

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Timijan KOLAR

**PRIMERJAVA UČINKOVITOSTI DVEH
ALTERNATIVNIH NAČINOV ZATIRANJA
KOLORADSKEGA HROŠČA (*Leptinotarsa
decemlineata* [Say]) NA KROMPIRJU (*Solanum
tuberosum* L.) V PRIMERJAVI Z INSEKTICIDOM
TIAMETOKSAM**

DIPLOMSKO DELO

Visokošolski strokovni študij - 1. stopnja

Ljubljana, 2014

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Timijan KOLAR

**PRIMERJAVA UČINKOVITOSTI DVEH ALTERNATIVNIH
NAČINOV ZATIRANJA KOLORADSKEGA HROŠČA (*Leptinotarsa
decemlineata* [Say]) NA KROMPIRJU (*Solanum tuberosum* L.) V
PRIMERJAVI Z INSEKTICIDOM TIAMETOKSAM**

DIPLOMSKO DELO
Visokošolski strokovni študij - 1. stopnja

**COMPARISON THE EFFICACY OF TWO ALTERNATIVE
METHODS OF CONTROLLING COLORADO POTATO BEETLE
(*Leptinotarsa decemlineata* [Say]) ON POTATO (*Solanum tuberosum* L.)
IN COMPARISON WITH INSECTICIDE THIAMETOXAM**

B. SC. THESIS
Professional Study Programmes

Ljubljana, 2014

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

Študijska komisija Oddelka za agronomijo je za mentorja diplomskega dela imenovala prof. dr. Stanislava Trdana, za somentorja pa doc. dr. Žigo Laznika.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: izr. prof. dr. Marijana Jakše
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Član: prof. dr. Stanislav Trdan
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

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

Članica: doc. dr. Darja Kocjan Ačko
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Datum zagovora:

Diplomsko delo je rezultat lastnega dela. Podpisani se strinjam z objavo svojega diplomskega dela na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je delo, ki sem ga oddal v elektronski obliki, identično tiskani verziji.

Timijan Kolar

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD Dv1
 DK UDK 633.491:632.76:632.937(043.2)
 KG insekticid/tiametoksam/zatiranje/koloradski hrošč/diatomejska zemlja/ lesni pepel/pridelek/krompir
 AV KOLAR, Timijan
 SA TRDAN, Stanislav (mentor) / Laznik, Žiga (somentor)
 KZ SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
 ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo
 LI 2014
 IN PRIMERJAVA UČINKOVITOSTI DVEH ALTERNATIVNIH NAČINOV ZATIRANJA KOLORADSKEGA HROŠČA (*Leptinotarsa decemlineata* [Say]) NA KROMPIRJU (*Solanum tuberosum* L.) V PRIMERJAVI Z INSEKTICIDOM TIAMETOKSAM
 TD Diplomsko delo (Visokošolski strokovni študij - 1. stopnja)
 OP VIII, 35, [7] str., 4 pregl., 16 sl., 39 vir.
 JI sl/en
 AI Koloradski hrošč (*Leptinotarsa decemlineata* [Say]) je najpomembnejši škodljivec krompirja, zato je njegovo zatiranje obvezen agrotehnični ukrep. Ker je do danes razvil odpornost proti skoraj vsem skupinam insekticidov, raziskovalci po vsem svetu iščejo alternativne metode njegovega zatiranja. Na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani smo leta 2012 preučevali učinkovitost zatiranja koloradskega hrošča na krompirju s posipanjem rastlin z lesnim pepelom, diatomejsko zemljo in mešanico diatomejske zemlje ter lesnega pepela v primerjavi s škropljenjem z insekticidnim pripravkom Actara 25 WG (aktivna snov tiametoksam). Njiva krompirja je bila razdeljena na 3 bloke. Glede na številčnost populacije koloradskega hrošča, smo nanos sredstev ponovili 1-krat. Prašiva smo na rastline nanašali ročno s sitom, raztopino insekticida pa smo nanašali z ročno škropilnico. Učinkovitost preizkušenih snovi smo ugotavljali posredno, in sicer s pomočjo skupnega pridelka krompirja in na podlagi izmere posameznih treh frakcij pridelka (<4 cm, 4-5 cm, >5 cm). V skladu s predvidevanji smo največjo maso gomoljev (35,1 t/ha) dosegli z nanašanjem insekticida. Nekoliko manj pridelka (32,7 t/ha) smo dobili z uporabo lesnega pepela, ene izmed alternativnih metod zatiranja. Sledili sta uporaba diatomejske zemlje (30,3 t/ha) ter mešanica diatomejske zemlje in lesnega pepela (29,7 t/ha). Po pričakovanjih smo najmanj pridelka (25,9 t/ha) dobili v kontrolnem obravnavanju brez uporabe sredstva. V skladu s predvidevanji so večjo skupno maso večjih gomoljev v tleh oblikovale rastline krompirja, obravnavane s sredstvi (insekticid, pepel, pepel in diatomejska zemlja, diatomejska zemlja), medtem ko so večjo skupno maso manjših gomoljev v tleh oblikovale rastline, pri katerih sredstev nismo uporabili (kontrola).

KEY WORDS DOCUMENTATION

ND Dv1
 DC UDC 633.491:632.76:632.937(043.2)
 CX insecticide/thiametoxam/control/Colorado potato beetle/diatomaceous earth/wood ash/yield/potatoes
 AU KOLAR, Timijan
 AA TRDAN, Stanislav (supervisor) / Laznik, Žiga (co-advisor)
 PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
 PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Agronomy
 PY 2014
 TY TESTING THE EFFICACY OF TWO ALTERNATIVE METHODS IN CONTROLLING COLORADO POTATO BEETLE (*Leptinotarsa decemlineata* [Say]) ON POTATO (*Solanum tuberosum* L.) IN COMPARISON WITH INSECTICIDE THIAMETOXAM
 DT B. Sc. Thesis (Professional Study Programmes)
 NO VIII, 35, [7] p., 4 l tab., 16 fig., 39 ref.
 LA sl
 Al sl/en
 AB The Colorado potato beetle (*Leptinotarsa decemlineata* [Say]) is the primary pest of potatoes, so its suppression is a mandatory agro technical measure. It has developed a resistance to almost all groups of insecticides, so researchers around the world are looking for alternative methods of suppressing it. In 2012 in the Laboratory field of the Biotechnical Faculty in Ljubljana we studied the efficiency of suppressing the Colorado potato beetle by dusting the plants with wood ashes, diatomaceous earth and a mixture of wood ash and diatomaceous earth compared to spraying the plants with the insecticide Actara 25 WG (active substance thiamethoxam). The potato field was divided into 3 blocks. Considering the population of the Colorado potato beetle we repeated the application of substances once. Dustable powders were applied manually with a sieve, the solution of the insecticide was applied with a manual sprayer. The effectiveness of tested substances was determined indirectly, through the total crop of potatoes and the measure of each of the three blocks (<4 cm, 4-5 cm, >5cm). In accordance with projections we achieved the largest mass of tubers (35.1 t/ha) by applying insecticide. We obtained a slightly smaller yield (32.7 t/ha) by using wood ash, one of the alternative suppressive methods. Following were the yields of blocks with diatomaceous earth (30.3 t/ha) and the mixture of diatomaceous earth and wood ash (29.7 t/ha). As expected, the minimum yield (25.9 t/ha) was obtained in the control treatment without the use of founds. In accordance with the assumptions a higher total mass of larger tubers was formed were potato plants were treated with insecticide, ash, ash and diatomaceous earth, diatomaceous earth., while higher total mass of smaller tubers in the soil developed from plants were treatment was not applied. (control).

KAZALO VSEBINE

	Str.
KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO VSEBINE	V
KAZALO PREGLEDNIC	VII
KAZALO SLIK	VIII
1 UVOD	1
1.1 NAMEN RAZISKAVE	1
1.2 DELOVNA HIPOTEZA	1
2 PREGLED OBJAV	3
2.1 KOLORADSKI HROŠČ (<i>Leptinotarsa decemlineata</i> [Say])	3
2.1.1 Coleoptera (red hroščev)	3
2.1.1.1 Telesna zgradba	3
2.1.1.2 Razvoj in preobrazba	3
2.1.2 Družina lepencev (Chrysomelidae)	3
2.1.3 Opis koloradskega hrošča (<i>Leptinotarsa decemlineata</i> [Say])	4
2.1.4 Zgodovina koloradskega hrošča	4
2.1.5 Bionomija koloradskega hrošča	5
2.1.6 Zatiranje koloradskega hrošča	6
2.2 DIATOMEJSKA ZEMLJA	7
2.2.1 Lastnosti diatomejske zemlje	7
2.2.2 Nahajališča in uporaba	8
2.2.3 Insekticidne lastnosti diatomejske zemlje	9
2.3 LESNI PEPEL	9
2.3.1 Lastnosti lesnega pepela	9
2.3.2 Uporaba lesnega pepela	9
2.3.3 Sprememba pH tal	10
2.3.4 Uporaba lesnega pepela za zatiranje koloradskega hrošča	10
2.4 KROMPIR	11
2.4.1 Lastnosti krompirja	11
2.4.2 Morfologija krompirja	11
2.4.2.1 Korenine	11
2.4.2.2 Gomolji	11
2.4.2.1 Steblo	12
2.4.2.2 Listi	12
2.4.2.3 Cvet	13
2.4.2.4 plod	13
2.4.3 Rastne razmere	13
2.4.4 Zgodovina krompirja	13
2.4.5 Krompir v svetu	14

2.4.6	Krompir v Evropi	14
2.4.7	Krompir v Sloveniji	15
2.4.8	Glavne sorte krompirja v Sloveniji	16
2.5	SINTETIČNI INSEKTICIDI	18
2.5.1	Insekticidi	18
2.5.2	Tiametoksam	18
2.5.3	Neonikotinoidi	19
2.6	BIOTIČNI NAČINI ZATIRANJA KOLORADSKEGA HROŠČA	19
2.6.1	Entomopatogene ogočice	19
2.6.2	Entomopatogene glive	19
2.6.3	Plenilci	19
3	MATERIALI IN METODE DE LA	20
3.1	PRIPRAVKI IN SEME	20
3.2	METODE	20
3.2.1	Načrtovanje in izvedba poskusa	20
4	REZULTATI	24
4.1	POVPREČNI PRIDELEK GOMOLJEV V PETIH OBRAVNAVANJIH	24
4.2	POVPREČNI PRIDELEK NAJMANJŠIH GOMOLJEV V PETIH OBRAVNAVANJIH	25
4.3	POVPREČNI PRIDELEK SREDNJE VELIKIH GOMOLJEV V PETIH OBRAVNAVANJIH	25
4.4	POVPREČNI PRIDELEK NAJVEČJIH GOMOLJEV V PETIH OBRAVNAVANJIH	26
5	RAZPRAVA IN SKLEPI	28
5.1	RAZPRAVA	28
5.2	SKLEPI	29
6	POVZETEK	31
7	VIRI	32
	ZAHVALA	

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1:	Površina pod krompirjem v Sloveniji v ha v letih 2007, 2010 ter 2013	15
Preglednica 2:	Pridelek krompirja v Sloveniji v t/ha v letih 2007, 2010 ter 2013	15
Preglednica 3:	Najbolj razširjene slovenske sorte krompirja	16
Preglednica 4:	Najbolj razširjene tuje sorte krompirja v Sloveniji leta 2012	17

KAZALO SLIK

Slika 1:	Odrasli osebki koloradskega hrošča pri objedanju listov krompirja	4
Slika 2:	Mlade ličinke koloradskega hrošča (<i>Leptinotarsa decemlineata</i> [Say])	5
Slika 3:	Jajčno leglo koloradskega hrošča (<i>Leptinotarsa decemlineata</i> [Say])	6
Slika 4:	Ostanki diatomej v vzorcu diatomita iz Grčije po mletju v diatomejsko zemljo.	7
Slika 5:	Zmleta diatomejska zemlja iz Bele Cerkve na Dolenjskem	8
Slika 6:	Lesni pepel	10
Slika 7:	Krompir (<i>Solanum tuberosum</i> L.)	12
Slika 8:	Poljski poskus na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani	21
Slika 9:	Nanašanje diatomejske zemlje na krompir, ki ga je napadel koloradski hrošč	22
Slika 10:	Tehtanja krompirja na Biotehniški fakulteti	22
Slika 11:	Obravnavanje, v katerem smo koloradskega hrošča zatirali z diatomejsko zemljo	23
Slika 12:	List krompirja in ličinka koloradskega hrošča, posuta z diatomejsko zemljo	23
Slika 13:	Povprečni pridelek gomoljev (t/ha) v petih obravnavanjih	24
Slika 14:	Povprečni pridelek najmanjših (<4 cm) gomoljev (t/ha) v petih obravnavanjih	25
Slika 15:	Povprečni pridelek srednje velikih (4 do 5 cm) gomoljev (t/ha) v petih obravnavanjih	26
Slika 16:	Povprečni pridelek največjih (>5 cm) gomoljev (t/ha) v petih obravnavanjih	27

1 UVOD

Koloradski hrošč (*Leptinotarsa decemlineata* [Say]) velja za gospodarsko najpomembnejšega škodljivca na krompirju. Prvič so ga odkrili v 19. stoletju v ZDA, od koder je prišel v Francijo in se nato razširil po vsej Evropi. Njegovo zastopanost so pri nas potrdili leta 1944 na Krškem polju (Kus, 1994). Z nadzemskimi deli rastlin se hranijo tako ličinke kot odrasli osebkoli koloradskega hrošča, kar privede do zmanjšanja fotosintetske aktivnosti rastlin ter posledično do manjše mase gomoljev. Koloradski hrošč spada med škodljivce, pri katerih je nastanek rezistence na insekticide dokaj pogost, hkrati pa je na splošno odporen na toksine. Insekticidne pripravke moramo pogosto menjati, saj že nekajletna uporaba istega pripravka povzroči odpornost. Zaradi navzkrižne odpornosti pa na škodljivca ne delujejo zadovoljivo niti sorodni insekticidni pripravki ali pripravki z enakim načinom delovanja (Laznik in sod., 2010).

