

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Daša RADOVIČ

**PREUČEVANJE UČINKOVITOSTI
BIOFUMIGACIJE ZA ZATIRANJE STRUN (*Agriotes*
spp., Coleoptera, Elateridae) V KROMPIRJU (*Solanum*
tuberosum L.)**

DIPLOMSKO DELO

Visokošolski strokovni študij - 1. stopnja

Ljubljana, 2015

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Daša RADOVIČ

**PREUČEVANJE UČINKOVITOSTI BIOFUMIGACIJE ZA
ZATIRANJE STRUN (*Agriotes* spp., Coleoptera, Elateridae) V
KROMPIRJU (*Solanum tuberosum* L.)**

DIPLOMSKO DELO
Visokošolski strokovni študij - 1. stopnja

**RESEARCH ON THE EFFICACY OF BIOFUMIGATION IN
CONTROLLING WIREWORMS (*Agriotes* spp., Coleoptera,
Elateridae) IN POTATO (*Solanum tuberosum* L.)**

B. SC. THESIS
Professional Study Programmes

Ljubljana, 2015

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

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

Komisija za oceno in zagovor:

- Predsednik: 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
- Član: doc. dr. Žiga LAZNIK
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo
- Članica: doc. dr. Darja KOCJAN AČKO
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Datum zagovora:

Podpisna izjavljam, da je naloga rezultat lastnega 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.

Daša Radovič

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dv1
DK	UDK 632.651:632937(043.2)
KG	biofumigacija/strune/ <i>Agriotes</i> /krompir/ <i>Solanum tuberosum</i> /krmna ogrščica/ <i>Brassica napus</i> var. <i>napus</i> /krmna repica/ <i>Brassica rapa</i> ssp. <i>oleifera</i> /krmni ohrovt/ <i>Brassica oleracea</i> var. <i>acephala</i> /bela gorjušica/ <i>Sinapis alba</i> /oljna redkev/ <i>Raphanus sativus</i> var. <i>oleiformis</i> /pridelek/poškodbe/biotično varstvo rastlin
AV	RADOVIČ, Daša
SA	TRDAN, Stanislav (mentor)/LAZNIK, Žiga (somentor)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo
LI	2015
IN	PREUČEVANJE UČINKOVITOSTI BIOFUMIGACIJE ZA ZATIRANJE STRUN (<i>Agriotes</i> spp., Coleoptera, Elateridae) V KROMPIRJU (<i>Solanum tuberosum</i> L.)
TD	Diplomsko delo (Visokošolski strokovni študij - 1. stopnja)
OP	XIII, 35 str., 1 pregl., 21 sl., 33 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	V letu 2012 smo na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani izvedli poljski poskus z namenom, da ugotovimo učinkovitost biofumigacije za zatiranje strun v krompirju. Velikost njive je bila 1764 m ² . Njiva je bila razdeljena na tri bloke, znotraj vsakega bloka je bilo sedem obravnavanj (krmna repica, krmni ohrovt, krmna ogrščica, oljna redkev, bela gorjušica, pozitivna kontrola, kjer smo uporabili insekticid in negativna kontrola, kjer nismo uporabili insekticida). Različna obravnavanja so bila v vsakem bloku ponovljena enkrat, a je bilo vsako obravnavanje razdeljeno na 3 parcele glede na oddaljenost od roba njive. Na njivo smo 3. maja 2012 posadili krompir sorte 'Stirling'. Pridelek smo pobirali 11. septembra 2012. Glede na velikost smo gomolje razdelili v tri velikostne razrede: < 4 cm, med 4 in 5 cm in > 5 cm. Krompir smo stehali. Iz vsakega obravnavanja smo vzeli 15 naključnih gomoljev ter prešteli luknje, ki so jih povzročile strune. Največji skupni pridelek (53,8 t/ha) in največji pridelek največjih gomoljev (45,2 t/ha) smo ugotovili pri obravnavanju z oljno redkvijo. Najmanjši skupni pridelek (46,8 t/ha) in najmanjši pridelek največjih gomoljev (38,7 t/ha) smo ugotovili pri obravnavanju s krmno ogrščico. Glede na posamezno obravnavanje je bilo največ lukenj pri pozitivni kontroli (0,16 lukenj/gomolj), najmanj lukenj pa pri obravnavanju krmna ogrščica (0,07 lukenj/gomolj). Največ lukenj smo ugotovili v največjih gomoljih. V naši raziskavi rob njive ni vplival na število lukenj v gomoljih, ker je bilo število strun v tleh nizko. Rezultati so pokazali, da se nobena od biofumigantnih rastlinskih vrst ni izkazala za dovolj učinkovito pri zatiranju strun pri krompirju.

KEY WORDS DOCUMENTATION

ND Dv1

DC 632.651:632937(043.2)

CX biofumigation/wireworms/potato/*Solanum tuberosum*/oilseed rape/*Brassica napus* var. *napus*/turnip rape/*Brassica rapa* ssp. *oleifera*/fodder kale/*Brassica oleracea* var. *acephala*/white mustard/*Sinapis alba*/oilseed radish/*Raphanus sativus* var. *oleiformis*/yield/damage/biological control

AU RADOVIČ, Daša

AA TRDAN, Stanislav (supervisor)/LAZNIK Žiga (co-supervisor)

PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101

PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Agronomy

PY 2015

TI RESEARCH ON THE EFFICACY OF BIOFUMIGATION IN CONTROLLING WIREWORMS (*Agriotes* spp., Coleoptera, Elateridae) IN POTATO (*Solanum tuberosum* L.)

DT B. Sc. Thesis (Professional Study Programmes)

NO XIII, 35 p., 1 tab., 21 fig., 33 ref.

LA sl

Al sl/en

AB In 2012 we studied the biofumigation efficacy of different *Brassica* species in controlling wireworms on the potato field in field experiment in Laboratory field of Biotechnical Faculty in Ljubljana. Size of the field was 1764 m². The field was divided on three parts, in each part there were seven different treatments (turnip rape, fodder kale, oilseed rape, oilseed radish, white mustard, positive control where we use insecticide and negative control where we did not use insecticide). In view of the edge of the field each treatment was repeated one time and each treatment was divided on three parcels. On 3 May 2012 we planted potato variety 'Stirling'. We picked up potato on 11 September 2012. In view of size we separate potato on three classes: < 4 cm, between 4 and 5 cm and > 5 cm. We weight the potato. From each part we took 15 randomise tubers and we count holes made by wireworms. We gained the highest total potato yield (53.8 t/ha) and the highest yield of largest tubers (45.2 t/ha) in treatment with oilseed radish. We gained the lowest total potato yield (46.8 t/ha) and the lowest yield of of largest tubers (38.7 t/ha) in treatment with oilseed rape. We established the highest extent of injuries (holes) due to the wireworms activity in treatment with positive control (0.016 holes/tubers) and the lowest extent of injuries due to the wireworms activity in treatment with oilseed rape (0.07 holes/tubers). The highest numbers of holes were in the biggest tubers. In our research the distance from the edge did not have important influence of the number of holes because of the low number of wireworms in the soil. Results indicate that non of the tested biofumigant plants showed a potentially promising candidate in a wireworm control.

KAZALO VSEBINE

Ključna dokumentacijska informacija	III
Key words documentation	IV
Kazalo vsebine	V
Kazalo preglednic	VII
Kazalo slik	VII
1 UVOD	1
1.1 VZROK ZA RAZISKAVO	1
1.2 NAMEN DELA IN DELOVNA HIPOTEZA	1
2 PREGLED OBJAV	2
2.1 BIOFUMIGACIJA	2
2.1.1 Glukozinolati	3
2.1.2 Kemična zgradba in delitev glukozinolatov	3
2.1.3 Vsebnost in pomen glukozinolatov v rastlinah	4
2.1.4 Vpliv glukozinolatov na nekatere škodljivce	5
2.1.5 Encimska hidroliza glukozinolatov	5
2.2 STRUNE	6
2.2.1 Razvojni krog	7
2.2.2 Prilagodljivost strun na življenje v tleh	7
2.2.3 Razširjenost strun	8
2.2.4 Zatiranje strun	8
2.2.5 Alternativni načini zatiranja strun	9
2.2.5.1 Privabilni in varovalni posevki	9
2.2.5.2 Odporne sorte	9
2.2.5.3 Kolobar	9
2.2.5.4 Biotično varstvo	9
2.2.5.5 Mineralna gnojila	9
2.2.5.6 Poplavljanje	10
2.2.5.7 Večkratna mehanična obdelava tal	10
2.2.5.8 Semiokemikalije	10
2.3 POSEVKI	11
2.3.1 Ogrščica (<i>Brassica napus</i> L. var. <i>napus</i>)	11
2.3.1.1 Izvor in razširjenost	11
2.3.1.2 Morfološke lastnosti, rastne razmere in način setve	12
2.3.1.3 Varstvo	13
2.3.1.4 Namen uporabe	13
2.3.2 Repica (<i>Brassica rapa</i> L. ssp. <i>oleifera</i>)	14
2.3.2.1 Izvor in razširjenost	14
2.3.2.2 Morfološke lastnosti, rastne razmere in način setve	14
2.3.2.3 Namen uporabe	15
2.3.3 Krmni ohrovt (<i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>acephala</i>)	15
2.3.3.1 Izvor in razširjenost	15
2.3.3.2 Morfološke lastnosti, rastne razmere in način setve	16

2.3.3.3 Varstvo	16
2.3.3.4 Namen uporabe.....	16
2.3.4 Bela gorjušica (<i>Sinapis alba</i> L.)	17
2.3.4.1 Izvor in razširjenost	17
2.3.4.2 Morfološke lastnosti, rastne razmere in način setve.....	17
2.3.4.3 Varstvo	18
2.3.4.4 Namen uporabe.....	18
2.3.5 Oljna redkev (<i>Raphanus sativus</i> L. var. <i>oleiformis</i>).....	19
2.3.5.1 Izvor in razširjenost	19
2.3.5.2 Morfološke lastnosti, rastne razmere in način setve.....	19
2.3.5.3 Varstvo	20
2.3.5.4 Namen uporabe.....	20
3 MATERIAL IN METODE	21
3.1 POSKUSNO POLJE	21
3.2 AGROTEHNIČNI UKREPI	21
4 REZULTATI.....	26
4.1 PRIDELEK KROMPIRJA: ANALIZA PO OBRAVNAVANJIH.....	26
4.2 PRIDELEK KROMPIRJA: ANALIZA PO VELIKOSTNIH RAZREDIH GOMOLJEV	26
4.3 POŠKODOVANOST GOMOLJEV KROMPIRJA: ANALIZA PO OBRAVNAVANJIH IN VELIKOSTNIH RAZREDIH GOMOLJEV	27
5 RAZPRAVA IN SKLEPI.....	30
6 POVZETEK.....	32
7 VIRI	33
ZAHVALA	

KAZALO PREGLEDNIC

	str.
Preglednica 1: Najpogostejši glukozinolati v vrtninah iz družine križnic (Verkerk, 2002)	4

KAZALO SLIK

Slika 1: Oljna redkev, uporabljena v poskusu biofumigacije (foto: J. Rupnik, 2012)	2
Slika 2: Osnovna struktura glukozinolatov (cit. po Watzl, 2001)	3
Slika 3: Encimska hidroliza glukozinolatov (cit. po Vidrih in sod., 2012)	6
Slika 4: Žitna pokalica (<i>Agriotes ustulatus</i> [Schaller]) (Sušnik, 2015) in njena ličinka - struna (Benec, 2011)	7
Slika 5: Ogrščica (<i>Brassica napus</i> L. var. <i>napus</i>) (Slovenski čebelarji, 2013)	12
Slika 6: Repica (<i>Brassica rapa</i> L. ssp. <i>oleifera</i>) (Prekmurje, 2012)	14
Slika 7: Krmni ohrovč (<i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>acephala</i>) (Dosevki, 2014)	15
Slika 8: Bela gorjušica (<i>Sinapis alba</i> L.) (Acta plantarum, 2008)	17
Slika 9: Oljna redkev (<i>Raphanus sativus</i> L. var. <i>oleiformis</i>) (Clark, 2014)	19
Slika 10: Sajenje krompirja s sadilnikom 3. maja 2012 na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete (foto: J. Rupnik, 2012)	22
Slika 11: Sadilnik za krompir (foto: J. Rupnik, 2012)	23
Slika 12: Nasad krompirja 1. junija 2012 na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete (foto: J. Rupnik, 2012)	23
Slika 13: Spravilo krompirja 11. septembra 2012 na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete (foto: J. Rupnik, 2012)	24
Slika 14: Gomolji krompirja večji od 5 cm (frakcija 3) (foto: J. Rupnik, 2012)	24
Slika 15: Luknje, ki jih povzročijo strune (foto: J. Rupnik, 2012)	25
Slika 16: Struna, ki se je zavrtala v gomolj krompirja (foto: J. Rupnik, 2012)	25

Slika 17: Skupna masa gomoljev krompirja v različnih obravnavanjih v letu 2012 na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete	26
Slika 18: Povprečna masa (t/ha) gomoljev krompirja v treh velikostnih razredih in skupna masa gomoljev v letu 2012 na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete	27
Slika 19: Povprečno število lukenj v gomoljih krompirja v različnih obravnavanjih v letu 2012 na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete	27
Slika 20: Povprečno število lukenj zaradi strun v gomoljih krompirja v različnih obravnavanjih v letu 2012 na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete	28
Slika 21: Število lukenj zaradi strun v gomoljih krompirja v odvisnosti od roba njive v letu 2012 na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete	29

1 UVOD

1.1 VZROK ZA RAZISKAVO

V Evropi je znanih 176 vrst pokalic (družina Elateridae), od tega jih v Sloveniji živi 140 vrst. S kmetijskega vidika so pri nas in v bližnjih državah pomembne vrste iz rodu *Agriotes*. Ličinke hroščev pokalic (strune) se hranijo s podzemnimi deli rastlin ali se vanje zavrtajo. Škodo povzročajo na poljščinah, vrtninah in okrasnih rastlinah ter tudi v posevkih trav, na deteljiščih in lucerniščih (Kuhar in Alvarez, 2008). Gospodarska škoda, ki jo povzročijo strune na posevkih, je odvisna od različnih dejavnikov. Glavni dejavniki so število strun v tleh, gostota posevka, kolobar, čas setve, obdelava in vrsta tal. Številni pridelovalci uporabljajo za zatiranje strun talne insekticide, ki pa imajo dokazane negativne učinke za okolje. Znanost se zato na področju zatiranja talnih škodljivcev vedno bolj usmerja k alternativnim metodam, ki so okoljsko sprejemljivejše (Furlan in sod., 2010).

