

Oznaka poročila: ARRS-CRP-ZP-2012-05/2

## ZAKLJUČNO POROČILO O REZULTATIH CILJNEGA RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

### A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

#### 1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

<b>Šifra projekta</b>	V4-1067
<b>Naslov projekta</b>	Razvoj alternativnih načinov zatiranja rastlinskih škodljivcev s poudarkom na njihovi uporabnosti v Sloveniji
<b>Vodja projekta</b>	17763 Stanislav Trdan
<b>Naziv težišča v okviru CRP</b>	5.06.15 Razvoj alternativnih, okolju bolj prijaznih načinov preprečevanja bolezni in škodljivcev pri kmetijskih kulturah, ki zmanjšujejo tveganje za okolje
<b>Obseg raziskovalnih ur</b>	1066
<b>Cenovni razred</b>	C
<b>Trajanje projekta</b>	10.2010 - 09.2012
<b>Nosilna raziskovalna organizacija</b>	481 Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta
<b>Raziskovalne organizacije - soizvajalke</b>	
<b>Raziskovalno področje po šifrantu ARRS</b>	4 BIOTEHNIKA 4.03 Rastlinska produkcija in predelava 4.03.05 Fitomedicina
<b>Družbeno-ekonomski cilj</b>	08. Kmetijstvo

#### 2. Raziskovalno področje po šifrantu FOS<sup>1</sup>

<b>Šifra</b>	4.01
<b>- Veda</b>	4 Kmetijske vede
<b>- Področje</b>	4.01 Kmetijstvo, gozdarstvo in ribištvo

#### 3. Sofinancerji<sup>2</sup>

	Sofinancerji	
1.	Naziv	Ministrstvo za kmetijstvo in okolje RS
	Naslov	Dunajska 22, 1000 Ljubljana

## B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

### 4. Povzetek projekta<sup>3</sup>

SLO

V projektu, ki je bil sestavljen iz 5 raziskovalnih sklopov, smo preučevali učinkovitost različnih alternativnih načinov zatiranja izbranih rastlinskih škodljivcev, za zatiranje katerih v Sloveniji ni na voljo sintetičnih insekticidov, je število slednjih (pre)majhno ali pa je bila za te škodljivce potreba po razvoju novih okoljsko sprejemljivih načinov njihovega zatiranja pred raziskavo še posebno izražena. V dveletnem poljskem bločnem poskusu (sklop 1) med preučevanimi križnicami nismo našli najustreznejšega kandidata za vključevanje v sisteme pridelave krompirja, kjer želimo strune zatirati z biofumigacijo, saj nobena od preučevanih vrst po učinkovitosti ni bila primerljiva s teflutrinom. V letu 2011, ko je bila številčnost strun na njivi s krompirjem velika, smo na robu njive našli najbolj poškodovane gomolje, kar nakazuje na možnost zatiranja strun le na robovih njiv (večja gospodarnost in okoljska sprejemljivost pridelave). V poljskih in laboratorijskih poskusih smo nadalje (sklop 2) ugotavljali pomen glukozinolatov v križnicah, da bi določili njihov pomen v varstvu te skupine rastlin pred škodljivimi žuželkami. Ugotavljamo, da se vsebnost teh sekundarnih metabolitov razlikuje med vrstami križnic, med različnimi organi iste vrste, prav tako se njihova vsebnost spreminja v rastni dobi, saj je odvisna od parametrov okolja (zlasti temperature). Omenjena dejstva lahko predstavljajo težavo pri implementaciji teh informacij v strategijo pridelave ali varstva križnic. V laboratorijskih poskusih smo (sklop 3) potrdili zadovoljivo insekticidno delovanje diatomske zemlje za zatiranje fižolarja in eteričnega olja navadnega rožmarina za zatiranje črnega žitnega žužka in fižolarja. Omenjeni snovi zato predlagamo za širšo uporabo v okoljsko sprejemljivih načinih zatiranja skladiščnih škodljivcev, medtem ko kremenovega peska, ki ni izkazal zadovoljivega delovanja na riževega žužka, ne moremo uvrstiti na ta seznam. V laboratorijskih razmerah (sklop 4) smo potrdili kompatibilnost izbranih domačih ras entomopatogenih ogorčic z nekaterimi fungicidi in insekticidi ter takšne kombinacije (npr. *Steinernema feltiae* + azoksistrobin, *Heterorhabditis bacteriophora* + pirimicarb idr.) predlagamo za sočasno uporabo, z namenom izboljšanja gospodarnosti pridelave ob sočasni skrbi za varovanje okolja. Za najučinkovitejši okoljsko sprejemljiv ukrep zatiranja orehove muhe (sklop 5) se je izkazalo prekrivanje tal pod orehi z agrokopreno, zadovoljiv rezultat pa smo dobili tudi s kombinacijo tiakloprida in atraktanta Nutrel. Med desetimi sortami orehov smo sicer potrdili razlike v napadenosti, fenoli in nekatere hidroksicimetne kisline pa morda prispevajo h konstitutivni odpornosti plodov oreha proti orehovi muhi.

ANG

In a project, which consisted of 5 research sets, we studied the efficacy of different alternative measures in controlling selected plant pests, for which there are no available synthetic insecticides in Slovenia or their number is (too) small or the need to develop and investigate new and environmentally friendly ways of pest control was particularly expressed before the research started. In a two year field block experiment (set 1) we did not find among studied Brassicas the most suitable candidate to be used as a before crop as a biofumigant against wireworms in potato production as none of the species in experiment has not been as efficient as insecticide tefluthrin. In 2011, when the abundance of wireworms on potato field was high, we found the most damaged tubers on the edges of field which leads to the conclusion of controlling wireworms only at field edges (higher economic output and environmental acceptance). Furthermore we investigate in field and laboratory experiments (set 2) the importance of glucosinolates in Brassicas to determine their impact when using Brassicas to control pest insects. We ascertained that the content of these glucosinolates varies among Brassicas species, between different plant parts of the same species. As well their content changes during the growing season, as they depend from environmental parameters (specially temperature). Aformentioned facts can represent a problem when implementing this information into strategy of Brassicas production or protection. In laboratory trials (set 3) we confirmed satisfying insecticide activity of diatomaceous earth in controlling bean weevil and activity of common rosemary in controlling granary weevil and bean weevil. Therefore we recommend the before mentioned substances for wider use when using environmentally friendly measures for controlling stored product pests. Meanwhile flintstone can not be put on such list as it did not show the satisfying activity to control rice weevil. In laboratory conditions (set 4) we also confirmed the compatibility of selected domestic strains of entomopathogenic nematodes with some fungicides and insecticides and such combinations (for example *Steinernema feltiae* + azoxystrobin, *Heterorhabditis bacteriophora* + Pirimicarb etc.) we recommend for synchronic usage with the purpose of economic production improvement and

coincident care for environment protection. For the most environmentally friendly measure in controlling walnut husk fly (set 5) proved to be soil covering under walnuts with agro-soil foil and satisfying result we also gained with the combination of thiacloprid and attractant Nutrel. Among ten tested varieties of walnut we confirmed differences in levels of attack, phenols content and some hydroxy-cymene acids might also contribute to consistent resistance of walnut fruits against walnut husk fly.

## 5. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela na raziskovalnem projektu<sup>4</sup>

Sklop 1: V poljskem bločnem poskusu v letih 2011 in 2012 smo na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete (LP BF) v Ljubljani preučevali biofumigantno učinkovitost različnih vrst križnic za zatiranje strun na njivi s krompirjem. V prvem letu smo pred sajenjem krompirja zaorali zmulčeno zeleno gmoto krmne repice, oljne redkve in bele gorjušice, v drugem letu pa zeleno gmoto omenjenih treh vrst ter krmnega ohrovtu in bele gorjušice. Pozitivno kontrolo je predstavljal talni insekticid teflutrin (pripravek Force), negativna kontrola pa je bilo obravnavanje z golim površjem. V prvem letu smo na njivo posadili krompir cv. Avalon, v drugem letu pa cv. Stirling. V prvem letu smo najvišji skupni pridelek (30,1 t/ha) ugotovili v obravnavanju z belo gorjušico, najmanjšega pa v obravnavanju s krmno repico (24,5 t/ha). Pridelek največjih gomoljev (> 5 cm) je bil največji v obravnavanju z belo gorjušico (17,5 t/ha), najmanjši pa v obravnavanju s krmno repico (12,5 t/ha). Največjo maso najmanjših gomoljev (< 4 cm) smo ugotovili v obravnavanju z oljno redkvijo (5,8 t/ha), najmanjšo pa v obravnavanju z belo gorjušico (4,7 t/ha). Največje število poškodb (lukenj) zaradi strun smo ugotovili v največjih gomoljih, pri čemer med križnicami in negativno kontrolo nismo ugotovili signifikantnih razlik. Oddaljenost od roba njive je imela v letu 2011 pomemben vpliv na število poškodb na gomoljih, saj je bilo lukenj v neposredni bližini travnika na gomoljih v povprečju največ, z oddaljevanjem od roba pa se je njihovo število zmanjševalo. Rezultati poskusa nakazujejo možnost zatiranja strun le na robnem območju njive, s čimer bi bila gospodarnost pridelave krompirja večja, pridelava pa bi bila bolj okoljsko sprejemljiva. V letu 2012 smo največji skupni pridelek (53,8 t/ha) in največji pridelek največjih gomoljev (45,2 t/ha) ugotovili v obravnavanju z oljno redkvijo, najmanjši skupni pridelek (46,8 t/ha) in najmanjši pridelek največjih gomoljev (38,7 t/ha) pa v obravnavanju s krmno ogrščico. V tem letu je bilo poškodb v gomoljih zelo malo, največ pa v največjih gomoljih (0,2 luknji/gomolj) in v obravnavanju pozitivna kontrola (0,16 luknje/gomolj). Rob njive v tem letu ni vplival na število poškodb.

Sklop 2: V poljskem bločnem poskusu na LP BF v Ljubljani in v Zgornji Lipnici je bila preučevana dovzetnost kapusovih bolhačev in kapusovih stenic do krmne ogrščice, bele gorjušice in oljne redkve, z namenom odvratanja od zelja. Kapusove stence so izkazale preferenco do krmne ogrščice, kapusovi bolhači pa do oljne redkve. V raziskavi smo želeli ugotoviti pomen glukozinolatov (GL) v križnicah, saj je njihova vloga še precej nejasna. Ugotavljamo, da se vsebnost teh sekundarnih metabolitov razlikuje med vrstami križnic, pa tudi med različnimi organi iste vrste, prav tako se vsebnost GL pri isti vrsti križnic spreminja v rastni dobi. Vsebnost GL je odvisna od parametrov okolja, predvsem od povprečne in najvišje dnevne temperature, alifatski in aromatski GL pa so veliko bolj dovzetni za okoljske spremembe kot indol GL. Omenjena dejstva lahko predstavljajo težavo pri implementaciji teh informacij v strategijo pridelave ali varstva križnic, zlasti v območjih z zmernim podnebjem, kjer so križnice izpostavljene napadom velikega števila škodljivih žuželk in drugih organizmov. Ugotavljamo, da je zato nujno potrebno razvijati nove ali izboljševati obstoječe okoljsko sprejemljive načine varstva križnic pred gospodarsko pomembnimi škodljivci.

Sklop 3: V laboratorijskih razmerah smo preučevali insekticidno delovanje diatomejske zemlje (DZ), prahu njivske preslice in prahu prave sivke na fižolarja, več tipov kremenovega peska na riževega žužka, eteričnih olj navadnega rožmarina, žajblja, navadnega lovorja, bergamota in kafe na fižolarja ter eteričnih olj navadnega rožmarina, žajblja, prave sivke in poprove mete na črnega žitnega žužka. Poskusi so bili izvedeni v rastnih komorah z uporabo standardnih laboratorijskih metod. Pri preučevanju insekticidnega delovanja prašnatih snovi smo le te zmešali z žitnim zrnjem oz. fižolom, ki smo ga nato v erlenmajericah izpostavili odraslim osebkom preučevanih vrst skladiščnih škodljivcev, fumigantno delovanje eteričnih olj pa smo preizkušali v perforiranih mikrocentrifugirkah, ki smo jih vstavili v petrijevke z žitnim zrnjem in hrošči. Učinkovitost snovi smo preizkušali pri različnih temperaturah, relativni zračni vlagi in koncentracijah snovi v več terminih po izpostavitvi s štejetjem mrtvih osebkov. Ugotovili smo, da učinkovitost preučevanih snovi narašča s časom po izpostavitvi, z višanjem temperature in koncentracije snovi ter z nižanjem relativne zračne vlage. Najboljše delovanje na fižolarja je pokazala DZ, ki se je izkazala za učinkovito alternativo sintetičnim insekticidom, v primerjavi s prahom njivske preslice in prave sivke, pa je delovala dobro tudi pri nizkih temperaturah (pri višjih koncentracijah je vplivala na 100 % smrtnost hroščev 14 dni po izpostavitvi že pri 10 °C). Pri višjih temperaturah sta sicer dobro insekticidno

delovanje na fižolarja imeli tudi obe preučevani vrsti prahu (pri 30 °C je bila smrtnost hroščev 14 dni po izpostavitvi 100 %). Kremenov pesek v drugem poskusu ni izkazal zadovoljivega insekticidnega delovanja na hrošče riževega žužka, čeprav je njegova glavna komponenta, tako kot pri diatomejski zemlji, SiO<sub>2</sub>. V tem poskusu smo sicer preučevali učinkovitost neprečiščenih vzorcev in vzorcev, ki smo jim odstranili primese. Še najboljše insekticidno delovanje (15 % smrtnost odraslih osebkov riževega žužka) smo ugotovili pri neprečiščem vzorcu kremenovega peska iz Moravč, vzorci iz lokacije Raka-Ravno in tržno dostopni vzorec Plantella (Puconci) pa so bili manj učinkoviti. Rezultati raziskave kažejo, da se samostojna uporaba kremenovega peska iz Slovenije ne priporoča za širšo uporabo pri zatiranju skladiščnih hroščev. Med eteričnimi olji je najboljše fumigantno/insekticidno delovanje na hrošče črnega žitnega žužka izkazal navadni rožmarin, ki je za razliko od ostalih vrst olj dobro deloval tudi pri nizki temperaturi. V poskusu so bila olja uporabljena v relativno visokih koncentracijah (2,4 in 7,4 ml/l zraka), saj je bil eden od namenov raziskave preučiti njihovo delovanje pri kratkotrajni izpostavitvi hroščev. V poskusu z bistveno manjšima koncentracijama eteričnih olj (245 in 980 µl/l zraka), ki smo jih preizkušali pri zatiranju fižolarja, je najboljše delovanje spet pokazal navadni rožmarin (98 % smrtnost po treh dneh), prav dobro uporabno vrednost pa sta pokazali tudi eterični olji navadnega lovorja in žajblja.

Sklop 4: V laboratorijskih razmerah smo preučevali možnost sočasne uporabe različnih ras entomopatogenih ogorčic (EO) in več fungicidnih in insekticidnih pripravkov, z namenom izboljšanja gospodarnosti pridelave ob sočasni skrbi za varovanje okolja. V prvem poskusu je bila preučevana kompatibilnost štirih ras EO *Steinernema feltiae*, *S. carpocapsae* in *Heterorhabditis downesi* s 15 izbranimi kemičnimi fungicidi. 24 ur po izpostavitvi smo ugotovili dobro kompatibilnost vrste *S. feltiae* s pripravkom Quadris (a.s. azoksistrobin), pri vrsti *S. carpocapsae* pa smo to potrdili z vsemi fungicidi, z izjemo pripravkov Falcon (a.s. tebukonazol in spiroksamin), Dithane (a.s. mancozeb), Sabithane (a.s. dinokap) in Ridomil (a.s. bakreni oksiklorid in metalaksil-M). Pri ogorčici *H. downesi* (rasa 3173) smo ugotovili signifikantno najvišjo smrtnost infektivnih ličink pri mešanju s pripravkom Falcon. Rezultati naše raziskave so pokazali, da sta pripravka Dithane in Falcon v največji meri vplivala na smrtnost EO *S. feltiae* (tako domače rase C76 kot tudi komercialnega pripravka Entonem), *S. carpocapsae* rasa C67 in *H. downesi* rasa 3173. Na smrtnost infektivnih ličink v kombinaciji s fungicidi je imela temperatura v našem poskusu pomemben vpliv. Pri višjih temperaturah je bila smrtnost infektivnih ličink višja. V drugem poskusu smo preučevali kompatibilnost 6 ras EO (*S. feltiae* domača rasa B30; *S. feltiae* komercialna rasa podjetja Becker & Underwood; *S. carpocapsae* domača rasa C101; *S. carpocapsae* komercialna rasa podjetja Becker & Underwood; *H. bacteriophora* domača rasa D54; *S. kraussei* komercialna rasa podjetja Becker & Underwood) z osmimi pripravki z insekticidnim delovanjem (Delfin, Vertimec, Neemazal, Pirimor, Karate Zeon, Confidor, Chess, Match). Kompatibilnost je bila po 6 in 24 urah odvisna od temperature, rase ogorčic in vrste insekticida. Število preživelih infektivnih ličink je bilo po 6 urah pri 15 °C (82 %) in 20 °C (80 %) najvišje, medtem ko je bilo pri 25 °C (76 %) najnižje. Po 24 urah med 15 °C in 20 °C (55 %) ni bilo značilnih razlik, medtem ko je pri 25 °C (59 %) preživel značilno največ infektivnih ličink. Od preučevanih insekticidov je po 6 urah značilno najmanj infektivnih ličink preživel v obravnavanih Vertimec (61 %), Match (75 %) in Delfin (76 %), medtem ko je bila stopnja preživetja infektivnih ličink pri ostalih obravnavanih višja od 80 %. Po 24 urah je bila smrtnost infektivnih ličink v poskusu višja. Od preučevanih insekticidov sta poleg kontrole (67 % živih infektivnih ličink) kompatibilnost izkazala le pripravka Neemazal (68 % preživelih infektivnih ličink) in Pirimor (63 %), medtem ko je bila stopnja preživelih infektivnih ličink pri ostalih obravnavanih nižja, najnižja pa pri pripravku Vertimec (42 %). Šest ur po izpostavitvi je ogorčica *S. feltiae* pokazala zadovoljivo kompatibilnost s pripravki Chess 50 (a.s. pimetozin), Confidor 50 WG (a.s. imidakloprid), Karate Zeon 5 CS (a.s. lambda-cihalotrin), NeemAzal – T/S (a.s. azadirachtin) in Pirimor 50 WG (a.s. pirimikarb), pri čemer sta se slednja dva pripravka v tem pogledu izkazala za ustrezna tudi 24 ur po mešanju z ogorčicami. Vrsta *S. carpocapsae* je po 6 urah pokazala zadovoljivo kompatibilnost le s pripravkom Vertimec, ogorčica *S. kraussei* pa se ne 6 niti 24 ur po izpostavitvi ni izkazala kot ustrezna za sočasno uporabo s preučevanimi ogorčicami. Kot najustreznejša za mešanje s preučevanimi insekticidi se je izkazala ogorčica *H. bacteriophora*, ki se po 6 urah ni zadovoljivo odzivala le na mešanje s pripravkom Vertimec, po 24 urah pa je izkazala zadovoljivo kompatibilnost s pripravki Chess 50, Confidor, Karate Zeon, NeemAzal in Pirimor.