Do danes je koloradski hrošč razvil odpornost na večino najbolj razširjenih insekticidov. V eni od redkih domačih raziskav na tem področju, je Urbančič Zemljičeva (2014) v magistrskem delu ugotovila visoko stopnjo odpornosti koloradskega hrošča na insekticid lambda-cihalotrin ter srednje visoko stopnjo odpornosti na insekticid klorpirifos. Nekoliko drugače je bilo z insekticidom inidakloprid (iz skupine neonikotinskih insekticidov), pri katerem odpornosti hroščev ni bilo opaziti. Zaradi odlične učinkovitosti so prav neonikotinoidi v zadnjih letih za zatiranje koloradskega hrošča najpogosteje uporabljeni, vendar lahko kljub trenutni dobri učinkovitosti tudi pri neonikotinskih insekticidih pričakujemo razvoj odpornosti. Najpomembnejši razlog za razvoj odpornosti je namreč ravno enostranska uporaba snovi z istim mehanizmom delovanja.

Raziskovalci po vsem svetu zato iščejo alternativne metode zatiranja koloradskega hrošča. Dve fizikalni metodi, ki sta okoljsko sprejemljivi, sta posipanje rastlin z lesnim pepelom in diatomejsko zemljo. To sta inertna praška, pri čemer slednji deluje abrazivno na kutikulo škodljivcev in prek poškodovane kutikule pospešuje njihovo izsušitev, prvi pa zaradi izjemne higrofilnosti prav tako vpliva na izsušitev in smrt ličink. Lesni pepel vpliva tudi na zmanjšanje aktivnosti in hranjenja žuželk (Gwinner in sod., 1996; Hakbijl, 2002; Trdan in Bohinc, 2013).

1.1 NAMEN RAZISKAVE

Namen diplomskega dela je bil preučiti učinkovitost alternativnih načinov zatiranja koloradskega hrošča z lesnim pepelom in diatomejsko zemljo v primerjavi s kemičnim zatiranjem.

1.2 DELOVNA HIPOTEZA

Glede na teoretska izhodišča predvidevamo, da bodo večjo skupno maso večjih gomoljev v tleh oblikovale rastline krompirja, obravnavane s sredstvi (insekticid, pepel, diatomejska zemlja, pepel in diatomejska zemlja), medtem ko bodo večjo skupno maso manjših

gomoljev v tleh oblikovale rastline krompirja, pri katerih sredstev nismo uporabili (kontrola). Predpostavljamo tudi, da se bo insekticid tiametoksam izkazal za najučinkovitejšega pri zatiranju škodljivca, in da bo pridelek krompirja v obravnavanjih z alternativnimi načini varstva večji kot v kontrolnem obravnavanju.

2 PREGLED OBJAV

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

2.1.1 Coleoptera (red hroščev)

Spadajo med najštevilčnejšo skupino žuželk. Obstaja od 300.000 do 400.000 vrst. V Sloveniji jih živi okoli 6000, v Evropi pa 8000, kar priča o veliki biotski pestrosti hroščev na našem ozemlju (Sket in sod., 2003). Imajo izredno raznolikost v obliki telesa in velikosti. Najmanjši niso večji od 0,25 mm, največji pa zrastejo tudi do 15 cm (Milevoj, 2007).

2.1.1.1 Telesna zgradba

Imajo prosto glavo s hitinjačo, ki je močno sklerotizirana. Na njej se nahajajo oči, tipalke in čeljust. Čeljust je oblikovana v grizalo. Tipalke so členjene in nosilke čutil. Največkrat imajo od 11- do 12-členaste, poznamo pa tudi vrste, ki imajo samo 3 ali pa celo 27 členov (Milevoj, 2007). Glede na skupino hroščev, so tudi različno oblikovane: nitaste, kijaste, pahljačaste. Tudi dolžina in velikost tipalk je odvisna od življenjskih razmer hroščev. Pri nekaterih so lahko zelo dolge in tanke, pri drugih čisto kratke in debelejšje. Noge so kratke in glede na življenjsko okolje prilagojene na skakanje, kopanje, tekanje idr. Stopala so 1- do 5-členasta (Sket in sod., 2003).

Poznamo vrste z izredno dobrim vidom, nekateri pa oči sploh nimajo. Hrošč je sestavljen iz treh kolobarjev, od katerih je najbolj razvit prvi, ki vsebuje močno sklerotizirano ploščo, imenovano vratni ščit ali pronotum. Druga dva kolobarja pokrivata pokrovki. Oprsje sestavljajo še trije pari nog in dva para kril. Prvi par kril je večinoma odebeljen in se nahaja na 2. in 3. kolobarju. Drugi par kril je opnat in služi za letanje. Vrste, ki nimajo drugega para kril, ne letajo, pokrovki pa sta zaraščeni po dolžini (Sket in sod, 2003). Zadek in krila imajo pokrita s trdim hitinskim oklepom, ki jih ščiti pred sovražniki in izsušitvijo (Klots A.B. in Klots E.B., 1970).

2.1.1.2 Razvoj in preobrazba

Spol pri hroščih je ločen, kar pomeni da se razmnožujejo spolno. Imajo enega ali več rodov na leto. Razvijajo se popolno, kar pomeni, da razvoj poteka prek stadija bube. Ličinka ni podobna odrasli žuželki in tudi hrani se drugače. Buba je bele barve in se v stadiju mirovanja skoraj ne giblje. Zabubijo se v tleh, lesu ali pa z glavo navzdol prosto visijo pritrjene na rastlinske dele (Sket in sod., 2003).

2.1.2. Družina lepencev (*Chysomelidae*)

Najbolj znan predstavnik te družine je koloradski hrošč (*Leptinotarsa decemlineata*). V svetu poznamo več kot 250.000 vrst lepencev. Največ jih najdemo v tropih, pri nas pa živi

okoli 500 vrst. Veliki so od 2,5 do 10 mm. So zelo lepih in pestrih barv, z najrazličnejšimi svetlečimi odtenki. Telo je ovalno, okroglo, podolgovato in močno obokano. Glava je majhna in skrita, zadek je prekrit s pokrovkami. Večina vrst je rastlinojedih in mnoge od njih so škodljivci gojenih vrst rastlin. Navadno imajo 2 ali 3 rodove letno. Ličinke imajo tri pare nog in močne čeljusti, kar jim pomaga pri objedanju rastlin (Sket in sod., 2003).

2.1.3 Opis koloradskega hrošča

Koloradski hrošč napada predvsem krompir, ki mu predstavlja glavni vir hrane. Hrošč (slika 1) je dolg okoli 10 mm in je jajčaste oblike. Na trebušni strani je sploščen, hrbtna stran pa je polkroglasto izbočena.



Slika 1: Odrasli osebki koloradskega hrošča pri objedanju listov krompirja (foto: T. Kolar)

Barva telesa je rumenooranžna s številnimi črnimi pegami in črtami. Jajčeca so oranžna, podolgovata, valjasta, dolga 1,2 mm, združena v leglo. Ličinka ima mehko telo z odebeljenim in dokaj izbočenim zadkom. Je svetlo do temno rdečkaste ali oranžnordeče barve, s črno glavo, nogami in ščitkom na hrbtni strani predprsja. Buba je umazano rdeče barve, dolga približno 10 mm (Vrabl, 1992).

2.1.4 Zgodovina koloradskega hrošča

Lokacija odkritja ni točno znana, vendar naj bila žuželka prvič najdena leta 1824 v okolici Arizone (ZDA), in sicer na polpuščavskem območju, kjer se je prehranjevala z rastlinami, ki so sorodne krompirju. Škodljivec je dobil ime po planoti Colorado. Prvi ga je opisal Thomas Say. Pri vse večji pridelavi krompirja, se je hitro razširil po vsej Ameriki. Na

obali Atlantika so ga opazili že leta 1874. V Evropo je kot slepi potnik pripotoval leta 1876 v Bremensko pristanišče. Od pojava v Franciji pa se je takoj razširil po vsej Evropi. V Sloveniji je bil prvič najden leta 1944 na Krškem polju (Kus, 1994)

2.1.5 Bionomija koloradskega hrošča

Odrasli hrošči prezimijo v tleh. Proti koncu aprila ter v začetku maja pridejo na površje ter začnejo letati pri temperaturi okoli 20 °C. Da bi spolno dozoreli, se hranijo z listi. Ob tem ena samica poje tudi do 20 cm² listne površine. Več kot pojedjo, hitrejša in številčnejša je odlaganje jajčec (ena samica odloži od 400 do 800 jajčec, lahko tudi več).



Slika 2: Mlade ličinke koloradskega hrošča (*Leptinotarsa decemlineata* [Say]) (foto: J. Rupnik)

Odlaganje jajčec (slika 3) poteka kakšen mesec, razvoj jajčec pa od 5 do 12 dni. Tako se ličinke (slika 2) navadno pojavijo ob koncu maja ali na začetku junija, množično pa od sredine do konca junija. Ličinka ima štiri razvojne stopnje. Celoten razvoj ličink traja od 14 do 22 dni. V času razvoja poje ličinka od 28 do 30 cm² listne površine. Dorasla ličinka se zabubi približno 10 cm globoko v tleh, kjer se po približno dveh tednih izležejo mladi hrošči in pridejo na površje. Celoten razvoj traja od 40 do 60 dni, tako da se drugi rod ličink razvije v avgustu, hrošči pa se nato pojavijo v septembru in oktobru (Vrabl, 1992).



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

2.1.6 Zatiranje koloradskega hrošča

Koloradski hrošč sodi med škodljivce, ki zelo hitro razvijejo odpornost na insekticide (Vrabl, 1992). Zato je potrebno "kolobariti" z insekticidi oziroma izvajati druge ukrepe za njihovo zatiranje (Laznik in sod., 2010). Eden od teh ukrepov je mehanično zatiranje (pobiranje in uničevanje odraslih hroščev in ličink, uporaba strojev za sesanje žuželk) ter dosledna izvedba agrotehničnih ukrepov (preprečevanje razvoja samosevcev, kolobarjenje, preprečevanje hranjenja hroščev na ostankih gomoljev).

S koloradskim hroščem se hranijo tudi nekatere ptice, manjši sesalci, plazilci (Vrabl, 1992), ter plenilske stenice, nekatere polonice, hrošči brzci in entomopatogene glive, ki okužijo bube in hrošče v tleh (Laznik in sod., 2010). Trenutno koloradski hrošč v Evropi nima naravnih sovražnikov, ki bi uspešno omejili njegovo razmnoževanje (Kmetijsko gozdarski zavod Celje, 2011). Pripravke, ki jih uporabljamo za zatiranje koloradskega hrošča, so iz različnih skupin: organski fosforjevi estri, karbamati, sintetični piretroidi, derivati nereistokina in bioinsekticidi (Kus, 1994). Večinoma delujejo kontaktno, skoraj vsi pa tudi digestivno. Zatiranje koloradskega hrošča oziroma predvsem njegovih ličink, ki naredijo največ škode na listih, je sorazmerno preprosto (Kus, 1994).