Ena od alternativnih metod je tudi biofumigacija, ki za zatiranje talnih škodljivih organizmov uporablja kemične snovi (alelokemikalije), ki se izločajo pri razgradnji zelinja predhodno sejanih rastlin. Križnice so kot biofumiganti sposobne oblikovati med 30 in 40 različnih glukozinolatov, ki nato v kombinaciji z drugimi dejavniki negativno vplivajo na talne škodljivce (Vidrih in sod., 2011). Križnice so sicer pomembne zlasti za prehrano ljudi (zelenjava, olje, začimbe), kot krma za živali, nekatere so zdravilne, druge okrasne rastline (Gselman, 1999).

Ker želimo v prihodnosti zmanjšati vnos kemičnih insekticidov v okolje, raziskovalci širom sveta iščejo alternativne metode zatiranja gospodarsko pomembnih vrst škodljivih organizmov. Eden od tovrstnih načinov je tudi uporaba metode biofumigacije.

1.2 NAMEN DELA IN DELOVNA HIPOTEZA

Namen našega dela je bil preučiti biofumigantno delovanje različnih vrst križnic za zatiranje strun v krompirju in ugotoviti ali je ta alternativni način zatiranja škodljivcev učinkovitejši od uporabe kemičnih insekticidov.

Poskus smo izvedli na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani. Septembra 2011 smo na njivo posejali križnice, ki smo jih nato spomladi zaorali. Maja 2012 smo posadili krompir, ki smo ga pobirali septembra, ko je bil poskus zaključen.

Predvidevali smo, da bomo na lokaciji poskusa ugotovili učinkovitost biofumigantnega delovanja različnih vrst križnic na strune. Različne vrste križnic namreč lahko različno delujejo na isto vrsto škodljivca. Domnevali smo, da so biofumigantne rastline manj učinkovite pri zatiranju strun kot sintetični piretroid teflutrin.

2 PREGLED OBJAV

2.1 BIOFUMIGACIJA

Metoda biofumigacije je okoljsko sprejemljiv način varstva rastlin. Z njim zatiramo strune in druge talne škodljivce, talne patogene in plevle (zmanjšana kalitev semen). Sam postopek temelji na uporabi rastlin iz družine križnic (Brassicaceae) (Bohinc in Trdan, 2013). Biofumigacija se začne, ko začnejo nadzemski in podzemski deli križnic pri razpadanju izločati sekundarne snovi (Vidrih in sod., 2011). Sekundarne snovi, glukozinolati, ki nastanejo z encimsko hidrolizo, omogočajo uspešno izrabo križnic kot alternativo metilbromidu (Bohinc in Trdan, 2013). Metilbromid v kmetijstvu uporabljajo kot talni insekticid, ki pa je škodljiv za okolje. Od leta 2005 članice Evropske unije ne uporabljajo več pripravkov na podlagi metilbromida. Biofumigacija predstavlja način zmanjšanja uporabe insekticidov pri zatiranju talnih škodljivcev (Vidrih in sod., 2011).

Najpogosteje uporabljene vrste križnic pri biofumigaciji so: rjava gorjušica (*Brassica juncea* L.), abesinska ogrščica (*Brassica carinata* A. Braun), bela gorjušica (*Sinapis alba* L.), redkev (*Raphanus raphanistrum* spp. *campestris* L.), oljna redkev (*Raphanus sativus* var. *oleiformis* Pers.), njivska gorjušica (*Sinapis arvensis* L.) in navadna rukvica (*Eruca sativa* Mill.). Križnice lahko oblikujejo med 30 in 40 različnih glukozinolatov, ki v kombinaciji z ostalimi dejavniki negativno vplivajo na talne škodljivce (Vidrih in sod., 2011). Križnice lahko vnesemo v tla na različne načine, in sicer s podoravanjem zmulčenih nadzemskih delov ali vnosom posušenih rastlin v obliki peletov oziroma moka iz semena (moka, zaradi predhodnih postopkov ne vsebuje olja) (Bohinc in Trdan, 2013).



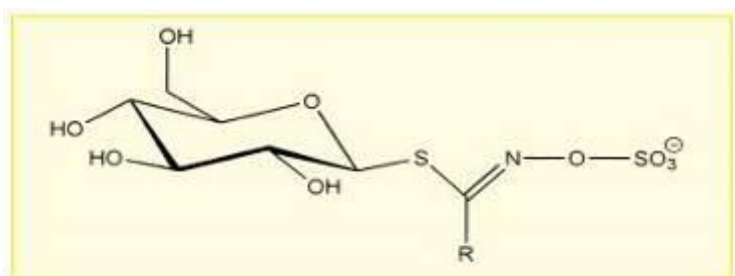
Slika 1: Oljna redkev, uporabljena v poskusu biofumigacije (foto: J. Rupnik, 2012)

2.1.1 Glukozinolati

Glukozinolati spadajo v skupino sekundarnih rastlinskih metabolitov. Najdemo jih predvsem v rastlinah iz družine križnic (Brassicaceae ali Cruciferae) in reda kaprovčevcev (Capparales). Najdemo jih v poljščinah (repica, gorjušica, sirek, kreša), v vrtninah (cvetača, ohrovt, brokoli, zelje, hren, koleraba, redkev) in tudi v plevelih (Bohinc in sod., 2012).

2.1.2 Kemična zgradba in delitev glukozinolatov

V naravi je bilo iz rastlinskih tkiv izoliranih in identificiranih več kot 120 različnih glukozinolatov. Vsi imajo skupno osnovno strukturo, ki vsebuje β -tioglukozidno skupino, žveplov oksid in različne stranske verige (slika 2) (Bohinc in sod., 2012).



Slika 2: Osnovna struktura glukozinolatov (cit. po Watzl, 2001)

Kemično uvrščamo glukozinolate v skupino alkaloidnih sekundarnih metabolitov. Alkaloidi so spojine, ki izvirajo iz aminokislin in vsebujejo enega ali več dušikovih atomov. Glede na vrsto stranske verige delimo glukozinolate na alifatske, indolne (heterociklične) in aromatske. Alifatski izhajajo iz aminokislina metionin, heterociklični iz triptofana in aromatski iz fenilalanina (Bohinc in sod., 2012).

Preglednica 1: Najpogostejši glukozinolati v vrtninah iz družine križnic (Verkerk, 2002)

Trivialno ime	Kemijsko ime (stranske verige R)
Alifatski glukozinolati	
glukoiberin	3-metilsulfinilpropil
progoitrin	2-hidroksi-3-butenil
sinigrin	2-propenil
glukonapoleiferin	2-hidroksi-4-pentenil
glukorafanin	4-metilsulfinilbutil
glukoalizin	5-metilsulfinilpentil
glukobrasikanapin	4-pentenil
glukoheriolin	3-metilsulfonilpropil
glukoiberverin	3-metiltiopropil
glukonapin	3-butenil
Indolni glukozinolati	
4-hidroksiglukobrasicin	4-hidroksi-3-indolilmetil
glukobrasicin	3-indolilmetil
4-metoksiglukobrasicin	4-metoksi-3-indolilmetil
neoglukobrasicin	1-metoksi-3-indolilmetil
Aromatski glukozinolati	
glukosinalbin	p-hidroksibenzil
glukotropaeolin	benzil
glukonastrutin	2-fenetil

2.1.3 Vsebnost in pomen glukozinolatov v rastlinah

Količina glukozinolatov v posamezni rastlini je odvisna od dejavnikov okolja, na primer od povprečne dnevne temperature, relativne zračne vlage in trajanja sončnega obsevanja. Glukobrasicin je najpomembnejši glukozinolat. Vsebnost glukobrasicina v rastlinah je odvisna od povprečne in najvišje dnevne temperature. Alifatski in aromatski glukozinolati so veliko dovzetnejši za okoljske spremembe kot indolni glukozinolati (Bohinc in Trdan, 2012). Na vsebnost glukozinolatov vplivajo tudi sorta rastlin, vrsta tal, način pridelovanja, vrsta tkiva, starost in zdravstveno stanje rastlin. Koncentracija posameznih in skupnih glukozinolatov se lahko močno spreminja med sortami rastlin iste vrste, med razvojnimi stadiji in rastlinskimi organi (Bohinc in sod., 2012). Največjo koncentracijo glukozinolatov lahko najdemo v semenih in v mladem tkivu (vršičkih). V rastlinah prevladuje le nekaj glukozinolatov (do 4), ostali pa so zastopani le v sledih (Seigler, 1998).

Glukozinolati in njihovi razgradni produkti imajo pomembno funkcijo pri odpornosti rastlin na škodljive organizme. Lahko delujejo insekticidno, baktericidno in fungicidno. Pri višjih rastlinah spadajo med najmočnejše antibiotike. Glukozinolati regulirajo rast rastlin in sodelujejo pri presnovi žvepla in dušika. Skupina glukozinolatov določa dovzetnost rastlin do napada žuželk. Lahko delujejo kot snovi (alomoni), ki ščitijo rastlino pred napadom in tako preprečujejo, da bi se rastlinojedi (herbivori) z njo prehranjevali (rastlina je zanje toksična). Glukozinolati lahko delujejo kot snovi (kairomoni), ki stimulirajo živalsko presnovo. Razgradni produkti nekaterih križnic zavirajo rast sosednjih rastlin, zato pravimo, da so alelopatsko aktivni (ena vrsta rastline vpliva na drugo vrsto). Glukozinolati vplivajo tudi na ovipozicijo, kot je izbira ustreznega mesta za odlaganje jajčec določenih živalskih vrst, in sicer tako, da delujejo kot stimulansi. Posamezni razgradni produkti

glukozinolatov dajejo križnicam grenak okus in oster vonj. Pri rastlinah, ki jih uporabljamo za krmo domačih živali, razgradni produkti negativno vplivajo na sposobnost razmnoževanja in povzročajo nepravilnosti na notranjih organih (Seigler, 1998).

