

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Aleš PLUT

**PREIZKUŠANJE NOVEGA NAČINA ZATIRANJA
GOSPODARSKO POMEMBNIH ŠKODLJIVIH
ORGANIZMOV KROMPIRJA (*Solanum tuberosum* L.)
V EKOLOŠKI PRIDELAVI**

MAGISTRSKO DELO

Magistrski študij – 2. stopnja

Ljubljana, 2016

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Aleš PLUT

**PREIZKUŠANJE NOVEGA NAČINA ZATIRANJA GOSPODARSKO
POMEMBNIH ŠKODLJIVIH ORGANIZMOV KROMPIRJA (*Solanum
tuberosum* L.) V EKOLOŠKI PRIDELAVI**

MAGISTRSKO DELO
Magistrski študij – 2. stopnja

**TESTING A NEW METHOD OF CONTROLLING
ECONOMICALLY IMPORTANT PESTS AND DISEASES OF
POTATO (*Solanum tuberosum* L.) IN ORGANIC PRODUCTION**

M. SC. THESIS
Master Study Programmes

Ljubljana, 2016

Magistrsko delo je zaključek Magistrskega študijskega programa 2. stopnje Hortikultura. Delo je bilo opravljeno na Katedri za fitomedicino, kmetijsko tehniko, poljedelstvo, pašništvo in travništvo Oddelka za agronomijo Biotehniške fakultete.

Študijska komisija Oddelka za agronomijo je za mentorja magistrskega dela imenovala prof. dr. Stanislava TRDANA.

Komisija za oceno in zagovor:

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

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

Članica: doc. dr. Darja KOCJAN AČKO
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Datum zagovora:

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

Aleš Plut

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

- ŠD Du2
 DK UDK 633.491:632.6/.7:631.147:632.937(043.2)
 KG krompir/*Solanum tuberosum*/škodljivci/bolezni/koloradski hrošč/*Leptinotarsa decemlineata*/strune/*Agriotes* spp./poškodbe/okužba/pridelek/propolis/apnena moka/briketi križnic/apneni dušik/poljski poskus
 AV PLUT, Aleš
 SA TRDAN, Stanislav (mentor)
 KZ SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
 ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo
 LI 2016
 IN PREIZKUŠANJE NOVEGA NAČINA ZATIRANJA GOSPODARSKO POMEMBNIH ŠKODLJIVIH ORGANIZMOV KROMPIRJA (*Solanum tuberosum* L.) V EKOLOŠKI PRIDELAVI
 TD Magistrsko delo (Magistrski študij – 2. stopnja)
 OP IX, 45, [9] str., 4 pregl., 14 sl., 15 pril., 74 vir.
 IJ sl
 JI sl/en
 AI V letu 2015 smo preučevali možnost uporabe treh ekološko sprejemljivih snovi – propolisa, apnene moke in briketov križnic – in apnenega dušika pri zatiranju gospodarsko pomembnih škodljivih organizmov na krompirju. Z apneno moko smo želeli zmanjšati obseg poškodb na listih zaradi koloradskega hrošča (*Leptinotarsa decemlineata*), z briketi križnic in apnenim dušikom število izvrtin na gomoljih zaradi strun (*Agriotes* spp.), s propolisom pa okužbo na listih s črno listno pegavostjo krompirja (*Alternaria solani*). Poskus smo zasnovali na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani na krompirju sorte labadia. Pridelovalno zemljišče v velikosti 522 m² smo razdelili v 3 bloke, znotraj katerih smo naključno razporedili 4 obravnavanja: 1) AD (0,1 kg/m² apnenega dušika, 5 ml propolisa/l vode, 0,034 kg apnene moke/m²); 2) pozitivna kontrola – F (sintetična sredstva za varstvo rastlin); 3) negativna kontrola – K (brez uporabe sredstev za varstvo rastlin) in 4) obravnavanje PK (0,2 kg/m² briketov križnic, 10 ml propolisa/l vode, 0,069 kg apnene moke/m²). Brikete križnic in apneni dušik smo zadelali v tla ob osipanju krompirja, ostala sredstva za varstvo pred listnimi boleznimi in škodljivci pa smo nanašali na rastline med rastno dobo. Z rezultati svoje raziskave smo potrdili hipotezo, da je mogoče z ekološko sprejemljivimi sredstvi pridelati pridelek, primerljiv pridelku krompirja, pri katerem se uporablja sintetična sredstva za varstvo rastlin. Pri primerjavi učinka zatiranja strun z briketi križnic in apnenim dušikom smo ugotovili primerljive rezultate. Z uporabo apnenega dušika smo pridelali največji delež debelih in srednje debelih gomoljev krompirja. Propolis se je izkazal kot učinkovina, ki bi jo bilo treba še dodatno preučiti pri zatiranju črne listne pegavosti krompirja. Kljub težavam pri nanosu so rezultati vzpodbudni, saj je bil indeks okužbe listov krompirja signifikantno manjši kot pri negativni kontroli. Večanje količine apnene moke je povzročilo zmanjšanje pridelka gomoljev, kar kaže na fitotoksični učinek apnene moke na krompir.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Du 2

DC UDC 633.491:632.6/.7:631.147:632.937(043.2)

CX potatoes/*Solanum tuberosum*/pests/diseases/Colorado potato beetle/*Leptinotarsa decemlineata*/wireworms/*Agriotes* spp./injuries/infection/yield/propolis/lime flour/Brassica pellets/calcium cyanamide/field trial

AU PLUT, Aleš

AA TRDAN, Stanislav (mentor)

PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101

ZA University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Agronomy

LY 2016

TI TESTING A NEW METHOD OF CONTROLLING ECONOMICALLY IMPORTANT PESTS AND DISEASES OF POTATO (*Solanum tuberosum* L.) IN ORGANIC PRODUCTION

DT M. Sc. Thesis (Master Study Programmes)

NO IX, 45, [9] p., 4 tab., 14 fig., 15 ann., 74 ref.

LA sl

AL sl/en

AI In 2015, we studied the possibility of using three environmentally friendly materials - propolis, lime flour, Brassica pellets - and calcium cyanamide in the suppression of economically important pests and diseases in potatoes. With lime flour we wanted to reduce the extent of damage by Colorado beetle (*Leptinotarsa decemlineata*), by Brassica pellets and calcium cyanamide reduce number of holes in tubers due to the wireworms (*Agriotes* spp.), Propolis has been intended to protect against diseases such as potato early blight (*Alternaria solani*). The experiment was conducted in the Laboratory field of the Biotechnical faculty of Ljubljana on potato variety 'Labadia'. The plot size was 522 m² and divided into 3 blocks, with 4 treatments: 1) AD (0.1 kg/m² calcium cyanamide, 5ml of propolis per liter of water, 0.034 kg/m² of lime flour); 2) F- positive control (synthetic plant protection product); 3) K- negative control (without use of plant protection products); 4) PK (0.2 kg/m² Brassica pellets, 10 ml propolis / liter of water, and lime flour 0.069 kg/m²). Brassica pellets and calcium cyanamide were incorporated during the hilling, and others were applied to the plant during the growing season. The results of our study confirmed the hypothesis that with using environmentally friendly means of crop protection is possible to produce comparable yields as with synthetic plant protection products. We found comparable results where we used Brassica pellets and calcium cyanamide to control of wireworms. Using calcium cyanamide we produced bigger tubers. Despite the difficulties in applying propolis the results are encouraging and show needs for further examination. Increasing the amounts of lime flour resulted in a reduction of the yield, which indicates the phytotoxic effect of lime flour to the potatoes.

KAZALO VSEBINE

	KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
	KAZALO VSEBINE	V
	KAZALO PREGLEDNIC	VII
	KAZALO SLIK	VIII
	KAZALO PRILOG	IX
1	UVOD	1
1.1	VZROK ZA RAZISKAVO	1
1.2	CILJI NALOGE	2
1.3	DELOVNE HIPOTEZE	2
2	PREGLED OBJAV	3
2.1	KROMPIR	3
2.1.1	Tehnologija pridelave krompirja	5
2.1.2	Spravilo in skladiščenje	6
2.1.3	Bolezni in škodljivci krompirja	7
2.2	OPIS IZBRANIH BOLEZNI IN ŠKODLJIVCEV KROMPIRJA	9
2.2.1	Koloradski hrošč (<i>Leptinotarsa decemlineata</i> [Say])	9
2.2.2	Strune (<i>Agriotes</i> spp.)	12
2.2.3	Črna listna pegavost krompirja (<i>Alternaria solani</i> [Ellis & Martin] L. R. Jones & Grout)	14
2.2.4	Krompirjeva plesen (<i>Phytophthora infestans</i> [Mont.] de Bary)	15
2.3	OPIS NEKATERIH ALTERNATIVNIH SREDSTEV V EKOLOŠKEM VARSTVU RASTLIN	17
2.3.1	Propolis	17
2.3.1.1	Varstvo rastlin s propolisom	17
2.3.2	Apneni dušik	18
2.3.2.1	Varstvo rastlin z apnenim dušikom	18
2.3.3	Briketi križnic	19
2.3.4	Apnena moka	19
3	MATERIALI IN METODE	20
3.1	OPIS PRIDELOVALNEGA OBMOČJA	20
3.2	VREMENSKE RAZMERE V PRIDELOVALNI SEZONI 2015	20
3.3	PREDHODNE RASTLINSKE VRSTE	21
3.4	UPORABLJENI MATERIALI	21
3.4.1	Poskusna rastlina – krompir	21
3.4.1.1	Opis sorte	21
3.4.1.2	Tehnologija pridelave	22
3.4.1.3	Analiza tal	22
3.4.2	Propolis	22
3.4.3	Apnena moka	22
3.4.4	Briketi križnic	22
3.4.5	Apneni dušik	23

3.4.6	Ostala uporabljena sredstva za varstvo krompirja	23
3.5	ZASNOVA POSKUSA	23
3.8	POTEK POSKUSA Z RAZLIČNIMI PRIPRAVKI	24
3.6	PRIDOBIVANJE PODATKOV	26
3.7	OBDELAVA PODATKOV	27
4	REZULTATI	28
4.1	KOLORADSKI HROŠČ (<i>Leptinotarsa decemlineata</i> [Say])	28
4.1.1	Generalna statistična analiza	28
4.1.2	Individualna statistična analiza	29
4.1.2.1	Jajčna legla	29
4.1.2.2	Ličinke L1–L2	29
4.1.2.3	Ličinke L3–L4	30
4.1.2.4	Odrasli osebk	31
4.2	STRUNE (<i>Agriotes</i> spp.)	31
4.2.1	Generalna statistična analiza	31
4.2.2	Individualna statistična analiza	32
4.3	ČRNA LISTNA PEGAVOST KROMPIRJA (<i>Alternaria solani</i> [Ellis & Martin] L. R. Jones & Grout)	33
4.3.1	Generalna statistična analiza	33
4.3.2	Individualna statistična analiza	33
5	RAZPRAVA IN SKLEPI	35
5.1	RAZPRAVA	35
5.2	SKLEPI	37
6	POVZETEK	38
7	VIRI	39
	ZAHVALA	
	PRILOGE	

KAZALO PREGLEDNIC

Pregl. 1: Antimikrobna aktivnost propolisa na glive iz rodu <i>Phytophthora</i> (Yusuf in sod., 2005)	18
Pregl. 2: Tolerantnost sorte labadia na bolezni, viruse in ogorčice (KWS ..., 2015; Semenarna Ljubljana, 2014)	21
Pregl. 3: V raziskavi uporabljeni pripravki	25
Pregl. 4: Dnevnik delovnih opravil (nanos pripravkov) in sprotnih opazanj med rastno dobo 2015	26

KAZALO SLIK

Sl. 1: Morfologija krompirja (Huaman, 1986)	4
Sl. 2: Širjenje krompirja po svetu (Wilkinson in Rojo, 2013)	4
Sl. 3: Prikaz gibanja dnevnih povprečnih vremenskih podatkov v času poskusa; vremenska postaja je od kraja poskusa oddaljena 4.000 m (ARSO ..., 2015)	20
Sl. 4: Shematski prikaz poskusne parcele; njiva se nahaja na koordinatah 46°02'55.2"N in 14°28'05.9"E	24
Sl. 5: Povprečno število jajčnih legel, ličink in odraslih osebkov koloradskega hrošča na rastlino v štirih obravnavanjih v vseh terminih opazovanja (Biotehniška fakulteta, 2015)	28
Sl. 6: Povprečno število jajčnih legel/rastlino ($\pm$ SE) v šestih terminih opazovanja (Biotehniška fakulteta, 2015) ¹	29
Sl. 7: Povprečno število ličink stopnje L1–L2/rastlino ($\pm$ SE) v šestih terminih opazovanja (Biotehniška fakulteta, 2015)	30
Sl. 8: Povprečno število ličink stopnje L3–L4/rastlino ($\pm$ SE) v šestih terminih opazovanja (Biotehniška fakulteta, 2015)	30
Sl. 9: Povprečno število imagov/rastlino ($\pm$ SE) v šestih terminih opazovanja (Biotehniška fakulteta, 2015)	31
Sl. 10: Povprečno število lukenj zaradi strun na gomolj; črke predstavljajo razlike znotraj ene frakcije med obravnavanji (Biotehniška fakulteta, 2015)	32
Sl. 11: Povprečno število lukenj na gomolj glede na oddaljenost vrst od roba njive; črke predstavljajo razlike znotraj istega obravnavanja, a v različni oddaljenosti od roba njive (Biotehniška fakulteta, 2015)	32
Sl. 12: Povprečni indeks okužbe listov krompirja s črno listno pegavostjo krompirja v štirih obravnavanjih (Biotehniška fakulteta, 2015)	33
Sl. 13: Povprečni indeks okužbe listov krompirja s črno listno pegavostjo krompirja v štirih obravnavanjih v štirih terminih ocenjevanja (Biotehniška fakulteta, 2015)	34
Sl. 14: Povprečni pridelek krompirja v treh frakcijah in skupni pridelek v štirih obravnavanjih (Biotehniška fakulteta, 2015)	34

KAZALO PRILOG

- Priloga A: Seznam dovoljenih sredstev za varstvo krompirja pred koloradskim hroščem v letu 2015 (Seznam ..., 2015)
- Priloga B: Seznam dovoljenih sredstev za varstvo krompirja pred krompirjevo plesnijo in črno listno pegavostjo krompirja v letu 2015 (Seznam ..., 2015)
- Priloga C: Slikovno gradivo
- Priloga C 1: Zemljišče, na katerem je leta 2015 potekal poskus (foto: Rupnik J.)
- Priloga C 2: Sajenje krompirja (foto: Rupnik J.)
- Priloga C 3: Vzrok krompirja, 15. 5. 2015 (foto: Rupnik J.)
- Priloga C 4: Nanos peletov križnic in apnenega dušika (foto: Rupnik J.)
- Priloga C 5: Apneni dušik smo nanесли v bližino stebel krompirja (foto: Rupnik J.)
- Priloga C 6: Peleti križnic, ki smo jih uporabili v poskusu (foto: Rupnik J.)
- Priloga C 7: Nanos apnene moka (foto: Rupnik J.)
- Priloga C 8: Nanos enega izmed sredstev za kemično varstvo krompirja (foto: Rupnik J.)
- Priloga C 9: Ličinke koloradskega hrošča; bel poprhl je apnena moka (foto: Rupnik J.)
- Priloga C 10: List krompirja, okužen z listno pegavostjo (*Alternaria solani*) (foto: Rupnik)
- Priloga C 11: Pobiranje krompirjevih gomoljev (foto: Rupnik J.)
- Priloga C 12: Pobrani pridelek gomoljev pred odvozom na frakcioniranje (foto: Rupnik J.)
- Priloga C 13: Frakcioniranje gomoljev krompirja po debelini (foto: Rupnik J.)

1 UVOD

Opravljen raziskava proučuje možnost uporabe novih sredstev za varstvo krompirja v ekološki pridelavi. V času poskusa smo želeli izvedeti, ali lahko z naravno dostopnimi sredstvi pridelamo tržno enakovreden pridelek krompirja v primerjavi s pridelkom, ki je pridelan na integrirani način.

1.1 VZROK ZA RAZISKAVO

Krompir (*Solanum tuberosum* L.) so v Evropo prinesli pomorščaki iz Amerike v 16. stoletju. Domnevno naj bi bila država izvora Peru. Uvajanje v uporabo in pridelavo je trajalo vse do 18. stoletja, saj so bile do tedaj tržne poti v Evropi še dokaj nerazvite ter omejene na večja mesta, s tem pa je bilo omejeno tudi poznavanje tehnologije pridelave ter kulinarična vrednost krompirja na podeželju (Berzok, 2003).

Danes poteka največja pridelava krompirja v Aziji, s 190 milijoni ton letno, sledita ji Evropa in Amerika (FAOSTAT ..., 2013). Krompir poleg koruze, pšenice, ječmena in riža uvrščamo med najpomembnejša prehrabna živila (Alptekin, 2011).

Enostavnost pridelave, velik hektarski pridelek in dolga obstojnost pri shranjevanju pa krompir uvrščajo v sestavni del strategije za zagotavljanje neoporečne hrane v deželah v razvoju (Lutaladio in sod., 2009).

Krompir se je na slovensko ozemlje razširil v času Marije Terezije, ki je ukazala njegovo pridelavo ter s tem preprečila stradanje v takrat skupni deželi. V počastitev tega dejanja so na Gorenjskem v mestu Šenčur postavili kip cesarice Marije Terezije (Papler, 2014). Globalizacija trga ter specializacija pridelovalcev je prinesla krompir praktično v sleherno trgovino. V nekaterih državah v Ameriki so trgovske verige specializirane do te mere, da žlahtniteljem narekujejo želene lastnosti krompirja (Mohar in Sebenik, 2012).

Zadnjih nekaj let smo potrošniki vse bolj ozaveščeni o pomenu zdrave prehrane ter izvoru živil. Tudi pridelovalci so spremenili tehnologijo pridelave – nekateri iz lastnih prepričanj, drugi zaradi sprememb s strani države, ki z različnimi ukrepi narekuje način pridelave predvsem v smeri integrirane (IP) oziroma ekološke (EKO) pridelave hrane. Pidelovalci, ki se vključijo v enega izmed ukrepov kontrolirane pridelave, so primorani ravnati skladno s strogimi merili za doseganje standardov. Med njimi in končnimi porabniki oziroma kupci je še kontrolna organizacija, ki z rednimi kontrolami spremlja neoporečnost izdelkov.

V zadnjem obdobju se pri nas povečuje zanimanje za ekološko pridelavo krompirja, zato na tem področju še nimamo dovolj informacij o učinkovitosti nekaterih naravnih pripravkov. Pomembno je, da pridelovalec upošteva kolobar, izbira tolerantne sorte ter izvaja agrotehnične ukrepe (podor, vmesne posevke, slepo setev, biofumigacijo), ki

zmanjšujejo zapleveljenost njiv in številčnost škodljivih organizmov (Iljaš, 2011; Barbarič in sod., 2015).

Koloradski hrošč (*Leptinotarsa decemlineata* [Say]), strune (*Agriotes* spp.), krompirjeva plesen (*Phytophthora infestans* [Mont.] de Bary) in črna listna pegavost krompirja (*Alternaria solani* [Ellis & Martin] L. R. Jones & Grout) so v Sloveniji in širše v svetu gospodarsko najpomembnejši škodljivi organizmi krompirja, tako v ekološki kot tudi v integrirani pridelavi. Ob ugodnih razmerah lahko vsi povzročitelji poškodb oziroma bolezni drastično zmanjšajo pridelek krompirjevih gomoljev (Maček, 1991a; Milevoj, 2007).

