

## PREUČEVANJE UČINKOVITOSTI INERTNIH PRAŠIV ZA ZATIRANJE KOLORADSKEGA HROŠČA (*Leptinotarsa decemlineata* [Say], Coleoptera, Chrysomelidae) NA KROMPIRJU

Tanja BOHINC<sup>1</sup>, Filip VUČAJNK<sup>2</sup>, Stanislav TRDAN<sup>3</sup>

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Ljubljana

### IZVLEČEK

V enoletni raziskavi smo preučevali insekticidno delovanje inertnih prašiv na različne razvojne stadije koloradskega hrošča (*Leptinotarsa decemlineata*). Tribločni poskus, v katerega smo vključili 5 različnih obravnavanj, je potekal na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani leta 2021. Preučevali smo delovanje lesnega pepela, zeolitov in diatomejske zemlje, četrto in peto obravnavanje pa sta predstavljali negativna kontrola (netretirane rastline) in pozitivna kontrola (uporaba registriranih insekticidov). Nanos inertnih prašiv je potekal v štirih različnih terminih (dvakrat v juniju 2021 in dvakrat v juliju 2021). Številčnost koloradskega hrošča (jajčna legla, mlade in stare ličinke, odrasli hrošči) smo ocenjevali pred nanosom prašiv in 2-3 dneve po nanosu. Prašiva smo na krompir nanašali z nahrbtno škropilnico v koncentraciji 40 g/m<sup>2</sup>. Številčnost mladih ličink je bila v obravnavanjih z inertnimi prahovi večja kot na rastlinah v pozitivni kontroli in manjša kot na rastlinah v negativni kontroli. Največ starih ličink (L3-L4) smo ugotovili na rastlinah v negativni kontroli in na rastlinah, ki smo jih posuli z lesnim pepelom. Rastline, kjer smo ugotovili najmanj starih ličink, so bile tretirane z zeolitom. Prav tako je bil na rastlinah, ki so bile tretirane z zeolitom, najnižji odstotek defoliacije. Povprečni skupni pridelek je bil najvišji v pozitivni kontroli. Na podlagi rezultatov naše raziskave lahko ugotovimo, da so inertna prašiva najbolj učinkovita za zatiranje mladih ličink koloradskega hrošča, bolj podrobno pa bi veljajo preučiti še koncentracije prašiv.

**Ključne besede:** lesni pepel, diatomejska zemlja, zeolit, koloradski hrošč, pridelek, defoliacija

### ABSTRACT

#### TESTING THE EFFICACY OF INERT DUSTS AGAINST COLORADO POTATO BEETLE (*Leptinotarsa decemlineata* [Say], Coleoptera, Chrysomelidae) ON POTATO

---

<sup>1</sup> dr., znan. sod., Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana; tanja.bohinc@bf.uni-lj.si

<sup>2</sup> doc., prav tam

<sup>3</sup> prof. dr., prav tam

In a one-year study, we have studied the insecticidal efficacy of inert dusts on different developmental stages of the Colorado potato beetle (*Leptinotarsa decemlineata*). A three-block experiment, in which we included 5 different treatments, took place at the Laboratory Field of the Biotechnical Faculty in Ljubljana in 2021. We studied mode of action of wood ash, zeolites and diatomaceous earth, and the fourth and fifth treatments were the negative control (untreated plants) and the positive control (use of registered insecticides). The application of inert dust took place in four different periods (twice in June 2021 and twice in July 2021). The number of Colorado potato beetles (eggs, young and old larvae, adults) was counted before the application of inert dusts and 2-3 days after application. Inert dusts were applied to potatoes with a backpack sprayer at a concentration of 40 g/m<sup>2</sup>. The number of young larvae in treatments with inert dusts was higher than on plants in the positive control and lower than on plants in the negative control. Most old larvae (L3-L4) were detected on plants in the negative control and on plants that were dusted with wood ash. The plants where we have detected the lowest number of old larvae were treated with zeolite. Also, potato plants treated with zeolite had the lowest percentage of defoliation. The average total yield was highest in the positive control. Based on the results of our research, we can conclude that inert dusts are the most effective for suppressing young larvae of the Colorado potato beetle, but the dust concentrations should be studied in more detail.

**Key words:** wood ash, diatomaceous earth, zeolite, Colorado potato beetle, yield, defoliation

28

## 1 UVOD

Koloradski hrošč (*Leptinotarsa decemlineata* [Say], Coleoptera, Chrysomelidae) je v svetu in pri nas eden od najpomembnejših škodljivcev krompirja (Kadoić Balaško *et al.*, 2020), njegovo zatiranje pa je za pridelovalce krompirja še vedno precejšen izziv (Junge *et al.*, 2020). Zaradi pojava rezistence škodljivca na 56 insekticidno delujočih aktivnih snovi (Kadoić Balaško *et al.*, 2020), se pri pridelavi krompirja vse bolj izpostavljajo alternativni načini njegovega zatiranja. V tej zvezi naj omenimo uporabo insekticidov v zmanjšanih odmerkih (Bažok *et al.*, 2021), entomopatogene glive (Zemek *et al.*, 2021), nanodelce, obogatene s silicijevim dioksidom (Shatalova *et al.*, 2022), setev vmesnih posevkov (Aliogli *et al.*, 2022), ipd.

