

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Maja PEVNIK

**POLJSKO PREIZKUŠANJE UČINKOVITOSTI
TREH OKOLJSKO SPREJEMLJIVIH
INSEKTICIDOV ZA ZATIRANJE
KOLORADSKEGA HROŠČA (*Leptinotarsa
decemlineata* [Say], Coleoptera, Chrysomelidae) NA
KROMPIRJU – UGOTAVLJANJE VPLIVA NA
PRIDELEK**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2008

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Maja PEVNIK

**POLJSKO PREIZKUŠANJE UČINKOVITOSTI TREH OKOLJSKO
SPREJEMLJIVIH INSEKTICIDOV ZA ZATIRANJE
KOLORADSKEGA HROŠČA (*Leptinotarsa decemlineata* [Say],
Coleoptera, Chrysomelidae) NA KROMPIRJU – UGOTAVLJANJE
VPLIVA NA PRIDELEK**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

**FIELD TESTING OF EFFICACY OF THREE ENVIRONMENTALLY
FRIENDLY INSECTICIDES AGAINST COLORADO POTATO
BEETLE (*Leptinotarsa decemlineata* [Say], Coleoptera, Chrysomelidae)
ON POTATO – EVALUATION OF THE EFFECT ON YIELD**

GRADUATION THESIS
University studies

Ljubljana, 2008

Diplomsko delo je zaključek univerzitetnega študija kmetijstva - agronomija in je rezultat lastnega raziskovalnega dela. Opravljeno je bilo na Katedri za entomologijo in fitopatologijo, na Oddelku za agronomijo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Poljski poskus je bil opravljen na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani.

Študijska komisija Oddelka za agronomijo je za mentorja diplomskega dela imenovala doc. dr. Stanislava TRDANA, za somentorja pa doc. dr. Ludvika ROZMANA.

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: doc. dr. Ludvik ROZMAN
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Član: prof. dr. Anton TAJNŠEK
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Datum zagovora:

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

Maja PEVNIK

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dn
DK	UDK 633.491:632.76:595.768.1:632.951:631.147 (043.2)
KG	koloradski hrošč/ <i>Leptinotarsa decemlineata</i> /krompir/ <i>Solanum tuberosum</i> /poljski poskus/pridelek/okolju prijazni insekticidi/Aktiv/NeemAzal T/S/Prima
KK	AGRIS H01/H10
AV	PEVNIK, Maja
SA	TRDAN, Stanislav (mentor)/ROZMAN, Ludvik (somentor)
KZ	SI-1111 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo
LI	2008
IN	POLJSKO PREIZKUŠANJE UČINKOVITOSTI TREH OKOLJSKO SPREJEMLJIVIH INSEKTICIDOV ZA ZATIRANJE KOLORADSKEGA HROŠČA (<i>Leptinotarsa decemlineata</i> [Say], Coleoptera, Chrysomelidae) NA KROMPIRJU – UGOTAVLJANJE VPLIVA NA PRIDELEK
TD	Diplomsko delo (univerzitetni študij)
OP	IX, 36, [3] str., 6 pregl., 14 sl., 5. pril., 29 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	Namen naše raziskave je bil ugotoviti ali so lahko okolju sprejemljivejši insekticidi učinkoviti za zatiranje koloradskega hrošča (<i>Leptinotarsa decemlineata</i>) in kakšen vpliv imajo na pridelek gomoljev krompirja (<i>Solanum tuberosum</i>). Poskus je potekal leta 2007 na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani, kjer smo v nasadu krompirja spremljali pojavljanje različnih razvojnih stadijev koloradskega hrošča. Prve hroščke smo opazili 9. maja, s škropljenjem pa smo začeli 18. maja. S pripravkoma Aktiv (3 % koncentracija), katerega aktivna snov je kalijev oleat in Prima (1 % koncentracija), katerega aktivna snov je olje oljne ogrščice, smo krompir poškropili osemkrat (enkrat v dekadi), zadnje škropljenje je bilo opravljeno 25. julija. S pripravkom NeemAzal T/S (0,25 % koncentracija), katerega aktivna snov je azadirachtin A, pa smo škropili dvakrat v rastni sezoni. Zatirali smo odrasle osebkke in ličinke škodljivca. Ugotovili smo, da so med pridelkom gomoljev v omenjenih obravnavanjih statistično značilne razlike. Pridelek gomoljev smo razdelili v tri velikostne razrede. Gomolji v prvi frakciji so bili veliki do 4 cm, v drugi od 4 do 5 cm in v tretji nad 5 cm. Ugotovili smo, da je bilo v vseh štirih obravnavanjih največ gomoljev v frakciji nad 5 cm, temu je sledila srednja frakcija, najmanj pridelka pa je pripadalo najmanjši frakciji.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dn
DC UDC 633.491:632.76:595.768.1:632.951:631.147 (043.2)
CX Colorado potato beetle/*Leptinotarsa decemlineata*/potato/*Solanum tuberosum*/field trial/yield/environmentally friendly insecticides/Aktiv/NeemAzal T/S/Prima
CC AGRIS H01/H10
AU PEVNIK, Maja
AA TRDAN, Stanislav (supervisor)/ROZMAN, Ludvik (co-supervisor)
PP SI-1111 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Agronomy
PY 2008
TI FIELD TESTING OF EFFICACY OF THREE ENVIRONMENTALLY FRIENDLY INSECTICIDES AGAINST COLORADO POTATO BEETLE (*Leptinotarsa decemlineata* [Say], Coleoptera, Chrysomelidae) ON POTATO – EVALUATION OF THE EFFECT ON YIELD
DT Graduation Thesis (University studies)
NO IX, 36, [3] p., 6 tab., 14 fig., 5. ann., 29 ref.
LA sl
AL sl/en

AB The aim of our research was to test the efficacy of environmentally friendly insecticides against the adults and larvae of Colorado potato beetle (*Leptinotarsa decemlineata*) and the effect of the insecticides tested on the yield of potato. In 2007 the field trial was carried out on the Experimental Field of Biotechnical Faculty in Ljubljana, where the occurrence of different developmental stages of the pest was monitored. First beetles were found on 9th May, and the insecticide application was first carried out on 18th May. Insecticides Aktiv (3 %) – potassium oleat, and Prima (1 %) - refined rape oil, were used eight times during the growing season of potato. The last spraying was done on 25th July. Insecticide NeemAzal T/S (0.25 %) – azadirachtin A, was applied only twice. We established that exist significantly differences of potato yield between treating. Potato tubers were divided in three classes depending on their size (up to 4 cm, from 4 to 5 cm, and more than 5 cm). In all four treatments, the majority of tubers were larger than 5 cm and the minority of them were smaller than 4 cm).

KAZALO VSEBINE

	str.
Ključna dokumentacijska informacija	III
Key words documentation	IV
Kazalo vsebine.....	V
Kazalo preglednic	VII
Kazalo slik	VIII
Kazalo prilog	IX
1 UVOD	1
1.1 POVOD ZA DELO	1
1.2 CILJI RAZISKAVE	1
1.3 DELOVNA HIPOTEZA	2
2 PREGLED OBJAV	3
2.1 RED HROŠČEV (COLEOPTERA)	3
2.1.1 Družina lepencev (Chrysomelidae)	3
2.1.2 Koloradski hrošč (Leptinotarsa decemlineata [Say])	4
2.1.2.1 Sistematika	4
2.1.2.2 Zgodovina	4
2.1.2.3 Opis žuželke	5
2.1.2.4 Razvojni krog	7
2.2 ZATIRANJE KOLORADSKEGA HROŠČA	7
2.2.1 Organski fosforjevi estri	9
2.2.2 Piretroidi	10
2.2.3 Derivati benzoil sečnine	11
2.2.4 Neonikotinoidi	11
2.2.5 Anorganski insekticidi – kalijev oleat	11
2.2.6 Rastlinski insekticidi – azadirahtin in olje oljne ogrščice	11
2.3 KROMPIR	12
2.3.1 Sistematika	12
2.3.2 Razhudnikovke (Solanaceae)	12
2.3.3 Zgodovina, pomen v prehrani in pridelava v Sloveniji	13
2.3.4 Hranilna vrednost krompirja	14
2.3.4.1 Alkaloidi, vitamini in beljakovine	14
2.3.4.2 Energijska vrednost krompirja	15
2.3.5 Morfologija krompirja	15
2.3.5.1 Koreninski sistem	15
2.3.5.2 Gomolji	16
2.3.5.3 Steblo	18
2.3.5.4 Listi	18
2.3.5.5 Cvetovi krompirja	18
2.3.5.6 Plodovi in pravo seme krompirja	18

2.4	SORTE KROMPIRJA	19
2.4.1	Sorta Kondor	19
2.4.1.1	Razvoj in videz rastline	19
2.4.1.2	Gomolj	19
2.4.1.3	Odpornost na bolezni	19
2.4.1.4	Gospodarska vrednost	19
3	MATERIAL IN METODE	21
3.1	ZASNOVA IN POTEK POSKUSA	21
3.2	STATISTIČNA ANALIZA IN GRAFIČNA PREDSTAVITEV REZULTATOV	24
4	REZULTATI	25
4.1	ANALIZA REZULTATOV	25
4.1.1	Razvoj koloradskega hrošča (<i>Leptinotarsa decemlineata</i> [Say]) med rastno dobo krompirja in pridelek krompirja po velikostnih razredih	25
4.1.2	Povprečni pridelek gomoljev (kg/ha) glede na obravnavanje (generalna analiza)	27
4.1.3	Povprečni pridelek gomoljev (kg/ha) glede na njihovo velikost (generalna analiza)	28
4.1.4	Povprečni pridelek gomoljev (kg/ha) glede na posamezna obravnavanja (individualna analiza)	29
4.1.5	Povprečni pridelek gomoljev (kg/ha) glede na posamezne velikostne razrede (individualna analiza)	29
5	RAZPRAVA IN SKLEPI	31
5.1	RAZPRAVA	31
5.2	SKLEPI	32
6	POVZETEK	33
7	VIRI	34
	ZAHVALA	
	PRILOGE	

KAZALO PREGLEDNIC

	str.
Preglednica 1: Registrirani pripravki iz različnih skupin v Sloveniji za zatiranje koloradskega hrošča (Fito-info, 2008).	10
Preglednica 2: Prikaz pridelovalnih površin krompirja, skupnega pridelka in pridelka na hektar v Sloveniji (Statistični urad RS, 2008).	14
Preglednica 3: Zadovoljevanje najnujnejših potreb človekovega organizma z esencialnimi aminokislinami iz kuhanega krompirja (dnevna poraba 127,5 g) (Kus, 1994).	15
Preglednica 4: Škropilni program za koloradskega hrošča (<i>Leptinotarsa decemlineata</i> [Say]) na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani v letu 2007.	22
Preglednica 5: Pojav posameznih razvojnih stadijev koloradskega hrošča med rastno dobo krompirja na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani v letu 2007. ...	25
Preglednica 6: Pridelek gomoljev po posameznih obravnavanjih in frakcijah gomoljev. ...	27

KAZALO SLIK

	str.
Slika 1: Odrasel osebek koloradskega hrošča (<i>Leptinotarsa decemlineata</i> [Say]) (foto: S. Trdan).	5
Slika 2: Jajčno leglo koloradskega hrošča (<i>Leptinotarsa decemlineata</i> [Say]) (foto: S. Trdan).	6
Slika 3: Ličinke koloradskega hrošča (<i>Leptinotarsa decemlineata</i> [Say]) (foto: S. Trdan). ..	6
Slika 4: Položaj popka in vrha na gomolju krompirja (Michaeli-Achmühle, 1992).	16
Slika 5: Rastlina krompirja (The National Academies Press, 2008).	17
Slika 6: Sorta Kondor (Sluga, 1994).	20
Slika 7: Poljsko preizkušanje učinkovitosti treh okolju sprejemljivejših insekticidov na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani v letu 2007 (foto: S. Trdan).	21
Slika 8: Shematski prikaz poljskega poskusa ugotavljanja učinkovitosti treh okoljsko sprejemljivih insekticidov za zatiranje koloradskega hrošča in njihov vpliv na pridelek gomoljev.	23
Slika 9: Izkopavanje krompirja 8. avgusta s traktorskim izkopalnikom (foto: M. Pevnik)	24
Slika 10: Grafičen prikaz razvoja posameznih razvojnih stadijev koloradskega hrošča tekom rastne dobe krompirja.	26
Slika 11: Povprečni pridelek gomoljev (kg/ha) pri uporabi različnih okolju sprejemljivejših insekticidov za zatiranje koloradskega hrošča (<i>Leptiotarsa decemlineata</i> [Say]).	28
Slika 12: Povprečni pridelek gomoljev (kg/ha) glede na njihovo velikost.	28
Slika 13: Povprečni pridelek gomoljev (kg/ha) glede na posamezna obravnavanja.	29
Slika 14: Povprečni pridelek gomoljev (kg/ha) glede na posamezne velikostne razrede. ..	30

KAZALO PRILOG

	str.
Generalna statistična analiza	38
Priloga A1: Generalna analiza variance za pridelek (kg/ha)	38
Individualna statistična analiza.....	38
Priloga B1 : Analiza variance za pridelek (kg/ha) pri pripravku AKTIV	38
Priloga B2: Analiza variance za pridelek (kg/ha) pri pripravku NEEMAZAL T/S.....	38
Priloga B3: Analiza variance za pridelek (kg/ha) pri pripravku PRIMA	39
Priloga B4: Analiza variance za pridelek (kg/ha) pri KONTROLI.....	39

1 UVOD

1.1 POVOD ZA DELO

Krompir je v Sloveniji poleg koruze, pšenice in ječmena ena najpomembnejših poljščin. Razširjen je povsod, saj skoraj ne najdemo kraja, kjer ga ne bi sadili. Površine posajene s krompirjem iz leta v leto variirajo, odvisne pa so od potreb in družbeno-ekonomskih ukrepov. Površine posajene s krompirjem so se od leta 2000 pa do leta 2007 zmanjšale, kar pa ne velja za skupni pridelek krompirja (t) in pridelek na hektar (t/ha). Ta dva parametra se iz leta v leto spreminjata. V letu 2006 smo v Sloveniji pridelovali krompir na 5.900 ha, od tega je bilo 753 ha zgodnjega krompirja in 5.147 ha poznega in semenskega krompirja. V letu 2007 pa smo krompir pridelovali na 5.736 ha, od tega je bilo 736 ha zgodnjega in 5.000 ha poznega in semenskega krompirja. Skupni pridelek krompirja je v letu 2006 znašal 106.974 t, od tega je bilo 11.243 t zgodnjega krompirja in 95.731 t poznega in semenskega krompirja. V letu 2007 pa je skupni pridelek krompirja znašal 131.050 t, od tega je bilo 14.852 t zgodnjega in 116.198 t poznega in semenskega krompirja. Skupni pridelek na hektar je v letu 2006 znašal 18,1 t/ha, v letu 2007 pa 22,8 t/ha (Statistične informacije, 2008).