V poljskem poskusu smo želeli preveriti tri okoljsko sprejemljive snovi (apneno moko, propolis, brikete križnic) in apneni dušik, ki so v smislu učinkovitosti proti koloradskemu hrošču (prvoomenjena snov), strunam (tretje- in četroomenjena snov) in krompirjevi plesni in črni listni pegavosti (drugoomenjena snov) še neraziskane oziroma premalo preučene.

1.2 CILJI NALOGE

V poljskem poskusu smo želeli preučiti učinkovitost štirih snovi za zatiranje štirih vrst škodljivih organizmov krompirja v ekološki pridelavi v primerjavi s konvencionalnim načinom pridelave.

1.3 DELOVNE HIPOTEZE

Predpostavljali smo, da bo mogoče z izbranimi tremi okoljsko sprejemljivimi snovmi in apnenim dušikom zmanjšati številčnost preučevanih škodljivcev in obseg okužb, povzročenih s strani povzročiteljev bolezni, ter s tem pridelati krompir brez uporabe sintetičnih fitofarmaceutskih sredstev, v nadaljevanju FFS.

2 PREGLED OBJAV

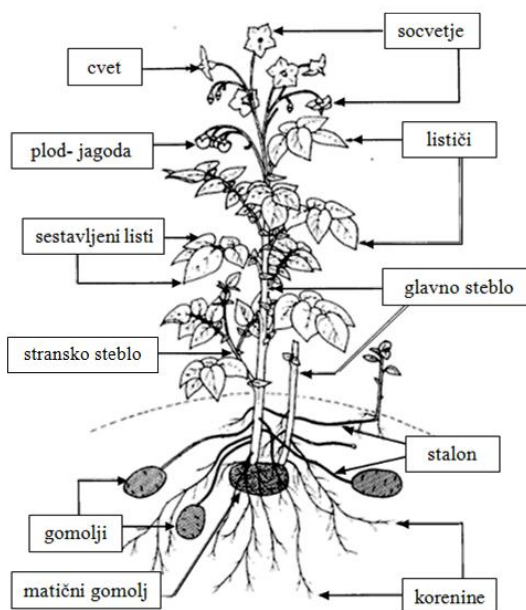
2.1 KROMPIR

Krompir latinsko poimenujemo *Solanum tuberosum* L. Je enoletna zelnata gomoljnica, znanstvena klasifikacija na podlagi cvetnih karakteristik pa jo uvršča v družino razhudnikovk. V isto družino sodijo tudi jajčevci (*Solanum melongena* L.), paprika (*Capsicum annuum* L.) in paradižnik (*Lycopersicon esculentum* L.) (Kocjan Ačko in Goljat, 2005).

Kot krompir označujemo celotno rastlino, ki je sestavljena iz nadzemskega in podzemnega dela (slika 1). Nadzemski del imenujemo krompirjevka, le-ta lahko zraste tudi do enega metra v višino, sestavljena je iz treh do štirih poganjkov. Ima paradižnikom podobne lihopernate liste in bele do rožnate socvete, premera do 2,5 cm. Iz prehrabnega vidika so pomembni predvsem podzemni gomolji. Nadzemni del navadno uničimo pred spravilom gomoljev, saj zaradi višje vsebnosti solanina ni ustrezen za prehrano ljudi in domačih živali, hkrati pa bi krompirjevka oteževala spravilo pridelka gomoljev. Podzemno steblo sestavljajo staloni, na katerih v času vršne debelitve nastanejo gomolji (Lešić in sod., 2002).

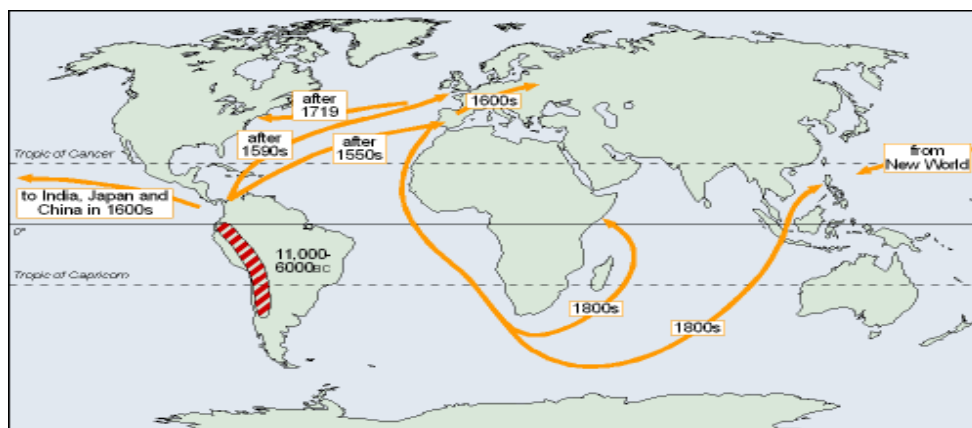
Klasifikacija krompirja (Heywood in sod., 1995) obsega:

- kraljestvo: rastline;
- deblo: semenke;
- razred: kritosemenke;
- podrazred: dvokaličnice;
- nadred: Asteridae;
- red: Polemoniales;
- družina: Solanaceae (razhudnikovke);
- rod: *Solanum* (razhudnik);
- vrsta: *Solanum tuberosum* (krompir).



Slika 1: Morfologija krompirja (Huaman, 1986)

Krompir je bil vnesen v Evropo v času raziskovanja novega sveta (slika 2). Pomorščaki so najprej mislili, da gre za tartufe, saj je bil takratni krompir v velikosti arašidov. Najprej se je gojenje začelo v Španiji, večinoma za hrano domačih živali. Pozneje so ga začeli pridelovati v Italiji in ostalih srednjeevropskih državah. V začetku je bil cenjen zaradi svoje okrasne vrednosti in zato v severni Evropi pogosto najden v koleksijskih nasadih (Berzok, 2003).



Slika 2: Širjenje krompirja po svetu (Wilkinson in Rojo, 2013)

V 18. stoletju je na Irskem krompir postal, poleg mleka, glavni prehranski izdelek. V tem času se je tudi število prebivalcev močno povečalo: v 60. letih, od leta 1780 do 1840, iz štirih milijonov na osem milijonov. Kmalu po letu 1845 pa se je na Irskem začela velika lakota. Tretjina prebivalcev je bila takrat odvisna od letine krompirja, ravno v tistem obdobju pa se je na evropskih njivah s krompirjem pojavila bolezen, imenovana krompirjeva plesen (*Phytophthora infestans* [Mont.] de Bary), ki je pogosto uničila ves

pridelek. Katastrofalne posledice so privedle do tega, da se je število prebivalcev na Irskem v naslednjih 50 letih zmanjšalo za polovico (Gavin, 2000).

Poznamo več kot 3.000 sort krompirja različnih barv: kremasto bele, svetlo rumene, rožnate in rdeče barve različnih struktur in oblik. Na obliko gomoljev vpliva sorta, v manjši meri tudi tekstura tal, na katerih pridelujemo krompir. Bolj okrogle oblike se izoblikujejo v glinastih težkih tleh, medtem ko na lahkih peščenih tleh pričakujemo ovalne oblike. Na razvoj gomoljev nepravilnih oblik vplivajo tudi vremenske razmere. Zaradi neenakomerne rasti pride do deformacij na gomoljih, kot so razpoke, pri visokih temperaturah pa pride do steklavosti. Gomolj krompirja vsebuje 80 % vode (delež vode določa, ali gre za krompir, namenjen cvrtju – le-ta ima nekoliko manj vode –, ali za kuhanje – le-ta vsebuje večji delež vode), 6 % ogljikovih hidratov (večina škrob), 2 % beljakovin, 0,1 % lipidov, od mineralov najdemo največ kalija in fosforja, od vitaminov pa je največ vitamina C (Bellows in Moore, 2014).

2.1.1 Tehnologija pridelave krompirja

Tla morajo biti globoka, rodovitna in rahla. Zaželeno je, da so lahka, saj so v takšnih tleh gomolji in korenine bolje preskrbljeni z zrakom. Težja in suha tla so manj ustrezna za pridelovanje krompirja. V želji po zagotavljanju stabilnega, zdravega in neoporečnega pridelka krompirja ne sadimo prepogosto na isto njivo. Na isto zemljišče ga umestimo po štirih do petih letih; s tem se izognemo prerasznožitvi številnih bolezni in škodljivcev. Na pridelek ugodno deluje tudi dejstvo, da je njiva, na kateri pridelujemo krompir, oddaljena vsaj 400 m od njiv, kjer je bil krompir prejšnja leta. Optimalen pH za pridelavo je med 5,2 in 6,4 (Dolničar, 2000).

Večina predhodnih poljščin ustreza rasti krompirja, sploh če le-te oblikujejo obilo listne gmote. V tem primeru moramo upoštevati, da bo krompir dozorel nekoliko pozneje. Organska masa, ki jo podorjemo, hkrati povečuje pridelek in ohranja ali celo povečuje rodovitnost tal (Čop in sod., 2010).

V želji po količinsko velikem pridelku moramo poskrbeti za ustrezno založenost tal z rastlinskimi hranili. V vseh fazah razvoja moramo poskrbeti, da ima rastlina na voljo dovolj hranil, predvsem dušika, fosforja, kalija in magnezija. Dušik je nujno potreben v času rasti med 15 in 20 cm in traja 30 dni (to je nekako med 50. in 80. dnem po sajenju). V primeru, da dušika primanjkuje, je rastna doba krajša, listi so pokončni, manjši so tudi gomolji, s tem pa se doseže manjši pridelek. Tudi preveč dušika lahko negativno vpliva na kakovost, predvsem na skladiščno sposobnost. Fosforja mora biti dovolj med celo rastno dobo, največ v času oblikovanja listne mase. Pri optimalno razvitem nasadu je odvzem fosforja 60 kg/ha. Pomanjkanje se izraža na listih, ki zaostanejo v rasti, posledično v rasti zaostane celotna rastlina. Fosfor in dušik sta potrebna v času intenzivne rasti, kalij pa je potreben že takoj po vzniku. Pomanjkanje se kaže kot temno zeleni listi z bronastimi pegami. Sčasoma začne tkivo v pegah odmirati, kmalu za tem se posuši tudi cima, kar

vpliva na zmanjšanje končnega pridelka. Najboljše rezultate dosežemo, ko kombiniramo organska in mineralna gnojila. Z organskimi gnojili obenem ugodno vplivamo na strukturo tal, vsebnost humusa, zadrževanje vlage v tleh, obenem pa dosežemo še gnojenje z vrsto makro- in mikrohranil (Dolničar, 2000; Čop in sod., 2010).

V primeru, da se držimo dobre kmetijske prakse, v katero je vključeno namakanje, ko je to potrebno, dosegamo pridelke med 40 in 50 tonami na hektar. Države v razvoju dosegajo pridelek med petimi in 25 tonami po hektarju, v Sloveniji pa po podatkih statističnega urada dosegamo povprečno 20 ton pridelka na hektar (Statistični ..., 2014; FAOSTAT ..., 2013).

Krompir pridelujejo v več kot 100 državah sveta, v subtropskem in tropskem pasu. Optimalne rastne razmere so v podnebjih, kjer se dnevna temperatura giblje med 18 in 20 °C (Todoric in Gračan, 1982). Navadno krompir pridelujemo iz gomoljev, težkih 20–40 g. Uporaba dobrih komercialnih sort lahko poveča pridelek do 50 % v primerjavi s pridelovalci, ki uporabljajo lastni semenski krompir. Gostota sajenja krompirja je odvisna od debeline (mase) gomoljev. Splošno veljavna sadilna razdalja v vrsti je med 23 in 40 cm, medtem ko je medvrstna razdalja pogojena s kmetijsko mehanizacijo in se navadno giblje med 60 in 90 cm (Vučajnk, 2006).

Za doseganje visokega pridelka je treba zagotoviti dovolj vlažnosti v tleh. Najboljši pridelek poznih sort (rastna doba nad 120 dni) dobimo v primeru 500–700 mm vode na kvadratni meter (odvisno od transpiracije). Ta voda je bolj pomembna v drugi polovici rastne dobe kot pa v začetnem delu (FAOWATER ..., 2015).

S sajenjem krompirja začnemo, ko se tla na globini sajenja ogrejejo na 9 °C. V Sloveniji v toplejših legah začnemo krompir saditi že v drugi polovici marca, drugje pozneje, v aprilu. Semenski krompir pred sajenjem (vsaj dva do tri tedne) nakalimo. To opravimo v svetlem prostoru, pri temperaturi med 10 in 20 °C. Ko kalčki dosežejo velikost 2–15 mm, so gomolji pripravljeni za saditev. Pri sajenju pazimo, da kalčkov ne poškodujemo. Gomolje sadimo 3–6 cm pod površjem tal, globina je odvisna od debeline gomoljev (Graeme in Sansonetti, 2008).

2.1.2 Spravilo in skladiščenje

Rumenenje in propadanje listne mase ter enostavna ločitev stalonov od gomoljev indicira ustrezen čas za spravilo. Daljše izpostavljanje gomoljev v tleh sicer poveča odpornost kože, saj se ta odebeli, obenem pa povečamo možnost okužb s povzročitelji bolezni. Za lažji potek spravila krompirjevko odstranimo pred izkopom, lahko tudi do 14 dni prej (Graeme in Sansonetti, 2008).

Spravilo krompirja poteka ročno ali strojno. Na trgu so na voljo različni delovni stroji, od enostavnih do samohodnih. Čas spravila je odvisen od namena uporabe ter same sorte.

Sorte, ki so namenjene daljšemu skladiščenju, pobiramo, ko preidejo v fiziološko zrelost, zgodnje sorte (mladi krompir) pa pobiramo praviloma v tehnološki zrelosti. Mladi krompir izkopavamo postopoma, saj gomolji v tleh pridobivajo maso. Ko pobiramo krompir, ločimo poškodovane in obolele gomolje, saj s tem preprečimo poznejše okužbe (Kocjan Ačko in Goljat, 2005).

Pri shranjevanju gomoljev je pomembna relativna zračna vlaga; le-ta naj bo čim večja, vsaj 90 %. Pri večji vlažnosti skladiščnih prostorov so izgube zaradi izhlapevanja vode manjše. Skladišče mora biti temno, v nasprotnem primeru gomolji pozelenijo. Takšen krompir ni ustrezen za prehrano ljudi in živali, saj vsebuje strupene alkaloidi. Krompir shranjujemo na temperaturi med 4 do 10 °C, odvisno od obdobja shranjevanja. Pri temperaturi, nižji od 3 °C, postane sladek (Al-Mughrabi, 2015). Zgodnjega krompirja praviloma ne skladiščimo, če pa že, naj bodo gomolji neoprani, skladiščni prostor pa ohlajen in temen.

2.1.3 Bolezni in škodljivci krompirja

Kadar govorimo o varstvu poljščin pred boleznimi in škodljivci, je v ospredju cilj, da ohranimo zdrave rastline do konca rastne dobe. Že nekaj osnovnih agrotehničnih ukrepov lahko bistveno poveča pridelek; ustrezen kolobar, uporaba tolerantnih sort in uporaba zdravega, certificiranega semenskega materiala (Graeme in Sansonetti, 2008). Pri krompirju največ pozornosti namenimo varstvu pred črno listno pegavostjo krompirja, krompirjevo plesnijo, koloradskim hroščem in strunami. Za uspešno doseganje zastavljenega cilja – torej visokega in kakovostnega pridelka – moramo slediti nekaterim osnovnim korakom:

- preventivni uporabi sredstev za varstvo krompirja;
- ustrezno prilagojenemu škropilnemu programu glede na vremenske razmere in intenzivnost rasti;
- upoštevanju navodil za uporabo fitofarmacevtskih sredstev, predvsem priporočenih odmerkov.

Skupno število bolezni krompirja je okoli 160. Od tega jih 30 % povzročajo plesni, 20 % virusi in 10 % bakterije. Gudmestad (2012) navaja, da je v naravi zastopanih 50 različnih potencialnih škodljivcev krompirja. Univerzalnega programa za varstvo krompirja ni, saj se bolezni in škodljivci razlikujejo od njive do njive, od rastne dobe do rastne dobe, zaradi različnega kolobarja, tipa tal, okoliških njiv in sort krompirja. Deloma na izbiro sredstev vpliva tudi trg.

Pri izbiri učinkovite metode oziroma ustreznega sredstva za varstvo krompirja so pomembni naslednji štirje koraki (Alptekin, 2011):

- spremljanje dogajanja na njivi (monitoring) – pri tem beležimo vremenske podatke, razvojne stadije rastlin, spremljamo pojavljanje škodljivcev in stopnjo okužbe z boleznimi;
- natančno poznavanje in identifikacija problemov na krompirju, saj večina sredstev za varstvo rastlin v integrirani pridelavi nima širokega spektra delovanja in je ozko usmerjena na eno ali dve vrsti škodljivih organizmov. Različni ukrepi so potrebni celo med sorodnimi škodljivci ali boleznimi;
- spremljanje aktualnih smernic za varstvo poljščin – to se velikokrat pokaže kot dobra praksa, saj sčasoma neki škodljivi organizem postane tolerant na določeno učinkovino;
- določanje časa uporabe sredstev za varstvo rastlin – pogosto je povezano z zgodovino pridelovalnega območja, razvojnim stadijem rastlin, opažanji v smislu stopnje napadenosti ali okuženosti rastlin, z vremenskimi podatki in vremensko napovedjo.

Številne bolezni, kot so *Phytophthora infestans*, obročkasta gniloba krompirja, povzročena s strani bakterije *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedenocus* (CMS), črna noga krompirja, povzročitelja *Erwinia carotovora* subsp. *Atroseptica*, in druge, se lahko prenašajo z okuženim semenskim materialom. Da bi preprečili težave, ki jih povzročajo ti organizmi, uporabljamo certificirani semenski material. Tehnike mikropropagacije zagotavljajo prosti osnovni material škodljivcev, namenjen pridelavi krompirja (Pravilnik o trženju ..., 2006; Benko-Beloglavec in sod., 2015).

V namen varstva gojenih rastlin uporabimo fitofarmacevtska sredstva (FFS) iz treh skupin. To so:

- sintetična FFS (dovoljena v IP);
- biotična FFS (dovoljena v EKO);
- ekološko sprejemljiva FFS (dovoljena v EKO).

Uporaba ustreznih sintetičnih FFS lahko zagotovi gospodarno varstvo rastlin pred škodljivci, ki bi sicer povzročili izgube pridelka. V mnogih primerih predstavljajo edino možno rešitev za zatiranje škodljivih organizmov. Pretirana uporaba sintetičnih FFS pa lahko povzroči nezadovoljiv rezultat, škodo na pridelku, višje stroške in nevarnost za zdravje in okolje. V programu IP se FFS uporabljajo le, kadar se na njivi ali v rastlinjaki ugotovi, da so potrebna za preprečevanje gospodarske škode. Da bi bili pri tem kar najbolj učinkoviti, je pogosto treba uporabiti FFS, še preden pride do okužbe ali ko opazimo prve znake okužb. Kakršna koli dejavnost parazitoidov, plenilcev ali patogenov, s katerimi se vzdržujejo maloštevilčne populacije škodljivcev, se šteje kot biotično varstvo rastlin. Varstvo, ki ga izvajajo naravno zastopani sovražniki, je poceni, učinkovito in ne moti naravnega ravnovesja v ekosistemu. Medtem pa je načrtovani vnos le-teh organizmov

precejšen finančni zalogaj. Biotična sredstva načeloma ne delujejo preventivno, saj morajo imeti za svoje razmnoževanje na voljo gostitelja, kar pomeni, da mora biti ciljni organizem že zastopan na tretiranem zemljišču oziroma v prostoru. Pri zatiranju škodljivih organizmov z ekološkimi sredstvi smo omejeni na sredstva, ki niso sintetično izdelana in so naravnega izvora, z dovoljeno sekundarno fizikalno obdelavo. Sredstva, ki jih uporabljamo, so po večini rastlinskega, živalskega ali mineralnega izvora. Sredstva za varstvo krompirja pred boleznimi v ekološki pridelavi imajo največkrat kot aktivno snov baker ali njivsko preslico. Pri bakru moramo biti pozorni, da letna količina vnesenega bakra ne preseže treh kilogramov na hektar. Za varstvo pred koloradskim hroščem v ekološki pridelavi imamo na razpolago sredstva na podlagi bakterije *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki*, olja drevesa neem (*Azadirachta indica*) ali piretrina (FITO-INFO ..., 2015; Registracija ..., 2015).