Sklop 5: V letih 2011 in 2012 smo v Razvanju pri Mariboru preučevali učinkovitost 4 postopkov za zatiranje orehove muhe: pripravkov Ulmasud B (kombinacija kamenih mok in glin), Lithovit® (naravno apno), Calypso SC 480 (a.s. tiakloprid) in agrokoprene za prekrivanje tal pod orehi. Za najučinkovitejši ukrep se je izkazala agrokoprena, saj je bil odstotek popolnoma zdravih plodov v tem obravnavanju največji. Ta način se priporoča za manjše nasade oreha ali za zaščito posameznih dreves na vrtovih, kjer ni obilnega prileta oplojenih samic iz okolice. Med pripravki je

pogojno zadovoljivo delovanje pokazal Calypso v kombinaciji z atraktantom Nutrel pri trikratnem nanosu na drevesa do višine 4 m. V nasadu orehov, sorti 'Franquette', je škodljivec v prvem letu letal med 29. julijem in 5. oktobrom, pri čemer so nizke temperature v 2. in 3. dekadi julija vplivale na njegov pozen pojav. V letu 2012 je škodljivec letal od 16. julija do konca septembra. V obeh letih se je muha najštevilnejše pojavljala v drugi polovici avgusta. Med desetimi preučevanimi sortami oreha so bile ugotovljene razlike v napadenosti plodov z orehovo muho, najboljšo naravno odpornost pa je pokazala sorta Franquette. Najbolj škodljiv za luščino in jedrca oreha je zgodnji napad škodljivca. Ta ima večji vpliv na aromo (zdravi orehi imajo bolj aromatična jedrca) in grenkost (napadeni orehi imajo bolj grenka jedrca) kot na teksturne parametre jedrc (zdrava jedrca so bila pri vseh sortah najbolj hrustljava). S standardno analizo je bilo v šestih sortah oreha določenih 14 fenolov, katerih vsebnost je bila med sortami različna. Ugotavljamo, da predvsem flavonoli in nekatere hidroksicimetne kisline morda prispevajo h konstitutivni odpornosti plodov oreha proti orehovi muhi.

## 6. Ocena stopnje realizacije programa dela na raziskovalnem in zastavljenih raziskovalnih ciljev<sup>5</sup>

Program dela v obdobju trajanja projekta smo realizirali brez večjih odstopanj.

## 7. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega projekta oziroma sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine<sup>6</sup>

V vsebinskem smislu v izvedenem programu raziskovalnega projekta ni bilo bistvenih odstopanj in sprememb od predvidenega programa, prav tako se sestava projektne skupine ni spremenila.

## 8. Najpomembnejši znanstveni rezultati projektne skupine<sup>7</sup>

Znanstveni dosežek		
1.	COBISS ID	7069049
		Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Učinek različnih fungicidov na vitalnost entomopatogenih ogorčic <i>Steinernema feltiae</i> (Filipjev), <i>S. carpocapsae</i> Weiser in <i>Heterorhabditis downesi</i> Stock, Griffin & Burnell (Nematoda: Rhabditida) v laboratorijskih razmerah
	ANG	The effects of different fungicides on the viability of entomopathogenic nematodes <i>Steinernema feltiae</i> (Filipjev), <i>S. carpocapsae</i> Weiser, and <i>Heterorhabditis downesi</i> Stock, Griffin & Burnell (Nematoda: Rhabditida) under laboratory condition
Opis	SLO	V laboratorijskih razmerah je bila preučevana kompatibilnost infektivnih ličink entomopatogenih ogorčic <i>Steinernema feltiae</i> , <i>S. carpocapsae</i> in <i>Heterorhabditis downesi</i> s 15 sintetičnimi insekticidi, da bo pridobili nova znanja o doveznosti omenjenih biotičnih agensov na pomembno skupino agrokemikalij. Učinek neposredne izpostavitve infektivnih ličink fungicidom je bil po 24 urah preučevan v petrijevkah pri 15, 20 in 25 °C. Ugotovljena je bila visoka kompatibilnost vrste <i>S. feltiae</i> z azoksistrobinom in vrste <i>S. carpocapsae</i> (rasa C67) z vsemi preizkušanimi fungicidnimi pripravki, z izjemo tebukonazola + spiroksamina + triadimenola, maneba, dinokapa in bakrovega hidroksida + metalaksa. Največjo smrtnost infektivnih ličink vrste <i>H. downesi</i> (rasa 3173) smo ugotovili pri mešanju s kombinacijo tebukonazola, spiroksamina in triadimenola.
	ANG	To increase our knowledge on the susceptibility of entomopathogenic nematodes (EPN) species to agrochemicals, the compatibility of the infective juveniles (IJ) of the entomopathogenic nematodes <i>Steinernema feltiae</i> , <i>S. carpocapsae</i> , and <i>Heterorhabditis downesi</i> with 15 chemical fungicides was investigated under laboratory conditions. The effect of direct IJ exposure to fungicides for 24 h was tested in a petri dish at 15, 20, and 25 °C. The results showed that the compatibility of <i>S. feltiae</i> with azoxystrobin was high, and similar findings were obtained for <i>S.</i>

		carpocapsae (strain C67) and all of the tested fungicides, except for tebuconazole + spiroxamine + triadimenol, maneb, dinocap, and copper (II) hydroxide + metalaxil-M. Nematode <i>H. downesi</i> (strain 3173) suffered the highest mortality rate when infective juveniles were mixed with tebuconazole + spiroxamine + triadimenol. The integration of the aforementioned agents into a pest management program is also discussed.
	Objavljeno v	Instituto de Investigaciones Agropecuarias; Chilean journal of agricultural research; 2012; Vol. 72, No. 1; str. 62-67; Impact Factor: 0.447; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 0.782; WoS: AH, AM; Avtorji / Authors: Laznik Žiga, Vidrih Matej, Trdan Stanislav
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
2.	COBISS ID	7178361   Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i> Glukozinolati v strategijah varstva rastlin: literaturni pregled
		<i>ANG</i> Glucosinolates in plant protection strategies: a review
	Opis	<i>SLO</i> V preglednem članku je predstavljen pomen glukozinolatov v varstvu rastlin. Križnice, ki so razširjene po vsem svetu, uporabljajo glukozinolati in njihove razgradne produkte za obrambo pred škodljivimi organizmi. Vsebnost glukozinolatov variira med posameznimi rastlinami iste vrste, med rastlinskimi organi in razvojnimi stadiji, prav tako je vsebnost glukozinolatov odvisna od biotičnih in abiotičnih dejavnikov. Skupina glukozinolatov določa tudi dovzetnost rastlin do napada žuželk. Omenjene lastnosti glukozinolatov so lahko neželene pri implementaciji omenjenih informacij v strategijo pridelave križnic, zlasti v območjih z zmernim podnebjem, kjer so križnice izpostavljene napadom/okužbam velikega števila škodljivih organizmov. V takšnih razmerah je pomemben razvoj novih ali izboljšave obstoječih okoljsko sprejemljivih načinov varstva križnic pred gospodarsko pomembnimi škodljivimi organizmi.
		<i>ANG</i> This review discusses the importance of glucosinolates in plant protection. The Brassicaceae, which are cultivated worldwide, use glucosinolates and their decomposition products to defend themselves against attacks by harmful organisms. The glucosinolate content varies among individual plant species, plant organs and developmental stages. The glucosinolate content in plants is also affected by biotic and abiotic factors, while the type or quantity of glucosinolate determines the susceptibility of the plants to insect pests. These facts can pose a problem when implementing this knowledge in cultivation of the Brassicaceae, especially in regions with moderate climates where Brassicaceae crops are exposed to attacks by a large number of harmful organisms. Under these circumstances, it is essential to research new, or to improve the existing environmentally acceptable methods of protecting Brassicaceae plants against economically important pests.
	Objavljeno v	Serbian Biological Society [etc.]; Archives of biological sciences; 2012; Letn. 64, št. 3; str. 821-828; Impact Factor: 0.360; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 2.115; WoS: CU; Avtorji / Authors: Bohinc Tanja, Goreta Ban Smiljana, Ban Dean, Trdan Stanislav
	Tipologija	1.02 Pregledni znanstveni članek
3.	COBISS ID	6944889   Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i> Entomopatogene ogorčice (Nematoda: Rhabditida) v Sloveniji: od tabula rasa do vpeljave v postopke pridelave hrane
		<i>ANG</i> Entomopathogenic nematodes (Nematoda: Rhabditida) in Slovenia: from tabula rasa to implementation into crop production systems
		V poglavju so predstavljene vse dosedanje dejavnosti na Katedri za fitomedicino, vezane na področje entomopatogenih ogorčic (EO). Predstavljeni so prvi laboratorijski poskusi, v času, ko so bile EO v Sloveniji

Opis	SLO	še tujerodni organizmi, postopki vzorčenja tal in določanja petih vrst EO za domorodne organizme. Nadalje so predstavljeni poskusi v rastlinjakih in na prostem, v katerih je bila dokazana zadovoljiva učinkovitost teh biotičnih agensov pri zatiranju različnih vrst škodljivih žuželk. Na podlagi rezultatov v tem delu predstavljenega raziskovalnega dela danes pridelovalci živeža v Sloveniji EO že nekaj let uporabljajo v praksi.
	ANG	In this book chapter all activities that were performed at the Chair of Phytomedicine in the field of entomopathogenic nematodes (EN) are presented. In the beginning, the first laboratory trials from the time, when EN were still the exotic organisms, methods of soil sampling and detection of five EN species for indigenous in Slovenia, are described. Furthermore, the trials in greenhouses as well as in the open field, where satisfying efficacy of biological control agents mentioned against different insect pests are presented. On the basis of the results of the researches described in this chapter, EN are now already widely used among Slovenian producers of food.
Objavljeno v	InTech; Insecticides - advances in integrated pest management; 2011; Str. 627-656; Avtorji / Authors: Laznik Žiga, Trdan Stanislav	
Tipologija	1.16 Samostojni znanstveni sestavek ali poglavje v monografski publikaciji	
4.	COBISS ID	6465145   Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Kremenov pesek iz Slovenije ima nizko insekticidno učinkovitost na odrasle osebkke riževega žužka ( <i>Sitophilus oryzae</i> [L.], Coleoptera, Curculionidae)
	ANG	Local Slovenian quartz sands have low insecticidal activity against rice weevil ( <i>Sitophilus oryzae</i> [L.], Coleoptera, Curculionidae) adults
Opis	SLO	V laboratorijskih razmerah je bila preučevana insekticidna učinkovitost petih tipov kremenovega peska iz Slovenije na odrasle osebkke riževega žužka. Kremenov pesek je bil primešan zrnju pšenice. Vzorci iz lokacij Raka-Ravno in Moravče (iz obeh lokacij s primesmi in očiščeni) ter tržno dostopen očiščen vzorec iz Puconcev (Plantella) so bili uporabljeni v šestih koncentracijah: 100, 300, 500, 900, 1200 in 1500 ppm. Vsebnost SiO <sub>2</sub> je bila v vseh vzorcih visoka (91,52-99,24 %). Navedene koncentracije so bile preučevane pri štirih temperaturah (20, 25, 30 in 35 °C) in dveh vrednostih relativne zračne vlage (55 in 75 %). Po 7, 14 in 21 dneh smo v erlenmajericah prešteli mrtve osebkke. Vsi vzorci so izkazali le majhen insekticidni učinek in niso ustrezni za širšo uporabo pri zatiranju imagov riževega žužka v skladiščih. Najvišjo smrtnost (15 %) hroščev smo potrdili pri neočiščenem vzorcu iz Moravč, in sicer 21 dni po izpostavitvi koncentraciji 900 ppm, 30 °C in 55 % relativni zračni vlagi.
	ANG	The efficacy of Slovenian quartz sands admixed with stored wheat was tested against rice weevils in laboratory conditions. Five different samples of quartz sand of different ages were tested. Samples from the location Raka-Ravno (with admixture and clean) and the location Moravče (with admixture and clean) and commercially available cleaned quartz sand from the locality of Puconci (Plantella) each were used at six concentrations: 100, 300, 500, 900, 1200, and 1500 ppm. The amount of SiO <sub>2</sub> in all sand samples was high and varied from 91.52 to 99.24%. For each dose rate, the treated wheat grains were placed at four temperatures (20, 25, 30 and 35°C) and at 55 and 75% relative humidity level. After 7, 14 and 21 days of exposure dead adults were counted. All samples showed only a slight insecticidal effect on adults of rice weevil and are not appropriate for wider use against rice weevil adults in stored wheat. The highest mortality (15%) of rice weevil adults was confirmed 21 days after treatment at 900 ppm, 30°C and 55% RH level for quartz sand with admixture from the Moravče location.
		WFL Publisher; International journal of food, agriculture & environment -

	Objavljeno v	JFAE; 2010; Vol. 8, no. 3&4; str. 500-505; Impact Factor: 0.425; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.269; WoS: JY; Avtorji / Authors: Rojht Helena, Horvat Aleksander, Trdan Stanislav	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
5.	COBISS ID	7098745	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Dejavniki okolja vplivajo na vsebnost glukozinolatov v križnicah
		ANG	Environmental factors affecting the glucosinolate content in Brassicaceae
	Opis	SLO	V članku je pojasnjen vpliv naslednjih okoljskih dejavnikov na vsebnost glukozinolatov v križnicah: povprečne in najvišje dnevne temperature, povprečne relativne vlažnosti zraka, trajanja dnevnega sončnega sevanja. Rezultati naše raziskave nakazujejo, da je vsebnost indol glukozinolata glukobrasicina odvisna od povprečne in najvišje dnevne temperature. Obenem so indol glukozinolati veliko bolj občutljivi na okoljske dejavnike kot alifatski ali aromatski glukozinolati. Vpliv okolja na različne skupine glukozinolatov je bil generalno spremenljiv, obenem pa je bil ugotovljen signifikanten vpliv okolja na določene alifatske in aromatske glukozinolate. Sklepamo, da je potrebno za prihodnje načrtovanje sistemov pridelave rastlin za živež in krmo upoštevati tudi podnebne dejavnike, saj rezultati naše raziskave kažejo na pomemben vpliv izbranih okoljskih dejavnikov na vsebnost glukozinolatov v križnicah.
		ANG	This study describes the effects of environmental factors: the average and highest daily temperature, average relative air humidity, and the duration of the daily solar radiation, on the glucosinolate content in Brassicaceae. The results of our study indicate that the content of indole glucosinolate, glucobrassicin, is influenced by the average daily and the highest air temperature. Indole glucosinolates were much more susceptible to environmental factors than aliphatic or aromatic glucosinolates. The impact of the environment on aliphatic and aromatic glucosinolates was variable, and a significant impact of the environment was established on specific aliphatic or aromatic glucosinolates. We conclude that climatic conditions cannot be neglected in the future planning of cropping systems, as the results of our investigation showed the important effect of environmental factors on the glucosinolate content in Brassicaceae.
	Objavljeno v	WFL Publisher; International journal of food, agriculture & environment - JFAE; 2012; Vol. 10, no. 2; str. 357-360; Impact Factor: 0.517; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.379; WoS: JY; Avtorji / Authors: Bohinc Tanja, Trdan Stanislav	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	

### 9. Najpomembnejši družbeno-ekonomsko relevantni rezultati projektne skupine<sup>8</sup>

	Družbenoekonomsko relevantni dosežki		
1.	COBISS ID	257422080	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Zbornik predavanj in referatov 10. slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin, Podčetrtek, 1.-2. marec 2011
		ANG	Lectures and papers presented at the 10th Slovenian Conference of Plant Protection, Podčetrtek, March 01-02 2011
			1. in 2. marca 2011 je Društvo za varstvo rastlin Slovenije (vodji organizacijskega odbora sta bila prof. dr. Stanislav Trdan, sicer predsednik društva, in prof. dr. Maja Ravnikar) v Podčetrtku izvedlo jubilejno 10. slovensko posvetovanje o varstvu rastlin, na katerem je bilo predstavljenih 76 ustnih referatov, ki so bili razvrščeni v 9 tematskih sekcij (uvodni referati, referati na okrogli mizi, varstvo sadnega drevja, varstvo vrtnin in



Opis	SLO	okrasnih rastlin, varstvo vinske trte, varstvo poljščin, varstvo gozdnega drevja in drugih lesnatih rastlin, fitofarmaceutvska sredstav in okolje, GIZ fitofarmacija). V posterski sekciji je bilo predstavljenih 28 prispevkov iz različnih področij fitomedicine. V Zborniku izvlečkov predavanj in referatov je na 123 straneh objavljenih 105 izvlečkov v slovenskem in angleškem jeziku, v Zborniku predavanj in referatov pa je v polnem besedilu na 397 straneh objavljenih 70 prispevkov. Oba zbornika sta uredila akad. Jože Maček in prof. dr. Stanislav Trdan, tehnično delo so opravili prof. dr. Stanislav Trdan, doc. dr. Matej Vidrih in Jaka Rupnik. V dveh dneh se je posvetovanja udeležilo 316 udeležencev iz vseh pomembnejših domačih raziskovalnih in strokovnih inštitucij, podjetij, ki tržijo FFS ter javne uprave.	
	ANG	Between March 01 and 02 2011, Slovenian Plant Protection Society (heads of the organizing committee were Prof. Dr. Stanislav Trdan, president of the society, and Prof. Dr. Maja Ravnikar) organized jubilee 10th Slovenian Conference on Plant Protection in Podčetrtek. 76 oral presentations from 9 thematic sections (plenary lectures, roundtable lectures, protection of fruit crops, protection of vegetables and ornamental plants, protection in viticulture, plant protection products and environment, protection of field crops, protection of forest trees and other woody plants, GIZ phytopharmacy) were presented. In the poster section 28 topics from different fields of plant protection are presented. In the abstract volume 105 abstracts are presented in 105 pages in Slovenian and English. Lectures and papers, presented at the conference, contain 70 full papers in 397 pages. Editorial work in both proceedings was done by Acad. prof. Dr. Jože Maček and Prof. Dr. Stanislav Trdan. The latter with a help of Assist. prof. Matej Vidrih and Jaka Rupnik also performed technical work. 316 participants from all important Slovenian research, professional and administrative institutions from the field of agriculture have attend the Conference.	
	Šifra	B.01 Organizator znanstvenega srečanja	
	Objavljeno v	Društvo za varstvo rastlin Slovenije = Plant Protection Society of Slovenia; 2011; XI, 405 str.; Avtorji / Authors: Maček Jože, Trdan Stanislav	
	Tipologija	2.31 Zbornik recenziranih znanstvenih prispevkov na mednarodni ali tuji konferenci	
2.	COBISS ID	6666873	Vir: COBISS.SI
Opis	Naslov	SLO	Rezultati domačih laboratorijskih poskusov zatiranja skladiščnih škodljivcev na okoljsko sprejemljiv način (diatomejska zemlja, eterična olja ...)
		ANG	Results of Slovenian laboratory trials of controlling stored pests with ecologically acceptable methods (diatomaceous earth, essential oils...)
		SLO	Na delavnici "Možnosti okoljsko sprejemljive pridelave poljščin , industrijskih in krmnih rastlin ter trajnostne rabe travinja v Sloveniji" (10.-11.5.2011, Ljubljana, BF, vodja S. Trdan), namenjeni kmetijskim svetovalcem, so bili predstavljeni tudi rezultati alternativnih načinov zatiranja fižolarja z diatomejsko zemljo, prahom njivske preslice in prahom prave sivke (prvi poskus) ter eteričnimi olji rožmarina, bergamotke, kafe, navadnega lovorja in žajblja (drugi poskus). Diatomejska zemlja in eterična olja rožmarina, navadanega lovorja in žajblja so pokazali največjo insekticidno učinkovitost in jih priporočamo za nadaljevanje poskusov v skladiščih.
		ANG	On the workshop "Possibilities of environmentally friendly production of field crops, industrial and fooder crops and sustainable use of grasslands in Slovenia" (May 10-11 2011, Ljubljana, BF, organizer: S. Trdan), which was organized for the experts from the agriculture extension service, the results of alternative control methods against the bean weevil with diatomaceous earth, dust of field horsetail and lavender (first trial) as well as with essential oils of rosemary, bergamot orange, Camphor tree, bay laurel and