Koloradski hrošč (*Leptinotarsa decemlineata* [Say]) je gospodarsko najpomembnejši škodljivec krompirja. Je grizoča žuželka, ki objeda liste in s tem zmanjša fotosintetsko aktivnost rastlin. Ta pa je bistvenega pomena za njihov obstoj. Zatiranje koloradskega hrošča je nujno, če želimo ohraniti oziroma zagotoviti pridelek krompirja. Prvič so koloradskega hrošča odkrili v ZDA v 19. stoletju, pozneje je kot "slepi potnik" prispel v Francijo, od koder se je začel širiti po vsej Evropi. Pri nas so ga prvič zasledili leta 1944 na Krškem polju. Za zatiranje koloradskega hrošča se pri nas uporabljajo kemični insekticidi, na katere pa lahko škodljivec postane odporen oziroma rezistenten (Kus, 1994).

Najpomembnejša naloga kmetijstva je prehrana ljudi. To moramo posebej poudariti, ker na to pogosto pozabljamo. Nikdar prej se ni toliko govorilo o kakovosti hrane kot danes, saj vse več porabnikov zahteva neoporečna živila. Po drugi strani pa poskušajo pridelovalci in živilska industrija ustreči tem zahtevam. Pri uporabi insekticidno delujočih snovi v ekološki pridelavi so pridelovalci omejeni na sredstva, ki so navedena v Katalogu dovoljenih sredstev za ekološko kmetijstvo (Ozimič in sod., 2007). V katalogu sta navedena le dva pripravka, ki sta namenjena za zatiranje koloradskega hrošča. Ekološki pridelovalci krompirja so zelo omejeni s sredstvi za zatiranje koloradskega hrošča, zato morajo iskati nove možnosti zatiranja (Cirar, 2007).

1.2 CILJI RAZISKAVE

V naši raziskavi smo želeli preizkusiti poljsko učinkovitost treh insekticidnih substanc za zatiranje koloradskega hrošča. Dve med njimi (azadirahthin in olje oljne ogrščice) so v predhodnih laboratorijskih poskusih pokazale zadovoljivo insekticidno delovanje.

1.3 DELOVNA HIPOTEZA

Z raziskavo smo želeli ugotoviti ali je poljska učinkovitost primerljiva z laboratorijsko učinkovitostjo, ki so jo predhodno ugotavljali v laboratoriju na Katedri za entomologijo in fitopatologijo (Cirar, 2007). Predpostavili smo, da bomo med preizkušenimi pripravki ugotovili razlike v vplivu na pridelek krompirja.

2 PREGLED OBJAV

2.1 RED HROŠČEV (COLEOPTERA)

Hrošči so najobsežnejši red žuželk. Strokovnjaki ocenjujejo, da jih je med 100.000 in 250.000. Hrošči so žuželke s popolnim razvojem (popolno preobrazbo), kar jim omogoča v odraslem stadiju visoko stopnjo specializacije. Zaradi takšnega razvoja lahko ličinke in odrasle živali izkoriščajo najrazličnejše življenjske niše. Hrošči imajo lastnosti, po katerih se razlikujejo od drugih žuželk: sprednja krila imajo spremenjena v trde, žilave in težko ranljive pokrovke ali elitre. Ker so na ta način nežna in občutljiva zadnja krila ter mehki zadek zavarovani, se hrošči lahko zakopavajo, lezejo v špranje in razpoke, se upirajo krepkim udarcem in drugim vplivom okolja. Brez večje škode se lahko odpovedo letenju, kar je verjetno prispevalo k njihovi biološki premoči, ki se kaže v velikem številu vrst in osebkov (Klots A.B. in Klots E.B., 1970).

Trde pokrovke in trdno hitinsko ogrodje dobro varuje hrošče pred mnogimi sovražniki, poleg tega pa jih ščiti tudi pred izsušitvijo v suhem življenjskem prostoru. Hrošči imajo zelo preprosto grizalo, ki jim omogoča, da izkoriščajo najrazličnejšo trdno hrano. Prilagodijo se vsaki možnosti, da izkoristijo vse dosegljive vire hrane. Večinoma so kopenski prebivalci, različne družine hroščev pa so našle življenjski prostor tudi v vodi (Klots A.B. in Klots E.B., 1970).

Red hroščev se deli na dva podreda, Adephaga in Polyphaga. Njune pripadnike razlikujemo po tem, kako so njihove zadnje noge vsajene in pritrjene na telesu. V podred Adephaga spada le ducat družin. Podred Polyphaga, ki obsega glavnino hroščev, pa spet delimo na vrsto podskupin, katerih vsaka sestoji iz številnih družin (Klots A.B. in Klots E.B., 1970).

2.1.1 Družina lepencev (Chrysomelidae)

Doslej je bilo opisanih že preko 25.000 vrst, tako da so lepenci, takoj za rilčkarji najobsežnejša družina hroščev. Večinoma se hrošči in ličinke hranijo s svežim listjem, pogosto pa jih najdemo skupaj na istem listu. Praviloma so lepenci dnevne živali, ki ljubijo sončno svetlobo, zato jih pogosto najdemo na zgornji strani listov. Če jih vznemirimo, potegnejo k sebi noge in se spustijo na tla (Klots A.B. in Klots E.B., 1970).

Najobsežnejša poddružina lepencev je Chrysomelinae. Ti hrošči so bolj ali manj polkroglasti, mnogi od njih so tudi bleščečih barv. Mnoge vrste nosijo na pokrovkah svetle in temne risbe, ki so zelo vpadljive, skoraj vse pa so znane po veliki variabilnosti osebkov. Tipičen zastopnik te družine je koloradski hrošč (*Leptinotarsa decemlineata* [Say]) (Klots A.B. in Klots E.B., 1970).

Drugi gospodarsko pomembni lepenci so še kapusovi bolhači (*Phyllotreta* spp.), koruzni hrošč (*Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte), rdeči žitni strgač (*Oulema melanopus*

[L.]), modri žitni strgač (*Oulema lichenis* Voet), beluševka (*Crioceris asparagi* [L.]) in navadna lilijevka (*Lilioceris merdigera* [L.]) (Kert, 2007).

2.1.2 Koloradski hrošč (*Leptinotarsa decemlineata* [Say])

Koloradski hrošč je, poleg strun, ogrcev, bramorja, talnih sovč in poljskih miši, eden od najpomembnejših škodljivcev krompirja. Potrebno ga je zatirati, sicer lahko povzroči veliko škodo. Poleg krompirja, se lahko hrani še na jajčevcu, grenkosladu, pasjem zelišču in drugih sorodnikih krompirja (Sket, 2003).

2.1.2.1 Sistematika

Po uveljavljeni sistematiki uvrščamo koloradskega hrošča v naslednje sistematske kategorije (Fito-info, 2008):

Kraljestvo (regnum): živali - Animalia;

Deblo (phylum): Arthropoda

Razred (classis): žuželke - Insecta;

Red (ordo): hrošči - Coleoptera;

Podred (subordo): Polyphaga;

Naddružina (superfamilia): Chrisomeloidea

Družina (familia): lepenci - Chrysomelidae;

Rod (genus): *Leptinotarsa*

Vrsta (species): koloradski hrošč – *Leptinotarsa decemlineata* [Say].

2.1.2.2 Zgodovina

Žuželko so našli leta 1824 v polpuščavskem območju na zahodu ZDA, in sicer na divjih, krompirju sorodnih rastlinah. Njegovo ime je povezano s planoto Colorado, čeprav najbrž izvira iz Arizone ali Nove Mehike. Hrošča je prvi opisal Say leta 1824. Koloradski hrošč se je začel širiti, ko so ljudje v tistih krajih začeli pridelovati krompir. Zaradi nezahtevnega pridelovanja in velikega pridelka se je krompir začel širiti po vsej Ameriki, pozneje pa tudi drugod po svetu. Leta 1874 so škodljivca opazili že na Atlantski obali. Leta 1876 so ga našli že v nemškem pristanišču Bremen, kamor je prispel kot "slepi potnik". V Franciji, v okolici mesta Bordeaux, pa se je pojavil leta 1922. Od tam se je začel širiti po vsej Evropi, kjer je bil krompir, poleg pšenice, ječmena in koruze, ena glavnih poljščin. Pri nas, v Sloveniji, so ga prvič opazili leta 1946. Na ozemlje Slovenije naj bi bil prinesen s krompirjem leta 1944, in sicer na Krško polje. Danes je koloradski hrošč pri nas stalen škodljivec krompirja. Doslej se na Stari celini ni udomačil le v Veliki Britaniji in Skandinaviji, čeprav so ga tam zabeležili. Na drugih celinah je zastopan v Aziji, Kanadi in v že omenjeni Severni in Srednji Ameriki. Za Avstralijo ni navedb o škodljivčevi zastopanosti, v Afriki pa je navzoč v Gabonu (Kus, 1994; Fito-info, 2008).

2.1.2.3 Opis žuželke

Hrošč je dolg 10 mm, je jajčaste oblike, na trebušni strani sploščen, hrbtna stran pa je polkroglasto izbočena (slika 1). Osnovna barva hrošča je oranžna, na hrbtni strani, torej na pokrovkah, pa ima 10 črnih prog. Njegova značilnost je, da ima med očmi na glavi črno pego, na vratnem ščitu pa od 7 do 12 večjih ali manjših črnih peg, od katerih sestavljata dve v sredini lik v obliki črke V (Vrabl, 1992).



foto: Stanislav TRDAN

Slika 1: Odrasel osebek koloradskega hrošča (*Leptinotarsa decemlineata* [Say]) (foto: S. Trdan).

Jajčeca koloradskega hrošča so oranžna, podolgovata in dolga približno 1,2 mm. Samica leže jajčeca na spodnjo stran listov v legla (slika 2), kjer je od 12 do 80 jajčec, povprečno pa jih je okrog 30. Samice so navadno večje od samcev. Ličinke so oligopodne, s tremi pari prsnih nog. Ličinka ima mehko telo z odebeljenim in dokaj izbočenim zadkom, je svetlo do temno rdečkasta ali oranžnordeča, ima črno glavo, noge in ščitek na hrbtni strani predprsja (slika 3). Na bočnih straneh telesa ima po dve vrsti črnih pik. Buba je umazano rdeča, dolga približno 10 mm in je v tleh do 30 cm globoko (Vrabl, 1992; Maceljski in sod., 2004).



Slika 2: Jajčno leglo koloradskega hrošča (*Leptinotarsa decemlineata* [Say]) (foto: S. Trdan).



Slika 3: Ličinke koloradskega hrošča (*Leptinotarsa decemlineata* [Say]) (foto: S. Trdan).

2.1.2.4 Razvojni krog

Pri nas ima koloradski hrošč navadno dva rodova na leto. Prezimijo odrasli hrošči v tleh, proti koncu aprila ali v prvi polovici maja pa pridejo na površje in iščejo njive z mladim krompirjem. Kadar temperatura naraste nad 20 °C, hrošči letajo. Da bi lahko spolno dozoreli, se morejo dopolnilno hraniti; tedaj poje ena samica vsaj 20 cm² listne površine. Čim intenzivnejša je prehrana, tem hitrejša in številnejša je odlaganje jajčec (Vrabl, 1992; Schrod in sod., 1996).

Ena samica odloži skupaj od 400 do 800 jajčec, včasih tudi več. Jajčeca odlaga na spodnjo stran listov v skupine, včasih pa tudi na liste plevelov. Odlaganje jajčec se raztegne na kakšen mesec dni. Razvoj jajčec traja od 5 do 12 dni, pri nas pa se prve ličinke pojavijo konec maja ali v začetku junija, množično pa od sredine do konec junija. Ličinke prvega stadija ostanejo pogosto skupaj in se šele tik pred levitvijo razidejo. Ličinka ima štiri razvojne stopnje in vsaka traja od 14 do 22 dni. V tem času poje ličinka skupaj od 28 do 30 cm² listja. Ličinke prve in druge stopnje so velike do 4 mm, medtem ko ličinke tretje in četrte stopnje dosežejo velikost tudi do 10 mm (Vrabl, 1992).

