

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Vanja RESNIK

**PREUČEVANJE IZBRANIH OKOLJSKO
SPREJEMLJIVIH SNOVI ZA ZATIRANJE OGRCEV
(Coleoptera, Scarabaeidae) V LONČNEM POSKUSU NA
PROSTEM**

DIPLOMSKO DELO

Visokošolski strokovni študij – 1. stopnja

Ljubljana, 2015

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Vanja RESNIK

**PREUČEVANJE IZBRANIH OKOLJSKO SPREJEMLJIVIH SNOVI ZA
ZATIRANJE OGRCEV (Coleoptera, Scarabaeidae) V LONČNEM
POSKUSU NA PROSTEM**

DIPLOMSKO DELO
Visokošolski strokovni študij - 1. stopnja

**TESTING THE EFFICACY OF SELECTED ENVIRONMENTALY
ACCEPTABLE SUBSTANCES FOR CONTROLLING GRUBS
(Coleoptera, Scarabaeidae) IN OUTDOOR POT EXPERIMENT**

B. SC. THESIS
Professional Study Programmes

Ljubljana, 2015

Diplomsko delo je zaključek Visokošolskega strokovnega študija Kmetijstvo – agronomija in hortikultura – 1. stopnja. Delo je bilo opravljeno na Biotehniški fakulteti v Ljubljani, na Oddelku za agronomijo, Katedri za fitomedicino, kmetijsko tehniko, poljedelstvo, pašništvo in travništvo.

Študijska komisija Oddelka za agronomijo je za mentorja diplomskega dela imenovala doc. dr. Žiga LAZNIKA.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: prof. dr. Gregor OSTERC
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Član: doc. dr. Žiga LAZNIK
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Član: doc. dr. Matej VIDRIH
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Datum zagovora:

Podpisana izjavljam, da je naloga rezultat lastnega dela. Izjavljam, da je elektronski izvod identičen tiskanemu. Na univerzo neodplačno, neizključno, prostorsko in časovno neomejeno prenašam pravici shranitve avtorskega dela v elektronski obliki in reproduciranja ter pravico omogočanja javnega dostopa do avtorskega dela na svetovnem spletu preko Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete.

Vanja Resnik

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dv1
DK	UDK 632.76:632.937 (043.2)
KG	lončni poskus/poskus na prostem/okoljsko sprejemljive snovi/hidrirano apno/lesni pepel/peleti križnic/pahljačniki/Scarabaeidae/ogrci/
AV	RESNIK, Vanja
SA	LAZNIK, Žiga (mentor)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo
LI	2015
IN	PREUČEVANJE IZBRANIH OKOLJSKO SPREJEMLJIVIH SNOVI ZA ZATIRANJE OGRCEV (Coleoptera, Scarabaeidae) V LONČNEM POSKUSU NA PROSTEM
TD	Diplomsko delo (Visokošolski strokovni študij - 1. stopnja)
OP	IX, 34 str., 17 sl., 2 pril., 48 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	V lončnem poskusu na prostem smo izvedli poskus, v katerem smo preučevali insekticidno delovanje različnih okoljsko sprejemljivih snovi (peleti križnic, hidrirano apno in lesni pepel) za zatiranje ogrcev iz družine Scarabaeidae. V poskus smo vključili tudi kontrolno obravnavanje. Vsako obravnavanje je bilo ponovljeno petkrat. Poskusne posode (20 x 30 x 6 cm) so vsebovale travno rušo, preučevano okoljsko sprejemljivo snov in 10 ogrcev. Ogrci v poskusu so pripadali različnim vrstam hroščev iz družine pahljačnikov (Scarabaeidae), prav tako pa so bili tudi v različnih razvojnih fazah. S tem smo se želeli čim bolj približati pogojem, ki v tleh veljajo tudi na prostem. Pripravljeno poskusno posodo smo dodatno navlažili. Smrtnost ogrcev smo preverjali po petem in desetem dnevu po nastavitvi poskusa. Analiza rezultatov je pokazala, da smo najvišjo stopnjo smrtnosti ogrcev potrdili pri uporabi peletov križnic (5. dan: 24 %; 10. dan: 48 %). Hidrirano apno (20 %) in lesni pepel (20 %) sta po desetih dneh dosegla precej manjšo stopnjo smrtnosti ogrcev v poskusu. Zaradi visoke smrtnosti ogrcev v kontroli (5. dan: 32 %; 10. dan: 36 %) zaključujemo, da nobena izmed preučevanih okoljsko sprejemljivih snovi v našem poskusu ni bila učinkovita pri zatiranju ogrcev iz družine Scarabaeidae.

KEY WORDS DOCUMENTATION

ND Dv1
 DC UDC 632.76:632.937 (043.2)
 CX outdoor pot experiment/environmentally acceptable substances/hydrated lime/wood ash/Brassica pellets/Scarabaeidae/grubs
 AU RESNIK, Vanja
 AA LAZNIK, Žiga (supervisor)
 PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
 PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Agronomy
 PY 2015
 TY TESTING THE EFFICACY OF SELECTED ENVIRONMENTALLY ACCEPTABLE SUBSTANCES FOR CONTROLLING GRUBS (Coleoptera, Scarabaeidae) IN OUTDOOR POT EXPERIMENT
 DT B. Sc. Thesis (Professional Study Programmes)
 NO IX, 34 p., 17 fig., 2 ann., 48 ref.
 LA sl
 Al sl/en
 AB We studied the insecticidal efficacy of environmentally safe compounds (Brassica pellets, hydrated lime and wood ash) against grubs from Scarabaeidae family in outdoor pot experiment. Control treatment was included in the experiment. Every treatment was repeated five times. Experimental dishes (20 x 30 x 6 cm) contained turfgrass, tested environmentally friendly compound, and 10 grubs. Grubs of different species level as well as developmental stage were used in the experiment. With this we wanted to come as close as possible to the conditions that apply in the soil outdoors. The experimental dishes were further dampened. Mortality of grubs was examined after fifth and tenth day after setting up the experiment. Analysis of the results showed that the highest mortality rate of grubs were confirmed in Brassica pellets treatment (5th day: 24 %; 10th day: 48 %). After 10 days hydrated lime (20 %) and wood ash (20 %) reached a much lower mortality rate of grubs in our investigation. Due to the high mortality in the control treatment (5th day: 32 %; 10th day: 36 %) we conclude that none of the studied environmentally acceptable substances in our investigation proved to be effective in controlling grubs from the Scarabaeidae family.

KAZALO VSEBINE

	Str.
KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO VSEBINE	V
KAZALO SLIK	VII
KAZALO PRILOG	VIII
OKRAJŠAVE IN SIMBOLI	IX
1 UVOD	1
1.1 VZROK ZA RAZISKAVO	1
1.2 CILJ RAZISKAVE	1
1.3 NAMEN RAZISKAVE IN DELOVNA HIPOTEZA	1
2 PREGLED LITERATURE	2
2.1 TALNI ŠKODLJIVCI	2
2.2 HROŠČI	2
2.2.1 Družina Scarabaeidae	2
2.2.1.1 Poljski majski hrošč (<i>Melolontha melolontha</i>)	3
2.2.1.2 Gozdni majski hrošč (<i>Melolontha hippocastani</i>)	5
2.2.1.3 Junjski hrošč (<i>Amphimallon solstitiale</i>)	5
2.2.1.4 Julijski hrošč (<i>Anomala dubia</i>)	6
2.2.1.5 Vrtni hrošč (<i>Phyllopertha horticola</i>)	7
2.2.1.6 Zlata minica (<i>Cetonia aurata</i>)	8
2.3 ZATIRANJE TALNIH ŠKODLJIVCEV	9
2.3.1 Naravni sovražniki	9
2.3.2 Mehanske metode	9
2.3.3 Kemične metode	10

2.3.4	Pasti za odrasle osebk	10
2.3.4.1	Svetlobne vabe	10
2.3.4.2	Feromonske vabe	11
2.3.5	Biotično zatiranje	12
2.3.5.1	Entomopatogene glive	12
2.3.5.2	Entomopatogene ogorčice	12
2.3.5.3	Entomopatogene bakterije	13
2.3.6	Okoljsko sprejemljivi načini zatiranja	14
2.3.6.1	Biofumigacija	14
2.3.6.2	Apnjenje tal	16
2.3.6.3	Lesni pepel	18
3	MATERIALI IN METODE	20
3.1	NABIRANJE OGRCEV	20
3.2	PRIPRAVA POSKUSA	21
3.3	STATISTIČNA OBDELAVA	21
4	REZULTATI	24
4.1	SMRTNOST OGRCEV V ODVISNOSTI OD ČASA	24
4.2	ANALIZA PODATKOV PO PETIH DNEH	25
4.3	ANALIZA PODATKOV PO DESETIH DNEH	26
5	RAZPRAVA IN SKLEPI	27
5.1	RAZPRAVA	27
5.2	SKLEPI	28
6	POVZETEK	29
7	VIRI	30
	ZAHVALA	
	PRILOGE	

KAZALO SLIK

Slika 1: Odrasel osebek poljskega majskega hrošča (foto: J. Rupnik)	3
Slika 2: Razvojni krog poljskega majskega hrošča (Laznik in Trdan, 2013)	4
Slika 3: Razvojni krog junijskega hrošča (Laznik in Trdan, 2013)	5
Slika 4: Razvojni krog julijskega hrošča (Laznik in Trdan, 2013)	6
Slika 5: Razvojni krog vrtnega hrošča (Laznik in Trdan, 2013)	7
Slika 6: Ogrc in imago zlate minice (foto: J. Rupnik)	8
Slika 7: Peleti križnic (foto: J. Rupnik)	15
Slika 8: Dejavniki, ki vplivajo na razvoj križnic, ki jih želimo uporabiti v postopku biofumigacije (Vidrih in sod., 2011)	16
Slika 9: Hidrirano apno (foto: J. Rupnik)	17
Slika 10: Lesni pepel (foto: J. Rupnik)	19
Slika 11: Nabiranje ogrcev na Črnem Vrhu nad Idrijo (foto: J. Rupnik)	20
Slika 12: Priprava poskusa s peleti križnic (foto: J. Rupnik)	22
Slika 13: Priprava poskusa s hidriranim apnom (foto: V. Resnik)	22
Slika 14: Priprava poskusa z lesnim pepelom (foto: V. Resnik)	23
Slika 15: Povprečen odstotek (%) mrtvih ogrcev v lončnem poskusu na prostem po petih in desetih dneh	24
Slika 16: Povprečen odstotek (%) mrtvih ogrcev v lončnem poskusu na prostem po petih dneh	25
Slika 17: Povprečen odstotek (%) mrtvih ogrcev v lončnem poskusu na prostem po desetih dneh	26

KAZALO PRILOG

PRILOGA A: Smrtnost ogrcev iz družine pahljačnikov (Scarabaeidae), izpostavljenih različnim snovem po petih dneh.

PRILOGA B: Smrtnost ogrcev iz družine pahljačnikov (Scarabaeidae), izpostavljenih različnim snovem po desetih dneh.

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

L1	prva larvalna stopnja
L2	druga larvalna stopnja
L3	tretja larvalna stopnja
IL	infektivna ličinka
GLV	green leaf volatiles
EPG	entomopatogene glive
EPO	entomopatogene ogorčice
EPB	entomopatogene bakterije
ŽAB	žvepleno apnena brozga
npr.	na primer
angl.	angleško
slov.	slovensko
t.i.	tako imenovano

1 UVOD

1.1 VZROK ZA RAZISKAVO

Talni škodljivci povzročajo številne težave pri pridelavi in gojenju samoniklih rastlin. Njihovo hrano predstavljajo podzemnimi deli rastlin (korenine, korenike, gomolji). Med talne škodljivce uvrščamo tudi nekatere vrste hroščev (red Coleoptera). V Sloveniji živi 6000 vrst hroščev. Literaturni viri navajajo, da v srednji Evropi sicer živi okoli 8000 vrst hroščev (Sket in sod., 2003). Hrošči iz družine pahljačnikov (Scarabaeidae) veljajo za gospodarsko bolj pomembne talne škodljivce, katerih ličinke lahko ob prerezmnovitvi povzročijo veliko škodo. Izmed različnih vrst hroščev iz družine Scarabaeidae sta vrsti poljski majski hrošč (*Melolontha melolontha* L.) in junijski hrošč (*Amphimallon solstitialis* L.) gospodarsko najpomembnejši (Sket in sod. 2003). Največ gospodarske škode naredijo ogrci v tretji larvalni stopnji (L3), in sicer v obdobju pozne pomladi in zgodnjega poletja (Jackson in Klein, 2006). O problematiki poljskega majskega hrošča v Sloveniji so poročali iz območja Črnovrške planote. O škodi, ki jo je omenjena vrsta napravila, so prvič poročali leta 2002, ko so ogrci povzročili škodo na 370 hektarjih travinja. Leta 2005 se je škoda na Črnovrški planoti povečala na 760 hektarjev površin. Sev entomopatogene glive *Beauveria brongniartii*, ki so jo v tla vnesli z biotičnim pripravkom Melocont-Pilzgerste (ječmenovo zrnje, na katerem je nacepljena gliva), se je izkazal kot učinkovit način zatiranja ličink poljskega majskega hrošča na Črnovrški planoti (Poženel, 2008).