V slovenskih razmerah je bila rezistenca koloradskega hrošča na določene insekticide opisana že v članku Zemljič *et al.* (2009). Med alternativnimi metodami zatiranja koloradskega hrošča smo v slovenskih razmerah preizkusili tudi uporabo entomopatogenih ogorčic (Laznik *et al.*, 2010), etanolnih izvlečkov rožmarina, sivke in vinske rutice (Rojht *et al.*, 2012) in apnene moke (Bohinc *et al.*, 2019). Med alternativnimi metodami zatiranja koloradskega hrošča najdemo tudi uporabo lesnega pepela (Boiteau *et al.*, 2012). Lesni pepel velja za enega od najstarejših insekticidov (Hakjbil, 2002). Uporabljen je bil tako za zatiranje koloradskega hrošča (Boiteau *et al.*, 2012) kot za zatiranje skladiščnih škodljivcev (Bohinc *et al.*, 2018). Inertna prašiva, kamor poleg lesnega pepela spadajo še diatomejska zemlja,

zeolit in kremenov pesek, so bila doslej že večkrat uporabljena pri zatiranju škodljivcev skladiščenega zrnja (Bohinc et al., 2018; 2020), proti koloradskemu hrošču pa v isti raziskavi še niso bila preizkušena. S tem namenom smo želeli v naši raziskavi preučiti njihovo insekticidno delovanje na različne razvojne stadije koloradskega hrošča v poljskih razmerah.

## **2 MATERIAL IN METODE**

### **2.1 Zasnova poskusa**

Poskus je v letu 2021 potekal na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani. Na njivo v velikosti 833 m<sup>2</sup> smo 19.4.2021 posadili krompir sorte Queen Anne (proizvajalec: Solana GmbH, Nemčija). V tribločni poskus smo naključno razporedili 5 obravnavanj, in sicer zeolit, diatomejsko zemljo in lesni pepel, pozitivno (uporaba insekticidov) in negativno kontrolo (netretirane rastline). V poskusu smo uporabili inertna prašiva slovenskega (lokalnega) izvora, in sicer smo zeolit pridobili v Zaloški Gorici, kjer ima svoj kamnolom podjetje Montana d.o.o. iz Žalca. Lesni pepel navadne smreke smo pridobili iz gospodinjstva na Zgornji Lipnici (46.321906, 14.185115), diatomejsko zemljo pa iz nahajališča pri Beli Cerkvi.

### **2.2 Uporaba prašiv in spremljanje številčnosti koloradskega hrošča**

29

Zgoraj omenjena inertna prašiva smo nanašali na rastline krompirja v štirih različnih datumih, in sicer 16.6., 20.6., 6.7. in 20.7. Z nanosom smo začeli takoj, ko smo na rastlinah opazili mlade ličinke (L1-L2). Inertna prašiva smo na krompir nanašali z nahrbtnim prašilnikom. Pred vsakim nanosom prašiv v koncentraciji 40 g/m<sup>2</sup> smo na petih zaporednih rastlinah v posameznem obravnavanju prešteli številčnost posameznih stadijev (odrasli, mlade (L1-L2) in stare ličinke (L3-L4), legla) koloradskega hrošča. Popis številčnosti koloradskega hrošča je tako potekal 16.6., 20.6., 23.6., 27.6., 5.7., 9.7., 13.7. in 19.7. V štirih različnih datumih smo ocenjevali tudi odstotek defoliacije (tj. odstotek listne površine krompirja, ki so ga pojedle stare oziroma mlade ličinke in odrasli osebk), in sicer 28.6., 5.7., 9.7., 19.7. Medtem, ko rastlin v negativni kontroli nismo tretirali, smo na drugi strani rastline pozitivne kontrole škropili s sintetičnima insekticidoma Bulldock EC 25 (škropljenje 16.6.) in Laser 240 SC (škropljenje 20.6. in 6.7.). Celotno njivo smo škropili tudi s fungicidi, in sicer smo 24.6. uporabili Dithane M-45, 6.7. in 15.7. pa sredstvo Ortiva.

### **2.3 Sortiranje pridelka**

Pridelek smo na njivi pobrali ločeno po posameznih obravnavanjih v vseh treh blokih. Gomolje krompirja smo s pomočjo sortirnika (Strzelec M637, Krukowiak, Poljska) sortirali v tri frakcije glede na debelino, in sicer v drobne (pod 4 cm), srednje (med 4 in 5 cm) in debele (nad 5 cm).

### **2.4 Statistična analiza podatkov**

Rezultate poskusa smo statistično ovrednotili s programom Statgraphics Centurion XVI (Statgraphics Centurion, 2009). Razlike v številčnosti posameznih razvojnih

stadijev koloradskega hrošča, odstotku defoliacije in v pridelku med obravnavanji in posameznimi frakcijami smo ovrednotili z enosmerno in večsmerno analizo variance (ANOVA) in Student Newman Keulsovim preizkusom mnogoterih primerjav ( $P < 0,05$ ).