Dorasla ličinka se zabubi v tleh okoli 10 cm globoko. Po približno 14 dneh se izležejo mladi hrošči, ki kmalu preidejo na prosto. Celoten razvoj od jajčeca do hrošča traja od 40 do 60 dni. Hrošči poletnega rodu se pojavijo navadno od sredine julija do konca avgusta. Samice odlagajo jajčeca in tako se razvije še drugi rod ličink v avgustu, hrošči pa se spet pojavijo v septembru in oktobru. V toplejših letih bi koloradski hrošč pri nas verjetno lahko razvil še tretji rod. Hrošči drugega rodu se septembra in oktobra pogosto potikajo po njivah, ozarah, travnikih in vrtovih, kjer iščejo hrano. Kadar ni več krompirjevega listja, si za hrano poiščejo gomolje, ki so ostali na površju, nato se spravijo prezimovat v tla. Na splošno lahko rečemo, da ličinke drugega rodu povzročajo manjšo škodo, ker je v tem času krompir že bujen in so gomolji že razviti (Vrabl, 1992).

Na poznih sortah je koloradski hrošč manj škodljiv kot na zgodnjih. Napad koloradskega hrošča je bolj škodljiv pred cvetenjem kot po cvetenju krompirja (Vrabl, 1992).

Ugotovljeno je bilo, da 10 do 12 ličink na grm zmanjša pridelek za 5 do 10 %. Pri poznem pojavu lahko povzroči takšno zmanjšanje pridelka okrog 30 ličink na grm. Strokovnjaki menijo, da do 20 % zmanjšanje listne površine ne znižuje pridelka gomoljev (Vrabl, 1992).

2.2 ZATIRANJE KOLORADSKEGA HROŠČA

Kot je bilo že omenjeno je red hroščev najštevilčnejši red žuželk, saj skoraj 40 % vseh znanih žuželčjih vrst spada med hrošče. Razširjeni so povsod po svetu, ni jih le na polarnem območju. Večina hroščev se hrani z rastlinskimi organi, so pa tudi hrana drugim živalim, npr. pticam in sesalcem. Zaradi tega je pomembno, kako se lotimo zatiranja škodljivcev iz reda Coleoptera (Klots A.B. in Klots E.B., 1970).

Koloradski hrošč je znan škodljivec krompirja, ki lahko, v kolikor ga ne zatiramo, povzroči veliko gospodarsko škodo; ponekod lahko celo povsem uniči pridelek. Pri nas ga pridelovalci večinoma zatirajo kemično, na vrtovih pa jih lahko zatiramo tudi mehanično, s pobiranjem hroščev in ličink. Dopolnjevanje kemičnega zatiranja z uporabo nekaterih naravi prijaznejših metod, temelječih na poznavanju vedenjskih vzorcev koloradskega hrošča, je pri nas malo razširjeno. Pidelovalci se pogosto ne držijo niti navodil za uporabo pripravkov, jih prepogosto uporabljajo, vse bolj pa opuščajo tudi kolobar. To so glavni razlogi, da postaja odpornost nekaterih populacij koloradskega hrošča na posamezne insekticide vse večji problem tudi v Sloveniji. Za uspešno zatiranje koloradskega hrošča je potrebno dolgoročno spremljanje razvoja odpornosti na uporabljene pripravke, kakor tudi kratkoročno zatiranje škodljivca (Dolničar, 1998).

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 ali kadar na grmu najdemo 5 hroščev ali več kot 20 ličink in je do konca rasti več kot tri tedne. Kadar se odlaganje jajčec in pojavljanje hroščev razvleče, je potrebno opraviti drugo škropljenje. Drugega rodu hroščev navadno ni potrebno zatirati (Vrabl, 1992). Na voljo imamo vrsto pripravkov; poleg škropiv lahko uporabljamo tudi prašiva. Vendar je škropljenje cenejše, ker ga lahko združimo s škropljenjem proti krompirjevi plesni. Pri zatiranju koloradskega hrošča je priporočljivo menjavanje insekticidov, zato da hrošči ne postanejo odporni oziroma rezistentni na določen insekticid (Arends in Kus, 1999; Trisyono in Whalon, 1999).

Pripravke, ki jih uporabljamo za zatiranje koloradskega hrošča, delimo v različne skupine: organski fosforjevi estri, karbamati, sintetični piretroidi, derivati nereistoksina in bioinsekticidi (Arends in Kus, 1999).

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

Dotikalni insekticidi v žuželke prodirajo skozi intersegmentalno kožico, tipalke, podplate in druge organe, ki sprejemajo fizikalno-kemične dražljaje. V žuželko lahko prodirajo le aktivne snovi, ki so topne v maščobnih kislinah. Lipidne sestavine celic omogočajo raztapljanje, s tem pa tudi vstop aktivne snovi v notranjost (Maček in Kač, 1990).

Za sistemske insekticide je značilno, da po nanosu na rastlino prodrejo v njeno notranjost in se po rastlini premeščajo, bodisi po ksilemu ali floemu. Aktivno snov pripravka lahko rastline kemično spremenijo, tako da postane neučinkovita. Inaktiviranje je možno, če se aktivna snov veže v specifične presnovne produkte. Tako spremenjena aktivna snov se lahko transportira po celotni rastlini in se zopet aktivira na mestu delovanja, zaradi zaznave določenega receptorja. Neposredno delovanje aktivne snovi v škodljivcu nastane, ko ta učinkuje na presnovne in druge procese. Tako deluje večina insekticidov, ki na škodljive organizme deluje kot živčni strup, saj ovirajo prenos dražljajev (Maček in Kač, 1990).

2.2.1 Organski fosforjevi estri

Organski fosforjevi estri so estri fosforjeve, tiofosforjeve, ditiofosforjeve in drugih fosforjevih kislin. Prvi, ki je sintetiziral fosforjev ester z insekticidnim delovanjem je bil G. Schrader leta 1937. Številčneje so se fosforjevi estri pojavili šele po drugi svetovni vojni, zaradi dobrega delovanja tako na sesajoče, kakor tudi na grizoče žuželke, hitrega prodiranja v rastlino in prav tako hitrega premeščanja po rastlini. Najbolj pomembno pa je, da se hitro razgradijo in ni težav z njihovimi ostanki v okolju (Maček in Kač, 1990).

Pri vseh organizmih, tako žuželkah, kakor tudi pri toplokrvnih organizmih, organski fosforjevi estri posegajo v prevajanje dražljajev po živčnem sistemu. Posledično je ovirano delovanje encima holinesteraze in s tem se kopiči acetilholin, ki vpliva na stalno vzbujenje živčnega sistema. Zastrupitev se kaže v krčih, ohromelosti in nazadnje nastopi smrt. Pri nekaterih organizmih pa je molekula na začetku neučinkovita in šele s presnovo v telesu nastane aktivni inhibitor. Insekticidi na podlagi organskih fosforjevih estrov so različno strupeni. Na rastlinah se razgradijo pod vplivom sončnih žarkov, vlage, toplote itd. Karenčne dobe so zato kratke, vendar jih moramo strogo upoštevati (Maček in Kač, 1990).

Organske fosforjeve estre delimo na insekticide s sistemičnim (endoterapevtskim) delovanjem in insekticide z lokalnim, zunanjim oziroma rezidualnim delovanjem. Slednji delujejo globinsko, kar pomeni, da od celice do celice potujejo z osmozo ali difuzijo. Na škodljivce delujejo preko listov, če ti niso prišli v stik z insekticidom. Organski fosforjevi estri delujejo kot dotikalni (kontaktni), želodčni (digestivni), nekateri pa tudi kot dihalni (inhalacijski) strupi (Maček in Kač, 1990).

Pripravki na podlagi organskih fosforjevih estrov, ki so v Sloveniji registrirani za zatiranje koloradskega hrošča na krompirju, so navedeni v preglednici 1.

Preglednica 1: Registrirani pripravki iz različnih skupin v Sloveniji za zatiranje koloradskega hrošča (Fito-info, 2008).

Pripravek	Aktivna snov	Aktivna snov v %	Formulacija	Odmerek	Integrirana pridelava
Organski foforjevi estri					
Volaton EC-500	foksim	50	EC	2 l/ha	da
Zolone liquide	fosalon	35	EC	2 - 2,5 l/ha	da
Piretroidi					
Bulldock EC 25	beta-ciflutrin	2,5	EC	0,5 l/ha	ne
Decis 2,5 EC	deltametrin	2,5	EC	0,3 l/ha	ne
Decis 6,25 EG	deltametrin	6,25	EG	250 g/ha	ne
Karate 2,5 WG	lambda-cihalothrin	2,5	WG	200 - 250 g/ha	ne
Karate zeon 5 CS	lambda-cihalothrin	5	CS	0,15 l/ha	ne
Derivati benzoil sečnine					
Match 050 EC	lufenuron	5	EC	0,3 l/ha	da
Nomolt SC	teflubenzuron	15	SC	0,2 l/ha	da
Neonikotinoidi					
Actara 25 WG	tiametoksam	25	WG	60 - 80 g/ha	da
Calypso SC 480	tiakloprid	48	SC	0,1 l/ha	da
Mospilan 20 SP	acetamiprid	20	SP	100 g/ha	da
Mospilan 20 SG	acetamiprid	20	SG	100 g/ha	da

Legenda: EC – koncentrat za emulzijo, WG – močljiva zrnca, CS – kapsulirana suspenzija, SC – koncentrirana suspenzija, SG – vodotopna zrnca, SP – vodotopni prašek, EG – emulgirajoča zrnca.

2.2.2 Piretroidi

Piretroidi so insekticidi iz rastlinskih surovin, med njimi je najbolj znana rastlina imenovana bolhač (*Chrysanthemum cinerariaefolium* [Vis.]). Preden so odkrili sintetične insekticide, so jih uporabljali za zatiranje sesajočih žuželk. Vendar se niso uveljavili, saj se na svetlobi hitro razgradijo. Nadomestili so jih sintetični insekticidi, ki so jih povsem izrinili. V zadnjem času pa zopet pridobivajo na pomenu, zlasti pri pridelovanju biohrane. Naravni piretroidi imajo veliko toksikološko prednost, saj se hitro razgradijo in ne puščajo ostankov (Maček in Kač, 1990).

Sintetični piretroidi so živčni strupi, ki na žuželke delujejo že pri majhnih koncentracijah in so na svetlobi bolj obstojni, kot naravni. Imajo širok spekter delovanja in ugodno razmerje med strupenostjo za toplokrvne živali in žuželke. Negativna lastnost sintetičnih piretroidov je delovanje na plenilce oziroma naravne sovražnike in pojav odpornosti škodljivcev. Za integrirano pridelavo niso primerni (Maček in Kač, 1990).

Pripravki na podlagi piretroidov, ki so v Sloveniji registrirani za zatiranje koloradskega hrošča na krompirju, so navedeni v preglednici 1.

2.2.3 Derivati benzoil sečnine

Derivati benzoil sečnine so inhibitorji razvoja žuželk (IRI). Delujejo na hitinazo, s tem ovirajo tvorbo kutikule in povzročajo smrt med levitvijo. Osebk, ki so tretirani v zadnjih stopnjah razvoja ne poginejo, njihovi potomci, pa so navadno sterilni. Delujejo ovicidno, larvicidno in dotikalno (Cirar, 2007).

Pripravki na podlagi derivatov benzoil sečnine, ki so v Sloveniji registrirani za zatiranje koloradskega hrošča na krompirju, so navedeni v preglednici 1.

2.2.4 Neonikotinoidi

Kemično so podobni nikotinu, to je toksin, ki ga vsebuje tobak. Neonikotinoidi delujejo na živčevje škodljivca, tako da se vežejo na receptorje acetilholina. Povzročajo vzbujenje živčevja, s tem pa paraliziranost osebk in posledično smrt. Po tretiranju se prenašajo po floemu in ksilemu. So relativno novi insekticidi (Cirar, 2007).

2.2.5 Anorganski insekticidi – kalijev oleat

Aktiv je pripravek, ki ga proizvaja in zastopa podjetje Unichem d. o. o. Njegova aktivna snov je kalijev oleat. Insekticid se uporablja v 3 % koncentraciji (3 l/100 l vode). Kupimo ga v obliki vodotopnega koncentrata (SL). Uporabljamo ga lahko večkrat na sezono, saj nima karence (sadno drevje in vrtnine) oziroma je ta zagotovljena z načinom uporabe (okrasne rastline). Pripravek moramo hraniti ločeno od hrane in zunaj dosega otrok, ne smemo ga izpuščati oziroma odlagati v okolje (Fito-info, 2008).