		common sage (second trial) are presented. Diatomaceous earth and essential oils of rosemary, bay laurel and common sage show the highest insecticidal efficacy, therefore we suggest their use in the continuation of the trials in the warehouses.
Šifra	F.18	Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, konference)
Objavljeno v	Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo; Izvlečki predavanj; 2011; Str. 17; Avtorji / Authors: Trdan Stanislav, Bohinc Tanja	
Tipologija	1.13 Objavljeni povzetek strokovnega prispevka na konferenci	
3.	COBISS ID	7191929   Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Vrednotenje novih načinov zatiranja izbranih vrst škodljivih hroščev (Insecta, Coleoptera)
	ANG	Evaluation of new techniques for controlling selected species of harmful beetles (Insecta, Coleoptera)
Opis	SLO	<p>Preučevana je bila učinkovitost več novih/alternativnih metod proti izbranim škodljivim hroščem. Kot fizikalna metoda zatiranja je bila vrednotena učinkovitost petih vzorcev kremenovega peska iz Slovenije in štirih vzorcev diatomejske zemlje (DZ) za zatiranje odraslih osebkov riževega žužka (<i>Sitophilus oryzae</i>) v pšenici. Vsi vzorci kremenovega peska pri vseh temperaturah in režimih vlage so izkazali malenkosten insekticidni učinek in tako niso ustrezni za zatiranje tega škodljivca. Učinkovito sta odrasle osebkove riževega žužka zatrla le srbski vzorec DZ in komercialni pripravek SilicoSec, ki ju zato priporočamo za uporabo pri zatiranju tega škodljivca v uskladiščeni pšenici, v koncentracijah, ki so še sprejemljive za okolje, zdravje ljudi in ne vplivajo na kakovost uskladiščenega žita. Določen insekticidni potencial sta izkazala tudi grški in slovenski vzorec DZ, vendar bi ju morali za uspešno varstvo pred tem hroščkom aplicirati v nesprejemljivo visokih koncentracijah. V drugem delu disertacije smo preučevali vpliv etanolnih izvlečkov treh rastlin (navadnega rožmarina [<i>Rosmarinus officinalis</i>], prave sivke [<i>Lavandula angustifolia</i>] in vinske rutice [<i>Ruta graveolens</i>]) na odrasle osebkove fižolarja (<i>Acanthoscelides obtectus</i>) in koloradskega hrošča (<i>Leptinotarsa decemlineata</i>). Z novo razvitim računalniškim sledenjem žuželk je bilo ugotovljeno, da imajo vsi preučevani izvlečki repelentno delovanje. Klasični neizbirni test je potrdil njihovo insekticidno delovanje na fižolarja in zmanjšanje F1 generacije. Negativna vpliv omenjenih izvlečkov na kalivost fižola 1. in 90. dan po aplikaciji ni bila ugotovljena. V primeru koloradskega hrošča nismo zaznali insekticidnega delovanja.</p>
	ANG	<p>The effectiveness of several new/alternative methods for reducing the abundance of harmful insects was studied. Among the physical methods, five types of Slovenian quartz sands and four samples of diatomaceous earth (DE) for control of rice weevil adult (<i>Sitophilus oryzae</i>) in wheat were tested. All samples of quartz at all temperatures and moisture content have showed a slight insecticidal effect and therefore they are not suitable to control this pest. Only Serbian and commercial sample of DE SilicoSec were able to successfully suppress the rice weevil adults and therefore could be used for the purposes of suppressing this pest in stored wheat at concentrations that are acceptable for the environment, human health and does not have an effect on the quality of stored grain. Certain insecticides effect have been discovered with the samples of DE from Greek and Slovenia, but for their efficacy they need to be used in such high concentrations that are not acceptable. In the second part of this thesis the effect of ethanol extracts of three plants (rosemary [<i>Rosmarinus officinalis</i>], common lavender [<i>Lavandula angustifolia</i>] and common rue [<i>Ruta graveolens</i>]) on adults of bean weevil (<i>Acanthoscelides obtectus</i>) and Colorado potato beetle (<i>Leptinotarsa decemlineata</i>) was</p>

		studied. This newly developed computerized tracking of insects, revealed a repellent effect of all studied extracts. A classic no-choice test revealed the insecticidal effect on bean weevil and reduction of F1 generation. No negative effect on the germination of bean extracts 1 and day 90 after injection was recorded. In the case of the Colorado potato beetle insecticidal activity was not detected.
	Šifra	D.09 Mentorstvo doktorandom
	Objavljeno v	[H. Rojht]; 2012; VI, 55 f., [4] f. pril.; Avtorji / Authors: Rojht Helena
	Tipologija	2.08 Doktorska disertacija
4.	COBISS ID	6656633 Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i> Zastopanost entomopatogenih ogorčic (Nematoda: Rhabditida) v Sloveniji in njihove interakcije v okolju
		<i>ANG</i> Distribution of entomopathogenic nematodes (Nematoda: Rhabditida) in Slovenia and their interactions in environment
	Opis	<i>SLO</i> S. Trdan od začetka (1997) sodeluje pri pedagoškem delu na današnji Katedri za fitomedicino, kmetijsko tehniko, poljedelstvo, pašništvo in travništvo. V začetku je bil vodja vaj pri fitomedicinskih predmetih na VSŠ in UNI študiju, od leta 2008 (najprej na starem študiju, zdaj tudi na novem - bolonjskem - študiju) je samostojni nosilec ali sonosilec predmetov iz področja entomologije. Na dodiplomskem študiju je bil doslej mentor 69 diplomantom. Pod njegovim mentorstvom so doslej doktorirali trije kandidati, pet jih je magistriralo. Štirikrat je bil pisec recenzij študijskega gradiva za področje entomologije, nematologije in vrtnarstva. Trenutno je mentor 5 študentom doktorskega študija. Pri predavanjih in mentorskem delu posebno pozornost namenja okoljsko sprejemljivim načinom zatiranja škodljivcev, v omenjena predavanja vključuje tudi metode in rezultate raziskav, vezanih na pričujoči projekt.
		<i>ANG</i> Since 1997 S. Trdan collaborates in pedagogical work at the chair. In the beginning he was the leader of laboratory exercises from phytomedicine subjects, and since 2008 he is an individual or co-lecturer of courses from the field of entomology. Until now he was a supervisor to 69 undergraduate students. Under his supervision 3 candidates finished doctoral dissertation, and 5 times he was a supervisor for master's theses. 4 times he was a reviewer of study material from the fields of entomology, nematology and vegetable production. At the moment he is a supervisor to 5 doctoral students. In his pedagogical work he gives special attention to environmentally acceptable control measures.
	Šifra	D.10 Pedagoško delo
	Objavljeno v	[Ž. Laznik]; 2011; VI, 71, [23] f.; Avtorji / Authors: Laznik Žiga
	Tipologija	2.08 Doktorska disertacija
5.	COBISS ID	7140217 Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i> Je uporaba privabilnih posevkov za zmanjševanje poškodb zaradi kapusovih stenic ( <i>Eurydema</i> spp.) in kapusovih bolhačev ( <i>Phyllotreta</i> spp.) dejstvo ali le želja?
		<i>ANG</i> Trap crops for reducing damage caused by cabbage stink bugs ( <i>Eurydema</i> spp.) and flea beetles ( <i>Phyllotreta</i> spp.) on white cabbage: fact or fantasy?
	Opis	<i>SLO</i> Z delom na pričujočem projektu so člani projektne skupine pridobili praktična znanja in informacije, vezane na uporabo/pomen: 1) diatomejske zemlje pri zatiranju skladiščnih škodljivcev; 2) križnic kot biofumigantov za zatiranje strun v krompirju; 3) glukozinolatov pri naravni odpornosti/občutljivosti križnic na napad izbranih škodljivih žuželk; 4) fungicidov in insekticidov pri sočasni uporabi z entomopatogenimi ogorčicami; 5) okoljsko sprejemljivih načinov zatiranja orehove muhe.

	ANG	With the research work on the present project the members of project team acquired the practical knowledge and informations regarding: 1) diatomaceous earth in controlling stored product pests; 2) Brassicas as biofumigants for controlling wireworms in potato production; 3) glucosinolates as factors of natural resistance/susceptibility of Brassicas against the attack of selectes insect pests; 4) fungicides and insecticides, used simultaneously with entomopathogenic nematodes; 5) environmentally friendly methods of controlling walnut husk fly.
Šifra	F.01	Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij in veščin
Objavljeno v	WFL Publisher; International journal of food, agriculture & environment - JFAE; 2012; Vol. 10, no. 2; str. 1365-1370; Impact Factor: 0.517; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.379; WoS: JY; Avtorji / Authors: Bohinc Tanja, Trdan Stanislav	
Tipologija	1.01	Izvirni znanstveni članek

## 10. Drugi pomembni rezultati projektne skupine<sup>9</sup>

V okviru pričujočega projekta so člani projektne skupine objavili 37 bibliografskih enot, med temi je 9 znanstvenih člankov (5 z dejavnikov vpliva [IF]), 4 strokovne članke, 4 prispevke so objavili na znanstvenih konferencah, tematike projekta pa so bile predstavljene tudi na delavnici za kmetijske svetovalce, katere vodja je bil nosilec projekta. Delni rezultati projekta so objavljeni tudi v poglavju v monografski publikaciji v angleškem jeziku, na temo projekta je bila avgusta 2012 zagovarjana doktorska disertacija, prav tako je bila tema projekta vezana na dve diplomni nalogi.

Za več informacij - glej priloženo datoteko z naslovom "Bibliografija članov projektne skupine CRP projekta V4-1067 (zaključno poročilo)" na dnu poročila.

## 11. Pomen raziskovalnih rezultatov projektne skupine<sup>10</sup>

### 11.1. Pomen za razvoj znanosti<sup>11</sup>

SLO

- vsebnost sekundarnih metabolitov - glukozinolatov (GL) se pri križnicah razlikuje med vrstami, med različnimi organi iste vrste, pri isti vrsti pa se spreminja tudi med rastno dobo
- vsebnost GL v križnicah je odvisna od parametrov okolja, predvsem od povprečne in najvišje dnevne temperature, alifatski in aromatski GL pa so veliko bolj dovzetni za okoljske spremembe kot indol GL
- učinkovitost diatomejske zemlje, drugih prašnatih insekticidno delujočih snovi (njivska preslica, prava sivka) ter eteričnih olj narašča s časom po izpostavitvi, z višanjem temperature in koncentracije snovi ter z nižanjem relativne zračne vlage
- slovenske in tuje rase entomopatogenih ogorčic izkazujejo kompatibilnost z nekaterimi fungicidnimi in insekticidnimi pripravki, a obstajajo med rasami precejšnje razlike v dovzetnosti/občutljivosti na različne pripravke
- med sortami orehov obstajajo razlike v dovzetnosti za napad plodov z orehovo muho, h konstitutivni odpornosti plodov oreha proti orehovi muhi pa najverjetneje pripomorejo tudi flavonoli in nekatere hidroksicimetne kisline
- zgodnji napad orehove muhe ima večji vpliv na aromo (manj aromatična jedrca) in grenkost (bolj grenka jedrca) orehovitih jedrc kot na njihove teksturne parametre (manj hrustljava jedrca)

ANG

- the content of secondary metabolites - glucosinolates (GL) differs among species from Brassicaceae family, between different organs of a plant of the same species and within the same species the difference in GL content can be observed during the growing season
- the content of GL depends on environmental parameters, specially from the average and the highest daily air temperature, and aliphatic and aromatic GL are more susceptible to environmental changes compared to indol GL
- the efficacy of diatomaceous earth, other powdery products with insecticidal efficacy (common horsetail, common lavender) and essential oils rises with the exposure time, with the increase of temperature and ingredient concentration and with the lowering of relative humidity
- Slovenian and foreign strains of entomopathogenic nematodes prove the compatibility with several fungicide and insecticide products, but quite large differences between strains exist in susceptibility/sensitivity to different plant protection product
- among varieties of walnut trees differences exist according to susceptibility to attack of walnut husk fly and to the consistent resistance of nuts against walnut husk fly also contribute flavonoids and some hydroxy-cymene acids
- early attack of walnut husk fly in season has larger influence on flavour (less aromatic cores) and bitterness (more bitter cores) of walnut cores as on their texture parameters (less crispy cores)

### 11.2.Pomen za razvoj Slovenije<sup>12</sup>

SLO

- uporabo talnega insekticida teflutrina je mogoče omejiti le na robove njiv (kjer je napad strun najbolj intenziven), s čimer se doseže večja gospodarnost in okoljska sprejemljivost pridelave krompirja
- vsebnost sekundarnih metabolitov - glukozinolatov v križnicah ni pomemben dejavnik njihove naravne odpornosti na škodljive žuželke in jih ne kaže vključevati v strategije pridelave križnic ali njihovega varstva pred škodljivci
- diatomejska zemlja in eterično olje navadnega rožmarina sta učinkoviti okoljsko sprejemljivi snovi za zatiranje skladiščnih škodljivcev in ju predlagamo za implementacijo v sisteme varstva uskladiščenih proizvodov pred skladiščnimi škodljivci
- entomopatogene ogorčice je mogoče na rastline nanašati sočasno z nekaterimi fungicidi in insekticidi, s tem pa se ob sočasni skrbi za varovanje okolja doseže tudi boljša gospodarnost pridelave
- prekrivanje tal pod orehi z agrokopreno je najučinkovitejši okoljsko sprejemljiv ukrep zatiranja orehove muhe, a se priporoča le za manjše nasade oreha ali za zaščito posameznih dreves na vrtovih

ANG

- the application of soil insecticide tefluthrin is possible to limit on edges of arable fields (where usually the attack of wireworms is most intensive) and with such action economic and environmental components are much profitable in potato production
- the content of secondary metabolites glucosinolates in Brassicas is not an important factor in their natural resistance to pest insects and it is not wise to include them in strategy of Brassicas production or their control against pests
- diatomaceous earth and essential oil of common rosemary are effective and environmentally acceptable substances in controlling store pests and we recommend them for implementing into

systems of stored products protection against stored product pests

- entomopathogenic nematodes is possible to use in mixed suspensions with some fungicides and insecticides and at the same time in a care for environment protection also better economical output is gained

- soil covering under the walnut trees with agrosil foil is the most effective environmentally friendly measure for controlling walnut husk fly, but it is recommended only for small walnut plantations or for protection of individual walnut trees on gardens

## 12. Vpetost raziskovalnih rezultatov projektne skupine.

### 12.1. Vpetost raziskave v domače okolje

Kje obstaja verjetnost, da bodo vaša znanstvena spoznanja deležna zaznavnega odziva?

- v domačih znanstvenih krogih
- pri domačih uporabnikih

**Kdo (poleg sofinancerjev) že izraža interes po vaših spoznanjih oziroma rezultatih?**<sup>13</sup>

Pridelovalci živeža, ki za zatiranje škodljivih žuželk nimajo več na voljo sintetičnih insekticidov ali pa je njihov izbor skrajno omejen ter ekološki kmetovalci.

### 12.2. Vpetost raziskave v tuje okolje

Kje obstaja verjetnost, da bodo vaša znanstvena spoznanja deležna zaznavnega odziva?

- v mednarodnih znanstvenih krogih
- pri mednarodnih uporabnikih

**Navedite število in obliko formalnega raziskovalnega sodelovanja s tujini raziskovalnimi inštitucijami:**<sup>14</sup>

Sklop 3: sodelovanje z Univerzo v Tesaliji (prof. Athanassiou), Inštitutom za fitopatologijo Benaki (dr. Kavallieratos), Biološko fakulteto v Beogradu (prof. Tomanović), Inštitutom Julius Kühn iz Berlina (dr. Adler).

Sklop 4: sodelovanje z raziskovalnim inštitutom v kraju Ujfeherto (dr. Lakatos in dr. Toth, ki sta nam za potrebe laboratorijskega poskusa posredovala madžarsko raso ogorčice *Heterorhabditis downsi*).

**Kateri so rezultati tovrstnega sodelovanja:**<sup>15</sup>

Aktivna udeležba nosilca pričujočega projekta na IOBC simpoziju v Volosu leta 2011 in znanstveni članek Žige Laznika in sod. v reviji *Chilean Journal of Agricultural Research* (glej priloženo datoteko z bibliografijo članov projektne skupine). Zaradi dobrega sodelovanja nosilca projekta s prof. Athanassioujem je slednji omogočil študentki agronomije z Biotehniške fakultete, da v njegovih laboratorijih v Volosu opravi dvemesečno študentsko prakso.

## C. IZJAVE

Podpisani izjavljam/o, da:

- so vsi podatki, ki jih navajamo v poročilu, resnični in točni
- se strinjamo z obdelavo podatkov v skladu z zakonodajo o varstvu osebnih podatkov za potrebe ocenjevanja in obdelavo teh podatkov za evidence ARRS
- so vsi podatki v obrazcu v elektronski obliki identični podatkom v obrazcu v pisni obliki
- so z vsebino letnega poročila seznanjeni in se strinjajo vsi soizvajalci projekta
- bomo sofinancerjem istočasno z zaključnim poročilom predložili tudi študijo ali elaborat, skladno z zahtevami sofinancerjev

**Podpisi:**

*zastopnik oz. pooblaščen oseba  
raziskovalne organizacije:*

in

*vodja raziskovalnega projekta:*

Univerza v Ljubljani, Biotehniška  
fakulteta

Stanislav Trdan

---

**ŽIG**

Kraj in datum: 

Ljubljana	7.10.2012
-----------	-----------

**Oznaka prijave: ARRS-CRP-ZP-2012-05/2**

---

<sup>1</sup> Zaradi spremembe klasifikacije je potrebno v poročilu opredeliti raziskovalno področje po novi klasifikaciji FOS 2007 (Fields of Science). Prevajalna tabela med raziskovalnimi področji po klasifikaciji ARRS ter po klasifikaciji FOS 2007 (Fields of Science) s kategorijami WOS (Web of Science) kot podpodročji je dostopna na spletni strani agencije (<http://www.arrs.gov.si/sl/gradivo/sifranti/preslik-vpp-fos-wos.asp>). [Nazaj](#)

<sup>2</sup> Podpisano izjavo sofinancerja/sofinancerjev, s katero potrjuje/jo, da delo na projektu potekalo skladno s programom, skupaj z vsebinsko obrazložitvijo o potencialnih učinkih rezultatov projekta obvezno priložite obrazcu kot priložnico (v skeniranem PDF formatu) in jo v primeru, da poročilo ni polno digitalno podpisano, pošljite po pošti na Javno agencijo za raziskovalno dejavnost RS. [Nazaj](#)

<sup>3</sup> Napišite povzetek raziskovalnega projekta (največ 3.000 znakov v slovenskem in angleškem jeziku) [Nazaj](#)

<sup>4</sup> Napišite kratko vsebinsko poročilo, kjer boste predstavili raziskovalno hipotezo in opis raziskovanja. Navedite ključne ugotovitve, znanstvena spoznanja, rezultate in učinke raziskovalnega projekta in njihovo uporabo ter sodelovanje s tujimi partnerji. Največ 12.000 znakov vključno s presledki (približno dve strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

<sup>5</sup> Realizacija raziskovalne hipoteze. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikosti pisave 11) [Nazaj](#)

<sup>6</sup> V primeru bistvenih odstopanj in sprememb od predvidenega programa raziskovalnega projekta, kot je bil zapisan v predlogu raziskovalnega projekta oziroma v primeru sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine v zadnjem letu izvajanja projekta (obrazložitev). V primeru, da sprememb ni bilo, to navedite. Največ 6.000 znakov vključno s presledki (približno ena stran, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

<sup>7</sup> Znanstveni in družbeno-ekonomski dosežki v programu in projektu so lahko enaki, saj se projektna vsebina praviloma nanaša na širšo problematiko raziskovalnega programa, zato pričakujemo, da bo večina izjemnih dosežkov raziskovalnih programov dokumentirana tudi med izjemnimi dosežki različnih raziskovalnih projektov.

Raziskovalni dosežek iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) vpišete tako, da izpolnite COBISS kodo dosežka – sistem nato sam izpolni naslov objave, naziv, IF in srednjo vrednost revije, naziv FOS področja ter podatek, ali je dosežek uvrščen v A'' ali A'. [Nazaj](#)

<sup>8</sup> Znanstveni in družbeno-ekonomski dosežki v programu in projektu so lahko enaki, saj se projektna vsebina praviloma nanaša na širšo problematiko raziskovalnega programa, zato pričakujemo, da bo večina izjemnih dosežkov raziskovalnih programov dokumentirana tudi med izjemnimi dosežki različnih raziskovalnih projektov.

Družbeno-ekonomski rezultat iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) vpišete tako, da izpolnite COBISS kodo dosežka – sistem nato sam izpolni naslov objave, naziv, IF in srednjo vrednost revije, naziv FOS področja ter podatek, ali je dosežek uvrščen v A'' ali A'.

Družbenoekonomski dosežek je po svoji strukturi drugačen, kot znanstveni dosežek. Povzetek znanstvenega dosežka je praviloma povzetek bibliografske enote (članka, knjige), v kateri je dosežek objavljen.