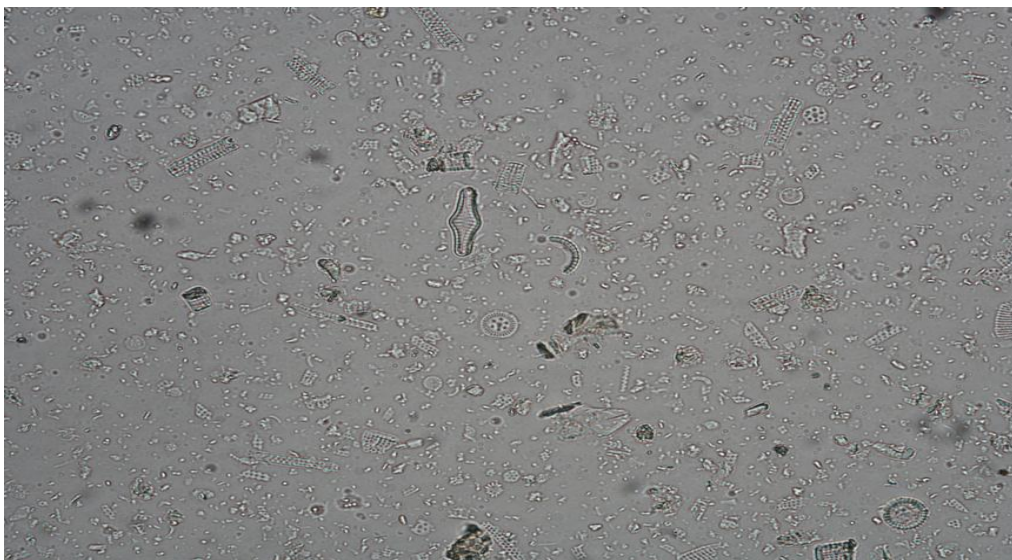
2.2 DIATOMEJSKA ZEMLJA

2.2.1 Lastnosti diatomejske zemlje

Diatomejska zemlja (slika 4) je lahka, porozna, biogena, klastična, sedimentna kamnina, nastala iz diatomej (Bacillariophyta), oziroma z nakopičenjem skeletnih ostankov kremenastih alg, enoceličnih vodnih rastlin (Round in sod., 1990). Kremenaste alge ali diatomeje so pestra in številčna skupina alg fitoplanktona. Njihova skupna značilnost je celična stena (frustula) iz silicijevega dioksida (Wetzel, 2001). Skelet odmrlih kremenastih alg se je več tisoč let odlagal predvsem na dnu oceanov, jezer, rek, potokov in tvoril letno od 0,2 do 0,5 mm debele plasti sedimentov. Prek različnih geoloških obdobij so se tvorile več 100 m debele plasti kamnin (Rojht in sod., 2012).

Večina sedimentnih ostankov diatomejske zemlje je nastala v obdobju eocena oziroma miocena (Korunić, 1997). Lupine kremenastih alg sestavljajo številne pore, zgrajene iz hidratizirane kremenice ($\text{SiO}_2 \times n\text{H}_2\text{O}$) (Round in sod. 1990). Silicijev dioksid ima dve naravni obliki: kristalinično in amorfno (NPIC, 2014). Diatomejska zemlja je tako v večji meri sestavljena predvsem iz amorfne kremenice, oziroma silicijevega dioksida (SiO_2), z majhnimi količinami drugih primesi; aluminijem, železovim oksidom, kalcijevim hidroksidom, magnezijem, natrijem (Round in sod., 1990).

Različna količina primesi je odgovorna za barvo diatomejske zemlje, ki variira od belosive do rumene, lahko pa je tudi rdeča. Je netopna v vodi in brez vonja (Round in sod., 1990; Rojht in sod., 2012).



Slika 4: Ostanki diatomej v vzorcu diatomita iz Grčije po mletju v diatomejsko zemljo (foto: F. A. Celar)

2.2.2 Nahajališča in uporaba

Diatomejsko zemljo zasledimo povsod, kjer je bila, ali je še vedno voda. Najstarejši sedimenti kremenastih alg so v Burgerheimu (Nemčija), vendar so pred več kot desetimi leti, zaradi prevelikega stroška, izkopavanja opustili. Svetovni letni izkop je 1,3 milijona ton diatomejske zemlje. Največje proizvajalke so ZDA (620.000 ton na leto), Kitajska (390.000 ton), Danska (233.000 ton) in Japonska (130.000 ton). Vse pa morajo za proizvodnjo izpolnjevati določene pogoje (Rojht in sod., 2008).

Nahajališča diatomejskih sedimentov so pri nas odkrili le v Krški kotlini in Tuhinjskem gričevju. Diatomejska zemlja je nastala v obdobju srednjega miocena, vendar pa prave diatomejske zemlje v Sloveniji ne poznamo. Nam najbližja nahajališča diatomejske zemlje so v osrednji Srbiji (okolica Valjava) in na jugu Srbije (Vranje) (Trdan in sod., 2012).

Diatomejske sedimente slojno odstranijo, zmeljejo v prah, sušijo in žarijo pri 1200 °C, da odstranijo organske ostanke. Tako pripravljena diatomejska zemlja se uporablja kot filtracijsko sredstvo za pripravo pijač, kot polnilo pri izdelovanju gum, papirja, barv, kartona ter kozmetike, saj jim daje trdnost in stabilnost (Rojht in sod., 2012). Uporabljajo jo tudi v veterini; za sijaj živalske dlake in oskrbo konjskih podkev ter pri zagotavljanju higiene vod (bazeni).



Slika 5: Zmleta diatomejska zemlja iz Bele Cerkve na Dolenjskem (foto: T. Kolar)

2.2.3 Insekticidne lastnosti diatomejske zemlje

Pri insekticidnem delovanju diatomejske zemlje gre za fizikalno delovanje na škodljivce. Škodljivci zato ne morejo razviti rezistence. Ima veliko prednosti pred insekticidi, saj ni toksična in tako nima negativnega vpliva na okolje. Njen nanos je enostaven in podoben klasičnemu nanosu sintetičnih insekticidov (Rojht in sod., 2008). Teorija o delovanju diatomejske zemlje na žuželke je bila razvita že leta 1931. Prvi komercialni pripravki so se pojavili po letu 1950. Prašivo (slika 5) deluje tako, da izsuši oziroma dehidrira telo (Korunić, 1997).

Diatomejska zemlja deluje na voščeno plast kutikule žuželke. Ko žuželka izgubi približno 60 % vode, pogine. Diatomejska zemlja, ki je registrirana kot insekticid, mora vsebovati manj kot 7 % SiO_2 . Kristaliziran SiO_2 namreč povzroča silikozo in je pri inhalaciji rakotvoren (Rojht in sod., 2012).

2.3 LESNI PEPEL

2.3.1 Lastnosti lesnega pepela

Lesni pepel velja za najstarejše gnojilo, saj so ga za gnojenje njiv uporabljali že Rimljani (Benec, 2010). Za razliko od razgrajenih, kompostiranih ostankov drevesnih listov in vej, zgoreli les oziroma pepel ne vsebuje dušika, vsebuje pa fosfor, kalij, kalcij, bor in druge elemente, ki jih rastline potrebujejo za rast. Prav tako je pepel alkalen (bazičen) in s tem uporaben pri povečanju pH tal, oziroma pri odpravljanju kislosti tal, podobno kot apno (Damrosch in Higgins, 2012).

2.3.2 Uporaba lesnega pepela

S pepelom lahko gnojimo vrtnine, trato ali sadno drevje. Lesni pepel pa je še posebno priporočljiv za gnojenje različnih korenovk in krompirja. Poleg gnojenja deluje tudi proti polžem in listnim ušem. Benec (2010) navaja, da pepel lahko vsebuje tudi težke kovine.

Pepel kot gnojilo je najbolje uporabiti tako, da ga rahlo potresemo po tleh ali rastlinah ali pa kot predhodno kompostiranega, saj bo v nasprotnem primeru ob stiku z vodo tvoril lug in soli. V majhnih količinah lug in soli ne povzročajo težav, v večjih količinah pa lahko povzročijo ožig na rastlinah. Pri kompostiranju se lug in soli izperejo. Pepeli iz različnih lesnatih rastlin se med seboj razlikujejo. Pepel trdega lesa, kot sta hrast in javor, vsebuje več hranil in mineralov, kot pepel iglavcev (Rhoades, 2013)



Slika 6: Lesni pepel (foto: Alamy, 2011)

Poleg gnojila lahko pepel uporabimo tudi za zatiranje škodljivcev. Sol iz lesnega pepela zatira polže, lazarje in ostale mehkužce. Pepel enostavno potresemo okoli rastlin, ki so jih škodljivci napadli. Če se ob tem pepel zmoči, ga je potrebno ponovno potresti, saj se v nasprotnem primeru izperejo vse soli, ki so ključne pri zatiranju škodljivcev (Rhoades, 2013).

2.3.3 Sprememba pH tal

Lesni pepel je bazičen in zato ob stiku s tlemi vpliva na povečanje njihovega pH-ja. Zaradi te lastnosti moramo biti previdni pri njegovi uporabi, saj neugodno vpliva na rastline, ki za rast potrebujejo bolj kislila tla, kot so azeleje, gardenije, borovnice in druge (Rhoades, 2013).

2.3.4 Uporaba lesnega pepela za zatiranje koloradskega hrošča

Lesni pepel v samostojni ali kombinirani uporabi lahko predstavlja okoljsko sprejemljivo alternativo sintetičnim insekticidom (Trdan in Bohinc, 2013). Lesni pepel je lahko precej učinkovit pri zatiranju hroščev in ličink, pri čemer lahko učinkuje na zmanjšano aktivnost njihovega hranjenja in razvoja (Boiteau in sod., 2012). Kot drug vpliv lesnega pepela na škodljivce se navaja poškodbo njihove kutikule, poroženele vrhnje plasti celic in s tem povzročitev njihove izsušitve (Trdan in Bohinc, 2013).

2.4 KROMPIR

2.4.1 Lastnosti krompirja

Krompir (*Solanum tuberosum* L.) je enoletna zelnata gomoljnica iz družine razhudnikov (Solanaceae). V to družino spadajo tudi paradižnik (*Lycopersicon esculentum* L.), paprika (*Capsicum annum* L.) in jajčevec (*Solanum melongena* L.). To so v prehrani ljudi najbolj uveljavljeni razhudniki. Za razliko od razhudnikov, ki oblikujejo užitne plodove nad tlemi, je pridelek pri krompirju gomolj. To je odebeljen podzemni del stebela krompirjeve rastline (Kocjan Ačko in Goljat, 2005).

Krompir zaradi velike uporabnosti in hranilne vrednosti uvrščamo med najboljšo hrano ljudi v zmernem in subtropskem podnebju. Vsebuje beljakovine (približno 2 %), vitamine (C, B₁, B₂), rudninske snovi (kalij, železo, fosfor, kalcij), majhno količino maščob in ima veliko energijsko vrednost, predvsem zaradi visoke vsebnosti škroba. V gomoljih je med 65 do 85 % vode in le od 15 do 35 % suhe snovi (Kocjan Ačko in Goljat, 2005). Približno 75 % suhe snovi predstavlja škrob (Kus, 1994).

2.4.2 Morfologija krompirja

2.4.2.1 Korenine

Razvijejo se iz očesc na gomolju in stebela, ki je v tleh. Rečemo jim živice. Korenine segajo do globine 50 cm. Razrastejo pa se 30 cm v širino. Košatost koreninskega sistema je pogojena s tlemi. Če so tla lahka in propustna, so korenine dobro razvite ali obratno. Korenine krompirja so lahko vretenaste ali žilaste. Vretenaste ima krompir, razmnožen iz semen, žilaste pa krompir, ki se je razvil iz gomolja. V rastni dobi se na terminalnih brstih oblikujejo gomolji. Rast korenin je med dozorevanjem oslABLJENA. Korenine so pri krompirju slabo razvite in imajo slabo črpalno moč (Todorović in Gračan, 1982; Kocjan Ačko in Goljat, 2005).