2.2.6 Rastlinski insekticidi – azadirachtin in olje oljne ogrščice

NeemAzal T/S je rastlinski insekticid, katerega aktivna snov je azadirachtin A. Pridobiva se iz pečk tropskega drevesa neem (*Azadirachta indica* [A. Juss.]). Po tretiranju rastline učinkovina prehaja v rastlino, kjer se delno premešča in se po nekaj urah aktivira. Deluje tako na grizoče, kakor tudi na sesajoče žuželke, in sicer tako da zavira preobrazbo. Značilnost tega pripravka oziroma njegove aktivne snovi je, da so lahko škodljivi organizmi po tretiranju še vedno zastopani na rastlini, vendar se ne razmnožujejo in ne povzročajo gospodarske škode. Azadirachtin ni strupen za večino plenilcev, zato je primeren tudi za ekološko kmetovanje (Basedow in sod., 1997; Zabel in sod., 2002; Cirar, 2007).

Pripravek NeemAzal T/S proizvaja podjetje Trifolio-M, zastopnik pa je podjetje Metrob d.o.o. NeemAzal T/S se v posevku krompirja uporablja dvakrat v rastni dobi in v 0,25 % koncentraciji (0,25 l/100 l vode). Kupimo ga v obliki koncentrata za emulzijo (EC). Z

njim praviloma škropimo pet dni po pojavu več kot 10 jajčnih legel na 50 rastlinah. Pripravek ni strupen, vendar ga moramo hraniti ločeno od hrane in zunaj dosega otrok. Pri škropljenju pa moramo paziti, da ne pride v stik s kožo ali očmi, saj lahko povzroča alergično reakcijo (Fito-info, 2008).

Prima je insekticid, ki spada v skupino parafinskih in mineralnih olj (Bavec in sod., 2001). Za mineralna olja je značilno, da se uporabljajo za zimska, predpomladanska in poletna škropljenja. Učinkujejo mehanično, tako da povzročijo zadušitev škodljivca. Da povečamo njihovo učinkovitost, jih lahko mešamo z nekaterimi drugimi insekticidi (Maček in Kač, 1990).

Aktivna snov pripravka Prima je olje oljne ogrščice. Proizvajalec in zastopnik tega pripravka je podjetje Unichem d.o.o. V posevku krompirja ga uporabljamo v 1 % koncentraciji (1 l/100 l vode). Kupimo ga lahko v obliki koncentrata za emulzijo (EC). Pripravek moramo hraniti ločeno od hrane in zunaj dosega otrok. Pri škropljenju pa moramo preprečiti stik s kožo in očmi, saj v nasprotnem primeru lahko pride do alergične reakcije (Fito-info, 2008).

2.3 KROMPIR

2.3.1 Sistematika

Po uveljavljeni sistematiki uvrščamo krompir v naslednje sistematske kategorije (Heywood, 1995):

Kraljestvo (regnum): rastline – Plantae;
Deblo (phyllum): semenke – Spermatophyta;
Razred (classis): kritosemenke – Angiospermae;
Podrazred (subclassis): dvokaličnice – Dicotyledoneae;
Nadred (superordo): štiriobročne zraslovenčnice – Asteridae;
Red (ordo): Polemoniales;
Družina (familia): razhudnikovke – Solanaceae;
Rod (genus): razhudnik – *Solanum*
Vrsta (species): krompir – *Solanum tuberosum* [L.].

2.3.2 Razhudnikovke (Solanaceae)

V družino razhudnikovk spada večje število rastlinskih vrst, razširjenih po vsej zemeljski obli. Med njimi so kot gojene rastline v našem okolju razširjeni paradižnik, paprika, jajčevci in krompir (Osvald in Kogoj Osvald, 2005).

Razhudnikovke (Solanaceae) so zelnate rastline, redkeje olesenele. Cvetovi razhudnikovk imajo dvojno cvetno odevalo. Časni in venčnih listov ter prašnikov je pet, pestič je eden z nadraslo plodnico. Rastline iz te družine gojimo zaradi užitnih plodov (paradižnik, paprika

in jajčevce) oziroma zaradi odebeljenih podzemnih organov (krompir) (Osvald in Kogoj Osvald, 2005).

2.3.3 Zgodovina, pomen v prehrani in pridelava v Sloveniji

Krompir je bil prinesen v Evropo iz Južne Amerike, nekje iz območja Čila in Peruja. V notranjost celine se je širil iz kolonialnih držav Evrope, ki ležijo ob Atlantiku. V naše kraje je prišel v času avstrijske monarhije, ko je vladala cesarica Marija Terezija, ki je želela izboljšati prehrano prebivalstva. Kmetje so se sprva upirali sajenju te poljščine, pozneje pa so jo sprejeli za vsakoletno pridelavo. Danes poznamo veliko sort krompirja, ki so rumene, rožnate in rdeče barve ter vodne in mokaste strukture. Barva krompirja nima nobene vloge pri prehrabeni vrednosti krompirja, ima pa pomembno vlogo pri tem, za katere jedi je primerna izbrana sorta krompirja (Wikipedia, 2008).

Sprva je krompir veljal za hrano revežev, pozneje pa so ga uživali tudi plemiči. Danes je krompir nepogrešljiv v človekovi prehrani, uporabljamo ga lahko kot dopolnilo k drugim živilom ali pa ga uživamo kot glavno jed. Ko se je v Evropi krompir uveljavljal kot vsakdanja hrana, je pogosto nadomeščal kruh in s tem ublažil lakoto. V razvitih državah, kjer vlada blaginja, je krompir sicer obdržal svoje tradicionalno mesto v prehrani, toda ne več kot živilo za zadovoljevanje osnovnih prehranskih potreb, temveč je zelo cenjen kot dodatek k mesu in zelenjavi. Je poceni vir energije, poleg tega pa vsebuje še beljakovine, vitamine in mineralne snovi ter majhno količino maščob (Kus, 1994).

Čeprav si je krompir v začetku težko utiral pot na krožnike Evropejcev, pa si danes le težko zamislimo človekovo prehrano brez krompirja. Krompir je lahko kot dopolnilo drugim živilom, pogosto pa ima osrednje mesto v prehrani (Krišković, 1989).

Večino krompirja pridelamo v nižinskem in gričevnatem območju osrednje Slovenije ter v njenem severovzhodnem in jugovzhodnem delu (Kus, 1994)

V preglednici 2 so prikazane površine krompirja in njegova pridelava v Sloveniji v obdobju od leta 2000 do 2007.

Preglednica 2: Prikaz pridelovalnih površin krompirja, skupnega pridelka in pridelka na hektar v Sloveniji (Statistični urad RS, 2008).

		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Površina (ha)	Krompir	8952	7785	7113	6832	6833	6306	5900	5736
	Krompir - zgodnji	1007	876	754	544	544	657	753	736
	Krompir - pozni in semenski	7945	6909	6359	6288	6289	5649	5147	5000
Pridelek - skupaj (t)	Krompir	186157	148279	165962	107610	171475	144714	106974	131050
	Krompir - zgodnji	18057	14368	15075	7457	11519	11114	11243	14852
	Krompir - pozni in semenski	168100	133911	150887	100153	159956	133600	95731	116198
Pridelek na ha (t/ha)	Krompir	20,8	19	23,3	15,8	25,1	22,9	18,1	22,8
	Krompir - zgodnji	17,9	16,4	20	13,7	21,2	16,9	14,9	20,2
	Krompir - pozni in semenski	21,2	19,4	23,7	15,9	25,4	23,7	18,6	23,2

2.3.4 Hranilna vrednost krompirja

2.3.4.1 Alkaloidi, vitamini in beljakovine

V krompirju najdemo dva alkaloida, pomemben pa je zlasti solanin. Solanin je strupen alkaloid, ki ga najdemo tudi v paradižniku in drugih razhudnikovkah. V lupini gomoljev je solanina več kot v mesu. Navadno ga najdemo v količinah od 2 do 10 mg na 100 g gomoljev. Kadar njegova količina naraste nad 20 mg na 100 g gomoljev, krompir ni več primeren za prehrano. Tedaj namreč lahko pride do zastrupitve in bolezenskih znamenj, kot so pri črevesnem katarju. Do povečanja vsebnosti alkaloidov v krompirju pride, tedaj ko je mlad krompir izpostavljen svetlobi in pozeleni. Zato je priporočljivo, da takšne gomolje odstranimo. Krompir, ki pozeleni med skladiščenjem, pa ni škodljiv, zlasti če ga olupimo (Kus, 1994).

Krompir v gomoljih vsebuje vitamine C, B₁ in B₂, nikotinsko kislino in vitamin A. Od vseh vitaminov, pa je najbolj pomemben vitamin C. Njegova količina je odvisna od sorte, letine, načinov skladiščenja in priprave. Vitamina C je v surovem krompirju v povprečju 22 mg/100 g krompirja (Kus, 1994).

Krompir vsebuje približno 2 % beljakovin, kar ni veliko, vendar pa je njegova biološka vrednost zelo visoka. Večja je od vseh drugih rastlinskih beljakovin. Beljakovine v krompirju so sestavljene iz vseh esencialnih aminokislin, ki jih mora človekovo telo dobiti s hrano, saj jih samo ni sposobno sintetizirati (Kus, 1994).

V preglednici 3 je prikazan pomen osmih aminokislin v človekovi prehrani in možnost njihove pridobitve v človekovo telo z uživanjem krompirja.

Preglednica 3: Zadovoljevanje najnujnejših potreb človekovega organizma z esencialnimi aminokislinami iz kuhanega krompirja (dnevna poraba 127,5 g) (Kus, 1994).

Amonokisline	Povprečna dnevna poraba organizma (g)	Količina aminokislin v 127,5 g/ 170 g surovega krompirja	% pokritja dnevne potrebe organizma
Izolevcin	0,48	0,175	20,8
Levcin	0,95	0,170	17,9
Lizin	0,84	0,157	18,7
Metionin	0,45	0,041	9,1
Fenilalanin	0,64	0,113	17,6
Treonin	0,56	0,103	18,4
Triptofan	0,28	0,041	14,6
Valin	0,84	0,134	16

2.3.4.2 Energijska vrednost krompirja

Napačno je mišljenje ljudi, da krompir redi. V resnici vsebuje zelo malo suhe snovi, povprečno 22 %, in to predvsem škroba. Energijska vrednost 1 kg krompirja ne dosega niti tretjine tiste, ki jo ima 1 kg kruha. Ta primerjava velja le za kuhan krompir. Pražen in ocvrt krompir ter krompirjev pire pa imajo precej večjo energijsko vrednost, odvisno od tega koliko maščobe jim dodamo (Kus, 1994).

Če bi želeli s krompirjem zadostiti naše potrebe po energiji, bi morali pojesti približno 4 do 5 kg olupljenega krompirja na dan, brez dodatnih maščob (Kus, 1994).

2.3.5 Morfologija krompirja

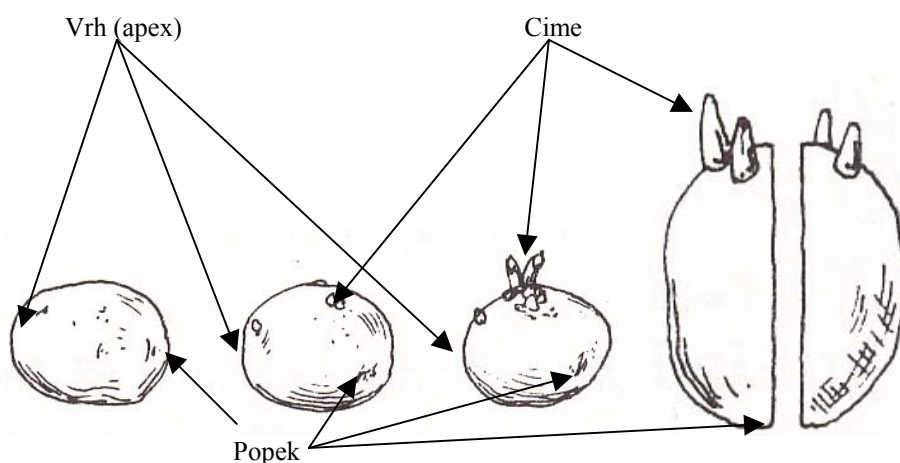
2.3.5.1 Koreninski sistem

Korenine se razvijejo iz posajenega gomolja, natančneje iz očesc, in podzemnih delov stebel, iz katerih poženejo živice ali stoloni. Koreninski sistem sega do 50 cm globoko in do 30 cm v horizontalno smer. Razrast koreninskega sistema je pogojena s tlemi; če so težka in nepropustna, so korenine slabše razvite in obratno. V dobrih in slabih tleh je koreninski sistem sposoben vpijati in prenašati vlago v nadzemske dele rastlin. Skozi rastno dobo se na živicah debelijo terminalni (končni) brsti, iz katerih se oblikujejo

gomolji. Sorte se med seboj razlikujejo tudi po dolžini živic. Tako poznamo sorte s kratkimi, srednje kratkimi, srednje dolgimi in dolgimi živicami. Najbolj intenzivna rast korenin je med cvetenjem krompirja, medtem ko med dozorevanjem gomoljev rast korenin postopoma slabi (Kocjan Ačko, 2005).

2.3.5.2 Gomolji

Krompir pridelujemo prav zaradi gomoljev, ki so užitni del rastline. Sestavljeni so iz očesc, ti pa iz brstov. Večina očesc se nahaja na zgornji polovici gomolja. Na sliki 4 je prikazan položaj popka in vrha (apex).



Slika 4: Položaj popka in vrha na gomolju krompirja (Michaeli-Achmühle, 1992).