### 3 REZULTATI IN RAZPRAVA

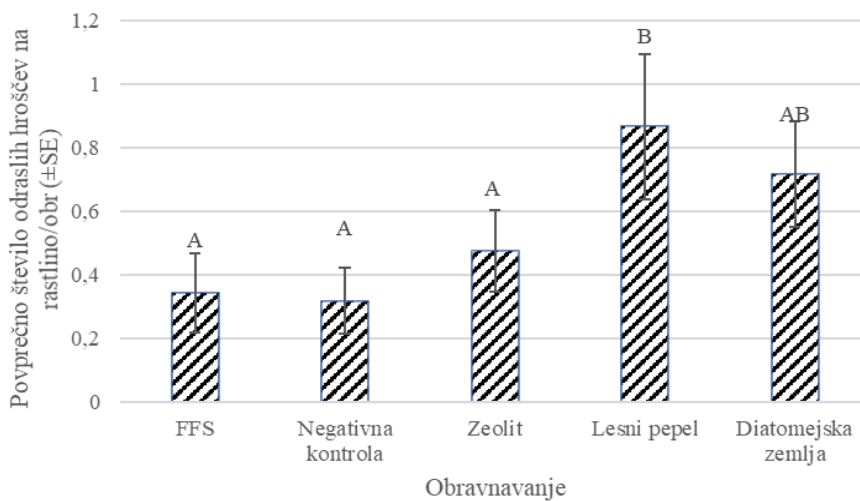
#### 3.1 Številčnosti koloradskega hrošča

Ugotovili smo, da na številčnost posameznega razvojnega stadija koloradskega hrošča signifikantno vpliva termin ocenjevanja in vrsta obravnavanja. Prav tako smo med preučevanimi dejavniki zabeležili interakcije. V preglednici 1 so predstavljeni podrobnejši rezultati statistične analize.

Preglednica 1: Podatki večsmerne analize variance.

Stadij koloradskega hrošča	Dejavnik	Df	F	P vrednost
imago	Obravnavanje (O)	4	2,82	$P=0,0245$
	datum ocenjevanja (D)	7	15,62	$P<0,005$
	Interakcija O x D	28	1,47	$P=0,05000$
Mlade ličinke (L1-L2)	Obravnavanje (O)	4	2,26	$P=0,04989$
	Datum ocenjevanja (D)	7	28,16	$P<0,005$
	Interakcija O x D	28	2,19	$P<0,005$
Stare ličinke (L3-L4)	Obravnavanje (O)	4	8,40	$P<0,005$
	Datum ocenjevanja (D)	7	19,29	$P<0,005$
	Interakcija O x D	28	2,77	$P<0,005$
Jajčno leglo	Obravnavanje (O)	4	9,44	$P<0,005$
	Datum ocenjevanja (D)	7	17,14	$P<0,005$
	Interakcija O x D	28	20,17	$P<0,005$

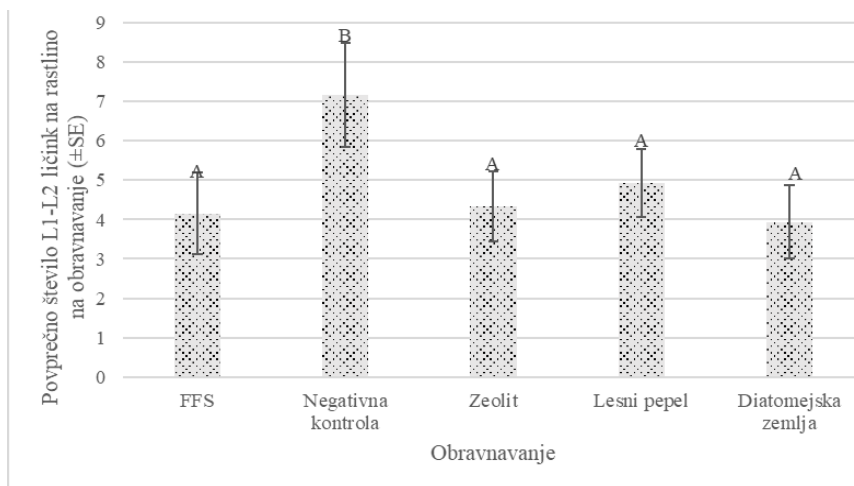
Ugotovili smo, da je bilo povprečno število odraslih hroščev signifikantno najvišje na rastlinah, ki so bile posipane z lesnim pepelom ( $0,86 \pm 0,23$  hrošča/rastlino/obravnavanje), kar prikazujemo na sliki 1.



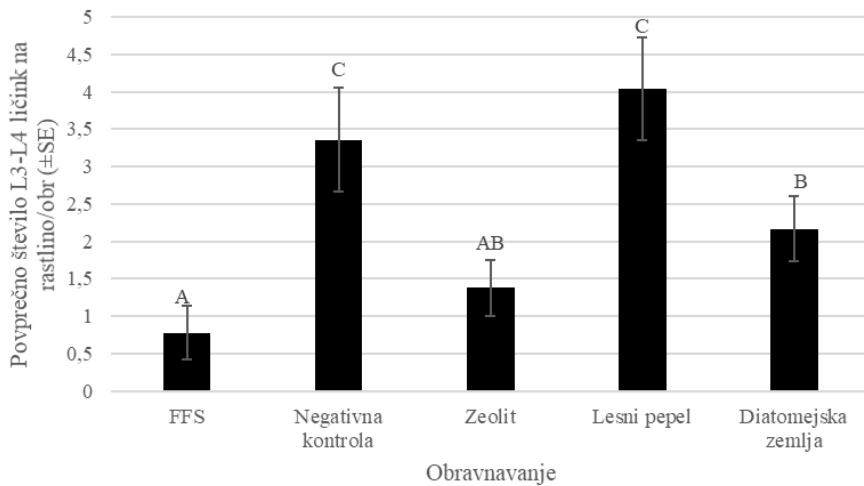
Slika 1: Povprečno število odraslih hroščev na rastlino glede na obravnavanje (črke prikazujejo razlike med posameznimi obravnavanji).

