

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Andrej CIRAR

**UČINKOVITOST TREH OKOLJSKO SPREJEMLJIVIH SUBSTANC
ZA ZATIRANJE NEREZISTENTNE POPULACIJE KOLORADSKEGA
HROŠČA (*Leptinotarsa decemlineata* [Say], Coleoptera, Chrysomelidae)**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

**EFFICACY OF THREE NATURAL SUBSTANCES AGAINST NON-
RESISTANT POPULATION OF COLORADO POTATO BEETLE
(*Leptinotarsa decemlineata* [Say], Coleoptera, Chrysomelidae)**

GRADUATION THESIS
University studies

Ljubljana, 2007

Diplomsko delo je zaključek univerzitetnega študija agronomije. Opravljeno je bilo na Katedri za entomologijo in fitopatologijo Oddelka za agronomijo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Poskus je bil opravljen v entomološkem laboratoriju Katedre za entomologijo in fitopatologijo.

Študijska komisija Oddelka za agronomijo je za mentorja diplomskega dela imenovala doc. dr. Stanislava TRDANA.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:	akad. prof. dr. Ivan KREFT Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo
Član:	doc. dr. Stanislav TRDAN Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo
Član:	viš. pred. dr. Darja KOCJAN-AČKO Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo
Član:	prof. dr. Katja VADNAL Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Datum zagovora: 9. julij 2007

Naloga je rezultat lastnega raziskovalnega dela. Podpisani se strinjam z objavo svoje naloge v polnem tekstu na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je naloga, ki sem jo oddal v elektronski obliki, identična tiskani verziji.

Andrej Cirar

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dn
DK	UDK 632.76:633.491:632.951:504.5:661.16 (043.2)
KG	koloradski hrošč / <i>Leptinotarsa decemlineata</i> / krompir / okolju prijazni insekticidi / laboratorijski poskus / učinkovitost / azadirahtin / olje oljne ogrščice / hidrirano apno
KK	AGRIS H01/H10
AV	CIRAR, Andrej
SA	TRDAN, Stanislav (mentor)
KZ	SI-1111 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo
LI	2007
IN	UČINKOVITOST TREH OKOLJSKO SPREJEMLJIVIH SUBSTANC ZA ZATIRANJE NEREZISTENTNE POPULACIJE KOLORADSKEGA HROŠČA (<i>Leptinotarsa decemlineata</i> [Say], Coleoptera, Chrysomelidae)
TD	Diplomsko delo
OP	X, 32, [5] str., 4 pregl., 12 sl., 4 pril., 33 vir.
IJ	sl
JJ	sl/en
AI	Namen naše raziskave je bil ugotoviti ali so azadirahtin, olje oljne ogrščice in hidrirano apno učinkoviti za zatiranje ličink in odraslih osebkov koloradskega hrošča (<i>Leptinotarsa decemlineata</i> [Say]). Peti dan poskusa smo za ugotovitev razlik v smrtnosti pri vseh razvojnih stadijih koloradskega hrošča (L ₁ /L ₂ , L ₃ /L ₄ in odrasli osebk) in treh temperaturah (15, 20 in 25°C) uporabili večfaktorsko analizo variance. Pri 15 in 20 °C je bilo najbolj učinkovito olje oljne ogrščice, s smrtnostjo škodljivca okrog 90 %. Pri ostalih aktivnih snoveh smrtnost koloradskega hrošča ni presegla 50 %. Če bi se potrdila učinkovitost olja oljne ogrščice tudi v poljskem poskusu, bi se povečal izbor ustreznih sredstev za zatiranje koloradskega hrošča.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dn
DC UDC 632.76:633.491:632.951:504.5:661.16 (043.2)
CX Colorado potato beetle / *Leptinotarsa decemlineata* / potato / natural insecticides / laboratory experiment / efficacy / azadirachtin / refined rape oil / slaked lime
CC AGRIS H01/H10
AU CIRAR, Andrej
AA TRDAN, Stanislav (supervisor)
PP SI-1111 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
PB University of Ljubljana, Biotechnical faculty, Department of Agronomy
PY 2007
TI EFFICACY OF THREE NATURAL SUBSTANCES AGAINST NON-RESISTANT POPULATION OF COLORADO POTATO BEETLE (*Leptinotarsa decemlineata* [Say], Coleoptera, Chrysomelidae)
DT Graduation Thesis (University studies)
NO X, 32, [5] p., 4 tab., 12 fig., 4 ann., 33 ref.
LA sl
AL sl/en

AB The aim of our research was to test the efficacy of azadirachtin, refined rape oil and slaked lime against the adults and larvae of Colorado potato beetle (*Leptinotarsa decemlineata* [Say]). Multifactor analysis of variance was performed to determine the differences in mortality of different developmental stages of the pest (L₁/L₂, L₃/L₄ and adult) at three temperatures (15, 20 and 25 °C) on the fifth day after the application. At 15 and 20 °C the most effective substance was refined rape oil (mortality rate about 90 %). Other substances tested were less effective and their efficacy did not exceed 50 %. In the case that the efficacy of refined rape oil will be also confirmed in the field trials, the range of suitable insecticides for controlling Colorado potato beetle will be larger.

KAZALO VSEBINE

	str.
KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA.....	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO VSEBINE.....	V
KAZALO PREGLEDNIC.....	VII
KAZALO SLIK.....	VIII
KAZALO PRILOG	IX
SEZNAM OKRAJŠAV	X
1 UVOD	1
1.1 POVOD ZA DELO	1
1.2 DELOVNA HIPOTEZA	1
1.3 CILJI RAZISKAVE	1
2 PREGLED OBJAV	2
2.1 KOLORADSKI HROŠČ (<i>Leptinotarsa decemlineata</i> [Say]).....	2
2.2 ZATIRANJE.....	6
2.2.1 Sintetični insekticidi	6
2.2.1.1 Organski fosforjevi estri	7
2.2.1.2 Piretroidi	8
2.2.1.3 Derivati benzoil sečnine	9
2.2.1.4 Neonikotinoidi	10
2.2.1.5 Piretrini	11
2.2.1.6 Azadirachtin	11
2.2.2 Olja.....	12
2.2.3 Spinosad.....	13
2.2.4 <i>Bacillus thuringiensis</i>	13
2.2.5 Apno.....	14
2.2.5.1 Žgano apno	15
2.2.5.2 Gašeno apno	15
2.2.6 Odpornost na insekticide	15
2.3 KROMPIR.....	16
3 MATERIAL IN METODE	19
3.1 ZASNOVA POSKUSA.....	19
3.2 POTEK POSKUSA	19
3.3 STATISTIČNA ANALIZA IN GRAFIČNA PREDSTAVITEV REZULTATOV	21
4 REZULTATI.....	22
4.1 ANALIZA REZULTATOV	22
4.1.1 Analiza rezultatov smrtnosti škodljivca pri 15°C.....	22
4.1.2 Analiza rezultatov smrtnosti škodljivca pri 20°C.....	23
4.1.3 Analiza rezultatov smrtnosti škodljivca pri 25°C.....	24

5	RAZPRAVA IN SKLEPI.....	26
5.1	RAZPRAVA.....	26
5.2	SKLEPI.....	28
6	POVZETEK.....	28
7	VIRI	30
	ZAHVALA	
	PRILOGE	

KAZALO PREGLEDNIC

	str.
Preglednica 1: Registrirani organski fosforjevi estri v Sloveniji za zatiranje koloradskega hrošča (Fito-info, 2007; Tehnološka..., 2007).	8
Preglednica 2: Registrirani piretroidi v Sloveniji za zatiranje koloradskega hrošča (Fito-info, 2007; Tehnološka..., 2007).....	9
Preglednica 3: Registrirani derivati benzoil sečnine v Sloveniji za zatiranje koloradskega hrošča (Fito-info, 2007; Tehnološka..., 2007).	10
Preglednica 4: Registrirani neonikotinoidi v Sloveniji za zatiranje koloradskega hrošča (Fito-info, 2007; Tehnološka..., 2007).	11

KAZALO SLIK

	str.
Slika 1: Prikaz razširjenosti koloradskega hrošča (<i>Leptinotarsa decemlineata</i> [Say]) po svetu (Geographical distribution, 2006).	3
Slika 2: Slika odraslega osebka koloradskega hrošča na listu krompirja (foto: S. Trdan). ...	4
Slika 3: Slika ličinke koloradskega hrošča na listu krompirja (foto: S. Trdan).	4
Slika 4: Slika jajčnega legla koloradskega hrošča na listu krompirja (foto: S. Trdan).	5
Slika 5: Drevo neem (<i>Azadirachta indica</i>) (Lucantoni, 2004).	12
Slika 6: Slika njive s krompirjem (foto: A. Cirar).	17
Slika 7: Zgradba krompirjeve rastline (Van der Zaag, 1992).	18
Slika 8: Shema zasnove poskusa (tudi za L ₃ /L ₄ in odrasle osebke velja enaka postavitev poskusa).	20
Slika 9: Petrijevka z odraslimi osebki koloradskega hrošča in listi krompirja po nanosu pripravka (foto: S. Trdan).	20
Slika 10: Smrtnost (%) koloradskega hrošča (<i>Leptinotarsa decemlineata</i> [Say]) v različnih razvojnih stadijih, tretiranih s tremi okoljsko sprejemljivimi pripravki pri 15 °C.	23
Slika 11: Smrtnost (%) koloradskega hrošča (<i>Leptinotarsa decemlineata</i> [Say]) v različnih razvojnih stadijih, tretiranih s tremi okoljsko sprejemljivimi pripravki pri 20 °C.	24
Slika 12: Smrtnost (%) koloradskega hrošča (<i>Leptinotarsa decemlineata</i> [Say]) v različnih razvojnih stadijih, tretiranih s tremi okoljsko sprejemljivimi pripravki pri 25 °C.	25

KAZALO PRILOG

	str.
Priloga A: Generalna analiza variance za korigirano smrtnost 5. dan po aplikaciji.....	34
Priloga B: Analiza variance za korigirano smrtnost 5. dan po aplikaciji pri 15 °C.....	35
Priloga C: Analiza variance za korigirano smrtnost 5. dan po aplikaciji pri 20 °C	36
Priloga D: Analiza variance za korigirano smrtnost 5. dan po aplikaciji pri 25 °C	37

SEZNAM OKRAJŠAV

DDT	diklordifeniltrikloroetan
B.t.	<i>Bacillus thuringiensis</i>

1 UVOD

1.1 POVOD ZA DELO

Krompir velja pri Slovencih in drugih evropskih narodih že dobrih dvesto let za dragoceno živilo. V preteklosti je veljal za hrano ubogih, sedaj pa predstavlja v prehrani ljudi glavno sestavino jedi. Zaradi priljubljenosti v prehrani ljudi, je za pridelovalce pomembno, kakšna je kakovost in velikost pridelka. V Sloveniji smo leta 2005 krompir pridelovali na 6.307 ha, letni pridelek je znašal 144.714 ton, povprečni pridelek pa je bil 25,1 t/ha (Statistične informacije, 2006). Iz teh podatkov je razvidno, da je krompir gospodarsko pomembna poljščina, saj njive, posajene s krompirjem, predstavljajo pomemben del obdelanih zemljišč v Sloveniji. Koloradski hrošč je v Sloveniji in v večini drugih evropskih držav gospodarsko najpomembnejši škodljivec krompirja.

V Sloveniji in Evropi se vse bolj uveljavlja ekološki način pridelave živeža. Za ekološko pridelovanje je značilna uporaba okolju sprejemljivejših sredstev za zatiranje škodljivih organizmov, ki pa največkrat nimajo enake učinkovitosti kot sintetična sredstva, ki se uporabljajo pri konvencionalnem pridelovanju. Pri uporabi insekticidov so pridelovalci omejeni na sredstva, ki so navedena v Katalogu dovoljenih sredstev za ekološko kmetijstvo (Ozimič in sod., 2007). V katalogu sta navedena samo dva pripravka, ki sta namenjena za zatiranje koloradskega hrošča. Ekološki pridelovalci živeža, torej za zatiranje tako pomembnega škodljivca kot je koloradski hrošč, nimajo na izbiro veliko sredstev za njegovo zatiranje, zato je potrebno iskati nove možnosti zatiranja.