Spodnja polovica gomoljev je navadno brez očesc, na njej pa je popek, to je mesto, na katerem je bil mlad gomolj povezan z materno rastlino. Ko so tla dovolj vlažna in topla, iz očesc poženejo kalički, ki najprej razvijejo koreninice. Po koreninjenju se koreninice podaljšajo v steblikke (poganjke). Za začetni razvoj rastlinice izkoriščajo hranila, ki so v gomolju. Ko se ta izčrpajo, so za nadaljnjo rast pomembna rodovitna tla, v katerih je zadostna količina hranil in vode (Kocjan Ačko, 2005).

Gomolje ločimo po obliki, masi, velikosti, barvi lupine in barvi mesa. Najpogostejši obliki gomoljev sta okrogla in jajčasta, lahko pa so tudi ledvičasti, rogljičasti, srčasti ali nepravilnih oblik. Po velikosti razlikujemo majhne, srednje in velike gomolje. Velikost gomoljev je odvisna od sorte, rastnih razmer, dolžine rastne dobe (zgodnje, srednje in pozne sorte) ter namena uporabe, saj lahko izkoplje mlade ali dozorele gomolje. Glede na maso so gomolji lahko drobni, srednje debeli in debeli. Navadno se masa gomoljev giblje od 45 do 80 g. Semenski krompir razdelimo na tri frakcije. V prvo frakcijo spadajo gomolji veliki od 28 do 35 mm, v drugo frakcijo gomolji veliki od 35 do 45 mm in v tretjo frakcijo gomolji večji od 45 mm. Gomolje obdaja lupina, ki jih varuje pred izgubo vlage in okužbami s talnimi mikroorganizmi. Mlad krompir obdaja tanka kožica, ki pa med dozorevanjem otrdi v oplutenelo kožo, ki ji pravimo periderm. Struktura lupine je bodisi gladka ali pa hrapava; slednja se pojavlja pri moknatih sortah. Barva lupine je zelo

različna; poznamo sorte z belo, umazano belo, rumeno, rjavo, rožnato in vijolično lupino (Kocjan Ačko, 2005).

Na gomoljih se nahajajo očesca, ki ležijo plitvo, srednje globoko ali globoko na lupini krompirja. Pri vzdolžnem prerezu gomolja od temena do popka, je jasno viden obroč rastnega celičja, ki leži od 0,5 do 1 cm od lupine. V intenzivni rasti gomolja se v njem nalagajo ogljikovi hidrati, predvsem škrob, voda, beljakovine, vitamini in minerali, kot so kalij, fosfor, železo, jod in kalcij. Večina sort ima belo, belo rumeno ali rumeno meso, redke vrste in sorte imajo tudi rožnato ali vijolično meso (Kocjan Ačko, 2005).



Slika 5: Rastlina krompirja (The National Academies Press, 2008).

2.3.5.3 Steblo

Steblo se pri krompirju nahaja v tleh in nad njim. Del stebela, ki je v tleh, je okrogel in čvrst, drugi del stebela, ki pa je nad tlemi, je votel, trikoten in porasel z dlačicami. Krompir se razvije v grm, ki ga sestavljajo listi, socvetja in trije do štirje stebelni poganjki. Pri mladi rastlini temu grmu pravimo krompirjevka, ki zraste od 40 do 70 cm visoko (Kocjan Ačko, 2005).

2.3.5.4 Listi

List je sestavljen iz pecljatih jajčastih lističev, ki so bleščeče zelene do motno zelene barve. Listi so na rastlini nameščeni lihopernato, lahko so povešeni ali pa pokončni. Nekatere sorte imajo med zunanjimi pecljati lističi srednje in notranje sedeče lističe. Listna ploskev je porasla z dlačicami, lahko je ravna ali pa mehurjasta, kjer se prepletajo listne žilice (Kocjan Ačko, 2005).

2.3.5.5 Cvetovi krompirja

Cvet je sestavljen iz petih skupaj zraslih zelenih časnih listov, nad katerimi je prav tako pet zvezdasto razporejenih venčnih listov. Cvetovi so različnih barv; lahko so beli, zelenobeli, vijolični, modrovijolični, rožnati, pa tudi škrlatno rdeči. Razlikujejo se tudi po velikosti; tako poznamo sorte z majhnimi cvetovi, ki v premeru merijo 1 cm, pa tudi sorte z velikimi cvetovi, ki lahko v premeru merijo od 4 do 5 cm. Pet prašnikov, ki so lahko rumeni, rumeno zeleni ali oranžni, je združenih v valjast stožec, ki obdaja pestič. Cvetovi so združeni v grozdasto socvetje in izhajajo iz enega stebela. Krompir cveti spomladi, ko se dnevi daljšajo, kar pomeni, da je dolgodnevnic. Nekatere sorte krompirja ne razvijejo cvetov (Kocjan Ačko, 2005).

2.3.5.6 Plodovi in pravo seme krompirja

Plod pri krompirju se imenuje jagoda. V njem je več semen in je sestavljena iz dveh predelov. Jagoda je zelena in nastane s samooprašitvijo, kar pomeni, da cvetni prah oprashi brazdo pestiča istega cveta. Oprašitev s tujim cvetnim prahom ni pogosta, prav tako pa ni izključena (Kocjan Ačko, 2005).

Seme nastane v jagodi, kjer je nad 200 ploščatih semen. Seme po dolžini meri od 1,7 do 2,1 mm, po širini pa od 1,1 do 1,3 mm. Njegova debelina je od 0,2 do 0,5 mm. Seme je sprva belo do svetlo rumeno in je dormantno, z zrelostjo pa postane rumenorjavo in kalivo (Kocjan Ačko, 2005).

2.4 SORTE KROMPIRJA

Po dozorelosti gomoljev poznamo zgodnje, srednje zgodnje, srednje pozne in pozne sorte.

2.4.1 Sorta Kondor

Kondor je srednje zgodnja sorta, ima rumeno meso in rdečo kožico (Sluga, 1994).

2.4.1.1 Razvoj in videz rastline

Grm se razvije hitro in dobro prekriva tla. Maloštevilna stebila so močna in rdeče obarvana. Stebla so velika, s srednje velikimi temno zelenimi lističi, ki imajo poudarjene listne žile. Cvetovi so temno rdeči do vijolični. Cvetenje je močno (Sluga, 1994).

2.4.1.2 Gomolj

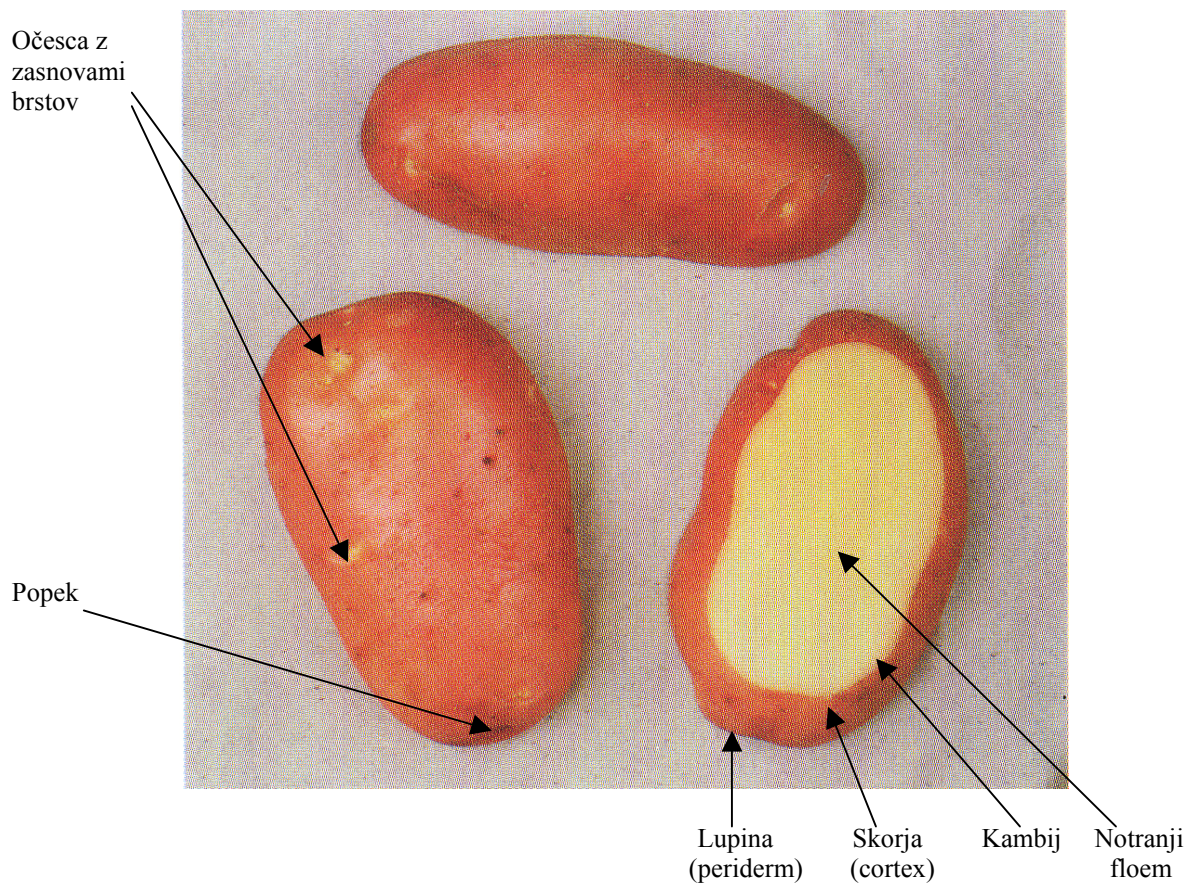
Gomolji so veliki, podolgovato ovalni in maloštevilni. Kožica je rdeča, meso svetlo rumeno, očesa plitva do srednje globoka (slika 6). Svetlobni kalič je močno rdeče vijoličast (Sluga, 1994).

2.4.1.3 Odpornost na bolezni

Sorta je srednje odporna na krompirjevo plesen (*Phytophthora infestans*) na gomoljih in listih. Sorta pa je odporna na krompirjev rak (*Synchytrium endobioticum*) in virus A (Sluga, 1994).

2.4.1.4 Gospodarska vrednost

Sorto odlikuje velik pridelek velikih gomoljev, ki pa imajo poudarjena očesca. Gomolji so dokaj odporni proti udarcem. Dobro prenaša sušo (Sluga, 1994).



Slika 6: Sorta Kondor (Sluga, 1994).

3 MATERIAL IN METODE

3.1 ZASNOVA IN POTEK POSKUSA

Poskus je potekal na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani leta 2007. Na njivi veliki približno 2,4 ara, na katero smo krompir, cv. Kondor, posadili 11. aprila, smo preučevali učinkovitost treh okoljsko sprejemljivih substanc in njihov vpliv na pridelek gomoljev. Na parceli smo spremljali prvi pojav hroščev, torej odrasle osebk, ki so prilezli iz tal, jajčna legla, ličinke vseh štirih stopenj (L1, L2, L3 in L4) in pojav novega rodu hroščev.



Slika 7: Poljsko preizkušanje učinkovitosti treh okolju sprejemljivejših insekticidov na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani v letu 2007 (foto: S. Trdan).

Krompir, cv. Kondor, smo posadili 11. aprila, saj je to srednje zgodnja sorta. Med rastno dobo smo rastline krompirja, poleg preučevanih insekticidov, škropili tudi s fungicidi, da bi preprečili okužbo s krompirjevo plesnijo (*Phytophthora infestans*). Posevek smo 29. maja prvič poškropili s fungicidom Ridomil Gold MZ Pepite, ki je v obliki močljivih zrn (WG). Aktivni snovi tega pripravka sta mankozeb in metalaksil-M, proizvaja ga podjetje Syngenta, zastopnik pa je podjetje Syngenta Agro d. o. o. Drugo škropljenje proti krompirjevi plesni smo opravili 13. junija s pripravkom Polyram DF v koncentraciji 20 g/10 l vode (aktivna snov je metiram). Tudi ta pripravek je v obliki močljivih zrn (WG), proizvaja ga podjetje BASF, zastopnik, pa je BASF Slovenija d. o. o. Zadnje škropljenje

proti krompirjevi plesni smo opravili 9. julija, prav tako s pripravkom Ridomil Gold MZ Pepite.