Ker se v Sloveniji uporablja vse manj kemičnih snovi za zatiranje škodljivih organizmov in zaradi strožje okoljske politike, raziskovalci iščejo nove, okolju prijazne načine njihovega zatiranja. Trenutno so v uporabi biotični agensi, ki največkrat niso zadostno učinkoviti pri zatiranju ličink hroščev iz družine Scarabaeidae (Laznik in Trdan, 2015). Za zatiranje drugih škodljivih žuželk so se dobro izkazale nekatere okoljsko sprejemljive snovi npr. peleti križnic pri zatiranju strun (Laznik in sod., 2014) ter hidrirano apno in lesni pepel za zatiranje ličink koloradskega hrošča (Kolar, 2014). Zanimalo nas je kakšen učinek imajo izbrane snovi na zatiranje ogrcev v tleh.

1.2 CILJI RAZISKAVE

Cilj naše raziskave je bil ugotoviti katera izmed izbranih okoljsko sprejemljivih snovi bi najbolj učinkovito zatirala ličinke hroščev iz družine pahljačnikov. Odločili smo se, da v poskus vključimo pelete križnic, hidrirano apno in lesni pepel. V poskus smo vključili tudi kontrolno obravnavanje.

1.3 NAMEN RAZISKAVE IN DELOVNA HIPOTEZA

Predvidevamo, da lastnosti različnih okoljsko sprejemljivih snovi različno učinkujejo na smrtnost ogrcev iz družine pahljačnikov. Učinek obravnavanj, tretiranih z okoljsko sprejemljivimi snovmi bomo primerjali s kontrolnim obravnavanjem.

2 PREGLED LITERATURE

2.1 TALNI ŠKODLJIVCI

Tla predstavljajo pomemben življenjski prostor žuželk. V tleh preživi kar 90% žuželk del svojega življenja. Žuželke so v tleh zaščitene pred neugodnimi vremenskimi razmerami in svojimi naravnimi sovražniki. Skoraj vsaka gojena rastlinska vrsta ima svojega škodljivca, ki lahko vpliva na njihovo rast in razvoj. Talni škodljivci lahko povzročajo škodo z obžiranjem ali sesanjem podzemnih delov rastline. Poškodbe na koreninah lahko povzročijo rastlinski stres, kar privede do kakovostnega in količinskega zmanjšanja pridelka (Vrabl, 1992; Laznik in sod., 2012).

Pri pridelavi poljščin se vse pogosteje srečujemo s škodo, ki jo povzročajo številni talni škodljivci. Po vsej Sloveniji imajo pridelovalci poljščin probleme s strunami (ličinkami hroščev pokalic [Elateridae]), različnimi vrstami sovč (Nuctuidae), navadnim bramorjem (*Gryllotalpa gryllotalpa* L.) in z ogrci. Izmed talnih škodljivcev najbolj izstopajo ravno ogrci- ličinke hroščev pahljačnikov (Scarabaeidae). Omeniti velja predvsem vrsti poljski majski hrošč (*Melolontha melolontha* [L.]) in junijski hrošč (*Amphimallon solstitialle* [L.]) (Vrabl, 1992).

2.2 HROŠČI (Coleoptera)

So številčno največja živeča skupina žuželk saj jih živi med 300,000 in 400,000 vrst. V Sloveniji se ocenjuje, da živi okoli 6000 vrst hroščev, ki pripadajo 90 družinam (Milevoj, 2007). V Sloveniji je gospodarsko škodljivih 30 vrst. Obravnavamo jih kot škodljivce, saj se večina njih hrani s kulturnimi rastlinami in njihovimi plodovi, semeni, koreninami in listi. Nekaj vrst hroščev uvrščamo med koristne organizme, kot na primer polonice (družina Coccinellidae), ki se prehranjuje z listnimi ušmi. Med seboj se zelo razlikujejo v obliki telesa, barvi in velikosti. Telo obdaja trda povrhnjica (kutikula), ki jim omogoča preživetje. Prvi par kril je otrdel in daje zaščito drugemu, mehkeemu paru kril in zadku, ki se uporablja za letenje. Ustni aparat uporabljajo za grizenje in drobljenje hrane. Noge imajo kratke, ki jih uporabljajo za hojo, skakanje, kopanje ali tekanje. Pri hroščih poznamo ženski in moški spol. Pri hroščih govorimo o holometabolnem razvoju (popolni razvojni krog, ki vključuje vse štiri razvojne faze: jajčece, ličinka, buba in imago) (Vrabl, 1999; Sket in sod., 2003).

2.2.1 Družina Scarabaeidae

Hrošči iz družine pahljačnikov (Scarabaeidae) lahko ob prerezmnovitvi povzročijo gospodarsko škodo na gojenih rastlinah in travinju. Med škodljive vrste hroščev uvrščamo naslednje vrste: poljski majski hrošč (*M. melolontha*), gozdni majski hrošč (*Melolontha hippocastani* F.), junijski hrošč (*A. solstitialle*), julijski hrošč (*Anomala dubia* [Scop.]) in vrtni hrošč (*Phyllopertha horticola* [L.]) (Laznik in Trdan, 2015). Gostiteljske rastline

ličink zgoraj omenjenih vrst hroščev predstavljajo tudi različne vrste trav. S hranjenjem na njihovem koreninskem sistemu se zmanjšuje sposobnost rastlin za sprejem vode in hranil, zmanjšana je tudi stabilnost rastlinskega pokrova (Laznik in sod., 2012). V družino pahljačnikov uvrščamo tudi minice. V Sloveniji je največkrat zastopana zlata minica (*Cetonia aurata* [L.]), ki pa ni tako gospodarsko pomembna (Sket in sod., 2003).

2.2.1.1 Poljski majski hrošč (*Melolontha melolontha*)

Je najbolj znan predstavnik iz družine pahljačnikov. Škodljivi stadij predstavlja njegova ličinka, ki jo imenujemo ogrc. Ogrci živijo v zemlji in se hranijo s podzemnimi deli številnih rastlin. Ob prerezamnožitvi lahko povzročijo gospodarsko škodo v kmetijstvu. Imagi (odrasli osebki) se hranijo z listjem gozdnih in sadnih dreves, vendar ne povzročajo gospodarske škode.

Ogrc poljskega majskega hrošča je dolg do 65 mm in ima 3 pare oprsnih nog (oligopodna ličinka). Telo je mehko, upognjeno, umazano belo s čvrsto rjavo glavo, zadnji del pa je odebeljen in potemnel. Buba je rumenkaste barve, dolga od 22 do 30 mm z dvema konicama na koncu. Jajčeca so rumenkasta s podolgovato obliko, dolga 3 in široka 2 mm. Odrasel hrošč je dolg od 25 do 28 mm, z rebrastimi rjavimi pokrovkami in pahljačasto kijastimi tipalnicami, ki so pri samicah sestavljene iz šestih manjših, pri samcih pa iz sedmih večjih lističev. Od tod tudi izhaja slovensko poimenovanje družine (pahljačniki). Konec zadka je dolg in se proti vrhu enakomerno zoži. Noge in tipalnice so rjavo rdeče barve, vratni ščit pa je črn (Vrabl, 1992).

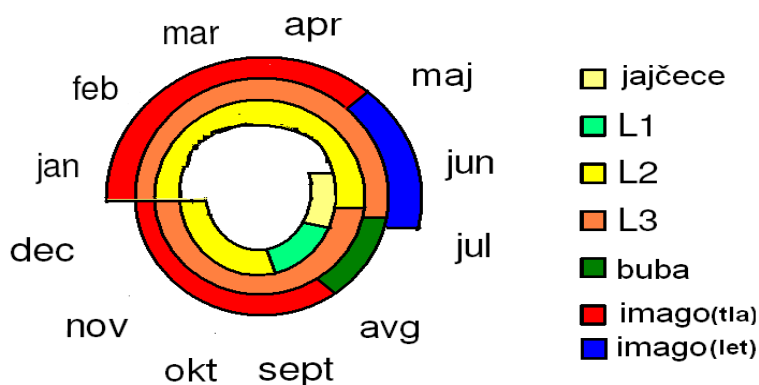


Slika 1: Odrasel osebek poljskega majskega hrošča (foto: J. Rupnik)

Ločimo tri razvojne stopnje ličink. Prvostopenjska ličinka (L1) doseže velikost od 10 do 20 mm, drugostopenjska ličinka (L2) od 30 do 35 mm in ogrc tretje stopnje (L3) od 46 do 56 mm (Huiting in sod., 2006, cit. po Laznik in Trdan, 2013). Z meritvijo širine glave določimo razvojno stopnjo ogrcev; L1 (od 2,1 do 3,1 mm), L2 (od 3,7 do 5,0) in L3 (od 6,2 do 7,6) (Laznik in Trdan, 2013).

Ogrce različnih vrst morfološko ločimo med seboj po obliki dlačic na zadnjem zadkovem segmentu. To opravimo z vizualno metodo. Glavna linija dlačic je pri poljskem majskem hrošču v obliki črke I. Okoli nje so na zgornjem delu prosto razporejene daljše dlačice, medtem ko so na spodnjem delu na gosto v polkrogu razporejene krajše dlačice (Malovrh, 2014).

Razvojni krog poljskega majskega hrošča poteka polna tri leta (slika 2). Vsako četrto leto govorimo o t.i. hroščevem letu. Odrasli hrošči pridejo iz zemlje proti koncu meseca aprila in v začetku maja, ko temperatura naraste nad 20°C. V mraku ali zvečer najprej zletijo proti gozdu, kjer si na listavcih iščejo hrano in se pariyo. Samice odletijo iz gozda na polja in travnike, kjer se zrinesejo v zemljo od 10 do 25 cm globoko in tam odložijo jajčeca. V dveh do treh leglih samica odloži od 50 do 80 jajčec skupaj. Med legli samice letajo na drevesa po hrano. Samice se za odlaganje jajčec največkrat odločijo za globoka in rahla tla, ne marajo pa mladih posevkov in golih tal (Vrabl, 1992). Po odlaganju jajčec se po od 4 do 6 tednih izležejo ličinke (L1), ki se hranijo z malimi koreninicami travne ruše. Pri tej stopnji še ne povzročajo večje škode. Po stalnem objedanju korenin, se v jeseni ličinke levijo in nastopi stadij L2. Zaradi mraza se prerinejo globlje v zemljo, nekje med 30 in 100 cm in prezimijo. V drugem letu se ličinke meseca aprila začnejo ponovno vzpenjati proti površju in hraniti. S spodjedanjem korenin številnih gojenih in samoniklih rastlin povzročajo največ škode, saj postanejo zelo požrešne. Od aprila do junija že tako zrastejo, da se ponovno levijo (L3). Ličinke so vse bolj škodljive. V tretjem letu se ponovno približajo površini in nadaljujejo s hranjenjem. Odrasli osebki se izležejo v drugi polovici avgusta ali v začetku septembra po tem, ko so se ličinke v začetku julija zabubile na globini od 30 do 40 cm. Odrasli osebki tla zapustijo šele četrto leto (Vrabl, 1992).



Slika 2: Razvojni krog poljskega majskega hrošča (Laznik in Trdan, 2013)

2.2.1.2 Gozdni majski hrošč (*Melolontha hippocastani*)

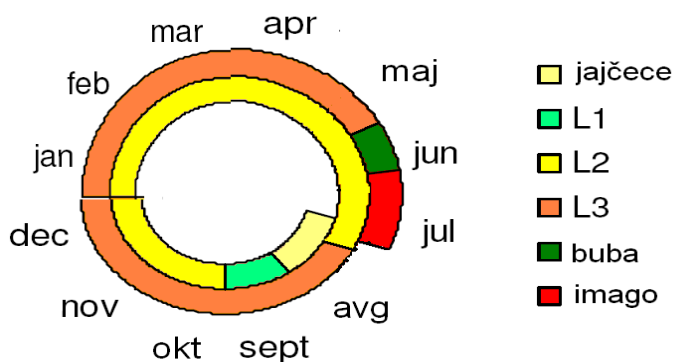
V Sloveniji poznamo tudi gozdnega majskega hrošča. Omenjena vrsta se pojavlja redkeje kot njegov bolj znani sorodnik (glej točko 2.2.1.1). Najbolj je razširjen v okolici Tolmina in v krajih ob reki Muri. Razvojni krog je pri obeh podoben (Vrabl, 1992).