Povzetek družbeno ekonomsko relevantnega dosežka praviloma ni povzetek bibliografske enote, ki ta dosežek dokumentira, ker je dosežek sklop več rezultatov raziskovanja, ki je lahko dokumentiran v različnih bibliografskih enotah. COBISS ID zato ni enoznačen izjemoma pa ga lahko tudi ni (npr. v preteklem letu vodja meni, da je izjemen dosežek to, da sta se dva mlajša sodelavca zaposlila v gospodarstvu na pomembnih raziskovalnih nalogah, ali ustanovila svoje podjetje, ki je rezultat prejšnjega dela ... - v obeh primerih ni COBISS ID). [Nazaj](#)

<sup>9</sup> Navedite rezultate raziskovalnega projekta iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) v primeru, da katerega od rezultatov ni mogoče navesti v točkah 7 in 8 (npr. ker se ga v sistemu COBISS ne vodi). Največ 2.000 znakov vključno s presledki. [Nazaj](#)

## Zaključno poročilo o rezultatih ciljnega raziskovalnega projekta - 2012

<sup>10</sup> Pomen raziskovalnih rezultatov za razvoj znanosti in za razvoj Slovenije bo objavljen na spletni strani: <http://sicris.izum.si/> za posamezen projekt, ki je predmet poročanja [Nazaj](#)

<sup>11</sup> Največ 4.000 znakov vključno s presledki [Nazaj](#)

<sup>12</sup> Največ 4.000 znakov vključno s presledki [Nazaj](#)

<sup>13</sup> Največ 500 znakov vključno s presledki (velikosti pisave 11) [Nazaj](#)

<sup>14</sup> Največ 500 znakov vključno s presledki (velikosti pisave 11) [Nazaj](#)

<sup>15</sup> Največ 1.000 znakov vključno s presledki (velikosti pisave 11) [Nazaj](#)

Obrazec: ARRS-CRP-ZP/2012-05 v1.00c

42-47-93-E9-41-FD-30-DC-80-B9-82-DA-72-31-D3-37-EF-40-BC-70



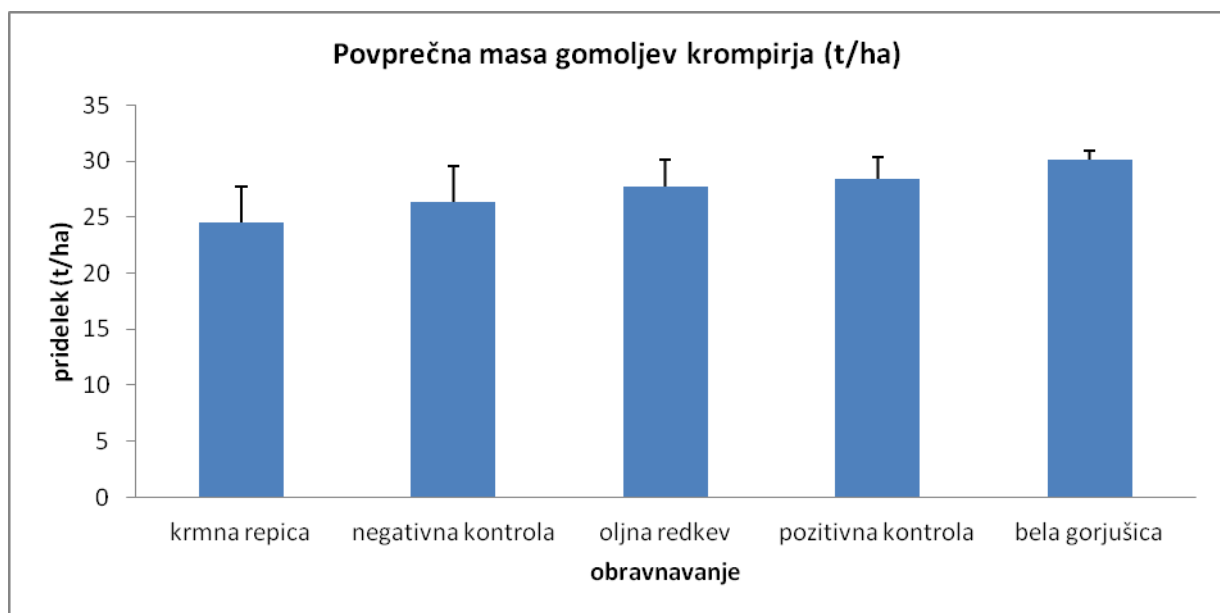
## Sklop 1: Preučevanje učinkovitosti biofumigacije za zatiranje strun, *Agriotes* spp., v krompirju

Leto 2011

V letu 2011 smo na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani izvedli poljski poskus uporabe treh vrst križnic z namenom preučevanja njihovega biofumigantnega delovanja na strune na njivi krompirja. Preučevane križnice (krmna repica [25 kg/ha], oljna redkev [30 kg/ha] in bela gorjušica [25 kg/ha]) smo na njivo posejali 22. marca 2011. Njiva je bila pomulčena 18. maja, tega dne pa smo tuli zeleno maso zaorali v tla. Krompir je bil sajen 1. Junija z navadnim sadilnikom za krompir. Sorta krompirja je bila Avalon (Agrico, Nizozemska; uvoznik za Slovenijo: Interseme d.o.o., Ljubljana). Velikost celotne njive je bila 1764 m<sup>2</sup>. Velikost parcele je bila 5,6 x 15,5 m. Njiva je bila razdeljena na tri bloke, znotraj vsakega bloka pa je bilo 5 obravnavanj. Vsako obravnavanje je bilo znotraj bloka ponovljeno trikrat glede na rob njive. Rob njive (levi, sredina, desni) je sestavljalo 5 vrst.

Rezultati:

Generalna analiza je pokazala, da je na skupni pridelek krompirja na njivi statistično značilno vplivalo več dejavnikov: blok ( $p=0.0015$ ), obravnavanje ( $p=0.0346$ ), interakcija med blokom in robom njive ( $p=0.0002$ ) ter interakcija med blokom in obravnavanjem ( $p=0.0042$ ). Statistično značilna največja masa gomoljev krompirja je bila izkopana pri obravnavanju bela gorjušica ( $30.1 \pm 0.1$  t/ha, medtem ko med obravnavanji negativna kontrola, oljna redkev in pozitivna kontrola ni bilo statistično značilnih razlik in so se vrednosti gibale med 26.3 t/ha ter 28.3 t/ha (slika 1). Statistično značilni najmanjši pridelek je bil dosežen pri obravnavanju krmna repica (24.5 t/ha).



Slika 1: Povprečna masa gomoljev krompirja (t/ha) v letu 2011.

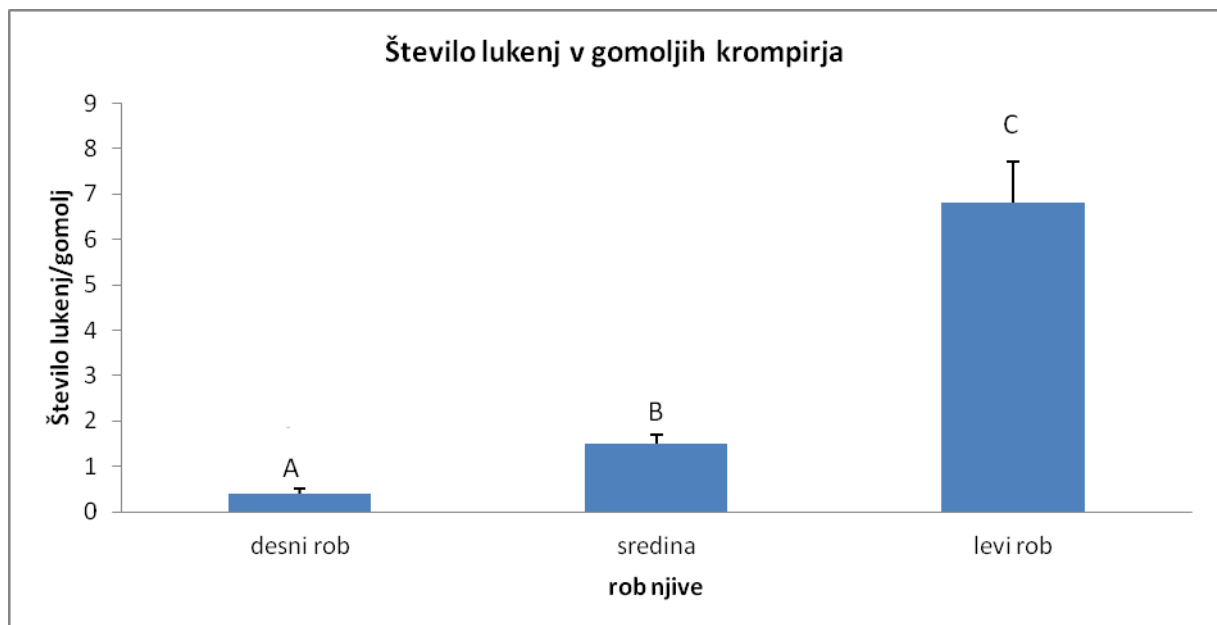
Gomolje smo razdelili tudi glede na njihovo velikost v tri frakcije; frakcija 1 (>5 cm), frakcija 2 (med 4 in 5 cm), frakcija 3 (< 4 cm). Rezultati so pokazali, da je bil pridelek največjih gomoljev statistično značilno največji pri obravnavanju bela gorjušica (17.5 t/ha), medtem ko je bilo statistično značilno najmanj gomoljev pri obravnavanju krmna repica (12.5 t/ha).

Statistično značilno največ gomoljev srednjega velikostnega razreda je bilo pri obravnavanjih pozitivna kontrola in bela gorjušica (8.4 t/ha), najmanj pa pri obravnavanju negativna kontrola (6.3 t/ha). Največja masa najmanjših gomoljev je bila dosežena pri obravnavanju oljna redkev (5.8 t/ha), najmanjša pa pri beli gorjušici (4.7 t/ha).

Poleg pridelka smo analizirali tudi poškodovanost (število lukenj) gomoljev krompirja zaradi delovanja strun. Generalna analiza je pokazala, da je na skupno število poškodb na gomoljih statistično značilno vplivalo več dejavnikov: blok ( $p=0.0003$ ), obravnavanje ( $p=0.0080$ ), rob njive ( $p=0.0000$ ), interakcija med blokom in obravnavanjem ( $p=0.0012$ ), interakcija med blokom in robom njive ( $p=0.0020$ ) ter interakcija med obravnavanjem in robom njive ( $p=0.0131$ ). Največje število poškodb (lukenj) je bilo pri obravnavanjih, kjer so bili gomolji največji; bela gorjušica (4.1 luknja/gomolj), medtem ko je bilo najmanj lukenj pri obravnavanju pozitivna kontrola (1.16 luknje/gomolj) (tabela 1). Rob njive je imel pomemben vpliv na število poškodb. Rezultati so pokazali, da je bilo na levem robu njive (ob travniku) 6.8 lukenj/gomolj, medtem ko se je poškodovanost zmanjševala glede na oddaljevanje (srednje vrste: 1.46 lukenj/gomolj; desni rob: 0.4 luknje/gomolj) (slika 2).

Tabela 1: Povprečno število lukenj v gomoljih krompirja pri različnem obravnavanju v letu 2011.

Obravnavanje	Povprečno število lukenj
Bela gorjušica	4.1±1.1 B
Krmna repica	3.4±0.9 B
Negativna kontrola	2.7±0.7 B
Oljna redkev	3.1±0.9 B
Pozitivna kontrola	1.2±0.3 A



Slika 2: Število lukenj v gomoljih krompirja v odvisnosti od roba njive v letu 2011.

Rezultati našega poskusa so pokazali, da masa gomoljev ni v odvisnosti od delovanja strun. Poškodovanost gomoljev je bila največja pri obravnavanjih, kjer so bili gomolji krompirja

največji, medtem ko je bilo pri manjših gomoljih poškodb manj. Največja masa krompirja je bila dosežena pri obravnavanju bela gorjušica. Rob njive je pomembno vplival na številčnost strun v tleh. Rezultati poskusa nakazujejo možnost zatiranja strun le na robnem območju njive, s čimer bi bila ekonomičnost pridelave krompirja boljša.

Leto 2012

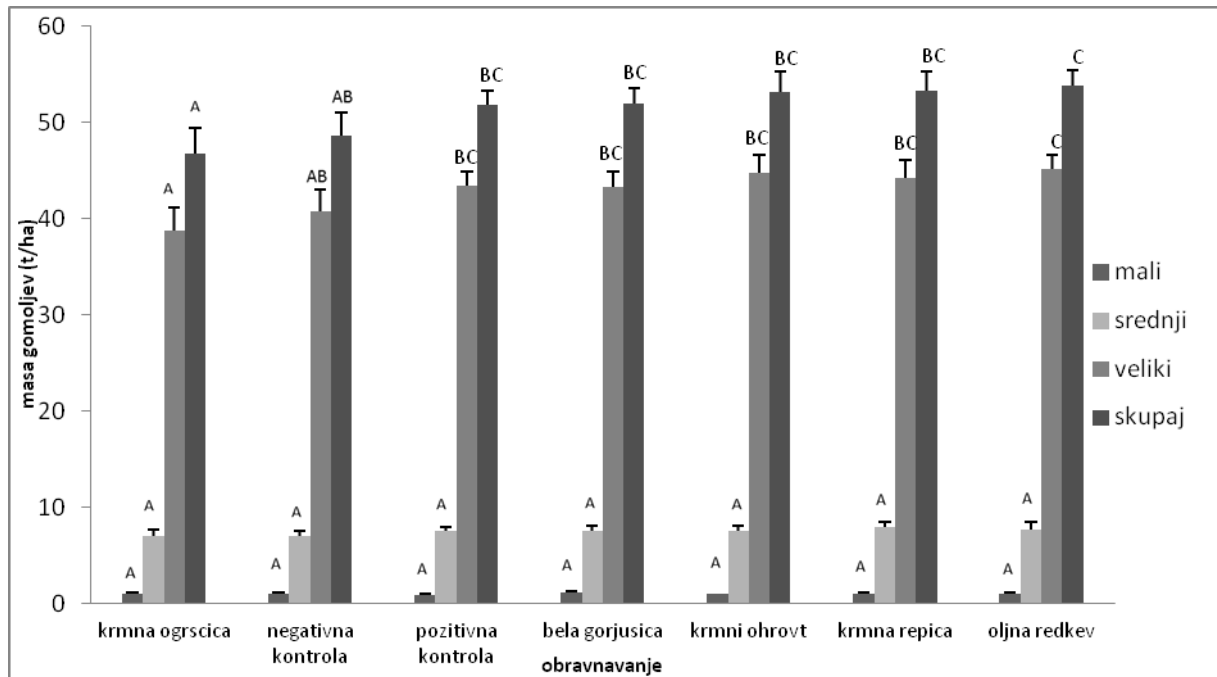
Mulčenje posevkom za namene zatiranja strun na njivi, kjer smo čez dva dni posadili krompir, smo opravili 1.5. 2012. Do dneva mulčenja (št. obratov na pogonski gredi: 540 obratov/min, hitrost mulčenja: 3,9 km/uro) je največjo nadzemno maso ustvarila krmna repica, sledila sta ji krmna ogrščica in krmni ohrovt. Do istega dne sta oljna redkev in bela gorjušica formirali 5 do 6 listov (bili sta namreč ponovno sejani zaradi neprezimitve) in sta dosegli 10 % mase prvih treh dosevkov. Njiva je bila še isti dan preorana in sicer je bila širina brazde 30 cm in globina brazde 23 cm. Traktor je oral s hitrostjo 4,4 km/uro. Zatem je bilo opravljeno osnovno gnojenje z mineralnim gnojilom NPK 7-20-30 (Ina Kutina) v odmerku 1000 kg/ha oziroma 74 kg/pacelo. Uporabljen je bil trosilec mineralnih gnojil z delovno širino 8 m in hitrost trosenja je bila 5,6 km/uro. Brananje zemljišča je bilo opravljeno 3.5. 2012 in to z dvojnimi prehodoma zaradi boljše priprave strukture tal. Krompir, sorto Stirling (srednje pozna, rumena barva kože, bela barva mesa) smo posadili 3.5. 2012. Hitrost saditve je bila 3 km/uro z medvrstno razdaljo 75 cm. Vznik krompirja je bil enakomeren in brez časovnega zamika. Prvo škropljenje, ki smo ga opravili na nasadu krompirja je bilo opravljeno 25.5. Uporabljeno je bilo škropivo Sencor WG 70 (a.s.metribuzin, 0,75 kg/ha) za zatiranje plevelov.

Prvo dognojevanje je bilo opravljeno 31.5. 2012 in sicer z mineralnim gnojilom KAN (27 % skupnega dušika) v odmerku 500 kg/ha. Tako je bilo nasadu krompirja dano 135 kg N/ha oz 37,5 kg KAN-a/parcelo. Isti dan je bilo dodano tudi fitofarmacevtsko sredstvo Force v odmerku 5 kg/ha vendar samo na obravnavanju »pozitivna kontrola« iz poskusne sheme. Isti dan je bil krompir tudi osut. V nadaljevanju je bilo za zdravstveno varstvo nadzemnega dela nasada krompirja poskrbljeno z skrbnim nadzorom nad pojavom koloradskega hrošča in rastlinskih boleznih, ki lahko ogrožajo krompir. Nasad krompirja je bil konec julija pred začetkom cvetenja in takrat je bila višina cime med 45 in 50 cm. Do izkopa krompirja je bil nasad večkrat škropljen in sicer 6.6., 15.6., 4.7., 20.7. in 4.8. Ob vsakokratnem škropljenju so bili uporabljeni različni fungicidi oz. insekticidi. Krompirjeva cima je bila pred izkopom pomulčena (8.9. 2012) in 11.9. smo krompir tudi izkopali. Zaradi zdrave, vitalne in zelo zelene cime smo z izkopom krompirja čakali nekoliko dalj časa (14 dnevni zamik) kot je praksa pri nas.

Rezultati:

Generalna analiza je pokazala, da je na skupni pridelek krompirja na njivi statistično značilno vplivalo več dejavnikov: blok ( $p=0.0002$ ), obravnavanje ( $p=0.0178$ ) in rob njive ( $p=0.0000$ ). Statistično značilna največja masa gomoljev krompirja je bila izkopana pri obravnavanju oljna redkev ( $53.84 \pm 1.61$  t/ha, medtem ko med obravnavanji negativna kontrola, pozitivna kontrola, bela gorjušica, krmni ohrovt in krmna repica ni bilo statistično značilnih razlik in so se vrednosti gibale med 48.6 t/ha ter 53.3 t/ha (slika 3). Statistično značilni najmanjši pridelek je bil dosežen pri obravnavanju krmna ogrščica (46.8 t/ha). Gomolje smo razdelili tudi glede na njihovo velikost v tri frakcije; frakcija 1 (>5 cm), frakcija 2 (med 4 in 5 cm), frakcija 3 (< 4 cm). Rezultati so pokazali, da je bil pridelek največjih gomoljev statistično značilno največji pri obravnavanju oljna redkev (45.2 t/ha), medtem ko je bilo statistično značilno najmanj velikih gomoljev pri obravnavanju krmna ogrščica (38.7 t/ha). Statistično značilnih razlik pri

masni gomoljev srednjega in najmanjšega velikostnega razreda med obravnavanji ni bilo (slika 3).

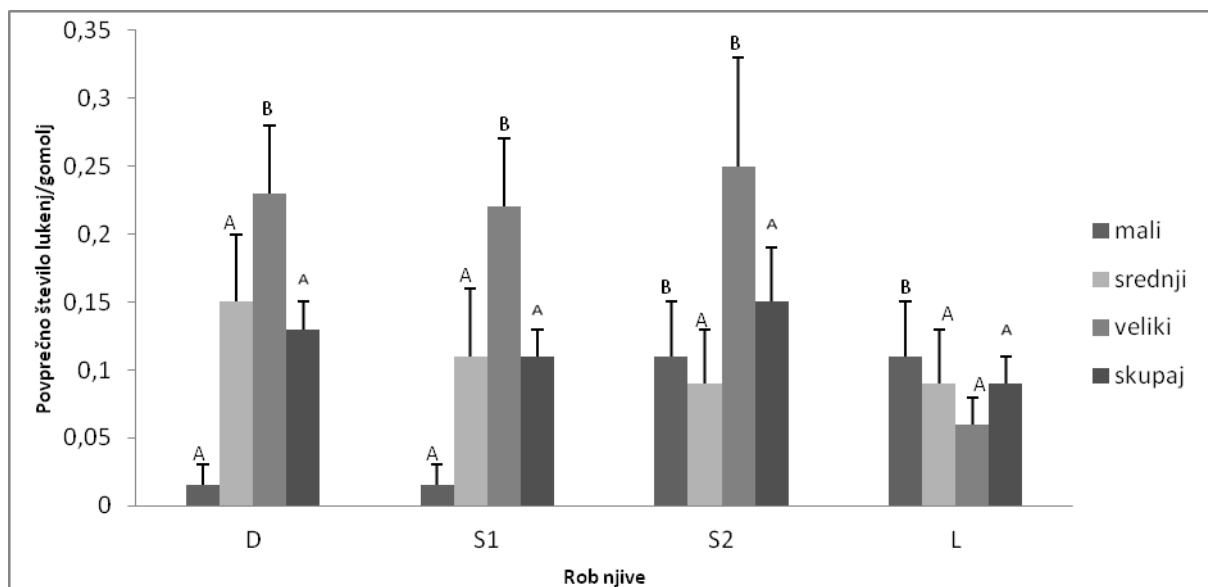


Slika 3: Povprečna masa kategorij (mali, srednji, veliki, skupaj) gomoljev krompirja (t/ha) v letu 2012.