2.4.2.2 Gomolji

Po velikosti jih razdelimo na debele, srednje debele in drobne. Največkrat znaša masa gomolja 50 do 100 g. Gomolj je sestavljen iz skorje, kambija, prevodnih snopičev in stržena. Skorja ima dva dela. Zunanji del se imenuje periderm, notranji pa parenhim. V povprečju gomolj vsebuje 70 % vode in 22 % suhe snovi. V suhi snovi je približno 18 % škroba, 2 % beljakovin in 0,1 % maščob. Na gomoljih se nahajajo očesca, iz katerih izraščajo brsti. Največ očesc je na zgornjem delu rastline, spodaj pa se nahaja samo popek, ki je ostanek matrne vezi. V ugodnih razmerah se iz očesc razvijejo kalčki. Ko so dodobra ukoreninjeni, začno izraščati iz tal. Hrano črpajo iz gomolja, ko pa jo izčrpajo, začno črpati hranila iz tal. Kožica, ki obdaja gomolj, ga ščiti pred okužbami in izsušitvijo (Todorović in Gračan, 1982; Kocjan Ačko in Goljat, 2005).



Slika 7: Krompir (*Solanum tuberosum* L.) (The national academies, 2014)

2.4.2.3 Steblo

Steblo (slika 7) se nahaja v tleh in nad tlemi, kar pomeni, da je dvovrstno. V tleh je steblo okroglo in čvrsto, zunaj pa votlo, trikotne oblike in dlakavo. Nadzemsko steblo se imenuje cima in ga tvorijo 3 do 4 poganjki, visoki od 40 do 70 cm. Zaradi vsebnosti barvila antociana je poleg zelene barve steblo bolj ali manj rdečkasto. Ima obliko grma. Iz treh do štirih stebelnih poganjkov izraščajo listi in socvetja. Podzemno steblo je sestavljeno iz stolonov in gomoljev. Stoloni se razvijajo iz podzemnega stebela, gomolji pa se razvijejo iz stolonov. Gomolj je torej odebeljena živica (Todorović in Gračan, 1982; Kocjan Ačko in Goljat, 2005).

2.4.2.4 Listi

List je sestavljen iz pecljatih jajčastih lističev. Barva je temno do svetlo zelena, ki se blešči ali pa je motna. Izraščajo lihopernato s po 3 do 7 lističi, povešeno ali pokončno. Na mestu, kjer poganja pecelj iz stebela, se razvijejo palisti. Na listu ločimo zunanje, srednje in

notranje lističe. Zunanji so največji, srednji manjši, notranji pa najmanjši. Tako kot steblo, je tudi list dlakav z mehurjasto ali ravno ploskvijo (Todorović in Gračan, 1982; Kocjan Ačko in Goljat, 2005).

2.4.2.5 Cvet

Sestavlja ga pet skupaj zraščениh čašnih listov zelene barve. Nad njimi je pet venčnih listov razporejenih v obliki zvezde. Prav tako kot po velikosti, se razlikujejo tudi po barvi. Poznamo bele, rdečebele, vijoličnobeale cvetove in cvetove nekaterih drugih barv. Pestič je obdan z valjastim stožcem, ki je združen s petimi prašniki. Več cvetov je združenih v socvetje grozdaste oblike, ki izhaja iz enega stebila. Cvetovi so samoprašni (Todorović in Gračan, 1982; Kocjan Ačko in Goljat, 2005).

2.4.2.6 Plod

Plod pri krompirju je jagoda. Sestavljata ga dva predela, v katerih je več semen. Jagoda nastane tako, da cvetni prah opraš brazdo pestiča na istem cvetu. V jagodi nastane tudi približno 200 semen. Sprva je seme dormantno, blede rumene barve, ko pa dozori je rumenorjavo in sposobno kalitve. Vsebuje veliko solanina (Todorović in Gračan, 1982; Kocjan Ačko in Goljat, 2005).

2.4.3 Rastne razmere

Za sajenje krompirja so ustrezna globoka ilovnato-peščena in peščeno-ilovnata tla. Najbolj mu ustrezajo srednje lahka tla z grudičasto ali mrvičasto strukturo. Treba se je izogniti težkim in vlažnim rastiščem, saj tako gomolji dobijo več potrebnega kisika in prostora ter hitreje debelijo. Ustreden pH je med 5,5 in 6,5. Optimalna temperatura zraka za oblikovanje gomoljev je 16 do 20 °C, nad 30 °C pa se gomolji ne debelijo več, saj se ustavi nalaganje škroba v gomolje. Na prosto sadimo krompir od sredine marca do konca aprila, saj je za enakomerno kalitev v globini 10 cm potrebnih vsaj 7 °C. Rastna doba krompirja traja od 70 do 80 dni (Kocjan Ačko in Goljat, 2005).

2.4.4 Zgodovina krompirja

Krompir izhaja iz Južne Amerike, iz območja Andov. To je območje Peruja, Bolivije in Čila, kjer so Južnoameriški staroselci iskali samorasle krompirjeve rastline in izkopavali gomolje na širšem območju prej omenjenega gorstva. Manj verjetna pradomovina krompirja je jezero Titicaca, ki leži med današnjima državama Bolivijo in Perujem na nadmorski višini 3000 m. O uporabi in obstoju krompirja pričajo različne izkopenine, ki dokazujejo, da je bilo življenje ljudstev na območju Andov v veliki meri povezano s krompirjem. Izkopanih je bilo veliko kipcev v obliki gomoljev in keramičnih posod, porisanih s krompirjem (Kocjan Ačko in Goljat, 2005).

Poleg zdravilnih zvarkov, ki so jih plemenski zdravilci pridobivali iz delov krompirjevih rastlin, so pripravljali tudi strupene zvarke. Takrat še niso poznali delovanja rastlinskih učinkovin. Strup so uporabljali pri lovu na živali in v boju z drugimi plemeni. V vladavini Inkov je bil krompir glavna gojena rastlinska vrsta, ki je bila namenjena človeški prehrani. Krompir je stik z Evropo doživel v 16. stoletju, ko so ga španski osvajalci zaradi okrasne vrednosti prinesli v Evropo. Prvi pisni vir o gojenju krompirja za prehrano ljudi je iz španskega mesta Sevilla iz leta 1573. Z njim so hranili sirote in mornarje. Mornarji so ga bili še posebno veseli, saj ima odlično skladiščno sposobnost in je bil nadvse ustrezen za dolga medcelinska potovanja. Zaradi visoke vsebnosti vitamina C pa je odlično pripeval v boju, proti takrat zelo pogosti bolezni ljudi - skorbutu (Kocjan Ačko in Goljat, 2005).

Enajst let pozneje, leta 1584, preden so v španskem mestu Sevilla prvič posadili krompir, so iz Ameriške zvezne države Virginija krompir prvič prinesli tudi na Irsko. V deželi Burgundija leta 1588 so Francozi prvi gojili krompir za prehrano ljudi. Po Evropi ga je razširil Nizozemec Franz Drake. Leta 1793 do 1918 se je pridelava krompirja zaradi potreb Napoleonove vojske in splošnega stradanja razširila po vsej Evropi. Ruski kmetje so leta 1844 v zameno za pridelavo krompirja dobivali celo denarna nadomestila (Stabej, 1977).

2.4.5 Krompir v svetu

Krompir je razširjen vse od subtropskih območij pa tja do skrajnega severa. Večinoma ga gojimo na ravninah. V njegovi prvotni domovini v Južni Ameriki ga gojijo na nadmorski višini 4000 m, drugod pa je njegova skrajna meja 1400 m nadmorske višine (Kocjan Ačko in Goljat, 2005).

Na svetu je več kot 19 milijonov ha krompirjevih nasadov. Azija prideluje krompir na več kot 10 milijonov ha, Evropa ima 5,7 milijona ha, Afrika 2 milijona ha, Amerika 1,6 milijona ha. Ostale površine pripadajo Avstraliji in Novi Zelandiji (FAOSTAT, 2014). V svetu poznamo več ko 5000 različno rodni krompirjevih sort (Kocjan Ačko in Goljat, 2005).

2.4.6 Krompir v Evropi

Poljska je največja pridelovalka krompirja v Evropski uniji, saj ga prideluje na 337.000 ha. Sledi ji Nemčija (242.800 ha), Francija (160.700 ha), Nizozemska (155.800 ha). Francija je edina od velikih pridelovalk v Evropi, ki od leta 2007 pa do 2013 ni zmanjšala površine njiv pod krompirjem. Evropa si lasti skoraj 6 milijonov ha krompirjevih nasadov, na katerih pridelava 113 milijonov ton krompirja (FAOSTAT, 2014). Za veliko povečanje pridelke krompirja na ha, imajo velik pomen nove sorte ter boljše poznavanje agrotehničnih ukrepov (Kocjan Ačko in Goljat, 2005).

2.4.7 Krompir v Sloveniji

Krompir je v Sloveniji ena najpomembnejših poljščin. Pridelujemo ga po vsej državi. Največ ga pridelujemo v nižinskem območju osrednje Slovenije ter v njenem severovzhodnem in jugovzhodnem delu. Do leta 1950 je bil krompir živilo za zadovoljevanje osnovnih prehranskih potreb. V Sloveniji smo ga pridelovali na približno 60 000 ha na leto (Kus, 1994). V letu 2011 smo ga pridelovali na nekaj več kot 4000 ha in pridelali približno 120 000 ton, kar znese 60 kilogramov na prebivalca (Bavčar, 2012). Zadnji podatki iz leta 2013 pa kažejo na upad površin posajenih s krompirjem, saj smo ga pridelovali le še na okoli 3300 ha (FAOSTAT, 2014)

Preglednica 1: Površine pod krompirjem v Sloveniji v ha v letih 2007, 2010 ter 2013 (FAOSTAT, 2014)

Površina krompirja v Sloveniji v ha			
Leto	2007	2010	2013
Krompir - skupaj	5736	4125	3307

Površine njiv posajenih s krompirjem so v Sloveniji leta 2007 znašale malo več kot 5700 ha, leta 2010 malo več kot 4000 ha, leta 2013 pa je površina njiv, posajenih s krompirjem, znašala le še 3300 ha (preglednica 1) (SURs, 2014). V Sloveniji bi z uporabo najboljšega semena in gospodarsko upravičenih agrotehničnih ukrepov lahko dosegali pridelek 40 t/ha. Leta 1994 smo dosegli 12,5 t/ha (Kus, 1994), leta 2013 pa smo pridelali 18,8 t/ha (preglednica 2) (SURs, 2014).

Pretežni del pridelka krompirja v Sloveniji predstavlja jedilni krompir, ki je namenjen sveži uporabi. Pridelava krompirja za predelavo v čips, zamrznjeni krompir ter sušeni pire je zelo majhna. Prav tako je majhna pridelava krompirja za škrob in za seme (Arends in Kus, 1999).

Preglednica 2: Pridelek krompirja v Sloveniji v t/ha v letih 2007, 2010 ter 2013 (SURs, 2014)

Pridelek krompirja v Sloveniji v t/ha			
Leto	2007	2010	2013
Krompir - skupaj	22,8	24,5	18,8

V letu 2007 smo v Sloveniji pridelali približno 23 t krompirja/ha, v letu 2010 24,5 t/ha, leta 2013 pa smo pridelali okoli 19 t krompirja/ha (preglednica 2).

2.4.8 Glavne sorte krompirja v Sloveniji

V preglednici 3 so predstavljene lastnosti v Sloveniji najbolj razširjenih slovenskih sort krompirja, v preglednici 4 pa lastnosti najbolj razširjenih tujih sort krompirja.