31

Povprečno število mladih ličink je bilo signifikantno najvišje na rastlinah negativne kontrole, ko smo v povprečju zabeležili več kot 7 ličink na rastlino glede na obravnavanje (slika 2). Med preostalimi obravnavanji nismo ugotovili signifikantnih razlik. Povprečno število starih (L3-L4) ličink je bilo signifikantno najnižje na rastlinah negativne kontrole, ko smo v povprečju zabeležili manj kot 1 ( $0,775 \pm 0,34$ ) staro ličinko na rastlino (slika 3).



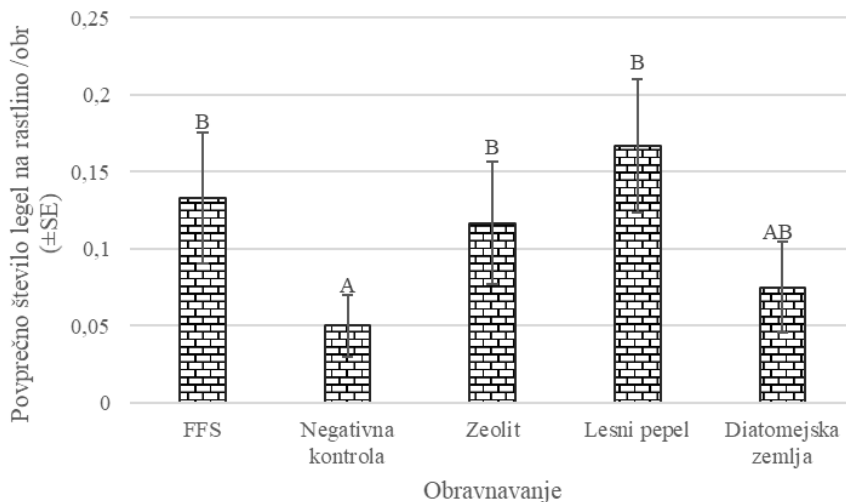
Slika 2: Povprečno število mladih (L1-L2) ličink na rastlino glede na obravnavanje (črke prikazujejo razlike med posameznimi obravnavanji).



Slika 3: Povprečno število starih (L3-L4) ličink na rastlino glede na obravnavanje (črke prikazujejo razlike med posameznimi obravnavanji).

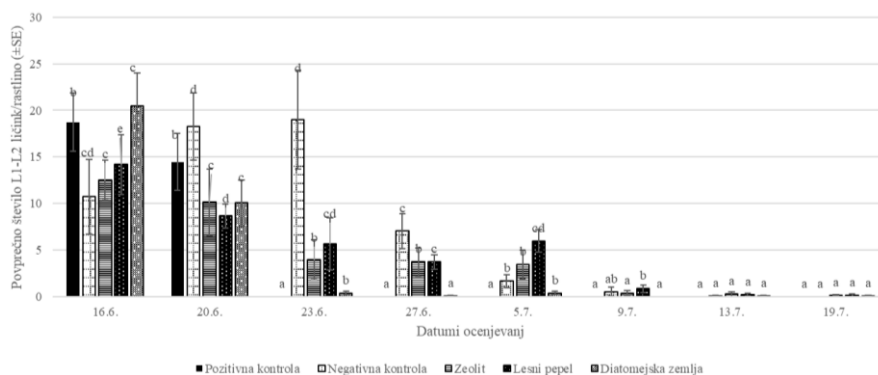
32

Ugotovili smo, da je bilo povprečno število jajčnih legel signifikantno najnižje na rastlinah negativne kontrole, medtem ko med rastlinami pozitivne kontrole ( $0,13 \pm 0,04$ ), zeolitom ( $0,12 \pm 0,04$ ) in rastlinami, ki so bile posipane z lesnim pepelom ( $0,16 \pm 0,04$ ) nismo ugotovili signifikantnih razlik (slika 4).



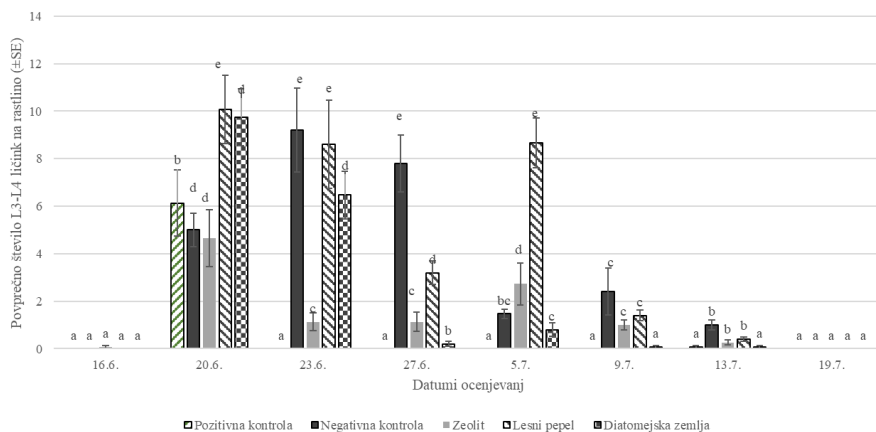
Slika 4: Povprečno število jajčnih legel na rastlino glede na obravnavanje (črke prikazujejo razlike med posameznimi obravnavanji).