Odrasle osebkke poljskega majskega hrošča in gozdnega majskega hrošča ločimo po velikosti in po barvi ščita oprsja. Gozdni majski hrošč meri v dolžino od 22 do 26 mm in ima rjav oprsni ščit, medtem ko ima poljski majski hrošč oprsni ščit črn (Huiting in sod., 2006, cit. po Laznik in Trdan, 2013). Tudi pri gozdnem majskem hrošču ločimo razvojne stadije ogrcev, ki so glede na širino glave manjši od njegovega sorodnika; L1 (od 2,1 do 3,0 mm), L2 (od 3,7 do 4,8 mm) in L3 (od 5,7 do 7,1 mm) (Laznik in Trdan, 2013).

2.2.1.3 Junjski hrošč (*Amphimallon solstitialis*)

Kot škodljivec je gospodarsko manj pomemben od poljskega majskega hrošča. Imago je manjši, saj je velik od 14 do 18 mm. Je svetlo rjave barve. Telo pokrivajo dlačice. Tudi pri junjskem hrošču so ogrci bele barve (Vrabl, 1992). Ogrce ločimo glede na velikost na tri stadije: L1 (od 6 do 12 mm), L2 (od 17 do 25 mm), L3 (od 30 do 45 mm) (Huiting in sod., 2006, cit. po Laznik in Trdan, 2013). Pri junjskem hrošču sta glavni liniji dlačic na zadnjem zadkovem segmentu razporejeni v obliki črk J in L, okoli pa so simetrično razporejene krajše in daljše dlačice (Malovrh, 2014).

Vrsta *A. solstitialis* ima dvoleten razvojni cikel (slika 3), kar pomeni da se odrasli osebkki pojavljajo vsako tretje leto. Samice v tla odlagajo jajčeca junija in julija. Iz jajčec se v drugi dekadi avgusta začnejo izlegati ogrci prve razvojne stopnje (L1), ki se že ob koncu septembra levijo v razvojni stadij L2 in nato prezimijo v tleh do drugega leta, kjer se v drugi dekadi julija ponovno levijo (L3) in ponovno prezimijo. V naslednjem (tretjem) letu je čas za izlet odraslih osebkov. Ogrci tretjega razvojnega stadija se med majem in junijem zabubijo v tleh in ko v juniju oz. juliju končajo preobrazbo začnejo izletavati (Laznik in Trdan, 2013).

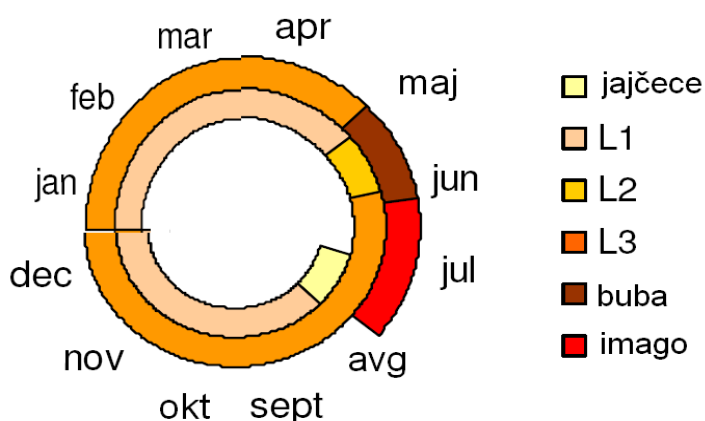


Slika 3: Razvojni krog junjskega hrošča (Laznik in Trdan, 2013)

2.2.1.4 Julijski hrošč (*Anomala dubia*)

Odrasli osebki julijskega hrošča so kovinsko modre ali kovinsko zelene barve. Imago je po velikosti nekoliko primerljiv z junijskim hroščem, saj meri v dolžino med 12 in 15 mm. Tudi velikost ogrcev je primerljiva z junijskim hroščem. Razvojna stopnja se določi prav tako kot pri ostalih vrstah- z izmero obsega glave; L1 (med 1,3 in 1,5 mm), L2 (med 3,1 in 3,3 mm) in L3 (med 4,5 in 4,7 mm) (Van Duinen in sod., 2005, cit. po Laznik in Trdan, 2013). Pri julijskem hrošču sta glavni liniji dlačic na zadnjem segmentu zadka razporejeni v obliki črke I, ki pa se med seboj rahlo prekrivata, okoli pa so v obliki trikotnika razvrščene številne krajše dlačice (Laznik in Trdan, 2013).

Pri julijskem hrošču poznamo dvoletni razvojni krog, zato se hrošči pojavijo vsake tretje leto (slika 4). Izlet odraslih hroščev in s tem parjenje se začne med drugo dekada julija in prvo dekada avgusta, prav takrat pa tudi samice izležejo ličinke prve stopnje (L1). Ogrci julijskega hrošča so eni izmed redkih, ki prezimijo v stopnji L1. V drugostopenjsko ličinko (L2) se ogrci levijo v drugi polovici maja naslednjega leta, v tretjestopenjsko fazo (L3) pa se levijo že po od 2 do 3 tednih in tako tudi prezimijo. V tretjem letu se med majem in junijem zabubijo v tleh, junija oziroma julija pa opravijo preobrazbo v odrasle osebke in izletijo (Laznik in Trdan, 2013).

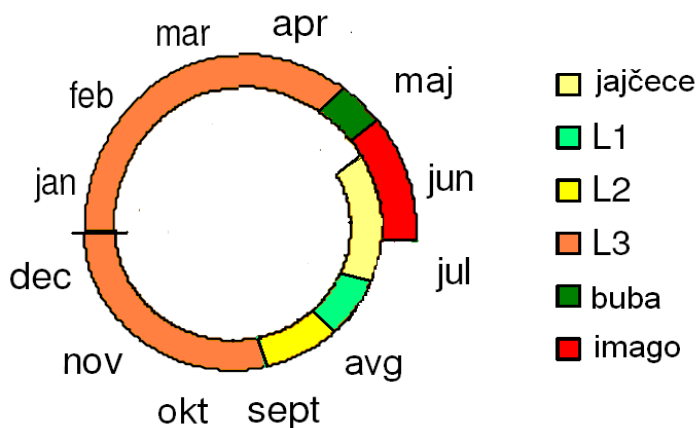


Slika 4: Razvojni krog julijskega hrošča (Laznik in Trdan, 2013)

2.2.1.5 Vrtni hrošč (*Phyllopertha horticola*)

Vrsta je razširjena po vsej Sloveniji (Sket in sod., 2003). Vrtni hrošč ima rjave pokrovke s temnimi dlačicami in kovinsko zeleno bleščečim vratnim ščitom, glavo in trebušno stranjo telesa. Črne so noge in spodnja stran telesa (Škerbot in sod., 2013). Za razliko od ostalih hroščev iz družine pahljačnikov so pri vrtnem hrošču bolj škodljivi odrasli osebki, kot pa ogrci (Vrabl, 1999). Hrošče največkrat najdemo v sadovnjakih, kjer objedajo cvetove in liste, najrajši pa imajo mlade plodiče jablan, češenj in drugih sadnih sort (Vrabl, 1999). Je eden izmed manjših obravnavanih hroščev, saj meri le od 9 do 12 mm. Tudi ogrci so med manjšimi, saj so v razvojni stopnji L1 veliki le okoli 4 mm, medtem ko v razvojni stopnji L3 dosežejo velikost do 18 mm (Huiting in sod., 2006, cit. po Laznik in Trdan, 2013). Kot pri ostalih pahljačnikih tudi pri vrtnem hrošču določimo vrsto z vizualnim pregledom dlačic na zadnjem segmentu zadka. Ravno tako kot pri julijskem hrošču potekata glavni liniji dlačic v obliki črke I, vendar se ne prekrivata. Številne manjše, svetlejšje dlačice pa so razporejene okoli glavne linije (Laznik in Trdan, 2013).

Vrtni hrošč ves svoj razvoj opravi v enem letu, odrasli osebki pa se pojavljajo vsako drugo leto (slika 5). Let odraslih osebkov poteka med zadnjim tednom maja in prvim tednom junija. Samice odlagajo jajčeca v tla med junijem in julijem. V začetku avgusta se iz njih izležejo prvostopenjske ličinke, ki se v prvi dekadi avgusta že levijo v drugostopenjsko ličinko. Čez dober mesec poteka že druga levitev (v tretjestopenjsko ličinko). V tej obliki ličinka prezimi v tleh. Ob koncu aprila oz. začetku maja se ogrci v tleh zabubijo in po dveh tednih se iz bub razvijejo odrasli osebki, ki so pripravljeni za let (Laznik in Trdan, 2013).



Slika 5: Razvojni krog vrtnega hrošča (Laznik in Trdan, 2013)

2.2.1.6 Zlata minica (*Cetonia aurata*)

Minice so dnevne živali, ki so dejavne le ob lepem in sončnem vremenu. Najpogostejša med njimi je zlata minica, ki meri v dolžino med 14 in 20 mm. Je blesteče - zelene barve. Na pokrovkah ima ozke bele prečne lise, ki so v izjemah tudi drugačne barve. Ličinke imajo trdo nagubano telo, belkaste barve, pokrito z majhnimi rjavimi dlačicami. Prepoznamo jih po tem, da se premikajo po hrbtu. Ličinke (ogrc) najdemo zarite med trohnečimi štori ali v zemlji v bližini njih (Sket in sod., 2003).

Imajo dvoleten razvojni krog. Let in parjenje odraslih hroščev poteka spomladi. Samice jajčeca odlagajo v gnezdih gozdnih mravelj ali v razpadajočih organskih snoveh in nato umrejo. Ličinke se hranijo z odpadno snovjo v kateri živijo. Rastejo zelo hitro, zato imajo tretji razvojni stadij (L3) že pred jesenjo.



Slika 6: Ogrc in imago zlate minice (foto: J. Rupnik)

2.3 ZATIRANJE TALNIH ŠKODLJIVCEV

Za organizme, ki jih uvrščamo med talne škodljivce je značilno, da pretežni del svojega življenja preživijo v tleh in s sesanjem ali obžiranjem podzemnih delov rastlin slabijo njihovo vitalnost. Povzročijo lahko neposredno škodo na gospodarsko pomembnih vrstah rastlin kot so: krompir, koruza, vse vrste korenovk in drugih vrtnin, trave, žita ter nekatere okrasne čebulnice. Pri posredni škodi pa se zaradi objedanja korenin kaže rastlinski stres, kar lahko privede do kakovostno, kot tudi do količinsko zmanjšanega pridelka. Zato lahko nekatere rastline povsem propadejo (Vrabl, 1992; Laznik in sod., 2012). Pri njihovem zatiranju lahko uporabimo mehanske, kemične in biotične metode ali združevanje le-teh. Ker tla nudijo tem organizmom zaščito je njihovo zatiranje lahko zelo težavno (Poženel, 2008; Laznik in Trdan, 2015).

2.3.1 Naravni sovražniki

Vse razvojne faze (jajčece, ličinka, buba in imago) poljskega majskega hrošča se pojavljajo v prehranski verigi divjih živali, ptic in manjših sesalcev. Z ogrci se predvsem hranijo glodavci (krt, miš, voluhar, jež), ptiči (vrane, srake, šoje) in sesalci (divji prašič). Z odraslimi hrošči se hranijo večje ptice in manjši sesalci, ki se zadržujejo na drevesih. Pri normalnem razmnoževanju hrošča je naravno ravnovesje vzpostavljeno (prehranjevalna veriga) in ne prihaja do pojavljanja večje gospodarske škode na gojenih rastlinah. Pri povečanem razmnoževanju tega talnega škodljivca moramo posredovati pri vzpostavljanju ravnovesja z zatiranjem (Uredba o izvedbi ukrepov..., 2007).

2.3.2 Mehanske metode

Vsaka mehanska metoda ali prepreka, ki zmoti razvojni ciklus poljskega majskega hrošča in preprečuje povečevanje njegove populacije je uspešna metoda (Curry, 1994). K zmanjševanju škode lahko pripomoremo tudi s primernim kolobarjem (po hroščevem letu ni priporočljivo sejati okopavin na preorane travnike), zgodnjo setvijo posevkov, usklajenim gnojenjem in dobro obdelavo tal (Vrabl, 1992). Številni dejavniki so odvisni od intenzivnosti obdelave tal in oranja. Z njihovo uporabo ob različnih letnih časih povečamo oz. zmanjšamo število škodljivcev in/ali povzročiteljev bolezni (Häni in sod., 1998).