Preglednica 3: Najbolj razširjene slovenske sorte krompirja (Dolničar, 2012)

Sorta	Zgodnost (9,5-1)	Gomolj	Barva mesa	Barva kožice	Pozitivne lastnosti	Negativne lastnosti	Uporaba
PŠATA	6,5	ovalni, ploščati, debelejši	krem bela	svetla	odlična aroma	oblika, debelina gomoljev, možnost razkuhavanja	kuhanje in pečenje
BISTRA	5	okrogli, debelejši	bela	svetla	dobra aroma, primerna za ekološko pridelavo	srednje globoka očesa, debelina gomoljev	kuhanje in pečenje
KIS SORA	5	ovalni	krem bela	svetla	odlična jedilnost, velik pridelek,	občutljiva na plesen na gomoljih	večnamenska
KIS MIRNA	7	okroglo ovalni	bela	svetlo rjava, hrapava	dobra aroma, za lažja tla, rahlo meso	hrapava kožica, možnost razkuhavanja, ob stresu mogoča rjava pegavost	kuhanje in pečenje
KIS KOKRA	6,5	okroglo ovalni	krem bela	svetla	ekološka pridelava odpornost proti krompirjevi plesni	srednje globoka očesa	kuhanje in pečenje
KIS SOTLA	6	ovalni	bela	svetla	dobra jedilnost	občutljivost na navadno krstavost in fiziološko starost semena	večnamenska
KIS MURA	6,5	ovalni	svetlo rumena	svetla	izenačenost, dobra	skladiščnost	kuhanje in pečenje
KERSNIK	8,5	dolgi kifelčar	bela	svetla	kakovostna za zgodnjo pridelavo	občutljiva na krompirjevo plesen na gomoljih, nekroze in sladki konec	kuhanje pečenje in solate
JANA	7,5	dolgo ovalni	bela	svetla	odlična aroma	možnost razkuhavanja in sivenja po kuhanju	pečenje

Se nadaljuje

Nadaljevanje preglednice 3: Najbolj razširjene slovenske sorte krompirja (Dolničar, 2012)

Sorta	Zgodnost (9,5-1)	Gomolj	Barva mesa	Barva kožice	Pozitivne lastnosti	Negativne lastnosti	Uporaba
VESNA	8	okrogli	rumena	rumena	velik pridelek	globoka očesa, plesen na listih	kuhanje
CVETNIK	5	ovalni	bela	svetla	jedilna kakovost	neizenačenost, občutljivost na plesen na listih in sušo	solatni krompir za kuhanje

*Zgodnost je ocenjena na podlagi sortnih poskusov na 1-9,5, pri čemer je 9 najzgodnejša, 1 najpoznejša. Torej, nižje kot je število, poznejša je sorta.

Preglednica 4: Najbolj razširjene tuje sorte krompirja v Sloveniji leta 2012 (Dolničar, 2012)

Sorta	Zgodnost (9,5-1)	Gomolj	Barva mesa	Barva kožice	Pozitivne lastnosti	Negativne lastnosti	Uporaba
ARROW	9,5	okroglo ovalni, debeli	bela	svetlo rjava	dober okus, odporna na rumeno krompirjevo ogorčico	primerna le do jeseni	kuhanje in pečenje
RIVIERA	9,5	debeli, okroglo ovalni	svetlo rumena	svetlo rumena	dober okus odporna na rumeno krompirjevo ogorčico	občutljiva na krompirjevo plesen na listih in gomoljih, ter na rjavo pegavost	kuhanje in pečenje
ADORA	9	ovalno debeli	svetlo rumena	svetlo rumena	odporna na rumeno ogorčic	manj izenačeni gomolji	kuhanje in pečenje
FRISIA	6,5	srednji, ovalni	krem bela	svetlo rjava	okusnost, odporna na rumeno krompirjevo ogorčico	občutljiva na suho trohnobo v skladišču, občutljiva na globoko krastavost	kuhanje in pečenje
SANTE	6,5	srednji, ovalni	rumena	svetlo rumena	odporna na bolezni in škodljivce, tudi na krompirjevo ogorčico	lahko slabša kakovost, kratka dormanca, ni za lahka tla	kuhanje in pečenje

*Zgodnost je ocenjena na podlagi sortnih poskusov na 1-9,5, pri čemer je 9 najzgodnejša, 1 najpoznejša. Torej, nižje kot je število, poznejša je sorta.

2.5 SINTETIČNI INSEKTICIDI

2.5.1 Insekticidi

Insekticidi so fitofarmacevtska sredstva za zatiranje živalskih škodljivcev (insektov) in so med fitofarmacevtskimi sredstvi najpogostejše uporabljeni pripravki. V integrirani pridelavi rastlin se vse pogostejše uporabljajo insekticidi s specifičnim načinom delovanja, kot so juvenilni hormoni in biotični pripravki. Insekticidom s širokim spektrom delovanja dajemo vse manj prednosti, saj preveč ostro posegajo v biotično ravnovesje posevkov in nasadov, ter povzročajo množičen pojav do tedaj maloštevilnih in zato nenevarnih škodljivcev. Pridelovalci se pri odkrivanju novih spojin za zatiranje žuželk držijo naslednjih načel: ljudem, toplokrvnim živalim, ribam in čebelam naj bodo insekticidi čim manj nevarni, specifično naj delujejo v majhnih odmerkih, v nestrupene snovi, pa naj se razgradijo v najkrajšem možnem času (Maček in Kač, 1990)

Insekticide na način delovanja na žuželke razdelimo na dotikalne strupe (kontaktne), želodčne (digestivne) ter dihalne (inhalacijske). Razdelimo jih tudi po tem, na katere razvojne stadije žuželk delujejo in sicer: ovidi (delujejo na jajčeca žuželk), larvicidi (delujejo na ličinke žuželk), adulticidi (delujejo na odrasle žuželke). Glede na to ali delujejo insekticidi na žuželke, s površja rastline ali iz njene notranjosti jih delimo na: sredstva z zunanjim (eksternim) delovanjem, prizadenejo grizoče in sesajoče žuželke neposredno ali iz ostankov škropiva na površju, ter sistemična (endoterapevtska) sredstva, ki se vsrkajo v rastlino preko listov ali korenin in se prenašajo preko vodovodnih ali sitastih ceveh. Delujejo na sesajoče žuželke. Delno sistemična sredstva se po rastlini ne prenašajo po prevodnih ceveh, temveč osmotsko iz celice v celico. Delujejo na listne zavrtake, žerke, listne muhe ipd (Maček in Kač, 1990).

2.5.2 Tiametoksam

Tiametoksam je glavna sestavina (aktivna snov) sistemičnega insekticida Actara 25 WG, ki smo ga uporabili v našem poskusu pri zatiranju koloradskega hrošča (*Leptinotarsa decemlineata* [Say]). Ima specifično kontaktno, želodčno in sistemično delovanje na sesajoče in grizoče žuželke. Aktivna snov tiametoksam spada v skupino neonikotinoidov, ki imajo poleg hitrega učinka na škodljivce, tudi spodobnost varovanja rastlin pred škodljivci od 2 do 3 tedne po aplikaciji. Insekticid Actara 25 WG nanašamo na zelene dele rastlin (ob pojavu ličink) s pršenjem ali škropljenjem.

Za zatiranje koloradskega hrošča na krompirju uporabimo 60 do 80 g/ha (0,8 g na 100 m²). Sredstvo Actara 25 WG lahko uporabljamo samo takrat, ko ni vetra. Na krompir se lahko nanaša do največ štirikrat v rastni dobi (Syngenta, 2014).

2.5.3 Neonikotinoidi

Spadajo v generacijo novejših fitofarmacevtskih sredstev. To so sistemični insekticidi, ki se vsrkrajo v rastlino in z rastlinskimi sokovi potujejo po njej. Kemično so podobni nikotinu - toksinu, ki ga vsebuje tobak. Delujejo na živčni sistem. V živčevju povzročijo vznburjenje, kar privede do paraliziranosti osebka in posledično smrti (Auguštin, 2009).

2.6 BIOTIČNI NAČINI ZATIRANJA KOLORADSKEGA HROŠČA

2.6.1 Entomopatogene ogorčice

So talni organizmi, ki živijo v tleh, najdemo pa jih tudi v vodi. Na škodljivca delujejo na podlagi simbiotsko-mutualističnega odnosa. Infektivne ličinke entomopatogenih ogorčic vstopijo v gostitelja (žuželko) preko naravnih odprtín. Ogorčice nato v hemolimfi gostitelja sprostijo simbiotske bakterije, ki so značilne za njih. Bakterije se hitro množijo med tem pa proizvajajo strupe, ki slabijo gostitelja. Gostitelj pogine v približno dveh dneh (Gaugler, 2002).

Strupi, ki jih proizvajajo bakterije odvrčajo ostale mikroorganizme od mrtvega osebka. Bakterija gostitelja razgradi na takšne snovi, da ga entomopatogena ogorčica lahko porabi za hrano. Po zaključenem razvojnem krogu ogorčica zapusti nerazgradljeni del trupla in se vrne v zemljo. Po nekaj mesecih življenja v zemlji ogorčica pogine (Gaugler, 2002).

2.6.2 Entomopatogene glive

Glive s sporami okužujejo odrasle osebké, ličinke in bube. V žuželke vstopajo skozi integument. Micelj preprede celo telo, hife pa prodrejo na površje kutikule. Na površju se oblikuje zračni micelij, na katerem se razvijejo trosonosci s trosi. Najbolj znana entomopatogena je gliva *Beauveria bassiana*. Leta 1835 jo je na obolelih gosenicah sviloprejke ugotovil Agostino Bassi. S poskusi zatiranja koloradskega hrošča z omenjeno glivo sta začela Kiel in Neubauer leta 1953 na Češkem. Pozneje pa so imenovano glivo preizkušali tudi drugi. Gliva je bila učinkovita proti prvima dvema levitvenima stopnjama ličink, včasih tudi proti tretji. Na starejše ličinke in hrošče gliva *Beauveria bassiana* nima zadovoljivega učinka (Milevoj, 2014).

2.6.3 Plenilci

So žuželke, pršice in druge živali, ki napadajo rastlinske škodljivce. Ker so navadno večji od svojih žrtev, jih hitro pokončajo. Škodljivca ubijejo tako, da ga zabodejo in iz njega izsesajo vsebino telesa ali pa ga požrejo. Škodljivca lahko pokončajo v različnih razvojnih stadijih (Milevoj, 2014).

3 MATERIALI IN METODE DELA

3.1 PRIPRAVKI IN SEME

Seme krompirja sorte "Stirling" za izvedbo poljskega poskusa, smo kupili pri slovenskem podjetju Interseme, ki je ekskluzivni zastopnik podjetja Agrico iz Nizozemske. Sorta je srednje pozna, barva mesa bela, z rumeno kožico. Ima zelo dobro dormanco in se odlično skladišči. Gomolji tudi po daljšem skladiščenju ne spreminjajo barve. Sorta je ustrezna za kuhanje, cvrtje in pečenje. Sorta je dobro odporna na viruse (Interseme, 2014).

Lesni pepel, večinoma iz drv navadne bukve (*Fagus sylvatica* L.), smo dobili pri kurjenju (donatorja Jake Rupnika iz Logatca). Diatomejska zemlja iz Bele Cerkve na Dolenjskem pa je bila shranjena v strojni lopi fitomedicinskega dela Katedre za fitomedicino, kmetijsko tehniko, poljedelstvo, pašništvo in travništvo. Uporabili smo tudi insekticid Actara 25 WG z aktivno snovjo tiametoksam.

3.2 METODE

3.2.1 Načrtovanje in izvedba poskusa

Poskus (slika 8) smo izvedli na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani. Njiva, ki je bila razdeljena na 3 bloke, je bila dolga 29 m in široka 3 m. Krompir je bil posajen v 4 vrstah, ki so bile med seboj oddaljene 75 cm. Znotraj vsakega bloka je bilo 5 različnih obravnavanj: kontrola (brez insekticidov ali alternativnih načinov zatiranja koloradskega hrošča), insekticid Actara 25 WG, diatomejska zemlja, lesni pepel ter mešanica lesnega pepela in diatomejske zemlje. Posamezen blok je bil razdeljen na pet 1,9 m dolgih in 3 m širokih parcel.

Krompir smo posadili maja s strojnim sadilcem. Med rastno dobo smo z neposrednimi ogledi, na treh naključno izbranih rastlinah znotraj vsakega obravnavanja spremljali populacijsko dinamiko preučevanega škodljivca. Glede na številčnost populacije koloradskega hrošča smo nanos sredstev ponovili 1-krat. Nanos sredstev smo izvedli 6. 8. 2012. Tretiranje s prašivi/insekticidom smo izvedli na podlagi naših predhodnih opazovanj, saj smo 23. 7. 2012 na posameznih rastlinah že opazili posamezna jajčna legla. 5. 8. 2012 smo na posameznih rastlinah opazili več kot 10 ličink L1 stadija. To je pomenilo, da je bilo preseženo kritično število. Kot že navaja Vrabl (1992) je tretiranje potrebno, ko najdemo povprečno 10 ali več ličink na grm in kadar je pred cvetenjem krompirja več kot 15 % grmov napadenih.