Gospodarski pomen in bionomija koloradskega hrošča sta v Sloveniji sorazmerno dobro preučena. Za zatiranje škodljivca se pri nas uporabljajo predvsem kemični insekticidi, na katere pa lahko škodljivec kmalu postane odporen. Okolju sprejemljivejše substance pri nas še niso bile preizkušane za zatiranje ličink in odraslih osebkov tega škodljivca. Omenjene snovi so lahko uporabne tudi za zatiranje rezistentnih populacij koloradskega hrošča. Zaradi pomanjkljivega znanja o učinkovitosti takšnih pripravkov, smo se odločili, da preizkusimo tri od njih; aktivno snov azadirachtin, ki je pri nas registrirana za zatiranje škodljivca in dve neregistrirani substanci, hidrirano apno in olje oljne ogrščice.

1.2 DELOVNA HIPOTEZA

Pred raziskavo smo predpostavljali, da je učinkovitost neregistriranih pripravkov primerljiva z učinkovitostjo registriranega pripravka.

1.3 CILJI RAZISKAVE

Z raziskavo smo želeli ugotoviti ali so okolju sprejemljivejše substance učinkovite za zatiranje ličink in odraslih osebkov koloradskega hrošča ter ali obstaja med predstavniki različnih razvojnih stadijev škodljivca (odrasli osebki, L_1/L_2 , L_3/L_4) razlika v dovzetnosti nanje pri različnih temperaturah (15, 20 in 25 °C).

2 PREGLED OBJAV

2.1 KOLORADSKI HROŠČ (*Leptinotarsa decemlineata* [Say])

Koloradski hrošč spada v red Coleoptera, ki je eden od najštevilčnejših redov žuželk, saj spada vanj od 100.000 do 200.000 vrst (Klots in Klots, 1972). Za primerjavo lahko navedem, da je na svetu petkrat več vrst hroščev kot vretenčarjev. To nam pove veliko o pomenu reda Coleoptera, v katerega spada tudi koloradski hrošč.

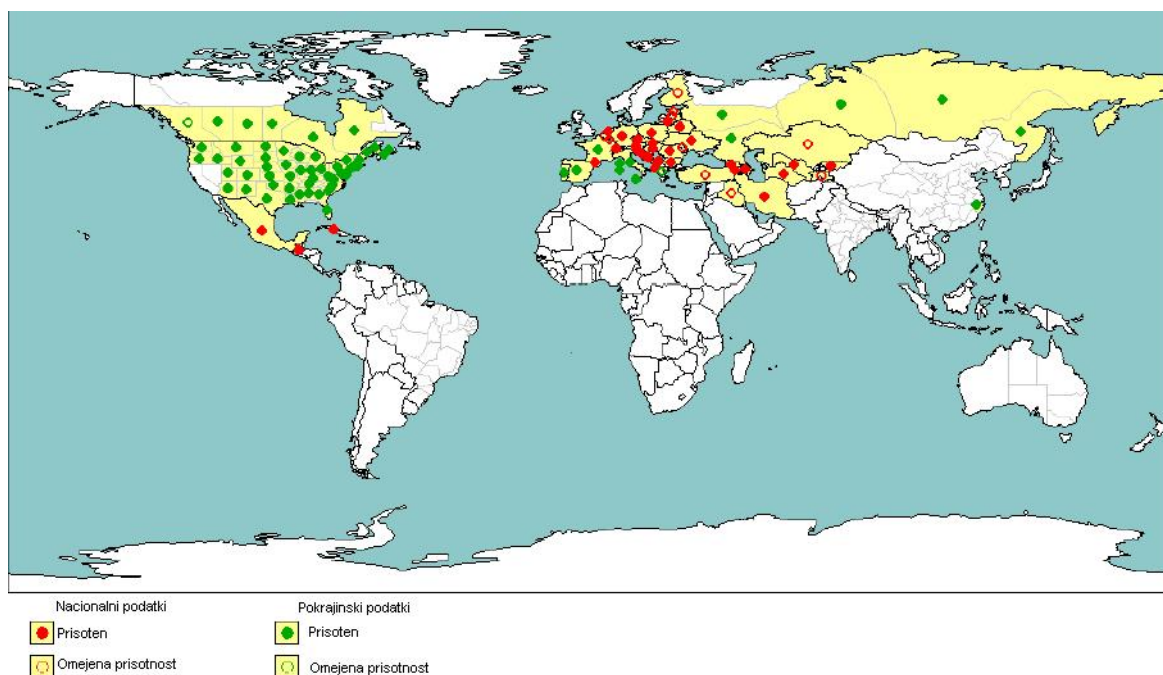
Hrošči so žuželke s popolnim razvojem, kar jim omogoča visoko stopnjo specializacije. Zaradi takšnega razvoja lahko odrasli osebki in ličinke izkoristijo najrazličnejše niše v okolju. To se kaže tudi v njihovi zgradbi. Sprednja krila imajo spremenjena v trde, težko ranljive pokrovke (helitre), ki imajo tudi trdo hitinsko ogrodje. Zadnja nežna krila in mehki zadek so tako zavarovani pred poškodbami. Veliko njihovih predstavnikov, med drugim tudi koloradski hrošč, ima sposobnost letenja. To jim koristi pri iskanju hrane ali razmnoževanju in tako prispeva k širjenju.

Red Coleoptera se deli na dva podreda: Adephaga in Polyphaga. V podred Polyphaga uvrščamo več družin, med drugim tudi družino Chrysomelidae, ki se ji bom posvetil v nadaljevanju.

Iz družine Chrysomelidae ali lepenjcev so opisali več kot 25.000 vrst in je po številčnosti druga, takoj za rilčkarji (Curculionidae) (Klots in Klots, 1972). Največ njenih predstavnikov je zastopanih v tropskem in zmernem pasu. Tipični predstavnik poddružine Chrysomelina je koloradski hrošč. Za njih velja, da so polkroglasti in bolj ali manj živih barv.

Prvotna domovina koloradskega hrošča so vzhodna pobočja Skalnega gorovja, od Kanade do Teksasa. Leta 1824 ga je opisal in poimenoval eden prvih ameriških entomologov Thomas Say. Žuželka se je tedaj prehranjevala na vrsti *Solanum rostratum* [Dunal] in ni povzročala gospodarske škode. Šele 30 let po prvem opisu, je koloradski hrošč začel pridobivati na gospodarskem pomenu, saj so prvi tamkajšnji naseljenci s seboj prinesli krompir (*Solanum tuberosum* L.). Škodljivec se je kmalu začel širiti proti vzhodu, s selitvijo iz polja na polje, je pa za seboj puščal opustošenje v nasadih krompirja. Povprečna hitrost širjenja je bila 85 milj ali 137 kilometrov na leto. Leta 1874 je hrošč dosegel obalo Atlantskega oceana (Metcalf in Flint, 1962).

V Evropo je prispel iz Severne Amerike s tovorom. Najprej se je pojavil leta 1922 v Franciji, od tam se je postopoma širil proti vzhodu in razširil po celotni Evropi, razen v Skandinaviji in Veliki Britaniji. Razširil se je tudi v Turčijo, Iran, srednjo Azijo in zahodno Kitajsko. V Sloveniji je bil prvič ugotovljen leta 1946 na Krškem polju, potem pa je leta 1950 ponovno vdrl k nam iz Italije. Podnebno ustrezna območja, ki jih še ni naselil, so vzhodna Azija, del indijskega polotoka, del Južne Amerike, Afrike in Avstralije.



Slika 1: Prikaz razširjenosti koloradskega hrošča (*Leptinotarsa decemlineata* [Say]) v svetu (Geographical distribution, 2006).

Hrošč je dolg okrog 10 mm, je jajčaste oblike, na trebušni strani sploščen, hrbtna stran pa je polkroglasto izbočena. Osnovna barva telesa je rumenooranžna, na telesu pa ima številne črne pege in črte. Med očmi in na glavi ima črno pego, na vratnem ščitcu od 7 do 12 večjih ali manjših črnih peg, od katerih sestavljata dve v sredini obliko črke V. Na pokrovcih ima hrošč 10 podolžnih črnih prog (Vrabl, 1992).

Jajčeca so oranžna, podolgovata, valjasta, dolga 1,2 mm. Navadno je v skupinah od 12 do 80 jajčec, povprečno 30. Ličinka ima mehko telo z odebeljenim in dokaj izbočenim zadkom. Barva telesa je temno rdečkasta ali oranžna in je odvisna od temperature. Pri višji temperaturi je ličinka največkrat oranžna. Ima črno glavo. Noge in ščitek sta na hrbtni strani predprsja. Na bočni strani telesa ima po dve vrsti črnih pik. Buba, ki je dolga približno 10 mm, je umazano rdeča in je v tleh do 30 cm globoko (Vrabl, 1992).



Slika 2: Odrasli osebek koloradskega hrošča na listu krompirja (foto: S. Trdan).



Slika 3: Ličinka koloradskega hrošča na listu krompirja (foto: S. Trdan).



Slika 4: Jajčno leglo koloradskega hrošča na listu krompirja (foto: S. Trdan).

Pri nas ima koloradski hrošč navadno dva rodova na leto. Hrošči prezimijo v tleh, proti koncu aprila ali v prvi polovici maja pa pridejo na površje in iščejo »letošnja« krompirišča. Kadar temperatura naraste čez 20 °C, hrošči letajo. Da bi lahko spolno dozoreli, se morajo dopolnilno hraniti. Ena samica poje vsaj 20 cm² listne površine. Intenzivnejše prehranjevanje vpliva na hitrejše odlaganje jajčec (Vrabl, 1992).

Ena samica odloži skupaj od 400 do 800 jajčec. Odlaga jih na spodnjo stran krompirjevih listov, včasih pa tudi na liste plevelov. Odlaganje jajčec traja mesec dni. Štiri do devet dni po odložitvi jajčec, hrošči poginejo. Razvoj jajčeca traja od 5 do 12 dni. Pri nas se prve ličinke pojavijo konec maja ali v začetku junija, množično pa od sredine do konca junija. Ličinka ima štiri razvojne stopnje. Ličinke prve stopnje ostanejo pogosto skupaj in se razidejo šele tik pred levitvijo. Tako razvoj prve stopnje traja 3 do 4 dni, druge 3 do 7 dni, tretje 4 do 8 dni, četrte pa 5 do 11 dni. Skupaj traja celoten razvoj ličinke od 14 do 22 dni (Maceljski, 1999).

Dorasla ličinka se zabubi v tleh približno 10 cm globoko. Za nemoten razvoj bube v tleh so ključne temperature višje od 11,5 °C oziroma vsota temperatur, ki znaša 180 °C (Maceljski, 1999). Ob ustrezni temperaturi v tleh, se čez približno 14 dni izležejo mladi hrošči, ki kmalu pridejo na površje. Celoten razvoj rodu traja od 40 do 60 dni. Hrošči poletnega rodu se navadno pojavijo od sredine junija do konca avgusta. Samice odlagajo jajčeca in tako se v avgustu razvije drugi rod ličink. Hrošči jim sledijo v septembru in oktobru. Drugi rod žuželk je manj škodljiv. Hrošči drugega rodu se potikajo po njivah, ozarrah, travnikih in vrtovih, kjer iščejo hrano. V severnejših krajih lahko odrasli osebk preživijo do 18 mesecev, kjer ob ustrezni temperaturi iščejo hrano. Kadar nimajo več krompirjevih listov, se spravijo na preostale gomolje (Vrabl, 1992).

Koloradski hrošč je tipičen oligofag. Pri nas se prehranjuje zlasti na krompirju, v manjši meri tudi na paradižniku in jajčevcu. Po podatkih iz literature hrošč napada tudi tobak, poper, navadni kristavec, črni zobnik, volčjo češnjo, petunije, zelje, navadni bodak, lučnik (Metcalf in Flint, 1962; Vrabl, 1992).