Tla temeljito preorjemo in obdelamo 10 dni po izletu odraslih hroščev, saj samice ne marajo odlagati jajčeca v gola, neobdelana tla. Ponovno obdelamo tla, ko se razvijejo in razrastejo pleveli, saj s tem zatremo že odložena jajčeca. Že izvaljene ogrce spravimo na površje s preoravanjem zemlje v toplem vremenu. Ogrci so izpostavljeni izsušitvi zaradi sončnega sevanja in naravnim sovražnikom, ki se hranijo z njimi (Valič in Milevoj, 2004). Noben izmed mehanskih ukrepov pa ni več učinkovit, če ugotovimo napad ogrcev na že posejani oz. posajeni njivi. Takrat je najbolje njivo preorati in znova posejati (Vrabl, 1992).

Tudi intenzivna paša rejnih živali spada med mehanske metode zatiranja. Pri paši se tanjša rastlinski pokrov, to pa privede do izsuševanja tal in posledično do povečanja smrtnosti ličink. K večji smrtnosti ogrcev razvojne stopnje L2 in L3 privede tudi teptanje travinje med pašo in teptanje s traktorskimi kolesi in drugimi kmetijskimi pripomočki. Ogrci čutijo stres, saj se prehranjujejo na koreninskem območju na globini od 5 do 10 cm (Curry, 1994). Njihovo smrtnost lahko poveča tudi obdelava s prekopalniki in krožnimi branami na plitvejših delih tal, saj tako poškodujemo ogrce (Poženel in sod., 2005).

2.3.3 Kemične metode

Trenutno v Sloveniji ni registriranega nobenega kemičnega pripravka za zatiranje ogrcev poljskega majskega hrošča. Pred kratkim jih je bilo mogoče zatirati z uporabo talnih insekticidov. Zaradi pojava odpornosti na registrirane insekticide, kot tudi vedno večje okoljske osveščenosti raziskovalci iščejo druge, okoljsko bolj sprejemljive načine njihovega zatiranja (Koppenhöfer in Kaya, 1998).

Za zatiranje ogrcev poljskega majskega hrošča so se v preteklosti uporabljali predvsem talni insekticidi, katerih aktivne snovi so predstavljali: klorpirifos, imidakloprid, imidakloprid + pencikurin in foksini. Ličinke tretjega larvalnega stadija so najbolj odporne proti insekticidom (Laznik in sod., 2012; Laznik in Trdan, 2015). Pred vsakim tretiranjem je bilo potrebno določiti število ličink na m² in s tem ugotoviti ali je gospodarski prag škodljivosti presežen. Tretiranje s pripravki se je lahko izvedlo tako na prizadetih mestih kot tudi na celotnem zemljišču. Insekticid je bilo potrebno nanesti v tla, ob takojšnjem sajenju ali setvi v vrste oz. v sadilne jame. V primeru preseženega praga gospodarske škodljivosti ogrcev je bilo priporočljivo napadeno zemljišče tretirati z granuliranim insekticidom Volaton G 5 %, ki ga je bilo potrebno vdelati do globine 8 cm (Vrabl, 1992; Poženel, 2005). Uporaba talnih insekticidov je prepovedana na nekaterih vodovarstvenih območjih, kot je npr. Črnovrška planota (Laznik in sod., 2012).

2.3.4 Pasti za odrasle osebk

Kot pasti za odrasle osebk poljskega majskega hrošča se uporabljajo svetlobne vabe ali feromonske vabe.

2.3.4.1 Svetlobne vabe

Svetlobne vabe delujejo na podlagi svetlobe in so znane že iz davnih časov, ko so v ta namen uporabljali sveče in petrolejke. Danes namesto tega uporabljamo svetlobne vabe z UV svetlobo, ki oddaja različne spektre svetlobe. Spekter med 400 in 480 nm privablja največ žuželk. Luči za svetlobno vabo se lahko napajajo iz omrežja ulične razsvetljave ali iz akumulatorja. Svetlobna vaba je sestavljena iz luči, ki so nameščene na stojalu, pod njo lovilec v obliki lijaka in nato zbiralna posoda. Svetloba luči privablja odrasle osebk, ki se

zaletijo v luč in padejo v lijak, nato pa v zbiralno posodo kjer počakajo do jutra. Lovljenje poteka med 18:00 in 00:30 uro (Žepič, 2012).

Svetlobne vabe so priročne za ugotavljanje populacije poljskega majskega hrošča po spolu, saj privablja samce in samice, njihov spol pa lahko preverimo v zbiralni posodi (Švestka, 2006; Žepič, 2012). Na Češkem so v obdobju hroščevega leta uspešno lovili oba spola tako poljskega majskega hrošča kot tudi gozdnega majskega hrošča s svetlobno vabo HQL 125 W s halogensko lučjo (Švestka, 2006).

2.3.4.2 Feromonske vabe

Feromoni so snovi, ki jih v zelo majhnih količinah izločajo določeni organizmi in sprožijo odziv pripadnika iste vrste pri nasprotnem spolu. Delovanje feromonov je najbolj preučeno pri žuželkah. Uporabljamo jih tudi kot feromonske vabe za privabljanje in uničevanje škodljivcev. Feromoni so odvisni po funkciji, vrsti in načinu delovanja. Feromone navadno oddajajo samice, da privabijo samce. Natančno poznavanje kemične sestave feromonov omogoča njihovo umetno sintezo. Feromonske vabe so najbolj uporabne za lovljenje samcev, saj med tem, ko se samice zadržujejo v drevesnih krošnjah, samci izvajajo let. Z ulovitvijo samcev pa zmanjšamo možnost parjenja, oplojevanja jajčec in posledično odlaganje jajčec v tla (Milevoj in sod., 2005).

Za prognozo pojava žuželk in njihovo zatiranje se uporabljajo tudi naravne značilnosti žuželk. Tudi pri hroščih iz roda *Melolontha* so feromonske vabe primerne za zatiranje le tega. V skoraj vseh zelenih rastlinah se nahaja snov GLV (angl. green leaf volatiles), ki se sprošča med samičjim objedanjem listov. Da samci ločijo poškodbe rastlin, ki jih je povzročila samica od mehanskih, so jim v pomoč spolni feromoni. Sproščanje snovi GLV povzročijo z manipuliranjem s hrano, ta pa samcem deluje kot primarni hormon pri iskanju samic (Ruther in sod., 2001). Spolni feromon 1,4-benzokinon, ki se nahaja pri samcih in pri samicah, so odkrili pri gozdnem majskem hrošču. Samice ga vsebujejo več kot samci (Ruther in sod., 2001). Med spolne feromone štejemo tudi snov fenol. Fenol in benzokinon sta bila med prvimi identificiranimi spolnimi feromoni pri *Costelytra zea landica* (družina Scarabaeidae). Pri poljskem majskem hrošču so ugotovili feromona fenol in tolukinon (Ruther in sod. 2002). Ruther in sod. (2002) so ugotovili, da pri vrsti *M. melolontha* najbolj učinkuje mešanica feromona fenola in listnega alkohola (Z-3-heksen-1-ola). Uspešnost je odvisna od postavitve vabe in poznavanje žuželkinega gibanja (Koller in sod., 2005, cit. po Gril, 2006).

V fazi preučevanja je uporaba feromonskih vab za prenos entomopatogene glive *Beauveria brongniartii* na končno vrsto. Preizkuša se t.i. metoda »catch and infect« (slov. ujemi in okuži), pri kateri bi se samci v feromonski vabi okužili s sporami omenjene glive, ki bi jih med parjenjem prenesli na samice. Te bi preko jajčec okužile ogrce (Koller in sod., 2005, cit. po Gril, 2006).

2.3.5 Biotično zatiranje

Biotično zatiranje se definira kot delovanje parazitov, patogenov ali plenilcev (DeBach, 1964) na določen škodljivi organizem. DeBach (1964) je oblikoval tri kategorije: vnos, okrepitev in ohranjanje naravnih sovražnikov. Te tri kategorije privedejo do povečanja učinka biotičnega zatiranja. Z omogočanjem dodajanja naravnih virov naravnim sovražnikom, kot so zatočišče in dodatna hrana, izboljšujemo učinkovitost zatiranja pri škodljivcih (Bugg in Picket, 1998). Zaradi tega so se razvili biotični pripravki, ki so okolju prijaznejši in imajo ožji spekter delovanja kot kemični pripravki. Entomopatogene glive (EPG) so vse bolj raziskane. Že leta 1998 so poznali več kot 40 biotičnih pripravkov katerih aktivno snov so predstavljale EPG (Gril, 2006). Za zatiranje vrste *M. melolontha* se uporabljajo pripravki, katerih aktivno snov predstavljajo sevi gliv *Beauveria brongniartii* ter *Metarhizium anisopliae* (Valič in Milevoj, 2004).

2.3.5.1 Entomopatogene glive

V Sloveniji se je možnost uporabe glive *B. brongniartii* za namene biotičnega varstva ličink poljskega majskega hrošča odprla šele s prvimi pozitivnimi rezultati in potrditvijo zastopanosti omenjene glive v vzorcih tal iz Črnovrške planote (Gril, 2006).

Micelij glive *B. brongniartii* gojijo na ječmenovih zrnih v laboratoriju, nato pa jih posejejo na zemljišča, kjer so množično prerazmnoženi ogrci. V tleh se ogrci okužijo s sporami glive, hrošči pa jih prenašajo na druge lokacije. Pri zatiranju poljskega majskega hrošča na Črnovrški planoti se je gliva *B. brongniartii* izkazala kot zelo učinkovita (Poženel in Rot, 2006). Učinkovitost EPG je odvisna od vremenskih vplivov oz. razmer (vlaga, temperatura). Prodiranje v notranjost gostitelja glivam pomagajo drugi gostitelji ali mehanski načini (Boucias in sod., 1988, 1991, cit. po Gril, 2006).

Med EPG uvrščamo tudi glivo *Beauveria bassiana*, ki je kot talna gliva zastopana po vsem svetu in nasploh najdlje poznana. Kot ostale glive, tudi ona proizvaja spore, ki so odporne na okoljske razmere (Laznik in Trdan, 2015).

2.3.5.2 Entomopatogene ogorčice

V Sloveniji je od leta 2009 v varstvu proti škodljivim žuželkam možna uporaba entomopatogenih ogorčic (EPO). Raziskovalci so v letih od 2006 do 2009 potrdili zastopanost 5 vrst EPO v Sloveniji (*Steinernema affine*, *Steinernema feltiae*, *Steinernema carpocapsae*, *Steinernema kraussei* in *Heterorhabditis bacteriophora*) (Laznik in Trdan, 2011). Z EPO se lahko zatirajo tudi žuželke (npr. hrošči) iz drugih družin (Chrysomelidae, Curculionidae, Silvanidae) (Laznik in Trdan, 2011).

EPO uvrščamo med talne organizme. Skupaj z bakterijami tvorijo simbiotsko mutualističen odnos, saj ogorčice nudijo bakterijam zavetje in zaščito (Kaya in

Koppenhöfer, 1999). Med ogorčicami in žuželkami poznamo dva različna odnosa, to sta naključen ali parazitski odnos. Parazitski odnos prepoznamo po zaostanku v razvoju, krajši življenjski dobi in slabših letalnih sposobnostih žuželk. Kažejo se tudi vedenjske, morfološke in psihološke spremembe na osebkcu (žuželki), ki ni bil napaden. Parazitske odnose med ogorčicami in žuželkami delimo na obligatne (na gostitelju niso vidni škodljivi vplivi; brez gostitelja ne preživijo) in na fakultativne (na gostitelju so vidni škodljivi vplivi) parazitske odnose (Kaya in Koppenhöfer, 1999). Infektivne ličinke (IL) EPO vstopijo v gostitelja-žuželko skozi usta, dihala ali zadnjično odprtino. Nekatere vrste EPO lahko prehajajo tudi skozi povrhnjico (Gaugler, 2002). Če IL v svojem telesu ne bi imele bakterij (nosijo jih v posebnih črevesnih veziklih), jim ne bi uspelo ubiti žuželke (Gaugler, 2002). Sožitje med infektivno ličinko in njeno simbiotsko bakterijo je ključnega pomena pri uspešnosti zatiranja škodljivih žuželk.

Najbolj pospešeno preučevanje delovanja EPO se je izvajalo na hroščih iz družine Scarabaeidae (Klein, 1990, 1993 cit. po Laznik in Trdan, 2007). Prvo ogorčico, ki je parazitirala hrošča iz družine Scarabaeidae sta že leta 1923 odkrila Glaser in Fox. Glaser je leta 1939 z metodo »*in vitro*«, s katero je gojil EPO, izvedel prvi poljski poskus za zatiranje hroščev iz družine Scarabaeidae (Gaugler, 2002).