Lesni pepel, diatomejsko zemljo in mešanico lesnega pepela in diatomejske zemlje smo nanašali ročno s sitom (slika 9), saj je bila takšna aplikacija omenjenih sredstev v našem primeru najučinkovitejša in preprosta. Posamezno obravnavanje smo tretirali s 130 g lesnatega pepela. Na posamezno obravnavanje smo porabili 100 g diatomejske zemlje. Pri istočasnem tretiranju rastlin z diatomejsko zemljo in pepelom smo porabili 120 g

diatomejske zemlje in 90 g pepela. S fungicidom (pripravek Melody duo) smo na vseh parcelah, v odmerku 2,5 kg/ha škropili proti krompirjevi plesni v različnih terminih, in sicer 20. 6., 5. 7., 14. 7. in 30. 7. 2012.



Slika 8: Poljski poskus na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani leta 2012 (foto: J. Rupnik)

Krompir smo strojno izkopali in pobrali 12. septembra 2012. S stresalnikom (slika 10) smo ga glede na premer gomoljev razdelili v tri frakcije, in sicer: frakcija 1 (gomolji manjši od 4 cm), frakcija 2 (velikost gomoljev od 4 do 5 cm) in frakcija 3 (gomolji večji od 5 cm). Pridelke po posameznih obravnavanjih smo stehali. Maso gomoljev smo preračunali v t/ha. Rezultate smo matematično ovrednotili in grafično prikazali s programom Microsoft Excel 2007.



Slika 9: Nanašanje diatomejske zemlje na krompir, ki ga je napadel koloradski hrošč (foto: J. Rupnik)



Slika 10: Tehtanje krompirja na Biotehniški fakulteti (foto J. Rupnik)



Slika 11: Obravnavanje, v katerem smo koloradskega hrošča zatirali z diatomejsko zemljo (foto: T. Kolar)

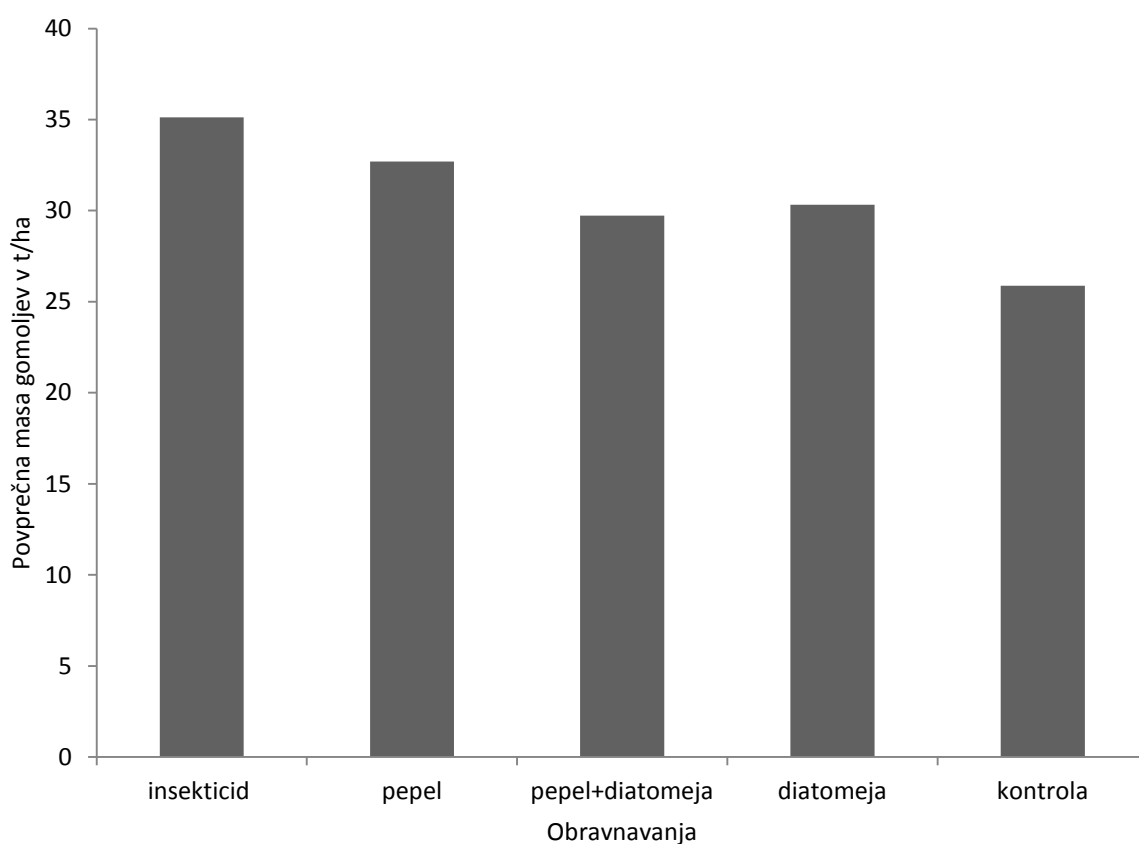


Slika 12: List krompirja in ličinka koloradskega hrošča, posuta z diatomejsko zemljo (foto: J. Rupnik)

4 REZULTATI

4.1 POVPREČNI PRIDELEK GOMOLJEV V PETIH OBRAVNAVANJIH

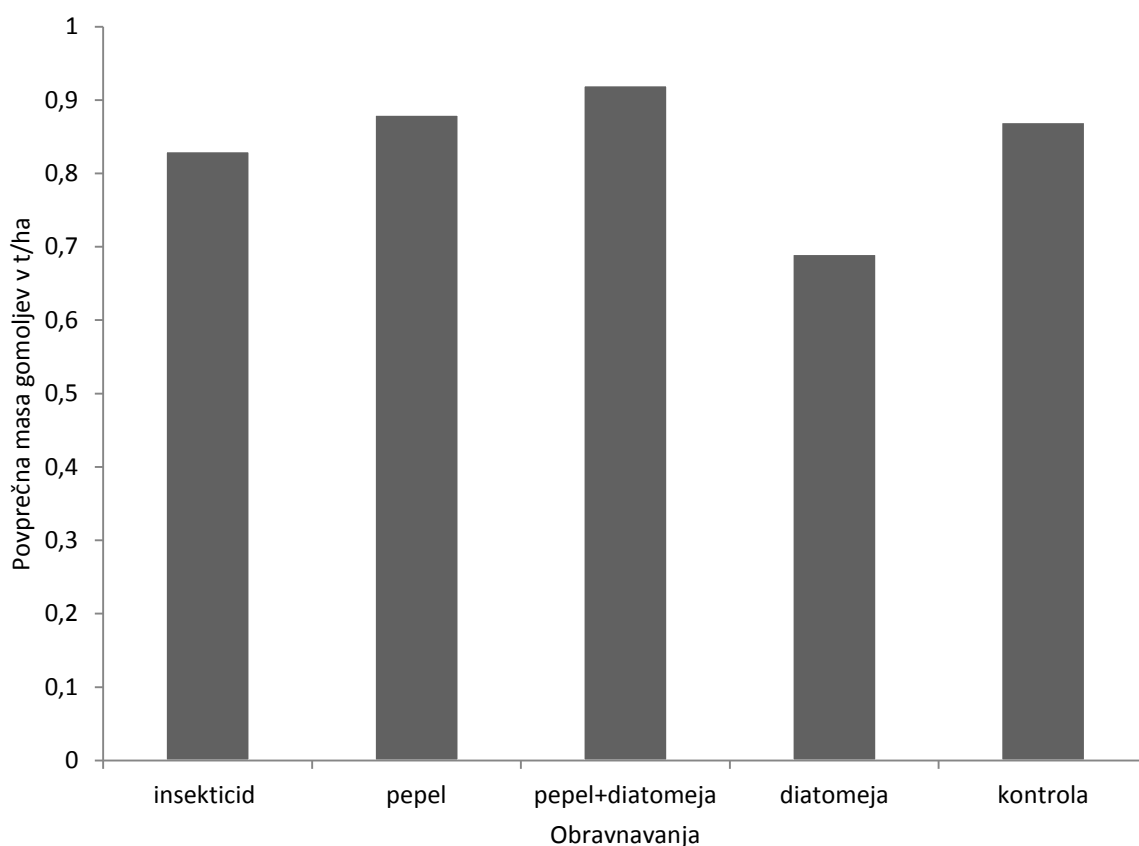
Rezultati povprečnega pridelka krompirja v petih obravnavanjih nam kažejo, da smo največjo maso gomoljev dobili pri uporabi insekticida (35,1 t/ha). Sledil je pridelek krompirja, dosežen pri uporabi lesnega pepela (32,7 t/ha), nato z nanašanjem diatomejske zemlje (30,33 t/ha), mešanico diatomejske zemlje in lesnega pepela (29,7 t/ha), najmanjšo povprečno maso gomoljev pa smo ugotovili v kontrolnem obravnavanju (25,9 t/ha) (slika 13).



Slika 13: Povprečni pridelek gomoljev (t/ha) v petih obravnavanjih

4.2 POVPREČNI PRIDELEK NAJMANJŠIH GOMOLJEV V PETIH OBRAVNAVANJIH

Največji pridelek gomoljev najmanjše frakcije (< 4 cm) smo dobili v obravnavanju, kjer smo koloradskega hrošča zatirali z mešanico lesnega pepela in diatomejske zemlje (0,92 t/ha), le nekoliko manjšega pa smo natehtali v obravnavanjih z lesnim pepelom (0,88 t/ha), in v kontrolnem obravnavanju (0,87 t/ha). V obravnavanju, kjer smo uporabili insekticid smo ugotovili povprečni pridelek 0,83 t/ha, rastline tretirane z diatomejsko zemljo pa so dale najmanjši (0,69 t/ha) povprečni pridelek gomoljev najmanjše frakcije (slika 14).

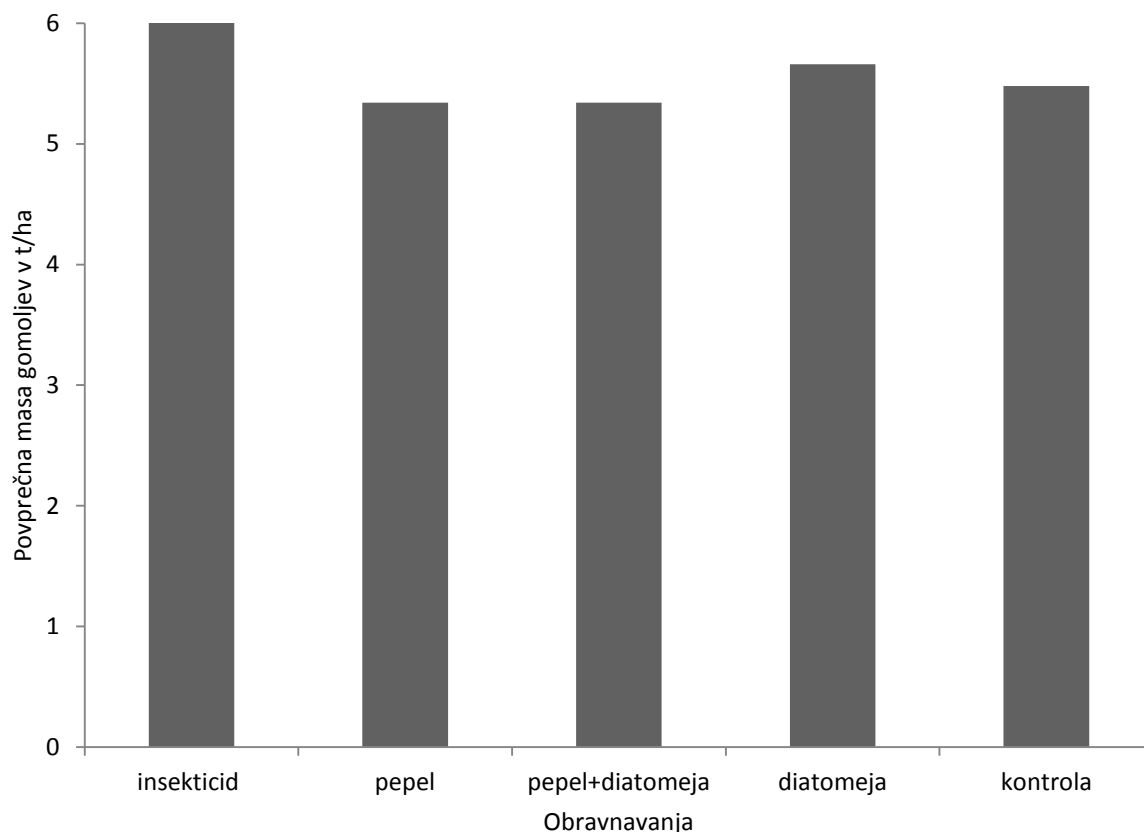


Slika 14: Povprečni pridelek najmanjših (<4 cm) gomoljev (t/ha) v petih obravnavanjih.