2.2 OPIS IZBRANIH BOLEZNI IN ŠKODLJIVCEV KROMPIRJA

V svoji raziskavi smo spremljali in zatirali naslednje škodljivce in bolezni krompirja:

- koloradskega hrošča (*Leptinotarsa decemlineata*);
- strune (*Agriotes* spp.);
- krompirjevo plesen (*Phytophthora infestans*);
- črno pegavost (*Alternaria solani*).

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

Koloradskega hrošča je prvič odkril Thomas Nuttall leta 1811. Opisal in umestil v rod *Chrysomela* ga je leta 1824 entomolog Thomas Say, in sicer iz vzorcev, odvzetih na Skalnem gorovju v Ameriki, na rastlini *Solanum rostratum* Ramur (avtohtoni divji vrsti razhudnikovk). Da se škodljivec prehranjuje na krompirju (*Solanum tuberosum* L.), ni bilo znano do okoli leta 1859, ko je začel napadati krompir približno 100 km zahodno od Nebraske. Hrošč je začel svoje hitro širjenje z divjih rastlin na novo selekcionirane in gojene sorte krompirja proti vzhodu, leta 1874 je bil tako opažen na Atlantski obali (Kennedy, 2003; Weber, 2008). Leta 1876 je bil najden v pristanišču Bremen. V naslednjih 70 letih se je razširil praktično po vsej Evropi (Tanasijević, 1969; Kus, 1994).

Nastanek imena koloradski hrošč je zanimiv, saj hrošč ne izvira iz Kolorada. V letih med 1863 in 1867 je imel številna imena, vključno z "desetčrtasti hrošč krompirja", "krompirjev hrošč" in "novi hrošč krompirja". Koloradski hrošč so ga imenovali šele, ko so odkrili v bližini Kolorada veliko število hroščev, ki so se hranili na *Solanum rostratum* Ramur (Walsh, 1865).

Opis

Odrasli osebek je hrošč. Je jajčaste oblike, dolg 10 mm. Samec je manjši od samice in bolj podolgovat. Na spodnji strani je oranžne barve, na pokrovkah ima deset črnih črt. Med očmi ima črno pego. Na vratnem ščitku je teh peg še več, dve sta združeni in tvorita obliko črke V. Samice odlagajo jajčeca na spodnjo stran listov, in sicer 12–80 jajčec, v povprečju pa 30 na jajčno leglo. So oranžne podolgovato-valjaste oblike, velikosti 1,2 mm. Odrasle ličinke dosežejo do 1,5 mm v razvojni stopnji L1, v stopnji L2 do 4 mm, v stopnjah L3 in L4 pa 4–15 mm. Značilno je mehko telo z izbočenim zadkom, svetlo do temno rdečkasto ali oranžno, s črno glavo, črne so tudi noge in ščitek. Po dve črni piki sta na bočnih straneh. Navadno se ličinka naje in zatem zabubi v tleh. Buba je dolga 10 mm in je umazano rdeče barve (Vrabl, 1992; Maceljski in sod., 2004).

Sistematika

Po FITO-INFO (2015) uvrščamo koloradskega hrošča v naslednje sistematske kategorije:

- kraljestvo: Animalia (živali);
- deblo: Arthropoda (členonožci);
- razred: Insecta (žuželke);
- red: Coleoptera (hrošči);
- podred: Polyphaga (vsejedi hrošči);
- naddružina: Chrysomeloidea;
- družina: Chrysomelidae (lepenjci);
- rod: *Leptinotarsa*;
- vrsta: *Leptinotarsa decemlineata* [Say] (koloradski hrošč).

Škodljivost

Koloradski hrošč je oligofag. Večinoma se prehranjuje z listi krompirja (*Solanum tuberosum* L.), občasno tudi z jajčevcem (*Solanum melongena* L.), grenkosladom (*Solanum dulcamara* L.), pasjim zeliščem (*Solanum nigrum* L.), paradižnikom (*Lycopersicon esculentum* L.), črnim zobnikom (*Hyoscyamus niger* L.) in volčjo češnjo (*Atropa belladonna* L.) (Vrabl, 1992).

Gospodarska škoda, ki jo povzroči hrošč, je odvisna od temperature in razvojnega stadija rastline. Maceljski (1999) navaja, da 20 % uničene cime krompirja ne zmanjša pridelka. Če pa je škoda narejena v začetni fazi nastavljanja gomoljev, to močno zmanjša, prizadene končni pridelek (Milevoj, 2000).

Razvojni krog

Koloradski hrošč ima v običajnem letu dva rodova, izjemoma se pojavi tudi tretji. Hrošči, ki prezimijo v tleh, pridejo na prosto konec aprila ali v prvi polovici maja. Temperatura 14 °C v globini 10 cm vse skupaj še pospeši. Hrošči njivo s krompirjem preletavajo, ko je temperatura zraka vsaj 20 °C. Po 6–12 dneh se začnejo pariti. Samica odlaga jajčeca v jajčna legla na spodnjo stran listov. V ugodnih razmerah odloži tudi do 1100 jajčec, navadno 400–800. Plodnost in čas odlaganja jajčec sta odvisna od vrste hrane, relativne zračne vlage, svetlobe in temperature (Milevoj, 2000).

Embrionalni razvoj traja 5–12 dni, nato se ličinke začnejo izlegati (razvojni prag: 12 °C; pod to temperaturo se ne izležejo). Prve ličinke lahko pričakujemo konec maja ali v začetku junija, množično pa konec junija. Ličinke se levijo trikrat. V razvojni stopnji L1 ostanejo skupaj, pred levitvijo se razidejo. Postembrionalni razvoj traja 14–22 dni. Nato se ličinke v stopnji L4 zavlečejo v tla, kjer se v posebni bubni zibelki zabubijo. Za razvoj bube je pomembna temperatura nad 11,5 °C, vsota katerih mora doseči 180 °C. Po približno 14 dneh se izležejo hrošči prvega rodu, ki pridejo na prosto v juliju. Hrošči drugega rodu, ki se pojavijo od sredine julija do konca septembra, nadaljujejo s svojim razvojem, odlagajo jajčeca; izležejo se ličinke, ki se levijo. Hranijo se z listi krompirja, ki pa je tedaj bolj bujen in zato manj prizadet (Maceljski, 1999; Milevoj, 2007).

Varstvo

Koloradski hrošč ima izjemno sposobnost, da razvije odpornost na številne insekticide. Rastline v družini Solanaceae, ki so naravni viri hrane za te žuželke, imajo v listih visoke koncentracije strupenih glikoalkaloidov. Ti toksini jih varujejo pred različnimi rastlinojedimi živalmi. Vendar pa je koloradski hrošč razvil sposobnost za premagovanje strupene obrambe svojih gostiteljev. Ta sposobnost mu pomaga, da se prilagodi na širok spekter aktivnih snovi v FFS. Poleg tega visoka plodnost hrošča poveča verjetnost, da eden izmed številnih potomcev mutira in s tem pridobi tolerantnost na FFS (Bishop in Grafius, 1996).

Preprečevanje odpornosti škodljivcev na FFS je bistveni del dobrega gospodarjenja. Podobno kot pri večini drugih težav velja, da se je odpornosti škodljivcev bolje in lažje izogniti, kot pa jo zdraviti. Da bi se izognili tolerantnosti, Alyokhin in sod. (2008) priporočajo nekaj preventivnih ukrepov:

- na njivi pustimo neškropljene pasove, na katerih občutljivi hrošči preživijo in pozneje oplodijo tolerantne;
- odločitev o varstvu naj temelji na prekoračitvi praga gospodarske škode, to je deset ali več ličink na grm. Ne samo, da je zatiranje vsakega posameznega osebka negospodarno, prispeva tudi k hitremu razvoju odpornosti populacije. Z insekticidom navadno ubijemo samo občutljive osebkke, tolerantni pa preživijo in se

množijo, s tem pa so potomci še bolj nedovzetni za določeno aktivno snov v pripravku;

- ne zanašajmo se samo na insekticide. Veliko lahko storimo s kolobarjem. Njive naj bodo čim bolj oddaljene od lanskoletnih, to bo zagotovo zmanjšalo število škodljivcev;
- natančno se držimo navodil za uporabo FFS;
- med škropljenji izbiramo različne pripravke z aktivnimi snovmi različnih skupin. Uporaba različnih sredstev in metod bo ohranila pridelek za daljše časovno obdobje.

2.2.2 Strune (*Agriotes* spp.)

Strune imenujemo ličinke hroščev pokalic iz rodu *Agriotes* (družina Elateridae). Poškodbe in posledično škodo povzročajo na različnih gojenih in okrasnih rastlinah. V Sloveniji je bilo doslej identificiranih deset vrst hroščev iz rodu *Agriotes* (Gomboc in Milevoj, 2001; Gomboc in sod., 2002). Njihov razvojni krog traja 3–5 let, največjo škodo pa povzročijo ličinke – strune – v zadnjih dveh letih razvoja. Zatiranje je nadvse zahtevno in omejeno na uporabo talnih insekticidov ali tretiranega semena. Zidarič in sod. (2013) kot enega izmed možnih razlogov za znižanje samooskrbe s krompirjem navajajo tudi visoko populacijo strun na pridelovalnih območjih ter ozek izbor insekticidov za njihovo zatiranje. Strune najpogosteje najdemo na strnih poljščinah, kot so detelje, trave, njune mešanice, žita travniki, zapleveljene njive (Škerbot, 2012).

Opis

Hrošči so veliki 7–11 mm, samci so navadno manjši. Enoletne ličinke dosežejo dolžino do 6 mm ter se levijo od 2- do 5-krat. Telo ličink postane v poznejših stopnjah bolj čvrsto, dolgo do 35 mm ter pridobi rjavo rumeno barvo.

Sistematika

Po Fauna Europaea (2015) strune spadajo v naslednje sistematske kategorije:

- deblo: Arthropoda (členonožci);
- razred: Insecta (žuželke);
- red: Coleoptera (hrošči);
- podred: Polyphaga (vsejedi hrošči);
- družina: Elateridae (strune).

Škodljivost

Strune povzročajo škodo na večini poljščin (žitih, krmnih rastlinah) in na večini vrtnin. Na krmnih rastlinah (travah, deteljah, travnikih ...) jih navadno ne zatiramo, saj tam ne povzročajo večje gospodarske škode. Na krompirju, solati in drugi zelenjavi ter koruzi pa

strune povzročajo škodo, ki se kaže v izpadu pridelka. Strune naredijo na krompirju izvrtine, s čimer povzročijo primarno škodo, saj je takšen pridelek tržno manj zanimiv. Sekundarna škoda pa se pojavi v primeru skladiščenja in se kaže kot gnitje gomoljev. Strune se prehranjujejo na krompirju od poznega poletja do spravila pridelka (Bohinc in Trdan, 2013).

Razvojni krog

Strune imajo dolg razvojni krog, ki traja 3–5 let. Ličinke prezimijo v različnih razvojnih stopnjah. Prezimijo lahko tudi hrošči, ki se pojavijo spomladi. Samice po koopulaciji odložijo jajčeca v tla na globino do 5 cm, in sicer posamično ali do deset skupaj. V primeru, da so tla suha, lahko jajčeca odložijo tudi globlje, do 30 cm. Ko se ličinke izležejo, so le-te brezbarvne in dolge 1,5–2,3 mm. V prvem letu po 5-kratni levitvi zrastejo na 5 mm. Skupaj imajo lahko 16 razvojnih stopenj (Milevoj, 2015).

Varstvo

Za uspešno zatiranje strun moramo znati oceniti številčnost le-teh v tleh. Zatiramo jih šele takrat, ko je to potrebno (Gomboc in sod., 2002). Za spremljanje pojava strun lahko naredimo talne izkope. Na 1 ha veliki parceli izkoplremo pet jam z velikostjo 50 × 50 × 50 cm, na lažjih večje kot na težjih tleh ter globlje spomladi kot jeseni. Izkopano zemljo zdrobimo na plastični foliji ter določimo organizme, ki smo jih izkopali. Če število najdenih strun presega šest na kvadratni meter, se odločimo za zatiranje. Strune lovimo tudi na rastlinske vabe (uporabimo gomolje krompirja, korene korenja, kalčke koruze in drugo) (Škerbot, 2012).

Korene in gomolje zakoplremo na globino 5–10 cm ter po nekaj dneh preverimo število zavrtanih strun. Pest zrnja koruze ali pšenice damo v cvetlični lonček, premera 11 cm, zalijemo z vodo, pokrijemo ter zakoplremo na globino 20 cm. Po 14 dneh preverimo vsebino (semena lahko dan pred uporabo pustimo stati v vodi) (Škerbot, 2012).

Trenutno je registriran samo en pripravek za varstvo krompirja pred strunami, in sicer Force 1,5G. Ker je učinkovitih sredstev premalo, so v preizkušanju nova sredstva in tehnike varstva pred strunami. Eden izmed novejših postopkov je biofumigacija, ki temelji na razgradnji križnic, katerih rastlinsko maso vnesemo v tla v obliki briketov, moke iz semena križnic ali pa pred setvijo oziroma saditvijo v tla zaorjemo predhodno zmulčeno nadzemsko gmoto križnic (De Nicola in sod., 2013; Laznik in sod., 2014).

2.2.3 Črna listna pegavost krompirja (*Alternaria solani* [Ellis & Martin] L. R. Jones & GROUT)

Opis

Črna listna pegavost krompirja (*Alternaria solani*) je pogosta bolezen v večini pridelovalnih območij krompirja, še posebno v bolj sušnih letih. Pri nas se najpogosteje pojavlja na Primorskem (Maček, 1991a). Najprej se pojavi na starejših listih. Njen pojav opazimo kot (temno) rjave koncentrične ali eliptične kroge na zgornji listni ploskvi (Wharton in Wood, 2013). Ti krogi so lahko različno veliki, in sicer 0,5–2 cm. Z napredovanjem bolezni pride do združitve krogov.

Sistematika

Po Encyclopedia of life (2015) glivo *Alternaria solani* uvrščamo v naslednje sistematske kategorije:

- kraljestvo: Fungi (glive);
- deblo: Ascomycota (zaprtotrosnice);
- razred: Dothideomycetes;
- red: Pleosporales;
- družina: Pleosporaceae;
- rod: *Alternaria*;
- vrsta: *Alternaria solani*.

Škodljivost

Izgube pridelka krompirja zaradi črne listne pegavosti redko presegajo 20 %. Z uporabo fungicidov pa je mogoče obseg škode omejiti na manj kot 5 %. Gliva navadno okužuje starejše liste, redko gomolje. Na gomoljih naredi gliva 1 cm v globino segajoče čepe, ki trohnijo. Ob večji okužbi listi propadejo (Wharton in Wood, 2013).

Razvojni krog

Micelij glive *Alternaria solani* v rastni dobi krompirja ali sorodnih rastlin preživi na odmrlem tkivu, okuženih delih rastline ter gomoljih. Pozimi živi gliva na odmrlih rastlinskih delih krompirja ali drugih sorodnih rastlinah. Zimske spore in micelij so zelo odporni proti zunanjim dejavnikom, kot so sneg, sonce, menjavanje toplega in hladnega vremena, suša in obilica vode. Spomladi primarno okužbo povzročijo konidiji, ki se prenašajo z vodo in vetrom. Optimalne temperature za razvoj spor so med 5 in 30 °C (optimalna temperatura je 20 °C) (Wharton in Wood, 2013). Izmenjujoče se obdobje suhega in vlažnega vremena razvoj še pospešuje. Optimalna temperatura za okužbo je med 20 in 30 °C, uspešnost okužbe pa pospešuje višja zračna vlaga (relativna zračna vlažnost: 80 %). To se zgodi tako, da spore, ki padejo na liste, kalijo in prodrejo skozi listne reže

(kutikulo) ali skozi rane (zaradi mehanskih poškodb, poškodb zaradi abrazije peska ali poškodb žuželk). Prve okužbe lahko v naših pridelovalnih območjih pričakujemo od druge polovice maja naprej (Maček, 1991a).

Varstvo

Za uspešno varstvo najprej uporabimo dobro kmetijsko prakso. Bolezen se pojavlja na starih listih. Še posebno so okužbam z glivo *Alternaria solani* izpostavljene rastline, ki so v stresu, podhranjene, kakorkoli poškodovane, kar lahko vpliva na to, da razmere za njihovo rast in razvoj niso optimalne (Wharton in Wood, 2013).

Okuženost zmanjšamo z uporabo razkuženega semena, dobro zasnovanega kolobarja, z odstranjevanjem okuženih rastlinskih delov in uporabo tolerantnih sort krompirja (Maček, 1991a). Registrirana sredstva za zatiranje krompirjeve plesni v letu 2015 so navedena v Prilogi B.

2.2.4 Krompirjeva plesen (*Phytophthora infestans* [Mont.] de Bary)

Opis

Krompirjeva plesen je najbolj nevarno glivično obolenje krompirja. Povzroča ga gliva *Phytophthora infestans* [Mont.] de Bary. Poleg krompirja okužuje še druge vrste iz družine razhudnikovk, kot sta paradižnik in jajčevac, pojavlja pa se tudi na samoniklih rastlinah, kot sta na primer grenkoslad in pasje zelišče. Gliva je posebno problematična v hladnih in deževnih letih. S troši se širi z dežjem in vetrom, vroče vreme pa širjenje zaustavi. Ogromen vpliv na razvoj človeka je imela v sredini 19. stoletja na Irskem, kjer je povzročila hudo gospodarsko-socialno krizo. Maček (1991b) navaja, da naj bi bila ravno razširjenost krompirjeve plesni, s tem pa posledično primanjkljaj krompirja, eden izmed vzrokov za porazenost nemških vojakov v prvi svetovni vojni.

Sistematika

Po Index Fungorum (2015) glivo *Phytophthora infestans* uvrščamo v naslednje sistemske kategorije:

- kraljestvo: Chromista;
- razred: Oomycetes;
- red: Peronosporales;
- družina: Peronosporaceae;
- rod: *Phytophthora*;
- vrsta: *P. infestans*.

Škodljivost

Gliva okužuje vse rastlinske organe. Pojavi se na gomoljih, listih in steblih. Na listih bolezen opazimo najprej na robovih – kot pege nepravilnih oblik, v odtenkih svetlo sive in svetlo rjave, pozneje, ko se posušijo, postanejo temne. Na spodnji strani lista se na robu peg v vlažnem vremenu izoblikuje prevleka, od sive do bele barve. Na stebelu bolezen najprej opazimo ob listnem peclju, kjer se navadno najdlje zadržuje voda. Gliva ob ustreznih vremenskih razmerah v nekaj dneh povzroči propad rastline, s tem pa izpad pridelka (Henfling, 1987). Inkubacija, torej čas od okužbe do vidnih znakov bolezni, traja pri temperaturi 20–25 °C tri do štiri dni (Maček, 1991a).