EPO in njihove simbiotske bakterije preučujejo znanstveniki v več kot 60 državah sveta. Ugotovili so, da so EPO učinkovite tudi pri zatiranju drugih škodljivcev, ki uničujejo gojene in samonikle rastline. Literatura navaja nekatere vrste žuželk, ki so v poskusih z EPO pokazali visoko stopnjo smrtnosti: koloradski hrošč (*Leptinotarsa decemlineata* [Say]), koruzni hrošč (*Diabrotica virgifera virgifera* [LeConte]), cvetlični resar (*Frankliniella occidentalis* [Pergande]), kapusov bolhač (*Phyllotreta* spp.), rdeči žitni strgač (*Oulema melanopus* [L.]), rastlinjakov ščitkar (*Trialeurodes vaporariorum* [Westwood]), pisana stenica (*Eurydema ventrale* [Kolenati]) in mnogi drugi (Laznik in Trdan, 2011).

Odrasla ogorčica meri v dolžino okoli 588 μm in v širino 23 μm . Sposobnost parazitiranja imajo le EPO v stadiju infektivne ličinke. Gre za edini stadij v razvojnem krogu EPO, ki v svojem telesu nosi simbiotsko bakterijo (Gaugler, 2002).

2.3.5.3 Entomopatogene bakterije

Razmnoževanje entomopatogenih bakterij (EPB) se izvaja na umetnih hranilnih podlagah in jih najdemo v obliki suspenzij ali praškov. Največ trgovskih pripravkov je izdelanih na podlagi toksina bakterije *Bacillus thuringiensis* (Bt), ki se razmnožuje v obolelih in odmrlih žuželkah. Bakterija gostitelja okuži preko prebavnega trakta tako, da se po zaužitju žuželke že po eni uri nehajo prehranjevati. Največja učinkovitost pripravkov, katerih aktivno snov predstavljajo toksini bakterije *B. thuringiensis* se kaže pri mlajših ličinkah in pri 18 °C (Knowles in Ellar, 1986).

V svetu je znanih že prek 1000 sevov te bakterije, ki se jih razvršča v tri patotipe. Patotip A deluje na metulje (red Lepidoptera) in njihove ličinke (gosenice). Patotip B se uporablja za zatiranje dvokrilcev (red Diptera), njegovo sredstvo je zelo učinkovito pri zatiranju komarjev. Za zatiranje ličink hroščev deluje patotip C. Pripravki na podlagi toksina bakterije *B. thuringiensis* so učinkoviti za uporabo v rastlinjakih, na vrtninah pa se uporabljajo za zatiranje belinov (*Pieris* spp.), kapusovega molja (*Plutella xylostella* [L.]) in drugih. Omenjeni pripravki niso učinkoviti za zatiranje sovk. Pripravke na podlagi aktivne snovi toksina bakterije *B. thuringiensis* lahko uporabljamo tudi pri okrasnih rastlinah v primeru napada gosenic, neučinkoviti pa so proti sovkam (Fito-info, 2015).

Toksin bakterije *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* (Berliner) se uporablja za zatiranje gosenic na rastlinah. Ko bakterija prodre v gosenico, ji uniči prebavni trakt, saj v njej sprosti endotoksin. Endotoksin raztaplja stene črevesja in tako uniči celice. Zaradi lukenj v črevesju v kri prehajajo prebavni sokovi, ki povzročajo okužbo in žuželka pogine. Bakterija *Bacillus thuringiensis* var. *tenebrionis* je toksična za koloradskega hrošča. Toksin v okuženih celicah ustvarja pore, kar pa vodi do osmotskega neravnovesja in nabrekanja le-teh. Okužene ličinke se ne morejo hraniti in kmalu nastopi njihova smrt (Hofte in Whiteley, 1989).

2.3.6 Okoljsko sprejemljivi načini zatiranja

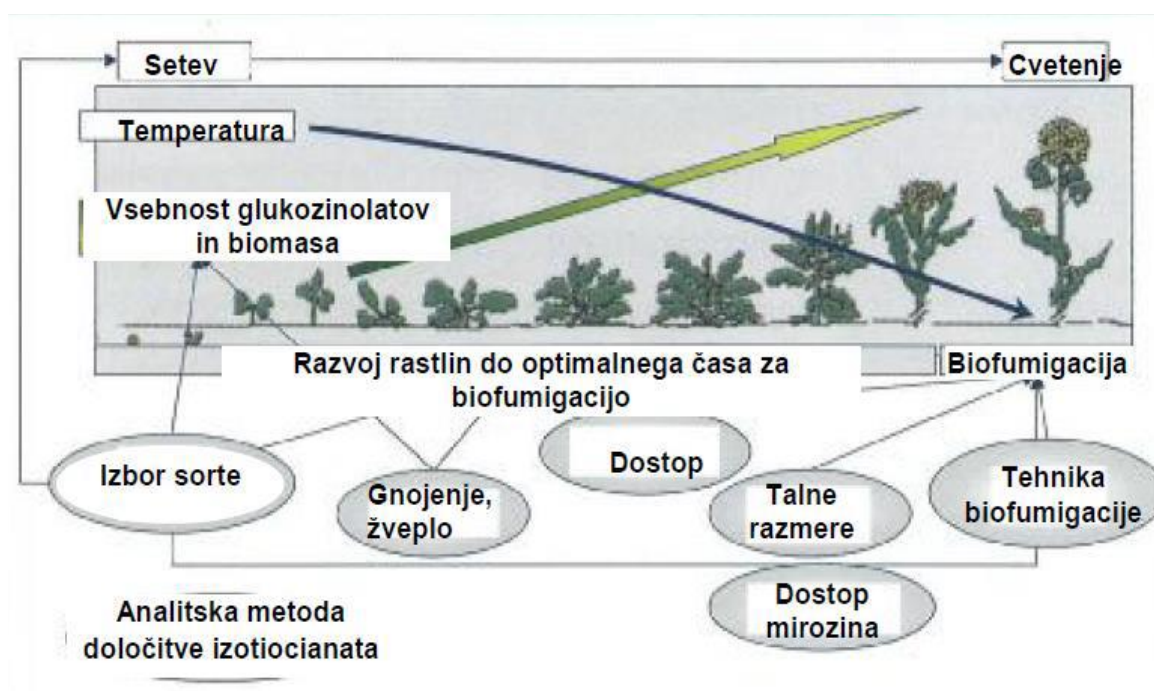
2.3.6.1 Biofumigacija

Biofumigacija je način varstva rastlin, pri katerem se za zatiranje talnih škodljivcev uporabljajo hlapljive kemične snovi (alelokemikalije), ki se izločajo zaradi razgradnje predhodno sejanih rastlin. Pri razpadanju zaoranih podzemnih in nadzemnih delov rastlin iz družine križnic (Brassicae) se začnejo sproščati sekundarne snovi. Izbrane vrste križnice tvorijo glukozinolate, najbolj učinkovite so tiste z visoko vsebnostjo le-teh. Največ glukozinolatov (9) vsebuje zelje, bela gorjušica (5), oljna redkev (4) in krmna ogrščica (3). Iz glukozinolatov nastanejo nove spojine npr. izotiocianati. Z uporabo biofumigacije zmanjšujemo uporabo insekticidov, saj lahko uspešno zmanjšamo pojav nekaterih talnih škodljivcev in povzročiteljev bolezni. Na uspešnost zatiranja vplivajo naravni dejavniki kot so temperatura in tekstura tal ter vlaga (Vidrih in sod., 2011).



Slika 7: Peleti križnic (foto: J. Rupnik)

Križnice, ki se največ uporabljajo za raziskovanje biofumigacije so: rjava gorjušica (*Brassica juncea*), bela gorjušica (*Sinapis alba*), njivska gorjušica (*Sinapis arvensis*), krmna ogrščica (*Brassica napus* var. *napus* f. *biennis*), redkev (*Raphanus sativus*), oljna redkev (*Raphanus sativus* var. *oleiferus*) in ostale. Njihove nadzemne dele zmulčimo in zaorjemo v tla. Za zatiranje določenih vrst strun uporabimo samo semena, ki jih zmeljemo v moko (pelete) in nato potrosimo po zemljišču (Furlan in sod., 2010, cit. po Vidrih, 2011). Furlan in sod. (2010) navajajo, da je biofumigantna moka učinkovitejša kot sveže zaorane rastline. Sukovata in sod. (2015) navajajo, da se je v njihovem poskusu zelo dobro izkazala rjava gorjušica na biofumigacijsko zatiranje ogrcev *M. melolontha*. Količina *B. juncea* mora zadostovati za zadostno količino glukozinolatov v koncentraciji.



Slika 8: Dejavniki, ki vplivajo na razvoj križnic, ki jih želimo uporabiti v postopku biofumigacije (Vidrih in sod., 2011)

2.3.6.2 Apnjenje tal

Apnjenje tal izvajamo, če so pH vrednosti prenizke. Vzdrževanje apna v tleh je potrebno tudi pri optimalnih pH vrednostih (travniki od 5,5 do 6,0; njive od 5,5 do 7,5). Apno se iz tal izgublja z izpiranjem, erozijami, zaradi potrebe pridelkov in uporabe fizioloških kislih gnojil (Bäckman in sod., 2003). Tla maramo apniti zaradi vsebnosti kalcija. Kalcij uravnava reakcijo tal, ki ni enaka za vse tipe tal in je pomembno hranilo za rastline. Tla bogata z apnom so zelo zračna in dlje časa zadržujejo vlago. Z apnenjem ne smemo pretiravati. Zanj se odločimo na podlagi analize, ki jo naredimo najmanj vsakih pet let. Rezultati nam povedo kakšen tip tal imamo, kakšna je morebitna zakisanost tal, katero apneno gnojilo bomo uporabili. Čas apnenja ni pomemben, najboljši pa je apniti po spravilu pridelkov (poleti ali jeseni). Na travnikih izvajamo ukrep zgodaj spomladi ali pozno jeseni (Bäckman in sod., 2003).

V Sloveniji so na voljo različne ponudbe apnenih gnojil. Gledati moramo predvsem na vsebnost apna (% CaO). Žgano apno - CaO vsebuje največ apna (okoli 90 %) in je zelo agresivno, zato moramo biti previdni pri njegovi uporabi. Agresivno se odzove tudi na žive organizme v tleh. Hidrirano oz. gašeno apno vsebuje 70 % CaO in je manj agresivno kot žgano apno. Apnenec (CaCO_3) vsebuje okoli 50 % apna in je najbolj razširjeno apneno gnojilo. Drobnejša granulacija ima hitrejše delovanje. Z njim lahko gnojimo kadarkoli. Dolomit - $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ vsebuje poleg 30 % CaO tudi magnezij (Voglar in Leštan, 2010).

Apno lahko uporabimo tudi kot naravni insekticid in fungicid, ki dokazano dobro vpliva na rastline in njene pridelke. Žvepleno apnena brozga (ŽAB) se uporablja za zaščito sadnega drevja pred glivičnimi boleznimi in na zelenjadnicah za zatiranje plesni. Žveplo ima že sam po sebi anti-glivične lastnosti. V kombinaciji z apnom pa dosežeta, da zatreta in uničita glive, žuželke in pršice, ki so se že naselile. Če se ga uporablja v prevelikih odmerkih in količinah poškoduje rastlino. Hidrirano apno imenujemo tudi kalcijev hidroksid. To snov enostavno zmešamo z vodo in poškropimo po rastlinah in deluje kot pesticid. Pripravek odvraca listne uši, kapusovega bolhača, koloradskega hrošča, stenice in druge škodljive žuželke. Če ga uporabimo direktno na listju ali koreninah povzroča ožig rastline. Bordojska brozga je fungicid sestavljen iz bakrovega sulfata (modre galice), apna in vode. Uporablja se v vinogradništvu, sadjarstvu in vrtnarstvu za zatiranje bolezni. Kmetijsko apno je neagresiven pesticid, ki ga lahko nanese neposredno na listje rastline in ne povzroča ožiga (Washington in sod., 1998).