2.1.4 Vpliv glukozinolatov na nekatere škodljivce

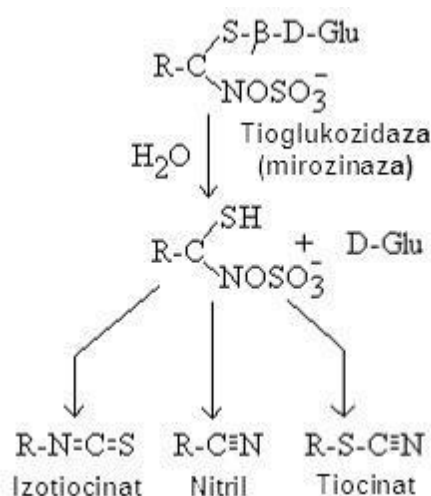
Rastlinojedi so za obrambo pred rastlinskimi sekundarnimi metaboliti razvili številne obrambne mehanizme. Učinke glukozinolatov lahko zmanjšajo z encimsko razgradnjo. Na ta način jih spremenijo v manj strupene oziroma nestrupene, lahko pa jih samo izločijo iz telesa. Nekatere vrste lahko uporabijo glukozinolate za svojo lastno obrambo. Repna grizlica (*Athalia rosae* L.) uporablja aromatske in alifatske glukozinolate za zaščito pred roparsko navadno oso (*Vespula vulgaris* L.) in pred papirno oso (*Polistes dominulus* C.). Glukozinolati ščitijo gosenice nekaterih vrst tudi pred rdečimi mravljami (*Myrmica rubra* L.). Določene vrste listnih uši (*Brevicoryne brassicae* L. in *Lipaphis erysimi* Kalténbach) proizvajajo encim mirozinazo, ki zmanjšuje vpliv glukozinolatov. Gosenice nekaterih vrst metuljev (*Pieris rapae* L., *Pieris napi* L., *Pieris brassicae* L.), lahko razgradijo glukozinolate s pomočjo specifičnega proteina, ki ga imajo v črevesju. Koncentracija glukozinolatov vpliva tudi na trajanje razvojnega stadija pri teh vrstah metuljev. Gosenice nekaterih vrst več vsebujejo encim, s katerim preobrazijo glukozinolate tako, da ostanejo brez žvepla in jih nato izločijo iz telesa. Glukozinolati imajo negativen vpliv tudi na kapusovo muho (*Delia radicum* L.), kapusovo luskovo hrčico (*Dasineura brassicae* [Winnertz]) in repičarja (*Meligethes aeneus* [Fabricius]). Mnoge vrste iz reda Lepidoptera se lahko prilagodijo na glukozinolate, vendar ne vse. Na prehranjevanje kapusove sovke (*Mamestra brassicae* L.) vpliva vsebnost sinalbina in sinigrina. Večja kot je koncentracija teh dveh glukozinolatov v rastlinah, manjša je možnost, da bi se kapusova sovka prahranjevala z njimi, ker nima prilagoditvenih sposobnosti (Bohinc in sod., 2012).

2.1.5 Encimska hidroliza glukozinolatov

Hidroliza glukozinolatov poteka pod vplivom enega encima oziroma skupine encimov, ki jih poznamo pod imenom mirozinaza. Glukozinolati so v rastlinah v specifičnih S-celicah, mirozinaza pa v mirozinskih celicah, torej so v rastlini ločeni. Rezanje in mletje rastlin poškoduje strukturo celic in s tem omogoči sprostitvev encima in hidrolizo glukozinolatov (Andréasson in sod., 2001).

Hidroliza glukozinolatov poteka v dveh stopnjah (slika 3) (Travers-Martin in sod., 2008):

- v prvi stopnji se odcepi glukoza in nastanejo nestabilni aglukoni,
- v drugi stopnji nestabilni aglukoni razpadejo na sulfat in druge razgradne produkte.



Slika 3: Encimska hidroliza glukozinolatov (cit. po Vidrih in sod., 2012)

Pri hidrolizi se tvorijo epitionitrili, tiocianati, nitrili, izocianati in številni drugi produkti (slika 3) (Vidrih in sod., 2011). Te, na novo nastale spojine, imajo izrazito insekticidno delovanje (Bohinc in Trdan, 2013). Na potek razgradnje vplivajo številni dejavniki, tako da je količina in sestava razgradnih produktov zelo različna. Najpomembnejši dejavnik, ki vpliva na vrsto razgradnih produktov, je pH raztopine vzorca med hidrolizo. Izocianati se tvorijo pri pH med 5 in 7, nitrili pa pri nižjem pH. Sproščanje izotiocianatov se začne v štirih dneh po zaoravanju, na kar vplivajo predvsem tekstura, vlaga in temperatura tal. Pri izbiri rastlinskih vrst za zaoravanje se odločimo za tiste z visoko vsebnostjo glukozinolatov, saj tako dosežemo tudi višjo raven izotiocianatov v tleh (Vidrih in sod., 2011). Na intenzivnost hidrolize vpliva aktivnost encimov, ki je odvisna od vrste, organa in starosti rastline, od količine substrata, koncentracije encimov, temperature, pH in kovinskih ionov (Verkerk in Dekerr, 2008).

2.2 STRUNE

Strune so ličinke hroščev pokalic (*Agriotes* spp.). To je skupina škodljivih žuželk, katerih ličinke živijo v tleh in se hranijo s podzemnimi in prizemnimi deli rastlin ter s tem povzročajo škodo na rastlinah. Strune so dobile ime po tem, ker je njihovo telo podolgovato, valjaste oblike, močno hitinizirano in trdno kot žica. Pravijo jim tudi žičniki. Na telesu ločimo glavo z močnimi čeljustmi, tri oprsne in deset zadkovih obročkov, med katerimi zadnji ni viden. Ličinke so rumene barve, dolžina njihovega telesa je od 15 do 35 mm. Pri strunah je značilen zadnji vidni, torej deveti obroček. Lahko je stožčasto zašiljen (rod *Agriotes*), tridelen (rod *Melanotus*) ali viličasto razdeljen (rodovi *Athous*, *Corymbites*, *Limonius* in *Selatosomus*). Kot rastlinski škodljivci so pri nas pomembni predstavniki rodu *Agriotes*, kjer so pomembne vrste zlasti žitna pokalica (*Agriotes ustulatus* [Schaller]), motna pokalica (*A. obscurus* L.), poljska pokalica (*A. lineatus* L.) in solatna pokalica (*A. sputator* L.) (Vrabl, 1992).

Hrošči pokalice (Elateridae) so podolgovati, malo sploščeni in zoženi proti zadku (slika 4). Na trebušni strani imajo poseben trn, s katerim lahko povzročijo značilen pok (od tod tudi izvira njihovo slovensko poimenovanje). Hrošči se hranijo z listi in cvetnim prahom, vendar niso škodljivi. So temne barve in merijo v dolžino od 7 do 15 mm.



Slika 4: Žitna pokalica (*Agriotes ustulatus* [Schaller]) (Sušnik, 2012) in njena ličinka - struna (Benec, 2011)

2.2.1 Razvojni krog

Razvoj pokalic traja od 3 do 5 let. Hrošči se pojavijo spomladi ali poleti (od aprila do julija). Samice odlagajo jajčeca od 2 do 10 cm globoko v tla, odvisno od vlažnosti tal. Največkrat jih odlagajo na zemljišča z gostim rastlinskim pokrovom, kot so travniki, pašniki, deteljišča in žitna polja. Jajčeca odlagajo v skupinah od 5 do 10, lahko pa tudi posamezno. V začetku razvoja je zelo pomembna vlaga; če je ni dovolj, jajčeca v tleh propadejo. V primeru toplega in vlažnega vremena, pa se po dveh do štirih tednih iz jajčec izležejo ličinke. V dolžino merijo komaj od 1,5 do 2,2 mm, so brezbarvne in se hranijo s humusom. Prvo leto navadno ostanejo v skupinah, se večkrat levijo in ne povzročajo škode. Od drugega leta pa se strune začno hraniti s podzemnimi deli rastlin. Med celotnim razvojem se do 15-krat levijo, med vsako levitvijo mirujejo od 3 do 5 dni. Nato se intenzivno hranijo od 2 do 3 tedne. Po končanem razvoju sa ličinka zabubi v tleh in tam preživi od 2 do 4 tedne (Vrabl, 1992).

2.2.2 Prilagodljivost strun na življenje v tleh

Strune se v tleh gibljejo v različnih smereh. Na smer gibanja vplivata talna vlaga in temperatura ter iskanje hrane in mesto levitve. Vodoravno se gibljejo, kadar iščejo hrano, orientirajo pa se po povečani koncentraciji ogljikovega dioksida in po rastlinskih izločkih. Prezimijo navadno do 50 cm globoko. Spomladi se pomaknejo proti površju, poleti zopet

nekoliko nižje ter po deževnem obdobju zopet višje, do jeseni, ko se umaknejo globlje na prezimovanje (Vrabl, 1992).

Ličinke uporabijo samo tekočo hrano, ki jo dobijo tako, da zmečkajo in prežvečijo veliko količino rastlinskih tkiv. Strune iz rodu *Agriotes* se hranijo vso rastno dobo. Za svoje življenje potrebujejo tekočo vodo, saj je njihov telesni oklep prepusten zanjo. Pomankanje talne vlage povzroči, da se strune preselijo v nižje plasti. Značilno je, da se ob pomanjkanju talne vlage bolj intenzivno hranijo, da bi nadomestile manjkajočo vodo v telesu. Potrebo po hrani narekuje torej potreba po vodi, zato največ škode povzročijo v sušnih obdobjih (Vrabl, 1992).

2.2.3 Razširjenost strun

Strune iz rodu *Agriotes* najraje živijo na travnikih in pašnikih ter na njivah, kjer rastejo detelja, lucerna, krmne mešanice in žita. Obdelava tal neugodno vpliva na jajčeca in mlade ličinke, zato je v času, ko so te v zemlji, priporočljivo zemljo večkrat obdelati. Oranje je priporočljivo poleti, po odlaganju jajčec, ne pa šele jeseni ali spomladi. Poleg agrotehničnih ukrepov na številčnost strun vplivajo tudi nekatere gojene rastline (ajda, lan, konoplja, proso in grah), saj naj bi zmanjševale njihovo število. Gnojila, ki razvijajo amoniak, prav tako zmanjšujejo njihovo število. Nasprotno pa namakanje ter kolobarjenje z žiti in travnimi mešanicami, povečuje število strun. Od naravnih sovražnikov je najpomembnejši hrošč brzec in nekatere vrste ptic (Vrabl, 1992).

2.2.4 Zatiranje strun

Strune zatiramo neposredno takrat, ko njihovo število preseže prag škodljivosti, za kar je treba ugotoviti njihovo številčnost. Pri koruzi je kritično število za strune od 1 do 2 struni na m², pri krompirju 6 strun na m² in pri strnih žitih od 6 do 10 strun na m². Prag škodljivosti ugotovimo tako, da skopljemo jame ali uporabimo vabe, ter na podlagi zbranih strun naredimo analizo. Za vabo uporabljamo pšenico, na manjših površinah lahko tudi krompirjeve polovice, ki jih damo od 5 do 10 cm globoko v tla s prerezano ploskvijo navzdol, in sicer od 2 do 3 tedne pred setvijo.

Proti strunam so učinkoviti talni insekticidi, ki morajo biti dokaj hlapni in topni v vodi. Uporabimo lahko praške, granulate in škropiva, ki jih nanašamo po vsej površini, v vrste ali pa z insekticidom obdamo seme. Insekticide je treba uporabiti pred setvijo ali ob njej, saj pri poznejši uporabi niso učinkoviti. Izkušnje kažejo, da je trosenje granulatov najučinkovitejše za zatiranje strun, za kar potrebujemo poseben trosilnik (Vrabl, 1992). V Sloveniji je za zatiranje strun registriran sintetični insekticid teflutrin in entomopatogena gliva *Beauveria bassiana* (Bals.- Criv.). Ponekod v svetu žitne posevke uspešno varujejo pred strunami s tretiranjem semen z lindanom, vendar je njegova uporaba na številnih območjih prepovedana, ker je insekticid fitotoksičen. Na krompirju je bilo nekdaj uspešno razkuževanje gomoljev z imidaklopridom. Lahko pa uporabimo tudi metodo razkuževanja predhodnega posevka, kar pomeni, da seme razkužimo z insekticidom, pozneje pa na tem mestu posadimo krompir (Bohinc in Trdan, 2013).

2.2.5 Alternativni načini zatiranja strun

2.2.5.1 Privabilni in varovalni posevki

Na seme nekaterih rastlinskih vrst lahko privabljamo strune in jih tako posledično odvrčamo od drugih rastlin. V poskusu so kot privabilni posevek posejali med jagode pšenico (*Triticum aestivum* L.) in oves (*Avena sativa* L.). Pri pridelavi krompirja se je kot privabilni posevek zelo dobro obnesel grah (*Pisum sativum* L.). Možna je tudi uporaba varovalnih posevkov, katerih glavna naloga je varovanje tal pred erozijo, zmanjšanje zapleveljenosti njive ali pa služijo kot podor. V poskusu so po spravi krompirja kot varovalni posevek posejali sirek (*Sorghum bicolor* L.) in sudansko travo (*Sorghum arundinaceum* [Desv.] Stapf) ter s tem vplivali na manjšo škodljivost strun na gomoljih krompirja v naslednjem letu (Bohinc in Trdan, 2013).

2.2.5.2 Odporne sorte

Pri krompirju naj bi na odpornost na napad strun vplivala vsebnost glikoalkaloidov. To so rastlinski toksini z antimikrobnim, insekticidnim in fungicidnim delovanjem. Sorte krompirja, ki imajo manj glikoalkaloidov, naj bi bile manj odporne na napad strun (Bohinc in Trdan, 2013).