Na podlagi statistične analize povprečnega števila mladih ličink na rastlino po posameznih datumih ocenjevanja smo ugotovili razlike. Po prvem terminu aplikacije inertnih prašiv (16.6.) se je povprečno število L1-L2 ličink v vseh obravnavanih znižalo, najbolj še na rastlinah, ki smo jih tretirali z diatomejsko zemljo. Pred prvim posipanjem smo zabeležili več kot 20 ličink na rastlino, po posipanju pa le še dobrih 10 L1-L2 ličink na rastlino. Po drugem posipanju z diatomejsko zemljo pa smo zabeležili manj kot 1 ličinko na rastlino. Število mladih ličink na rastlinah, ki so bile vključene v negativno kontrolo narašča v prvih treh terminih ocenjevanja. Po prvem škropljenju krompirja z insekticidi, kjer smo uporabili pripravek Bulldock EC 25, nismo ugotovili zadovoljivega insekticidnega delovanja, saj se povprečno število ni statistično zmanjšalo. Tik pred prvim škropljenjem je povprečno število mladih ličink na rastlinah pozitivne kontrole znašalo  $18,73 \pm 3,15$  na rastlino, po škropljenju pa  $14,47 \pm 3,07$  ličinke na rastlino. Zato smo pri drugem škropljenju (20. 6.) uporabili pripravek Laser 240 SC. Tri dni po drugem škropljenju nismo našli mladih ličink na rastlinah pozitivne kontrole. Več podrobnosti je predstavljenih v sliki 5.



Slika 5: Povprečno število mladih ličink (L1-L2) na rastlino glede na obravnavanje po posameznih datumih ocenjevanja (črke prikazujejo razlike znotraj obravnavanja med posameznimi termini ocenjevanja).

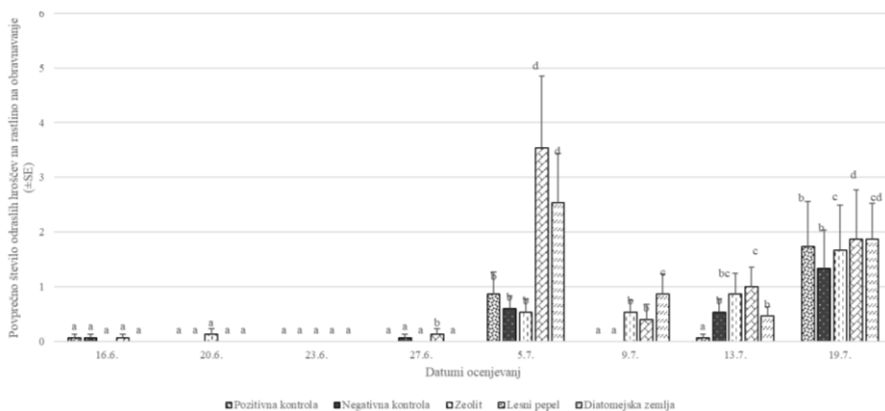
Prve stare ličinke smo v vseh obravnavanih ugotovili 20. junija. Omenjeni termin je sovpadal tudi z drugim terminom škropljenja, kjer smo uporabili pripravek Laser 240 SC. Tri dni po škropljenju starejših ličink nismo več ugotovili. Po prvem nanosu prašiv na liste krompirja smo edino pri zeolitu ugotovili statistično zmanjšanje povprečnega števila starih ličink. Po drugem nanosu zeolita smo na rastlinah ugotovili manj kot 2 stari ličink na rastlino, medtem ko smo na rastlinah, kjer smo uporabili lesni pepel, zabeležili več kot 8 starih ličink na rastlino. Prav tako se je povprečno število starih ličink znižalo po tretjem nanosu (6.7.) zeolita, ko smo po nanosu zabeležili manj kot 2 ličinki na rastlino na obravnavanje. Na rastlinah v negativni kontroli, se stare ličinke pojavljajo vse do predzadnjega štetja v juliju. Podrobnosti so predstavljene v sliki 6.



Slika 6: Povprečno število starih ličink (L3-L4) na rastlino glede na obravnavanje po posameznih datumih ocenjevanja (črke prikazujejo razlike znotraj obravnavanja med posameznimi termini ocenjevanja).

Povprečno število odraslih hroščev na rastlino do začetka julija ni preseglo več kot enega hrošča na rastlino. V začetku julija smo najvišje povprečno število hroščev zabeležili na rastlinah, kjer smo uporabili lesni pepel. Po nanosu lesnega pepela je povprečno število hroščev na rastlino iz v povprečju 3 hrošče na rastlino padlo na manj kot enega hrošča na rastlino. Povprečno število odraslih hroščev se je v zadnjem terminu ocenjevanja gibalo od  $1,33 \pm 0,70$  na rastlinah negativne kontrole do  $1,87 \pm 0,89$  na rastlinah, kjer smo posipali lesni pepel (slika 7).