Raziskave so pokazale, da je masa listja, ki jo zaužije hrošč, odvisna od temperature. Pri 16 °C poje odrasel hrošč 259 mm² listne površine, pri 21 °C 422 mm² in pri 25 °C pa 800 mm². Ličinka prve stopnje poje dnevno 20 mm², ličinka druge stopnje 150 mm², ličinka tretje stopnje 520 mm², ličinka četrte stopnje pa 2300 mm² listne površine. Skupno poje ličinka v svojem razvoju 28 do 30 cm² listne površine. V življenju poje en koloradski hrošč 120 cm² listne površine (Maceljski, 1999).

2.2 ZATIRANJE

Hrošči so najbolj pestra skupina žuželk in so najbolj podrobno opisan red v živalski sistematiki. Skoraj 40 % vseh znanih vrst žuželk spada med hrošče. Najdemo jih lahko v vseh habitatih, razen v polarnemu območju. Lahko se hranijo z rastlinskimi deli, kot koloradski hrošč, z glivami ali pa živalskimi tekočinami. Po drugi strani so hrošči hrana za ptice in sesalce (Klots in Klots, 1972). Prav zaradi teh dejstev in njihove raznolikosti, je zelo pomembno, kako se lotimo zatiranja škodljivcev iz reda Coleoptera.

V svetu je znanih več načinov zatiranja hroščev, od najbolj uporabljenega škropljenja z insekticidi do ročnega pobiranja. Pri izbiri načina zatiranja je predvsem pomembna njegova učinkovitost in vpliv na okolje. Tako lahko s sintetičnimi sistemičnimi insekticidi dosežemo visoko smrtnost žuželk in za dolgo zavarujemo rastline, s kontaktnimi insekticidi pa kljub visoki smrtnosti ne moremo zagotoviti dolgega delovanja aktivne snovi po aplikaciji. Pri uporabi drugih načinov zatiranja, kot je pobiranje hroščev ali nastavljanje ovir med vrstami krompirja, navadno ne dosežemo zadovoljive učinkovitosti, ob tem pa so takšni načini gospodarsko neupravičeni pri intenzivni pridelavi krompirja. Zato je pomembno, da poznamo učinkovitost določenega načina zatiranja, njegovo gospodarsko upravičenost, da se lahko odločimo za ustrezno obliko zatiranja.

Zatiranje koloradskega hrošča je usmerjeno na ličinke. Prvi nanos insekticida opravimo tedaj, ko se iz jajčec izleže od 30 do 50 % ličink (Vrabl, 1992). Kritično število je preseženo, ko najdemo povprečno deset ali več ličink na grm in kadar je pred cvetenjem krompirja napadenih več kot 15 % grmov. Kadar se odlaganje jajčec in pojavljanje hroščev razvleče, je potrebno opraviti drugo škropljenje. Drugega rodu navadno ni treba zatirati. Zatiranje izvedemo, ko na grmu najdemo pet hroščev ali več kot dvajset ličink in je do konca rasti krompirja več kot tri tedne (Vrabl, 1992).

2.2.1 Sintetični insekticidi

V Sloveniji je za zatiranje koloradskega hrošča registriranih 15 insekticidov, katerih osnove so različne aktivne snovi (Fito-info, 2007). Dva izmed registriranih insekticidov sta dovoljena v ekološki pridelavi. To sta Neemazal - T/S in Spruzit prah (Ozimič in sod., 2007).

Pripravki, ki so registrirani za zatiranje koloradskega hrošča, imajo tri načine delovanja: dotikalno, želodčno in sistemsko.

Dotikalni insekticidi v žuželke ne prodirajo skozi hitinski oklep, ampak skozi intersegmentalno kožico, tipalke, podplate ali tipalne dlačice, ki sprejemajo fizikalno-kemične dražljaje. Skozi organe prodirajo samo v maščobnih kislinah topne aktivne snovi, ki se deloma topijo tudi v epikutikuli. Lipidne sestavine celic omogočajo raztapljanje, s tem pa tudi vstop aktivne snovi v notranjost (Maček in Kač, 1990).

Sistemski insekticidi delujejo tako, da se aktivna snov prenaša po ksilemu in floemu rastlin. Številne aktivne snovi se prenašajo le s transpiracijskim tokom, akropetalno. Po rastlini se snovi razdelijo z difuzijo in osmozo. Aktivno snov pa lahko rastline z metabolizmom kemično tako spremenijo, da postane neučinkovita. Molekula namreč, še preden reagira, pride na mesto učinkovanja ali pa se to zgodi na njem. Inaktiviranje je možno, če se aktivna snov veže v specifične presnovne produkte, ki so lahko transportna oblika, iz katere se sprostijo aktivna snov šele na mestu učinkovanja. Posredno delovanje aktivne snovi je tam, kjer lahko ciljni organizem sprejeto snov spremeni v aktivno. To je potrebno pri nekaterih insekticidih na podlagi organskih fosforjevih estrov. Neposredno delovanje aktivne snovi v škodljivem organizmu nastane, ko ta učinkuje na presnovne in druge procese. Tako deluje večina insekticidov, ki so živčni strupi in prizadenejo sistem za prenos dražljajev (Maček in Kač, 1990).

Delovanje aktivne snovi na škodljivi organizem je odvisno predvsem od odmerka. Odmerek je količina snovi, ki deluje v določenem časovnem obdobju in mora ustrezati pričakovanemu učinku.

2.2.1.1 Organski fosforjevi estri

Organske fosforjeve estre je odkril Schrader leta 1937. Širše so se začeli uporabljati šele po drugi svetovni vojni, v obliki dveh pripravkov, E-605 in paration. Tako se je našel nadomestek za tedanje insekticide na podlagi rastlinskih snovi, piretrine, nikotinoide in rotenone. Organski fosforjevi estri so se uveljavili, ker hitro prodrejo v rastlino. Nekateri med njimi delujejo sistemsko, drugi se hitro razgradijo in niso problematični zaradi reziduov. V organizmu zavirajo delovanje encima holinesteraze. Zaradi tega se kopiči acetilholin, ki povzroči stalno vznemirjenost organizma in posledično smrt. Za njih je značilno, da so učinkoviti na grizoče in predvsem na sesajoče žuželke in pršice. Če pride do zastrupitve s organskimi fosforjevi estri, prizadeta oseba ne sme priti v stik z njimi vsaj tri mesece, da se lahko holinesteraza v telesu povsem obnovi (Maček in Kač, 1990).

Za zatiranje koloradskega hrošča se uporabljata dve aktivni snovi: foksime s trgovskim imenom Volaton EC-500 in fosalone s trgovskim imenom Zolone liquide. Obe aktivni snovi delujeta dotikalno (Preglednica 1).

Preglednica 1: Registrirani organski fosforjevi estri v Sloveniji za zatiranje koloradskega hrošča (Fito-info, 2007; Tehnološka..., 2007).

Trgovsko ime	Aktivna snov	Delež aktivne snovi (%)	Karenca na krompirju (dni)	Odmerek	Integrirana pridelava
Volaton EC-500	foksim	50	35	2 l/ha	da
Zolone liquide	fosalon	35	14	2 - 2,5 l/ha	da

2.2.1.2 Piretroidi

So insekticidi širokega spektra delovanja. Razvili so jih v sedemdesetih letih. So živčni strupi, ki delujejo dotikalno in želodčno, tako da blokirajo natrijeve kanale v živčevju. Uporabljajo se v nizkih odmerkih, so neškodljivi za toplokrvne živali, odvrčajo čebele, so bolj obstojni na soncu kot piretrini, vendar pa zatirajo plenilce, tako da lahko povzročijo prerazmnožitev škodljivcev. Ne smemo jih mešati z bordojsko brozgo, na iste rastline jih lahko naneseemo največ dvakrat. Hitro se lahko pojavi rezistentnost, zato je potrebno paziti na menjavo aktivnih snovi. Za ribe so zelo strupeni. Niso občutljivi za kislila škropiva in za visoko temperaturo, niso obstojni v alkalnih škropivih (Maček in Kač, 1990).

Za zatiranje koloradskega hrošča so v Sloveniji registrirane tri aktivne snovi: beta-ciflutrin s trgovskim imenom Bulldock EC 25, deltametrin s trgovskima imenoma Decis 2,5 EC in Decis 6,25 EG, lambda-cihalothrin s trgovskima imenoma Karate 2,5 WG in Karate zeon 5 CS (preglednica 2). Po podatkih Dolničarja in Pajmona (1998) se je včasih v Sloveniji uporabljal tudi alfa-cipermetrin s trgovskim imenom Fastac 10% SC, vendar pa je nanj koloradski hrošč razvil odpornost (Preglednica 2).

Preglednica 2: Registrirani piretroidi v Sloveniji za zatiranje koloradskega hrošča (Fito-info, 2007; Tehnološka..., 2007).

Trgovsko ime	Aktivna snov	Delež aktivne snovi (%)	Karenca na krompirju (dni)	Odmerek	Integrirana pridelava
Bulldock EC 25	beta-ciflutrin	2,5	7	0,5 l/ha	Ne
Decis 2,5 EC	deltametrin	2,5	7	0,3 l/ha	Ne
Decis 6,25 EG	deltametrin	6,25	7	250 g/ha	Ne
Karate 2,5 WG	lambda-cihalothrin	2,5	7	200 - 250 g/ha	Ne
Karate zeon 5 CS	lambda-cihalothrin	5	7	0,15 l/ha	Ne

2.2.1.3 Derivati benzoil sečnine

So inhibitorji razvoja žuželk z insekticidnim delovanjem. Delujejo dotikalno, larvicidno in ovicidno. Inhibirajo hitinazo, s tem ovirajo tvorbo kutikule in povzročijo smrt med levitvijo ali po njej. Osebki, ki so tretirani v zadnjih stopnjah razvoja navadno ne umrejo, njihovi potomci so navadno sterilni. Koristnim žuželkam niso nevarni, strupeni so za ljudi in ribe (Preglednica 3) (Maček in Kač, 1990).

Preglednica 3: Registrirani derivati benzoil sečnine v Sloveniji za zatiranje koloradskega hrošča (Fito-info, 2007; Tehnološka..., 2007).

Trgovsko ime	Aktivna snov	Delež aktivne snovi (%)	Karenca na krompirju (dni)	Odmerek	Integrirana pridelava
Match 050 EC	lufenuron	5	21	0,3 l/ha (v razvojnem stadiju L1 do L3)	da
Nomolt SC	teflubenzuron	15	14	0,2 l/ha	da

2.2.1.4 Neonikotinoidi

Neonikotinoidi so relativno novi sistemični insekticidi. Razvili so jih na Japonskem v 80-ih letih. Kemično so podobni nikotinu - toksinu, ki ga vsebuje tobak. Podobno kot nikotin, tudi neonikotinoidi delujejo na živčni sistem. Vežejo se na nikotinske acetilholinske receptorje, oziroma jih ireverzibilno blokirajo. Povzročijo vzburjenje živčevja, s tem pa paralizirano osebnost in posledično smrt. Zaradi vezave na acetilholinske receptorje, ni navzkrižne rezistence na karbamate, organske fosforjeve estre in sintetične piretroide, kar je bil tudi povod za njihov razvoj. Pri žuželkah je afiniteta za vezavo na nikotinske acetilholinske receptorje bistveno bolj izražena kot pri sesalcih (Preglednica 4) (cit. po Milevoj, 2004).

Preglednica 4: Registrirani neonikotinoidi v Sloveniji za zatiranje koloradskega hrošča (Fito-info, 2007; Tehnološka..., 2007).