2.2.5.3 Kolobar

Na talne organizme lahko vplivamo z uporabo nekaterih rastlin v kolobarju. Za to sta primerni rjava gorjušica (*Brassica juncea* L.) in črna gorjušica (*Brassica nigra* L.), lucerna (*Medicago sativa* L.) ter navadna ajda (*Fagopyrum esculentum* [Moench]). Lucerna lahko iz tal absorbira odvečno vlago, zato vpliva na manjši pojav strun. Navadna ajda ima alelopatsko delovanje. Rezultati nekaterih raziskav kažejo na uspešno insekticidno delovanje rjave gorjušice in navadne ajde, če sta vključeni v kolobar pred sajenjem krompirja (Bohinc in Trdan, 2013).

2.2.5.4 Biotično varstvo

Uspešna alternativa v varstvu rastlin pred napadom strun je uporaba entomopatogene glive *Metarhizium anisopliae* (Metchnikoff). Na delovanje glive vpliva temperatura, vlaga v tleh in dostopnost njihovih žrtev v tleh. Rezultati kažejo, da gliva najbolje deluje pri temperaturi višji od 18 °C, izpostavljenost glive vsaj 48 ur pri 18 °C pa vpliva na 100-odstotno smrtnost strun. Za zatiranje ličink vrste *Agriotes lineatus* se je v enem od poskusov najbolje izkazala entomopatogena ogorčica *Heterorhabditis bacteriophora* (Poinar), ki je povzročila 67-odstotno smrtnost strun (Bohinc in Trdan, 2013).

2.2.5.5 Mineralna gnojila

Na strune insekticidno deluje mineralno gnojilo kalcijev cianamid ali apneni dušik. Na delovanje gnojila vpliva vlaga v tleh. Na drugi strani, pa ima to mineralno gnojilo tudi fungicidno delovanje proti glivam *Rhizoctonia solani* (Kühn), *Fusarium oxysporum*

(Schltdl) in *Verticillium dahliae* (Kleb), v nasadih jagod. Gnojilo se je izkazalo za ustrezno tudi pri gojenju cvetače, z namenom zatiranja golšavosti kapusnic (*Plasmodiophora brassicae* [Woronin]) (Bohinc in Trdan, 2013).

2.2.5.6 Poplavljanje

Poplavljanje njiv se je izkazal za učinkovit ukrep zatiranja dveh vrst talnih škodljivcev, in sicer gosenice *Chrysoteuchia topiaria* (Zeller) in ogrcev vrste *Tomarus subtropicus* (Blatchley). Vpliv tega ukrepa na strune pa je odvisen od tipa tal, temperature tal med poplavljanjem in vrste strun. V jesenskem in poletnem času ima ukrep zaradi višje temperature boljši učinek pri zatiranju strun kot v zimskem času. Eden glavnih dejavnikov je tudi slanost tal; namreč višja kot je slanost tal, krajši časovni interval poplavljanja je potreben. Raziskave so pokazale, da je bilo zatiranje strun v sladkorni pesi najbolj učinkovito, ko je bila temperatura višja od 22 °C, poplavljanje pa je trajalo dlje kot 6 tednov (Bohinc in Trdan, 2013).

2.2.5.7 Večkratna mehanična obdelava tal

Večkratna mehanična obdelava tal prispeva k zmanjševanju strun v tleh. Oranje povzroči tudi, da so strune bolj izpostavljene naravnim sovražnikom (Bohinc in Trdan, 2013).

2.2.5.8 Semiokemikalije

Semiokemikalije so kemične snovi, ki sodelujejo pri interakcijah med organizmi in delujejo kot signalne kemikalije, ki neposredno vplivajo na naravne sovražnike. Delimo jih na intraspecifične feromone, ki služijo komunikaciji organizmov znotraj iste vrste in interspecifične alelokemikalije, ki služijo komunikaciji med osebki različnih vrst. Feromoni so snovi, ki jih izloča en osebek, sprejemajo pa jih osebki iste vrste in se nanje odzivajo. Feromoni sprožijo določene vzorce vedenja ali pa fiziološke oziroma razvojne procese (Kos in sod., 2010). Feromonske vabe so zelo učinkovite pri lovljenju samcev, saj se zaradi zmanjšanja spolnega razmnoževanja, posledično zmanjša tudi število strun. S to metodo se lahko v intenzivnem kolobarju zmanjša število strun za 86 odstotkov (Bohinc in Trdan, 2013).

2.3 POSEVKI

Križnice (Brassicaceae ali Cruciferae) obsegajo okoli 3200 rastlinskih vrst (Bohinc in sod., 2012). Pomembne so za prehrano ljudi (zelenjava, olje, začimbe), kot krmne rastline za živali, med njimi pa najdemo tudi zdravilne in okrasne rastline (Gselman, 1999). Za kmetijstvo so najpomembnejše zelje (*Brassica oleracea* L. var. *capitata*), brokoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica*), cvetača (*B. oleracea* L. var. *botrytis*), brstični ohrovt (*B. oleracea* L. var. *gemmifera*), krmna repica (*Brassica rapa* L. ssp. *sylvestris*) in različne vrste gorjušice (*Sinapis alba* L., *Brassica nigra* L., *Brassica juncea* L.) (Bohinc in sod., 2012). Križnice so dobile ime po cvetu, ki ga sestavljajo štirje venčni listi, razporejeni v obliki križa (Gselman, 1999).

2.3.1 Ogrščica (*Brassica napus* L. var. *napus*)

2.3.1.1 Izvor in razširjenost

Ogrščica izvira iz Sredozemlja in jugovzhodne Azije. Današnja ogrščica naj bi nastala šele v 17. stoletju, s križanjem zelja (*Brassica oleracea* L.) in repice (*Brassica campestris* L.) (Kocjan Ačko, 1999). Je rastlina za pridelovanje zrnja, iz katerega pridobivamo olje, lahko pa sorte, ki tvorijo veliko listja, pridelujemo za voluminozno krmo živalim (Kramberger 1999). Stiskanje olja iz semena se je razširilo šele v šestdesetih letih 20. stoletja, ko so požlahtnili sorte, ki niso več vsebovale eruka kislin, glukozinolatov in linolenove kisline. Največ ogrščice posejejo v Nemčiji, sledijo ji Francija, Velika Britanija, Poljska in Češka (FAOSTAT, 2015). Najdemo jo tudi visoko v vlažnih in hladnih območjih na severu Evrope, kjer uspešno nadomešča sončnico in sojo, ki sta oljnici toplejših območij (Kocjan Ačko, 1999). V svetu je ogrščica posejana na približno 26 milijonih hektarih, največ v Indiji, na Kitajskem, v Evropi in Kanadi. Povprečni svetovni pridelek je 1,5 t/ha, evropski pa 3 t/ha (FAOSTAT, 2015).

V Sloveniji je bila ogrščica najbolj perspektivna oljnica v obdobju 1984-1994. Leta 1984 je bilo z ogrščico posejanih 1056 ha, leta 1994 pa 2278 ha. Največ so je sejali v okolici Slovenske Bistrice, Mengša, Ljubljane, Naklega in Novega mesta, širila pa se je tudi v Prekmurje. Slovenske oljarne so zaradi dotrajane tehnologije stiskanja olja in neurejenih cenovnih razmer prenehale kupovati seme, tako so leta 1995 zabeležili le še 269 ha posejanih z ogrščico. Vse večje oljarne od takrat kupujejo surovo olje ogrščice, soje in sončnice v tujini ter ga doma samo rafinirajo in stekleničijo (Kocjan Ačko, 1999).



Slika 5: Ogrščica (*Brassica napus* L. var. *napus*) (Slovenski čebelarji, 2013)

2.3.1.2 Morfološke lastnosti, rastne razmere in način setve

Ima izrazito vretenasto korenino, zgornji del korenine je nekoliko odebeljen. Kali z dvema narobe obrnjenima ledvičastima kličnima listoma. Zraste od 80 do 140 cm visoko. Ima okroglo steblo, ki se na višini od 40 do 80 cm razveji na od 2 do 7 vej. Listi so modrozeleni barve in so gladki. Spodnji listi lahko imajo gladke ali nazobčane robove in so pecljati. Na sredini stebela in zgoraj so listi sedeči (brez peclja) in deloma objemajo steblo. Cvet je iz štirih časnih listov, štirih zlato rumenih venčnih listov, enega pestiča in šestih prašnikov. Glavne opraševalke so čebele. V grozdastem socvetju najprej zacvetijo zgornji cvetovi in nato še spodnji. Na eni rastlini lahko zacveti do 2000 cvetov. Plod je lusk, dozorel leži pravokotno na steblo. Lusk ogrščice je dolg od 5 do 10 cm, v njem je od 20 do 30 semen v dveh vrstah. Večina ogrščičnih sort ima modročrno seme, veliko od 1,8 do 2,8 mm (Kocjan Ačko, 1999).

Najprimernejša so grudičasta, humusna ali ilovnato-peščena tla. Neprimerne so peščene njive, ker rastline slabo črpajo hranila in vodo iz tal. Slabo uspeva tudi na težkih, hladnih, vlažnih in zakisanih tleh. Ogrščica vznikne v sedmih do desetih dneh, pri optimalni temperaturi kalitve (25 °C). Na začetku rasti ji ugaja srednja temperatura zraka nad 15 °C. Proti mrazu je odporna, prenese -15 °C, pod snegom tudi do -25 °C. Prezimatev je odvisna od gostote setve in škode, ki jo povzročijo bolezni in škodljivci. Spomladi začne ogrščica rasti pri temperaturi od 3 do 5 °C. Za cvetenje, oblikovanje luskov in dozorevanje semena je optimalna dnevna temperatura 20 °C (Kocjan Ačko, 1999).

V kolobar jo vključimo za ali pred žiti, stročnicami in krmnimi rastlinami, kot je inkarnatka. Neugoden prejšnji posevek je koruza in vse vrste iz družine križnic. Na isto njivo jo lahko sejemo čez štiri leta (Kocjan Ačko, 1999).

Sejemo jo kot strniščni dosevek v juliju ali kot prezimni dosevek v avgustu (Kramberger, 1999). Sejemo jo z žitno sejalnico, za kar potrebujemo od 6 do 12 kg semena/ha, odvisno od absolutne mase (od 3 do 5 g), kalivosti in čistoče semena, izbrane njive in setvišča. Sejemo jo na medvrstno razdaljo od 12,5 do 25 cm, na globino od 1,5 do 2,5 cm. Nižje sorte, s slabšo razvejanostjo lahko sejemo gosteje (Kocjan Ačko, 1999).

2.3.1.3 Varstvo

Najpogostejši pleveli v posevkih ogrščice so žita, ljuljke, smolenec, srakoprec, latovke, slak, gabez, plešec, pirnica, ščir in kostreba. Nezaželeni sta lahko tudi repica in gorjušica, saj zmanjšata kakovost in količino olja v semenu. Plevela lahko zatremo z načinom oranja ter z gosto sejano ogrščico, ki s hitro rastjo in gostim listjem prekrije plevela, ter tako zapusti njivo nezapleveljeno. Lahko pa jih zatremo tudi s herbicidi (Kocjan Ačko, 1999).

Najpogostejše bolezni ogrščice so bela gniloba (*Sclerotinia sclerotiorum* [Lib.] de Bary), črna listna pegavost kapusnic (*Alternaria brassicae* [Berk.] Sacc.), golšavost kapusnic (*Plasmodiophora brassicae* [Voronin]), plesen kapusnic (*Peronospora brassicae* [Gäum.]) in siva plesen (*Botrytis cinerea* [Whetzel]). Posevke ogrščice zavarujemo pred boleznimi s širokim kolobarjem ter setvijo zdravega in razkuženega semena. Črno listno pegavost lahko zatiramo tudi z bakrovimi pripravki. Pri pojavu golšavosti je potrebno rastline izpuliti in sežgati, saj lahko spore v tleh ostanejo kalive več let. Golšavost kapusnic lahko zmanjšamo tudi z apnjenjem in kalijevimi gnojili. Peronosporo zatiramo s fungicidi (Kocjan Ačko, 1999).

Ogrščico lahko napadejo bolhači iz rodov *Psylliodes* in *Phyllotreta* ter repna grizlica (*Athalia rosae* L.). Bolhači so hroščik, ki na ogrščici navadno ne naredijo veliko škode. Škodo lahko delajo tudi pagosenice grizlic, ki lahko že jeseni močno objedo mlade liste. Pred začetkom cvetenja moramo posevek zavarovati pred repičarjem (*Meligethes aeneus* [Fabricius]), ki dela škodo na brstih. Škodljivce lahko zatremo z insekticidi (Kocjan Ačko, 1999).

2.3.1.4 Namen uporabe

Nekatere sorte vsebujejo v semenih do 50 % olja, beljakovine, minerale in vitamine, zato je ogrščica pomembna oljnica. Za prehrano ljudi se uporablja prečiščeno olje, ki je svetlo rumene barve. Za mazanje strojnih delov, tekstilno industrijo in strojenje usnja uporabljajo neprečiščeno olje. Ogrščično olje je uporabno tudi za biodizel. Prednost uporabe tega goriva je, da pri zgorevanju proizvede bistveno manj izpustov ogljikovega monoksida. V nekaterih predelih Avstrije, Nemčije in Švice so z zakonom predpisali uporabo biogoriva, in sicer na ekološko občutljivih območjih v kmetijstvu, kot gorivo za delovne stroje in v turizmu, kot gorivo za motorne čolne, žičnice itd. (Kocjan Ačko, 1999).