34

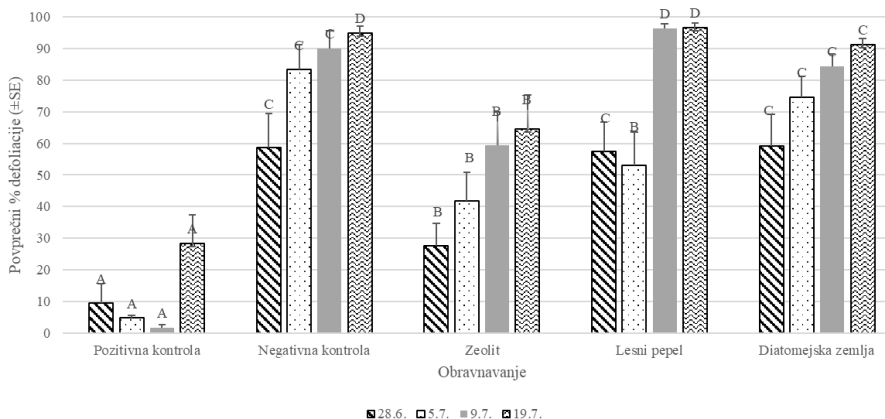


Slika 7: Povprečno število imagov koloradskega hrošča na rastlino glede na obravnavanje po posameznih datumih ocenjevanja (črke prikazujejo razlike znotraj obravnavanja med posameznimi termini ocenjevanja).

### 3.2 Povprečni odstotek defoliacije



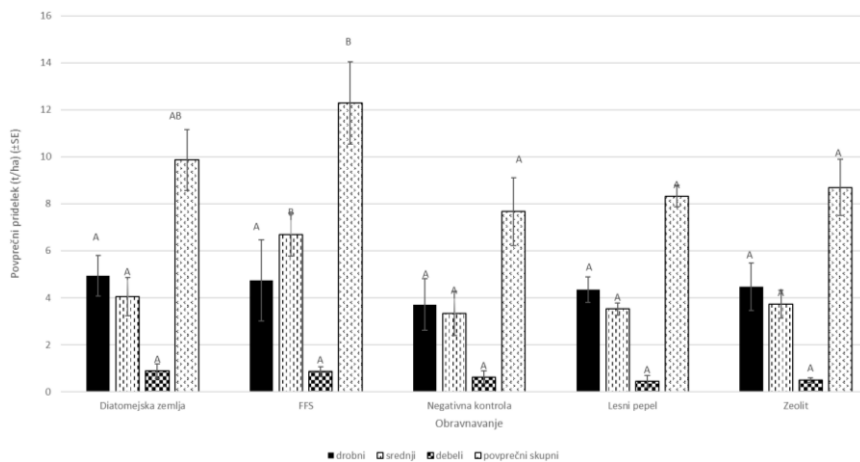
Ugotovili smo, da sta na povprečni odstotek defoliacije (tj. pojedene površine zaradi hranjenja ličink in odraslih osebkov koloradskega hrošča) vplivala datum ocenjevanja (statistika) in vrsta obravnavanja (statistika). Povprečni odstotek defoliacije je bil signifikatno največji na rastlinah pozitivne kontrole ( $20,66 \pm 4,38$  %), medtem ko smo na rastlinah negativne kontrole zabeležili  $81,75 \pm 4,00$  % defoliacijo, na rastlinah, kjer smo posipali lesni pepel  $75,83 \pm 4,41$  % in na rastlinah, kjer smo posipali diatomejsko zemljo  $77,38 \pm 3,51$  % defoliacije. Med rastlinami, kjer smo posipali inertna prašiva, smo najnižjo defoliacijo zabeležili v obravnavanju z zeolitom, in sicer  $48,33 \pm 5,00$  %. Povprečni odstotek defoliacije je na rastlinah negativne kontrole že po drugem ocenjevanju presegel 80 %, medtem ko smo na rastlinah, kjer smo posipali lesni pepel in zeolit zabeležili manj kot 60 % pojedene listne površine. V zadnjem terminu ocenjevanja smo najmanjši odstotek zabeležili na rastlinah pozitivne kontrole, in sicer manj kot 30 % pojedene listne površine. Na rastlinah negativne kontrole in na rastlinah, kjer smo uporabili diatomejsko zemljo ter lesni pepel smo v zadnjem terminu zabeležili že več kot 90 % pojedene listne površine. Na rastlinah, kjer smo uporabljali zeolit, pa odstotek pojedene listne površine v zadnjem terminu ni presegel 80 % (slika 8).



Slika 8: Povprečni odstotek defoliacije rastlin glede na obravnavanje po posameznih terminih ocenjevanja (črke prikazujejo razlike znotraj termina ocenjevanja med posameznimi obravnavanji).

### 3.3 Povprečni pridelek krompirja

Ugotovili smo, da na povprečni pridelek drobne frakcije ( $F=22.17$ ,  $P=0.0658$ ) in srednje frakcije gomoljev ( $F=45.22$ ,  $P=0.0688$ ) ni vplivala vrsta inertnega prašiva. Lahko pa potrdimo signifikantni vpliv vrste inertnega prašiva/obravnavanja na povprečni skupni pridelek. Omenjeni je bil najvišji na rastlinah pozitivne kontrole, ko smo zabeležili  $12,28 \pm 1,75$  t/ha (slika 9).



Slika 9: Povprečni in povprečni skupni pridelek po posameznih frakcijah glede na obravnavanje (črke prikazujejo razlike znotraj iste frakcije krompirja med posameznimi obravnavanji).