4.3 POVPREČNI PRIDELEK SREDNJE VELIKIH GOMOLJEV V PETIH OBRAVNAVANJIH

Največji povprečni pridelek srednje velikih gomoljev (4 do 5 cm) smo ugotovili v obravnavanju, kjer smo škodljivca zatirali z insekticidom (6,1 t/ha), med ostalimi štirimi obravnavanji pa smo ugotovili podobno vrednost povprečnega pridelka gomoljev. Rastline, katere smo posipali z diatomejsko zemljo, so v povprečju oblikovale 5,7 t gomoljev/ha, rastline v kontrolnem obravnavanju 5,5 t/ha, tiste, ki smo jih posipali z lesnim pepelom pa

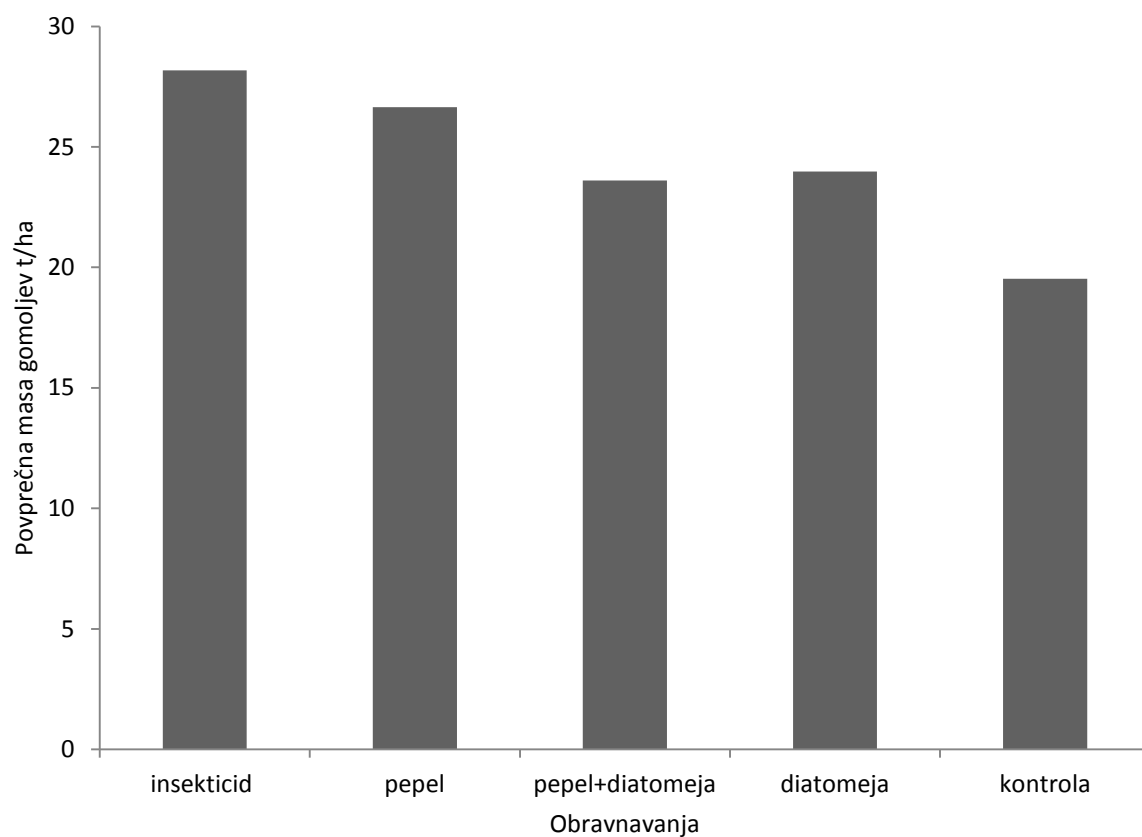
5,3 t/ha. Najmanjši povprečni pridelek srednje velikih gomoljev (5,3 t/ha) smo ugotovili v obravnavanju, kjer smo uporabili mešanico lesnega pepela in diatomejske zemlje (slika 15).



Slika 15: Povprečni pridelek srednje velikih (4 do 5 cm) gomoljev (t/ha) v petih obravnavanjih.

4.4 POVPREČNI PRIDELEK NAJVEČJIH GOMOLJEV V PETIH OBRAVNAVANJIH

Največji povprečni pridelek največjih gomoljev smo ugotovili v obravnavanju, kjer smo škodljivca zatirali z insekticidom (28,2 t/ha), le nekoliko manj pa je po produktivnosti zaostalo obravnavanje, kjer smo uporabili lesni pepel (26,6 t/ha). Kot srednje produktivni obravnavanji izpostavljam tisti, kjer smo uporabili diatomejsko zemljo (24,0 t/ha) in mešanico omenjene zemlje z lesnim pepelom (23,6 t/ha). Najmanjši povprečni pridelek največjih gomoljev (19,5 t/ha) smo ugotovili v obravnavanju, kjer koloradskega hrošča nismo zatirali z nobenim pripravkom (slika 16).



Slika 16: Povprečni pridelek največjih (>5 cm) gomoljev (t/ha) v petih obravnavanjih.

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

5.1 RAZPRAVA

Koloradski hrošč (*Leptinotarsa decemlineata* [Say]) je najpomembnejši škodljivec krompirja, zato je njegovo zatiranje obvezen agrotehnični ukrep. Ker ga odlikuje izjemna sposobnost prilagajanja razmeram v okolju in je razvil odpornost proti skoraj vsem skupinam insekticidov, raziskovalci po vsem svetu iščejo alternativne metode njegovega zatiranja.

V naši raziskavi, ki smo jo v letu 2012 izvajali na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani, smo želeli preveriti učinkovitost izbranih alternativnih načinov zatiranja koloradskega hrošča (nanos lesnega pepela, diatomejske zemje in njune kombinacije) v primerjavi z učinkovitostjo insekticida neonikotinoida tiametoksama.

Na podlagi rezultatov naše raziskave, ki smo jih pridobili po izkopu, tehtanju in razvrščanju gomoljev v velikostne razrede (< 4 cm, 4-5 cm in > 5 cm) lahko podamo ugotovitev, da je bila pri zatiranju koloradskega hrošča najbolj učinkovita uporaba sintetičnega sistemičnega insekticida tiametoksam, s čimer lahko potrdimo eno izmed hipotez. Povprečna skupna masa gomoljev krompirja je pri obravnavanju z insekticidom dosegla 35,1 t/ha. Omenjeni insekticid je iz skupine neonikotinoidev, na katere koloradski hrošč do danes še ni razvil odpornosti. Kot dober zatiralec koloradskega hrošča se je neonikotinoid (in sicer imidakloprid) izkazal tudi v eni izmed predhodnjih raziskav (Urbančič Zemjič, 2014).

Izmed alternativnih metod zatiranja se je za najučinkovitejšo metodo izkazala uporaba lesnega pepela, pri kateri je bilo 32,7 t/ha pridelka. Nekoliko manj učinkovita metoda glede na naše rezultate je nanašanje diatomejske zemje (30,3 t/ha), ki ji sledi uporaba kombinacije diatomejske zemlje in lesnega pepela v razmerju 4:3 (29,7 t/ha). V skladu s predvidevanji smo najmanjšo povprečno maso gomoljev dobili v kontrolnem obravnavanju (25,9 t/ha), kjer nismo uporabili nobene izmed metod za zatiranje koloradskega hrošča. Tudi v raziskavi (Rojht in sod., 2009), v kateri so avtorji preučevali načine delovanja izbranih rastlinskih izvlečkov (eteričnih olj, ekstraktov in čistih snovi) na koloradskega hrošča, se je pokazalo, da so bili v večini primerov tretirani listi statistično pomembno manj objedeni kot kontrolni listi. To je razveseljiv podatek, saj je očitno več učinkovitih okoljsko sprejemljivih alternativnih metod, ki bi lahko nadomestile insekticide.

Če med seboj primerjamo rezultate po posameznih frakcijah oziroma velikostih gomoljev, lahko opazimo pomembne razlike. Skupna masa najmanjših gomoljev (< 4 cm) je bila v kontrolnem obravnavanju (0,9 t/ha) večja od skupne mase gomoljev iste frakcije pri obravnavanjih z insekticidom (0,8 t/ha) in diatomejsko zemljo (0,7 t/ha) ter ne dosti manjša od skupne mase gomoljev iste frakcije pri obravnavanju z lesnim pepelom (0,9 t/ha). V nasprotju s tem je bila skupna masa največjih gomoljev pri kontrolnem obravnavanju daleč najmanjša (19,5 t/ha), največja pa je bila skupna masa največjih gomoljev pri obravnavanju

z insekticidom (28,2 t/ha). Skupna masa srednje velikih gomoljev (4-5 cm) pri kontrolni obravnavi (5,5 t/ha) je bila primerljiva s skupno maso gomoljev iste frakcije pri obravnavanju tako z lesnim pepelom (5,3 t/ha) in z diatomejsko zemljo (5,7 t/ha) kot tudi z insekticidom (6,1 t/ha).

S tem smo potrdili našo domnevo, po kateri naj bi večjo skupno maso manjših gomoljev v tleh oblikovale rastline, pri katerih sredstev nismo uporabili (kontrola), medtem ko naj bi večjo skupno maso večjih gomoljev v tleh oblikovale rastline, obravnavane s sredstvi (insekticid, pepel, diatomejska zemlja, pepel in diatomejska zemlja). To potrjujejo tudi rezultati že prej omenjene raziskave (Pevnik, 2008), v kateri je avtorica ugotovila, da največji pridelek pri največji frakciji (največjem velikostnem razredu gomoljev) izmed treh preizkušanih insekticidov pripada tistemu, ki smo ga tretirali s tistim pripravkom, ki se je glede na maso celotnega pridelka izmed vseh treh insekticidov izkazal za najučinkovitejšega.

Od vseh metod se je za najmanj učinkovito izkazala uporaba mešanice lesnega pepela in diatomejske zemlje, saj je bila skupna masa pridelka pri omenjeni metodi najmanjša. Izmed vseh obravnavanj je pri sočasnem nanosu pepela in diatomejske zemlje prišlo do največje skupne mase najmanjših gomoljev in najmanjše skupne mase največjih gomoljev kar nam prav tako pove precej o učinkovitosti metode. Glede na to, da sta se tako lesni pepel kot diatomejska zemlja kot posamezna prašiva izkazala kot precej učinkovita, je to zelo zanimiv podatek. Verjetno je vzrok za to povezan s količino nanosa. Obe prašivi sicer poškodujeta kutikulo, kar povzroči izsušitev škodljivca (Korunić, 1997; Trdan in Bohinc, 2013), lesni pepel pa poleg izsušitve kutikule učinkuje tudi na zmanjšanje aktivnosti njihovega hranjenja in razvoja (Boiteau in sod., 2012). Sklepamo, da je za učinkovito delovanje potrebna večja količina enega samega pripravka, saj se preparata med seboj ne dopolnjujeta in se po nanosu obnašata drugače oziroma ne delujeta na enak način. Enaka količina obeh preparatov skupaj tako ne učinkuje tako dobro kot ista količina posameznega preparata.

Glede na rezultate našega poizkusa lahko zaključimo, da sta lesni pepel in diatomejska zemlja pri samostojni uporabi dovolj učinkovita pri zatiranju koloradskega hrošča, kar bi lahko predstavljalo cenovno ugodno in okoljsko sprejemljivo rešitev pri nadaljnji uporabi.

5.2 SKLEPI

Na podlagi rezultatov, ki smo jih pridobili s tehtanjem skupnega pridelka krompirja in tehtanja pridelka posameznih treh frakcij, lahko zaključimo naslednje:

- pri zatiranju koloradskega hrošča je bila izmed vseh izbranih metod najbolj učinkovita uporaba insekticida tiametoksam.
- izmed izbranih alternativnih metod zatiranja se je za najučinkovitejšo metodo izkazala uporaba lesnega pepela.