Ogrščica je tudi krma za živali (Kocjan Ačko, 1999), za kar je primerna predvsem sveža. Pri siliranju dodajamo koruznico ali suhe pesne rezance, saj se sicer zaradi velike vsebnosti vode slabo silira (Kramberger, 1999). Cvetoč posevek nudi čebelarom aprila prvo obilnejšo pašo (Kocjan Ačko, 1999).

2.3.2 Repica (*Brassica rapa* L. ssp. *oleifera*)

2.3.2.1 Izvor in razširjenost

Repico so na Kitajskem pridelovali že pred našim štetjem. Grki in Rimljani so za prehrano uporabljali sezamovo in oljčno olje, za zdravila laneno olje, z repičnim pa so si svetili. V srednjem veku se je repica razširila po vsej Evropi (Kocjan Ačko, 1999).



Slika 6: Repica (*Brassica rapa* L. ssp. *oleifera*) (Prekmurje, 2012)

2.3.2.2 Morfološke lastnosti, rastne razmere in način setve

Ima vretenasto korenino, le da zgornji del ni odebeljen kot pri ogrščici. Repica ima dva srčasta klična lista. V primerjavi z ogrščico ima tanjše steblo, ki zraste do 120 cm visoko. Listi so travno zelene barve in so pokriti z dlačicami. Na sredini in na zgornjem delu, listi povsem objemajo steblo. Cvet repice je enak cvetu ogrščice, le da so venčni listi nekoliko manjši in temnorumeni. Pri repici najprej zacvetijo spodnji cvetovi in šele nato zgornji, po tem jo v času cvetenja tudi najlažje ločimo od ogrščice (Kocjan Ačko, 1999). Plod je lusk, dozorel lusk leži vodoravno glede na steblo (Kramberger, 1999).

V primerjavi z ogrščico, repica uspeva tudi na peščenih tleh. Prav tako prenese hladnejše podnebje in raste na večji nadmorski višini. Za vznik semena in optimalno rast potrebuje podobne temperature kot ogrščica, le da prenese tudi poznejšo setev in je odpornejša proti zimskemu mrazu (Kocjan Ačko, 1999).

V juliju in začetku avgusta jo sejemo kot strniščni dosevek. Za pridelovanje prezimnega dosevka pa jo sejemo v začetku septembra. Za hektar potrebujemo od 10 do 12 kg semena. Pridelek zelinja je od 15 do 30 t/ha. Večji pridelek zelinja imamo pri strniščni setvi in pri spravilu pozno jeseni. Spomladi zaradi hitre tvorbe socvetij, tvori malo listov (Kramberger, 1999).

2.3.2.3 Namen uporabe

V osnovi je namenjena pridelavi zrnja, obstajajo pa tudi sorte za pridelovanje voluminozne krme (Kramberger, 1999). Vsebuje od 1,7 do 1,8 % prebavljivih surovih beljakovin. Repico začnemo za krmo kositi pred polnim cvetenjem. Kosimo jo od 8 do 10 dni, kar je od 2 do 3 dni dlje kot ogrščico. Ker se težko in slabo silira, jo sejemo toliko, da z njo zagotovimo presno krmno za približno teden dni (Korošec, 1998).

2.3.3 Krmni ohrovt (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*)

2.3.3.1 Izvor in razširjenost

Grki naj bi poznali ohrovt že 600 let pred našim štetjem. Krmni ohrovt se je pri nas v praksi pojavil v drugi polovici 20. stoletja. Za krmo večinoma uporabljamo krmni ohrovt strženar, ki se je razširil iz Anglije in listni krmni ohrovt, ki se je najprej pojavil v Nemčiji. Pri nas je ohrovt razširjen v obliki naknadnega ali strniščnega dosevka. Kot glavni posevek je primeren za višja in hladnejša območja (Kramberger, 1999).



Slika 7: Krmni ohrovt (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*) (Dosevki, 2014)

2.3.3.2 Morfološke lastnosti, rastne razmere in način setve

Krmni ohrovt je dveletna rastlina. Za krmo jo uporabljamo le v prvem letu, ko razvije vegetativne organe; v drugem letu je v fazi generativnega razvoja in semeni. Ima dobro razvite korenine, s srčno korenino in številnimi stranskimi koreninami. Steblo zraste od 1 do 1,5 m v višino in ima premer od 2 do 4 cm. Ohrovt ima številne zelo velike liste (Kramberger, 1999). Pri nas je razširjen le krmni ohrovt strženar, pri katerem razlikujemo zeleni in modri podtip (Korošec, 1998). Višina rastlin je zelo odvisna od časa setve in vremena, medtem ko je premer stebela zelo odvisen tudi od gostote setve. Ohrovt, ki ga sejemo zgodaj spomladi in ima dovolj prostora, je lahko visok tudi do 2 m in ima premer stebela do 6 cm (Kramberger, 1999).

Krmni ohrovt dobro uspeva v globokih, rodovitnih in z vlago dobro preskrbljenih tleh. Slabše raste na lahkih tleh, ki jih poleti prizadene suša. Neprimerna so tudi kisla tla (Kramberger, 1999). Odporen je proti nizkim temperaturam, prenese do -15 °C. Jeseni ga lahko zato dolgo pustimo na njivi, kar podaljša obdobje zelenega krmljenja za živali pozno v jesen, na Primorskem pa tudi v zimske mesece (Korošec, 1998).

Krmni ohrovt sejemo kot naknadni posevek v juniju in začetku julija, kot strniščnega pa v drugi polovici julija (Korošec, 1998). Za setev porabimo okoli 5 kg semena na hektar. Pri zgodnejši setvi ga sejemo na medvrstno razdaljo 50 cm, pri poznejši setvi medvrstno razdaljo zmanjšamo in nekoliko povečamo količino semena za setev (Kramberger, 1999). V kolobarju ga sejemo na njive, s katerih smo spravili krmne (prezimne) dosevke. Je odličen prejšnji posevek za vse poljščine. Na isto njivo ga je priporočljivo sejati čez od 2 do 3 leta (Korošec, 1998).

2.3.3.3 Varstvo

Ohrovt raste na začetku počasi, zato je nevarno, da ga plevel preraste in zaduši. Plevel zatremo s herbicidom. Posevek škropimo, ko so rastline visoke od 10 do 20 cm. Ohrovt lahko napadejo tudi kapusovi bolhači (*Phyllotreta* spp. [Kutschera]), ki se radi pojavijo v suhem vremenu in gosenice kapusovega belina (*Pieris brassicae* L.). Omenjena škodljivca zatiramo z insekticidi (Korošec, 1998).

2.3.3.4 Namen uporabe

Je krmna rastlina, ki daje pozno jeseni obilne, z beljakovinami in škrobom bogate pridelke zelene krme. Delež surove vlaknine v krmi je zelo majhen, zato ga lahko poleg prežvekovalcem hranimo tudi prašičem in perutnini (Korošec, 1998). Pri nas za pridelavo priporočajo ohrovt kot naknadni ali strniščni dosevek v omejenem obsegu (Kramberger, 1999).

2.3.4 Bela gorjušica (*Sinapis alba* L.)

2.3.4.1 Izvor in razširjenost

Gorjušica izvira iz Azije in dežel ob Sredozemskem morju. Iz nje so izdelovali gorčico že pred našim štetjem, kar pričajo arheološke najdbe iz okolice Teherana, ko so našli lonček gorčice iz časa sumerske kulture. Grki in Rimljani so iz semen stiskali olje, ki so ga uporabljali za razsvetljavo. Mlade liste gorjušice so uživali presne in še danes jih pripravljajo v severni in vzhodni Aziji (Kocjan Ačko, 1999).

Poleg bele gorjušice sta gospodarsko pomembni tudi rjava gorjušica (*Brassica juncea* L.) in črna gorjušica (*Brassica nigra* L.). Različne vrste danes največ pridelujejo na Nizozemskem, Danskem in Češkem, v Nemčiji, Franciji, Grčiji, Turčiji, Indiji, Kanadi, ZDA in v državah severne Afrike. Pri nas so belo gorjušico sejali v okolici Kamnika še po drugi svetovni vojni, danes pa njena pridelava upada (Kocjan Ačko, 1999).



Slika 8: Bela gorjušica (*Sinapis alba* L.) (Acta plantarum, 2008)

2.3.4.2 Morfološke lastnosti, rastne razmere in način setve

Vse vrste gorjušic imajo tanke, vretenaste korenine. Steblo je poraslo z dlačicami. Listi so pecljati, parno pernat, z valovitimi robovi listnih ploskev. Pri beli gorjušici so listi travno zelene barve, pri črni pa modrozeleni. Bela gorjušica zraste v višino od 40 do 60 cm, medtem ko rjava in črna zrasteta do 1 m. Cvetovi so po zgradbi enaki ogrščici in repici, združeni so v grozdasta socvetja, oprašujejo pa jih čebele. Venčni listi bele gorjušice so

večji in svetlo rumeni, venčni listi rjave in črne gorjušice pa imajo manjše, zlato rumene cvetove. Plod je lusk, v njem so drobna, okrogla semena. Lusk bele gorjušice je raven, dolg od 2,5 do 4,5 cm. Lusk črne gorjušice je čolničasto zavrt in nekoliko krajši (Kocjan Ačko, 1999). Lusk izrašča pravokotno na steblo. Semena so rumenkasto bele barve, od tod tudi ime rastline (Čeh in sod., 2009).

Bela in črna gorjušica najbolje uspevata na peščeno ilovnatih in lapornih tleh. Osnovni pogoj je, da tla niso kisla. Rjava gorjušica bolje uspeva na peščenih tleh. Sejemo jo do nadmorske višine 1400 m. Optimalna temperatura za kalitev semena je 20 °C. Za vznik potrebuje od 7 do 10 dni. Na začetku rasti ji ugaja srednja dneva temperatura zraka nad 15 °C. Za cvetenje, oblikovanje luskov in dozorevanje semena potrebuje dnevno temperaturo okoli 20 °C (Kocjan Ačko, 1999).

Gorjušico sejemo z žitno sejalnico, za kar potrebujemo od 4 do 10 kg semena/ha, odvisno od absolutne mase semena, kalivosti in čistoče, njive in setvišča. Sejemo na medvrstno razdaljo od 12,5 do 25 cm, na globino od 1,5 do 3 cm (Kocjan Ačko, 1999), in sicer v marcu ali v začetku aprila (Čeh in sod., 2009).

Gorjušice večinoma sejemo za žiti, krompirjem in stročnicami. Neugoden prejšnji posevek je koruza in druge križnice. Na isto njivo jo je priporočljivo sejati čez 4 leta (Kocjan Ačko, 1999).

2.3.4.3 Varstvo

V posevku imamo lahko težave s pleveli. Da se temu izognemo, izberemo nezapleveljeno njivo, zlasti pa se izognemo njivam, kjer so bile posejane druge križnice. Na plevela lahko vplivamo tudi z gosto setvijo, saj gorjušica hitro raste in prekrije plevela. Težave v naslednjem posevku imamo lahko zaradi osutega semena gorjušice, kar pa izkoristimo tako, da ga pustimo vzkliti, nato pa mlado zelinje pokosimo ali ga podorjemo. Plevela lahko zatiramo tudi s herbicidi, ki so uradno dovoljeni za ta namen. Gorjušico lahko napadejo podobni škodljivci in okužijo podobne bolezni kot ogrščico. Pred njimi zavarujemo rastline s širokim kolobarjem ter zdravim in razkuženim semenom. Lahko uporabimo tudi insekticide in fungicide. Na njivi nam lahko določeno količino pojé tudi divjad, medtem ko ptiči semen ne marajo zaradi vsebnosti sinigrina, ki ima oster in pekoč okus (Kocjan Ačko, 1999).

2.3.4.4 Namen uporabe

Semena uporabljajo za začinjanje zelenjavnih in mesni jedi, pri vlaganju kislih kumaric, bučk, paradižnikov, jajčevcev in rdeče pese. Lahko jih uporabimo kot začimbo za maso za salame in klobase (Kocjan Ačko, 1999). Semena vsebujejo od 20 do 30 % maščob, od 26,4 do 27,6 % surovih beljakovin in večje količine glukozidov, zaradi katerih ima ostro pekoč okus (Čeh in sod., 2009). Iz semen stiskajo olje za prehrano ljudi, za tehnične namene, uporabljajo ga pri izdelavi mil, pralnih sredstev, itd. Iz tropin izdelujejo gorčico, eterično gorčično olje in gorčične obliže. Francozi so poznavalci obdelave zrn in ljubitelji gorčice. Okus in vonj več sto različnih gorčic je odvisen od razmerja med belimi in črnimi semeni ter od dodatkov (mošt, vino, kis, zelišča). Zelinje gorjušic je dobrodošel dodatek k zgodnji

spomladanski ali jesenski krmi, še bolj pa za podor. Tropin za krmo živali ne uporabljamo, ker vsebujejo škodljive glukozinolate, eruka in druge oljne kisline (Kocjan Ačko, 1999).