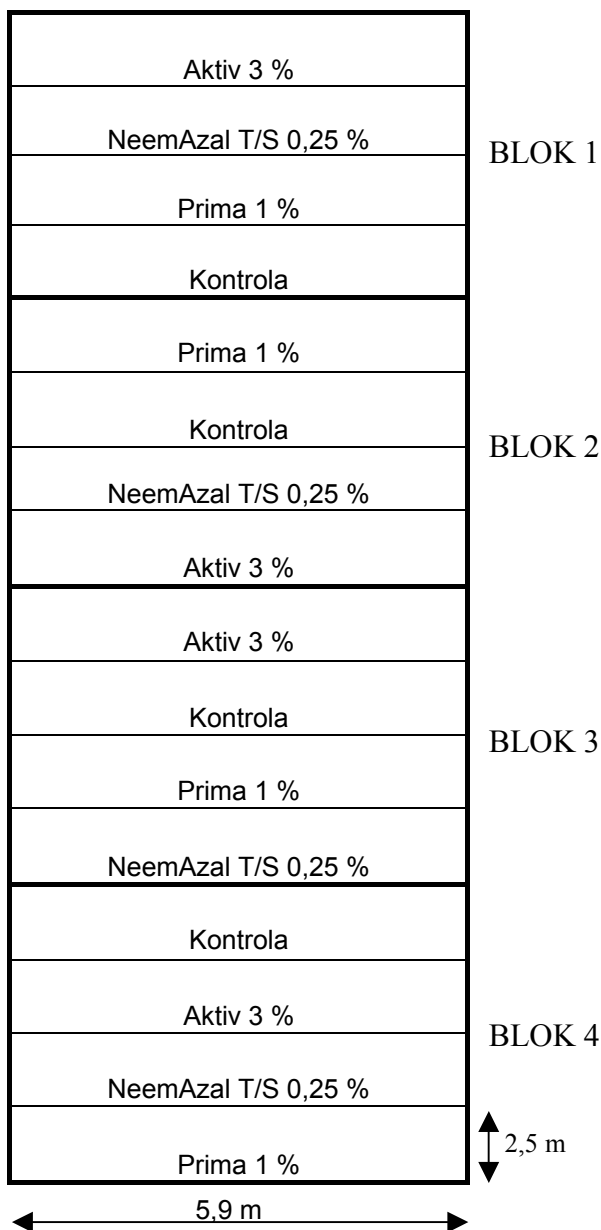
Preglednica 4: Škropilni program za koloradskega hrošča (*Leptinotarsa decemlineata* [Say]) na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani v letu 2007.

Datum škropljenja	Pripravki			
	NeemAzal T/S 0,25 % (25 ml/10 l)	Aktiv (3 %, 3 dl/10 l)	Prima (1 %, 1 dl/ 10 l)	Kontrola
18. maj 2007		X	X	
25. maj 2007	X	X	X	
5. junij 2007		X	X	
15. junij 2007		X	X	
26. junij 2007		X	X	
5. julij 2007		X	X	
13. julij 2007	X	X	X	
25. julij 2007		X	X	

Prve hrošče smo opazili 9. maja, prvo tretiranje z dvema insekticidoma pa smo izvedli 18. maja s hrbtno motorno škropilnico. Škropljenje s pripravkom Aktiv in Prima smo izvajali enkrat na deset dni. Rastline v kontrolnem obravnavanju nismo škropili z insekticidi, pripravek NeemAzal T/S pa smo na rastline nanесли le dvakrat, to je bilo 25. maja in 13. julija (preglednica 4).

Poljski poskus je bil zasnovan po principu slučajnih blokov. Znotraj vsakega od štirih blokov je bilo vsako od štirih obravnavanj ponovljeno enkrat. Površina vsakega bloka je bila 59 m², površina vsakega obravnavanja znotraj bloka pa je bila četrtnina omenjene površine, to je 14,75 m². Obravnavanja znotraj blokov so bila naslednja:

1. osemkratno škropljenje s pripravkom Aktiv (3 % koncentracija);
2. osemkratno škropljenje s pripravkom Prima (1 % koncentracija);
3. dvakratno škropljenje s pripravkom NeemAzal T/S (0,25 % koncentracija);
4. neškropljene rastline (kontrola).



Slika 8: Shematski prikaz poljskega poskusa ugotavljanja učinkovitosti treh okoljsko sprejemljivih insekticidov za zatiranje koloradskega hrošča in njihov vpliv na pridelek gomoljev.

Krompir smo izkopali 8. avgusta. Pri tem smo uporabili traktorski izkopalnik. Pridelek iz vsake od 16-ih parcelic v poskusu smo nabrali v plastificirane mrežaste vreče, nato pa smo gomolje ločili po velikosti v tri frakcije (velikostne razrede), in sicer:

1. gomolji veliki do 4 cm;
2. gomolji od 4 do 5 cm;
3. gomolji nad 5 cm.

Pri tem smo si pomagali s sortirnikom.



Slika 9: Izkopavanje krompirja 8. avgusta s traktorskim izkopalnikom (foto: M. Pevnik)

S pregledom nasada na zastopanost koloradskega hrošča smo začeli 14. maja. V kontrolnih parcelah smo izbrali pet mest, kjer smo na petih zaporednih rastlinah krompirja enkrat na teden (do 6. avgusta) ugotavljali zastopanost različnih razvojnih stadijev koloradskega hrošča.

3.2 STATISTIČNA ANALIZA IN GRAFIČNA PREDSTAVITEV REZULTATOV

Za ugotavljanje statistično značilnih razlik v pridelku (kg/ha) treh frakcij gomoljev (do 4 cm, od 4 do 5 cm in nad 5 cm) in v pridelku (kg/ha) štirih obravnavanj (Aktiv 3 %, NeemAzal T/S 0,25 %, Prima 1 % in kontrolo) smo uporabili večfaktorsko analizo variance. Za določitev statistično značilnih razlik med povprečji smo uporabili Student-Newman-Keulsov 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

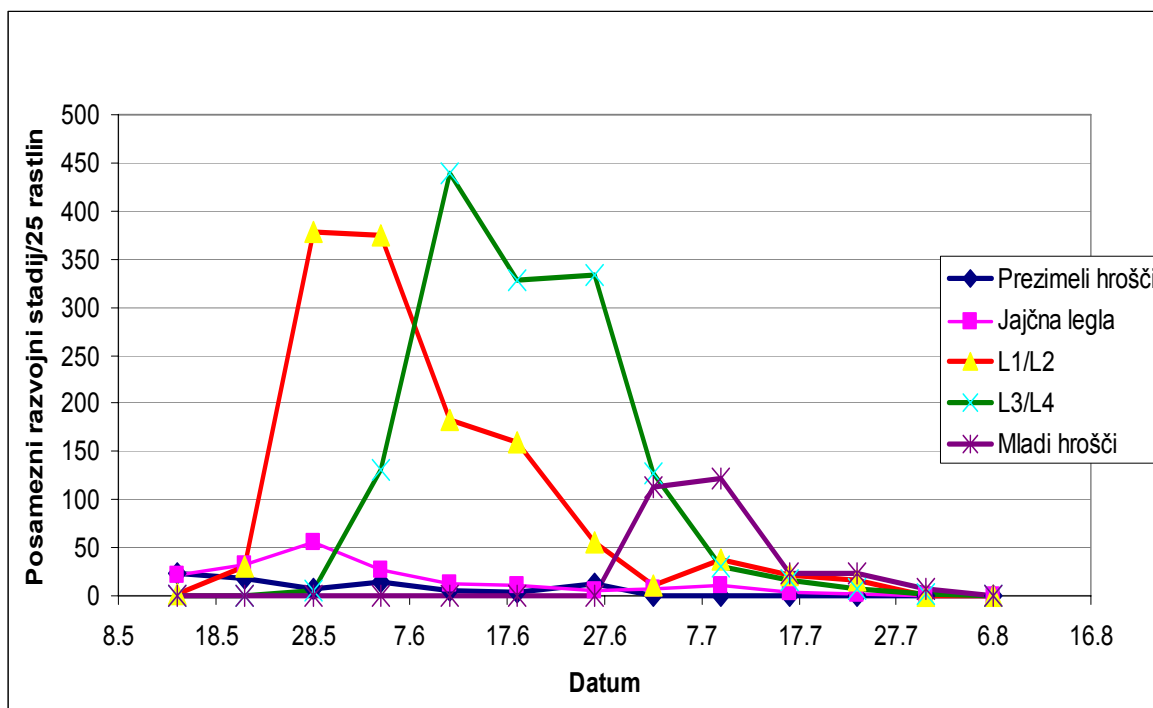
4.1 ANALIZA REZULTATOV

4.1.1 Razvoj koloradskega hrošča (*Leptinotarsa decemlineata* [Say]) med rastno dobo krompirja in pridelek krompirja po velikostnih razredih

Slika 10 in preglednica 5 prikazujeta sezonsko dinamiko pojavljanja različnih razvojnih stadijev koloradskega hrošča. Ugotovili smo, da je bilo prezimelih hroščev relativno malo. Prva jajčna legla smo opazili že ob pojavu prezimelih hroščev. Število ličink se je začelo povečevati okoli 21. maja, vrh pa je doseglo v začetku junija, ko smo našli 375 osebkov/25 rastlin. V drugi dekadi junija se je njihovo število začelo manjšati, saj so se iz njih razvile ličinke L3/L4 stadija. Njihovo število je bilo največje 11. junija, ko smo našli 439 osebkov/25 rastlin. Nato se je tudi njihovo število začelo zmanjševati. Sledil je čas razvoja mladih hroščev, ki jih je bilo največ v začetku julija. Takrat smo našli 121 osebkov/25 rastlin. S štetjem smo prenehali, ko na rastlinah krompirja nismo več opazili nobenega razvojnega stadija koloradskega hrošča. 8. avgusta smo krompir izkopali.

Preglednica 5: Pojav posameznih razvojnih stadijev koloradskega hrošča med rastno dobo krompirja na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani v letu 2007.

Datum	Prezimeli hrošči	Jajčna legla	L1/L2	L3/L4	Mladi hrošči
14.5.2007	23	22	1	0	0
21.5.2007	18	32	30	0	0
28.5.2007	7	55	378	5	0
4.6.2007	14	26	375	131	0
11.6.2007	5	12	183	439	0
18.6.2007	3	10	160	328	0
26.6.2007	12	6	55	334	0
2.7.2007	0	7	11	128	113
9.7.2007	0	10	38	30	121
16.7.2007	0	4	22	16	24
23.7.2007	0	2	16	8	24
30.7.2007	0	0	0	1	8
6.8.2007	0	0	0	0	0



Slika 10: Grafičen prikaz razvoja posameznih razvojnih stadijev koloradskega hrošča tekom rastne dobe krompirja.

Po izkopu gomoljev smo ugotovili statistično značilen vpliv frakcije gomoljev ($P < 0,0001$) in obravnavanja ($P = 0,0159$) in interakcijo med tema dejavnikoma ($P = 0,0343$) na pridelek gomoljev (kg/ha).

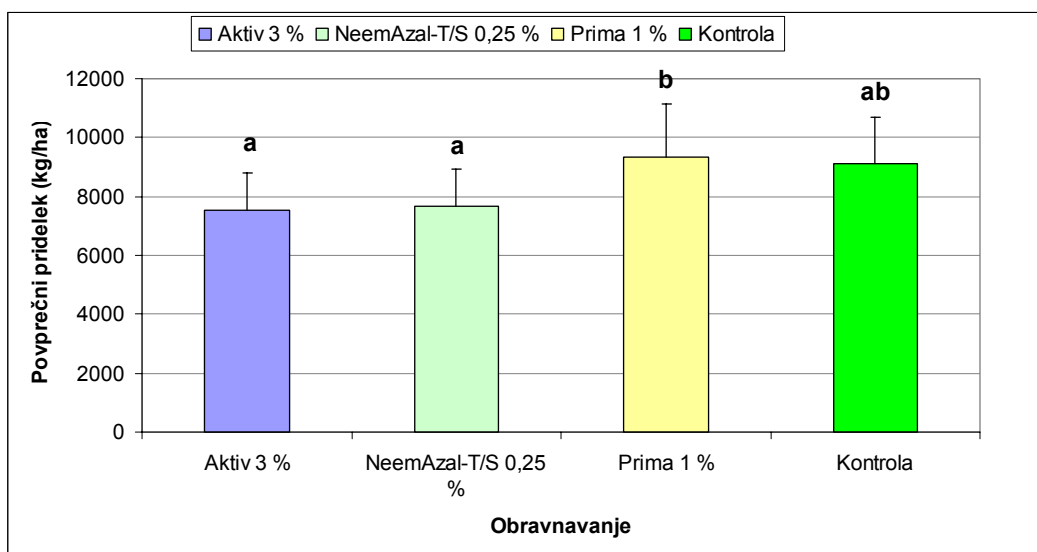
V nadaljevanju so rezultati iz preglednice 6 prikazani glede na obravnavanje in frakcijo krompirjevih gomoljev.

Preglednica 6: Pridelek gomoljev po posameznih obravnavanjih in frakcijah gomoljev.

Blok	Obravnavanje	Frakcije (kg)			Pridelek (kg/obravnavanje)	Pridelek (kg/blok)
		do 4 cm	od 4 do 5 cm	nad 5 cm		
1	Aktiv	3,0	9,5	16,5	29,0	147,0
	Neemazal T/S	3,0	13,5	16,0	32,5	
	Prima	4,0	21,0	23,5	48,5	
	Kontrola	3,0	16,0	18,0	37,0	
2	Aktiv	3,0	15,5	19,0	37,5	165,5
	Neemazal T/S	3,0	15,5	15,5	34,0	
	Prima	3,0	11,0	28,0	42,0	
	Kontrola	4,0	20,0	28,0	52,0	
3	Aktiv	3,0	14,5	16,0	33,5	149,5
	Neemazal T/S	3,5	16,5	20,0	40,0	
	Prima	3,0	13,0	23,0	39,0	
	Kontrola	3,0	17,0	17,0	37,0	
4	Aktiv	2,5	13,5	17,0	33,0	133,5
	Neemazal T/S	3,0	11,0	15,5	29,5	
	Prima	3,0	12,0	21,0	36,0	
	Kontrola	3,0	15,0	17,0	35,0	
Pridelek (kg/frakcijo)		50,0	234,5	311,0	595,5	595,5

4.1.2 Povprečni pridelek gomoljev (kg/ha) glede na obravnavanje (generalna analiza)

Med parcelama, škropljenima s pripravkoma Aktiv (7.514 ± 1.266 kg/ha) in NeemAzal T/S (7.684 ± 1.252 kg/ha) ter kontrolno parcelo (9.096 ± 1.604 kg/ha) smo ugotovili, da ni bilo statistično značilnih razlik v pridelku (slika 11). Prav tako ni bilo statistično značilnih razlik med parcelo, škropljeno s pripravkom Prima (9.350 ± 1.811 kg/ha) in kontrolno parcelo. Povprečni skupni pridelek je znašal 33.644 kg/ha. Statistično značilne razlike v zvezi z vplivom na pridelek, pa smo ugotovili med pripravkoma Aktiv in Prima ter pripravkoma NeemAzal T/S in Prima. Pridelek, ki smo ga dobili na parcelah škropljenih s pripravkom Prima je bil signifikantno boljši od pridelka na parcelah škropljenih s pripravkoma Aktiv in NeemAzal T/S. Pridelek kontrole se statistično ni razlikoval od vseh treh obravnavanj.