Razvojni krog

Krompirjeva plesen v mirovanju preživi v dveh oblikah spor. Obe imata debelo celično steno, ki omogoča preživetje tudi v manj ustreznih (neoptimalnih) razmerah za daljše časovno obdobje. Ti vrsti trosov imenujemo oospore, le-te nastanejo med spolnim procesom razmnoževanja, in klamidospore, ki nastanejo pri nespolnem, vegetativnem razmnoževanju (Hooker, 1981). Za hitro širjenje plesni po njivi s krompirjem so odgovorne predvsem nespodne spore. Številni trosonosci nastanejo na miceliju, ki prodira skozi reže na okuženih steblih ali listih. Trosonosci proizvedejo na tisoče trosov, ki se prenašajo z vetrom na sosednje rastline ali rastlinske organe. Te strukture (trosonosci in trosi) tvorijo očem vidno belo prevleko. Za okužbo je dovolj samo en tros in kapljica vode. Trosi lahko s pomočjo dežja pridejo tudi do krompirjevih gomoljev. Optimalne temperature za razvoj trosovnikov so med 18 in 22 °C. Pri temperaturah pod 3 °C in nad 26 °C se trosovniki ne razvijejo (Maček, 1991a).

Varstvo

Za zatiranje glive uporabljamo fungicide, saj popolnoma odpornih sort krompirja na krompirjevo plesen še ne poznamo. Pomembno je, da pravočasno opravimo prvo škropljenje. Z njim preprečimo širjenje glive in okužbe drugih sorodnih rastlin (paradižnika, jajčevca). Nadaljnja škropljenja opravimo glede na vremenske razmere in občutljivost sorte. Za uspešno varstvo imamo na voljo tri skupine fungicidov, in sicer fungicide na podlagi bakra, ekološka škropiva in v zadnjih 20 letih tudi sistemične fungicide. Da se izognemo odpornosti glive, sistematike uporabimo enkrat v rastni dobi. Brez uporabe fungicidov bolezni ne moremo preprečiti. Z določenimi ukrepi lahko le pripomoremo, da je okuženost rastlin manjša. Za sajenje uporabimo zgolj zdrave gomolje, skrbimo za pester kolobar, ne sadimo preveč na gosto, saj s tem zmanjšamo zračnost. Z uporabo kalijevih gnojil povečamo odpornost krompirja na krompirjevo plesen (Maček, 1991b). V primeru močnih okužb takšne rastline odstranimo in uničimo. Če okužba še ni močno napredovala, odstranimo obolele dele rastlin in še naprej redno izvajamo varstvo krompirja s fungicidi (Ogorelec, 2014).

2.3 OPIS NEKATERIH ALTERNATIVNIH SREDSTEV V EKOLOŠKEM VARSTVU RASTLIN

2.3.1 Propolis

Propolis je smola, ki jo nabirajo čebele (*Apis mellifera* L.) na cvetnih popkih in drugih delih rastlin. Propolis je le eden izmed primarnih proizvodov čebel. Skozi zgodovino je človek spoznal, da propolis, med, čebelji vosek, matični mleček in cvetni prah blagodejno vplivajo na splošno počutje človeka. Grange in Davey (1990) navajata, da je propolis popoln antibiotik.

Čebele propolis uporabljajo za preplastitev čebeljega panja, mašenje razpok ter vzdrževanje splošnega aseptičnega stanja. Po podatkih iz strokovne literature sestavlja propolis: smola (45 %), vosek (30 %) in maščobne kisline, eterična olja (10 %), cvetni prah (5 %) in organske spojine in minerali (10 %). Skupno je v propolisu več kot 300 različnih spojin, tudi terpeni, steroidi, sladkorji, aminokisline ... Na vsebnost snovi vpliva predvsem rastlinska sestava območja, kjer se nahajajo čebelje družine. Na vsebnost snovi prav tako vpliva postopek pridobivanja propolisa (čebelarji propolis zbirajo na posebnih krpah ali pa ga postrgajo z notranjih lesenih površin čebeljega panja), vplivata pa tudi poznejša receptura in postopek obdelave. Vse to pa vpliva na končni izdelek, katerega delovanje je lahko zelo heterogeno (Tylkowski in sod., 2009).

Navadno se propolis trži v obliki že pripravljene tinkture na bazi alkohola (70–90-% etanol) ali kot surov izdelek brez obdelave ali z minimalno mehansko obdelavo, ki vključuje drobljenje, mletje in mehansko separacijo propolisa. Obstajajo tudi druge metode ekstrakcije, ki pa se zaradi uporabe višjih temperatur, ki bi lahko razgradile molekule z manjšo maso, na splošno ne uporabljajo. To sta parna destilacija in vakuumaska destilacija (Tylkowski in sod., 2009).

2.3.1.1 Varstvo rastlin s propolisom

Propolis predstavlja eno od možnosti za varstvo rastlin v ekološki pridelavi zaradi antimikrobnega delovanja tega proizvoda. V Turčiji so na eni izmed fakultet za agronomijo raziskovali učinek delovanja propolisa na plesen paprike (*Phytophthora capsici* Leonian), krompirjevo plesen (*Phytophthora infestans*) in trohnobo paradižnikovega stbla (*Phytophthora nicotianae* var. *parasitica* [Dastur] G. M. Waterh.). Za namen raziskave so uporabili deset različnih koncentracij propolisa. Ekstrakt so pripravili tako, da so 100 g fino zdrobljenega propolisa mešali 24 ur v 200 ml absolutnega metanola. Nato so ločili raztopljeni del od trdnega. Sledilo je izparevanje metanola. Pridobljeni produkt so nato raztopili v 10-% acetonu, tako da so pridobili 20-% koncentracijo propolisa kot založno raztopino. Tako pripravljeno raztopino so v treh ponovitvah nanесли na predhodno pripravljeno gojišče v koncentracijah 10, 7, 5, 3, 1, 0,1, 0,07, 0,05, 0,03 in 0,01 µg/ml. V dveh ponovitvah so nanесли 10-% aceton brez vsebnosti propolisa za določitev antimikrobnega delovanja acetona in Ridomil MZ 72 WP v koncentraciji 1,8 mg/ml

(učinkovine, enake kot pri sredstvu Ridomil Gold MZ Pepite, ki je sicer registrirano v Sloveniji) za primerjavo delovanja propolisa v primerjavi s fungicidom. Rezultati so pokazali 100-% zaviralni učinek propolisa v koncentracijah 10–3 µg/ml. Najmanjši učinek propolisa je bil zaznan pri najnižji koncentraciji, to je 0,01 µg/ml (Yusuf in sod., 2005).

Preglednica 1: Antimikrobna aktivnost propolisa na glive iz rodu *Phytophthora* (Yusuf in sod., 2005)

Koncentracija propolisa µg/ml	Zaviralni učinek na rast micelija glive %		
	P. capsici	P. inestans	P. parasitica
10,00	100,00a	100,00a	100,00a
7,00	100,00a	100,00a	100,00a
5,00	100,00a	100,00a	100,00a
3,00	100,00a	100,00a	100,00a
1,00	96,86b	96,42b	95,15b
0,10	80,97c	79,70c	79,49c
0,07	64,31d	63,60d	63,29d
0,05	45,96e	45,44e	44,42e
0,03	34,52f	33,80f	35,56f
0,01	6,84g	6,13g	5,98g
Ridomil MZ 72 WP	100,00a	100,00a	100,00a
Kontrola (4 % aceton)	0,00h	0,00h	0,00h
LSD	1,99	2,12	1,95

2.3.2 Apneni dušik

Apneni dušik ali kalcijev cianamid, s kemijsko formulo CaCN_2 , pridobivajo s fiksacijo dušika v postopku, kjer najprej združijo apnenec (CaCO_3) in ogljik (premog) pri temperaturi 2.000 °C. Nato sledi dodajanje dušika v plinasti obliki pri 900 °C nižji temperaturi, kar privede do nastanka kalcijevega cianamida. Standardna sestava apnenega dušika je 20 % dušika in 50 % kalcijevega oksida (Ogorelec, 2013).

2.3.2.1 Varstvo rastlin z apnenim dušikom

Laboratorijske raziskave, opravljene v Nemčiji, so pokazale vpliv apnenega dušika na zastopanost strun v tleh. Po doslej znanih raziskavah ni točno znano, ali apneni dušik deluje kot repelent, ki odganja strune, ali na njih deluje tudi smrtno. V raziskavi je bilo ugotovljeno, da ima apneni dušik na strune različen vpliv, in sicer glede na to, ali so strune v obdobju hranjenja ali ne. Raziskava je bila opravljena brez prisotnosti rastlin, ki bi lahko vsrkale del apnenega dušika, ki bi bil nato med hranjenjem vnesen v telo strune. Upoštevati je treba, da so v pridelovalnih razmerah prisotne rastline, ki privabljajo strune in druge škodljivce, kar pomeni, da lahko izničijo repelentni učinek, ugotovljen med raziskavo Ritterjeve in sod. (2014). Ogorelčeva (2013) priporoča, da morajo biti za boljše delovanje apnenega dušika tla vlažna in da gnojilo (apneni dušik) plitko zadelamo v tla. To

povzroči, da se v tleh začne sproščati vodikov cianamid, ki je fungicidna in insekticidna oziroma fitotoksična komponenta apnenega dušika.

2.3.3 Briketi križnic

Laznik in sod. (2013) so v letih 2011 in 2012 preučevali vpliv različnih vrst križnic na pridelek krompirja in biofumigantni učinek na strune. V raziskavi so svežo maso križnic zmulčili in nato zaorali, kar ima po raziskavah Furlana in sod. (2010) slabši učinek v primerjavi z moko križnic, kjer naj bi bilo sproščanje sekundarnih metabolitov bolj enakomerno. Ugotovili so, da na pridelek vpliva vrsta rastlin iz družine križnic. Ugotovljeno je bilo tudi, da je v neposredni bližini travnika zastopanost strun večja, s tem pa je tudi poškodb na krompirju več. Prav tako je bilo več poškodb zaradi delovanja strun na debelejših gomoljih.

2.3.4 Apnena moka

Apnena moka je naravni material anorganskega izvora, ki se uporablja v različnih gospodarskih panogah. Pridobiva se z mehanskim drobljenjem apnenca v kamnolomih. V kmetijstvu se uporablja za izboljšanje kemijskih in fizikalnih lastnosti tal: višanja pH, izboljševanja strukture tal itd. (IGM ..., 2015).

V Braziliji so opravili raziskavo o možnosti uporabe apnene moke proti mravlji *Atta sexdens rubropilosa* Forel, ki se prehranjuje z glivami. Glive za svoj razvoj potrebujejo substrat iz listov, ki jih mravlje naberejo ter s tem povzročajo škodo na gojenih drevesih. Apneno moko so s pomočjo posebnih črpalk nanašali v kolonije mravelj v laboratoriju in na prostem v dveh obravnavanjih: brez apnene moke in z apneno moko. Tako v laboratoriju kot na prostem se je izkazalo, da nanos apnene moke nima posrednega učinka na mravlje, saj so v nekaj dneh apneno moko odstranile z gojišč gliv. V obeh obravnavanjih, torej brez in z uporabo apnene moke, v opazovanem času (42 dni) ni bilo značilne razlike v smrtnosti mravelj. Vzporedno pa so opravili še raziskavo vpliva apnene moke na glive brez prisotnosti mravelj. Rezultati te raziskave pa so pokazali spodbudne rezultate. V tem primeru so poleg apnene moke in kontrole vključili še eno obravnavanje, in sicer z magnezijevim karbonatom. V obravnavanjih, kjer so uporabili apneno moko in magnezijev karbonat, je prišlo do zvišanja pH, do spremembe barve gliv iz bele v blede rumeno, spremenila se je tudi karakteristična gobasta oblika glive. Po 80 urah so v vseh obravnavanjih, kjer so uporabili sredstva, ugotovili smrtnost gliv, medtem ko so glive na kontroli še vedno živele. Avtorji raziskave navajajo potrebo po dodatnih raziskavah, preden bi se sredstvi začeli uporabljati v komercialne namene (Schoereder in sod., 2012).

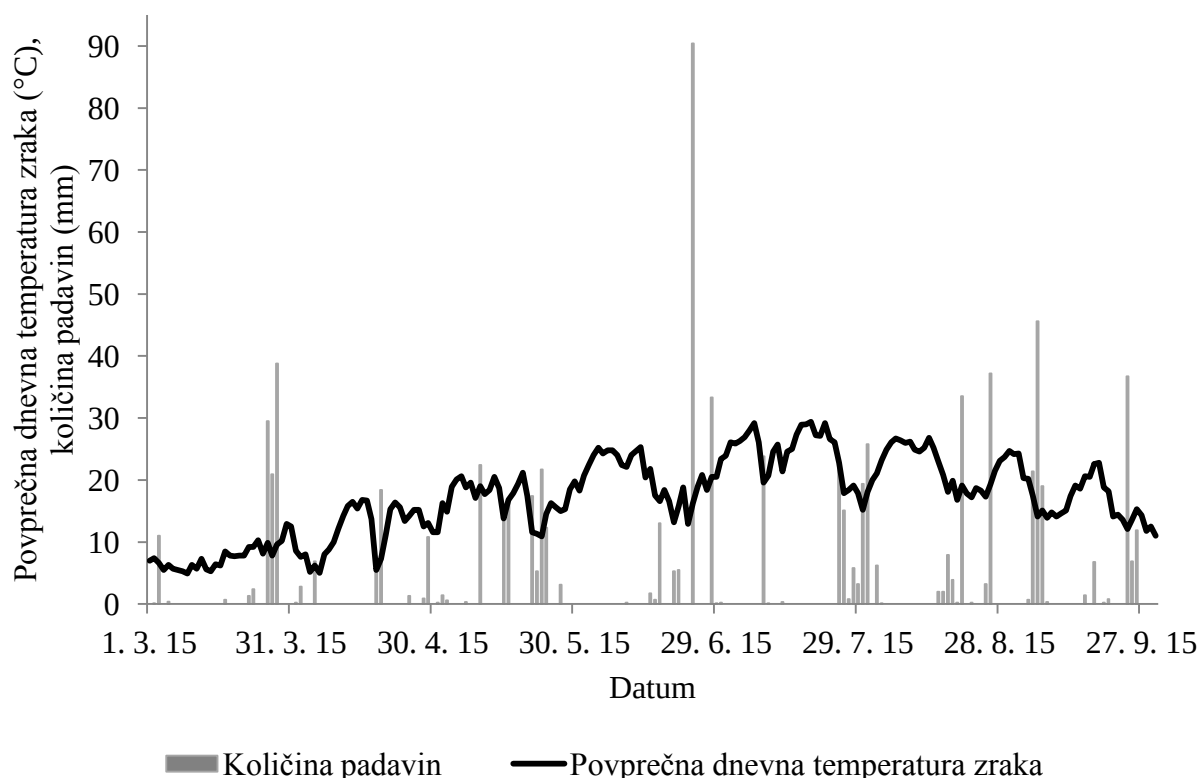
3 MATERIALI IN METODE

3.1 OPIS PRIDELOVALNEGA OBMOČJA

Poskus je bil zasnovan v rastni dobi 2015 na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani. Omenjeno pridelovalno območje obsega 18 ha obdelovalnih zemljišč, ki so namenjena praktičnim in raziskovalnim dejavnostim fakultete. Območje je umeščeno v Ljubljansko kotlino, ki se na severu razteza do Alp, na jugu pa meji na dinarski svet. Tla so nastala na prodnatih nanosih reke Save, so srednje globoka, težke meljasto-glinaste ilovnate do meljasto-glinaste teksture. Nadmorska višina pridelovalnega območja je okoli 290 metrov nad morsko gladino. Podnebje je zmerno celinsko, s hladnimi zimami in vročimi poletji. Za Ljubljansko kotlino je značilna temperaturna inverzija, predvsem v zimskem času, pojavi pa se tudi čez poletje.

3.2 VREMENSKE RAZMERE V PRIDELOVALNI SEZONI 2015

Na sliki 3 je prikazano gibanje temperature zraka od 1. 3. 2015 do 30. 9. 2015.



Slika 3: Prikaz gibanja dnevnih povprečnih vremenskih podatkov v času poskusa; vremenska postaja je od kraja poskusa oddaljena 4.000 m (ARSO ..., 2015)

3.3 PREDHODNE RASTLINSKE VRSTE

Na lokaciji poskusa krompir še ni bil vključen v pridelavo. Leta 2013 se je na parceli pridelovala koruza, leta 2014 pa ozimna pšenica. Pšenična slama je bila odpeljana, strnišče pa poškropljeno s herbicidom Touchdown System 4 (aktivna snov: glifosat, 36 %). Krompir so leta 2014 pridelovali na njivi, ki je 20 m oddaljena od naše poskusne parcele.

3.4 UPORABLJENI MATERIALI

3.4.1 Poskusna rastlina – krompir

3.4.1.1 Opis sorte

V poskusu smo uporabili srednje zgodnjo sorto labadia. Granulacija semenskih gomoljev je bila 28–35 mm. Sorta je znana po vsestranski uporabi, dobri skladiščni sposobnosti (ob neprenizki temperaturi) in je ustrezna za pridelavo na vseh talnih tipih. Gomolji so ovalni in srednje izenačeni, kožica je gladka in rumene barve, za odtenek svetlejše pa je meso krompirja. Pri gnojenju ne pretiravamo z dušičnimi gnojili, saj je za dobro nastavljanje gomoljev in dober pridelek potrebna majhna vsebnost dušika v tleh. Pred sajenjem je gomolje priporočljivo nakaliti. Pri tej sorti se pričakuje visok pridelek, z 20 % suhe snovi (KWS ..., 2015; Semenarna Ljubljana, 2014).

Preglednica 2: Tolerantnost sorte labadia na bolezni, viruse in ogorčice (KWS ..., 2015; Semenarna Ljubljana, 2014)

Škodljivi organizem	Tolerantnost sorte labadia
Rumena krompirjeva ogorčica (<i>Globodera rostochiensis</i>) patotip Ro1 (PCN Ro1)	zelo tolerantna
Rumena krompirjeva ogorčica (<i>Globodera pallida</i>) patotip Pa2 (PCN Pa2)	dovzetna
Krompirjev virus Y (PVY)	dovzetna
Krompirjeva plesen (<i>Phytophthora infestans</i>) na listih	srednje tolerantna
Krompirjeva plesen (<i>Phytophthora infestans</i>) na gomoljih	tolerantna
Črna listna pegavost krompirja (<i>Alternaria solani</i>)	tolerantna
Navadna krastavost (<i>Streptomyces scabies</i>)	srednje tolerantna
Krompirjev rak (<i>Synchytrium endobioticum</i>)	tolerantna

3.4.1.2 Tehnologija pridelave

Marca je bilo opravljeno oranje do globine 25 cm. Predsetvena priprava tal, ki smo jo opravili 13. 4. 2015, je vključevala dva prehoda z vrtavkasto brano do globine 15 cm pri 750 obratih na minuto. Med enim in drugim prehodom smo tla pognojili z gnojilom NPK 7-20-30 v količini 500 kg/ha. Sajenje (16. 4. 2015) je bilo opravljeno z dvovrstnim avtomatskim sadilcem Tehnos pri hitrosti 3 km/h. Razdalja med gomolji (razdalja v vrsti) je bila 30 cm, medvrstna razdalja pa je bila 75 cm. Globina sajenja je bila 10 cm. Proti plevelom smo zemljišče poškropili 20. 4. 2015 s herbicidom Plateen WG 41,5 (aktivna snov: metribuzin, 17,5 %) v odmerku 2,5 kg/ha pri porabi 300 l vode na hektar. V začetku junija (2. 6. 2015), pred sklenitvijo vrst, smo opravili strojno, mehansko okopavanje, takoj za tem pa smo krompir osuli. Nastal je greben trapezne oblike, visok 22 cm.