Poleg pridelka smo analizirali tudi poškodovanost (število lukenj) gomoljev krompirja zaradi delovanja strun. Generalna analiza je pokazala, da na skupno število poškodb na gomoljih statistično značilno ni vplival noben dejavnik: blok ( $p=0.0639$ ), obravnavanje ( $p=0.4845$ ) in rob njive ( $p=0.3633$ ). Največje število poškodb (lukenj) je bilo pri največjih gomoljih (0.2 lukenj/gomolj), izmed obravnavanj pa pri obravnavanju pozitivna kontrola (0.16 luknje/gomolj), medtem ko je bilo najmanj lukenj pri obravnavanju krmna ogrščica (0.07 luknje/gomolj) (tabela 2). Rob njive ni vpliv na število poškodb v našem poskusu (slika 4).

Tabela 2: Povprečno število lukenj v gomoljih krompirja pri različnem obravnavanju v letu 2012.

Obravnavanje	Povprečno število lukenj
bela gorjusica	0.15±0.03 B
krmna ogrščica	0.07±0.03 A
krmna repica	0.13±0.04 AB
krmni ohrovt	0.08±0.02 A
negativna kontrola	0.12±0.04 AB
oljna redkev	0.15±0.05 AB
pozitivna kontrola	0.16±0.03 B



Slika 4: Število lukenj v gomoljih krompirja v odvisnosti od roba njive v letu 2012.

Rezultati našega poskusa so pokazali, da masa gomoljev ni v odvisnosti od delovanja strun. Poškodovanost gomoljev je bila največja pri obravnavanjih, kjer so bili gomolji krompirja največji, medtem ko je bilo pri manjših gomoljih poškodb manj. V primerjavi z letom 2011 smo beležili manjši delež poškodb zaradi strun. Največja masa krompirja je bila dosežena pri obravnavanju oljna redkev. Rob njive ni pomembno vplival na številčnost strun v tleh.

V sklopu poskusa z biofumigacijo smo preučevali delovanje križnic oziroma njenih razgradnih produktov na sezonsko dinamiko strun v tleh. V letu 2011 smo v prvi dekadi marca in tik pred zaoranjem rastlinske mase križnic nabrali vzorce. Prav tako je nabiranje vzorcev potekalo v začetku marca 2012. Analiza je temeljila na vzorčenju 7 različnih glukozinolatov. Po količini zaznavnosti izstopajo trije. Ugotovili smo, da se vsebnost gluoiberina razlikuje med vrstami križnic. Medtem ko je bila povprečna vsebnost v vzorcih bele gorjušice ( $5.54 \pm 0.01 \mu\text{mol/g ds}$ ) pa smo v vzorcih krmne ogrščice ugotovili ( $3.24 \pm 2.50 \mu\text{mol/g ds}$ ), v vzorcih krmnega ohrovtu  $2.13 \pm 0.01 \mu\text{mol/g ds}$ , v vzorcih krmne repice  $0.82 \pm 0.01 \mu\text{mol/g ds}$  in v vzorcih oljne redkve  $1.18 \pm 0.80 \mu\text{mol/g ds}$ .

V letu 2011 vsebnost omenjenega glukozinolata variira med  $0,821 \pm 0,01 \mu\text{mol/g ds}$  pri krmni repici do  $5,539 \pm 0,01 \mu\text{mol/g ds}$  v beli gorjušici. Ugotavljamo, da vsebnost glukonasturtina ni pogojena s specifično rastlinsko vrsto ( $P=0,8258$ ). V začetku je bila vsebnost omenjenega glukozinolata v vzorcih bele gorjušice  $0,6155 \pm 0,22 \mu\text{mol/g}$ , v vzorcih krmne repice pa smo ugotovili  $1,1305 \pm 0,55 \mu\text{mol/g ds}$  iste snovi. Tudi koncentracija glukobracicina se je razlikovala med vrstami križnic, in sicer je variirala med  $0,25 \pm 0,01 \mu\text{mol/g ds}$  pri beli gorjušici do  $0,45 \pm 0,00 \mu\text{mol/g ds}$  pri krmnem ohrovtu.

## Sklop 2: Preučevanje antiksenoze kot mehanizma naravne odpornosti zelja na napad izbranih škodljivih žuželk

Usmerjenost pridelovalcev hrane v čim večji pridelek je povzročila prenekateri stranski učinek. Zmanjšano število registriranih insekticidov za zatiranje škodljivih žuželk je pripomoglo k vse bolj integrirano usmerjenemu varstvu rastlin. Ena od metod, ki se lahko uporablja v integriranem varstvu rastlin, je tudi metoda privabilnih posevkov. Metoda

privabilnih posevkov je pogosto uporabljena v primerih, ko za zatiranje škodljivih organizmov ni registriranih fitofarmacevtskih sredstev. Kapusove stenice, ki s prehranjevanjem na križnicah tekmujejo s človekom, so ene od tistih škodljivih organizmov, za katere v integrirani pridelavi nimamo registriranega insekticida (**Bohinc & Trdan, 2011: Ščitaste stenice...**).

Poskus preučevanja učinkovitosti metode privabilnih posevkov je potekal v letih 2009 in 2010. Poskus je potekal na dveh lokacijah, in sicer na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani (300 m nadmorske višine) ter na njivi v vasi Zgornja Lipnica v občini Radovljica (511,2 nadmorske višine). Zemljišče na obeh lokacijah je bilo razdeljeno v 4 bloke, znotraj katerih smo naključno posejali privabilne posevke (krmno ogrščico, belo gorjušico in oljno redkev); četrto obravnavanje je bila kontrola (golo površje). Znotraj omenjenih obravnavanj smo posadili dva različna hibrida zelja – zgodnjega (Tucana) in srednje poznega (Hinova).

Ocenjevanje poškodb kapusovih stenic (*Eurydema* spp.) je potekalo s pomočjo 6-stopenjske lestvice (Stoner in Shelton, 1988); za ocenjevanje poškodb kapusovih bolhačev (*Phyllotreta* spp.) pa smo uporabili 5-stopenjsko EPP0 lestvico. Rezultati analize kažejo, da smo z uporabo privabilnih posevkov dosegli namen, saj povprečni indeksi poškodb preučevanih skupin škodljivcev na privabilnih posevkih dosegajo višje vrednosti. Preferenca do posamezne vrste križnic je izrazita tudi glede na posamezno lokacijo. Medtem ko so kapusove stenice kazale izrazito preferenco do krmne ogrščice v obeh letih poskusa na Gorenjskem (2009:  $3.38 \pm 0.05$ ; 2010:  $3.58 \pm 0.02$ ), pa je bila oljna redkev v drugem letu poskusa na Gorenjskem najbolj dovzetna na hranjenje kapusovih bolhačev ( $3.5 \pm 0.82$ ). Indeks poškodb kapusovih bolhačev je bil prav tako signifikatno višji na rastlinah privabilnih posevkov (**Bohinc & Trdan, 2012: Trap crops...**).

Eden od načinov obrambe križnic pred škodljivimi organizmi pa je tudi uporaba (izraba) sekundarnih metabolitov. Sekundarne metabolite, specifične za križnice, imenujemo glukozinolati. Glukozinolatom v varstvu rastlin pripisujemo velik pomen, saj tako oni kot njihovi razgradni produkti delujejo insekticidno na škodljive žuželke (Bohinc et al., 2012: Glucosinolates in plant protection...). Vsebnost glukozinolatov pa je odvisna tudi od parametrov okolja, predvsem od povprečne in najvišje dnevne temperature. Ugotavljamo, da so alifatski in aromatski glukozinolati veliko bolj dovzetni za okoljske spremembe kot indol glukozinolati (**Bohinc & Trdan, 2012: Environmental factors...**).

Zanimali so nad deli rastlin, kjer se najpogosteje pojavljajo poškodbe preučevanih skupin škodljivcev (tj. listi in cvet). Vzorčenje rastlin zelja, krmne ogrščice in oljne redkve je potekalo v petih različnih terminih, medtem ko smo vzorce bele gorjušice nabrali v štirih različnih terminih. Liofilizirane vzorce smo hranili v 50 ml stekleničkah v zamrzovalni skrinji na  $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Ekstrakcijo glukozinolatov in določanje njihovih koncentracij ter razmerij v rastlinskih tkivih smo v letu 2011 izvajali na Inštitutu za hmeljarstvo in pivovarstvo v Žalcu. Ekstrakcija je potekala po metodi ISO 9167-1:1992. Rezultate smo statistično ovrednotili s programom Stagnostics Centurion XVI.

Med rastlinskimi vrstami, uporabljenimi v poskusu nismo ugotovili signifikantnih razlik v vsebnosti glukonapina ( $P=0,0686$ ), medtem ko je vsebnost glukorafenina signifikatno pogojena z vrsto križnice ( $P=0,0003$ ). Povprečna vrednost glukorafenina je bila signifikatno najvišja v vzorcih oljne redkve ( $8,66 \pm 1,81\ \mu\text{mol/g ds}$ ), medtem ko je bila v vzorcih zelja, zgodnjega in srednje poznega, ravno nad mejo detekcije ( $<0,1\ \mu\text{mol/g ds}$ ).

Prisotnost epiprogoitrina je pogojena s rastlinsko vrsto ( $P=0,0055$ ), signifikantne razlike pa obstajajo tudi med posameznimi nadzemskimi deli rastlin ( $P<0,0001$ ). Na vsebnost progoitrina nismo ugotovili signifikantnega vpliva rastlinske vrste ( $P=0,5088$ ), prav tako se vsebnost ne razlikuje med posameznimi rastlinskimi organi ( $P=0,5551$ ).

Med glukozinolati, ki jih uvrščamo med indol glukozinolate, smo v vseh rastlinskih vrstah ugotovili glukobrasicin, vendar vsebnost le-tega med rastlinskimi vrstami signifikatno variira ( $P=0,0282$ ). Signifikantnih razlik v vsebnosti glukobrasicina med posameznimi nadzemskimi rastlinskimi deli prav tako nismo ugotovili ( $P=0,1273$ ).

Pri detekciji aromatskih glukozinolatov smo ugotovili, da vsebnost glukonasturtina ni signifikatno pogojena z rastlinsko vrsto ( $P=0,764$ ). Signifikantnih razlik v vsebnosti glukonasturtina med posameznimi rastlinskimi deli tudi nismo ugotovili ( $P=0,7643$ ). Glukonasturtina v vzorcih hibridov zelja nismo ugotovili. Vsebnost sinalbina variira glede na rastlinsko vrsto ( $P=0,0090$ ) in prav tako med posameznimi rastlinskimi organi ( $P=0,0001$ ). Statistično značilen vpliv datuma vzorčenja smo potrdili tudi pri glukobrasicinu ( $P<0,0001$ ) in glukoiiberinu ( $P=0,0069$ ), medtem ko termin vzorčenja na vsebnost glukonapina ( $P=0,8484$ ) in sinigrina ( $P=0,9948$ ) ni imel vpliva.

Analiza podatkov, pridobljenih v letu 2010 je pokazala, da posamezni glukozinolati različno vplivajo na škodljive organizme med rastno dobo. Ugotovili smo, da obstaja zelo visoka negativna korelacija med obsegom poškodb kapusovih stenic ( $r=-0,97$ ) in vsebnostjo glukonasturtina v vzorcih krmne ogrščice ter med vsebnostjo omenjenjenega glukozinolata in obsegom poškodb kapusovih bolhačev ( $r=-0,99$ ). To pomeni, da se z višanjem vsebnosti glukonasturtina v krmni ogrščici zmanjšuje obseg poškodb preučevanih skupin škodljivcev. Med vsebnostjo glukobrasicina v vzorcih olje redkve in obsegom poškodb kapusovih bolhačev ( $r=-0,32$ ) ter obsegom poškodb kapusovih stenic ( $r=-0,30$ ) obstaja nizka negativna korelacija.

Raziskava, namenjena preučevanju uporabe privabilnih posevkov v varstvu zelja pred kapusovimi stenicami in kapusovimi bolhači, se je izkazala za uspešno. Ker se zaradi variiranja vsebnosti glukozinolatov med posameznimi križnicami težko odločimo za eno vrsto, ki bi bila ustrezna kot privabilni posevek, bi lahko namesto ene vrste uporabili več rastlinskih vrst in s tem omogočili atraktivnost privabilnih posevkov za več vrst škodljivcev, s čimer bi zavarovali rastline glavnega posevka.

V sklopu dvoletnega poljskega poskusa (2009-2010) smo preučevali naravno odpornost zelja na napade kapusovih stenic (*Eurydema* spp.), kapusovih bolhačev (*Phyllotreta* spp.), in tobakovega resarja (*Thrips tabaci*). V raziskavo je bilo vključenih 20 genotipov zelja, in sicer 9 zgodnjih, 5 srednje zgodnjih in 6 srednje poznih genotipov. Zelje smo sadili na razdalji 30 x 40 cm. Poskus je potekal v 4 blokkih, znotraj katerih smo naključno razporedili obravnavanja (sorte). Posamezno obravnavanje je vsebovalo 9 sadik zelja. Zelje smo v letu 2010 sadili 25. aprila, v letu 2011 pa 3. maja.

Zelja med rastno dobo nismo tretirali z sintetičnimi fitofarmaceutskimi pripravki. Naravno odpornost (antiksenuzo) zelja pogojujejo dejavniki, kot so barva listov, antioksidacijski potencial, vsebnost epikutikularnega voska na povrhnjici listov, vsebnost skupnih polifenolov. Omenjene kemične analize smo opravili na Katedri za tehnologijo rastlinskih živil na Oddelku za živilstvo Biotehniške fakultete.

Ugotovili smo, da so na obseg poškodb kapusovih stenic v letu 2010 signifikantno vplivali trije dejavniki (datum, sorta, fenofaza) – vsi  $P < 0,0001$ . Povprečni indeks poškodb je bil signifikantno najnižji na kultivarju Delphi ( $1,71 \pm 0,09$ ), medtem ko je bil na hibridu Tucana signifikantno najvišji ( $2,87 \pm 0,16$ ). Analiza podatkov iz leta 2010 je pokazala signifikanten vpliv termina ocenjevanja, genotipa in fenofaze na indeks poškodb preučevane skupine škodljivcev (vsi  $P < 0,0001$ ).

V drugem letu poskusa smo ugotovili signifikanten vpliv termina ocenjevanja, sorte in fenofaze na povprečni indeks poškodb kapusovih stenic (vsi  $P < 0,0001$ ), medtem ko je bil vpliv termina ocenjevanja in sorte na obseg poškodb kapusovih bolhačev ravno tako signifikanten (obakrat  $P < 0,0001$ ). Intenzivnost poškodb kapusovih bolhačev na genotipih zelja je bila v letu 2011 med najvišjimi na hibridu Sunta ( $2,93 \pm 0,05$ ) in na sorti Varaždinsko ( $3,04 \pm 0,09$ ).

Ugotovili smo, da imajo kapusovi bolhači nizko preferenco do zelja z visoko vsebnostjo epikutikularnega voska (**več v Žnidarčič et al. 2011: Kateri biofizikalni...**).

Rezultati analize potrjujejo dejstvo, da se antioksidacijski potencial razlikuje med genotipi zelja ( $P < 0,0001$ ). Ugotovili smo, da imajo rdeči genotipi najvišji antioksidacijski potencial, in sicer Holandsko pozno rdeče ( $3,61 \pm 0,21$  nmol/l, Erfurtsko rdeče ( $3,47 \pm 0,61$  nmol/l, Red dynasty ( $3,06 \pm 0,06$  nmol/l)), med belimi genotipi zelja pa ima najvišji antioksidacijski potencial sorta Ljubljansko ( $3,31 \pm 0,21$  nmol/l). S sistemom  $L^*a^*b^*$  (+ $L^*$  - svetlejši, -  $L^*$  - temnejši),  $a^*$  (+ $a^*$  - bolj rdeč; - $a^*$  - manj rdeč),  $b^*$  (+ $b^*$  - bolj rumen, - $b^*$  - manj rumen) smo skušali ugotoviti, ali tudi obarvanost listov vpliva na indeks poškodb preučevanih skupin škodljivcev. Ugotovili smo odvisnost omenjenih parametrov z izbiro genotipa zelja v obeh letih poskusa ( $P < 0,001$ ).

Na Laboratorijskem polju smo v sklopu dvoletnega poljskega poskusa (2010-2011) preučevali tudi dovzetnost 10 različnih genotipov zelja na poškodbe kapusovih bolhačev, kapusovih sovk in kapusovih stenic. Poljski poskus je potekal v 8 blokih, znotraj katerih smo naključno posadili genotipe zelja ('Pandion', 'Rdeče erfurtsko rano', 'Cheers', 'Holandsko pozno', 'Candisa', 'Grandslam', 'Varaždinsko', 'Hinova', 'Kranjsko okroglo' ter 'Futoško'. Posamezno obravnavanje je vsebovalo 9 sadik zelja. Zelje smo v letu 2010 sadili 25. aprila, v letu 2011 pa 4. maja. Zanimala nas je naravna odpornost rastlin glede na tip varstva rastlin (škropljeno, neškropljeno). Obravnavanja, namenjena konvencionalnemu pridelovanju, smo med rastno dobo v obeh letih poskusa tretirali z insekticidnimi pripravki v naslednjem sosledju: Karate Zeon 5 CS, Decis 2,5 EC, Confidor SL 200, Actara 25 WG, Karate Zeon 5 CS, Decis 2,5 EC, Karate Zeon 5 CS, Actara 25 WG, Decis 2,5 EC.

Glede na podatke generalne analize v letu 2010 sklepamo, da obseg poškodb kapusovih sovk ni bil pogojen z vplivom sorte ( $P = 0,3504$ ), medtem ko beležimo signifikanten vpliv termina ocenjevanja in tip varstva rastlin (obakrat  $P < 0,0001$ ). Na drugi strani pa ugotavljamo signifikanten vpliv termina ocenjevanja, sorte in tretiranja z insekticidi na obseg poškodb kapusovih stenic (vselej  $P < 0,0001$ ). Prav tako so omenjeni trije dejavniki vplivali na obseg poškodb kapusovih bolhačev (vselej  $P < 0,0001$ ). Rezultati generalne statistične analize v letu 2011 kažejo, da je indeks poškodb kapusovih bolhačev na zelju pogojen z terminom ocenjevanja, sorto in tipom varstva rastlin (vselej  $P < 0,0001$ ). Povprečni indeks poškodb stenic je prav tako odvisen od termina ocenjevanja ( $P < 0,0001$ ), sorte ( $P < 0,0001$ ) in tipom varstva



rastlin ( $P=0.0477$ ). Obseg poškodb kapusovih sovk pa je pogojen z terminom ocenjevanja, vplivom sorte, in tretiranji z insekticidi (vsi  $P<0.0001$ ).

Zanimal nas je tudi vpliv posameznih glukozinolatov na intenzivnost poškodb kapusovih bolhačev, kapusovih stenic in kapusovih sovk. Analiza vzorcev je z že omenjeno metodo izvedena na Inštitutu za hmeljarstvo in pivovarstvo v Žalcu. V liofiliziranih vzorcih zelja smo ugotovili 7 glukozinolatov.