36

V naši raziskavi smo se osredotočili na preučevanje učinkovitosti inertnih prašiv za zatiranje koloradskega hrošča. Insekticidno delovanje inertnih prašiv je bilo v večini dosedanjih raziskav dokazano na področju skladiščnih škodljivcev, kjer diatomejska zemlja (Kavallieratos *et al.*, 2015), lesni pepel (Bohinc *et al.*, 2018), zeoliti (Bohinc *et al.*, 2020) povzročajo zelo visoko smrtnost hroščev iz družin Curculionidae, Bostrychidae in Tenebrionidae, ki povzročajo poškodbe na skladiščnem zrnju. V zadnjih letih je uporaba nekemičnih načinov zatiranja poleg na skladiščnih škodljivcih (Stopar *et al.*, 2022) v porastu tudi pri zatiranju drugih vrst škodljivcev, kot je koloradski hrošč (Göldel *et al.*, 2020; Kadoić Balaško *et al.*, 2020).

Zaradi izrazitega pojava rezistence koloradskega hrošča na insekticide (Kadoić Balaško *et al.*, 2020) so raziskave (tudi v Sloveniji) usmerjene v preučevanje delovanja alternativnih načinov zatiranja. Rezistenco na insekticide smo opazili tudi v naši raziskavi, saj po prvem nanosu piretroida nismo opazili zmanjšanja številčnosti populacije koloradskega hrošča. Da je izbira prašiva za zatiranje koloradskega hrošča pomemben dejavnik učinkovitosti zatiranja, smo dokazali v pretekli raziskavi (Bohinc *et al.*, 2019), ko smo v poljskih poskusih preučevali delovanje apnene moke. Žal pa ne moremo izpostaviti njene zadovoljive insekticidne učinkovitosti. Da je lesni pepel obetajoče sredstvo zatiranja koloradskega hrošča, so v laboratorijskih raziskavah dokazali že Boiteau *et al.* (2012) in Mircea *et al.* (2015). Nanos lesnega pepel na rastline naj bi vsaj kmalu po nanosu na rastline zaviral hranjenje odraslih hroščev (Boiteau *et al.*, 2012), smrtnost ličink pa lahko doseže tudi 100 %. Delovanje preučevanih inertnih prašiv na mlade ličinke (L1-L2) koloradskega hrošča je bilo v naši raziskavi primerljivo z uporabo registriranih insekticidov. Že po prvem nanosu prašiv smo opazili izrazit padec v številčnosti mladih ličink, ki se je nadaljeval še po drugi in tretji aplikaciji

prašiva. Glede na razvojni krog škodljivca, četrti nanos prašiv ni bil več namenjen zatiranju mladih in starih ličink, ampak zatiranju odraslih hroščev.

Znano je, da največ poškodb na krompirju povzročajo ličinke z objedanjem listov (Junge *et al.*, 2020; Kadoić Balaško *et al.*, 2020). Gospodarski prag škodljivosti je presežen, ko se na eni rastlini pojavi več kot 12 ličink in več kot 10 odraslih hroščev prvega rodu oziroma 5,8 hroščev, ki so preživeli zimo (Mailloux *et al.*, 1991, Mailloux *et al.*, 1995). Veliko bolj številčne so bile v našem poskusu mlade ličinke, saj starejše ličinke niso presegle gospodarskega praga škodljivosti. Faliagka *et al.* (2020) navajajo, da inertna prašiva delujejo kot absorbijska sredstva na mehko kožne škodljivce (v našem primeru ličinke koloradskega hrošča), in sicer po principu »smrtonosno brez povratka«, kar se v našem primeru kaže v nižanju številčnosti ličink po aplikaciji prašiv. Pri zatiranju starejših ličink je delovanje zeolitov primerljivo z uporabo insekticidov. Prav tako smo najnižji % pojedene površine (% defoliacije) ugotovili na rastlinah, kjer smo uporabljali zeolite, in v zadnjem terminu ocenjevanja ni preseгла 80 %. Več kot 90 % defoliacijo smo na rastlinah v negativni kontroli in na rastlinah, na katere smo nanašali lesni pepel, zabeležili že mesec dni pred pobiranjem krompirja. Učinka lesnega pepela kot gnojila (Skuodiene *et al.*, 2005) nismo ugotovili.

#### 4 SKLEPI

37

Na podlagi pridobljenih rezultatov lahko ugotovimo, da predstavljajo inertna prašiva eno od alternativ za zatiranje ličink koloradskega hrošča. Med pomembnimi dejavniki učinkovitosti inertnih prašiv izpostavljamo ustrezen/pravočasen termin nanosa. Na podlagi rezultatov enoletne raziskave pa še ne moremo izpostaviti najučinkovitejše koncentracije prašiv, ki bi na eni delovala larvicidno, na drugi strani pa ne bi povzročila fitotoksičnega delovanja na rastline. Omenjeni dejavnik moramo v nadaljevanju projekta še raziskati.

#### 5 ZAHVALA

Raziskava je bila izvedena v okviru aplikativnega projekta L4-3178 »Razvoj in optimizacija nekemičnih načinov zatiranja rastlinskih škodljivcev z namenom njihove implementacije v sisteme trajnostnega kmetijstva«, ki ga sofinancirata Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije in Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano Republike Slovenije.

#### 6 LITERATURA

- Alioghli, N., Asghar Fathi, S.A., Razmjou, J., Hassanpour, M. 2022. Does intercropping patterns of potato and safflower affect the density of *Leptinotarsa decemlineata* (Say) predators, and the yield of crops? *Biological Control*, 175: <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2022.105051>
- Bažok, R., O'Keeffem J., Jurada, I., Drmić, Z., Kadoić Balaško, M., Čačija, M. 2021. Low-dose insecticide combinations for Colorado potato beetle control. *Agriculture*, doi: <https://doi.org/10.3390/agriculture11121181>
- 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*, 89,2: 129-135.