Slika 9: Hidrirano apno (foto: J. Rupnik)

2.3.6.3 Lesni pepel

Uporabno vrednost lesnega pepela so poznali že stari Rimljani, zato mu z lahkoto pravimo najstarejše gnojilo (Benec, 2010). Lesni pepel vsebuje velike količine kalija. Vsebnost kalija v tleh se izraža na kakovosti cvetov, plodov, listih in na količini pridelka. Poleg kalija so v pepelu prisotni tudi drugi elementi (npr. kalcij in fosfor). Ne vsebuje dušika, saj med gorenjem izgine. Vsebnost elementov je odvisna od vrste lesa. Več hranil in mineralov vsebuje pepel trdega lesa (bukev, hrast, gaber, javor, jesen), manj pa pepel mehkega (iglavci, lipa, breza, kostanj). Paziti moramo, da je pepel ki ga uporabimo iz čistega naravnega lesa in ne vsebuje kakšnih dodanih stvari (lak za les, časopisni papir, kartonaste škatle, premog). Ti materiali lahko vsebujejo škodljive snovi, ki niso primerne za okolje in bodo škodovala vrtu (Scott ..., 2010). Iz drevesnega lubja dobimo kar desetkrat večji delež pepela kot iz lesa (Kadunc, 1989).

Pepel lahko uporabimo za gnojenje vrtnin, sadnega drevja, trate in okrasnih rastlin. Pepel enostavno potresemo po zemlji okoli rastlin ali po rastlinah. Najbolj ga bodo vesele kapusnice, korenovke in krompir. Pepel učinkovito deluje proti talnim škodljivcem. Z njim uspešno odganjamo listne uši, kapusove beline in polže (Boiteau in sod., 2012). Učinkovit je tudi pri zatiranju hroščev in ličink. Zatira njihov razvoj in željo po hranjenju, povzroča pa tudi poškodbe žuželkine povrhnjice in posledično povzroči njeno izsušitev (Boiteau in sod., 2012; Trdan in Bohinc, 2013). Posip pepela proti škodljivcem moramo izvesti ob lepem vremenu, saj se ob stiku z vodo izperejo vse soli. Najboljše je predhodno kompostiranje, saj pospeši razkroj organskih odpadkov. V kompost ga dodamo kot vmesno plast. Pepela ne dodajamo na hlevski gnoj. Lesni pepel v stiku z vodo proizvede lug in sol, kar v manjših količinah ne povzroča nevšečnosti, pri večjih količinah se lahko pojavijo ožigi na delih rastline (Boiteau in sod., 2012).

Lesni pepel je uporaben za zmanjševanje kislosti v tleh oz. povečevanje pH. Ima podoben učinek kot apno. Za povečanje bazičnosti tal se lesnega pepela na isti površini potrebuje dvakrat toliko kakor apna, vendar bo pronical v tla z isto hitrostjo. Pred uporabo pepela v tleh je priporočljivo narediti test pH tal, saj nad vrednostjo pH 7 pepela ne potrebujemo. Pepela se ne sme uporabljati okoli rastlin, ki imajo rade kislila tla (azaleje, rododendron, gardenije, borovnice in druge) (Damrosch in Higgins ..., 2012).



Slika 10: Lesni pepel (foto: J. Rupnik)

3 MATERIALI IN METODE

3.1 NABIRANJE OGRCEV

Ogrce smo nabirali na različnih lokacijah po Sloveniji v različnih časovnih terminih. Ogrce smo nabirali na travnikih Črnega Vrha nad Idrijo in na Malem Jelniku nad Blagovico. Prvo nabiranje smo izvedli 28.5.2014 na Črnem Vrhu nad Idrijo. Z lopato smo izkopali jamo v velikosti 50 x 50 cm in v globino 20 cm. Skopano zemljo smo dali na posebno platno in z rokami razdrobili kupe zemlje. Najdene ogrce smo dali v posodo z zemljo in preluknjanim pokrovom (zaradi dostopnosti zraka). Nabrali smo 50 ogrcev. Vsa naslednja nabiranja so potekala z isto metodo. Nabiranje smo nadaljevali 30.6.2014 (Črni Vrh nad Idrijo) nabrali smo 30 ogrcev. 14.8.2014 (Mali Jelnik, Blagovica) 20 ogrcev, 2.4.2015 (Mali Jelnik, Blagovica) pa vsega skupaj 100 ogrcev. Z nabranimi ogrci smo nastavili poskusne posode z izbranim varstvenim načinom še isti dan. Nabrani ogrci so po morfološki identifikaciji (Laznik in sod., 2015) pripadali različnim vrstam hroščev iz družine pahljačnikov: poljski majski hrošč, junijski hrošč, gozdni majski hrošč, julijski hrošč, vrtni hrošč in zlata minica.



Slika 11: Nabiranje ogrcev na Črnem Vrhu nad Idrijo (foto: J. Rupnik)

3.2 PRIPRAVA POSKUSNIH POSOD

V lončni poskus na prostem smo vključili različna obravnavanja: (1) pelete križnic (Biofence, Triumph Italia) (2) hidrirano apno (Cl 90-S; IMG Zagorje d.o.o.; Zagorje ob Savi, Slovenija), (3) lesni pepel (iz bukovih drv) in kontrolno obravnavanje. Vsako obravnavanje je bilo ponovljeno petkrat. V vsaki plastični poskusni posodi (20 x 30 x 6 cm) so bili ogrci (10) različnih vrst in razvojnih stadijev. S tem smo se želeli čim bolj približati razmeram, ki veljajo tudi v naravi, kjer prihaja tako do populacijske, kot tudi do stadijske heterogenosti. Pelete križnic, hidriranega apna in lesnega pepela smo uporabili v koncentraciji 14 g/posodo. Poskusno posodo smo pripravili tako, da smo na dno najprej natresli malo zemlje, vanjo položili 10 ogrcev in jih potresli s 14 g preučevane snovi. Nato smo ogrce pokrili z zemljo in travno rušo v velikosti posode. Tako pripravljeno poskusno posodo smo zalili z zalivalko. Kontrolno obravnavanje je vsebovalo le posode (5) z ogrci, zemljo, ki smo jo pokrili s travno rušo in zalili z vodo. Poskusne posode smo nato položili pod nadstrešek. Vsak drugi dan smo poskusno posodo dodatno navlažili z navadno vodo (simulacija dežja). Smrtnost ogrcev v poskusnih posodah smo vrednotili peti in deseti dan po nastavitvi poskusa. Tedaj smo vsebino poskusne posode stresli na platno in prešteli žive in mrtve ogrce v poskusni enoti. Mrtvih ogrcev nismo vračali nazaj v posodo oz. jih menjali z novimi, živimi ogrci. Poskus na prostem je potekal v Ljubljani (Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, ob stavbi strojna lopa) in na Malem Jelniku (ob stanovanjskem objektu). Travno rušo s katero smo pokrili poskusno posodo smo izrezali s pomočjo lopate na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani in na travniku blizu vasi Mali Jelnik.

3.3 STATISTIČNA OBDELAVA

Podatke smo analizirali s pomočjo programa MS Office Excel 2007. Za vsako obravnavanje posebej smo izračunali povprečno vrednost mrtvih ogrcev. Število mrtvih ogrcev v obravnavanju (v petih ponovitvah) smo delili s številom 50 (toliko je bilo živih ogrcev v posameznem obravnavanju na začetku poskusa). Izračunano vrednost smo nato pomnožili s 100, da smo dobili vrednost izraženo v odstotku (%). Podatke smo ločili glede na obravnavanje in čas izpostavljenosti preučevanim snovem. Z vrednostmi, ki so bile izražene v odstotku, smo izdelali grafe s pomočjo programa MS Office Excel 2007.



Slika 12: Priprava poskusa s peleti križnic (foto: J. Rupnik)



Slika 13: Priprava poskusa s hidriranim apnom (foto: V. Resnik)

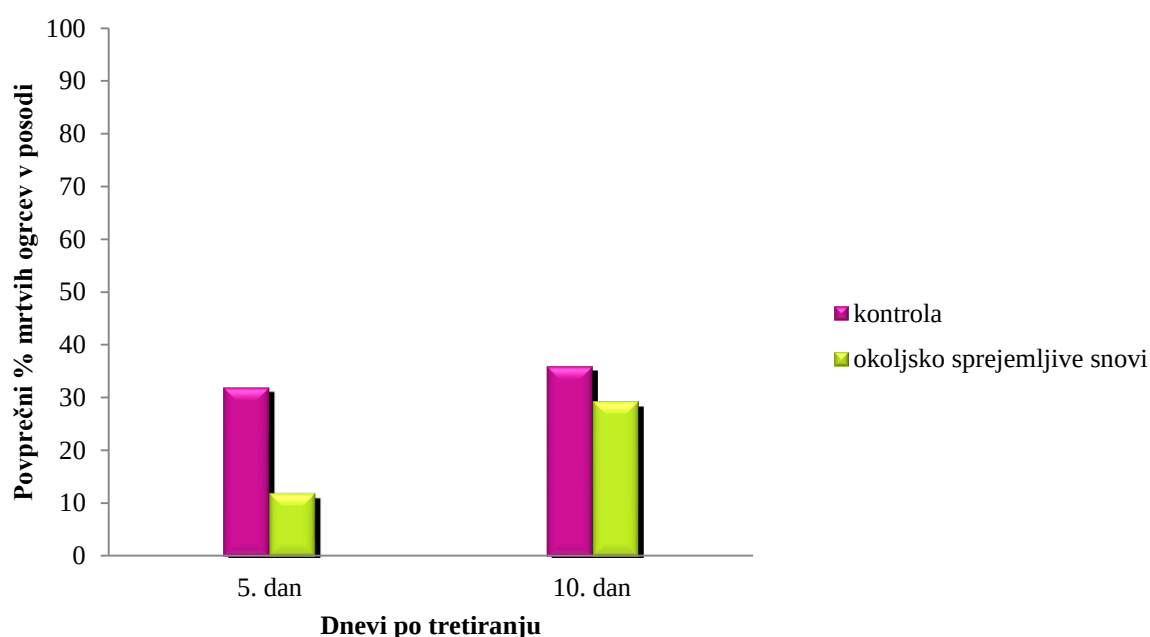


Slika 14: Priprava poskusa z lesnim pepelom (foto: V. Resnik)

4 REZULTATI

4.1 SMRTNOST OGRCEV V ODVISNOSTI OD ČASA

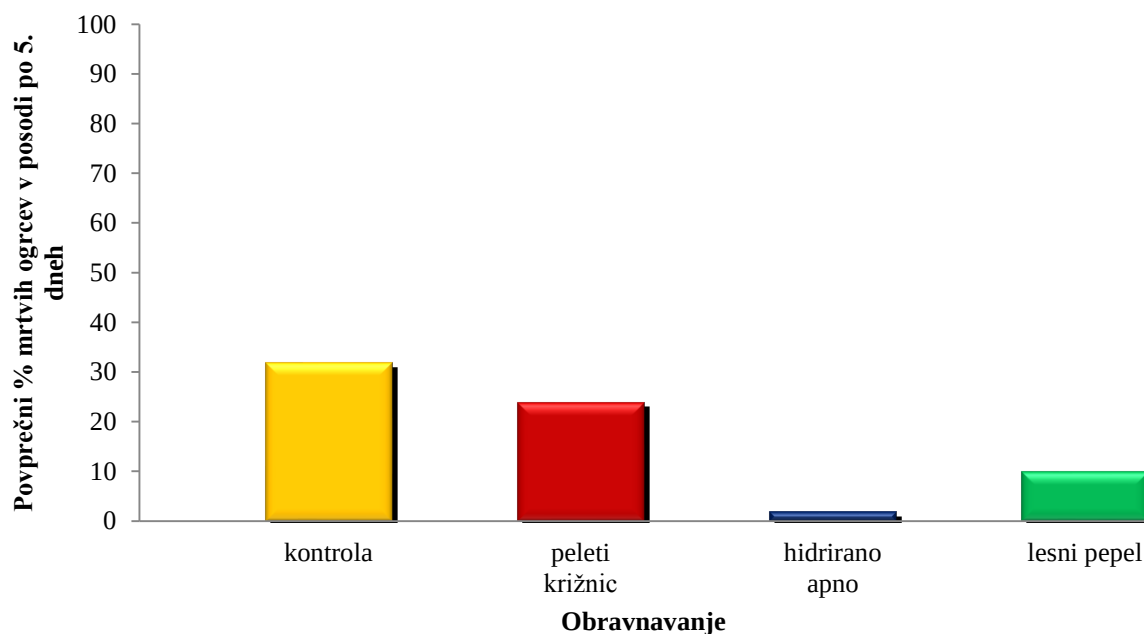
Analiza rezultatov smrtnosti ogrcev v odvisnosti od časa je prikazana na sliki 15. Razvidno je, da je bila smrtnost v kontroli večja kot z okoljsko sprejemljivimi snovmi. Smrtnost se je v razmerju s časom v obeh primerih zviševala. Smrtnost v kontroli je po petih dneh znašala 32 %, po desetih dneh pa 36 %. Okoljsko sprejemljive snovi so po petih dneh povzročile 12 % smrtnost ogrcev, po desetih dneh pa 29,3 % smrtnost. Razlika v smrtnosti med petim in desetim dnem v kontroli je skoraj neznatna (4 %), v tretiranih obravnavanjih (peleti križnic, hidrirano apno in lesni pepel) znaša kar 17,3 %.