3.4.1.3 Analiza tal

Zadnji analitski rezultati talnih vzorcev iz leta 2006 kažejo na siromašno preskrbljenost tal. Vsebnost P_2O_5 je bila 3,8 mg na 100 g talnega vzorca, kar uvršča tla glede na mejne vrednosti po AL-metodi v razred A. Vsebnost K_2O je bila 7,5 mg na 100 g talnega vzorca, kar vzorec po metodi AL uvršča v razred A. Tla so bila rahlo kislá, pH je bil 6,4.

3.4.2 Propolis

Za namen poskusa smo uporabili tinkturo propolisa, ki je bila pripravljena po naslednjem postopku: nabrani propolis (v osnovi brez primesi lesa ali drugih nečistoč) je bil maceriran za čas enega meseca v 80-% etanolu. Razmerje propolisa in alkohola je bilo 1 : 6. Po tem času je sledila separacija tekočine in neraztopljenega dela propolisa. V raziskavi smo uporabili raztopljeni del propolisa, in sicer na način, da smo ga zmešali z vodo v ročni škropilnici. S tem pripravkom smo nato poškropili krompir. Propolis je bil pridelan na družinskem čebelarstvu Plut s Krvavčjega Vrha v Občini Semič.

3.4.3 Apnena moka

V poskusu je bila uporabljena naravna apnenčeva moka, dovoljena v ekološkem kmetijstvu. Nakup je bil opravljen v Kmetijski zadrugi Grosuplje. Proizvajalec Apnenec d.o.o. na pakiranju navaja vsebnost $CaCO_3$ višjo od 96 %, ter granulacijo 0–4 mm. Nanos na nadzemske dele krompirja smo opravili s siti, z velikostjo lukenj 1 mm. Kljub večji specificirani granulaciji ni prihajalo do mašenja lukenj na situ, kar je omogočilo enakomeren nanos moke po zgornji strani listne ploskve krompirja.

3.4.4 Briketi križnic

Za namen poskusa smo uporabili brikete križnic Biofence podjetja Triumph iz Italije. Briketi križnic so sestavljeni iz rastlinskih delov ali ostankov semen rastlin iz družine križnic. So cilindrično okrogle oblike, navadno stranski produkt pri pridelavi olja.

Proizvajalec Triumph navaja sledečo sestavo pripravka Biofence (Triumph Italia ..., 2015):

- organski dušik: 6,0 %;
- fosfor: 2,2 %;
- kalij: 2,0 %;
- organski ogljik: 45,0 %;
- voda: 4,0 %.

3.4.5 Apneni dušik

Apneni dušik je pogosto sestavni del mineralnih gnojil različnih proizvajalcev. V poskusu smo uporabili apneni dušik Perlka. Zastopnik Bird d.o.o. navaja, da gre za večfunkcijsko dušično gnojilo. Po proizvajalčevih navedbah proizvod deluje proti nekaterim talnim glivam in plevelom. Pri vnosu 1.000 kg/ha naj bi do sproščanja vodikovega cianamida prišlo šele deset dni po uporabi.

3.4.6 Ostala uporabljena sredstva za varstvo krompirja

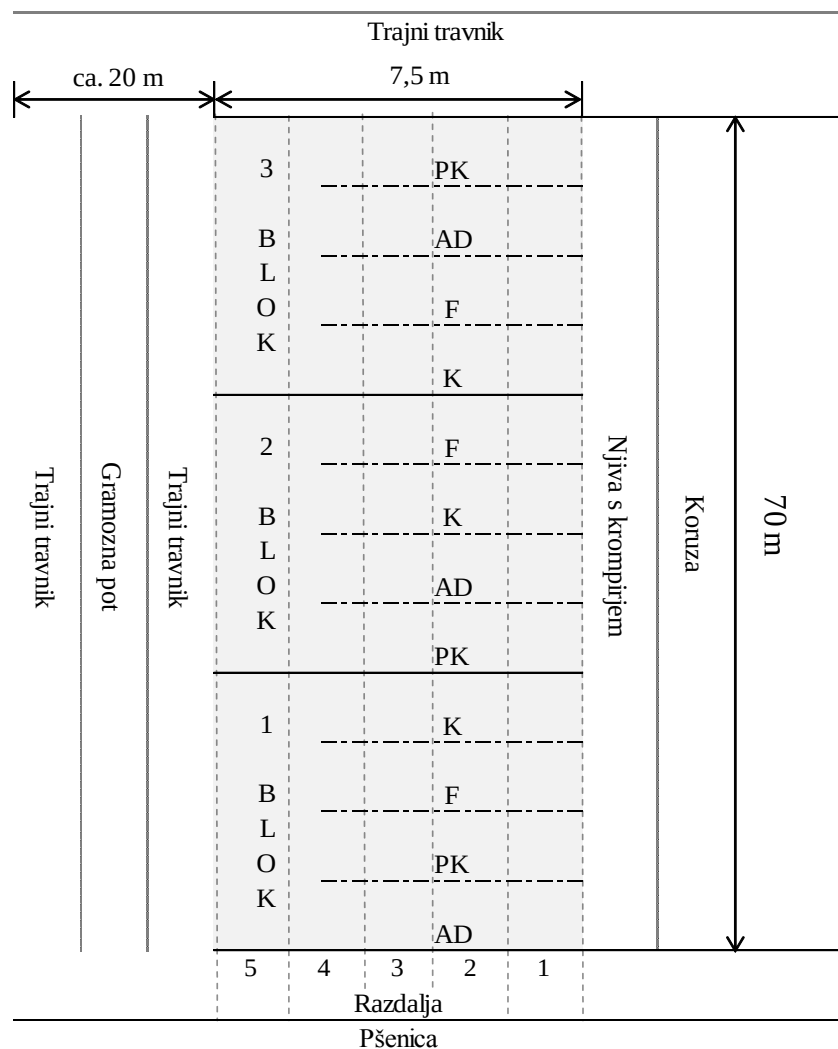
V poskus smo kot samostojno obravnavanje vključili tudi pozitivno kontrolo (F), v kateri smo uporabljali sintetična sredstva za varstvo krompirja pred boleznimi in škodljivci, ki so splošno v uporabi. V ta namen smo uporabili insekticida Force 1,5G (aktivna snov: teflutrin, 0,15 %) in Actara 25 WG (aktivna snov: tiametoksam, 25 %) ter fungicide Ortiva 250 SC (aktivna snov: azoksistrobin, 25 %), Neemazal T/S (aktivna snov: azadirachtin A, 1 %), Shirlan 500 SC (aktivna snov: fluazinam, 50 %), Polyram DF (aktivna snov: metiram, 70 %). Nanos in mešanje sta bila opravljena po navodilih proizvajalca. Za več glej Priloga A in Priloga B.

3.5 ZASNOVA POSKUSA

Poskus je bil zasnovan na zahodnem delu Laboratorijskega polja Biotehniške fakultete. Površino v velikosti 522 m² (dolžina 70 m, širina 7,5 m) smo razdelili v tri bloke, v vsakem bloku so bila naključno razporejena štiri obravnavanja: PK, AD, F in K (slika 4). Tako je bilo v poskusu skupno 12 parcel. Vsaka je bila velika 43,5 m² (5,8 m dolga in 7,5 m široka). Med rastno dobo smo na krompirju spremljali napad koloradskega hrošča (*Leptinotarsa decemlineata*) in ocenjevali okužbe s krompirjevo plesnijo (*Phytophthora infestans*) in črno listno pegavostjo krompirja (*Alternaria solani*). Na listih smo opazili tudi listne uši (*Aphididae*), ker pa jih je bilo malo, jih nismo načrtno spremljali in zatirali.

Po izkopu smo ovrednotili pridelek (granulacijo, maso pridelka) in ocenili poškodovanost gomoljev zaradi strun (*Agriotes* spp.). Po končanem praktičnem delu je sledila obdelava podatkov, zbranih med celotnim obdobjem poskusa. Za namen nanosa sredstev za varstvo krompirja smo uporabili dve škropilnici znamke Solo. Nahrbtna škropilnica z rezervoarjem 12 l je bila namenjena nanosu propolisa, ročna škropilnica z rezervoarjem 8 l pa nanosu

konvencionalnih pripravkov. Brikete križnic in apneni dušik smo posuli ročno v neposredno bližino stebel krompirja, nekaj ur pred osipanjem. Vsa dela v nasadu med rastno dobo so bila opravljena v dopoldanskih urah, med 8. in 12. uro.



Slika 4: Shematski prikaz poskusne parcele; njiva se nahaja na koordinatah 46°02'55.2"N in 14°28'05.9"E

3.8 POTEK POSKUSA Z RAZLIČNIMI PRIPRAVKI

V preglednici 3 so prikazani pripravki, ki smo jih uporabili v posameznem obravnavanju. Za lažjo predstavbo je prikazana poraba pripravkov na hektarsko enoto in enoto obravnavanja. Število aplikacij predstavlja število, kolikokrat smo v rastni sezoni uporabili določeni pripravek. Zadnji stolpec se nanaša na strošek posameznega pripravka, vezanega na hektarsko enoto, in predstavlja maloprodajno ceno materiala brez popustov.

Preglednica 3: V raziskavi uporabljeni pripravki

Interne oznake obravnavanj	Sredstvo	Porabljen material ob enkratni aplikaciji		Število aplikacij	Strošek sredstev
		ha	43,5 m ²		
PK	Briketi križnic	2000 kg	8,7 kg	1	2300 €/ha
	Propolis	1000 ml pri porabi 1000 l vode	43,5 ml pri porabi 4,35 l vode	6	120 €/ha
	Apnena moka	690 kg	3 kg	3	od 22 do 140 €/ha
AD	Apneni dušik	10000 kg	4,35 kg	1	651 €/ha
	Propolis	500 ml pri porabi 1000 l vode	21,75 ml pri porabi 4,35 l vode	6	60 €/ha
	Apnena moka	345 kg	1,5 kg	3	od 11 do 70 €/ha
Pozitivna kontrola F	Force	5 kg	21,75	1	45 €/ha
	Polyram	2 kg pri porabi 1000 l vode	8,7 g pri porabi 4,35 l vode	3	18,4 €/ha
	Actara 25 WG	80 g pri porabi 600 l vode	0,35 g pri porabi 2,61 l vode	2	22,88 €/ha
	Shirlan	0,5 l pri porabi 600 l vode	2,18 ml pri porabi 2,61 l vode	3	45 €/ha
	Ortiva	0,5 l pri porabi 600 l vode	2,18 ml pri porabi 2,61 l vode	3	39,5 €/ha
	Neemazal	1,9 l pri porabi 766,28 l vode	8,3 ml pri porabi 3,3 l vode	1	114 €/ha
Negativna kontrola K	Brez uporabe sredstev				

Preglednica 4: Dnevnik delovnih opravil (nanos pripravkov) in sprotnih opažanj med rastno dobo 2015

	Dnevnik opravil	16. 4.	15. 5.	29. 5.	2. 6.	22. 6.	30. 6.	10. 7.	17. 7.	31. 7.
Opažanja	Sajenje	x								
	Vznik		x							
	Opazimo prve koloradske hrošče			x						
	Osipanje				x					
AD	Apneni dušik, 13,05 kg				x					
	Apnena moka, 4,5 kg					x	x		x	
	Propolis, 65,25 ml				x	x	x	x	x	x
F	Force, 65,25 g				x					
	Polyram, 26,1 g				x	x				x
	Ortiva, 6,52 ml						x	x	x	
	Shirlan, 6,52 ml						x	x	x	
	Actara, 1,04 g						x		x	
	Neemazal, 25 ml					x				
K	/									
PK	Peleti križnic, 26,1 kg				x					
	Apnena moka, 9 kg					x	x		x	
	Propolis, 130,5 ml				x	x	x	x	x	x

3.6 PRIDOBIVANJE PODATKOV

Za namen ugotavljanja robnega učinka smo posamezna obravnavanja in njihove ponovitve razdelili v podvzorke, ki so bili nabrani iz dveh grebenov (vrst) skupaj. Razdalja 1 predstavlja prva dva grebena, ki sta bila bližje sosednji parceli, kjer je rasel krompir, razdalja 5 pa predstavlja 9. in 10. greben, ki meji na dvometrski pas trajnega travnika, ki mu sledi trimetrski pas – z gramozom nasuta cesta, ta meji z deset metrov širokim pasom travnika. Pasovi so vzdolž celotne parcele (slika 4).

Štetje poškodb (izvrtin) krompirja zaradi strun smo opravili po pravilu ter sortiranju pridelka. Za določanje vpliva sosednjega zemljišča na številčnost poškodb zaradi strun smo med spraviom v en vzorec vsakega obravnavanja dali po dva grebena krompirja skupaj (skupno število grebenov na polju je bilo deset). Tako je bilo posamezno obravnavanje razdeljeno na pet podvorcev.

Nato smo podvorce sortirali po debelini;

- F1, ki je predstavljala debelino do 4 cm;
- F2, debeline med 4 in 5 cm,
- F3, ki je predstavljala debelino nad 5 cm.

Med sortiranjem smo po naključju izbrali po sedem krompirjev vsake frakcije (F1, F2, F3) vsakega podvzorca. Skupno smo pregledali 1260 gomoljev krompirja ($12 \text{ obravnavanj} \times 5 \text{ podvzorcev} \times 3 \text{ frakcije} \times 7 \text{ gomoljev}$).

Za ocenjevanje okuženosti listne površine krompirja s črno listno pegavostjo krompirja (*Alternaria solani*) smo uporabili numerično lestvico EPPO.

Vrednosti na lestvici (EPPO/OEPP, PP 1/263 (1), 2008):

- 1 – brez okužbe;
- 2 – okužene 1–5 % listne površine rastline;
- 3 – okužene 6–10 % listne površine rastline;
- 4 – okužene 11–20 % listne površine rastline;
- 5 – okužene 21–50 % listne površine rastline;
- 6 – okužene več kot 50 % listne površine rastline.

Število osebkov različnih razvojnih stadijev koloradskega hrošča se je znotraj vsake ponovitve, vsakega obravnavanja ugotavljalo na petih naključno izbranih zaporednih rastlinah. Prvo štetje je bilo opravljeno 22. 6. 2015, temu je sledilo še pet opazovanj do vključno 7. 8. 2015.

Hektarski pridelek smo izračunali tako, da smo količino pobranega krompirja znotraj obravnavanja ustrezno pomnožili s pridelovalno površino ter dobljeni rezultat preračunali na površino enega hektarja.

3.7 OBDELAVA PODATKOV

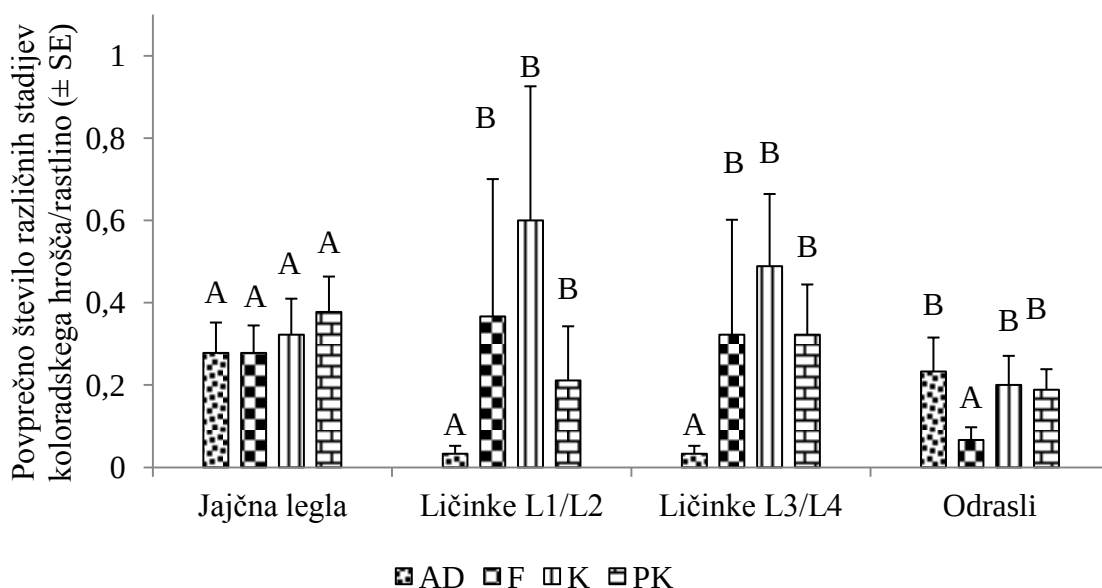
Rezultate poskusa smo statistično ovrednotili s programom Statgraphics Centurion XVI. Z analizo variance (ANOVA) in Student-Newman-Keulsovim preizkusom mnogoterih primerjav smo ovrednotili razlike v povprečnem indeksu okužbe s črno listno pegavostjo krompirja (*A. solani*) med posameznimi obravnavanji. Razlike v pridelku med obravnavanji in posameznimi frakcijami smo ovrednotili z analizo variance (ANOVA) in Student-Newman-Keulsovim testom mnogoterih primerjav ($P \leq 0,05$). Prav tako smo na enak način med obravnavanji ovrednotili tudi razlike v številu različnih razvojnih stadijev koloradskega hrošča in številu poškodb gomoljev zaradi strun.

4 REZULTATI

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

4.1.1 Generalna statistična analiza

Rezultati poskusa kažejo, da je bilo v obravnavanjih, kjer smo uporabili apneno moko (AD, PK), v povprečju manjše število mladih ličink koloradskega hrošča, kar je za pridelovalca pozitivno.



Slika 5: Povprečno število jajčnih legel, ličink in odraslih osebkov koloradskega hrošča na rastlino v štirih obravnavanjih v vseh terminih opazovanja (Biotehniška fakulteta, 2015)

Slika 5 prikazuje, da med obravnavanji v povprečju ni bilo ugotovljenih signifikantnih razlik v povprečnem številu jajčnih legel na rastlino. Največje število jajčnih legel je bilo v obravnavanju PK ($0,38 \pm 0,09$), najmanjše pa v obravnavanjih F ($0,28 \pm 0,07$) in AD ($0,28 \pm 0,07$). Povprečno število odraslih osebkov je bilo signifikantno najmanjše v obravnavanju F ($0,07 \pm 0,03$), pri ličinkah stopnje L1–L2 pa nismo potrdili signifikantnih razlik med obravnavanji F, K, PK ter med AD in F.