Trgovsko ime	Aktivna snov	Delež aktivne snovi (%)	Karenca na krompirju (dni)	Odmerek	Integrirana pridelava
Actara 25 WG	tiametoksam	25	14 dni	60 - 80 g/ha	Da
Calypso SC 480	tiakloprid	48	21 dni	0,1 l/ha (ali v deljeni (split) aplikaciji 0,05 L+0,05L)	Da
Mospilan 20 SP	acetamiprid	20	14 dni	100 g/ha	Da
Mospilan 20 SG	acetamiprid	20	14 dni	100 g/ha	Da

2.2.1.5 Piretrini

Aktivno snov piretrin pridobivajo iz rastline z imenom bolhač (*Chrysanthemum cinerariaefolium* Vis.). Pred odkritjem sintetičnih piretroidov so jih uporabljali za zatiranje sesajočih žuželk. V širšo uporabo se niso razširili, ker so neobstojni na sončni svetlobi, vendar pa so se začeli uporabljati v ekološki pridelavi hrane (Maček in Kač, 1990).

V Sloveniji je za zatiranje koloradskega hrošča registriran en pripravek na podlagi piretrina. To je Spruzit prah, ki deluje dotikalno. Odmerek je 2500 g/ha, karenca je en dan, delež aktivne snovi pa 0,3 % (Fito-info, 2007).

2.2.1.6 Azadirahthin

Pridobiva se iz pečk tropskega drevesa neem (*Azadirachta indica* [A. Juss.]). Učinkovina prehaja iz površja rastlin v notranjost, kjer se delno sistemsko premešča. Aktivira se nekaj ur po vstopu v rastlino. Škodljivci jo zaužijejo s sesanjem rastlinskega soka ali pa z objedanjem rastlin. Zaužiti azadirahthin zavira preobrazbo žuželk. Posledica je prenehanje prehranjevanja, po nekaj dneh pa tudi razvoja in razmnoževanja škodljivca. V odvisnosti od razvojne stopnje žuželk med tretiranjem so lahko te še dneve zatem zastopane na rastlinah, vendar ne povzročajo več gospodarske škode, niti se ne razmnožujejo. Azadirahthin ni škodljiv za večino plenilcev, ki lahko pomembno prispevajo k zmanjševanju populacije škodljivih žuželk. Je nestrupen in je ustrezen tudi za ekološko varstvo rastlin (NeemAzal - T/S, 2007).



Slika 5: Drevo neem (*Azadirachta indica*) (Lucantoni, 2004).

V Sloveniji je za zatiranje koloradskega hrošča registriran pripravek NeemAzal - T/S. Uporablja se v 0,25 % koncentraciji, škropimo približno pet dni po tem, ko najdemo v povprečju več kot 10 skupkov jajčec na 50 rastlinah. Pripravek lahko uporabljamo največ dvakrat v rastni dobi. Pripravek NeemAzal - T/S, ki nima karence, ima nevtralno reakcijo. Meša se lahko z žveplovimi in bakrovimi pripravki, pripravki na podlagi bakterije *Bacillus thuringiensis* in virusa granuloze, alginimi in presličnimi izvlečki (NeemAzal - T/S, 2007).

2.2.2 Olja

Olja delujejo na žuželke mehanično, povzročijo zadušitev. Lahko jih uporabljamo za zimska, predpomladanska in poletna škropljenja. Za zatiranje škodljivcev se uporabljajo mineralna in rastlinska olja. Rastlinska olja ustrezajo zahtevam v ekološkem kmetijstvu, zato bomo v nadaljevanju predstavili olje oljne ogrščice, ki ima insekticidni učinek na škodljivce.

Prima je naravni insekticid s širokim spektrom delovanja na podlagi ogrščičnega olja. Za boljše delovanje sredstva in oprijemljivost na rastlinah ima sredstvo dodan emulgator. Pripravek je namenjen za zatiranje listnih uši, pršic, kaparjev in drugih škodljivcev na olesenelih rastlinah med mirovanjem, predvsem na jablanah, hruškah, slivah, oljkah, figah in citrusih in na večini rastlin med rastno dobo. Pripravek, ki nima karence, deluje kontaktno, tako da škodljivca zaduši. Med mirovanjem rastlin se lahko nanaša v 3 % koncentraciji, med rastno dobo pa v 1% (Fito-info, 2007).

2.2.3 Spinosad

Spinosad je aktivna snov, ki jo pridobivajo iz metabolitov bakterije *Saccharopolyspora spinosa*, ki so jih našli v vzorcih tal iz Karibskega morja (Larson in sod., 1999). Aktivna snov deluje na škodljivce iz redov Lepidoptera, Diptera, Hymenoptera, Thysanoptera in nekaterim vrstam iz reda Coleoptera. Uporablja se za varstvo poljščin in hortikulturnih rastlin, v rastlinjakih, na igriščih za golf ter v vrtovih. Aktivna snov spinosad zagotavlja učinkovito varstvo rastlin pred škodljivci, z najmanjšim vplivom na koristne in druge neciljne organizme (Flye Sainte Marie, 2003).

Spinosad povzroči vzburjenost živčnega sistema, kar privede do nenadzorovanega krčenja mišic in posledično do paraliziranosti. Deluje na nikotinske acetilholinske receptorje. Spinosad deluje na drugem mestu kot neonikotinoidi, tako da se lahko uporablja v kolobarju z njimi. Hitro se razgradi na soncu, vendar je obstojen na listnem površju (Flye Sainte Marie, 2003).

V Sloveniji ni registriranega pripravka na podlagi spinosada za zatiranje koloradskega hrošča (Fito-info, 2007). Vendar pa tuji viri navajajo uspešno zatiranje škodljivca z njim. Igrc-Barčič in sod. (2006) navajajo, da je imel spinosad v poljskem poskusu najdaljše delovanje (10 do 20 dni) in je bolje zavaroval rastline (smrtnost škodljivca nad 90 %) od pripravkov na podlagi bakterije *Bacillus thuringiensis*, azadirahtina in naravnega piretrina.

2.2.4 *Bacillus thuringiensis*

Prvi zapisi o bakteriji segajo v leto 1901, ko je japonski bakteriolog Ishiwata izoliral rod *Bacillus* iz obolele ličinke sviloprejk (*Bombyx mori* L.). Ishiwata je spoznal, da je za patogenost bakterije odgovoren toksin, vendar pa formalno ni opisal najdenega organizma. Deset let pozneje je Berliner v Nemčiji izoliral bakterijo iz gosenic močne večje (*Anagasta kuehniella* [Zeller]). Bakterijo je natančno opisal in ji dal znanstveno ime *Bacillus thuringiensis* Berliner (Milevoj, 2007).

V letu 1916 sta Japonca Aoki in Chigasaki ugotovila, da je toksin zastopan v sporulirajočih kulturah, vendar ga ni v mladih, vegetativno razmnožujočih se celicah. Prvi komercialni pripravek so izdelali v Franciji, in sicer v laboratoriju Libec. Pred letom 1970 so *B.t.* pripravki vsebovali subspecies *thuringiensis* in pogosto termotolerantne eksotoksine, ki so bili slabo aktivni (Milevoj, 2007).

Bakterija *Bacillus thuringiensis* se razmnožuje v obolelih in odmrlih žuželkah. Bakterija oblikuje trose, pri sporulaciji se tvorijo beljakovinski kristali. Žuželkam, ki zaužijejo trose in kristale, se razkrajajo stene prebavil, s čimer je ovirana njihova presnova. Takšne žuželke se nehajo prehranjevati. Pogosto pa kaleči trosi bakterije prodrejo v telesno votlino, se tam naprej množijo in proizvajajo toksine, kar vse skupaj povzroči smrt žuželk (Milevoj, 2007).

Ločimo tri patotipe bakterije *Bacillus thuringiensis*. Patotip A deluje na določene vrste metuljev oziroma njihove gosenice in vključuje varietete *thuringiensis*, *kurstaki*, idr. Patotip B učinkuje na dvokrilce, predvsem na dolgotipalničarke in vključuje patotip *israeliensis*. Sredstvo se uporablja proti komarjem. Patotip C (subspecies), *tenebrionis*, je našel Krieg s sodelavci leta 1983 (Krieg in sod., 1984) in učinkuje na ličinke koloradskega hrošča. Kristali so sploščeni in štirikotni. Protein v kristalih je unikaten. Ta patotip ne deluje kontaktno, pač pa potem, ko ga ličinke zaužijejo prek listov, še nekaj časa ostane na njih, ne da bi se hranile, in odmrejo po 4 do 6 dneh. Sredstvo dobro učinkuje, če tretiramo mlade ličinke v prvem in drugem levitvenem stadiju. Zato je potrebno stalno pregledovati krompirišča, saj s tem pripravkom ne zatremo odraslih hroščev. V Sloveniji je bil registriran trgovski pripravek Novodor. Zahtevna uporaba in počasno delovanje je odvrčalo uporabnike, da bi segali po njem (Milevoj, 2007).

2.2.5 Apno

V kmetijstvu se apno uporablja za zviševanje pH reakcije tal, v literaturi pa nismo zasledili, da se bi uporabljalo za varstvo pred koloradskim hroščem. V starejši literaturi smo zasledili, da so v preteklosti uporabljali žgano apno za razkuževanje semena (Smith in Secoy 1976). Borgen (2004) navaja, da z razkuževanjem semena z žganim apnom uničimo 80 % spor trde (smrdljive) pšenične sneti (*Tilletia tritici* [Bjerk.] G. Winter).

Največ apna uporabljajo v gradbeništvu, kot vezivo v maltah, kjer skupaj z mineralnim agregatom po strjevanju in sušenju tvori trdno gradivo. Apno in apneno malto so uporabljali Egipčani že pred 5000 leti pri gradnji piramid in Izraelci v času kralja Salomona (Apnenec, 2007).

Apno se pridobiva iz apnenca. Apnenec je sedimentna kamnina, ki jo sestavlja pretežno kalcijev karbonat (CaCO_3) v obliki mineralov kalcita in aragonita, poleg tega pa tudi dolomit ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$).

Prvotni vir kalcita so navadno morski organizmi. Ti izločajo lupine, ki se posedajo na dno oceanov kot pelagično blato. Sekundarni kalcit je lahko naložen tudi s prezasičenimi meteornimi vodami; podtalnica obarja material iz jam in odlaga delce, zaradi česar nastajajo kapniki. Drugo obliko apnenca, oolitski apnenec, sestavljajo ooliti in ga prepoznamo po zrnatem videzu. Apnenec predstavlja okoli 10 % celotne prostornine vseh sedimentnih kamnin (Apnenec, 2007).

2.2.5.1 Žgano apno

Je po kemijski sestavi kalcijev oksid, bela, jedka, trdna, kristalna snov. Žgano apno nastane pri žganju apnenca v peči, na visoki temperaturi, tj. do 900 °C. Pri žganju na tako visoki temperaturi se iz apnenca v nepovratni kemični reakciji izloči ogljikov dioksid. Segrevanje na nižji temperaturi bi omogočalo zgolj povratno kemično reakcijo, kar bi pomenilo, da bi kalcijev karbonat reabsorbiral kalcijev dioksid iz zraka. Ta kemična reakcija, ki se uporablja za pridobivanje žganega apna, je bila ena prvih kemičnih reakcij, ki jih je odkril človek. Kot tržni proizvod žgano apno pogosto vsebuje še magnezijev oksid, silicijev oksid in manjše količine aluminijevega in železovega oksida (Predstavitev materiala..., 2001).

2.2.5.2 Gašeno apno

Kemijsko ime gašenega apna je kalcijev hidroksid; je brezbarven ali bel prašek, ki ga pridobivamo z gašenjem žganega apna z vodo. Pridobivamo ga lahko tudi z mešanjem vodne raztopine kalcijevega klorida in vodne raztopine natrijevega hidroksida (Predstavitev materiala..., 2001).

Pri delu z gašenim apnom moramo biti pazljivi, saj lahko prevelika količina kalcijevega hidroksida povzroči zdravstvene težave in resno ogrozi naše zdravje. Med težavami, ki jih lahko povzroča gašeno apno so predvsem (Azare, 2007):

- težave z dihanjem,
- težave s požiranjem,
- notranje krvavitve,
- hipotenzija (nevarno nizek krvni tlak),
- razdražene oči in nos, izguba vida,
- vzdražena koža in nekroze na koži.