Slika 15: Povprečen odstotek (%) mrtvih ogrcev v lončnem poskusu na prostem po petih in desetih dneh

4.2 ANALIZA REZULTATOV PO PETIH DNEH

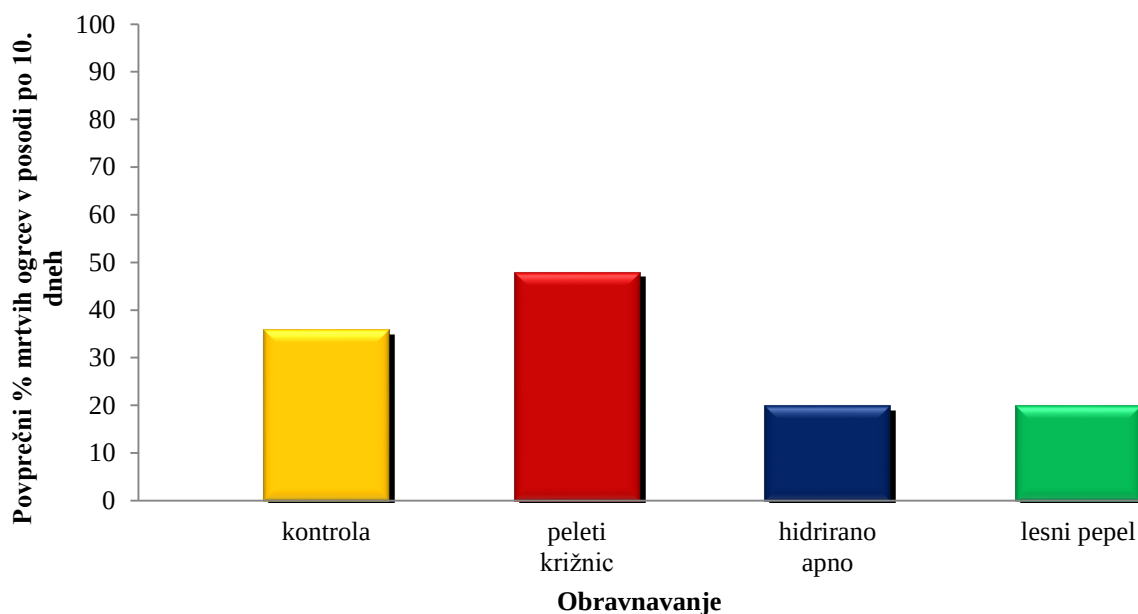
Največja smrtnost po petih dneh je bila zabeležena v kontroli (32 %). Od okoljsko sprejemljivih snovi smo največjo smrtnost ogrcev potrdili pri uporabi pelet križnic (24 %). Najslabše insekticidno delovanje je po petih dneh pokazala uporaba hidriranega apna (2 %). Ob uporabi lesnega pepela smo zmanjšali populacijo ogrcev v poskusnih posodah za 10 % (slika 16).



Slika 16: Povprečen odstotek (%) mrtvih ogrcev v lončnem poskusu na prostem po petih dneh

4.3 ANALIZA REZULTATOV PO DESETIH DNEH

Smrtnost se je po desetih dneh, v primerjavi z rezultati po petih dneh, povsod povečala. Kot najučinkovitejša snov v poskusu so se izkazali peleti križnic. Smrtnost ogrcev v omenjenem obravnavanju je znašala 48 %. Hidrirano apno in lesni pepel sta po desetih dneh dosegla enak rezultat. Njuna učinkovitost zatiranja ogrcev v nastavljenem poskusu je znašala 20 %. V kontroli je smrtnost ogrcev znašala 36 % (slika 17).



Slika 17: Povprečen odstotek (%) mrtvih ogrcev v lončnem poskusu na prostem po desetih dneh

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

5.1 RAZPRAVA

Ličinke - ogrci različnih vrst hroščev iz družine Scarabaeidae (pahljačniki) lahko ob preras množitvi povzročijo veliko gospodarsko škodo, saj se prehranjujejo s podzemnimi deli različnih rastlinskih vrst. Neposredno škodo predstavlja zmanjšanje sposobnosti trav, metuljnic in zeli za sprejem vode in hranil za svojo rast (Laznik in sod., 2012). V zadnjem desetletju so največ škode povzročili v občini Idrija in Logatec, najhuje pa je bila prizadeta Črnovrška planota. Leta 2002 so uničili 370 ha travne ruše, leta 2005 pa okoli 760 ha (Požnel, 2008). Zatiranje ogrcev je zelo težavno, četudi uporabljamo različne metode zatiranja ali kombinacije le teh. Zaradi varstva okolja ogrce trenutno ne zatiramo z nobenim kemičnim pripravkom, zato se vse bolj iščejo naravne rešitve zatiranja z okoljsko sprejemljivimi snovmi ali z uporabo različnih biotičnih agensov.

V naši raziskavi smo preučevali učinkovitost okoljsko sprejemljivih snovi za zatiranje ogrcev iz družine Scarabaeidae. Uporabili smo snovi, ki jih pridobimo iz naravnih snovi oz. rastlin in jih lahko najdemo skoraj v vsakem domu. V poskusu smo uporabili pelete križnic, hidrirano apno in lesni pepel. Peleti križnic vsebujejo glukozinolate, ki jih sproščajo rastline iz družine križnic (Brassicae) in učinkovito zatirajo strune (Vidrih, 2011). Hidrirano apno učinkuje proti zakisanosti tal in številnim škodljivim žuželkam (listne uši, koloradski hrošč, kapusovi bolhači) (Washington in sod., 1998). Lesni pepel pridobimo s sežiganjem čistega lesa in učinkuje proti zakisanosti tal ter zatira listne uši in polže (Boiteau in sod., 2012). V našem poskusu smo želeli preučiti insekticidni učinek omenjenih snovi za zatiranje ogrcev.

Rezultati naše raziskave so pokazali, da okoljsko sprejemljive snovi na smrtnost ogrcev bolj učinkujejo po desetih dneh (29,3 %), kot po petih dneh (12 %). V kontrolnem obravnavanju je bila smrtnost po petih dneh 32 %, po desetih dneh pa 36 %. V vseh okoljsko sprejemljivih obravnavanjih (peleti križnic, hidrirano apno in lesni pepel) se je kot pomemben dejavnik izkazal čas. Pri peletih križnic in lesnem pepelu smo zaznali kar 100 % povečano smrtnost po desetih dneh v primerjavi s petim dnem. Tudi v kontroli se je s časom povečala smrtnost ogrcev, vendar le za 4 %.

Po izvedenem poskusu in analizi rezultatov smo ugotovili, da so naše snovi po petih dneh delovale precej različno. S peleti križnic smo zmanjšali populacijo ogrcev za 24 %. Ob uporabi lesnega pepela se je zmanjšala populacija ogrcev v poskusu za 10 % ob uporabi hidriranega apna pa le za 2 %.

Po desetih dneh je bilo delovanje okoljsko sprejemljivih snovi boljše, kot v primerjavi s petim dnem. Tudi po desetih dneh so izmed preučevanih snovi najvišjo stopnjo umrljivosti (48 %) kazali ogrci, ki so bili tretirani s peleti križnic. Večjo učinkovitost po desetih dneh sta pokazala tudi hidrirano apno in lesni pepel (20 %). V sorodni raziskavi (Sukovata in

sod., 2015) poročajo, da so peleti iz rjave gorjušice povzročili kar 95 % smrtnost ogrcev *M. melolontha*. Rezultati naše raziskave niso primerljivi z rezultati omenjene raziskovalne skupine. Predvidevamo, da so peleti križnic, ki smo jih uporabili v našem poskusu vsebovali druge glukozinolate kot oni, ki so bili uporabljeni v raziskavi Sukovata in sod. (2015). Kolar (2014) v svojem diplomskem delu navaja relativno veliko stopnjo učinkovitosti lesnega pepela za zatiranje ličink koloradskega hrošča. Lesni pepel se v našem poskusu ni izkazal kot zelo učinkovito sredstvo. Predvidevamo, da je učinek lesnega pepela na foliarne škodljivce (listne uši, koloradski hrošč) boljši, saj pride do večje stopnje kontaktnega delovanja. Ogrci so talni organizmi. Tla na nek način ščitijo ogrce pred negativnim delovanjem lesnega pepela in hidriranega apna.

5.2 SKLEPI

Na podlagi rezultatov naše raziskave, ki smo jih pridobili s štetjem smrtnosti ogrcev peti in deseti dan po nastavitvi poskusa lahko podamo naslednje sklepe:

- (1) Najboljše rezultate v našem poskusu zatiranja ogrcev iz družine Scarabaeidae smo dobili pri uporabi peletov križnic. Po petih dneh je bila smrtnost ogrcev v poskusu 24 %, po desetih dneh pa 48 %. V primerjavi s kontrolo je bila po petih dneh smrtnost manjša, po desetih dneh pa se je zvišala za 12 %.
- (2) Najslabše rezultate smo dobili pri uporabi hidriranega apna in lesnega pepela. Obe preučevani snovi sta zmanjšali populacijo ogrcev v poskusu za 20 %.
- (3) Učinkovitost delovanja okoljsko sprejemljivih snovi se povečuje s časom izpostavitve ogrcev tem snovem. Po desetih dneh je bil učinek delovanja okoljsko sprejemljivih snovi 29,3 %, medtem ko je bilo njihovo delovanje po petih dneh le 12 %.
- (4) V primerjavi s kontrolo nobena izmed preučevanih okoljsko sprejemljivih snovi ne predstavlja učinkovite alternative v varstvu rastlin pred škodljivim delovanjem ogrcev v travni ruši.

6 POVZETEK

V Sloveniji poznamo več vrst talnih škodljivcev. Izmed gospodarsko pomembnejših veljajo ličinke hroščev iz družine pahljačnikov, ki jih imenujemo ogrci in ki lahko ob prerasmnožitvi naredijo veliko škode na travinju. Na območju Slovenije je bila medijsko najbolj izpostavljena problematika ogrcev na območju Črnovrške planote med leti 2002 in 2005. Ogrci vseh razvojnih stopenj (L1, L2 in L3) objedajo koreninice travne ruše in ta se posuši. Odrasli osebki ne povzročajo gospodarske škode.

V diplomski nalogi smo s poskusom ugotavljali, kako na ogrce delujejo nekatere okoljsko sprejemljive snovi. Za izvedbo poskusa smo izbrali pelete križnic (t.i. metoda biofumigacije), hidrirano apno in lesni pepel. Poskus smo izvedli v plastičnih posodah (20 x 30 x 6 cm) na prostem pod streho. Vsaka obravnavana snov je imela pet ponovitev. V poskus smo vključili tudi kontrolo. Na dno posode smo dali nekaj pesti zemlje, ogrce (10), ustrezno snov in nato vse skupaj pokrili s travno rušo. Z navadno vodo iz pipe smo zalili poskus. Smrtnost ogrcev smo preverjali peti in deseti dan po nastavitvi poskusa. Mrtve ogrce smo po petih dneh odstranili iz posode in poskus nadaljevali samo z živimi. Predvidevali smo, da bodo izbrane snovi različno vplivale na smrtnost ogrcev iz družine pahljačnikov.

Smrtnost ogrcev se je stopnjevala s časom. Po petih dneh je bila smrtnost 12 %, po desetih pa 29 %. V kontroli se je odstotek smrtnosti od petega do desetega dne povečal le za 4 % (od 32 % do 36 %). Kot najboljša alternativna možnost kemičnemu zatiranju so se izkazali peleti križnic, ki so po desetih dneh dosegli 48 % smrtnost ogrcev v poskusu. Peleti križnic, hidrirano apno in lesni pepel so kot okoljsko sprejemljive snovi, po desetih dneh skupaj dosegli 29 % uspešnost pri zatiranju ogrcev, kar je 7 % slabše kot kontrola. Če povzamemo, se nobena od preučevanih snovi v poskusu ni izkazala kot dovolj učinkovita, da bi se pri zatiranju ogrcev v travni ruši v prihodnosti osredotočili nanjo.