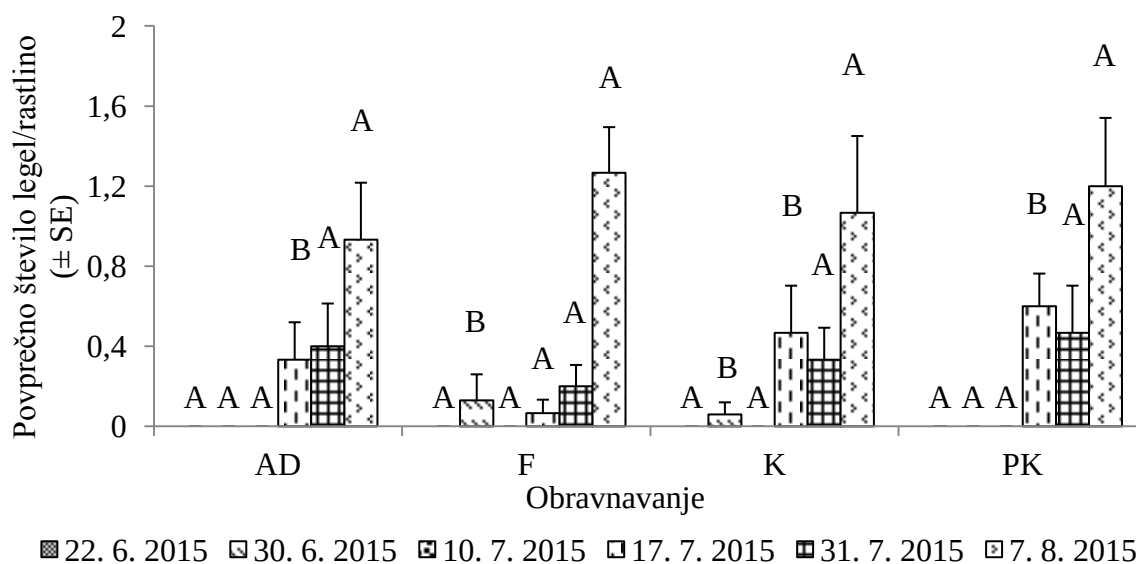
Obravnavanje AD ($0,03 \pm 0,02$) se je signifikantno razlikovalo od ostalih obravnavanj po najmanjšem številu ličink stopnje L3–L4. Povprečno število ličink obeh stopenj (L1–L2 in L3–L4) je bilo najvišje pri kontrolnem obravnavanju K. Razlika v tem primeru med obravnavanji F, K in PK ni bila signifikantna.

4.1.2 Individualna statistična analiza

Na slikah 9–12 je prikazana dinamika številčnosti posameznih razvojnih stadijev koloradskega hrošča v vseh štirih obravnavanjih.

4.1.2.1 Jajčna legla

Ugotovili smo, da so bile razlike v številu jajčnih legel v vseh dneh štetja v vseh obravnavanjih minimalne (slika 6). Signifikantno največje število legel pri vseh obravnavanjih je bilo ugotovljeno pri zadnjem štetju, 7. 8. 2015. Povprečno največje število legel je bilo ugotovljeno na obravnavanju F ($1,27 \pm 0,23$), 7. 8. 2015.

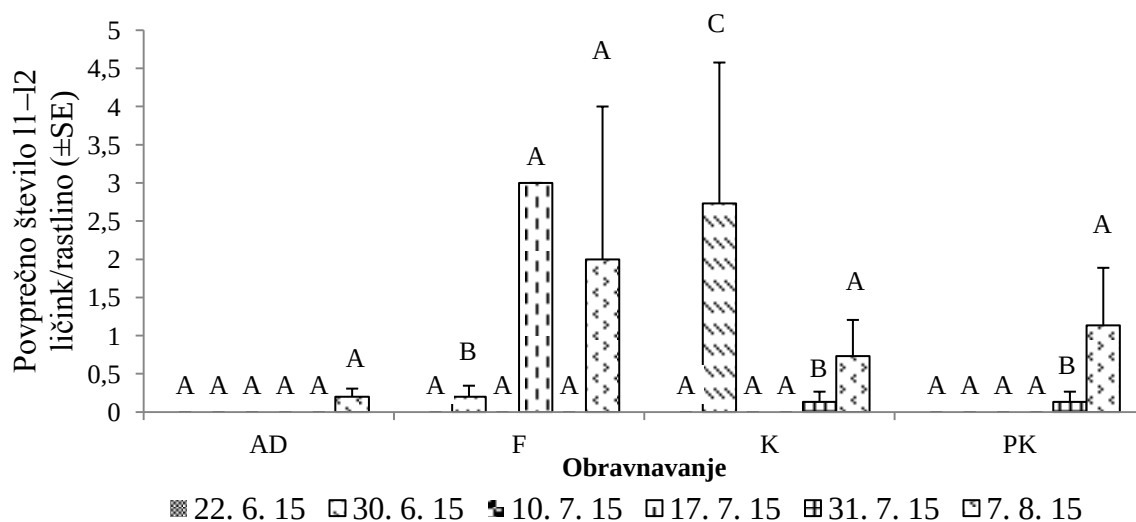


Slika 6: Povprečno število jajčnih legel/rastlino ($\pm$ SE) v šestih terminih opazovanja (Biotehniška fakulteta, 2015)

Obravnavanji AD in PK se nista signifikantno razlikovali v nobenem terminu opazovanja. Ugotovljeno je bilo, da je bilo v povprečju največ jajčnih legel v obravnavanju PK ($0,38 \pm 0,12$ legla/rastlino), sledilo je obravnavanje K ($0,32 \pm 0,14$ legla/rastlino), nato pa obravnavanje AD ($0,28 \pm 0,11$ legla/rastlino). Najmanj jajčnih legel na rastlino smo našli v obravnavanju F ($0,28 \pm 0,09$ legla/rastlino).

4.1.2.2 Ličinke L1–L2

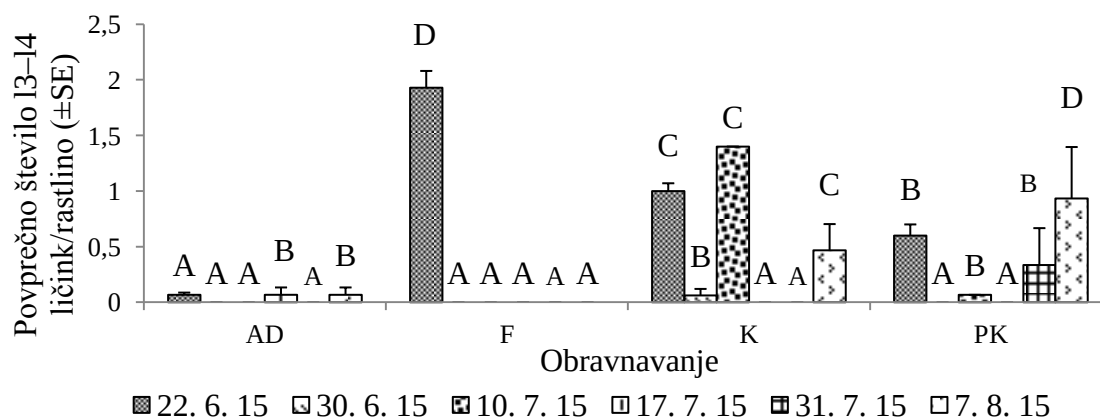
V povprečju je bilo največ ličink stopnje L1–L2 ugotovljenih v obravnavanju F ($0,87 \pm 0,36$ ličink/rastlino), sledili sta obravnavanji K ($0,60 \pm 0,41$ ličink/rastlino) in PK ($0,21 \pm 0,15$ ličink/rastlino), najmanj mladih ličink na rastlino pa je bilo v obravnavanju AD ($0,03 \pm 0,02$ ličink/rastlino) (slika 7).



Slika 7: Povprečno število ličink stopnje L1-L2/rastlino (± SE) v šestih terminih opazovanja (Biotehniška fakulteta, 2015)

4.1.2.3 Ličinke L3-L4

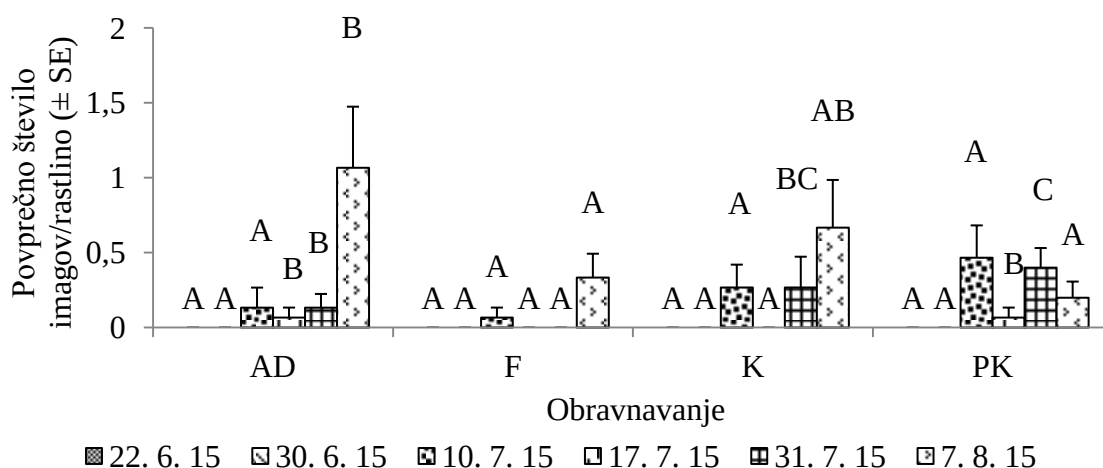
Pri ugotavljanju števila ličink stopnje L3-L4 je bilo ugotovljenih več signifikantno različnih rezultatov. Tako je bilo signifikantno največ ličink pri prvem šteju, 22. 6. 2015, pri obravnavanju F ($1,93 \pm 0,15$ ličink/rastlino), signifikantno najmanj ličink v tem terminu štetja pa je bilo ugotovljeno pri obravnavanju AD ($0,07 \pm 0,02$ ličink/rastlino). V poznejših terminih opazovanja pri obravnavanju F v povprečju ni bilo ugotovljenih ličink stopnje L3-L4. Skozi celoten čas opazovanja smo v povprečju največ ličink ugotovili pri obravnavanju, ki je služilo kontroli (K), in sicer $0,49 \pm 0,03$, najmanj pa na obravnavanju AD ($0,03 \pm 0,03$) (slika 8).



Slika 8: Povprečno število ličink stopnje L3-L4/rastlino (± SE) v šestih terminih opazovanja (Biotehniška fakulteta, 2015)

4.1.2.4 Odrasli osebk

Slika 9 kaže, da se 7. 8. 2015 število imagov med obravnavanji K in AD ni signifikantno razlikovalo. Na ta dan se število imagov ni signifikantno razlikovalo tudi v obravnavanjih F, K in PK. V času štetja, ki je potekalo 22. 6. 2015 in 30. 6. 2015, v nobenem obravnavanju nismo opazili imagov. V povprečju je bilo najmanj imagov opaženih pri obravnavanju F ($0,07 \pm 0,04$), sledili sta obravnavanji PK ($0,20 \pm 0,09$) in K ($0,20 \pm 0,11$). Največ imagov je bilo v povprečju ugotovljenih v obravnavanju AD ($0,23 \pm 0,12$).

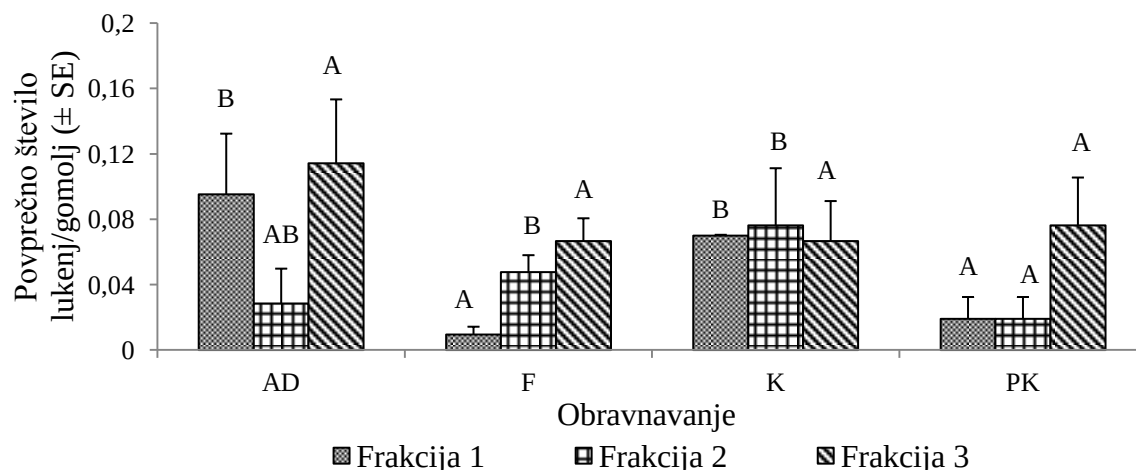


Slika 9: Povprečno število imagov/rastlino ($\pm$ SE) v šestih terminih opazovanja (Biotehniška fakulteta, 2015)

4.2 STRUNE (*Agriotes* spp.)

4.2.1 Generalna statistična analiza

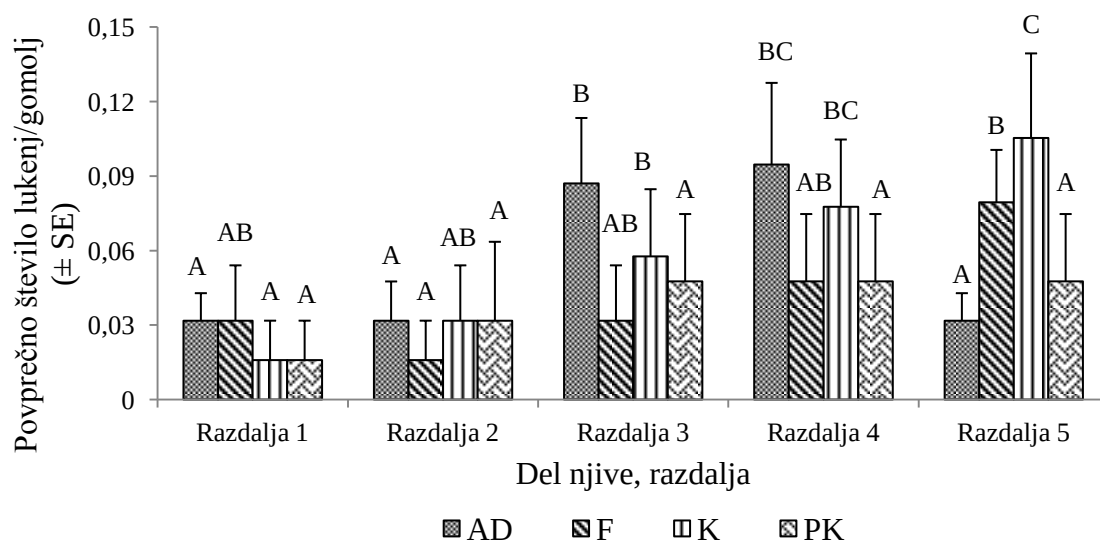
Signifikantnih razlik v številu poškodb zaradi strun na gomoljih frakcije 1 nismo ugotovili med obravnavanjema F ($0,01 \pm 0,005$) in PK ($0,02 \pm 0,013$) ter med obravnavanjema AD ($0,10 \pm 0,04$) in K ($0,07 \pm 0,001$). V slednjih dveh obravnavanjih smo ugotovili več poškodb kot pri prvih dveh. Pri frakciji 2 smo signifikantno najmanj poškodb zabeležili pri obravnavanjih PK ($0,02 \pm 0,013$) in AD ($0,03 \pm 0,021$), a se obravnavanje AD ni signifikantno razlikovalo od obravnavanj F ($0,05 \pm 0,010$) in K ($0,08 \pm 0,04$). Pri frakciji 3 med obravnavanji ni bilo signifikantnih razlik. Na podlagi rezultatov poskusa, ki so prikazani na sliki 10, ne moremo potrditi, da debelina krompirja vpliva na število poškodb zaradi strun (slika 10).



Slika 10: Povprečno število lukenj zaradi strun na gomolj; črke predstavljajo razlike znotraj ene frakcije med obravnavanji (Biotehniška fakulteta, 2015)

4.2.2 Individualna statistična analiza

Pri obravnavanju AD smo signifikantno največ poškodb našli v gomoljih z osrednjega dela parcele, od 5. do 8. vrste nasada krompirja. Na parcelah 1, 2 in 5 v omenjenem obravnavanju ni bilo signifikantnih razlik v povprečnem številu poškodb na gomolj. Prav tako ni bilo signifikantnih razlik pri obravnavanju F na parcelah 1–4 ter na parcelah 5, 4, 3 in 1. Pri obravnavanju K, kjer nismo uporabili nobenega sredstva za varstvo rastlin, se je izkazalo, da se je povprečno število poškodb postopoma zmanjševalo z oddaljevanjem od travnika. Tako smo na parceli 1 zabeležili $0,02 \pm 0,016$ luknje, na parceli 5 pa $0,11 \pm 0,03$ luknje. Vzorci gomoljev iz obravnavanja PK se na nobeni parceli niso značilno razlikovali. V tem obravnavanju smo zabeležili tudi skupno najmanjše število lukenj (slika 11).

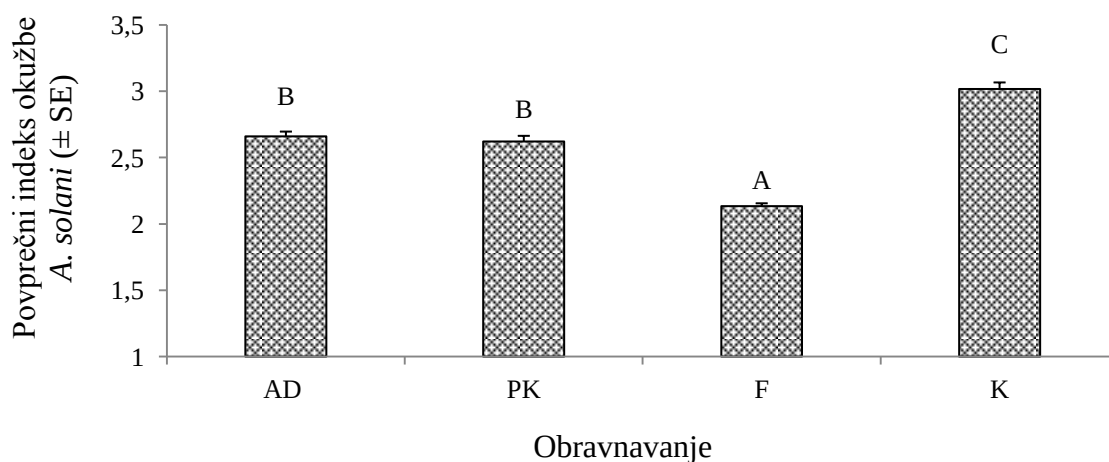


Slika 11: Povprečno število lukenj na gomolj glede na oddaljenost vrst od roba njive; črke predstavljajo razlike znotraj istega obravnavanja, a v različni oddaljenosti od roba njive (Biotehniška fakulteta, 2015)

4.3 ČRNA LISTNA PEGAVOST KROMPIRJA (*Alternaria solani* [Ellis & Martin] L. R. Jones & Grout)

4.3.1 Generalna statistična analiza

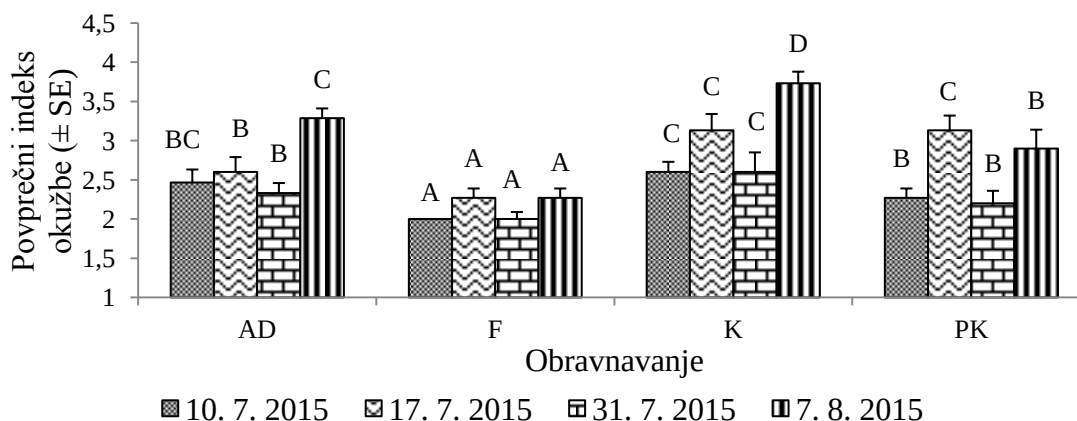
Povprečni indeks okužbe je bil signifikantno najvišji pri obravnavanju K ($3,0 \pm 0,05$), pri katerem krompirja nismo tretirali z nobenim pripravkom. Med obravnavanjema, kjer smo uporabili propolis, ni bilo signifikantnih razlik, medtem ko je bil indeks okužbe pri obeh signifikantno manjši kot pri obravnavanju K ter signifikantno večji kot pri obravnavanju, kjer smo uporabili sintetične fungicide (F) (slika 12).