Gorčica pri človeku spodbuja izločanje želodčnih sokov, izboljšuje apetit in v črevesju deluje razstrupljevalno (Kocjan Ačko, 1999). Uporabljali naj bi jo tudi za zdravljenje karcinogenih obolenj, zobobola, bolečin v ušesih, bronhitisa in drugih težav z respiratornim sistemom (Čeh in sod., 2009).

2.3.5 Oljna redkev (*Raphanus sativus* L. var. *oleiformis*)

2.3.5.1 Izvor in razširjenost

Oljna redkev izvira iz južne Azije, od koder se je razširila po vsem svetu (Vavilov, 1951).



Slika 9: Oljna redkev (*Raphanus sativus* L. var. *oleiformis*) (Clark, 2014)

2.3.5.2 Morfološke lastnosti, rastne razmere in način setve

Oljna redkev je enoletna rastlina, ki zraste do 1,5 m visoko. Njeni cvetovi imajo značilno obliko in so belo vijoličaste barve (Kramberger, 1999). Oblikuje močno okroglo steblo s številnimi stranskimi poganjki. Cveti neenakomerno, cvetenje se podaljša pozno v jesen (Kapun, 2007). Rastlina ima obilen pridelek zelinja. Do cvetenja je lahko krma za živali, v ta namen jo sejemo konec julija kot strnišni dosevek, vendar jo včasih živali nerade zaužijejo. Rastline ne prezimijo (Kramberger, 1999), zato se ne pojavlja kot nadležen plevel v naslednjem letu (Kapun, 2007). Bolj primerna je za podor, še posebej, ker je za razliko od drugih križnic odporna proti nematodam, oziroma jih celo odvrča (Kramberger, 1999). Sejemo jo do druge polovice avgusta, in sicer od 20 do 30 kg/ha. Je zelo dober predposevek za vse gojene poljščine, razen za križnice (Kramberger, 2003).

Oljna redkev je ena izmed rastlin z najhitrejšim razvojem od setve do polnega cvetenja. Dobro uspeva na rodovitnih srednje težkih tleh, bogatih z vodo (Kramberger, 2003). S setvijo oljne redkve se številčnost ogorčic v tleh lahko zmanjša za 80 do 90 odstotkov, pridelek krompirja pa se lahko zaradi tega poveča tudi za 30 odstotkov. Ker oljna redkev ustvarja veliko organske mase v tleh, zmanjšuje vsebnost nitratov v talnem profilu in s tem pojav železne pegavosti pri krompirju (Glažar, 2010).

2.3.5.3 Varstvo

Oljna redkev zelo hitro kali in raste, kar negativno vpliva na plevela, saj jih zaduši. V posevkih z oljno redkvijo se lahko tako z gosto setvijo izognemo plevelom (Sundermeier, 2008). Plevela lahko zatiramo tudi s herbicidi, ki so uradno dovoljeni in z mehansko obdelavo tal. Oljno redkev lahko napadejo bolezni in škodljivci, pred katerimi zavarujemo rastline s širokim kolobarjem, s setvijo zdravega in razkuženega semena ter z uporabo insekticidov (Kramberger, 2003).

2.3.5.4 Namen uporabe

Oljna redkev se večinoma prideluje kot strniščni dosevek. Do cvetenja jo lahko uporabimo kot krmo za živali. Najbolj primerna je za podor (Kramberger, 1999).

3 MATERIAL IN METODE

3.1 POSKUSNO POLJE

Leta 2012 smo na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani izvedli poljski poskus, kjer smo uporabili pet vrst križnic, z namenom, da bi ugotovili njihovo biofumigantno delovanje na strune na njivi s krompirjem. V poskusu smo imeli sedem različnih obravnavanj: krmno ogrščico (20 kg semena/ha), krmno repico (25 kg/ha), krmni ohrovt (10 kg/ha), belo gorjušico (25 kg/ha), oljno redkev (30 kg/ha), pozitivno kontrolo, kjer smo uporabili insekticid teflutrin (pripravek Force 1,5 G) in negativno kontrolo, kjer nismo uporabili nobenega insekticida.

Križnice smo na njivo posejali septembra 2011. Velikost njive je bila 1764 m², velikost parcele pa 5,6 × 15,5 m. Njiva je bila razdeljena na tri bloke, znotraj vsakega bloka je bilo sedem obravnavanj (krmna ogrščica, krmna repica, krmni ohrovt, bela gorjušica, oljna redkev, negativna in pozitivna kontrola). Vsako obravnavanje je bilo v bloku ponovljeno enkrat, a so bila vsa razdeljena na 3 parcele, glede na oddaljenost od roba njive. Prvo od treh parcel (leva) znotraj vsakega obravnavanja so predstavljale vrste od 1. do 5. od roba njive (do 3,75 m od roba njive), drugo parcelo (sredina) vrste od 6. in 10. od roba njive (od 4,5 m do 7,5 m od roba njive) in tretjo parcelo (desna) vrste od 11. do 15. od roba njive (od 8,25 m do 11,25 m od roba njive).

3.2 AGROTEHNIČNI UKREPI

Križnice smo na njivi zmulčili 1. maja 2012 in istega dne zaorali zelinje v tla. Krompir smo posadili 3. maja 2012 (sliki 10-11) z navadnim sadilnikom za krompir. Sadili smo krompir sorte 'Stirling' (Agrico, Nizozemska; uvoznik za Slovenijo: Interseme d.o.o., Ljubljana). Vznik krompirja je bil enakomeren (slika 12). V nasadu smo prvo škropljenje s FFS opravili 25. maja 2012, uporabili smo herbicid Sencor WG 70 (0,75 kg/ha; a.i. metribuzin; proizvajalec: Bayer CropScience, Leverkusen, Nemčija; uvoznik za Slovenijo: Bayer d.o.o., Ljubljana), za zatiranje plevelov. 30. maja 2012 smo v obravnavanju pozitivna kontrola v tla vnesli insekticid Force 1,5 G (5 kg/ha; a.i. teflutrin, proizvajalec: Syngenta, Basel, Švica; uvoznik za Slovenijo: Syngenta Agro d.o.o., Ljubljana). Na ta dan je bil krompir tudi osut. Pred začetkom cvetenja krompirja, konec julija, je bila višina cime med 45 in 50 cm. Zaradi nevarnosti okužbe krompirja s krompirjevo plesnijo (*Phytophthora infestans* [Mont.] de Bary), smo njivo 20. junija in 14. julija 2012 škropili s fungicidom Melody (2,5 kg/ha; a.i. iprovalikarb-5,5 % in propineb-61,3 %; proizvajalec: Bayer CropScience; uvoznik za Slovenijo: Bayer d.o.o., Ljubljana). Zaradi možnosti pojava koloradskega hrošča (*Leptinotarsa decemlineata* [Say]), smo krompir 15. junija 2012 poškopili z insekticidom Bulldock EC 25 (0,5 l/ha; a.s. beta-ciflutrin; proizvajalec: Adama Agriculture B.V.; uvoznik za Slovenijo: Karsia d.o.o., Dutovlje). Da bi izsušili cimo krompirja, smo nadzemske dele 25. avgusta 2012 poškopili s herbicidom Basta (a.i. glufosinat-15 %; proizvajalec: Bayer CropScience; uvoznik za Slovenijo: Bayer d.o.o., Ljubljana).

Pridelek krompirja smo pobirali 11. septembra 2012 (slika 13). Glede na velikost smo gomolje razdelili v tri velikostne razrede: < 4 cm, med 4 in 5 cm ter > 5 cm. Nato smo stehali pridelek vsake frakcije posebej in ga preračunali v t/ha. Iz vsake frakcije vseh obravnavanj smo odvzeli 15 naključno izbranih gomoljev in na njih prešteli luknje (sliki 14-15), ki so jih povzročile strune.



Slika 10: Sajenje krompirja s sadilnikom 3. maja 2012 na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete (foto: J. Rupnik, 2012)



Slika 11: Sadilnik za krompir (foto: J. Rupnik, 2012)



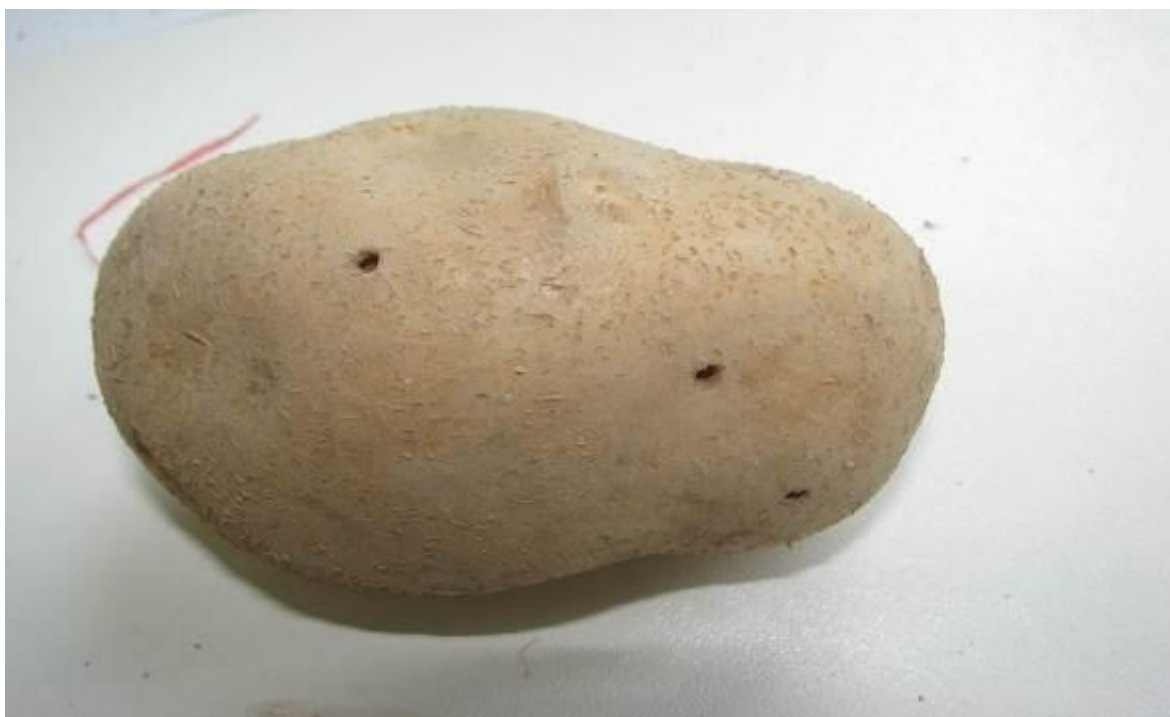
Slika 12: Nasad krompirja 1. junija 2012 na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete (foto: J. Rupnik, 2012)



Slika 13: Spravilo krompirja 11. septembra 2012 na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete (foto: J. Rupnik, 2012)



Slika 14: Gomolji krompirja večji od 5 cm (frakcija 3) (foto: J. Rupnik, 2012)



Slika 15: Luknje, ki jih povzročijo strune (foto: J. Rupnik, 2012)

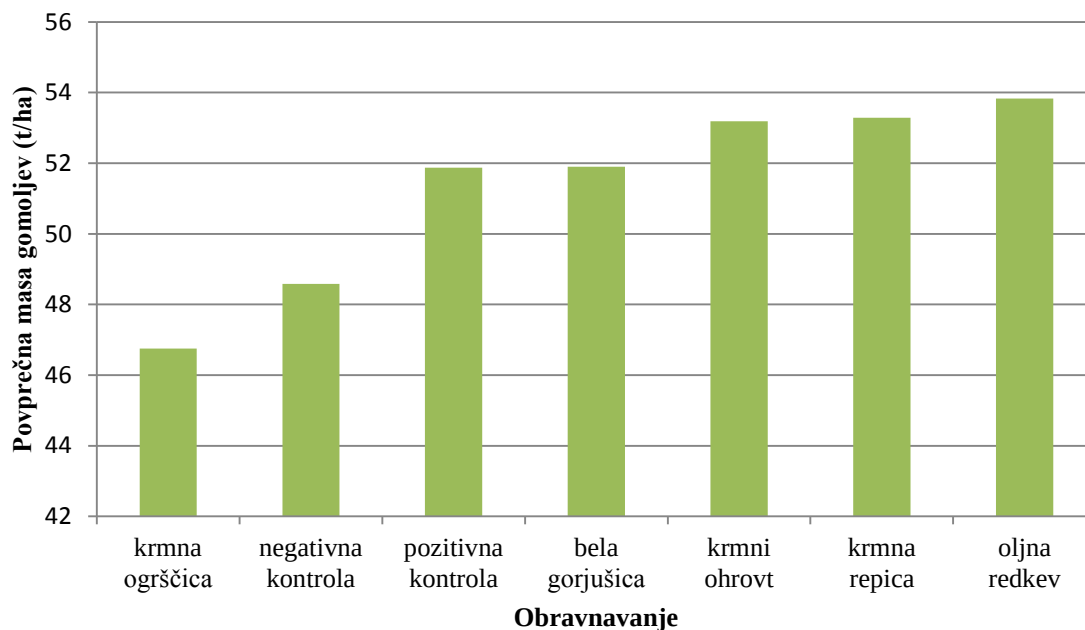


Slika 16: Struna, ki se je zavrtala v gomolj krompirja (foto: J. Rupnik, 2012)

4 REZULTATI

4.1 PRIDELEK KROMPIRJA: ANALIZA PO OBRAVNAVANJIH

Največji pridelek gomoljev krompirja smo ugotovili pri obravnavanju oljna redkev (53,8 t/ha), najmanjšega pa pri obravnavanju krmna ogrščica (46,7 t/ha) (slika 17). V povprečju smo pridelali 51,4 t krompirja na hektar.



