAR Maja	267, <b>323</b>
PIRC Manca	<b>223, 339</b>
PODGORNIK Maja	<b>59, 262</b>
PORTE Antoine	382
POŽENEL Anka	<b>147</b>
PRIJATELJ-NOVAK Špela	339
PRŠA Igor	277
RAK CIZEJ Magda	152
RAVNIKAR Maja	223, 339
RAZINGER Jaka	158, <b>257</b>
REBERNIK Janko	76
RODIČ Karmen	<b>84, 295, 301, 314</b>
ROT Mojca	43, <b>69</b>

ROZMAN Ludvik	360
RUPNIK Jaka	277, 284
SELJAK Gabrijel	28, <b>43</b> , 323
SHELTON Anthony M.	<b>1</b>
SINKOVIČ Tomaž	131
SIRK Marjan	<b>119</b>
ŠANTAVEC Igor	216
ŠIMALA Mladen	<b>267</b> , 318, 323
ŠKERBOT Igor	152
ŠKERBOT Iris	<b>152, 272</b>
ŠKERLAVAJ Vojko	257, 334
ŠKOF Mojca	328
ŠTEFANČIČ Matej	301
ŠTEFANČIČ Mateja	301
ŠTEPIC Primož	<b>378, 382</b>
TAKÁCS András	356
TAVČAR KALCHER Gabrijela	131, 216
TOJNKO Stanislav	20
TRDAN Stanislav	90, 103, 109, <b>131</b> , 272, 277, 284, 289, 307, 345, 351
UDOVIČ Andrej	131
UGRINOVIČ Kristina	<b>328</b>
UREK Gregor	158, 183
VAJS Stanislav	119, 164, 173, <b>197</b>
VAUPOTIČ Marjan	94
VESEL Viljanka	49
VIDRIH Matej	131, <b>351</b>
VRHOVNIK Irena	49
VUČAJNK Filip	<b>76</b> , 277, 284, 351

ZEMLJIČ URBANČIČ Marjeta	211
ŽERJAV Metka	<b>211</b>
ŽEŽLINA Ivan	147
ZIDARIČ Igor	183, <b>191</b>

## Sponzorji

393

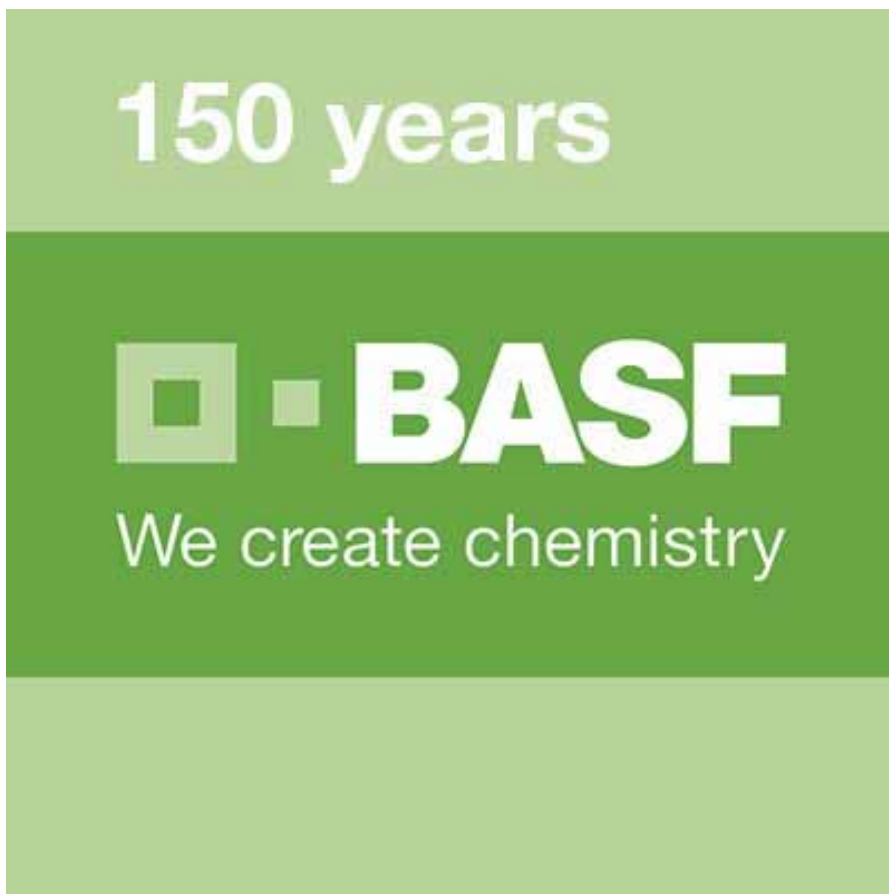


**Dow AgroSciences**

394



395



## Posvetovanje so podprli



Bayer CropScience



medilina

**syngenta**



**trapview**

396





**PIONEER**<sup>®</sup>  
A DUPONT COMPANY



planet zdravja

397

**Ω Omega** d.o.o.



ZADRUŽNA ZVEZA  
SLOVENIJE, z.o.o.



SEMENARNA  
Ljubljana

 DEŽELNA BANKA SLOVENIJE

## Donatorji



398



[www.d-net.si](http://www.d-net.si)





399