Slika 12: Povprečni indeks okužbe listov krompirja s črno listno pegavostjo krompirja v štirih obravnavanjih (Biotehniška fakulteta, 2015)

4.3.2 Individualna statistična analiza

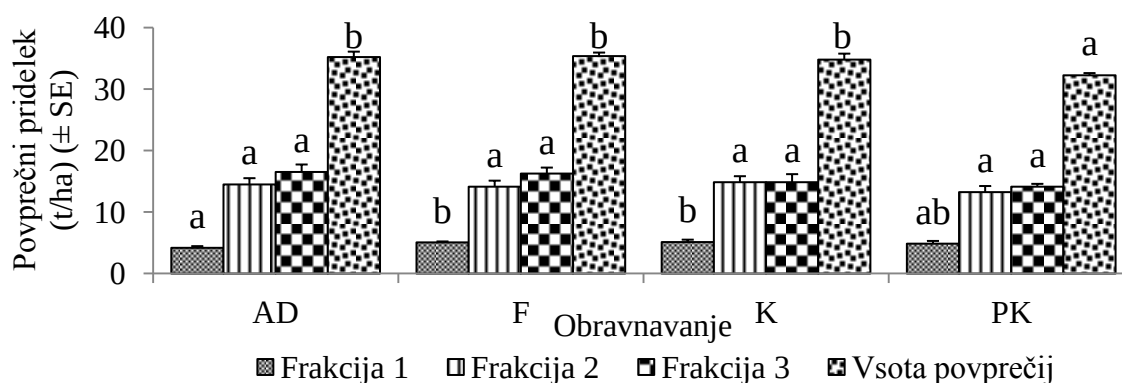
V rastni dobi smo izvedli štiri ocenjevanja, kjer smo določali okuženost listov krompirja s črno listno pegavostjo krompirja. Signifikantno najmanjši ($2,1 \pm 0,08$) povprečni indeks okužbe pri vseh štirih terminih smo izmerili v obravnavanju F. Povprečni indeks okužbe je bil signifikantno največji 7. 8. 2015 pri obravnavanju K, in sicer $3,7 \pm 0,15$. Povprečni indeks okužbe pri štirih terminih opazovanja pri obravnavanju AD je bil $2,7 \pm 0,15$, medtem ko smo na obravnavanju PK zabeležili povprečni indeks okužbe $2,6 \pm 0,18$ (slika 13).



Slika 13: Povprečni indeks okužbe listov krompirja s črno listno pegavostjo krompirja v štirih obravnavanjih v štirih terminih ocenjevanja (Biotehniška fakulteta, 2015)

4.4 PRIDELEK KROMPIRJEVIH GOMOLJEV

Povprečni pridelek, ki je prikazan na sliki 14, je količina krompirja, preračunana na hektar, glede na pridelek znotraj posameznega obravnavanja.



Slika 14: Povprečni pridelek krompirja v treh frakcijah in skupni pridelek v štirih obravnavanjih (Biotehniška fakulteta, 2015)

Signifikantno najmanjši pridelek frakcije 1, ki predstavlja tržno nezanimiv pridelek, smo ugotovili v obravnavanjih AD ter PK. Pridelek frakcije 1 v obravnavanjih F, K in PK se ni signifikantno razlikoval. Največji skupni pridelek (35,4 t/ha) smo dosegli v obravnavanju F, ki predstavlja pozitivno kontrolo. Obravnavanju F je sledilo obravnavanje AD, kjer smo v primerjavi z obravnavanjem PK uporabili polovično količino propolisa in apnene moke. Pridelek obravnavanja AD je bil 35,2 t/ha. V negativni kontroli (K) smo pridelali 585 kg/ha manj kot pri obravnavanju, kjer smo dosegli največji pridelek. Signifikantno najmanjši pridelek smo ugotovili pri obravnavanju PK, in sicer 32,2 t/ha.

V primeru, da izvzamemo tržno nezanimivo frakcijo 1, ugotavljamo, da smo največjo maso (31 t/ha) tržno zanimivega pridelka ugotovili v obravnavanju AD, kjer bi lahko pridelali dobrih 700 kg/ha več tržno zanimivega pridelka kot pri drugouvrščenemu obravnavanju F s 30,3 t/ha. Po količini pridelka se tretje in četrto mesto ne spremeni – K z 29,7 t/ha in PK s 27,4 t/ha.

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

5.1 RAZPRAVA

V sklopu poljskega poskusa smo leta 2015 na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani opravili nanos okoljsko sprejemljivih, a v praksi še neuveljavljenih snovi za varstvo rastlin pred škodljivci in boleznimi. Te snovi so bile propolis, briketi križnic, apnena moka in apneni dušik. Poskus smo opravili na krompirju sorte labadia.

Predpostavljali smo, da bo mogoče z izbranimi okoljsko sprejemljivimi snovmi zmanjšati številčnost preučevanih škodljivcev in obseg okužb, povzročenih s strani povzročiteljev bolezni, ter s tem pridelati krompir brez uporabe sintetičnih FFS. Največji izziv našega poskusa je bil zavarovati krompir pred škodljivci (strunami, koloradskim hroščem) ter boleznimi (črno listno pegavostjo krompirja in krompirjevo plesnijo).

Dobljene rezultate smo primerjali z rezultati obravnavanja, v katerem smo uporabili kemična sredstva, ki so bila dovoljena v integrirani pridelavi. Za lažje vrednotenje dobljenih rezultatov smo uporabili tudi negativno kontrolo, kjer krompirja nismo tretirali z nobenim sredstvom.

Laboratorijski testi, ki so jih opravili Yusuf in sod. (2005), kažejo na spodbudne rezultate uporabe propolisa za namen varstva rastlin pred boleznimi. V našem primeru smo ugotovili statistično manjši obseg okužb krompirjevih listov s črno listno pegavostjo krompirja na rastlinah, ki smo jih tretirali s propolisom, v primerjavi s kontrolnim obravnavanjem, kjer krompirja nismo škropili. Rezultati naše raziskave so pokazali, da med obravnavanjema s propolisom nismo ugotovili signifikantnih razlik v okuženosti listne površine, čeprav je bila v enem uporabljena le polovična koncentracija propolisa. Glede na relativno visoko ceno propolisa bi bilo smiselno nadalje preučiti možnost uporabe še manjše koncentracije propolisa. Na podlagi izkušenj in opazovanj, pridobljenih med teoretičnim in praktičnim delom, predlagamo testiranje novih metod priprave ekstrakcije propolisa za namen varstva rastlin.

Tylkowski in sod. (2009) navajajo, da propolis sestavljajo pretežno v vodi netopne snovi (45 % smole, 30 % vosek in maščobne kisline, 10 % eterična olja, 5 % cvetni prah in 10 % organske spojine in minerali ...), kar smo opazili tudi v svojem poskusu. Ob stiku vode in raztopine propolisa v etanolu se namreč na površju tvori tanek film propolisa. Predvidevamo, da se takrat v pretežnem deležu ločijo snovi, ki bi lahko imele pozitiven učinek pri varstvu rastlin. Kljub mešanju škropilne raztopine pred in med uporabo menimo, da se je določena količina hidrofobnih snovi (smol, voskov, maščobnih kislin, olj idr.) oprijela notranjih delov škropilnice ter tako ni bila razpršena po rastlinah.

Iz rezultatov sklepamo, da se je kljub težavam pri mešanju z vodo določeni količini propolisa uspelo oprijeti delov rastlin in s tem doseči želeni učinek, ki pa ni bil

signifikantno različen med dvema različnima koncentracijama škropilne brozge propolisa, s katerima smo tretirali rastline. Predvidevamo, da bi, če bi nam uspelo celotno količino raztopine propolisa enakomerno razpršiti po rastlinah, dosegli boljši učinek. Za to bi bilo treba vodo nadomestiti z drugačnim topilom.

Po opravljeni analizi rezultatov je bilo ugotovljeno, da se je število poškodb na gomoljih, nastalih zaradi delovanja strun, zviševalo v smeri trajnega travnika. Do ugotovitve, da je število strun višje ob robovih parcel, so prišli tudi Laznik in sod. (2013). Naša raziskava ni potrdila ugotovitev Laznika in sod. (2013), da debelina gomoljev vpliva na število poškodb zaradi strun.

V želji po zmanjševanju FFS, kar je tudi cilj trajnostne rabe FFS, sta se kot ustrezna nadomestka sintetičnim insekticidom izkazali obravnavanji, kjer smo za preprečevanje poškodb strun uporabili brikete križnic in apneni dušik (Nacionalni ..., 2012).

Mineralizacija ter posledično sproščanje snovi je pri apnenem dušiku, ki je mineralnega izvora, hitrejša kakor pri briketih križnic iz organskih snovi, kar lahko pomeni krajši čas delovanja apnenega dušika. Posledično so bili tudi rezultati obravnavanja AD v primerjavi z obravnavanji PK in F nekoliko slabši. V želji po še boljših rezultatih pa predlagamo v času pred sklenitvijo vrst večkratno uporabo tako briketov križnic kot tudi apnene moke. Ta je lahko sočasna z mehanskim zatiranjem plevela.

Največ tržnega pridelka krompirjevih gomoljev smo pridelali s tehnologijo, kjer smo uporabili polovični odmerek propolisa in apnene moke ter apneni dušik. Količinsko več srednje debelih in debelih gomoljev pripisujemo delovanju apnenega dušika kot dušičnega gnojila. Količinsko najmanj pridelka je bilo v obravnavanju PK. Razlog je lahko fitotoksični učinek enega izmed uporabljenih sredstev v tem obravnavanju. Verjetno je zaradi apnene moke na listih krompirja prišlo do zmanjšanja fotosintetske aktivnosti. Farmer (1991) je preučeval vpliv praha iz kamnolomov na okoliško rastlinstvo. Odkril je, da kameni prah negativno vpliva na rast in razvoj rastlin. Izpostavljene rastline imajo slabšo kalivost pelodnih zrn, zmanjša se transpiracija, rast, fotosinteza, na listih se pojavijo nekrotična tkiva itn.

Rezultati naše raziskave kažejo, da apnena moka vpliva na manjšo številčnost koloradskega hrošča. Predlagamo izboljšanje metode nanosa, predvsem v smeri razpihovanja moke po listih. Po nanosu propolisa na rastlinah ni prišlo do vidnih fizioloških sprememb. Kljub dvojnimi količinami porabljenih sredstev pri obravnavanjih AD in PK nismo potrdili podvojenega učinka. Dvojni vložek v sredstva na podlagi rezultatov tako ne upraviči prvotnega namena.

Na širšem območju Biotehniške fakultete, kjer vzporedno poteka še vrsta drugih poskusov, do septembra ni prišlo do okužb s krompirjevo plesnijo, kar kaže na ugodno leto za

pridelavo krompirja. Posledično smo pri kontrolnem obravnavanju med celotno rastno dobo, vključno s končnim pridelkom, beležili relativno dobre rezultate.

5.2 SKLEPI

Rezultati poljskega poskusa so pokazali, da smo največ tržnega pridelka (31 t/ha) pridelali po metodi, kjer smo uporabili polovični odmerek propolisa in apnene moke ter apneni dušik.

Rezultati raziskave kažejo, da apnena moka vpliva na manjšo številčnost koloradskega hrošča.

V primerjavi z negativno kontrolo smo ugotovili statistično manjši obseg okužb krompirjevih listov s črno listno pegavostjo krompirja na rastlinah, ki smo jih tretirali s propolisom,

Število poškodb na gomoljih krompirja, nastalih zaradi delovanja strun, se je povečevalo v smeri trajnega travnika.

Apneni dušik in peleti križnic so se izkazali kot ustrezen nadomestek sintetičnim FFS.

Količinsko več srednje debelih in debelih gomoljev smo pridelali v obravnavanju, kjer smo uporabili apneni dušik, propolis in apneno moko.

Pri obravnavanju, kjer smo uporabili apneno moko, brikete križnic in propolis, smo pridelali količinsko najmanj krompirja (27,4 t/ha). To pripisujemo fitotoksičnemu učinku enega izmed uporabljenih sredstev – najverjetneje apnene moke.

6 POVZETEK

Krompir je v svetu ena izmed najbolj pomembnih poljščin. Slaba stran pridelave krompirja je njegova občutljivost na številne bolezni in škodljivce. V letu 2015 smo preučevali možnost uporabe ekološko sprejemljivih snovi – propolisa, apnene moke in briketov križnic – in apnenega dušika za zmanjševanje poškodb, nastalih zaradi koloradskega hrošča (*Leptinotarsa decemlineata*), strun (*Agriotes* spp.) in okužb zaradi črne listne pegavosti krompirja (*Alternaria solani*).

Poskus smo zasnovali na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani s krompirjem sorte labadia. Pridelovalno zemljišče smo razdelili v tri bloke, znotraj katerih smo naključno razporedili štiri obravnavanja: AD (propolis – 21,75 ml, apnena moka – 1,5 kg, apneni dušik – 4,35 kg), pozitivna kontrola – F (sintetična sredstva za varstvo rastlin), negativna kontrola – K (brez uporabe sredstev za varstvo rastlin) in obravnavanje PK (briketi križnic – 8,7 kg, apnena moka – 3,0 kg, propolis – 43,5 ml). Brikete križnic in apneni dušik smo zadelali v tla ob osipanju krompirja. Ostala sredstva za varstvo pred listnimi boleznimi in škodljivci smo nanašali med rastno dobo glede na vremenske razmere in korenčno dobo sredstev.

Propolis je bil pridelan na družinskem čebelarstvu Plut s Krvavčjega Vrha v Občini Semič. Propolis je bil pridobljen iz čebeljih družin avtohtone pasme kranjska sivka. Propolis je bil maceriran en mesec v 80-% etanolu. Razmerje propolisa in alkohola je bilo 1 : 6. Po končani maceraciji je sledila ločitev usedline. Tako pripravljeno tinkturo smo zmešali z vodo in nanесли na liste krompirja. Apnena moka granulacije 0–4 mm, ki smo jo koristili pri raziskavi, je bila nabavljena pri KZ Grosuplje. Nanos na nadzemske dele krompirja smo opravili s siti z luknjami premera 1 mm. Apneni dušik Perlka in pelete križnic italijanskega proizvajalca Triumph smo ročno potrosili v neposredno bližino stebel tik pred okopavanjem in osipanjem krompirja. V rastni dobi smo opravili šest opazovanj, kjer smo ugotavljali številčnost koloradskega hrošča, 4-krat smo ocenjevali okuženost listov s črno listno pegavostjo, poškodbe strun pa smo ugotavljali po spravi pridelka.

Naša raziskava je potrdila hipotezo, da je mogoče z okoljsko sprejemljivimi snovmi zmanjšati številčnost preučevanih škodljivcev in obseg okužb, povzročenih s strani povzročiteljev bolezni, ter s tem pridelati krompir brez uporabe sintetičnih FFS. Z uporabo apnenega dušika smo pridelali večji delež debelih in srednje debelih gomoljev krompirja (31 t/ha). Propolis se je izkazal kot učinkovina, ki bi jo bilo treba še raziskati. Kljub težavam pri nanosu so rezultati spodbudni. Z večanjem količine apnene moke smo, glede na končni pridelek, dosegli zaviralni učinek.

Pridelovalno leto 2015 je bilo na širšem območju poskusa relativno ugodno za pridelavo krompirja. Nekatere bolezni, kot je krompirjeva plesen, se tega leta sploh niso pojavile. Temu primerni so tudi rezultati negativne kontrole, kjer smo zabeležili pridelek (29,6 t/ha), ki je bil nad pričakovanji.

7 VIRI

- Al-Mughrabi K. I. Control of potato storage conditions for the management of post harvest losses due to diseases. Potato development centre New Brunswick department of agriculture and aquaculture.
http://www.hortcouncil.ca/uploads/file/English/Canadian%20Potato%20Council/Potato_Storage_Management_Fact_Sheet_English_Final.pdf (18. avg. 2015)
- Alptekin Y. 2011. Integrated pest management of potatoes. *Agricultural Sciences*, 2: 297–300
- Alyokhin A., Baker M., Dively G., Grafius E., Mota-Sanchez D. 2008. Colorado potato beetle resistance to insecticides. *American Journal of Potato Research*, 85, 6: 395–413
- ARSO Agencija Republike Slovenije za okolje. 2015. Arhiv – Dnevni podatki (za izbrano časovno obdobje: 1. 3. 2015–30. 9. 2015).
<http://meteo.arso.gov.si/met/sl/app/webmet/#webmet==8Sdwx2bhR2cv0WZ0V2bvEGcw9ydlJWblR3LwVnaz9SYtVmYh9iclFGbt9SaulGdugXbsx3cs9mdl5WahxXYyNGapZXZ8tHZv1WYp5mOnMHbvZXZulWYnwCchJXYtVGdlJnOn0UQQdSf>
 (7. okt. 2015)
- Barbarič M., Brodnjak I., Dolničar P., Flisar Novak Z., Kalan M., Kolmanič A., Koron D., Leskovšek R., Ogorevc A., Poje T., Poženel A., Pušenjak M., Sušin J., Škerbot I., Škof M., Ugrinović K., Urbančič Zemljič M., Vičar B., Zadravec D. 2015. Tehnološka navodila za izvajanje operacije: poljedelstvo in zelenjadarstvo. Ljubljana, Kmetijski inštitut Slovenije in Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije: 108 str.
- Benko-Beloglavec A., Celar M., Mavrič-Pleško I., Mavsar S., Munda A., Orešek E., Pajk P., Seljak G., Zupančič A. 2015. Zdravstveno varstvo rastlin. Registracija in rastlinski potni list, spremenjena in dopolnjena verzija. Ljubljana, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, Uprava republike Slovenije za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin: 160 str.
- Bellows L., Moore R. 2014. Potassium and the diet. Fact Sheet No. 9.355. Colorado State University.
<http://www.ext.colostate.edu/pubs/foodnut/09355.pdf> (11. avg. 2015)
- Berzok L. M. 2003. Potato. *Encyclopedia of food and culture*. Encyclopedia.com.
<http://www.encyclopedia.com> (18. avg. 2015)

- Bishop B. A., Grafius E. J. 1996. Insecticide resistance in the Colorado potato beetle. V: Chrysomelidae biology. Volume 1. Jolivet P., Hsiao T. H. (eds.). Amsterdam, Academic publishing: 355–377
- Bohinc T., Trdan S. 2013. Alternativni načini zatiranja strun (Coleoptera, Elateridae) na njivah. Ljubljana, Acta agriculturae Slovenica, 101, 1: 137–147
- Čop J., Jakše M., Majer D., Mihelič R., Štampar F., Tojnko S., Vršič S. 2010. Smernice za strokovno utemeljeno gnojenje. Ljubljana, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano: 182 str.
- De Nicola G. R., D'Avino L., Curto G., Malaguti L., Ugolini L., Cinti S., Patalano G., Lazzeri L. 2013. A new biobased liquid formulation with biofumigant and fertilising properties for drip irrigation distribution. Industrial Crops and Products, 42: 113–118
- Dolničar P. 2000. Pravilno gnojenje je temelj za visok in kakovosten pridelek krompirja. Kmetijski inštitut Slovenije.
http://kis.si/datoteke/File/kis/SLO/POL/Sel-center-krompir/Gnojenje_krompirja2000.pdf (5. avg. 2015)
- Encyclopedia of life. 2015. *Alternaria solani*.
<http://eol.org/pages/198970/names> (8. nov. 2015)
- EPPO/OEPP, PP 1/263 (1). 2008. *Alternaria solani* and *Alternaria alternata* on potato and outdoor production of tomato. EPPO Bulletin, 38, 3: 319–321
- FAOSTAT. 2013. Food and agriculture organization of the united nations.
<http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/E> (8. okt. 2015)
- FAOWATER. 2015. Crop water information: Potato. FAO.
http://www.fao.org/nr/water/cropinfo_potato.html (11. okt. 2015)
- Farmer M. A. 1991. The effects of dust on vegetation - a review. English nature house, Peterborough, PE1 1UA: 63–75
- Fauna Europaea. 2015.
http://www.faunaeur.org/full_results.php?id=235399 (8. nov. 2015)
- FITO-INFO – Informacijski sistem za rast rastlin.
<http://www.fito-info.si/APL/Sist/SifrantOrg.htm> (10. okt. 2015)
- Furlan L., Bonetto C., Finotto A., Lazzeri L., Malaguti L., Patalano G., Parker W. 2010. The efficacy of biofumigant meals and plants to control wireworm population. Industrial Crops and Products, 31: 245–254

Gavin P. 2000. Irish potato famine. The history place.