7 VIRI

- Bäckman J.S.K., Hermansson A., Tebbe C.C., Lindgren, P.-E. 2003. Liming induces growth of a diverse flora of ammonia-oxidising bacteria in acid spruce forest soil as determined by SSCP and DGGE. *Soil Biology & Biochemistry*, 35: 1337-1347
- Benec D. 2010. Lesni pepel je lahko odlično gnojilo za vrt. Dom- vrt in domače rastline. <http://druzina.ena.com/dom/Lesni-pepel-je-lahko-odlicno-gnojilo-za-vrt.html> (6.5.2015)
- Boiteau G., Singh R.P., McCarthy P.C., MacKinley P.D. 2012. Wood ash potential for Colorado potato beetle control. *American Journal of Potato Research*, 89: 129-135
- Bugg R. L., Pickett C. H. 1998. Introduction: Enhancing Biological Control – Habitat Management to Promote Natural Enemies of Agricultural Pests. V: Enhancing biological control: habitat management to promote natural enemies of agricultural pests. Pickett C. H., Bugg R. L. (eds.). USA, University of California Press: 1-23
- Curry J.P. 1994. Grassland Invertebrates. Ecology, influence on soil fertility and effects on plant growth. 1st edition. London, Chapman & Hall: 437 str.
- Damrosch B., Higgins A. 2012. The benefits of wood ash in the garden. *The Washington Post*. http://www.washingtonpost.com/lifestyle/home-garden/the-benefits-of-wood-ash-in-the-garden/2012/03/18/gIQAVBSEgS_story.html (6.5.2015)
- DeBach P. 1964. Biological control of insect pests and weeds. (ed.). New York, Reinhold Publishing Corporation: 844 str.
- FITO-INFO. 2015. Slovenski informacijski sistem za zdravstveno varstvo rastlin. <http://www.fito-info.si> (6.5.2015)
- Furlan, L., Bonetto, C., Finotto, A., Lazzeri, L., Malaguti, L., Patalano, G. Parker, W. 2010. The efficacy of biofumigant meals and plants to control wireworm population. *Industrial Crops and Products*, 31: 245-254
- Gaugler R. 2002. Entomopathogenic nematology. New Jersey, CABI Publishing: 373 str.
- Gril T. 2006. Možnosti zatiranja ogrcev poljskega majskega hrošča (*Melolontha melolontha* L., Coleoptera, Scarabaeidae) z entomopatogeno glivo *Beauveria brongniartii* (Sacc.) Petch. Seminarska naloga. Ljubljana, oktober 2006: 7 str.

- Häni F. J., Boller E.F., Keller S. 1998. Natural Regulation at the Farm Level. V: Enhancing biological control: habitat management to promote natural enemies of agricultural pests. Pickett C.H., Bugg R.L. (eds.). USA, University of California Press: 161-210
- Hofte H., Whiteley H.R. 1989. Insecticidal crystal proteins of *Bacillus thuringiensis*. Microbiological Reviews, 53: 242-255
- Jackson T. A., Klein M. G. 2006. Scarabs as pests: A continuing problem. Coleopterists Bulletin, 60: 102-119
- Kadunc V., Zupan M., Lobnik F. 1989. Možnost aplikacije lesnega pepela na kmetijska zemljišča. Zbornik Biotehniške fakultete Univ. E. K. v Ljubljani. sup. 14. str 107-115
- Kaya K.H., Koppenhöfer A.M. 1999. Biology and ecology of insectidal nematodes. V: Optimal use of insectidal nematodes in pest management. Poravarapu S. (ed). New Jersey, Bluberry Cranberry Research and Extension Center: 1-8
- Knowles B.H., Ellar D.J. 1986. Characterization and partial purification of a plasma membrane receptor for *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* lepidopteran – specific – delta – endotoxin. Journal of Cell Science, 83: 89-101
- Kolar T. 2014. Primerjava učinkovitosti dveh alternativnih načinov zatiranja koloradskega hrošča (*Leptinotarsa decemlineata* [Say]) na krompirju (*Solanum tuberosum* L.) v primerjavi z insekticidom tiametoksam. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta: 36 str.
- Koppenhöfer A.M., Kaya H.K. 1998. Synergism of imidacloprid and an entomopathogenic nematode: A novel approach to white grubs (Coleoptera: Scarabaeoidea) control in turfgrass. Journal Economic Entomology, 91 : 618-623
- Laznik Ž., Trdan S. 2007. Entomopatogene ogorčice- biotični agensi za zatiranje žuželk iz reda Coleoptera. Acta agriculturae Slovenica, 89, 1: 173 – 187
- Laznik Ž., Trdan S. 2011. Entomopathogenic nematodes (Nematoda: Rhabditida) in Slovenia: from tabula rasa to implementation into crop production systems. V: Insecticides – advances in integrated pest management. Perveen, F. (ur) Rijeka, InTech: 627-656
- Laznik Ž., Trdan, S. 2013. Morfološke karakteristike ogrcev s travinja, potrebne za hitro determinacijo. V: Zbornik predavanj in referatov 11. Slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin z mednarodno udeležbo Bled, 5.-6. Marec, 2013: 320-326

- Laznik Ž., Trdan S. 2015. Failure of entomopathogens to control white grubs (Coleoptera: Scarabaeidae). *Acta Agriculturae Scandinavica -Section B Plant Soil Science*, 65: 95-108
- Laznik Ž., Trdan S., Vučajnk F., Bohinc T., Vidrih M. 2014. Cruciferous plants - use as bio-fumigants in potato against wireworms. *Acta Agriculturae Scandinavica - Section B Plant Soil Science*, 64, 7: 606-614
- Laznik Ž., Vidrih M., Trdan S. 2012. Effect of different entomopathogens on white grubs (Coleoptera: Scarabaeidae) in an organic hay-producing grassland. *Archives of Biological Sciences*, 64, 4: 1235-1246
- Malovrh B. 2014. Laboratorijsko preučevanje učinkovitosti različnih biotičnih agensov za zatiranje ogrcev (Coleoptera, Scarabaeidae). Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta: 32 str
- Milevoj L. 2007. Kmetijska entomologija: splošni del. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 182 str.
- Milevoj L., Gomboc S., Bobnar A., Mikuš T., Gril T. 2005. Učinkovitost različnega števila feromonskih vab na nalet poljske pokalice (*Agriotes lineatus* L.). *Acta agriculturae Slovenica*, 85, 2: 375-384
- Poženel A. 2005. Poljski majski hrošč in možnost zatiranja. *Kmečki glas*, 62, 22:5
- Poženel A. 2008. Program izvedbe zatiranja Poljskega majskega hrošča v občini Idrija in Logatec v letih 2007, 2008 in 2009. KGZ Nova Gorica
http://web.bf.uni-lj.si/katedre/drustvo/Pozenel_DTS08.pdf(6.5.2015)
- Poženel A., Knapič V., Perme S. 2005. Zatiranje poljskega majskega hrošča (*Melolontha melolontha* L.) v občini Idrija. Sanacijski program. Ljubljana: 32 str.
- Poženel A., Rot M. 2006. A great increase of population of Common Cockchafer (*Melolontha melolontha* L.) in Idrija region in Slovenia. V: IOBC meeting. Auer/Ora, 16.-18. oktober 2006 (IOBC WPRS Bulletin, 30, 7): 109-114
- Ruther J., Reinecke A., Tolasch T., Hilker M. 2001. Make love not war: a common arthropod defence compound as sex pheromone in the forest cockchafer *Melolontha hippocastani*. *Oecologia*, 128: 44-47
- Ruther J., Reinecke A., Tolasch T., Hilker M. 2002. Phenol – Another Cockchafer Attractant Shared by *Melolontha hippocastani* Fabr. and *M. melolontha* L. *Zeitschrift für Naturforschung*, 57: 910-913

- Scott J. 2010. Wood ashes can benefit gardens and lawns. Oregon State University Extension Service.
<http://extension.oregonstate.edu/gardening/node/1022> (10.5.2015)
- Sket B., Gogala M., Kuštor V. 2003. Živalstvo Slovenije. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije: 664 str.
- Sukovata L., Jaworski T., Kolk A. 2015. Efficacy of *Brassica juncea* granulated seed meal against *Melolontha* grubs. Forest Research Institute. Industrial Crops and Products, 70: 260-265
- Škerbot I., Vidrih M., Trdan S. 2013. Hrošči iz družin pahljačnikov (Scarabaeidae) in lepljencev (Chrysomelidae) – vse pomembnejši škodljivci travinja na območju Savinjske in Koroške statistične regije. V: Zbornik predavanj in referatov 11. slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin z mednarodno udeležbo, Bled, 5.-6. marec 2013. Trdan S., Maček J. (ur). Ljubljana, Društvo za varstvo rastlin Slovenije: 303-308
- Švestka M. 2006. Distribution of tribes of cockchafer of genus *Melolontha* in forests of the Czech Republic and the dependence of their swarming on temperature. Journal of Forest Science, 52: 520-530
- Trdan S., Bohinc T. 2013. Preučevanje insekticidne učinkovitosti samostojne in kombinirane uporabe različnih naravnih snovi pri zatiranju črnega žitnega žužka (*Sitophilus granarius* [L.]). V: Zbornik predavanj in referatov 11. Slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin z mednarodno udeležbo. Bled, 5.-6. marec 2013: 160-167
- Uredba o izvedbi ukrepov za preprečevanje širjenja in zatiranje množičnega izbruha poljskega majskega hrošča, Ur.l.RS št.71-3884/07
- Valič N., Milevoj L. 2004. Poljski majski hrošč (*Melolontha melolontha* L.). Kmetovalec, strokovna kmetijska revija 72, 10: 6-9
- Vidrih M., Laznik Ž., Rupnik J., Vučajnk F., Bohinc T., Trdan S. 2011. Biofumigacija kot način zatiranja talnih škodljivih žuželk. V: Zbornik predavanj in referatov 10. slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin z mednarodno udeležbo Podčetrtek, 1-2. marec 2011: 327-331
- Voglar G.E., Leštan D. 2010. Solidification/stabilisation of metals contaminated industrial soil from former Zn smelter in Celje, Slovenia, using cement as a hydraulic binder. Journal of Hazardous Materials, 178: 926-933

Vrabl S. 1992. Škodljivci poljščin. Ljubljana, ČZP Kmečki glas: 142 str.

Vrabl S. 1999. Posebna entomologija: škodljivci in koristne vrste na sadnem drevju in vinski trti. Maribor, Fakulteta za kmetijstvo: 172 str.

Washington W.S., Villalta O., Appleby M. 1998. Control of pear scab with hydrated lime alone or in schedules with other fungicide sprays. Crop Protection, 17: 569-580

Žepič M. 2012. Spremljanje rojenja poljskega majskega hrošča (*Melolontha melolontha* L.) s svetlobno vabo na Črnovrški planoti v povezavi z vremenskimi dejavniki. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta: 29 str.

ZAHVALA

Zahvaljujem se svojemu mentorju doc.dr. Žigu LAZNIKU za vse njegove napotke, trud, pomoč pri poskusu in izdelavi diplomske naloge ter čas, ki si ga je vzel zame. Hvala tudi Jaku RUPNIKU za njegov slikovni material in pomoč pri nastavitvi poskusa.

Zahvaljujem se tudi svoji družini in prijateljem, ki so me tekom celotnega študija podpirali in mi stali ob strani, ko sem jih najbolj potrebovala. Hvala tudi za vso potrpežljivost, ki ste mi jo namenili med izdelavo diplomske naloge.

PRILOGA A

Smrtnost ogrcev iz družine pahljačnikov (Scarabaeidae), izpostavljenih različnim snovem po petih dneh.

obravnavanje	ponovitev	število mrtvih	povprečje (%)
peleti križnic	1	3	24 %
peleti križnic	2	1	
peleti križnic	3	5	
peleti križnic	4	2	
peleti križnic	5	1	
hidrirano apno	1	0	2 %
hidrirano apno	2	0	
hidrirano apno	3	0	
hidrirano apno	4	0	
hidrirano apno	5	1	
lesni pepel	1	0	10 %
lesni pepel	2	2	
lesni pepel	3	1	
lesni pepel	4	1	
lesni pepel	5	1	
kontrola	1	5	32 %
kontrola	2	2	
kontrola	3	5	
kontrola	4	2	
kontrola	5	2	

PRILOGA B

Smrtnost ogrcev iz družine pahljačnikov (Scarabaeidae), izpostavljenim različnim snovem po desetih dneh.

obravnavanje	ponovitev	število mrtvih	povprečje (%)
peleti križnic	1	5	48 %
peleti križnic	2	2	
peleti križnic	3	6	
peleti križnic	4	6	
peleti križnic	5	5	
hidrirano apno	1	2	20 %
hidrirano apno	2	1	
hidrirano apno	3	2	
hidrirano apno	4	3	
hidrirano apno	5	2	
lesni pepel	1	0	20 %
lesni pepel	2	3	
lesni pepel	3	2	
lesni pepel	4	3	
lesni pepel	5	2	
kontrola	1	5	36 %
kontrola	2	2	
kontrola	3	5	
kontrola	4	3	
kontrola	5	3	