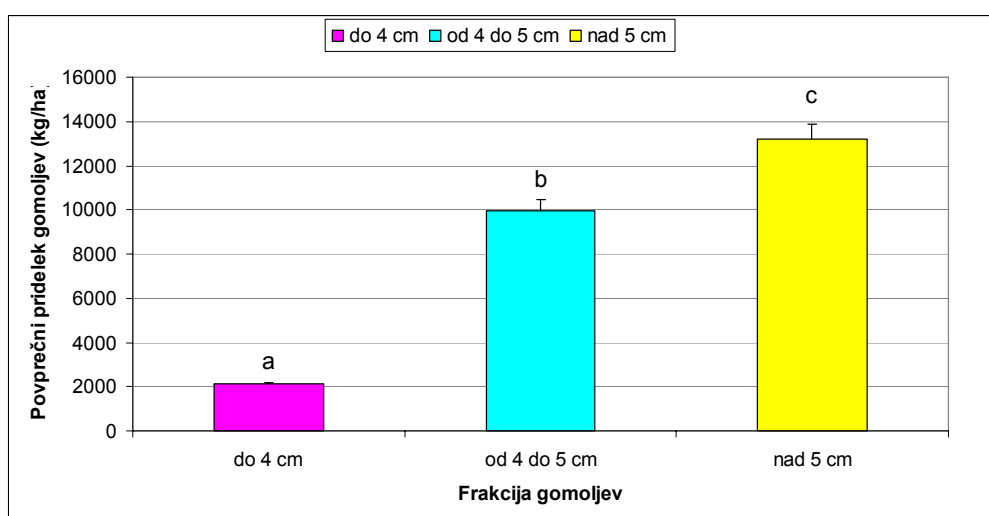


Slika 11: Povprečni pridelek gomoljev (kg/ha) pri uporabi različnih okolju sprejemljivejših insekticidov za zatiranje koloradskega hrošča (*Leptotarsa decemlineata* [Say]).

4.1.3 Povprečni pridelek gomoljev (kg/ha) glede na njihovo velikost (generalna analiza)

Pri pregledu rezultatov smo ugotovili, da med velikostnimi razredi (frakcijami) gomoljev obstajajo statistično značilne razlike ($P < 0,0001$) (slika 12). Največji povprečni pridelek gomoljev (kg/ha) je pripadal velikostnemu razredu nad 5 cm (13.178 ± 708 kg/ha), medtem ko je najmanjši povprečni pridelek gomoljev (kg/ha) pripadal velikostnemu razredu do 4 cm (2.119 ± 66 kg/ha). Povprečni pridelek velikostnega razreda od 4 do 5 cm je znašal 9.936 ± 530 kg/ha.

Statistično značilne razlike smo ugotovili med vsemi tremi velikostnimi razredi.

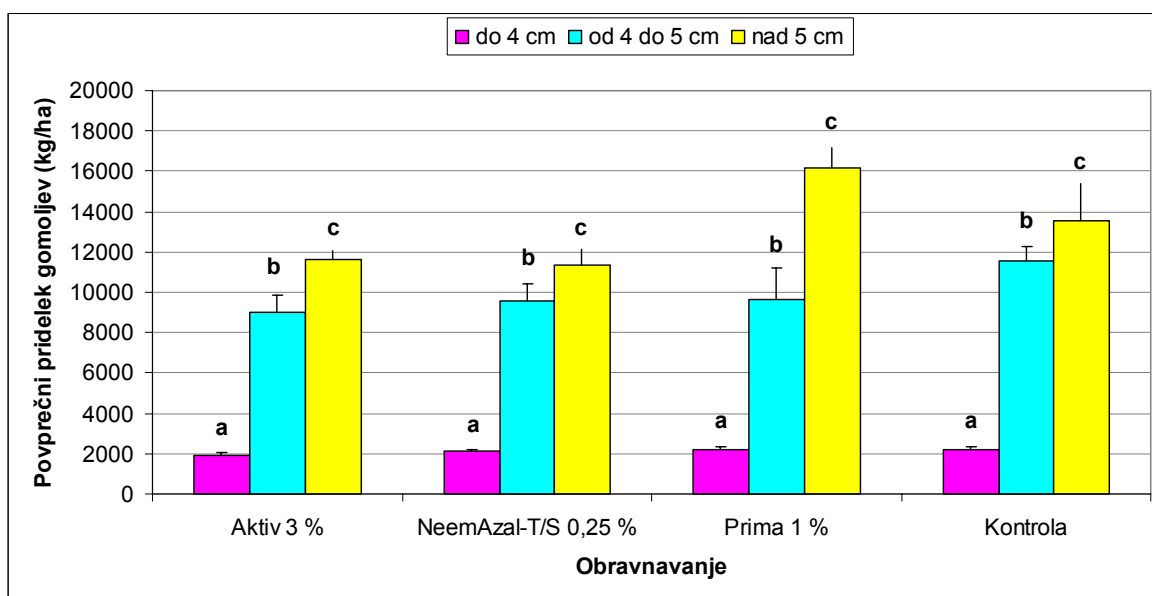


Slika 12: Povprečni pridelek gomoljev (kg/ha) glede na njihovo velikost.

4.1.4 Povprečni pridelek gomoljev (kg/ha) glede na posamezna obravnavanja (individualna analiza)

V velikostnem razredu nad 5 cm je bil pridelek gomoljev signifikantno največji v vseh treh "tretiranih" obravnavanjih in se je statistično značilno razlikoval od pridelka v ostalih dveh velikostnih razredih. Izjema je bilo kontrolno obravnavanje, kjer nismo ugotovili statistično značilnih razlik v pridelku med velikostnima razredoma od 4 do 5 cm in nad 5 cm. Signifikantno najmanjši pridelek pa je bil ugotovljen v najmanjšem velikostnem razredu v vseh štirih obravnavanjih.

Največji povprečni pridelek (kg/ha) je bil ugotovljen pri krompirju, ki smo ga tretirali s pripravkom Prima (16.186 ± 1.002 kg/ha), in sicer pri gomoljih večjih od 5 cm, sledil je pridelek (kg/ha) v neškropljenih parcelah (13.559 ± 1.815 kg/ha), najmanjši pridelek, pa smo ugotovili pri krompirju, ki smo ga tretirali s pripravkoma Aktiv (11.610 ± 446 kg/ha) in NeemAzal T/S (11.356 ± 739 kg/ha). Vsi navedeni pridelki se nanašajo na gomolje večje od 5 cm (slika 13).

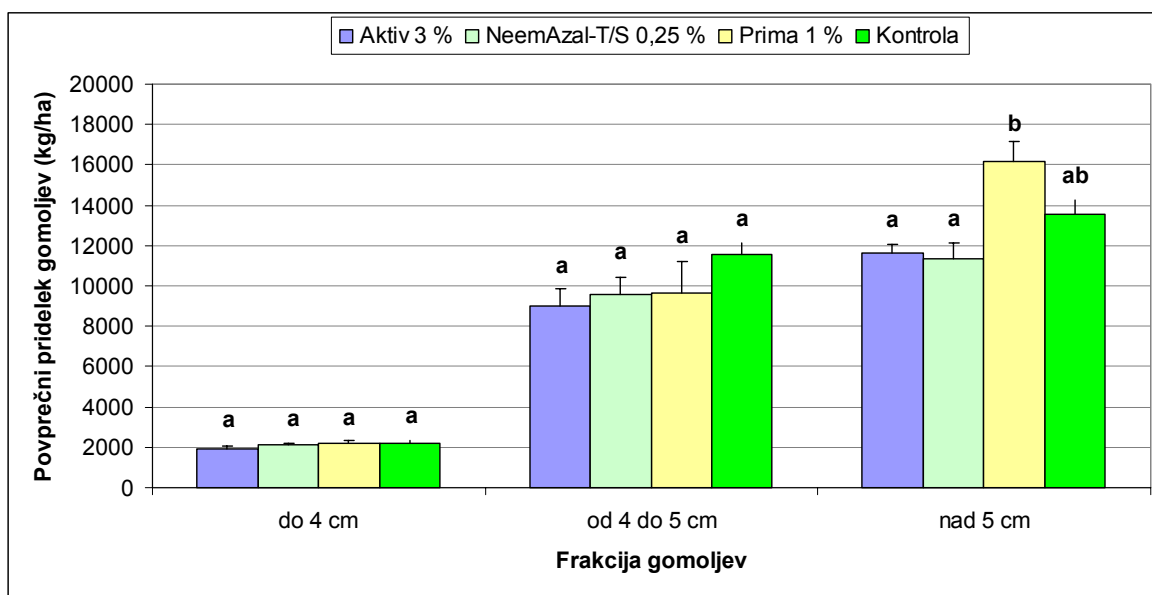


Slika 13: Povprečni pridelek gomoljev (kg/ha) glede na posamezna obravnavanja.

4.1.5 Povprečni pridelek gomoljev (kg/ha) glede na posamezne velikostne razrede (individualna analiza)

Največji pridelek je bil v velikostnem razredu nad 5 cm, in sicer pri vseh obravnavanjih. V tej zvezi jim je konkuriral le pridelek gomoljev velikostnega razreda od 4 do 5 cm na neškropljenih parcelah. Statistično značilne razlike smo ugotovili le pri velikostnem razredu nad 5 cm, in sicer med vrednostmi na parcelah škropljenih s pripravkom Aktiv (11.610 ± 445 kg/ha) in parcelah škropljenih s pripravkom Prima (16.186 ± 1.002 kg/ha) ter na parcelah škropljenih s pripravkom NeemAzal T/S (11.356 ± 739 kg/ha) in parcelah

škropljenih s pripravkom Prima (16.186 ± 1.002 kg/ha). V velikostnih razredih do 4 cm in od 4 do 5 cm med štirimi obravnavami nismo ugotovili statistično značilnih razlik (slika 14). Na parcelah škropljenih s pripravkom Prima, smo ugotovili največji pridelek, ki je signifikantno boljši od pridelka na parcelah, ki smo jih tretirali s pripravkoma Aktiv in NeemAzal T/S. Pridelki na parcelah tretiranih s pripravkoma Aktiv in NeemAzal T/S so bili najmanjši. Pridelek kontrole (13.559 ± 1.815 kg/ha) pa je bil signifikantno enak vsem obravnavanjem.



Slika 14: Povprečni pridelek gomoljev (kg/ha) glede na posamezne velikostne razrede.

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

5.1 RAZPRAVA

V poljskem poskusu smo preučevali vpliv okoljsko sprejemljivih insekticidov za zatiranje koloradskega hrošča, in sicer v kontekstu njihovega vpliva na pridelek gomoljev (kg/ha). Hkrati smo spremljali tudi razvoj koloradskega hrošča in številčnost posameznih stadijev med rastno dobo krompirja. Insekticidi, ki smo jih uporabili, so bili predhodno proučevani v laboratoriju Katedre za entomologijo in fitopatologijo. Pripravka Prima in NeemAzal T/S sta v laboratorijskih pogojih dala zadovoljive rezultate, medtem ko raztopina hidriranega apna ni dala zadovoljivih rezultatov. Namesto apna smo se odločili, da bomo v poljskem poskusu preizkusili insekticid Aktiv.

Hroški, ki so prezimili v tleh, so se začeli pojavljati dober mesec po saditvi krompirja. Njihovo število je bilo ob prvem štetju 23 hroščkov/25 rastlin, vendar se je nato postopoma zmanjševalo. Nasprotno pa se je povečevalo število jajčnih legel, ki je svoj vrhunec doseglo 28. maja, ko smo našli 55 legel/25 rastlin. Med rastno dobo se je tudi njihovo število zmanjševalo, saj so se iz njih razvijale ličinke prve in druge larvalne stopnje (L1 in L2). Število teh je 28. maja skokovito naraslo. Našli smo kar 378 ličink/25 rastlin. Njihovo število pa se je nato začelo zmanjševati, saj je razvoj koloradskega hrošča tekel naprej. Razvijati so se začele ličinke tretje in četrte larvalne stopnje (L3 in L4), katerih zastopanost je bila največja na začetku druge dekade junija (11.6.2007). Dotlej še nismo zasledili mladih hroščev. Pojavljati so se začeli v prvi dekadi julija, natančneje 2. julija, ko je bilo njihovo število 113 hroščkov/25 rastlin. Počasi se je njihovo število zmanjšalo in ko nismo več opazili nobenega razvojnega stadija koloradskega hrošča, smo prenehali s štetjem.