2.2.6 Odpornost na insekticide

Odpornost ali rezistenca žuželk na insekticide ni neznan pojav. Ugotovili so jo v obdobju 1914–1915 pri ameriškem kaparju (*Quadraspidiotus perniciosus* Comst.), ki je postal odporen na žveplovoapneno brozgo. Pojav je postal pomembnejši, ko je DDT, najbolj znan klorirani ogljikovodik, začel izgubljati učinkovitost. Poročali so, da ni deloval na domačo muho (*Musca domestica* L.), tako da so jo morali na Švedskem leta 1947 zatirati s povečanimi odmerki in z večjim številom škropljenj. Ponekod so muhe postale popolnoma odporne na DDT. Identičen pojav so kmalu odkrili tudi pri drugih insekticidih in doslej so odpornost ugotovili že pri več kot 200 različnih vrstah škodljivcev (Maček in Kač, 1990).

Pojav rezistence je selekcijski proces. Ta se začne, če je ima neka populacija dedno določeno majhno občutljivost na uporabljeno aktivno snov. Pri večkratni uporabi aktivne snovi, se selekcijski pritisk poveča, tako da se v naslednjih rodovih začnejo kopičiti dedne zasnove za odpornost na aktivno snov (Maček in Kač, 1990). V poznejših rodovih se oblikujejo osebk, ki so vsi odporni na aktivno snov. Pri načrtovanju zatiranja moramo biti pozorni kolikokrat proti njim uporabimo isti pripravek in kolikšna je odpornost populacije škodljivih žuželk na pripravek.

Poznamo več vrst odpornosti:

- odpornost na eno aktivno snov,
- skupinsko rezistenco, kjer se pojavlja odpornost na več kemično sorodnih aktivnih snovi,
- multirezistenco, kjer se pojavlja odpornost na dve ali več različnih skupin aktivnih snovi,
- navskrižno rezistenco, kjer se pojavi odpornost na eno ali več aktivnih snovi, s katerimi škodljivec še ni prišel v stik.

Koloradski hrošč je škodljivec, pri katerem se pogosto pojavi odpornost na insekticide. V Sloveniji se pojavlja odpornost na različne aktivne snovi. Dolničar in Pajmon (1998) navajata, da sta v laboratorijskem poskusu ugotovila največjo odpornost na starejše organske fosforjeve insekticide (karbosulfan, fosalon) in karbamate (kvinalfos), ki v praksi niso bili učinkoviti. Tudi piretroidi – aktivna snov alfametrin - delujejo slabše, zlasti pa izstopa počasnost njihovega delovanja. Najbolje se je obnesel insekticid iz skupine neonikotinoidov – aktivna snov imidakloprid, ki je deloval 100 %.

2.3 KROMPIR

Krompir je kozmopolitska rastlinska vrsta, ki jo pridelujejo v približno 150 državah sveta. Z njim je posajenih približno 18,7 milijonov hektarov (Vučajnk, 2006).

Krompir (*Solanum tuberosum* L.) sodi v družino Solanaceae in rod *Solanum*, kamor uvrščamo tudi paradižnik, jajčevac, papriko, tobak in številne druge rastlinske vrste. V rod *Solanum* spada več kot 160 divjih vrst in 7 gojenih vrst krompirja z veliko sortami, ki oblikujejo gomolje (Vučajnk, 2006).

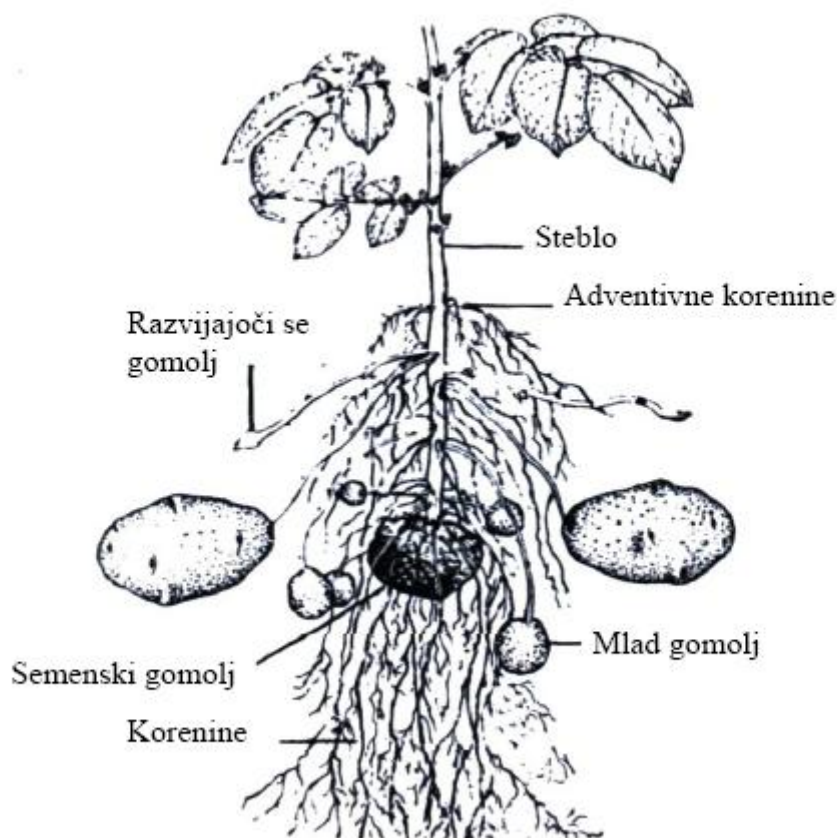


Slika 6: Slika njive s krompirjem (foto: A. Cirar).

Rastlina krompirja je sestavljena iz nadzemskega dela, gomoljev in korenin. Pri nadzemskem delu glavno steblo zraste iz matičnega gomolja, stranska stebela pa poganjajo iz listnih pazduh. Krompirjevi listi so sestavljeni iz listnega vretena, stranskih lističev in vršnega lista. Krompirjeva stebela so trikotna in votla, razen najnižjega dela, ki je okrogel in čvrst. Na vsakem stebelnem kolenu je pritrjen en list, listne reže so na zgornji in spodnji strani. Ko na steblu zraste približno 17 listov, se na vrhu oblikuje socvetje. Iz dveh listnih pazduh, ki sta najbližje socvetju, poženeta bočna poganjka. Ko na njih zraste od 5 do 8 listov, se začnejo oblikovati cvetovi. Tako se oblikujejo etaže. Krompir cveti tako, da se oblikuje socvetje. Ko odcveti, nastane zelena jagoda s semeni (Arends in Kus, 1999).

Gomolji nastanejo na temenu podzemnih stebel. Podzemna stebela ali stoloni zrastejo iz nastavkov v pazduhah podzemnega dela stebel. Podzemna stebela so deli stebel, ki rastejo vodoravno v temi in se lahko vejijo. Del gomolja, ki je povezan s stolonom, se imenuje popek, drugi del pa teme gomolja. Na gomolju so vidni zakrneli listi ali luskolisti in očesca. V očescu je glavni popek in dva stranska popka (Arends in Kus, 1999).

Stranske korenine zrastejo iz poganjkov iz pazduh podzemnih delov stebel in stolonov. Glavno korenino ima samo rastlina, ki zraste iz pravega semena. Koreninski sistem je šibak, saj ne seže globlje od 50 cm, predvsem zaradi težkih tal in nepropustne plasti ali plazine (Arends in Kus, 1999).



Slika 7: Zgradba krompirjeve rastline (Van der Zaag, 1992)

Koža na gomolju je sestavljena iz oplutenelih celic. Pod njo je razmnoževalno tkivo (plutasti kambij). Pod plutastim kambijem se nahaja plast s škrobom, pod njo pa žilni obroč. Po žilnem obroču se preteka rastlinski sok z minerali in ogljikovimi hidrati. Med rastno dobo dobi gomolj vodo skozi stolone, med kalitvijo pa se voda pretaka iz gomolja skozi očesce do kaličev (Vučajnk, 2006).

3 MATERIAL IN METODE

3.1 ZASNOVA POSKUSA

Poskus je potekal leta 2005 v entomološkem laboratoriju na Katedri za entomologijo in fitopatologijo, na Oddelku za agronomijo Biotehniške fakultete.

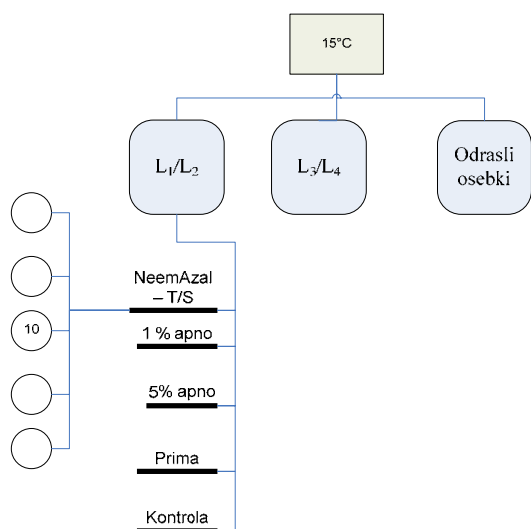
Proučevali smo učinkovitost izbranih insekticidov za zatiranje treh razvojnih stadijev koloradskega hrošča pri različni temperaturi (15, 20 in 25 °C), stalni relativni vlažnosti (75 %) in v temi. Delovanje okoljsko sprejemljivih insekticidnih substanc smo proučevali na mlajših ličinkah (L_1/L_2), starejših ličinkah (L_3/L_4) in odraslih osebkih. Izbrali smo dva okolju prijazna insekticida in raztopino hidriranega apna v dveh različnih koncentracijah. Uporabili smo 0,25 % raztopino pripravka NeemAzal - T/S (aktivna snov azadirachtin, 1%) zastopnika Metrob d.o.o. iz Ljubecne, 0,1 % raztopino insekticida Prima (aktivna snov olje oljne ogrščice, 75%) proizvajalca Unichem d.o.o. iz Vrhnike in 1 ter 5 % raztopino hidriranega apna proizvajalca IGM Zagorje d.d. Osebkke v kontrolnem obravnavanju smo tretirali z vodo. Poskus je potekal v rastni komori RK-900 CH proizvajalca Kambič laboratorijska oprema iz Semiča.

Pripravek NeemAzal - T/S je v Sloveniji registriran za zatiranje koloradskega hrošča in je dovoljen v ekološki pridelavi (Ozimič in sod., 2007). Pripravek Prima v Sloveniji ni registriran za zatiranje koloradskega hrošča (Fito-info, 2007), je pa dovoljen v ekološki pridelavi za zatiranje drugih škodljivcev (Ozimič in sod., 2007). V naši raziskavi smo uporabili koncentracijo, ki je primerna za zatiranje škodljivcev iz reda Homoptera na krompirišču. V Sloveniji nimamo registriranega pripravka na podlagi hidriranega apna, zato podatkov o njegovi učinkovitosti za zatiranje koloradskega hrošča, pred našim poskusom nismo imeli.

3.2 POTEK POSKUSA

Za poskus smo uporabili ličinke in odrasle osebkke koloradskega hrošča in liste krompirja iz ekološke kmetije Cirar v kraju Konj (občina Litija). Osebkke smo nabrali v plastično vedro, v katero smo dodali krompirjeve liste. Vedro smo pokrili in na pokrovu naredili večjo število majhnih luknjic za zračenje. Nabrane osebkke smo takoj prenesli v laboratorij, kjer smo jih uporabili v raziskavi.