- izmed izbranih alternativnih metod zatiranja se je za najmanj učinkovito izkazala uporaba mešanice lesnega pepela in diatomejske zemlje.
- pridelek krompirja v obravnavanjih z alternativnimi metodami zatiranja je bil večji kot v kontrolnem obravnavanju, kjer nismo uporabili nobene izmed metod.
- skupna masa gomoljev največje frakcije je bila največja pri obravnavanju z insekticidom, daleč najmanjša pa v kontrolnem obravnavanju (brez sredstev).
- skupna masa gomoljev najmanjše frakcije je bila pri kontrolnem obravnavanju večja ali vsaj primerljiva s skupno maso gomoljev iste frakcije pri obravnavanjih z uporabo sredstev.

6 POVZETEK

V Sloveniji je krompir že dolgo ena najpomembnejših poljščin (Kus, 1994). Z našo raziskavo smo želeli preveriti učinkovitost dveh alternativnih načinov zatiranja koloradskega hrošča, saj vemo, da je koloradski hrošč poleg strun (*Agriotes* spp), ogrcev (*Scarabaeidae*), navadnega bramorja (*Gryllotalpa gryllotalpa* [Latreille, 1802]) in poljske voluharice (*Microtus arvalis* [Pallas, 1778]) gospodarsko najpomembnejši škodljivec krompirja ter zahteva vsakoletno zatiranje (Kus, 1994).

Znano je, da koloradski hrošč hitro razvije odpornost na insekticide (Urbančič Zemljič, 2014), zato v zadnjem času uporabljamo različne alternativne metode za zatiranje tega, kot tudi drugih škodljivcev. Že vrsto let sta znana fizikalna postopka zatiranja škodljivcev, in sicer uporaba diatomejske zemlje in lesnega pepela, njun pomen pa se v zadnjih letih samo še povečuje (Rojht in sod., 2012). Opravljenih je bilo že precej raziskav o naravnem zatiranju škodljivcev z uporabo diatomejske zemlje in lesnega pepela. Rezultati večine raziskav kažejo, da obe sredstvi predstavljata precej učinkoviti alternativni metodi v varstvu rastlin pred škodljivci (Rojht in sod., 2012), še vedno pa so od njiju učinkovitejši insekticidi.

V raziskavi, ki smo jo izvajali na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani, smo preučevali učinkovitost zatiranja koloradskega hrošča (*Leptinotarsa decemlineata* [Say]) na krompirju s posipanjem rastlin z lesnim pepelom, diatomejsko zemljo in njuno kombinacijo v primerjavi s škropljenjem z insekticidom. Znotraj vsakega izmed treh blokov, na katere je bila razdeljena njiva, je bilo pet različnih obravnavanj - kontrola (brez insekticidov ali alternativnih načinov zatiranja koloradskega hrošča), insekticid Actara 25 WG, diatomejska zemlja, lesni pepel ter mešanica lesnega pepela in diatomejske zemlje.

V skladu s predvidevanji smo največjo maso gomoljev (35,1 t/ha) dobili z uporabo insekticida. Sledil je pridelek krompirja, dosežen z uporabo lesnega pepela (32,7 t/ha), nato z nanašanjem diatomejske zemlje (30,3 t/ha) ter mešanico diatomejske zemlje in lesnega pepela (29,7 t/ha). Po pričakovanjih smo najmanj prideka (25,9 t/ha) dobili v kontrolnem obravnavanju. Skupna masa najmanjših gomoljev (< 4 cm) je bila pri kontrolnem obravnavanju (0,87 t/ha) večja ali vsaj primerljiva s skupno maso gomoljev iste frakcije pri obravnavanjih z uporabo insekticida (0,8 t/ha), diatomejske zemlje (0,7 t/ha) ali lesnega pepela (0,9 t/ha). V nasprotju s tem je bila skupna masa največjih gomoljev pri kontrolnem obravnavanju daleč najmanjša (19,52 t/ha), največja pa je bila skupna masa največjih gomoljev pri obravnavanju z insekticidom (28,18 t/ha).

Naši rezultati kot tudi rezultati številnih drugih raziskav sicer še vedno kažejo, da je insekticid najboljši zatiralec škodljivcev, vendar lesni pepel in diatomejska zemlja pri samostojni uporabi po učinkovitosti ne zaostajata veliko. Glede varstva narave ter posledično tudi boljšega zdravja ljudi bi bila menjava insekticidov z alternativnimi pripravki za zatiranje škodljivcev smiselna in pametna izbira za prihodnje generacije.

7 VIRI

- Arends P., Kus M. 1999. Nasveti za pridelovanje krompirja v Sloveniji. Kranj, Mercator–KŽK Kmetijstvo Kranj, d.o.o., LFVBi: 242 str.
- Auguštin V. 2009. Neonikotinoidi. Slovenski čebelar, 3: 83-85
- Bavčar J. 2012. Sortni izbor krompirja 2012. Revija delo in dom.
<http://www.deloin-dom.si/gomoljnice/sortni-izbor-krompirja-2012> (24. feb. 2012).
- Benec D. 2010. Lesni pepel je lahko odlično gnojilo za vrt. Dom- vrt in domače rastline.
<http://druzina.ena.com/Dom/Vrt-in-domace-rastline/Lesni-pepel-je-lahko-odlicno-gnojilo-za-vrt.html> (2.jul.2010)
- Boiteau G., Singh R.P., McCarthy P.C., MacKinley P.D. 2012. Wood ash potential for Colorado potato beetle control. American Journal of Potato Research, 89: 129-135
- Damrosch B., Higgins A. The benefits of wood ash in the garden. The Washington Post.
http://www.washingtonpost.com/lifestyle/home-garden/the-benefits-of-wood-ash-in-the-garden/2012/03/18/gIQAVBSEgS_story.html (28. march. 2012).
- Dolničar P. 2012. Sortni izbor krompirja v letu 2012. Ljubljana, Kmetijski inštitut Slovenije.
http://www.kis.si/datoteke/file/kis/SLO/POL/Sel-center-krompir/Sortni_izbor_krompir_2012.pdf (2012)
- FAOSTAT. 2014. Pridelovalne površine v ha in količina pridelka v tonah.
<http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor> (16.sep.2014).
- Milevoj L. 2014. Mikrobiotično zatiranje rastlinskih škodljivcev. FITO-INFO.
http://www.fito-info.si/index1.asp?ID=VarOk/BV/BV_2.asp (8.sep.2014)
- Gaugler R. 2002. Entomopathogenic Nematology. New Jersey, CABI Publishing: 373 str.
- Gwinner J., Harnisch R., Mück O. 1996. Manual of the prevention of post-harvest grain losses. Eschborn, Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH: 338 str.
- Hakbijl T. 2012. The traditional, historical and prehistorical use of ashes as an insecticide, with an experimental study on the insecticidal efficacy of washes ash. Environmental Archaeology, 7:13-22

Interseme. Podjetje za trgovino, proizvodnjo in storitve. Strirling.

<http://www.interseme.si/prodajni-program/semenski-krompir/srednje-pozna-sorta/140-stirling-agrico.html>
(15.9.2014)

Klots A.B., Klots E.B. 1970. Žuželke. Ljubljana, Mladinska knjiga: 335 str.

Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije. Kmetijsko gozdarski zavod Celje. Koloradski hrošč na krompirju.

<http://www.kmetijskizavod-celje.si/10-06-2011-koloradski-hrosc-na-krompirju>
(10.jun.2011).

Kocjan Ačko D., Goljat A. 2005. Krompir. Ljubljana., Kmečki glas: 175 str.

Korunić Z., 1997. Rapid assessment of the insectidal value of diatomaceous earth without conducting bioassays. Journal of Stored Products Research, 33: 2145-229

Kus M. 1994. Krompir. Ljubljana, ČŽP Kmečki glas: 225 str.

Laznik Ž., Toth T., Lakatos T., Vidrih M., Trdan S. 2010. Control of the Colorado Potato beetle (*Leptinotarsa decemlineata* [Say]) on potato under field condition: a comparison of the efficacy of foliar application of two strains of *Steinernema feltiae* (Filipijev) and spraying with thiametoxam. Journal of Plant Diseases and Protection, 117, 3: 129-135

Maček J., Kač M. 1990. Kemična sredstva za varstvo rastlin. Ljubljana, Kmečki glas: 500 str.

Milevoj L. 2007. Kmetijska entomologija. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 182 str.

NPIC: National Pesticide information center, Oregon State University and the U.S. Environmental Protection Agency.

<http://npic.orst.edu/factsheets/degen.html> (14. maj 2014)

Pevnik M. 2008. Poljsko preizkušanje učinkovitosti treh poljsko sprejemljivih insekticidov za zatiranje koloradskega hrošča (*Leptinotarsa decemlineata* [Say], Coleoptera, Chrysomelidae) na krompirju – ugotavljanje vpliva na pridelek. Diplomsko delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta: 72 str.

Rhoades H. Ashes in the garden: Using ashes in the garden. Gardening know how. <http://www.gardeningknowhow.com/composting/ingredients/wood-ashes-compost.htm>
(9.okt. 2013)

- Rojht H., Kos K., Trdan S. 2008. Preučevanje insekticidnega delovanja diatomejske zemlje na odrasle osebkke riževega žužka (*Sitophilus oryzae*, Curculionidae, Coleoptera). V: Zbornik simpozija Novi izzivi v poljedelstvu 2008. Rogaška Slatina. Tanjšek A. (ur.). Ljubljana, Slovensko agronomsko društvo: 263-270
- Rojht H., Kos K., Trdan S. 2009. Preučevanje načinov delovanja izbranih rastlinskih izvlečkov na koloradskega hrošča (*Leptinotarsa decemlineata* [Say]) na jajčevcu. V: Zbornik predavanj in referatov 9. slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin z mednarodno udeležbo. Nova gorica, 4-5. marec 2009. Ljubljana, Slovensko agronomsko društvo: 145-157
- Rojht H., Horvat A., Trdan S. 2012. Značilnosti diatomejske zemlje kot naravnega insekticida za zatiranje skladiščnih škodljivcev. Acta agriculture Slovenica, 99, 1: 99-105
- Round F. E., Crawford R. M., Mann D.G. 1990. The diatoms. Cambridge, University Press: 747 str.
- Sket B., Gogala M., Kuštor V. 2003. Živalstvo Slovenije. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije: 664 str.
- Stabej J. 1997. Kruh ubogih. Kulturno zgodovinski in jezikovni načrt zgodovine krompirja na Slovenskem. Ljubljana, Slovenska akademija znanosti in umetnosti: 94 str.
- SURS. 2014. Pridelava poljščin (ha, t, t/ha), Slovenija, 2014. Ljubljana, Statistični urad Republike Slovenije.
<http://pxweb.stat.si/pxweb/Dialog/Saveshow.asp> (8. jul. 2014)
- Syngenta.
http://www3.syngenta.com/country/si/sl/Syngenta_programi/varstvo-rastlin/Proizvodi/Pages/Actara_25_WG.aspx (15. sep. 2014)
- The National Academies Press. (17.9.2014)
http://books.nap.edu/openbook.php?record_id=1398&page=92
- Todorović I., Gračan R. 1982. Specialno poljedelstvo. Ljubljana, Državna založba Slovenije: 156 str.
- Trdan S., Bohinc T., Rojht, H. 2012. Uporabnost diatomejske zemlje za zatiranje škodljivih žuželk v skladiščih. Kmečki glas, 69, 33: 10
- Trdan S., Bohinc T. 2013. Preučevanje insekticidne učinkovitosti samostojne in kombinirane uporabe različnih naravnih snovi pri zatiranju črnega žitnega žužka

(*Sitophilus granarius* [L.]). V: Zbornik predavanj in referatov 11. Slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin z mednarodno udeležbo. Bled, 5-6. marec 2013: 160-165

Urbančič Zemljič M. 2014. Odpornost populacij koloradskega hrošča (*Leptinotarsa decemlineata* [Say], Coleoptera, Chrysomelidae) v Sloveniji na izbrane insekticide: diplomsko delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta: 110 str.

Vrabl S. 1992. Škodljivci poljščin. Ljubljana, Kmečki glas: 143 str.

Wetzel R.G. 2001. Limnologi. Lake and River Ecoystem. Academic Press, San Diego: 1007 str.

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju, prof. dr. Stanislavu Trdanu. Prav tako se zahvaljujem somentorju doc. dr. Žigi Lazniku, za strokovno pomoč, usmerjanje in strpnost pri izvajanju diplomskega dela.

Zahvaljujem se dr. Tanji Bohinc in Jaki Rupniku, za pomoč pri delu na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani.

Zahvaljujem se tudi celotni družini in prijateljem za moralno podporo.