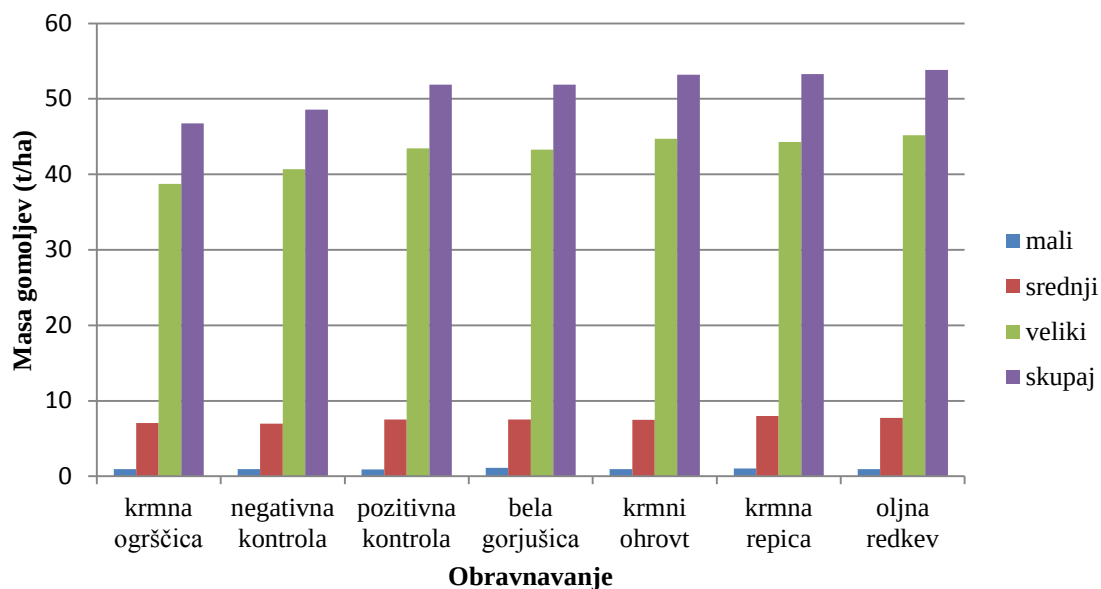
Slika 17: Skupna masa gomoljev krompirja v različnih obravnavanjih v letu 2012 na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete

4.2 PRIDELEK KROMPIRJA: ANALIZA PO VELIKOSTNIH RAZREDIH GOMOLJEV

Med posameznimi obravnavanji v frakciji 1 (najmanjši gomolji) nismo ugotovili večjih razlik. V povprečju smo na obravnavanje pridelali 0,9 t gomoljev/ha. Najmanjši pridelek gomoljev krompirja smo ugotovili pri obravnavanju pozitivna kontrola (0,8 t/ha), največji pridelek pa smo ugotovili pri obravnavanju bela gorjušica (1,1 t/ha).

V frakciji 2 (srednje veliki gomolji) smo v povprečju na obravnavanje pridelali 7,4 ton krompirja na hektar. Najmanjši pridelek gomoljev krompirja smo ugotovili pri obravnavanju negativna kontrola (6,9 t/ha), medtem ko je bil največji pridelek ugotovljen pri obravnavanju krmna repica (7,9 t/ha).

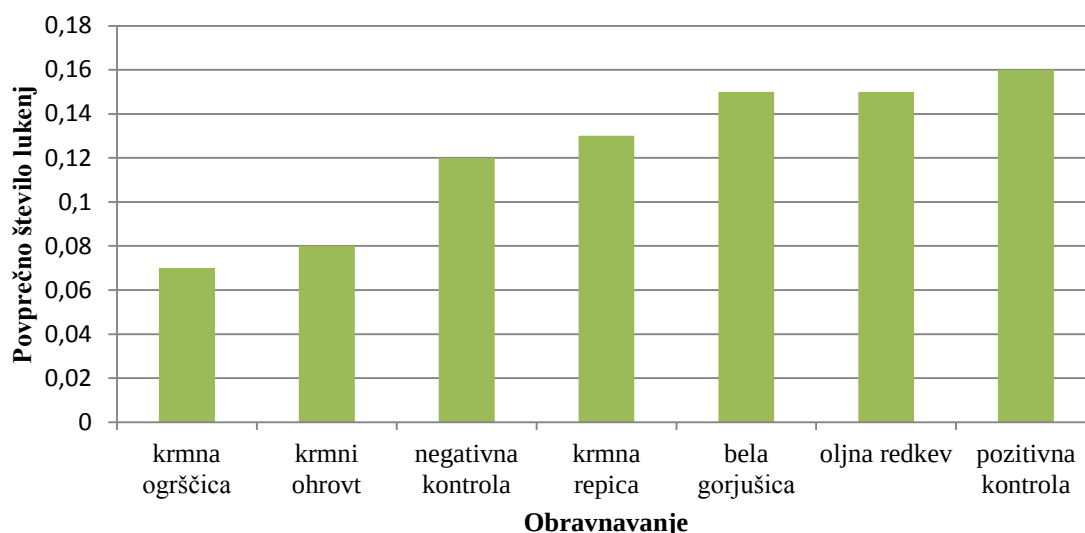
V frakciji 3 (največji gomolji) smo ugotovili največje razlike v pridelku gomoljev med obravnavanji. V povprečju smo na obravnavanje pridelali 42,9 t gomoljev/ha. Najmanjši pridelek gomoljev krompirja smo ugotovili pri obravnavanju krmna ogrščica (38,7 t/ha), največji pridelek pa je bil ugotovljen pri obravnavanju oljna redkev (45,1 t/ha) (slika 18).



Slika 18: Povprečna masa (t/ha) gomoljev krompirja v treh velikostnih razredih in skupna masa gomoljev v letu 2012 na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete

4.3 POŠKODOVANOST GOMOLJEV KROMPIRJA: ANALIZA PO OBRAVNAVANJIH IN VELIKOSTNIH RAZREDIH GOMOLJEV

V povprečju smo v vsakem gomolju krompirja ugotovili 0,12 luknje. Največ lukenj smo ugotovili pri obravnavanju pozitivna kontrola (0,16/gomolj), medtem ko je bilo najmanj lukenj pri obravnavanju krmna ogrščica (0,07/gomolj) (slika 19).

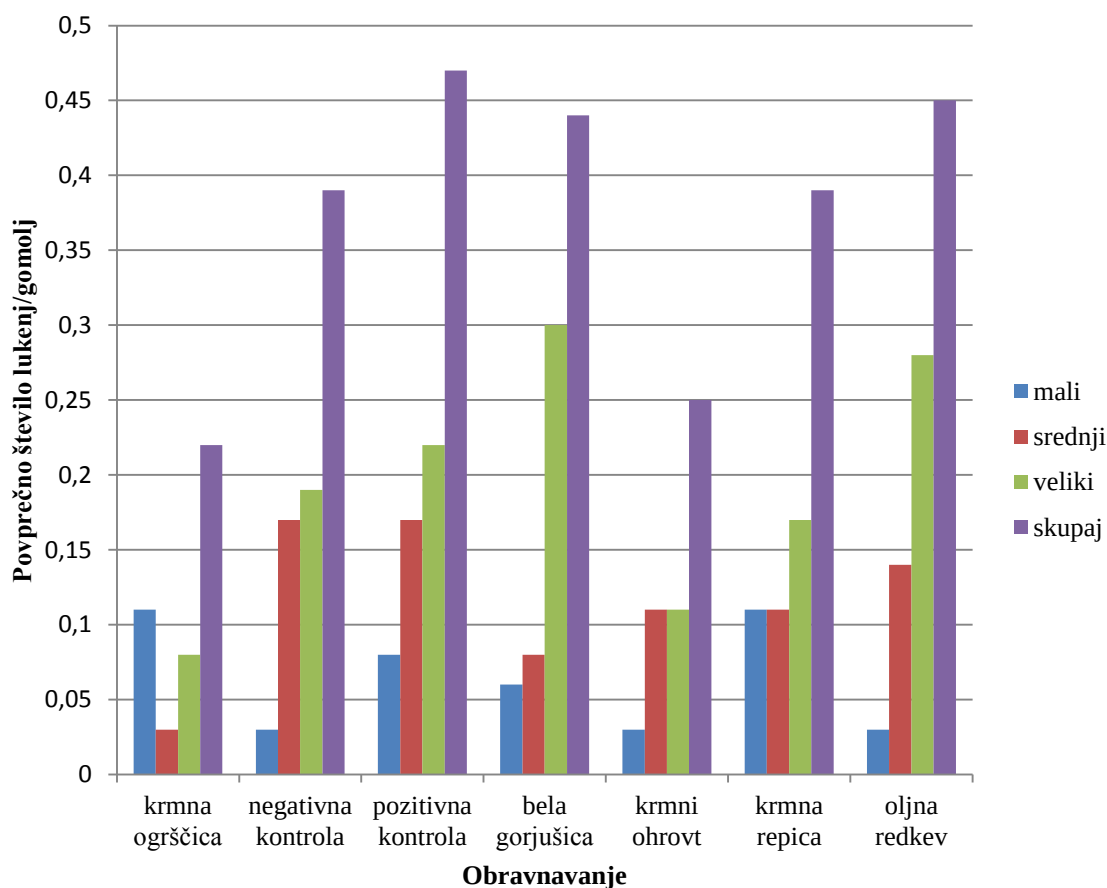


Slika 19: Povprečno število lukenj v gomoljih krompirja v različnih obravnavanjih v letu 2012 na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete

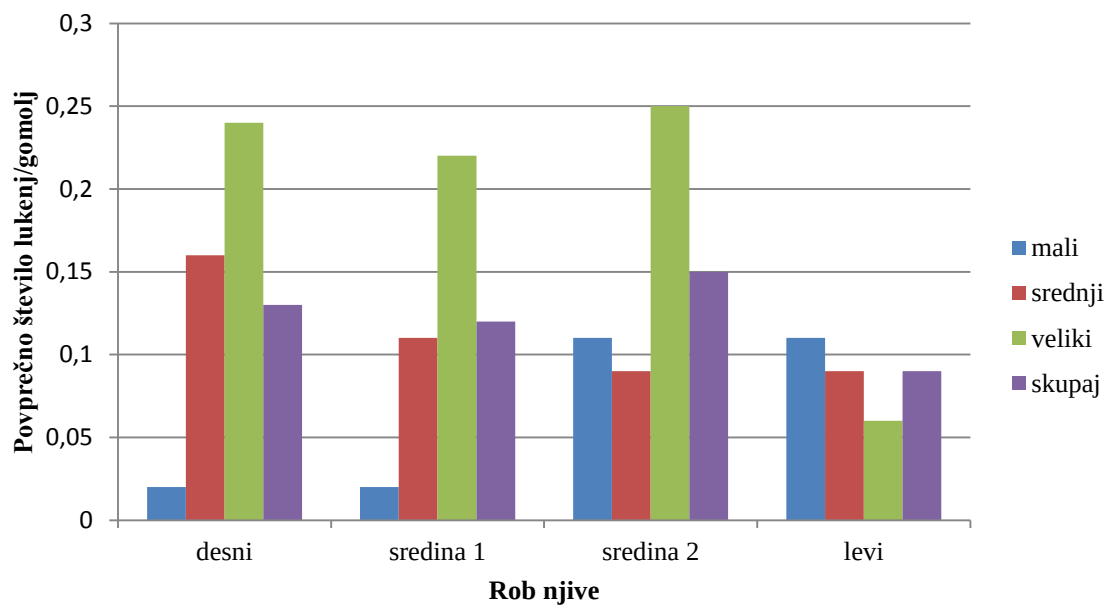
V najmanjših gomoljih (frakcija 1) je bilo povprečno 0,06 luknje/gomolj. Največ lukenj smo ugotovili pri obravnavnih krmna repica in krmna ogrščica (0,11 lukenj/gomolj). Najmanj lukenj je bilo pri obravnavnih negativna kontrola, krmni ohrovt in oljna redkev (0,03 lukenj/gomolj).