V steklene petrijevke s premerom 14 cm smo položili liste krompirja. V vsako petrijevko smo vstavili po deset osebkov škodljivca v določenem razvojnem stadiju. Zatem smo liste in žuželke poškropili z izbranim pripravkom. Isto vrsto pripravka (obravnavanja) smo preizkušali v petih petrijevkah (ponovitvah). Za aplikacijo pripravka smo uporabili navadno sobno pršilko s prostornino 0,5 dm³. Petrijevke smo po nanosu škropiva pokrili s steklenimi pokrovi in jih položili v gojitveno komoro na izbrano temperaturo in vlago. Vsak dan smo preverjali, če je potrebno v petrijevke dodati krompirjeve liste. Peti dan po nanosu pripravkov smo v vseh petrijevkah prešteli mrtve osebkke.



Slika 8: Shema zasnove poskusa (tudi za razvojno stopnjo L₃/L₄ in odrasle osebke velja enaka postavitev poskusa).



Slika 9: Petrijevka z odraslimi osebki koloradskega hrošča in listi krompirja po nanosu pripravka (foto: S. Trdan).

3.3 STATISTIČNA ANALIZA IN GRAFIČNA PREDSTAVITEV REZULTATOV

Za ugotavljanje statistično značilnih razlik v smrtnosti med različnimi razvojnimi stadiji smo uporabili večfaktorsko analizo variance. Pred analizo smo pri vseh obravnavanjih preverili homogenost variance. Smrtnost osebkov tretiranih s preizkušanimi pripravki, smo korigirali s smrtnostjo v kontroli z uporabo Abbottove formule (Abbott, 1925). Za določitev statistično značilnih razlik med povprečji smo uporabili Duncanov preizkus mnogoterih primerjav ($P \leq 0,05$). Za vse statistične analize smo uporabili program Statgraphics Plus for Windows 4.0, za grafični prikaz rezultatov pa program MS Excel 2003.

4 REZULTATI

4.1 ANALIZA REZULTATOV

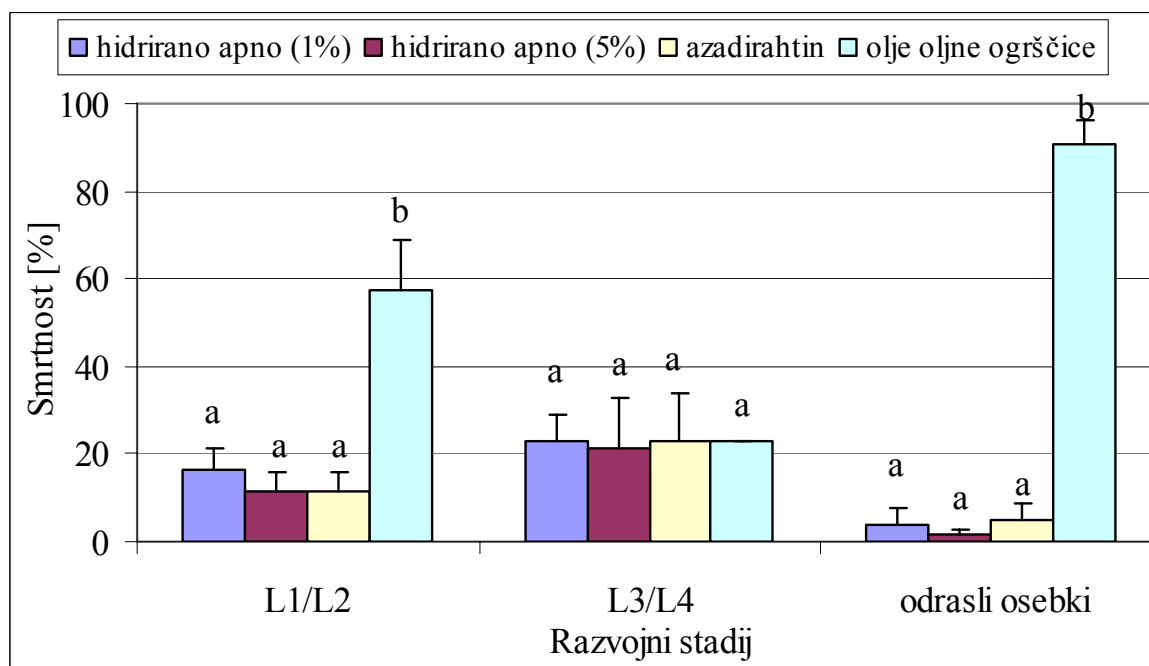
Pet dni po aplikaciji smo ugotovili statistično značilen vpliv vrste pripravka (obravnavanja) na smrtnost škodljivca ($P=0,0000$). Razvojni stadij ($P=0,7143$) in temperatura ($P=0,7848$) nista imela statistično značilnega vpliva na smrtnost. Statistično značilen vpliv na smrtnost pa smo potrdili za interakciji med obravnavanjem in razvojnem stadijem ($P=0,0000$) ter med obravnavanjem in temperaturo ($P=0,0003$). Za interakciji med razvojnem stadijem in temperaturo ($P=0,0684$) ter med obravnavanjem, razvojnem stadijem in temperaturo ($P=0,4322$) nismo potrdili signifikantnega vpliva na smrtnost škodljivca.

4.1.1 Analiza rezultatov smrtnosti škodljivca pri 15 °C

Za razvojni stadij L_1/L_2 smo potrdili največjo smrtnost pri aplikaciji olja oljne ogrščice ($57,57 \pm 11,13$ %). Ta vrednost se je statistično značilno razlikovala od smrtnosti mladih ličink v ostalih obravnavanjih. Pri aplikaciji azadirahtina ($11,51 \pm 5,45$ %), 1 in 5 % raztopine hidriranega apna ($16,36 \pm 5,03$ % in $11,51 \pm 5,45$ %) nismo ugotovili statističnih razlik v smrtnosti mladih ličink (slika 10).

Pri razvojnem stadiju L_3/L_4 nismo ugotovili statističnih razlik v smrtnosti pri aplikaciji azadirahtina ($23,08 \pm 10,53$ %), olja oljne ogrščice ($23,08 \pm 0$ %), 1 in 5 % raztopine hidriranega apna ($23,08 \pm 6,08$ % in $21,54 \pm 11,25$ %).

Pri razvojnem stadiju odraslih osebkov smo ugotovili največjo smrtnost z aplikacijo olja oljne ogrščice ($90,70 \pm 5,70$ %). Ta vrednost se je statistično značilno razlikovala od smrtnosti v ostalih obravnavanjih. Med obravnavanji z azadirahtinom ($5,12 \pm 3,63$ %), 1 in 5 % raztopino hidriranega apna ($3,72 \pm 3,72$ % in $1,39 \pm 1,39$ %) nismo ugotovili statistično značilnih razlik v smrtnosti odraslih osebkov.



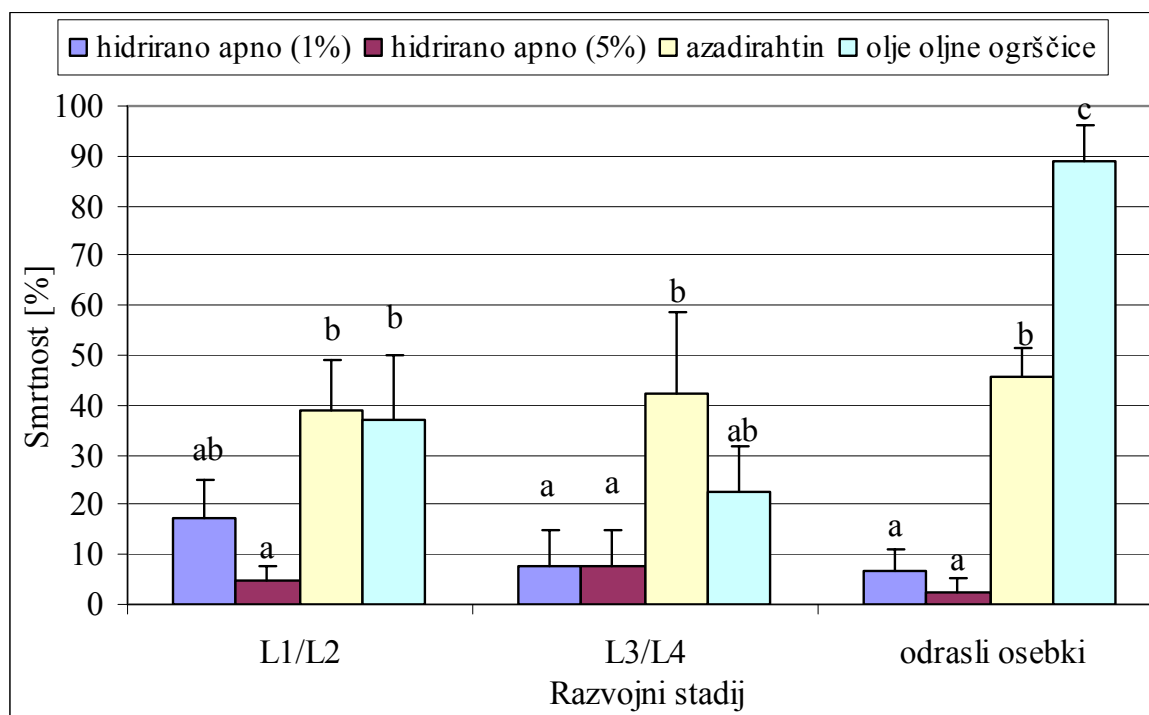
Slika 10: Smrtnost (%) koloradskega hrošča (*Leptinotarsa decemlineata* [Say]) v različnih razvojnih stadijih, tretiranih s tremi okoljsko sprejemljivimi pripravki pri 15 °C.

4.1.2 Analiza rezultatov smrtnosti škodljivca pri 20 °C

Za razvojni stadij L₁/L₂ smo potrdili največjo smrtnost pri aplikaciji azadirachtina (38,72±10,14 %). Ta vrednost se je statistično značilno razlikovala od smrtnosti mladih ličink pri aplikaciji 5 % raztopine hidriranega apna. Druga največja smrtnost je bila ugotovljena pri aplikaciji olja oljne ogrščice (37,17±12,97 %), ki se prav tako signifikantno razlikuje od smrtnosti ličink v obravnavanju s 5 % raztopino hidriranega apna. Statistično značilnih razlik nismo ugotovili med smrtnostjo mladih ličink, tretiranih z 1% in 5 % raztopino hidriranega apna (17,39±7,53 % in 4,61±3,07 %), med obravnavanjem z oljem oljne ogrščice in azadirahlinom ter 1 % raztopino hidriranega apna in azadirahlinom (slika 11).

Pri razvojnem stadiju L₃/L₄ smo največjo smrtnost ugotovili pri aplikaciji azadirachtina (42,50±16,10 %). Ta vrednost se je statistično značilno razlikovala od smrtnosti starejših ličink, tretiranih z 1 in 5 % raztopino hidriranega apna. Med obravnavanji z 1 % raztopino hidriranega apna (7,5±7,55 %), 5 % raztopino hidriranega apna (7,5±7,5 %) in oljem oljne ogrščice (22,5±9,18 %) ter med obravnavanjema z oljem oljne ogrščice in azadirahlinom nismo ugotovili statistično značilnih razlik v smrtnosti starejših ličink.

Pri razvojnem stadiju odraslih osebkov smo ugotovili največjo smrtnost po aplikaciji olja oljne ogrščice (89,13±6,87 %). Ta vrednost se je statistično značilno razlikovala od smrtnosti odraslih osebkov tretiranih z azadirahlinom (45,65±5,95 %) ter 1 in 5 % raztopino hidriranega apna (6,52±4,35 % in 2,06±2,06 %). Po aplikaciji azadirachtina, 1 in 5 % raztopine hidriranega apna, ter azadirachtina in olja oljne ogrščice, smo našli signifikantne razlike v smrtnosti odraslih osebkov. Med obravnavanjema z 1 in 5 % raztopino hidriranega apna nismo ugotovili statistično značilnih razlik v smrtnosti hroščev.