Ugotavljamo, da je vsebnost glucoiberina ni odvisna od genotipa zelja ( $P=0,0514$ ), vpliva genotipa pa na bilo mogoče zaznati tudi pri progoitrinu ( $P=0,8757$ ), sinigrinu ( $P=0,2489$ ), glukonapinu ( $P=0,0798$ ). Nasprotno smo ugotovili signifikanten vpliv genotipa na vsebnost sinalbina ( $P=0,0082$ ) in glukobrasicina ( $P=0,0050$ ).

### **Sklop 3: Učinkovitost diatomejske zemlje in kremenovega peska za zatiranje žitnih žužkov, *Sitophilus* spp., in fižolarja, *Acanthoscelides obtectus***

Veliko let je za uspešno zatiranje skladiščnih škodljivcev veljala uporaba sintetičnih insekticidov. Zaradi njihovega negativnega vpliva na okolje in človeka je dandanes vse več raziskav namenjenim alternativnim metodam zatiranja. Ena od metod zatiranja je tudi uporaba diatomejske zemlje. Diatomejska zemlja, katera je v osnovi sestavljena iz mikroskopsko majhnih razgradljivih diatomej, ki so bile v preteklosti odložene na dnu morij in jezer. Diatomejska zemlja, v velikosti 12  $\mu\text{m}$  je najbolj primerna za zatiranje skladiščnih škodljivcev (**Rojht et al., 2012: Značilnosti diatomejske zemlje...**).

V laboratorijskih razmerah smo uporabili diatomejsko zemljo (pripravek SilicoSec), prah njivske preslice (*Equisetum arvense*) in prah prave sivke (*Lavandula angustifolia*). Zrnje fižola smo z omenjenimi pripravki tretirali v 5 različnih koncentracijah (10, 15, 20, 25, 30 in 35°C) ter dveh vrednostih relativne zračne vlage (RH) (55 in 75°C). Smrtnost imagov smo ugotavljali 1., 2., 4., 7., 14. in 21. dan. Rezultati analize rezultatov poskusa kažejo, da smo signifikatno največjo smrtnost odraslih osebkov ugotovili pri uporabi diatomejske zemlje, pri 35 °C, 55 % relativni zračni vlagi in koncentraciji preučevanih snovi 900 in 1200 ppm (**Trdan in Bohinc, 2011: Laboratorijsko preizkušanje...**). Glede na to, da zadovoljive učinke diatomejske zemlje lahko dosežemo z uporabo 1 kg/ 1 t žita oziroma količina 900 ppm ustreza smo podatke predstavili iz drugega zornega kota; ob upoštevanju, da zrnje izpostavimo delovanju diatomeje, prahu njivske preslice in prahu sivke 7 dni. Tako smo ugotovili, da je smrtnost fižolarja pogojena z vrsto pripravka ( $P<0,0001$ ), temperaturo ( $P<0,0001$ ), relativno zračno vlago ( $P<0,0001$ ), količino pripravka ( $P<0,0001$ ), interakcijo med vrsto pripravka in temperaturo ( $P<0,0001$ ), interakcijo med obravnavanjem in RH ( $P<0,0001$ ), interakcijo med temperaturo in količino pripravka ( $P<0,0001$ ), interakcijo med RH in količino pripravka ( $P=0,0071$ ). Ugotovili smo, da delovanje prašnatih pripravkov narašča z višanje temperature, medtem ko RH ni imela signifikantnega vpliva na njihovo insekticidno učinkovitost. Izpostavljenost diatomeji (SilicoSec) pri 15°C po 48 urah po tretiranju povzroči 32 % smrtnost, medtem ko je indeks smrtnosti v vzorcih tretiranih z navadno sivko  $0.0\pm 0.00$ . Izračunali smo tudi  $LD_{50}$  in  $LD_{90}$  za vzorce, ki so bili 7 dni izpostavljeni različnim razmeram v poskusu. Ugotovili smo, da za 50 % smrtnost fižolarja pri 20°C in 55 % RH potrebujemo 299,41 ppm diatomejske zemlje, medtem ko je  $LD_{90}$  vrednost v omenjenih razmerah 599,68 ppm. Izpostavljenost fižolarja 30°C in 55 % ter pripravku SilicoSec povzroči 100 smrtnost; prav tako je smrtnost fižolarjev v vzorcih, izpostavljenih RH 75 % in 30°C, 100 %.

Med alternativne metode zatiranja skladiščnih škodljivcev pa spada tudi uporaba eteričnih olj. Preučevali smo insekticidno delovanje 5 eteričnih olj (EO); in sicer navadnega rožmarina (*Rosmarinus officinalis*), žajblja (*Salvia officinalis*), navadnega lovorja (*Laurus nobilis*), bergamota (*Citrus bergamia*) in kafre (*Cinamomum camphora*) na fižolarja. Poskus je potekal pri 5 različnih temperaturnih vrednostih (15, 20, 25, 30 in 35°C), dveh vrednostih RH (55 in 75 %) in dveh koncentracijah eteričnega olja (245 in 980 $\mu$ l/l). Poskus je potekal v 5 ponovitvah v petrijevkah. Eterično olje je bilo v omenjeni količini aplicirano v perforirano 1,5 ml mikrocentrifugirko. Smrtnost smo ocenjevali po 24, 48 in 72 urah. Petrijevke smo ovili s parafilmom. Ugotovili smo signifikanten vpliv vrste EO, množine EO, temperature, RH (vselej  $P < 0,0001$ ). Smrtnost imagov je bila najnižja v vzorcih, tretiranih z EO bergamotke (57,18 $\pm$ 2,08), medtem, ko je bila smrtnost v vzorcih, tretiranih z EO rožmarina 96 % (95,68 $\pm$ 0,73). Smrtnost imagov po prvem dnevu je bila signifikatno najnižja v vzorcih, tretiranih z oljem bergamotke (52,73 $\pm$ 2,34), medtem ko je bila smrtnost v vzorcih rožmarina 89 % (89,68 $\pm$ 1,24). Izpostavljenost populacije fižolarja eteričnemu olju rožmarina po treh dneh povzroči 98 % smrtnost (**Trdan & Bohinc, 2011: Testing the insecticidal...**).

Poskus smo nadgradili s tem, da smo preizkušali še delovanje zgoraj omenjenih eteričnih olj v dveh drugih količinah, 24.5  $\mu$ l/l ter 98  $\mu$ l/l. Pogoji poskusa in metodika dela sta bili identični zgoraj omenjenim. V primerjavi vseh 4 koncentracij EO smo ugotovili signifikanten vpliv vrste EO, množine EO, časovnega intervala delovanja, relativne zračne vlage in temperature (vselej  $P < 0,0001$ ). Prav tako so k smrtnosti fižolarja pripomogle tudi posamezne interakcije med dejavniki (vselej  $P < 0,0001$ ). Glede na podatke poskusa lahko trdimo, da je 50 % smrtnost populacije pri 30°C po 24 urah dosežena z 241,81  $\mu$ l EO navadnega rožmarina/l zraka, medtem ko pri izpostavljenosti omenjenemu EO 48 ur znaša  $LC_{50}$  190,02  $\mu$ l/l<sup>1</sup>). Rezultati kažejo, da je delovanje rožmarina ( $LC_{90}=597.19 \mu\text{l}\cdot\text{l}^{-1}$ ) pri 15°C in 24 urah veliko bolj učinkovito, kot delovanje žajblja ( $LC_{90}=707.56 \mu\text{l}\cdot\text{l}^{-1}$ ) oziroma navadnega lovorja ( $LC_{90}=741.27 \mu\text{l}\cdot\text{l}^{-1}$ ). V omenjenih obravnavanjih vrednosti upadajo, v primerjavi z časom izpostavljenosti.

V laboratorijskih razmerah smo preučevalo insekticidno učinkovitost petih tipov kremenovega peska iz Slovenije na odrasle osebkke riževega žužka. Kremenov pesek je bil primešan zrnju pšenice. Vzorci iz lokacij Raka-Ravno in Moravče (iz obeh lokacij s primesmi in očiščeni) ter tržno dostopen očiščen vzorec iz Puconcev (Plantella) so bili uporabljeni v šestih koncentracijah: 100, 300, 500, 900, 1200 in 1500 ppm. Vsebnost SiO<sub>2</sub> je bila v vseh vzorcih visoka (91,52-99,24 %). Navedene koncentracije so bile preučevane pri štirih temperaturah (20, 25, 30 in 35 °C) in dveh vrednostih relativne zračne vlage (55 in 75 %). Po 7, 14 in 21 dneh smo v erlenmajericah prešteli mrtve osebkke. Vsi vzorci so izkazali le majhen insekticidni učinek in niso ustrezni za širšo uporabo pri zatiranju imagov riževega žužka v skladiščih. Najvišjo smrtnost (15 %) hroščev smo potrdili pri neočiščenem vzorcu iz Moravč, in sicer 21 dni po izpostavitvi koncentraciji 900 ppm, 30 °C in 55 % relativni zračni vlagi (**Rojht et al., 2010: Local Slovenian quartz sands...**).

V okviru tega sklopa smo izvedli dodatno laboratorijsko raziskavo preučevanja fumigantnega delovanja štirih eteričnih olj na črnega žitnega žužka. Rezultati so predstavljeni v članku LAZNIK, Ž., VIDRIH, M., TRDAN, S. 2012. Efficacy of four essential oils against *Sitophilus granarius* (L.) adults after short-term exposure. African Journal of Agricultural Research, 7, 21, str. 3175-3181. Izmed vseh preučevanih eteričnih olj v našem poskusu (sivka, poprova meta, žajbelj, rožmarin) je najboljšje insekticidno delovanje pokazal rožmarin.

## **Sklop 4: Možnost hkratne uporabe entomopatogenih ogorčic in fitofarmaceutskih sredstev z namenom povečanja učinkovitosti in gospodarnosti zatiranja škodljivih organizmov**

### **Kompatibilnost entomopatogenih ogorčic z izbranimi fungicidi**

V aprilu 2012 smo objavili naslednji izvorni znanstveni članek:

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, 1, str. 62-67

V članku je predstavljen laboratorijski poskus v katerem smo preučili kompatibilnost štirih ras entomopatogenih ogorčic (Rhabditida) vrst *Steinernema feltiae*, *S. carpocapsae* in *Heterorhabditis downesi* s 15 izbranimi kemičnimi fungicidi. Vpliv direktne izpostavitve infektivnih ličink fungicidom smo preverjali po 24 urah v petrijevkah pri 15, 20 in 25 °C. V našem poskusu smo ugotovili kompatibilnost vrste *S. feltiae* s pripravkom Quadris (a.s. azoksistrobin), medtem ko smo do podobne ugotovitve pri vrsti *S. carpocapsae* (rasa C67) prišli z vsemi fungicidi, z izjemo pripravkom Falcon (a.s. tebukonazol in spiroksamin), Dithane (a.s. mancozeb), Sabithane (a.s. dinokap) in Ridomil (a.s. bakreni oksiklorid in metalaksil-M). Pri ogorčici *H. downesi* (rasa 3173) smo ugotovili signifikantno najvišjo smrtnost infektivnih ličink pri mešanju s pripravkom Falcon (a.i. tebukonazol in spiroksamin). Rezultati naše raziskave so pokazali, da sta na smrtnost entomopatogenih ogorčic vrst *Steinernema feltiae* (tako domače rase C76 kot tudi komercialnega pripravka Entonem), *S. carpocapsae* rasa C67 in *Heterorhabditis downesi* rasa 3173 v največji meri vplivala pripravka Dithane (a.i. mancozeb) in Falcon (a.i. tebukonazol in spiroksamin), kjer je bila smrtnost infektivnih ličink v primerjavi s kontrolo najvišja. Na smrtnost infektivnih ličink v kombinaciji s fungicidi je imela temperatura v našem poskusu pomemben vpliv. Pri višjih temperaturah je bila smrtnost infektivnih ličink v našem poskusu višja. Rezultati tega poskusa so predstavljeni tudi v prispevku **Laznik & Trdan, 2011: Kompatibilnost štirih ras...**, povzeti pa tudi v prispevku **Laznik & Trdan, 2012: Možnost hkratne uporabe...**

### **Kompatibilnost entomopatogenih ogorčic z izbranimi insekticidi**

V letu 2012 smo nadaljevali z laboratorijskim poskusom, v katerem smo ugotavljali kompatibilnost 6 ras entomopatogenih ogorčic (*Steinernema feltiae* domača rasa B30; *S. feltiae* komercialna rasa podjetja Becker & Underwood; *Steinernema carpocapsae* domača rasa C101; *S. carpocapsae* komercialna rasa podjetja Becker & Underwood; *Heterorhabditis bacteriophora* domača rasa D54; *Steinernema kraussei* komercialna rasa podjetja Becker & Underwood) z osmimi pripravki z insekticidnim delovanjem (Delfin, Vertimec, Neemazal, Pirimor, Karate Zeon, Confidor, Chess, Match). Material in metodika dela sta bila podobna kot pri našem predhodnem poskusu, ki je predstavljen v članku Laznik s sod. (2012). Poskus v petrijevkah je potekal v 5 ponovitvah pri 15, 20 in 25 °C, kompatibilnost infektivnih ličink z insekticidi pa smo preverjali 1, 6 in 24 ur po izpostavitvi.

#### Generalna analiza

Generalna analiza je pokazala, da je kompatibilnost po 6 in 24 urah statistično značilno odvisna od temperature (6, 24 ur:  $p < 0.0000$ ), rase ogorčic (6, 24 ur:  $p < 0.0000$ ), preučevanega insekticida (6, 24 ur:  $p < 0.0000$ ), interakcije med temperaturo in raso (6, 24 ur:  $p < 0.0000$ ),

interakcijo med temperaturo in preučevanim insekticidom (6, 24 ur:  $p < 0.0000$ ), interakcijo med raso in preučevanim insekticidom (6, 24 ur:  $p < 0.0000$ ) ter interakcijo med temperaturo, raso in preučevanim insekticidom (6, 24 ur:  $p < 0.0000$ ). Število preživelih infektivnih ličink je bilo po 6 urah pri 15 °C (82 %) in 20 °C (80 %) statistično značilno najvišje, medtem ko je bilo pri 25 °C (76 %) statistično značilno najnižje. Po 24 urah med 15 °C (55 %) in 20 °C (55 %) ni bilo statistično značilnih razlik, medtem ko je pri 25 °C (59 %) preživelih statistično značilno največ infektivnih ličink. Izmed preučevanih insekticidov je po 6 urah statistično značilno najmanj infektivnih ličink preživelih v obravnavanih Vertimec (61 %), Match (75 %) in Delfin (76 %), medtem ko je bila stopnja preživetja infektivnih ličink pri ostalih obravnavanih višja od 80 %. Po 24 urah je bila smrtnost infektivnih ličink v poskusu višja. Izmed preučevanih insekticidov sta poleg kontrole (67 % živih infektivnih ličink) kompatibilnost izkazala le pripravka Neemazal (68 % preživelih infektivnih ličink) in Pirimor (63 % preživelih infektivnih ličink), medtem ko je bila stopnja preživelih infektivnih ličink pri ostalih obravnavanih nižja, najslabša pa pri pripravku Vertimec (42 %).

#### Individualna analiza

##### *Steinernema feltiae*

V tabeli 1 so prikazani rezultati (% živih infektivnih ličink) po 6 urah, ki so bile izpostavljene različnim insekticidom v našem poskusu.

Tabela 1: % (SN) preživelih infektivnih ličink vrste *Steinernema feltiae* po 6 urah

Obravnavanje	% (SN)
CHESS 50	87,9±5.1 CD
CONFIDOR	96,4±9.1 C
DELFIN	79,4±3.8 BC
KARATE-ZEON	107,0±7.1 D
KONTROLA	83,0±1.4 C
MATCH	75,7±4.1 B
NEEMAZAL	103,5±7.3 D
PIRIMOR	101,2±6.2 D
VERTIMEC	39,9±5.5 A

Rezultati so pokazali, da vrsta *Steinernema feltiae* po 6 urah ni kompatibilna z insekticidoma Match in Vertimec, saj se je delež preživelih infektivnih ličink v omenjenih pripravkih statistično značilno razlikoval s kontrolo.

V tabeli 2 so prikazani rezultati (% živih infektivnih ličink) po 24 urah, ki so bile izpostavljene različnim insekticidom v našem poskusu.

Tabela 2: % (SN) preživelih infektivnih ličink vrste *Steinernema feltiae* po 24 urah

Obravnavanje	% (SN)
CHESS 50	50,8±3.6 BC
CONFIDOR	46,6±4.8 B
DELFIN	69,9±4.5 DE
KARATE-	61,2±3.9 C

ZEON	
KONTROLA	67,1±1.9 D
MATCH	57,4±3.9 C
NEEMAZAL	86,5±8.9 F
PIRIMOR	73,6±4.1 E
VERTIMEC	21,6±3.9 A

Rezultati so pokazali, da vrsta *Steinernema feltiae* po 24 urah ni kompatibilna z insekticidi Vertimec, Confidor, Chess 50 in Karate Zeon, saj se je delež preživelih infektivnih ličink v omenjenih pripravkih statistično značilno razlikoval s kontrolo.

#### *Steinernema carpocapsae*

V tabeli 3 so prikazani rezultati (% živih infektivnih ličink) po 6 urah, ki so bile izpostavljene različnim insekticidom v našem poskusu.

**Tabela 3: % (SN) preživelih infektivnih ličink vrste *Steinernema carpocapsae* po 6 urah**

Obravnavanje	% (SN)
CHESS 50	77,5±2.8 CD
CONFIDOR	76,0±2.8 C
DELFIN	71,6±2.1 BC
KARATE-ZEON	77,2±2.4 C
KONTROLA	83,1±1.5 E
MATCH	68,8±3.4 AB
NEEMAZAL	66,0±3.4 A
PIRIMOR	77,5±2.3 C
VERTIMEC	81,9±1.9 DE

Rezultati so pokazali, da je vrsta *Steinernema carpocapsae* po 6 urah kompatibilna le s pripravkom Vertimec, saj le bila smrtnost infektivnih ličink le v kombinaciji s tem pripravkom statistično neznačilna v primerjavi s kontrolo. V vseh ostalih obravnavnih je bila smrtnost infektivnih ličink višja kot v primerjavi s kontrolo.

V tabeli 4 so prikazani rezultati (% živih infektivnih ličink) po 24 urah, ki so bile izpostavljene različnim insekticidom v našem poskusu.

**Tabela 4: % (SN) preživelih infektivnih ličink vrste *Steinernema carpocapsae* po 24 urah**

Obravnavanje	% (SN)
CHESS 50	56,6±2.9 D
CONFIDOR	58,2±2.2 D
DELFIN	49,8±3.7 BC
KARATE-ZEON	54,9±2.9 C
KONTROLA	68,1±2.0 E
MATCH	39,4±3.2 A
NEEMAZAL	45,4±3.8 AB

PIRIMOR	53,7±1.6 C
VERTIMEC	56,2±4.0 CD

Rezultati so pokazali, da vrsta *Steinernema carpocapsae* po 24 urah ni kompatibilna z nobenim preučevanim insekticidom, saj je bila smrtnost infektivnih ličink v poskusu v obravnavanjih statistično značilno višja kot v kontroli, kjer je preživeloko okoli 70 % infektivnih ličink. Delno kompatibilnost je vrsta izkazala le v kombinaciji s pripravki Vertimec, Chess 50 in Confidor, kjer je bila stopnja preživetja infektivnih ličink okoli 60 %.

#### *Steinernema kraussei*

V tabeli 5 so prikazani rezultati (% živih infektivnih ličink) po 6 urah, ki so bile izpostavljene različnim insekticidom v našem poskusu.

**Tabela 5: % (SN) preživelih infektivnih ličink vrste *Steinernema kraussei* po 6 urah**

obravnavanje	% (SN)
CHESS 50	72,1±4.7 BC
CONFIDOR	83,0±2.8 D
DELFIN	79,4±3.1 CD
KARATE-ZEON	69,7±1.3 B
KONTROLA	87,3±0.9 E
MATCH	68,8±5.1 AB
NEEMAZAL	82,9±1.5 D
PIRIMOR	72,9±2.0 B
VERTIMEC	63,6±1.5 A

Rezultati so pokazali, da vrsta *Steinernema kraussei* po 6 urah ni kompatibilna z nobenim preučevanim insekticidom, saj je bila smrtnost infektivnih ličink v poskusu v obravnavanjih statistično značilno višja kot v kontroli, kjer je preživeloko okoli 87 % infektivnih ličink. Delno kompatibilnost je vrsta izkazala le v kombinaciji s pripravki Neemazal in Confidor, kjer je preživeloko več kot 80 % infektivnih ličink.