Pridelek gomoljev smo ugotavljali, ko je krompir dozorel in smo ga izkopali. Pri tem smo si pomagali s traktorskim izkopalnikom, za določanje velikostnih razredov pa smo uporabili sortirnik gomoljev. Pridelek gomoljev smo razdelili v tri velikostne razrede oziroma frakcije, in sicer gomolje velike do 4 cm, od 4 do 5 cm in nad 5 cm. Skupni pridelek gomoljev je znašal 595,5 kg. Kot smo pričakovali, je bilo največ gomoljev v tretjem velikostnem razredu, posledično je bil v tej frakciji pridelek tudi največji, saj je znašal 331 kg. Najmanj gomoljev je bilo v prvem velikostnem razredu (gomolji veliki do 4 cm), katerih pridelek je znašal 50 kg. Skupni pridelek v količini 234,5 kg je pripadal gomoljem drugega velikostnega razreda (gomolji veliki od 4 do 5 cm).

Ugotavljali pa smo tudi pridelke po posameznih blokkih in obravnavanjih. Pridelki po blokkih so bili bolj ali manj izenačeni, kar je pričakovano, saj smo krompir pridelovali na homogeni njivi. Opazili pa smo manjše razlike med posameznimi obravnavanji v pridelku po posameznih frakcijah. Skupni pridelki po frakcijah posameznih obravnavanj so bili dokaj izenačeni, kar nas je presenetilo, saj smo pričakovali večje razlike. Do razlik v pridelku med obravnavanji po našem mnenju ni prišlo zato, ker v večini zgledov ni bilo

preseženo kritično število škodljivca ali pa je bilo to prav na meji, ki jih omenja strokovna literatura (Maceljki, 1999).

5.2 SKLEPI

- Okoljsko sprejemljivi insekticidi, ki smo jih proučevali v naši raziskavi, niso pokazali učinkovitosti pri zatiranju koloradskega hrošča v kontekstu vpliva na pridelek.
- Prve hrošče in prva jajčna legla smo na krompirju opazili dober mesec po saditvi krompirja. Prve ličinke pa so se pojavile 7 dni po pojavu jajčnih legel, to je bilo 21. maja. Mlade hroščke pa smo opazili 2. julija, katerih je bilo največ teden dni kasneje.
- V naši raziskavi smo na parcelah, ki smo jih tretirali s pripravkom Prima, ugotovili signifikantno največji pridelek gomoljev. Signifikantno najmanjši pridelek gomoljev smo ugotovili na parcelah, ki smo jih tretirali s pripravkoma Aktiv in NeemAzal T/S.
- Med velikostnimi razredi (frakcijami) gomoljev smo pri generalni analizi potrdili statistično značilne razlike. Signifikantno največji pridelek gomoljev je pripadal velikostnemu razredu nad 5 cm, kar je značilnost sorte, najmanjši pridelek pa je pripadal najmanjšemu velikostnemu razredu, to so gomolji veliki do 4 cm. Ta velikostni razred se je statistično značilno razlikoval od ostalih dveh velikostnih razredov. Z individualno statistično analizo smo ugotovili, da je najmanjši pridelek pri največji frakciji pripadal krompirju, ki smo ga tretirali s pripravkoma Aktiv in NeemAzal T/S, največji pridelek pa smo ugotovili pri krompirju, ki smo ga tretirali s pripravkom Prima.

6 POVZETEK

Koloradski hrošč (*Leptinotarsa decemlineata* [Say]) je pri nas in v svetu eden od gospodarsko najpomembnejši škodljivci krompirja. Zaradi škode, ki jo lahko povzroči, ga je potrebno zatirati. Pridelovalci, ki želijo ekološko pridelovati krompir, imajo omejen izbor insekticidov. Pri nas sta v Katalogu dovoljenih sredstev za ekološko kmetijstvo navedena le dva pripravka za zatiranje koloradskega hrošča.

Z raziskavo, ki je potekala na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani leta 2007, smo želeli proučiti vpliv okoljsko sprejemljivejših insekticidov na pridelek gomoljev krompirja.

Prve hrošče smo opazili 9. maja, s škropljenjem pa smo začeli 18. maja. Na kontrolni parceli, ki je ostala neškropljena, smo spremljali pojav posameznih razvojnih stopenj koloradskega hrošča. S pripravkom NeemAzal T/S smo krompir tretirali le dvakrat, in sicer 25. maja in 13. julija. Pripravka Aktiv in Prima pa smo uporabili osemkrat, in sicer vsakih deset dni. Zadnje škropljenje smo izvedli 25. julija, zadnje štetje koloradskega hrošča pa 6. avgusta, ko nismo našli nobenega hrošča več. Krompir smo izkopali 8. avgusta.

Z izkopom krompirja smo začeli ugotavljati pridelek po posameznih obravnavanjih in frakcijah gomoljev. Pričakovali smo, da se bodo pridelki po obravnavanjih razlikovali med sabo. Pridelki po obravnavanih parcelah se niso bistveno razlikovali od pridelkov kontrolnih parcelc. Pridelki gomoljev po frakcijah so bili največji pri največjem velikostnem razredu (gomolji veliki nad 5 cm) in najmanjši pri najmanjšem velikostnem razredu (gomolji veliki do 4 cm). Kontrolne parcelce in parcelce škropljene s pripravkom Prima so dale največji pridelek gomoljev velikostnega razreda nad 5 cm. Med drugimi velikostnimi razredi in obravnavanji ni bilo bistvenih razlik.

7 VIRI

- Basedwod T., Peters A. 1997. Control of Colorado potato beetle (*Leptinotarsa decemlineata* [Say]) by an azadirachtin-formulation ('NeemAzal T/S'), by *Bacillus thuringiensis tenebrionis* ('Novodor'), and by combinations of both: short-term and long-term effects. V: Practice oriented result on use and production of neem-ingredients and pheromones. Proceedings 5th Workshop Wetzlar, Germany, 22-25.1. 1996. Lahnau, Trifolio-M GmbH: 59-65
- Bavec M., Aleksič V., Repič P., Golež M. 2001. Katalog dovoljenih sredstev za ekološko kmetovanje 2001. Maribor, Grafiti studio: 55 str.
- Brooks A., Halstead A. 1985. Bolezni in škodljivci vrtnih rastlin. Ljubljana, ČZP Kmečki glas: 237 str.
- Cirar A. 2007. Učinkovitost treh okoljsko sprejemljivih substanc za zatiranje nerezistentne populacije koloradskega hrošča (*Leptinotarsa decemlineata* [Say], Coleoptera, Chrysomelidae). Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 32 str.
- 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. (2008).
<http://www.fito-info.bf.uni.lj.si/> (1.apr. 2008)
- Heywood H. V. 1995. Cvetnice. Ljubljana, DZS: 335 str.
- Igrc Barčič J., Bažok R., Bezjak S., Čuljak, T. G., 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
- Kert J. 2007. Preizkušanje ustreznosti nemškega prognostičnega modela SIMLEP. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 37 str.
- Klots A. B., Klots E. B. 1970. Žuželke. Ljubljana, Mladinske knjiga: 355 str.
- Kocjan Ačko D. 2005. Krompir. Ljubljana, Kmečki glas: 175 str.
- Kowalska J. 2007. Azadirachtin as a product for control of Colorado beetles. Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering, 52, 3: 78-81
- Krišković P. 1989. Biološko pridelovanje hrane. Ljubljana, ČZP Kmečki glas: 217 str.

- Kus M. 1994. Krompir. Ljubljana, ČZP Kmečki glas: 225 str.
- Macelj M. in sod. 2004. Štetočninje povrća s opsežnim prikazom zaštite povrća od štetnika, uzročnika bolesti i korova. Čakovec, Zrinski: 517 str.
- Maček J., Kač M. 1990. Kemična sredstva za varstvo rastlin. Ljubljana, ČZP Kmečki glas: 500 str.
- Michaeli-Achmühle P. 1992. Vrtni leksikon. Ljubljana, Državna založba Slovenije: 336 str.
- Osvald J., Kogoj-Osvald M. 2005. Vrtnarstvo: Splošno vrtnarstvo in zelenjadarstvo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 591 str.
- 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.
- Schrod J., Basedow T., Langenbruch GA. 1996. Studies on bionomics and biological control of the Colorado potato beetle (*Leptinotarsa decemlineata* Say, Col., Chrysomelidae) at two sites in southern Hesse FRG). Journal of Applied Entomology, 120, 10: 619-626
- Sluga T. 1994. Krompirjeve sorte za pridelavo v Sloveniji. Ljubljana, ČZP Kmečki glas: 61 str.
- Sket B., Gogala M., Kuštor V. 2003. Živalstvo Slovenije. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije: 664 str.
- Statistični urad RS. (7.apr.2008)
http://www.stat.si/novica_prikazi.aspx?id=1556
- The National Academies Press. (7.apr.2008)
http://www.nap.edu/openbook.php?record_id=1398&page=92
- Trdan S., Cirar A. 2007. Effect of temperature on efficacy of three natural substances to Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* (Coleoptera: Chrysomelidae). Acta Agriculturae Scandinavica Section B-Soil and Plant Science, 57: 293-296
- Trisyono A., Whalon ME. 1999. Toxicity of neem applied alone and in combinations with *Bacillus thuringiensis* to Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae). Journal of Economic Entomology, 92: 6, 1281-1288
- Vrabl S. 1992. Škodljivci poljščin. Ljubljana, Kmečki glas: 142 str.

Zabel A., Manojlović B., Rajković S., Stanković S., Kostić M. 2002. Effect of neem extract on *Lymantria dispar* L. (Lepidoptera: Lymantriidae) and *Leptinotarsa decemlineata* Say (Coleoptera: Chrysomelidae). Anzeiger für Schadlingskunde, 75, 1: 19-25

Wikipedia. (7.apr.2008)

http://sl.wikipedia.org/wiki/Glavna_stran

ZAHVALA

Za pomoč pri izdelavi diplomske naloge se iskreno zahvaljujem mentorju doc. dr. Stanislavu Trdanu in somentorju doc. dr. Ludviku Rozmanu.

Za tehnično pomoč pri poskusu se zahvaljujem mag. Draganu Žnidarčiču, Aleksandru Bobnarju in vsem, ki so mi pomagali pri izkopu krompirja.

Prav tako se zahvaljujem vsem prijateljem, zlasti Maji in Katarini, za podporo in pomoč pri študiju.

Zahvala gre tudi mojima staršema, sestri Mateji in fantu Andreju, ki so mi med študijem stali ob strani, me spodbujali in mi pomagali v vsakdanjem življenju.

PRILOGE

Generalna statistična analiza

Priloga A1

Generalna analiza variance za pridelek (kg/ha)

Vir	Vsota kvadratov	Df	Sr. vrednost	F	P
GLAVNI VPLIVI					
A:Blok	1,97908E7	3	6,59692E6	2,76	0,0720
B:Frakcije	1,03431E9	2	5,17157E8	216,63	0,0000
C:Obravnavanje	3,22201E7	3	1,074E7	4,50	0,0159
INTERAKCIJE					
AB	1,50771E7	6	2,51285E6	1,05	0,4255
AC	3,6467E7	9	4,05189E6	1,70	0,1622
BC	4,24064E7	6	7,06773E6	2,96	0,0343
OSTALO	4,29714E7	18	2,3873E6		
SKUPAJ (POPRAVLJENO)	1,22325E9	47			

Individualna statistična analiza

Priloga B1

Analiza variance za pridelek (kg/ha) pri pripravku AKTIV

Vir	Vsota kvadratov	Df	Sr. vrednost	F	P
GLAVNI VPLIVI					
A:Blok	5,55396E6	3	1,85132E6	1,72	0,2615
B:Frakcije	1,99617E8	2	9,98085E7	92,79	0,0000
OSTALO	6,45408E6	6	1,07568E6		
SKUPAJ (PORPRAVLJENO)	2,11625E8	11			

Priloga B2

Analiza variance za pridelek (kg/ha) pri pripravku NEEMAZAL T/S

Vir	Vsota kvadratov	Df	Sr. vrednost	F	P
GLAVNI VPLIVI					
A:Blok	8,96294E6	3	2,98765E6	3,09	0,1113
B:Frakcije	1,92148E8	2	9,60739E7	99,34	0,0000
OSTALO	5,80293E6	6	967155,0		
SKUPAJ (POPRAVLJENO)	2,06914E8	11			

Priloga B3

Analiza variance za pridelek (kg/ha) pri pripravku PRIMA

Vir	Vsota kvadratov	Df	Sr. vrednost	F	P
GLAVNI VPLIVI					
A:Blok	1,31284E7	3	4,37614E6	0,93	0,4800
B:Frakcije	3,91631E8	2	1,95815E8	41,82	0,0003
OSTALO	2,80954E7	6	4,68256E6		
SKUPAJ (POPRAVLJENO)	4,32855E8	11			

Priloga B4

Analiza variance za pridelek (kg/ha) pri KONTROLI

Vir	Vsota kvadratov	Df	Sr. vrednost	F	P
GLAVNI VPLIVI					
A:Blok	2,86125E7	3	9,53749E6	3,23	0,1030
B:Frakcije	2,93326E8	2	1,46663E8	49,73	0,0002
OSTALO	1,76961E7	6	2,94934E6		
SKUPAJ (POPRAVLJENO)	3,39634E8	11			