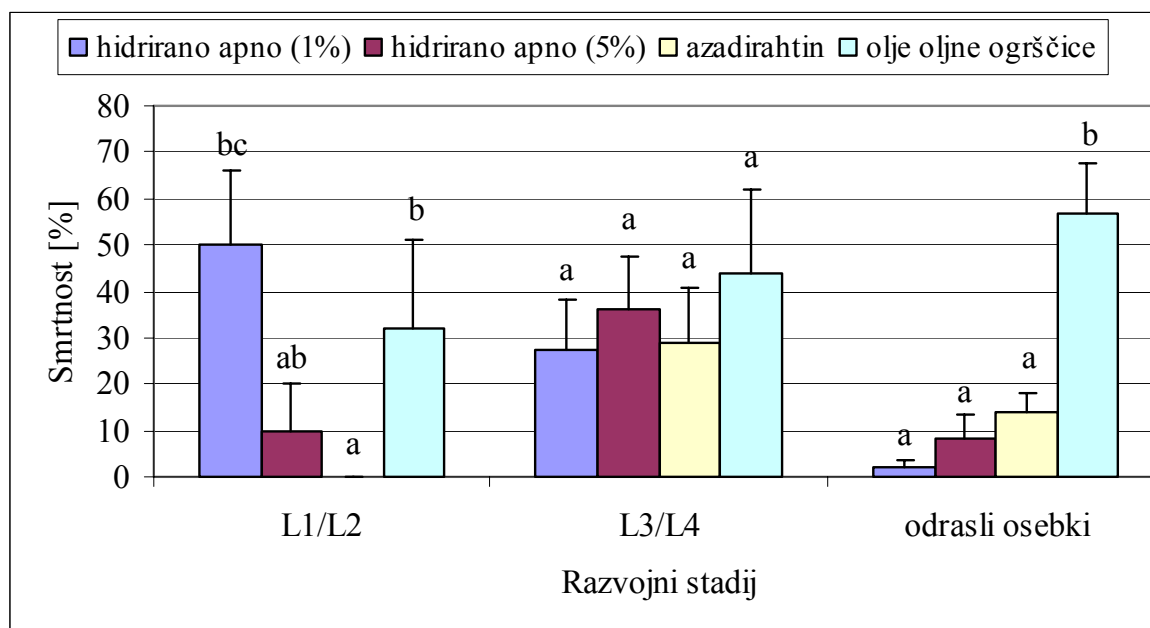
Slika 11: Smrtnost (%) koloradskega hrošča (*Leptinotarsa decemlineata* [Say]) v različnih razvojnih stadijih, tretiranih s tremi okoljsko sprejemljivimi pripravki pri 20 °C.

4.1.3 Analiza rezultatov smrtnosti škodljivca pri 25 °C

Za razvojni stadij L₁/L₂ smo potrdili največjo smrtnost pri aplikaciji 1 % raztopine hidriranega apna ($50,00 \pm 15,81$ %), ki se je statistično značilno razlikovala od smrtnosti v obravnavanju z azadirahthinom (0 ± 0 %). Signifikantne razlike v smrtnosti smo ugotovili tudi med obravnavanjem z oljem olje ogrščice ($31,82 \pm 19,39$ %) in azadirahthinom. Signifikantnih razlik pa nismo ugotovili med obravnavanji z oljem oljne ogrščice, 1 % raztopino hidriranega apna, 5 % raztopino hidriranega apna ($10,00 \pm 10,00$ %) ter med obravnavanjem z azadirahthinom in 5 % raztopino hidriranega apna (slika 12).

Pri razvojnem stadiju L₃/L₄ nismo ugotovili statistično značilnih razlik v smrtnosti med obravnavanji z 1 in 5 % raztopino hidriranega apna ($27,27 \pm 11,13$ % in $36,36 \pm 11,13$ %), oljem oljne ogrščice ($43,63 \pm 18,04$ %) ter azadirahthinom ($28,79 \pm 11,13$ %).

Pri razvojnem stadiju odraslih osebkov smo ugotovili največjo smrtnost po aplikaciji olja oljne ogrščice ($56,82 \pm 11,02$ %). Ta vrednost se je signifikantno razlikovala od smrtnosti odraslih osebkov v ostalih obravnavanjih. Po aplikacijah azadirahthina ($14,09 \pm 4,15$ %), 1 in 5 % raztopine hidriranega apna ($1,81 \pm 1,81$ % in $8,18 \pm 5,01$ %) nismo ugotovili statistično značilnih razlik v smrtnosti odraslih osebkov.



Slika 12: Smrtnost (%) koloradskega hrošča (*Leptinotarsa decemlineata* [Say]) v različnih razvojnih stadijih, tretiranih s tremi okoljsko sprejemljivimi pripravki pri 25 °C.

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

5.1 RAZPRAVA

V poskusu smo preučevali smrtnost različnih stadijev koloradskega hrošča (*Leptinotarsa decemlineata* [Say]), ki smo jih tretirali s tremi okoljsko sprejemljivimi substancami.

Največjo smrtnost (90,7 %) smo pri odraslih osebkih ugotovili po aplikaciji olja oljne ogrščice pri 15 °C. Njihova smrtnost je bila pri 20 °C podobna (89,13 %), pri 25 °C pa bistveno nižja (56,82 %). Delovanje olja oljne ogrščice na koloradskega hrošča pred našo raziskavo še ni bilo preučevano, ugotovljena pa je bila določena učinkovitost te snovi pri zatiranju kapusovih stenic (*Eurydema* spp.) na zelju (Trdan in sod., 2006). Tako bi bilo primerno izvesti tudi poljski poskus učinkovitosti olja oljne ogrščice pri zatiranju koloradskega hrošča.

Olje oljne ogrščice je vplivalo na največjo smrtnost odraslih osebkov pri vseh temperaturah. Pri ličinkah se olje oljne ogrščice ni pokazalo kot učinkovito, saj je njihova smrtnost samo v enem primeru presegla 50 %. To bi lahko bila posledica načina delovanja. Olje oljne ogrščice namreč deluje kontaktno; tako, da napravi plast okoli žrtve in jo zaduši. Odrasli osebki so večji od ličink, razdalja med njimi je na listih navadno večja. To omogoča dober kontakt olja z vsakim posameznim osebkom. Ličinke se navadno prehranjujejo v skupinah, njihova velikost pa je manjša od odraslih osebkov (Metcalf in Flint 1962), kar lahko povzroči, da olje ne napravi plasti okoli vseh škodljivcev. Zato ti preživijo.

Če primerjamo, pri katerih temperaturah je bilo olje oljne ogrščice najbolj učinkovito, vidimo, da je na odrasle osebke bolje delovalo pri nižji temperaturi (pri 15 °C, 90 % smrtnost), v primerjavi z višjo temperaturo (pri 25 °C, 56 % smrtnost). Avtorji nekaterih raziskav o učinkovitosti insekticidov ugotavljajo ravno nasprotno (Heimbach in Baloch 1994; Pimentel in sod. 2004), vendar pa moramo upoštevati, da v tovrstne raziskave še niso zajeli koloradskega hrošča.

Smrtnost osebkov, škropljenih z azadirahtinom, pri nobenem razvojnem stadiju ni presegla 50 %. Če primerjamo učinkovitost azadirahtina pri različni temperaturi, ugotovimo, da je bil najbolj učinkovit pri 20 °C, kjer je vplival na največjo smrtnost pri razvojnem stadiju L₃/L₄ (42,5 %). Pri tej temperaturi je opazna stalna učinkovitost azadirahtina (približno 40 %). Amarasekare in Edelson (2004) navajata, da se učinkovitost azadirahtina pri zatiranju kobilice *Melanoplus differentialis* [Thomas] ni spreminjala s temperaturo, kar v našem poskusu nismo potrdili. Pri 15 °C je smrtnost škodljivca variirala od 5 do 23 %, pri 20 °C od 38 do 45 % in pri 25 °C od 3 do 6 %. Avtorja navajata od 19 do 31 % smrtnost kobilic, pri temperaturah od 10 do 35 °C, kar ni primerljivo z našimi rezultati. Nizka smrtnost škodljivca v našem poskusu bi lahko nastala zaradi premalo zaužite listne gmote, saj azadirahtin vstopa v žuželke s hrano. Igrc-Barčič in sod. (2006) navajajo, da je azadirahtin v letu 2001 vplival na 54 % smrtnost, v letu 2003 pa na 87,9 % smrtnost koloradskega hrošča. Ti in podobni zgledi kažejo na različen odziv škodljivca na isti insekticid, na kar vplivajo biotični in abiotični dejavniki med poskusom.

Pri obeh raztopinah hidriranega apna nismo ugotovili stalnega insekticidnega vpliva na škodljivca. Pri temperaturi 15 in 20 °C smrtnost ni presegla 30 %. Pri temperaturi 25 °C smo ugotovili 50 % smrtnost mlajših ličink tretiranih z 1 % raztopino hidriranega apna. To je bila najvišja smrtnost za razvojni stadij L_1/L_2 in druga najvišja vrednost pri vseh razvojnih stadijih pri temperaturi 25 °C. V sodobni literaturi nismo našli raziskave, ki bi preučevala insekticidno delovanje hidriranega apna na koloradskega hrošča. Smith in Papacek (1991) navajata, da se je število plenilske pršice *Amblyseius victoriensis* [Womersley] po aplikaciji hidriranega apna zmanjšalo za 17 %. To bi lahko potrdilo domnevo, da ima hidrirano apno tudi določen akaricidni učinek. Ličinke koloradskega hrošča imajo mehko telo, ki ne nudi tako ustrezne zaščite, kot to velja za hrbtni ščit pri odraslih osebkih. Če primerjamo rezultate smrtnosti koloradskega hrošča, tretiranega z raztopino hidriranega apna, vidimo, da je bilo največ mrtvih osebkov pri ličinkah. To bi bila lahko posledica poškodb na mehkem telesu ličink, ki jih je povzročilo apno. Zato domnevamo, da ima apno boljši insekticidni vpliv na osebkke, ki nimajo dobre mehanske zaščite, kot so ličinke koloradskega hrošča ali pršice. Kljub vsemu pa bi bilo potrebno narediti nadaljnje raziskave, v katerih bi preverjali učinkovitost hidriranega apna na žuželke v odvisnosti od telesne zgradbe škodljivca.

Dobljeni rezultati bodo pomagali pri oceni ustreznosti preučevanih insekticidov za okolju prijazno zatiranje koloradskega hrošča.

5.2 SKLEPI

- Olje oljne ogrščice je med vsemi aktivnimi snovmi v raziskavi pokazalo največji insekticidni učinek na koloradskega hrošča.
- Olje oljne ogrščice je bilo najbolj učinkovito pri 15 in 20 °C in pri razvojnem stadiju odraslih osebkov.
- Učinkovitost olja oljne ogrščice za zatiranje koloradskega hrošča bi bilo priporočljivo preveriti v poljskem poskusu.
- Če bi se potrdila učinkovitost olja oljne ogrščice za zatiranje koloradskega hrošča v naravnih razmerah, bi se povečal izbor sredstev za zatiranje koloradskega hrošča.
- Azadirahthin v našem poskusu ni pokazal učinkovitega insekticidnega učinka na koloradskega hrošča.
- Na podlagi rezultatov našega poskusa ne moremo trditi, da je učinkovitost azadirahтина neodvisna od temperature.
- Hidrirano apno v 1 in 5% koncentraciji ni pokazalo učinkovitega insekticidnega učinka na koloradskega hrošča.
- Potrebno bi bilo preveriti učinkovitost višjih koncentracij raztopine hidriranega apna pri zatiranju koloradskega hrošča.
- V nadaljnjih raziskavah bi bilo potrebno tudi preveriti fitotoksičnost raztopin hidriranega apna na krompir.

6 POVZETEK

Koloradski hrošč (*Leptinotarsa decemlineata* [Say]) je v Sloveniji in svetu gospodarsko pomemben škodljivec, ki ga je treba zatirati pri tržni pridelavi krompirja. Z raziskavo smo želeli ugotoviti ali so okolju sprejemljivejše substance učinkovite za zatiranje ličink in odraslih osebkov koloradskega hrošča in ali obstaja razlika v dovzetnosti med predstavniki različnih razvojnih stadijev koloradskega hrošča.