<http://www.historyplace.com/worldhistory/famine/after.htm> (18. avg. 2015)

Gomboc S., Milevoj L. 2001. Nove tehnologije spremljanja pojava pokalic in strun Coleoptera: (Elateridae) v kmetijskih posevkih. V: Zbornik predavanj in referatov 5. Slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin, Čatež ob Savi, 6.–8. marec 2001. Ljubljana, Društvo za varstvo rastlin: 327–336

Gomboc S., Milevoj L., Furlan L., Toth M., Bitenc P., Bobnar A., Celar F. 2002. Two-years results of monitoring of click beetles and wireworms in Slovenia. IWGO-Newsletter, 23, 1: 15–16

Graeme T., Sansonetti G. 2008. New light on a hidden treasure. An end-of-year review. Rome, Italy, Food and agriculture organization of the United nations: 130 str.

Grange J. M., Davey R. W. 1990. Antibacterial properties of propolis (bee glue). Journal of the Royal Society of Medicine, 83: 159–160

Gudmestad N. C. 2012. Global pest management needs for potatoes worldwide. Department of Plant Pathology North Dakota State University, USA.
http://www.potatocongress.org/wp-content/uploads/2012/03/Dr_Neil_Gudmestad.pdf (7. dec. 2015)

Henfling J. W. 1987. Late blight of potato: *Phytophthora infestans*. Technical information Bulletin 4. International potato center, Lima, Peru: 25 str.

Heywood V. H., Moore D. M., Richardson I. B. K., Stearn W. T. 1995. Cvetnice. Kritosemenke sveta. Ljubljana, DZS: 355 str.

Hooker W. J. 1981. Compendium of potato disease. American phytopathological society. St. Paul, MN, USA: 125 str.

Huaman Z. 1986. Systematic botany and morphology of potato. Technical information Bulletin 6. International potato center, Lima, Peru: 22 str.

IGM Zagorje. 2015. Apnenec IGM.

<http://www.igm.si/index.php/apnen%C4%8Deva-moka> (31. okt. 2015)

Iljaš D. 2011. Kolobar. Ljubljana, Kmetijsko gozdarski zavod: 16 str.

Index Fungorum. 2015. *Phytophthora infestans*.

<http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=232148> (8. nov. 2015)

- Kennedy G. G. 2003. Colorado Potato Beetle. V: The Encyclopedia of insects. Resh V. H., Cardé R. T. (eds.). San Diego, Academic Press: 242–244
- Kocjan Ačko D., Goljat A. 2005. Krompir. Ljubljana, ČZD Kmečki glas, d.o.o.: 175 str.
- Kus M. 1994. Krompir. Ljubljana, Kmečki glas: 225 str.
- KWS. Labadia. 2015.
http://www.kws.si/aw/KWS/slovenia/Izdelki/Potatoes/Potato_Varieties/Potato_Varieties/~eckl/LABADIA/. (31. okt. 2015)
- Laznik Ž., Trdan S., Vučajnk F., Bohinc T., Vidrih M. 2014. Cruciferous plants' use as biofumigants in potato against wireworms. Acta agriculturae Scandinavica. Section B, Soil and plant science, 64, 7: 606–614
- Laznik Ž., Bohinc T., Vidrih M., Vučajnk F., Radišek S., Trdan S. 2013. Preučevanje učinkovitosti biofumigacije za zatiranje strun (*Agriotes* spp., Coleoptera, Elateridae) v krompirju. V: Zbornik predavanj in referatov 11. Slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin z mednarodno udeležbo, Bled, 5.–6. marec 2013. Ljubljana, Društvo za varstvo rastlin Slovenije: 295–302
- Lešić R., Borošić J., Buturac I., Čustić M., Poljak M., Romić D. 2002. Povrčarstvo. Čakovec, Zrinski: 576 str.
- Lutaladio N., Oritiz O., Haverkort A., Caldiz D. 2009. Sustainable potato production guidelines for developing countries. Rome, Food and agriculture organization of the united nations: 91 str.
- Maceljski M., Cvjetković B., Ostojić Z., Igrc-Barčič J., Oštrec L., Barić K., Čizmić I. 2004. Štetočinke povrća s opsežnim prikazom zaštite povrća od štetnika, uzročnika bolesti i korova. Čakovec, Zrinski: 517 str.
- Maceljski M. 1999. Poljoprivredna entomologija. Čakovec, Zrinski: 517 str.
- Maček J. 1991a. Bolezni poljščin. Knjižica za pospeševanje kmetijstva. Ljubljana, ČZP Kmečki glas: 267 str.
- Maček J. 1991b. Za zdrave rastline. Celje, Mohorjeva družba: 187 str.
- Milevoj L. 2000. Koloradski hrošč ali krompirjevec – *Leptinotarsa decemlineata* Say.
http://www.fito-info.si/OrgCirs/OpisiSkod/vsi/lep_dece.htm (27. jul. 2015)

Milevoj L. 2015. Strune – Coleoptera, Elateridae.

<http://www.fito-info.si/APL/Sist/SifrantOrg.htm> (30. jul. 2015)

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

Mohar J., Sebenik D. 2012. Krompir – nekoč paradna disciplina. Glas dežele. <http://www.glasdezele.si/articles/2012/krompir-neko%C4%8D-paradna-disciplina> (9. okt. 2015)

Nacionalni akcijski program za doseganje trajnostne rabe fitofarmaceutskih sredstev za obdobje 2012–2022. 2012. Ljubljana, Vlada Republike Slovenije. http://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/sustainable_use_pesticides/docs/nap_slovenia_sl.pdf (18. nov. 2015)

Ogorelec A. 2014. Paradižnikova oziroma krompirjeva plesen (*Phytophthora infestans*). Ljubljana, Kmetijsko gozdarski zavod Ljubljana, Oddelek za kmetijsko svetovanje: 1 str.

Ogorelec A. 2013. Kako zatirati bolezni in škodljivce v tleh? Kmetijsko gozdarski zavod Ljubljana, Oddelek za kmetijsko svetovanje, izpostava Kočevje: 2 str. (interno gradivo, neobjavljeno)

Papler D. 2014. Pridelava krompirja z uporabo fitofarmaceutskih sredstev v neugodnih vremenskih razmerah. V: 3. konferenca z mednarodno udeležbo. Konferenca VIVUS s področja kmetijstva, naravovarstva, hortikulture in floristike ter živilstva in prehrane. Prenos inovacij, znanja in izkušenj v vsakdanjo rabo, 2014. Strahinj, Biotehniški center Naklo: 196–206

Pravilnik o trženju razmnoževalnega materiala in sadik rastlin, namenjenih za pridelavo sadja. 2006. Ur. l. RS, št. 17/06

Registracija in uporaba fitofarmaceutskih sredstev v Republiki Sloveniji. 2015. Ljubljana, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, Uprava Republike Slovenije za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin: 2 str. (zgiranka)

Ritter C., Richter E., Knoelck I., Katroschan K. 2014. Laboratory studies on the effect of calcium cyanamide on wireworms (*Agriotes ustulatus*, Coleoptera: Elateridae). Journal of Plant Diseases and Protection, 121, 1: 33–137

Schoereder J. H., Silva H. M. M., Carvalho A. F., Muscardi D. C. 2012. Proposed lime stone treatment as pest control fails for the leaf-cutting ant *Atta sexdens rubropilosa*. Crop Protection, 42: 79–82

- Semenarna Ljubljana. 2014. Semenski krompir. Sorte semenskega krompirja za kmetovalce v letu 2014.
http://www.semenarna.si/tl_files/KAZALO/aktualno/2014/semenski-krompir/Semenski-krompir-2014-Semenarna-Ljubljana.pdf. (31. okt. 2015)
- Seznam registriranih fitofarmacevtskih sredstev na dan 29. jul. 2015. RS Ministrstvo za kmetijstvo ..., Uprava RS za varno hrano.
<http://spletni2.furs.gov.si/FFS/REGSR/index.htm> (30. jul. 2015)
- Statistični urad Republike Slovenije. 2014. Pridelava poljščin (ha, t, t/ha), Slovenija, letno.
<http://pxweb.stat.si/pxweb/Dialog/DataSort.asp?Matrix=1502402S&timeid=2015730171491&lang=2&noofvar=3&numberstub=1&NoOfValues=3> (30. jul. 2015)
- Škerbot I. 2012. Strune (ličinke hroščev pokalic [Coleoptera, Elateridae]). Žalec. 10. apr. 2012, KGZ Celje: 8 str.
http://www.kmetijskizavod-celje.si/images/upload/2012/599_STRUNE_v_krompirju_2012.pdf (10. apr. 2015)
- Tanasijević N. 1969. Posebna entomologija. Beograd, Građevinska knjiga: 399 str.
- Todorić I., Gračan R. 1982. Specialno poljedelstvo. Ljubljana, DZS: 158 str.
- Triumph Italia. Biofence.
<http://www.triumphitalia.com/it/2009/01/biofence/> (11. okt. 2015)
- Tylkowski B., Trusheva B., Bankova V., Giamberini M., Peev G., Nikolova A. 2009. Extraction of biologically active compounds from propolis and concentration of extract by nanofiltration. *Journal of Membrane Science*, 348: 124–130
- Vrabl S. 1992. Škodljivci poljščin. Ljubljana, Kmečki glas: 142 str.
- Vučajnk F. 2006. Pridelava krompirja pri različnih medvrstnih razdaljah grebenov in uporaba osipalnikov z različnimi načini delovanja. Magistrsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 197 str.
- Walsh B. D. 1865. The new potato bug, and its natural history. *The Practical Entomologist*, 1: 1–4
- Weber D. C. 2008. Colorado potato beetle. V: *Encyclopedia of entomology*. Capinera J. L. (ed.). 2nd edition. Kluwer: 1008–1012

- Wharton P., Wood E. 2013. Early blight biology and control in potatoes. Idaho, University of Idaho Extension: 5 str.
<http://www.cals.uidaho.edu/edcomm/pdf/CIS/CIS1196.pdf> (20. avg. 2015)
- Wilkinson Rojo H. 2013. Derry, NH's famous potato. Nutfield genealogy.
<http://nutfieldgenealogy.blogspot.com/2013/01/derry-nhs-famous-potato.html>
(18. avg. 2015)
- Yusuf Y., Durdane Y., Servet A. 2005. Antifungal activity of Turkish propolis against *Phytophthora* species. Plant Pathology Journal, 4, 1: 58–60
- Zidarič I., Dolničar P., Urek G. 2013. Biotična učinkovitost nekaterih insekticidov za zatiranje strun iz rodu *Agriotes* v krompirju. V: Zbornik predavanj in referatov 11. Slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin z mednarodno udeležbo, Bled, 5.–6. marec 2013. Ljubljana, Društvo za varstvo rastlin Slovenije: 138–143

ZAHVALA

Zahvala gre Biotehniški fakulteti, še posebno kolektivu Katedre za fitomedicino, kmetijsko tehniko, poljedelstvo, pašništvo in travništvo. Skupaj smo realizirali zastavljene cilje od zasnovane poskusa do predstavitve rezultatov.

Natančna navodila mentorja prof. dr. Stanislava TRDANA so tej raziskavi dodala dodaten pridih strokovnosti. Posebno se profesorju želim zahvaliti za vso njegovo pripravljenost, dostopnost in inspiracijo tekom poskusa.

Zahvala gre Mateji Kočevar za njeno pomoč pri izvedbi poskusa.

Zahvala gre tudi gesti Družinskega čebelarstva Plut za donacijo v obliki propolisa.

PRILOGA A

Seznam dovoljenih sredstev za varstvo krompirja pred koloradskim hroščem v letu 2015
(Seznam ..., 2015)

SISTEMIČNI INSEKTICIDI			
Fitofarmacevtsko sredstvo	Aktivna snov	Odmerek, koncentracija	Karenca (dni)
ACTARA 25 WG	tiametoksam	60–80 g/ha	14
BISCAYA	tiaklopid	0,3 l/ha	14
CALYPSO SC 480	tiaklopid	0,1 l/ha	21
MIDO 20 SL	imidaklopid	0,3 l/ha	14
MOKSYCAN 20 SG	acetamiprid	100 g/ha	14
MOSPILAN 20 SG	acetamiprid	100 g/ha	14
MOSPILAN SG	acetamiprid	100 g/ha	14
NEEMAZAL *	azadirachtin	0,25%	/
NUPRID 200 SC	imidaklopid	0,3 l/ha	14
DOTIKALNI INSEKTICIDI			
BULLDOCK EC 25	beta-ciflutrin	0,5 l/ha	7
**CORAGEN	klorantraniliprol	0,06 l/ha	14
SPARVIERO	lambda-cihalotrin	0,075 l/ha	7
ALVERDE	metaflumizon	0,25 l/ha	14
MAVRIK 240	tau-fluvalinat	0,2 l/ha	14
RAPTOL	olje ogrščice + piretrin	10,0 l/ha	3
RAPTOL SPRAY*	olje ogrščice + piretrin	/	3
BIOTIP FLORAL*	piretrin	1,6 l/ha	3
FLORA VERDE*	piretrin	1,6 l/ha	3
LASER 240 SC*	spinosad	0,2 l/ha	7
* Pripravki, dovoljeni za uporabo tudi v ekološki pridelavi.	** Pripravka ni dovoljeno uporabljati na najožjih vodovarstvenih območjih (VVO 1) in v ukrepu KOPOP (POS_FFS).	Legenda:	
		WG – Močljiva zrnca	
		SC- Koncentrirana suspenzija	
		SL – Vodotopni koncentrat	
		SG – Vodotopna zrnca	
		EC – Koncentrat za emulzijo	

PRILOGA B

Seznam dovoljenih sredstev za varstvo krompirja pred krompirjevo plesnijo in črno listno pegavostjo krompirja v letu 2015 (Seznam ..., 2015)

Fitofarmacevtsko sredstvo	Aktivna snov [g/l, g/kg]	Odmerek [kg, l/ha]	Karenca [dni]
ACROBAT MZ WG*	mankozebe + dimetomorf	2	7
ANTRACOL WG 70*	propineb	2,5	14
ANTRACOL*	propineb	2,5	14
BANKO 500 SC*	klorotalonil	2	8
DITHANE DG Neotec*	mankozebe	2	7
DITHANE M-45*	mankozebe	2	7
ELECTIS 75 WG*	mankozebe + zoksamid	1,5–1,8	7
ENERVIN	metiram + ametoktradin	2	7
EQUATION PRO	cimoksanil + famoksadon	0,4	14
FORUM MZ WG*	mankozebe + dimetomorf	2	7
FROWNCIDE	fluazinam	0,4	7
GALBEN M	mankozebe + benalaksil	2,5	28
GETT*	mankozebe + mandipropamid	2–2,5	21
INFINITO	propamokarb + fluopikolid	1,2–1,6	7
MANFIL 75 WG	mankozebe	2	7
MANFIL 80 WP	mankozebe	2	7
MANKOZ 75 WG*	mankozebe	2	7
MELODY DUO WG 66,8	propineb + iprovalikarb	2,5	14
MOXIMATE 725 WG	mankozebe + cimoksanil	2,5	7
MOXIMATE PLUS	mankozebe + cimoksanil	1,25–2,5	7
NAUTILE DG	mankozebe + cimoksanil	2	7
ORTIVA*	azoksistrobin	0,5	7
PENNCOZEB 75 DG	mankozebe	1,7	7
PERGADO MZ*	mankozebe + mandipropamid	2–2,5	21
PINOZEB M-45	mankozebe	2	7
POLYRAM DF	metiram	2	21
PROFILUX	mankozebe + cimoksanil	2,5	7
RANMAN TOP	ciazofamid	0,5	7
RANMAN TWINPACK	ciazofamid + ranman močilo	0,2 + 0,15	7
REVUS*	mandipropamid	0,4–0,6	3
RIDOMIL Gold MZ Pepite	mankozebe + metalaksil-M	2,5	21
SACRON 45 DG	cimoksanil	0,22	14
SHIRLAN 500 SC	fluazinam	0,3–0,4	7
WINBY	fluazinam	0,4	7
BIOTIP BAKROV FUNGICID PLUS	baker	4–5	14
CHAMPION 50 WG*	baker	2,5	14
CUPRABLAU Z 35 WP*	baker	2,8	14
CUPRABLAU Z ULTRA WP*	baker	1,8	14
CUPROXAT	baker	4–5	14
KOCIDE 2000	baker	0,15–0,2 %	14
NORDOX 75 WG*	baker	1	14
Pripravki, označeni z *, so registrirani tudi za zatiranje črne listne pegavosti krompirja.			

PRILOGA C

Slikovni prikaz poskusa



Priloga C 1: Zemljišče, na katerem je leta 2015 potekal poskus (foto: Rupnik J.)



Priloga C 2: Sajenje krompirja (foto: Rupnik J.)



Priloga C 3: Vznik krompirja, 15. 5. 2015 (foto: Rupnik J.)



Priloga C 4: Nanos peletov križnic in apnenega dušika (foto: Rupnik J.)



Priloga C 5: Apneni dušik smo nanegli v bližino stebel krompirja (foto: Rupnik J.)



Priloga C 6: Peleti križnic, ki smo jih uporabili v poskusu (foto: Rupnik J.)



Priloga C 7: Nanos apnene moke (foto: Rupnik J.)



Priloga C 8: Nanos enega izmed sredstev za kemično varstvo krompirja (foto: Rupnik J.)



Priloga C 9: Ličinke koloradskega hrošča; bel poprhl je apnena moka (foto: Rupnik J.)



Priloga C 10: List krompirja, okužen z listno pegavostjo (*Alternaria solani*) (foto: Rupnik J.)



Priloga C 11: Pobiranje krompirjevih gomoljev (foto: Rupnik J.)



Priloga C 12: Pobrani pridelek gomoljev pred odvozom na frakcioniranje (foto: Rupnik J.)



Priloga C 13: Frakcioniranje gomoljev krompirja po debelini (foto: Rupnik J.)