- Bohinc, T., Horvat, A., Andrić, G., Pražić Golić, M., Kljajić, P., Trdan, S. 2018. Comparison of three different wood ashes and diatomaceous earth in controlling the maize weevil under laboratory conditions. *Journal of Stored Products Research.*, 79: 1-8.
- Bohinc, T., Vučajnik, F., Trdan, S. 2019. The efficacy of environmentally acceptable products for the control of major potato pests and diseases. *Zemdirbyste-Agriculture*, 106, 2: 135-142.
- Bohinc, T., Horvat, A., Andrić, G., Pražić Golić, M., Kljajić, P., Trdan, S. 2020. Natural versus synthetic zeolites for controlling the maize weevil (*Sitophilus zeamais*) – like Messi versus Ronaldo? *Journal of Stored Products Research*, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2020.101639>
- Faliagka, S., Agrafioti, P., Lampiri, E., Katsoulas, N., Athanassiou, C.G. 2020. Assessment of different inert dust formulations for the control of *Sitophilus oryzae*, *Tribolium confusum* and *Aphis fabae*. *Crop Protection*, doi: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2020.105312>
- Gödel, B., Lemic, D., Bažok, R. 2020. Alternatives to synthetic insecticides in the control of the Colorado potato beetle (*Leptinotarsa decemlineata* Say) and their environmental benefits. *Agriculture*, doi: <https://doi.org/10.3390/agriculture10120611>
- Hakjbil, T. 2002. The traditional, historical and prehistoric use of ashes as an insecticide, with experimental study on the insecticidal efficacy of washed ash. *Environmental Archaeology*, 7,1: 13-22.
- Kadoić Balaško, M., Mikac, K.M., Bažok, R., Lemic, D. 2020. Modern Techniques in Colorado potato beetle (*Leptinotarsa decemlineata* Say) Control and resistance management: history review and future perspectives. *Insects*, doi: <https://doi.org/10.3390/insects11090581>
- Kavallieratos, N.G., Athanassiou, C.G., Korunic, Z., Mikeli, N.H. 2015. Evaluation of three novel diatomaceous earths against three stored-grain beetle species on wheat and maize. *Crop Protection*, 75: 132-138.
- Laznik, Ž., Toth, T., Lakatos, M., Vidrih, M., Trdan, S. 2010. Control of the Colorado potato beetle (*Leptinotarsa decemlineata* [Say]) on potato under field conditions: a comparison of the efficacy of foliar application of two strains of *Steirnerma feltiae* (Filipjev) and spraying with thiametoxam. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 117: 129-135.
- Junge, S.M., Leisch-Waskönig, S., Winkler, J. Kirchner, S.M., Saucke, H., Finckh, M.R. 2020. Late to the party – transferred mulch from green manures delays Colorado potato beetle infestation in regenerative potato cropping system. *Agriculture*, 12: <https://doi.org/10.3390/agriculture12122130>
- Mailloux, G., Binns, M.R., Bostanian, N.J. 1991. Density yield relationships and economic injury level model for Colorado potato beetle larvae on potatoes. *Researches on Population Ecology*, 33: 101-113.
- Mailloux, G., Bostanian, N.J., Binns, M.R. 1995. Density yield relationship for Colorado potato beetle adults on potatoes. *Phytoparasitica*, 23,2: 101-118.
- Mircea, C.N., Chivereanu, R., Croitoru, S., Mirica, S., Istrate, R., Rosca, I. 2015. Laboratory researches on unconventional methods for control of Colorado potato beetle (*Leptinotarsa decemlineata* L.). *Scientific Papers – Series A, Agronomy*, 58: 250-253.
- Rojht, H., Košir, I.J., Trdan, S. 2012. Chemical analysis of three herbal extracts and observation of their activity against adults of *Acanthoscelides obtectus* and *Leptinotarsa decemlineata* using a video tracking system. *Journal of Plant Disease and Protection*, 119:59-67.
- Shatalova, E.I., Grizanova, E.V., Dubovskiy, I.M. 2022. The effect of silicon dioxide nanoparticles combined with entomopathogenic bacteria or fungus on the survival of Colorado potato beetle and cabbage beetles. *Nanomaterials*, 12(9): 1558, <https://doi.org/10.3390/nano12091558>
- Skuodiene, R., Butkuvienė, E., Daugeliene, N. 2005. The effect of wood ash on spring barley and potato yield and quality. *Zemdirbyste*, 90: 13-26.
- Stopar, K., Trdan, S., Bartol, T., Arthur, F.H., Athanassiou, C.G. 2022. Research on stored products: A bibliometric analysis of the leading journal of the field for the years 1965-2020. *Journal of Stored Products Research*, Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2022.101980>

- Zemek, R., Konopicka, J., Jozova, E., Skokova Habuštova, O. 2021. Virulence of *Beauveria bassiana* strains from cadavers of Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata*. *Insects*, 12(12), 1077, doi: <https://doi.org/10.3390/insects12121077>
- Zemljič, M.U., Jorg, E., Racca, P., Urek, G., Trdan, S. 2009. Ugotavljanje odpornosti koloradskega hrošča (*Leptinotarsa decemlineata* [Say]) v Sloveniji na izbrane insekticide. V: Zbornik predavanj in referatov 9. Slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin, Nova Gorica, 4.-5. marec 2009, Društvo za varstvo rastlin Slovenije. 425-429.