Poskus, ki smo ga izvedli v entomološkem laboratoriju Katedre za entomologijo in fitopatologijo, na Oddelku za agronomijo Biotehniške fakultete, je potekal tako, da smo v steklene petrijevke položili liste krompirja in zatem vanje vstavili po deset osebkov v določenem razvojnem stadiju škodljivca (L_1/L_2 , L_3/L_4 in odrasli osebki). Po pet petrijevk smo poškropili z isto raztopino aktivne snovi in jih po aplikaciji vstavili v rastno komoro na določeno temperaturo (15, 20 in 25 °C). V petrijevke smo dnevno preverjali zadostnost hrane in po potrebi dodajali liste krompirja. Peti dan poskusa smo prešteli število mrtvih in živih osebkov. Dobljene rezultate smo statistično izvednotili.

Pri 15 °C smo ugotovili najvišjo smrtnost škodljivca v poskusu (90,70 %), in sicer pri razvojnem stadiju odraslih osebkov, na katere smo aplicirali olje oljne ogrščice. Pri 20 °C smo z isto aktivno snovjo pri istem razvojnem stadiju ugotovili podobno učinkovitost (89,13 %), pri 25 °C pa ta ni bila tako učinkovita (56,82 %). Ostale aktivne snovi v poskusu niso presegle 50 % učinkovitosti.

Na temelju rezultatov laboratorijskega poskusa priporočamo poljski poskus, v katerem bi preverili učinkovitost olja olje ogrščice za zatiranje koloradskega hrošča. Pri azadirahtinu je z nihanjem temperature v poskusu opazno nihanje v učinkovitosti. Azadirahtin in 1 ter 5 % raztopina hidriranega apna niso pokazali zadovoljivega insekticidnega učinka na koloradskega hrošča.

7 VIRI

- Abbott W. S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, 18: 265-267
- Amarasekare, K. G., Edelson J. V. 2004. Effect of temperature on efficacy of insecticides to differential grasshopper (Orthoptera: Acrididae). *Journal of Economic Entomology* 97: 1595-1602
- Apnenec. 2007. Wikipedija.
<http://sl.wikipedia.org/wiki/Apnenec> (20.jan.2007)
- Arends P., Kus M. 1999. Nasveti za pridelovanje krompirja v Sloveniji. Kranj. Mercator-KŽK Kmetijstvo Kranj, d.o.o.: 241 str.
- Azare J. R. 2007. Calcium hydroxide. A.D.A.M.
www.lifespan.org/adam/healthillustratedencyclopedia/1/002910.html (6.jun.2007)
- Borgen A. 2004. Organic seed treatment to control common bunt (*Tilletia tritici*) in wheat. *Seed testing international*, 128: 8-9
<http://orgprint.org/4409> (6.jun.2007)
- Dolničar P., Pajmon A. 1998. Odpornost koloradskega hrošča (*Leptinotarsa decemlineata* Say) na insekticide. Novi izzivi v poljedelstvu '98, Dobrna, 3. in 4. dec. 1998. Tajnšek A., Šantavec I. (ur.). Ljubljana, Slovensko agronomsko društvo: 225-229
- Fito-info. 2007.
<http://www.fito-info.bf.uni-lj.si/> (30.jan.2007)
- Flye Sainte Marie, P. 2003. Efficacy of spinosad against cherry fruit flies in Washington State. Zbornik predavanj in referatov 6. slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin, Žreče, 4. -6. marec 2003. Ljubljana, Društvo za varstvo rastlin: 211-218
- Geographical distribution. 2006. EPPO (19. sep. 2006)
http://www.eppo.org/QUARANTINE/insects/Leptinotarsa_decemlineata/LPTNDE_map.htm (6. jun. 2007)
- Heimbach U., Baloch A. A. 1994. Effects of three pesticides on *Poecilus cupreus* (Coleoptera: Carabidae) at different post-treatment temperatures. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 13: 317-324
- Igrc-Barčič J., Bažok R., Bezjak S., Gotlin, Čuljak, Barčič J. 2006. Combinations of several insecticides used for integrated control of Colorado potato beetle (*Leptinotarsa decemlineata*, Say, Coleoptera: Chrysomelidae). *Journal of Pest Science*, 79, 4: 223-232
- Klots A.B., Klots E.B. 1972. Žuželke. Ljubljana, Mladinska knjiga: 355 str.

- Krieg A., Huger A. M., Langenbruch G.A., Schnetter W. 1984. Neue Ergebnisse über *Bacillus thuringiensis* var. *tenebrionis* unter besonderer Berücksichtigung seiner Wirkung auf den Kartoffelkäfer (*Leptinotarsa decemlineata*). Anzeiger für Schädlingskunde, 57: 45-50
- Larson L.L., Sparks T., Thompson G.D. 1999. The Spinosyns, new insect control agents isolated from *Saccharopolyspora spinosa*. Dow AgroSciences, Indianapolis. <http://www.ent.iastate.edu/entsoc/ncb99/prog/abs/223.html> (28.jan.2007)
- Lucantoni L. 2004. Neemtrees. Wikipedija. (7.maj 2007)
<http://en.wikipedia.org/wiki/Image:Neemtrees.jpg> (6.jun.2007)
- Maček J., Kač M. 1990. Kemična sredstva za varstvo rastlin. Ljubljana, ČZP Kmečki glas: 500 str.
- Macelj M. 1999. Poljopovredna entomologija. Čakovec, Zrinski: 193-198
- Metcalfe C. L., Flint W. P. 1962. Destructive and useful insects. 4th edition. New York, McGraw-Hill book company: 1087 str.
- Milevoj L. 2004. »Zapiski s predavanj pri predmetu Entomologija.« Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo (osebni vir).
- Milevoj L. 2007. Mikrobiotično zatiranje rastlinskih škodljivcev. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo.
http://www.fito-info.bf.uni-lj.si/Fito2/index1.asp?ID=VarOk/BV/BV_2.asp
(28.jan.2007)
- NeemAzal - T/S. 2007. Metrob, d.o.o.
http://www.metrob.si/index.php?page=shop.product_details&flypage=shop.flypage&product_id=38&category_id=11&option=com_phpshop&Itemid=1 (8.jun.2007)
- Ozimič D., Uranjek B., Aleksič V., Rantaša J., Šurlan L. 2007. Katalog dovoljenih sredstev za ekološko kmetijstvo. Maribor. Inštitut za kontrolo in certifikacijo v kmetijstvu in gozdarstvu: 80 str.
- Pimentel M. A. G., Faroni L. R. D., Goncalves J. R., Oliveira C. R. F., de Alencar E. R., 2004. Influence of temperature on the biological efficacy of pirimiphos methyl in stored maize. Revista Brasileira de Armazenamento, 29: 58-61
- Predstavitev materiala – apno. 2001. TurboSIST.
<http://www.slonep.net/gradimo.html> (20.jan.2007)
- Smith A. E., Secoy D. M. 1976. A Compendium of Inorganic Substances Used in European Pest Control before 1850. Agricultural and Food Chemistry, 24, 6: 1180

- Smith D., Papacek D.F. 1991. Studies of the predatory mite *Amblyseius victoriensis* (Acarina: Phytoseiidae) in citrus orchards in south-east Queensland: control of *Tegolophus australis* and *Phyllocoptruta oleivora* (Acarina: Eriophyidae), effect of pesticides, alternative host plants and augmentative release. *Experimental and Applied Acariology*, 12, 3-4: 195-217
- Statistične informacije 31.3.2006. 2006. 70: 1-3
<http://www.stat.si/doc/statinf/15-si-024-0601.pdf> (20.jan.2007)
- Tehnološka navodila za integrirano pridelavo poljščin. 2007. Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano.
http://www.mkgp.gov.si/fileadmin/mkgp.gov.si/pageuploads/ssk/IPL_-TN_2007_10.4.2007.pdf (10.jun.2007)
- Trdan S., Žnidarčič D., Valič N. 2006. Field efficacy of three insecticides against cabbage stink bugs (Heteroptera: Pentatomidae) on two cultivars of white cabbage. *International Journal of Pest Management*, 52: 79-87
- Van der Zaag D.E. 1992. Potatoes and their cultivations in the Netherlands. Den Haag, The Netherland Potato Consultative Institute: 76 str.
- Vrabl S. 1992. Škodljivci poljščin. Ljubljana, Kmečki glas: 142 str.
- Vučajnk F. 2006. Pridelava krompirja pri različnih medvrstnih razdaljah grebenov in pri uporabi osipalnikov z različnimi načini delovanja. Magistrsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 197 str.

ZAHVALA

Za vsestransko pomoč se zahvaljujem doc. dr. Stanislavu Trdanu in vsem sodelavcem Katedre za entomologijo in fitopatologijo.

Zahvaljujem se staršem za pomoč pri študiju, Vidi in vsem prijateljem, ki so mi stali ob strani.

PRILOGE

Priloga A

Generalna analiza variance za korigirano smrtnost 5. dan po aplikaciji

Vir	Vsota kvadratov	Df	Sr. vrednost	F	P
GLAVNI VPLIVI					
A:Obravnavanje	42160,4	3	14053,5	27,19	0,0000
B:Razvojni stadij	348,417	2	174,209	0,34	0,7143
C:Temperatura	250,886	2	125,443	0,24	0,7848
D:Ponovitev	2133,65	4	533,413	1,03	0,3924
INTERAKCIJE					
AB	28506,1	6	4751,01	9,19	0,0000
AC	13819,6	6	2303,27	4,46	0,0003
BC	4604,04	4	1151,01	2,23	0,0684
ABC	6331,47	12	527,623	1,02	0,4322
OSTALO	82685,0	160	516,781		
SKUPAJ (POPRAVLJENO)	180483,0	199			

Priloga B

Analiza variance za korigirano smrtnost 5. dan po aplikaciji pri 15 °C

Vir	Vsota kvadratov	Df	Sr. vrednost	F	P
GLAVNI VPLIVI					
A:Obravnavanje	21924,8	3	7308,26	32,87	0,0000
B:Razvojni stadij	65,574	2	32,787	0,15	0,8633
C:Ponovitev	1113,25	4	278,313	1,25	0,3033
INTERAKCIJE					
AB	14176,4	6	2362,73	10,63	0,0000
OSTALO	9782,95	44	222,34		
SKUPAJ (POPRAVLJENO)					
	47063,0	59			

Priloga C

Analiza variance za korigirano smrtnost 5. dan po aplikaciji pri 20 °C

Vir	Vsota kvadratov	Df	Sr. vrednost	F	P
GLAVNI VPLIVI					
A: Obravnavanje	27105,3	3	9035,08	14,21	0,0000
B: Razvojni stadij	2799,96	2	1399,98	2,20	0,1189
C: Ponovitev	965,982	4	241,496	0,38	0,8222
INTERAKCIJE					
AB	10805,6	6	1800,94	2,83	0,0165
OSTALO	40685,4	64	635,709		
SKUPAJ (POPRAVLJENO)					
	81164,8	79			

Priloga D

Analiza variance za korigirano smrtnost 5. dan po aplikaciji pri 25 °C

Vir	Vsota kvadratov	Df	Sr. vrednost	F	P
GLAVNI VPLIVI					
A: Obravnavanje	7879,59	3	2626,53	3,96	0,0139
B: Razvojni stadij	2132,54	2	1066,27	1,61	0,2118
C: Ponovitev	3101,34	4	775,334	1,17	0,3373
INTERAKCIJE					
AB	9801,19	6	1633,53	2,46	0,0385
OSTALO	29169,8	44	662,95		
SKUPAJ (POPRAVLJENO)					
	52084,4	59			

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Andrej CIRAR

**UČINKOVITOST TREH OKOLJSKO
SPREJEMLJIVIH SUBSTANC ZA ZATIRANJE
NEREZISTENTNE POPULACIJE KOLORADSKEGA
HROŠČA (*Leptinotarsa decemlineata* [Say], Coleoptera,
Chrysomelidae)**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2007