V tabeli 6 so prikazani rezultati (% živih infektivnih ličink) po 24 urah, ki so bile izpostavljene različnim insekticidom v našem poskusu.

**Tabela 6: % (SN) preživelih infektivnih ličink vrste *Steinernema kraussei* po 24 urah**

obravnavanje	% (SN)
CHESS 50	57,1±6.3 CD
CONFIDOR	63,1±4.8 CDE
DELFIN	58,0±2.0 C
KARATE-ZEON	50,5±2.1 B
KONTROLA	80,1±1.0 F
MATCH	53,7±4.2 BC
NEEMAZAL	67,9±1.0 E
PIRIMOR	55,1±2.2 C

VERTIMEC	45,3±2.8 A
----------	------------

Rezultati so pokazali, da vrsta *Steinernema kraussei* po 24 urah ni kompatibilna z nobenim preučevanim insekticidom, saj je bila smrtnost infektivnih ličink v poskusu v obravnavanih statistično značilno višja kot v kontroli, kjer je preživel okoli 80 % infektivnih ličink. Delno kompatibilnost je vrsta izkazala le v kombinaciji s pripravkom Neemazal, kjer je preživel več kot 67 % infektivnih ličink.

#### *Heterorhabditis bacteriophora*

V tabeli 7 so prikazani rezultati (% živih infektivnih ličink) po 6 urah, ki so bile izpostavljene različnim insekticidom v našem poskusu.

**Tabela 7: % (SN) preživelih infektivnih ličink vrste *Heterorhabditis bacteriophora* po 6 urah**

<i>obravnava</i>	% (SN)
CHESS 50	82,6±3.9 CD
CONFIDOR	78,3±4.3 BC
DELFIN	74,0±3.9 AB
KARATE-ZEON	77,9±4.1 BC
KONTROLA	77,4±4.3 BC
MATCH	90,8±2.8 E
NEEMAZAL	78,3±6.1 BC
PRIMOR	91,3±5.6 DE
VERTIMEC	64,0±6.6 A

Rezultati so pokazali, da vrsta *Heterorhabditis bacteriophora* po 6 urah ni kompatibilna le s pripravkoma Vertimec in Delfin, kjer je bila smrtnost infektivnih ličink statistično značilno višja kot v kontroli.

V tabeli 8 so prikazani rezultati (% živih infektivnih ličink) po 24 urah, ki so bile izpostavljene različnim insekticidom v našem poskusu.

**Tabela 8: % (SN) preživelih infektivnih ličink vrste *Heterorhabditis bacteriophora* po 24 urah**

<i>obravnava</i>	% (SN)
CHESS 50	48,3±3.3 B
CONFIDOR	53,2±4.9 B
DELFIN	45,0±6.9 AB
KARATE-ZEON	72,1±2.9 C
KONTROLA	52,9±6.7 B
MATCH	40,7±3.1 A
NEEMAZAL	77,3±6.8 C
PRIMOR	68,9±5.8 C
VERTIMEC	53,0±8.1 B

Rezultati so pokazali, da vrsta *Heterorhabdits bcteriophora* po 24 urah ni kompatibilna le s pripravkom Match, kjer je bila smrtnost infektivnih ličink statistično značilno višja kot v kontroli.

V tabeli 9 so prikazani rezultati kompatibilnosti (+) entomopatogenih ogorčic z izbranimi insekticidi po 6 in 24 urah po izpostavitvi.

Tabela 9: Kompatibilnost izbranih insekticidov s preučevanimi vrstami entomopatogenih ogorčic v poskus.

	<i>Steinernema feltiae</i>		<i>Steinernema carpocapsae</i>		<i>Steinernema kraussei</i>		<i>Heterorhabdits bacteriophora</i>	
	6 ur	24 ur	6 ur	24 ur	6 ur	24 ur	6 ur	24 ur
CHESS 50	+	-	0	0	-	-	+	+
CONFIDOR	+	-	-	0	0	-	+	+
DELFIN	0	0	-	-	0	-	+	0
KARATE ZEON	+	-	0	-	-	-	+	+
MATCH	-	-	-	-	-	-	+	-
NEEMAZAL	+	+	-	-	0	0	+	+
PIRIMOR	+	+	0	-	-	-	+	+
VERTIMEC	-	-	+	0	-	-	-	0

### Sklop 5: Vrednotenje škode zaradi orehove muhe, *Rhagoletis completa*, na plodovih oreha in razvoj optimalnega načina njenega okoljsko sprejemljivega zatiranja

Raziskava je potekala po predvidenem programu s skupnim ciljem, razviti optimalni način okoljsko sprejemljivega zatiranja orehove muhe.

Glavni področji delovanja sta bili:

1. Ugotoviti, kateri od treh postopkov: (1) kombinacija kamenih mok in glin (Ulmasud B), (2) naravno apno (Lithovit®) in (3) prekrivanje površine pod drevesi oreha je najbolj učinkovit pri preprečevanju škode, ki jo povzroča orehova muha.
2. Določiti razlike v občutljivosti najpomembnejših komercialnih sort oreha za orehovo muho in ugotoviti vpliv preizkušanih postopkov na pomološke, kemične in senzorične lastnosti plodov oreha.

**Ad. 1. Poleg pripravkov Ulmasud B in Lithovit® ter agrokoprene za prekrivanje tal pod orehi smo v poskus vključili še pripravek Calypso SC 480, ki je v Sloveniji registriran za varstvo pred orehovo muho. Uporabili smo ga samostojno ali ob dodatku atraktanta, pripravka Nutrel. Učinkovitost uporabljenih postopkov smo ovrednotili s pomočjo vizualno ocenjene stopnje napadenosti plodov. Da bi določili optimalni čas tretiranja, smo spremljali tudi populacijsko dinamiko leta orehove muhe s pomočjo rumenih lepljivih plošč na drevesih, pa tudi dinamiko izleganja škodljivca v insektarijih.**

Izvedena dela na spremljanju orehove muhe v letu 2011 in 2012

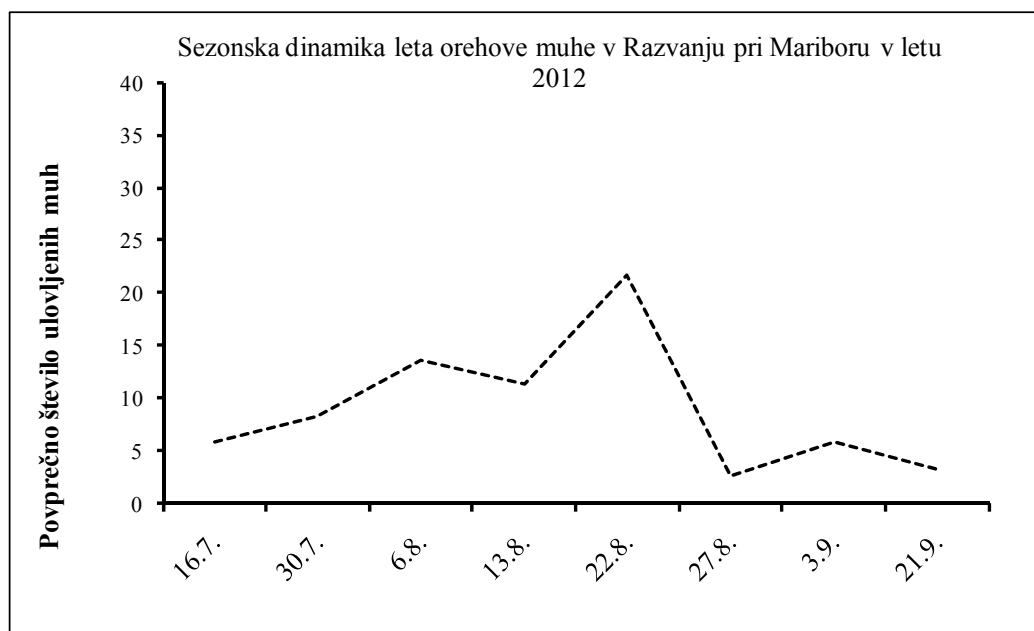
Spremljanje populacijske dinamike leta orehove muhe je bilo v letih 2011 in 2012 izvedeno v nasadu oreha v Razvanju pri Mariboru. Šlo je za 23 let star nasad več sort, na nagnjenem terenu. Višina dreves je bila okoli 12 metrov. Sezonsko dinamiko smo spremljali samo na



sorti 'Franquette'. Let imaga orehove smo spremljali s pomočjo rumenih lepljivih plošč proizvajalca Unichem velikosti 24 x 17cm. Obešenih je bilo skupaj 5 plošč. Plošče so bile postavljene v krošnjo na višino 2 m. Kontrola populacije orehove muhe se je izvajala vsakih 7 dni. Rumene plošče smo menjavali mesečno oziroma po potrebi.



Grafikon 1: Sezonska dinamika leta orehove muhe (*Rhagoletis completa*) v Razvanju pri Mariboru v letu 2011



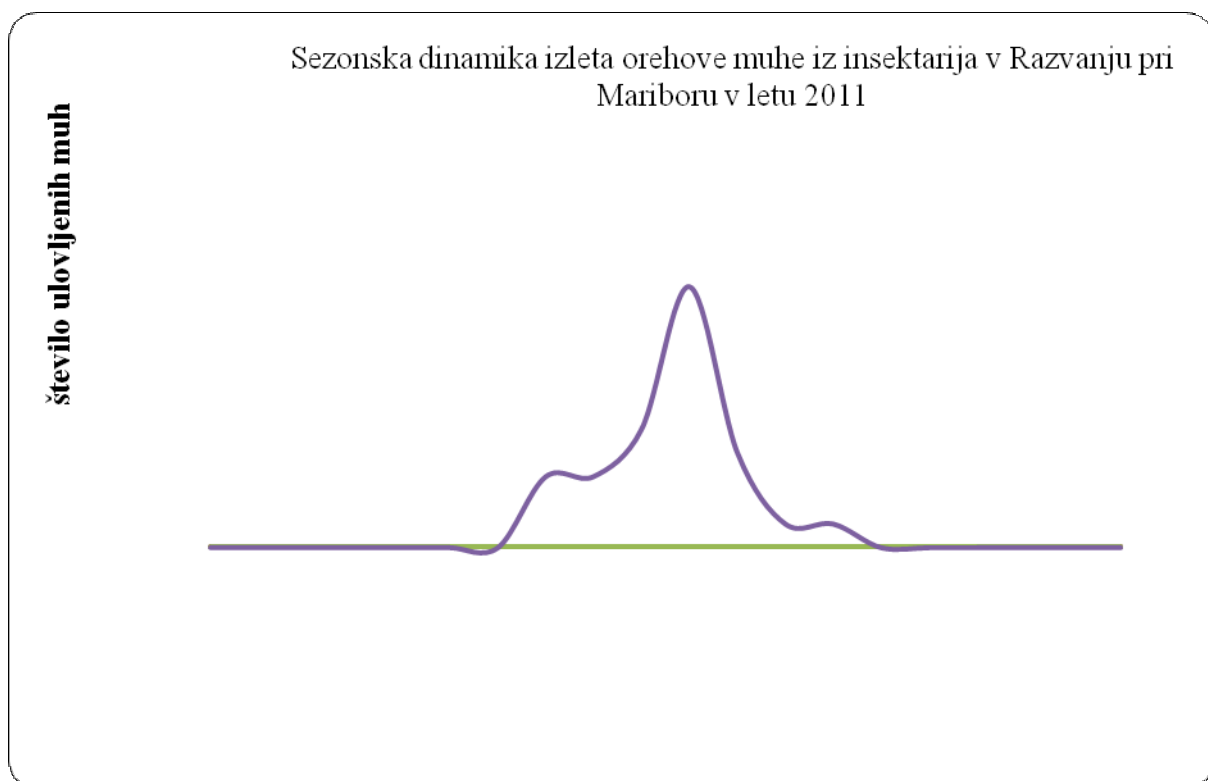
Grafikon 2: Sezonska dinamika leta orehove muhe (*Rhagoletis completa*) v Razvanju pri Mariboru v letu 2012

Na nasadu oreha v Razvanju pri Mariboru je bila orehova muha prisotna v nasadu med 29. julijem in 5. oktobrom. Ugotovljena sta bila dva vrha: prvi - večji šele 16. avgusta in manjši 29. avgusta. Za let orehove muhe v letu 2011 je značilno, da so vremenske razmere (nizke temperature v drugi in tretja dekadi julija) vplivale na pozen prvi pojav orehove muhe. Le-ta

je postal številčen šele v sredini tretje dekade avgusta. Zaradi toplega septembra se je ulov in s tem škoda na zeleni lupina oreha pojavljala vse do konca septembra. Zadnje muhe so se ujele še 5. oktobra.

V letu 2012 je bil ugotovljen prvi pojav orehove muhe 16. julija, kar je 13 dni prej kot v letu 2011. Ugotovljena sta bila dve vrha leta; prvi manjši sredi prve dekade meseca avgusta (6. avgust) in drugi v začetku tretje dekade avgusta (22. avgust). Ob posameznih kontrolah populacije se je povprečno ulovilo manjše število imagov kot v letu 2011. Pojav muhe je bil ugotovljen vse do konca meseca septembra.

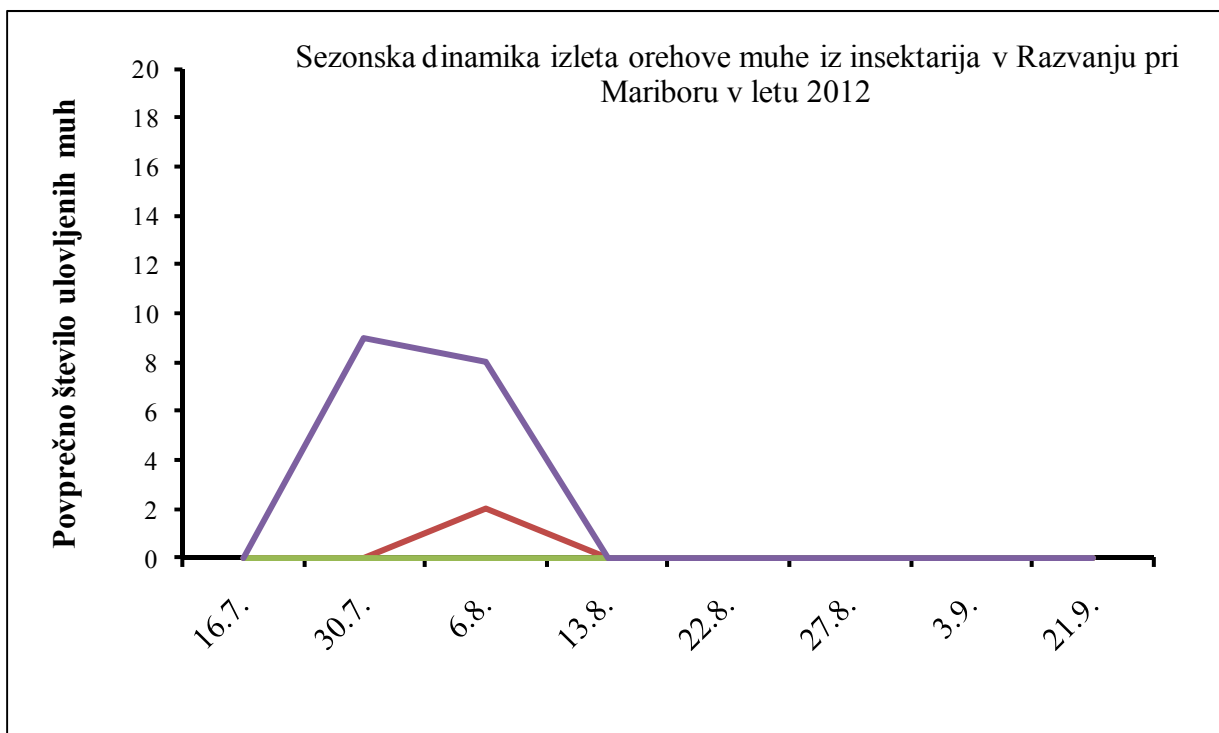
V istem nasadu se je spremljala dinamika izleganja orehove muhe v insektarijih, piramidalne oblike, površine 1,0 m<sup>2</sup>. V nasad smo postavili štiri insektarije, in sicer čim bližje deblu drevesa. Insektariji so bili s spodnje strani brez dna. Let oz. izleganje orehove muhe iz bub se je spremljal dvakrat tedensko (ponedeljek in petek) v letu 2011 in enkrat v letu 2012.



Grafikon 3: Sezonska dinamika izleta orehove muhe (*Rhagoletis completa*) iz insektarijev v Razvanju pri Mariboru v letu 2011

Od štirih postavljenih insektarijev so bili trije na zatravljeni površini pod krošnjo oreha in eden na goli površini. Dinamika izleta imaga orehove muhe je bila spremljana le v insektariju, ki je bil postavljen na golo površino, v ostalih treh imagov nismo ujeli.

Izlet orehove muhe v insektariju je bil podoben dinamiki ulova orehove muhe na lepljive rumene plošče. Ugotovljen je bil en vrh leta 8. avgusta. Izlet iz tal je bil časovno krajši, začel se je 29. julija in končal 19. avgusta. Skupno je izletelo 28 muh, kar je tudi gostota bub na m<sup>2</sup>.



Grafikon 4: Sezonska dinamika izleta orehove muhe (*Rhagoletis completa*) v insektarijih v Razvanju pri Mariboru v letu 2012

V letu 2012 so bili vsi insektariji postavljeni na golo površino, pod krošnjo oreha. Muhe so izletele v dveh insektarijih, v ostalih dveh muh nismo ujeli. Dolžina izleta muhe v insektariju je bila v letu 2012 krajša kot v letu 2011, image smo ujeli ob koncu julija in v začetku meseca avgusta. Skupno se je ujelo 19 imagov.

Poskus z različnimi insekticidi smo izvedli v istem nasadu. V letu 2011 in 2012 smo škropili z nahrbtnim pršilnikom Stihl SG 430. Poraba vode v letu 2011 je bila 3,0 l/drevo, kar pomeni ob gostoti 120 dreves 360 litrov vode na hektar. Tretirali smo celotno krošnjo. V letu 2012 je bila poraba vode 1,0 l/drevo, tretirali smo samo spodnji del krošnje do višine 4 m.

Poskus je bil postavljen po metodi naključnih blokov s štirimi ponovitvami. Učinkovitosti delovanja posameznega pripravka smo izračunali po Abbottu. Statistično analizo smo opravili s pomočjo analize variance. Stopnja zaupanja je bila 0,95. Za izračunavanje statistično značilnih razlik med povprečji obravnavanj smo uporabili Duncan test.

V posamezni ponovitvi smo tretirali samo eno drevo. Seznam pripravkov in datumi škropljenj v letu 2011 in 2012 so prikazani v preglednici 1 in 2.

Preglednica 1: Trgovska imena pripravkov in aktivnih snovi, datumi škropljenj in mesta tretiranja pripravkov, uporabljenih v poskusu na lokaciji Razvanje v letu 2011.

Št. obr.	Kemični	Aktivna	Odmerek	Datum
----------	---------	---------	---------	-------

	preparavek	Snov	g, ml, a.s./ha	kg, l prip./ha	škroplj.
1.	Lithovit	Naravno foliarno gnojilo	-	-	17.6. 29.6.
2.	Ulmasud	Minerali glin		10	1.8. 8.8. 16.8.
3.	Calypso SC 480	Tiakloprid 480 g/l	120	0,25	8.8. 16.8.
4.	Pokrito z agrokopreno - Vrteks				
5.	Kontrola	-	-	-	-

Preglednica 2: Trgovska imena pripravkov in aktivnih snovi, datumi škropljenj in mesta tretiranja pripravkov, uporabljenih v poskusu na lokaciji Razvanje v letu 2012.






Št. obr.	Kemični preparavek	Aktivna Snov	Odmerek		Datum
			g, ml, a.s./ha	kg, l prip./ha	škroplj.
1.	Calypso SC 480 + Nutrel	Tiakloprid 480 g/l Aminokisljine in peptidi	120 45	0,08 1,5%	2.8. 8.8. 22.8.
2.	Pokrito z agrokopreno - Vrteks				
3.	Kontrola	-	-	-	-

Pod krošnjo štirih dreves je bila položena agrokoprena – Vrteks. Namen položitve koprene je bil preprečitev izleta orehove muhe in nadaljnjega odlaganja jajčec orehove muhe v zeleno lupino. Učinkovitost metode preprečevanja leta orehove muhe s pomočjo položitve agrokoprene je bila izrednotena istega dne, kot učinkovitost delovanja insekticidov s področnim pregledom do 1000 plodov pod in na drevesih.

Poskus v letu 2011 smo ocenili 26. in 27. septembra, v letu 2012 pa 24. septembra. V letu 2012 je bilo skupno za vse postopke vizuelno pregledanih skupno 14160 plodov. Za izračun učinkovitosti smo za posamezno ponovitev pregledali 600 - 800 plodov, skupaj za postopek 2400 - 3200 plodov. Število pregledanih plodov v letu 2012 je bilo zaradi pozebe manjše od 118 do 280 na ponovitev, za postopek skupno od 472 do 1120.






Plodove smo vizualno ocenili ali so zdravi ali napadeni od orehove muhe, ter jih glede na površino napadene lupine razdelili v štiri razrede. V razredu 0 so plodovi s popolnoma zdravo lupino, v razredu I z lupino napadeno do 1/3 površine, v razredu II od 1/3 do 2/3 napadene površine, v razredu III od 2/3 do 3/3 napadene površine in v razredu IV plodovi s popolnoma napadeno lupino.

Preglednica 3: Rezultati delovanja insekticidov in metode pokrivanja proti orehovi muhi (*Rhagoletis completa* Cresson) v letu 2011

Kemični pripravek	Poškodovana lupina (razred/delež površine)				
	0	I (do 1/3)	II (1/3 do 2/3)	III (2/3 - 3/3)	IV (3/3)
					
Calypso	38,29 bc	11,18 c	6,28 a	9,5 bc	34,7 ab
Ulmasud	13,67 a	4,61 a	7,51 a	11,2 c	63,0 c
Lithovit	25,79 ab	7,64 bc	6,18 a	9,4 ab	51bc
Pokrito	57,64 c	5,02 a	3,7 a	4,6 a	29,1a
Kontrola	21,76 ab	9,12 bc	7,04 a	9,96 bc	51,3 bc

V kontroli neškropljeno je bilo na sorti 'Franquette' 51,3% plodov s popolnoma poškodovano lupino, ter 21,76% brez poškodb, odstotek I, II in III razreda je bil pod 10%. Podobno velik odstotek plodov s popolnoma poškodovano lupino je bil ugotovljen pri sredstvih za krepitev odpornosti rastlin Ulmasud in Lithovit. Najmanjši odstotek plodov s popolnoma poškodovano lupino je bil ugotovljen pri postopku pokrivanja pod krošnjo dreves z agrokopreno (29,1%). V tem postopku je bil delež popolnoma zdravih plodov največji (57,6%), iz česar lahko sklepamo, da je agrokoprena preprečila izlet muhe iz zemlje, nastalo škodo lahko pripišemo priletu muhe iz sosednjih dreves. Postopek pokrivanja tal se je v omenjenem poskusu statistično značilno razlikoval od ostalih postopkov (pripravkov) v razredu 0 in IV.

Preglednica 4: Rezultati delovanja insekticida Calypso + Nutrel in metode pokrivanja proti orehovi muhi (*Rhagoletis completa* Cresson) v letu 2012, datum ocenitve: 24. september 2012

Kemični pripravek	Poškodovana lupina (razred/delež površine)				
	0	I (do 1/3)	II (1/3 do 2/3)	III (2/3 - 3/3)	IV (3/3)
					
Kontrola	11,01 a	16,95 b	25,36 b	21,41 b	25,26 ab
Pokrito	71,5 c	4,8 a	3,82 a	3,47 a	16,84 a
Calipso + Nutrel	50,7 b	7,35a	4,85 a	6,75 a	30,98 b

Odstotek plodov s popolnoma poškodovano lupino je bil največji pri uporabi pripravka Calypso + Nutrel (30,98%). Odstotek je bil celo večji kot v kontroli – neškropljeno (25,26%). Menimo, da je vzrok za takšen rezultat v načinu delovanja pripravka Calypso SC 480, ki je sistemični insekticid s kratkim – nekaj dnevnim kontaktnim delovanjem, medtem, ko je delovanje atraktanta Nutrel dolgotrajnejše in ga je po navodilu proizvajalca potrebno

uporabljati skupaj z obstojnimi kontaktnimi insekticidi. Najmanjši odstotek napadenih plodov je bil pri postopku pokrito (16,84%), kar lahko pripišemo dobrim letalnim sposobnostim imaga orehove muhe. Le-ta se je statistično značilno razlikoval od postopka Calypso 480 SC + Nutrel. Med ostalimi primerjavami ni statistično značilnih razlik.

Odstotek popolnoma zdravih plodov je bil največji pri postopku pokrito, kjer je bilo popolnoma zdravih 71,5% plodov. Odstotek popolnoma zdravih plodov je bil večji kot v letu 2011, kar pomeni, da je bila uspešno preprečena prezimitev ličink orehove muhe, saj je bila v letu 2011 koprena postavljena vse do konca meseca oktobra. Odstotek popolnoma zdravih plodov v postopku pokrito se je statistično značilno razlikoval od kontrole in pripravka Calypso SC 480 + Nutrel.

V razredih I, II in III se je kontrola – neškropljeno statistično značilno razlikovala od ostalih dveh postopkov.

Dvoletni poskus zatiranja orehove muhe je pokazal, da je najučinkovitejši postopek zatiranja orehove muhe pokrivanje z agrokopreno. Odstotek popolnoma zdravih plodov je bil v obeh letih največji. Prav tako je bil odstotek plodov s popolnoma poškodovano lupino v obeh letih najmanjši. S pokrivanjem koprene ni bil preprečen prilet oplojenih samic iz sosednjih dreves in odlaganje jajčec. Omenjena metoda mehničnega zatiranja - preprečevanja izleta imaga orehove muhe s polaganjem koprene pod krošnjo dreves orehov ima v praksi svoje mesto v manjših nasadih oreha in za zaščito posameznih dreves na vrtovih medtem ko je v večjih nasadih in na nagnjenih terenih metoda tehnično manj izvedljiva.

Učinkovitost delovanja pripravkov Lithovit in Ulmasud v letu 2011 se je pokazala kot premalo učinkovita, ugotovljen je bil podobno velik odstotek plodov s popolnoma poškodovano lupino kot v kontroli neškropljeno, zato postopkov škropljenja nismo ponovili v letu 2012.

Zatiranje s pripravkom Calypso 480 SC v letu 2011 ni bilo dovolj učinkovito. Nedvomno je k temu rezultatu pripomoglo samo dvoje tretiranj, ki so bila opravljena v mesecu avgustu v času prvega vrha leta orehove muhe, medtem ko je bil drugi vrh leta orehove muhe ob koncu tretje dekade avgusta in v začetku prve dekade septembra, popolnoma nezaščiten. K slabšemu delovanju insekticida so pripomogle tudi visoke temperature zraka v avgustu in v septembru, zaradi česar je bila sistemičnost pripravka zmanjšana.

Uporaba pripravka Calypso 480 SC skupaj z atraktantom Nutrel, kjer smo škropili samo spodnji del krošnje do višine 4 metrov s tretinjskim odmerkom pripravka Calypso 480 SC (0,08 L/ha) tri krat v sezoni, se je pokazala kot možnost učinkovitega zatiranja orehove muhe. Delež popolnoma zdravih plodov je bil 50,7%. Omenjeni pripravek z atraktantom je bil uporabljen prvič 2. avgusta, to je 16 dni po prvem ulovu orehove muhe na rumene lepljive plošče. V tem obdobju je bil delež samic z jajčeci v ovarijih 65%. Iz tega lahko sklepamo, da se je prav v tem obdobju pričelo množično odlaganje jajčec. Menimo, da samo s tremi škropljenji nismo pokrili celotni let populacije orehove muhe, mesec september in začetek leta orehove muhe je bil nepokrit. Po izkušnjah iz tujine bi bilo potrebno uporabiti atraktant z insekticidom vsaj pet krat, prvič ob ulovu prve muhe na rumeno lepljivo ploščo, kar se v našem primeru zaradi nepravočasne dobave atraktanta s strani dobavitelja ni zgodilo. Zaradi večkratne uporabe pripravka Calypso SC 480 bi bilo potrebno ustrezno spremeniti tudi navodilo za uporabo.

**Ad. 2. Karakterizacijo najpomembnejših komercialni sort oreha glede na občutljivost za orehovo muho smo izvedli s pomočjo i)in situ ocenjevanja napadenosti plodov, ii)pomološke analize zdravih in od muhe prizadetih orehov, iii)senzorične analize zdravih in napadenih plodov in iii)analize vsebnosti fenolnih spojin v zeleni lupini plodov.**

Tabela 1. Pogostnost (%) in stopnja napadenosti plodov (0-4) z orehovo muho za deset sort oreha iz kolekcijskega nasada Mb v letih 2011, 2012 in povprečne vrednosti.

Sorta	Napadenost plodov z orehovo muho					
	2011		2012		Povprečje	
	Pogostnost (%)	Stopnja (0 – 4)	Pogostnost (%)	Stopnja (0 – 4)	Pogostnost (%)	Stopnja (0 – 4)
A-117	100,0	3,06	98,3	2,73	99,2	2,89
Chandler	78,3	1,72	98,3	2,84	88,3	2,28
Cisco	71,7	1,70	88,3	1,88	80,0	1,79
Elit	80,8	1,82	94,2	2,52	87,5	2,17
Fernor	52,5	0,96	90,8	2,37	71,6	1,66
Fernette	70,8	1,50	84,2	1,97	77,5	1,73
Franquette	56,0	1,07	83,3	1,89	69,6	1,48
G-139	89,2	2,41	99,8	2,94	94,5	2,67
Lara	69,2	1,52	94,2	2,48	81,7	2,00
Rasna	98,3	2,84	100,0	3,26	99,1	3,05

i) Napadenost plodov smo ovrednotili pri desetih sortah različnega porekla v dveh letih. Stopnjo napadenosti smo ocenili z ocenami 0 (popolnoma zdrav plod) do 4 (popolnoma počrnel plod), pogostnost napadenosti pa smo izrazili v odstotnem deležu simptomatičnih plodov. Tako pogostnost kot stopnja napadenosti sta se statistično značilno razlikovali med letoma. Prvo leto je bilo napadenih od 52,5 % (Fernor) do 100 % plodov (A-117), drugo leto se je pogostnost povečala v vseh primerih, razen malenkostnega zmanjšanja pri sorti A-117 (Tabela 1). Napadenih je bilo od 69,6 % (Franquette) do 100 % plodov (Rasna). Stopnja napadenosti je bila prvo leto v rangi od 0,96 (Fernor) do 3,06 (A-117), drugo leto pa od 1,88 (Cisco) do 3,26 (Rasna). V povprečju dveh let je imela najmanj prizadeta sorta Franquette 69,6 % simptomatičnih orehov, najbolj prizadeti Rasna in A-117 pa 99,1 oz. 99,2 % simtomatičnih orehov.

ii) Vpliv orehove muhe na pomološke lastnosti orehov v luščini in njihovih jedrc smo proučili pri istih desetih sortah kot zgoraj. Primerjali smo plodove, ki so imeli v celoti počrnelo in delno že zasušeno lupino, pozno v sezoni napadene plodove z delno počrnelo lupino in zdrave plodove.

Zgodnji napad orehove muhe je na luščinah in jedrcih povzročil največ škode. Pri vseh sortah je potemnela skoraj polovica površine luščin, medtem ko so imeli pozno napadeni orehi samo četrtino počrnelih luščin, pri nenapadenih pa je bila luščina povsem svetla ali smo na njej našli le kakšno manjšo črno liso. Zgodaj napadeni orehi so bili pri večini sort lažji od pozno napadenih ali nenapadenih. Imeli so tudi lažja jedrca in manjši izplen jedrc. Najbolj sta bili prizadeti sorti Franquette in Chandler. Zgodnji napad je imel za posledico tudi potemnela jedrca: potemnela je približno četrtina površine jedrc, pri sortah Franquette in Chandler pa skoraj polovica. Pri teh dveh sortah sta bila tudi intenziteta temne barve ter delež zakrnelih jedrc nekoliko večja kot pri ostalih sortah. Nekaj zakrnelih jedrc smo našli tudi v pozno

napadenih orehih (najmanj pri sorti Chandler in največ pri sorti Cisco), pri katerih je potemnelo od desetine (Fernor, G-139, Lara, Fernette) do četrte površine jedrc (Rasna).

iii) V senzorični analizi smo okušali jedrca istih desetih sort kot zgoraj, in sicer jedrca nenapadenih plodov, jedrca plodov, ki jih je zgodaj napadla orehova muha in jedrca pozno napadenih plodov. Skupno smo ocenili štiri parametre: aromo in grenkost, ki se nanašata na okus ter hrustljivost in oljnatost, ki opisujeta teksturo jedrc. Orehova muha je bolj vplivala na aromo in grenkost kot na teksturne parametre jedrc. Zdravi orehi so imeli praviloma najbolj aromatična jedrca. Zgodnji napad orehove muhe je pri vseh sortah z izjemo sorte Fernette povzročil najmanj izrazito aromo. Napadeni plodovi so imeli tudi bolj grenka jedrca od zdravih. Kar pri sedmih sortah je bila grenkost največja pri zgodnjem napadu. Zdrava jedrca so bila pri vseh sortah najbolj hrustljava. Napadeni plodovi so imeli manj hrustljiva jedrca, medtem ko sam čas napada ni bistveno vplival na zmanjšanje hrustljivosti. Zdrava jedrca so bila pri sedmih sortah bolj oljnata od napadenih. Zgodaj napadeni orehi so imeli kar pri osmih sortah manj oljnata jedrca v primerjavi s pozno napadenimi.

iiii) Namen analize fenolnih spojin je bil določiti morebitno povezanost med dovzetnostjo za orehovo muho in vsebnostjo fenolov v zeleni lupini plodov. V analizo smo vključili šest sort, ki so v preteklih letih kazale različno stopnjo občutljivosti na orehovo muho: Rasna, Lara, Franquette, Fernor, Elit in Cisco. Zdrave orehe smo nabrali v kolekcijem nasadu BF v Mariboru, kjer smo tudi vzorčili ves material za karakterizacijo sort. Prvič smo vzorčili ob prvem ulovu orehove muhe, 29. julija, drugič en teden pred tehnološko zrelostjo plodov, med 22. in 25. septembrom 2011.

Zelene plodove smo olupili okrog ekvatorialnega dela, 1 mm debelo in lupino zdrobili v terilnici s pomočjo tekočega dušika. Odtehtali smo 0,3 g tkiva in prelili s 3 mL metanola. Ekstrahirali smo 1 uro v ultrazvočni kopeli pri 0 °C, potem smo vzorce centrifugirali 10 minut pri 10,000 obratih na minuto in supernatant skozi 0,2 µm poliamidne filtre prefiltrirali v vialo. Do analiz smo jih hranili pri -80 °C. Vsebnost skupnih fenolov smo določili z uporabo Folin-Ciocalteu reagenta (Singleton & Rossi, 1965). Šestim mL vode in 500 µL Folin-Ciocalteu reagenta smo dodali 100 µL vzorca ekstrakta. Počakali smo 8 s do 8 min in dodali 1,5 mL 20% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (w/v). Vse skupaj smo zmešali in pustili 30 min pri 40 °C. Potem smo s spektrofotometrom izmerili absorbanco pri valovni dolžini 765 nm. Koncentracijo smo določili s pomočjo umeritvene krivulje galne kisline. Skupne fenole smo izrazili z ekvivalenti galne kisline v mg/kg sveže mase zelene lupine orehov.

Vzorci so bili analizirani s sistemom tekočinske kromatografije visoke ločljivosti (HPLC) s PDA detektorjem. Uporabili smo C18 kolono (Phenomenex, Gemini 150 × 4.6 mm, 3µm) s pripadajočo predkolono. Mobilni fazi A (vodna raztopina 1% mravljične kisline s 5% acetonitrila) in B (100% acetonitril) sta se mešali po gradientu, kot ga opisujejo Marks in sod. (2007). Za identifikacijo posameznih spojin smo primerjali retencijske čase in UV-VIS spektre z ustreznimi eksternimi standardi. Spojine smo potrdili tudi z uporabo masnega spektrometra (MS) z ionskim izvorom ESI (ionizacija z elektrorazprševanjem) z izbiro negativne napetosti na kovinski kapilari. Posneli smo spekter ionov z m/z od 115 do 2000, posamezne m/z izolirali in izvedli fragmentacijo višjih redov. Količino posamezne fenolne spojine smo določili s pomočjo znanih koncentracij eksternih standardov pri valovnih dolžinah 280 nm (za hidrosibenzojske kisline, flavanole, hidroskicimetne kisline in naftokinone) in 350 nm (za flavanole). Koncentracije so predstavljene v mg/ kg sveže mase zelene lupine orehov.

Za analizo razlik med sortami znotraj posameznega termina je bila izvedena enosmerna analiza variance (ANOVA). Statistične razlike med vrednostmi smo primerjali z Duncanovim



testom mnogoterih primerjav pri intervalu zaupanja 95%. Za statistične analize smo uporabili program Statgraphics Plus 4.0.

Pri vseh sortah in obeh terminih smo določili 14 fenolov: eno hidroksibenzojsko kislino, tri hidroksicimetne kisline, tri flavanole, en kinon in šest flavonolov. Vpliv termina na vsebnost fenolov je bil statistično značilen, vsota vseh določenih fenolov pa se je nesignifikantno zmanjšala od prvega do drugega vzorčenja. V obeh terminih so sorte značilno vplivale na vsebnost skupnih fenolov in vsoto 14 fenolov. Sorta Rasna, ki je bila najbolj napadena (incidenca 98,3 %, stopnja napadenosti 2,84), je imela najmanjšo vsoto 14 fenolov in najmanjšo vsebnost skupnih fenolov, pa tudi najmanj galne kisline, juglona, 4-O-p-kumaroilkininske kisline, epikatehina, procianidina B2 in kvercetin-3-ramnozida. Na drugi strani so imeli plodovi najmanj napadene sorte Fernor (incidenca 52,5 %, stopnja napadenosti 0,96), največ galne, 3-kaefoil kininske in 4-O-p-kumaroil kininske kisline ter največ flavonolov. Rezultati nakazujejo, da nekatere fenolne spojine, predvsem flavonoli in nekatere hidroksicimetne kisline morda prispevajo h konstitutivni odpornosti plodov oreha proti orehovi muhi. Domnevo potrjujejo že ugotovljene povezave med vsebnostjo in sezonskimi spremembami fenolov v zelenih orehih ter orehovo črno pegavostjo (*Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis*), kjer nekateri izmed omenjenih fenolov igrajo obrambno vlogo (Solar in sod., 2008, 2009, 2012a,b; Mikulič Petkovšek in sod., 2011).

## **Zaključek**

Rezultati raziskave kažejo, da izpad pridelka zaradi orehove muhe z leti rapidno narašča. Na osnovi dveletnega proučevanja žlahtnih sort, pa tudi močne napadenosti orehov v populacijah sejancev domačega oreha lahko trdimo, da orehova muha uničuje pridelek slovenskih orehov. Če upoštevamo, da je povprečni pridelek žlahtnih orehov 15 kg/drevo in da v slovenskih nasadih na približno 250 ha raste okrog 27.000 dreves (Solar, 2012), lahko rečemo, da je zaradi orehove muhe uničeno preko 300 ton pridelka. Še večja škoda je na t.i. kmečkih orehih, kjer se na 151.000 drevesih po statističnih podatkih pridelala okrog 2.600 ton orehov (Statistični letopis 2011).

Glede na to, da je učinkovitost preizkušanih pripravkov nezadovoljiva, njihov nabor zelo skromen, bolj učinkovito prekrivanje tal težko izvedljivo, škoda, ki jo orehova muha povzroča, pa iz leta v leto večja, je za tržno pridelavo orehov pomembna rešitev sajenje manj občutljivih sort. Nujno je nadaljnje delo na kemijskem varstvu, predvsem s kombinacijo insekticidov in atraktantov, ki bi po ameriških zgledih omogočili učinkovitejšo in lažje izvedljivo aplikacijo.