V srednje velikih gomoljih (frakcija 2) je bilo povprečno 0,11 lukenj/gomolj. Največ lukenj smo ugotovili pri obravnavnih negativna in pozitivna kontrola (0,17/gomolj), najmanj pa jih je bilo pri obravnavanju krmna ogrščica (0,03 lukenj/gomolj).

V največjih gomoljih (frakcija 3) je bilo v povprečju 0,19 lukenj/gomolj. Največ lukenj smo ugotovili pri obravnavanju bela gorjušica (0,3/gomolj), najmanj lukenj pa je bilo pri obravnavanju krmna ogrščica (0,08/gomolj) (slika 20). V našem poskusu rob njive ni vplival na število poškodb.



Slika 20: Povprečno število lukenj zaradi strun v gomoljih krompirja v različnih obravnavanjih v letu 2012 na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete



Slika 21: Število lukenj zaradi strun v gomoljih krompirja v odvisnosti od roba njive v letu 2012 na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete

Med posameznimi velikostnimi razredi so razlike v številu poškodb v gomoljih zanemarljive (slika 21). V letu 2012 robni efekt njive ni igral pomembne vloge. Medtem ko so rezultati raziskave v letu 2011 pokazali, da je bilo največ poškodb na robu njive, ki je mejil na travnik, kjer je število strun v tleh navadno največje.

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

V raziskavi leta 2012 smo preučevali učinkovitost biofumigacije za zatiranje strun v krompirju. Strune so ličinke hroščev pokalic (*Agriotes* spp.). Hrošči za rastline niso škodljivi, škodo povzročajo ličinke, ki se hranijo s podzemnimi deli rastlin. Njihovo telo je podolgovato, valjaste oblike in trdo kot žica. Kot rastlinski škodljivci so pri nas pomembni predstavniki rodu *Agriotes*, kjer so gospodarsko pomembne vrste zlasti žitna pokalica (*Agriotes ustulatus* [Schaller]), motna pokalica (*A. obscurus* L.), poljska pokalica (*A. lineatus* L.) in solatna pokalica (*A. sputator* L.) (Vrabl, 1992).

Zaradi nekaterih negativnih učinkov sintetičnih insekticidov, se za zatiranje strun vse bolj uporabljajo alternativne metode. Med njimi je biofumigacija velikokrat predstavljena kot uspešna alternativa sintetičnim talnim insekticidom. Biofumigacija je način varstva rastlin, s katerim zatiramo strune ter druge talne škodljivce, talne patogene in plevela. Za biofumigacijo so primerne rastline iz družine križnic (Brassicaceae). Postopek biofumigacije se začne, ko začnejo deli rastlin pri razpadanju izločati sekundarne snovi - glukozinolati. Glukozinolati omogočajo uspešno izrabo križnic kot alternativo metilbromidu, ki je škodljiv za okolje (Bohinc in Trdan, 2013).

Glukozinolatom v varstvu rastlin pripisujemo velik pomen, saj delujejo insekticidno na škodljive žuželke. Vsebnost glukozinolatov je odvisna od okolja, predvsem od povprečne in najvišje dnevne temperature. Ugotovili so, da so alifatski in aromatski glukozinolati veliko bolj dovzetni za okoljske spremembe kot indolni glukozinolati. Med glukozinolati, ki jih uvrščamo med indolne glukozinolati, so v vseh rastlinskih vrstah ugotovili glukobrasicin (Vidrih in sod., 2011).

Najpogostejše uporabljene vrste križnic pri biofumigaciji so rjava gorjušica (*Brassica juncea* L.), abesinska ogrščica (*Brassica carinata* [Braun]), bela gorjušica (*Sinapis alba* L.), redkev (*Raphanus raphanistrum* spp. *campestris* L.), oljna redkev (*Raphanus sativus* var. *oleiformis* [Pers.]), njivska gorjušica (*Sinapis arvensis* L.), navadna rukvica (*Eruca sativa* [Mill.]) (Vidrih in sod., 2011). V sorodni raziskavi Furlan s sod. (2010) poročajo, da je uporaba svežega rastlinskega materiala manj učinkovita kot uporaba biofumigantne moke, kjer je sproščanje glukozinolatov bolj konstantno. Prav tako naj bi imela pomembno vlogo tudi večja zastopanost strun v višjih plasteh tal, saj sproščanje biofumigantnih snovi poteka prav tam.

Rezultati naše raziskave so pokazali, da je bil pridelek krompirja odvisen od načina varstvene metode, vendar se nobena od preizkušenih biofumigantnih rastlin ni izkazala kot zadostno učinkovita pri zmanjšanju škodljivega delovanja strun.

Rezultati naše raziskave so pokazali, da so strune največ poškodb povzročile na največjih gomoljih krompirja. V drugih raziskavah je bilo ugotovljeno, da je stopnja poškodovanosti gomoljev je pogojena s časom, v katerem se gomolj nahaja v tleh. Velikost krompirja se za največ poveča proti koncu rastne dobe, zato gomolji v tem obdobju predstavljajo alternativni vir vode in hrane strunam v tleh, kar lahko privede do povečanega števila poškodb.

Leta 2011 so na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete prav tako izvedli poskus učinkovitosti biofumigacije za zatiranje strun v krompirju. Oddaljenost od roba njive je imela v tem letu pomemben vpliv na število poškodb na gomoljih, saj je bilo lukenj v neposredni bližini travnika na gomoljih v povprečju največ, z oddaljevanjem od roba pa se je njihovo število zmanjševalo. Rezultati poskusa leta 2011 nakazujejo možnost zatiranja strun le na robnem območju njive, s čimer bi bila gospodarnost pridelave krompirja večja, pridelava pa bi bila tudi okoljsko bolj sprejemljiva.

Leta 2012 smo največji skupni pridelek (53,8 t/ha) in največji pridelek največjih gomoljev (45,2 t/ha) ugotovili pri obravnavanju z oljno redkvijo, najmanjši skupni pridelek (46,8 t/ha) in najmanjši pridelek največjih gomoljev (38,7 t/ha) pa pri obravnavanju s krmno ogrščico. V tem letu je bilo poškodb na gomoljih zelo malo, največ jih je bilo na največjih gomoljih (0,2 luknji/gomolj). Rob njive v tem letu ni vplival na število poškodb.

6 POVZETEK

Strune imajo velik gospodarski pomen v pridelavi živeža in krme v Sloveniji in po svetu. Strune so ličinke hroščev pokalic (*Agriotes* spp.). Ličinke povzročajo škodo na rastlinah tako, da se hranijo z njihovimi rastlinskimi deli, medtem ko hrošči za rastline niso škodljivi.

V našem poskusu, ki smo ga izvedli na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani, smo preučevali učinkovitost biofumigacije za zatiranje strun v krompirju. Biofumigacija je okoljsko sprejemljiv način zatiranja talnih škodljivcev, kjer uporabljamo križnice, ki s sproščanjem sekundarnih metabolitov delujejo insekticidno na škodljivce. Vsebnost sekundarnih metabolitov (glukozinolatov) se pri križnicah razlikuje med vrstami, med različnimi organi iste vrste, pri isti vrsti pa se vsebnost spreminja tudi med rastno dobo. Vsebnost sekundarnih metabolitov je odvisna od temperature.

Najpogostejše uporabljene vrste križnic pri biofumigaciji so: rjava gorjušica (*Brassica juncea* L.), abesinska ogrščica (*Brassica carinata* A. Braun), bela gorjušica (*Sinapis alba* L.), redkev (*Raphanus raphanistrum* spp. *campestris* L.), oljna redkev (*Raphanus sativus* var. *oleiformis* Pers.), njivska gorjušica (*Sinapis arvensis* L.) in navadna rukvica (*Eruca sativa* Mill.).

V naši raziskavi smo največ poškodb ugotovili na največjih gomoljih krompirja. Največji skupni pridelek (53,8 t/ha) in največji pridelek največjih gomoljev (45,2 t/ha) smo ugotovili pri obravnavanju z oljno redkvijo. Najmanjši skupni pridelek (46,8 t/ha) in najmanjši pridelek največjih gomoljev (38,7 t/ha) smo ugotovili pri obravnavanju s krmno ogrščico. Glede na posamezno obravnavanje je bilo največ lukenj pri pozitivni kontroli (0,16 lukenj/gomolj), najmanj lukenj pa pri obravnavanju krmna ogrščica (0,07 lukenj/gomolj). Rob njive zaradi nizkega števila strun v tleh ni pomembno vplival na število poškodb.

Uporabo talnega insekticida teflutrina bi bilo mogoče omejiti le na rob njive (kjer je napad strun navadno najbolj intenziven), s čimer bi lahko dosegli večjo gospodarnost in okoljsko sprejemljivost pridelave krompirja. Sodeč po rezultatih naše raziskave bi lahko sklepali, da vsebnost sekundarnih metabolitov - glukozinolatov - v križnicah ni pomemben dejavnik njihove naravne odpornosti na škodljive žuželke in jih ne kaže vključevati v strategije pridelave križnic ali njihovega varstva pred škodljivci. Kljub vsemu pa bo potrebno v prihodnje preveriti še biofumigantno učinkovitost samoniklih križnic, ki vsebujejo višje koncentracije glukozinolatov ali gostejšo setev gojenih vrst križnic, s čimer bo zagotovljena večja količina nadzemske gmote za zaoravanje, s tem pa tudi večja koncentracija glukozinolatov v tleh. Sintetični piretroid teflutrin bo najverjetneje še kar nekaj let predstavljal najučinkovitejši ukrep zatiranja strun in drugih talnih škodljivcev.

7 VIRI

- Acta plantarum. 2008. Forum acta plantarum.
<http://www.actaplantarum.org/floraitaliae/viewtopic.php?t=2941> (22.1.2015)
- Andréasson E., Bolt Jørgensen L., Höglund A.-S., Rask L., Meijer J. 2001. Different myrosinase and idioblast distribution in *Arabidopsis* and *Brassica napus*. Plant Physiology, 127: 1750-1763
- Benec D. 2011. Strune na vrtu in kako se jih znebiti. Ljubljana. Argos media.
<http://www.bodieko.si/nasvet-strokovnjaka-strune-na-vrtu-in-kako-se-jih-znebiti> (22.1.2015)
- Bohinc T., Trdan S. 2012. Environmental factors affecting the glucosinolate content in Brassicaceae, Journal of Food, Agriculture and Environment, 10, 2: 357-360
- Bohinc T., Trdan S. 2013. Alternativni načini zatiranja strun (Coleoptera, Elateridae) na njivah. Acta agriculturae Slovenica, 101-1: 137-147
- Bohinc T., Goreta Ban S., Ban D., Trdan S. 2012. Glucosinolates in plant protection strategies. Archives of Biological Science, 64: 821-828
- Clark A. 2014. Brassicas. Midwest cover crops council.
<http://www.mccc.msu.edu/ccinfo/brassicas.html> (22.1.2015)
- Čeh B., Tajnšek A., Žveplan S., Cizej Rak M., Pavlovič M., Košir J.-I., Hrastar R., Kržan B., Vižintin J., Matanović Nikolić N. 2009. Oljnice: pridelava, kakovost olja ter možnost uporabe za biomaziva in biodizel. Ljubljana, Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije, Fakulteta za strojništvo Univerze v Ljubljani, Center za tribologijo in tehnično diagnostiko: 152 str.
- Dosevki. Ljubljana, Semenarna Ljubljana.
<http://www.semenarna.si/dosevki> (22.1.2015)
- FAOSTAT. 2015. Crops and livestock products. (6. 2. 2015)
<http://faostat.fao.org/site/535/DesktopDefault.aspx?PageID=535#ancor>
- 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
- Glažar Z. Krmne poljščine. 2010. Ljubljana. Semenarna Ljubljana.
http://www.semenarna.si/tl_files/KAZALO/katalogi/krmne-poljscine-katalog.pdf (14.1.2015)
- Gselman A. 1999. Krmne križnice. Kmečki glas, 26: 9-11

- Kapun S. Kmetovanje ob sušnih pogojih. 2007. Ljubljana. Semenarna Ljubljana.
http://www.semenarna.si/tl_files/KAZALO/katalogi/krmne-poljscine-katalog.pdf
(14.1.2015)
- Kocjan Ačko D. 1998. Gorjušica. Naša žena, 6: 91
- Kocjan Ačko D. 1999. Pozabljene poljščine. Ljubljana. ČZP Kmečki glas. 187 str.
- Korošec J. 1998. Pridelovanje krme na travinju in njivah. Ljubljana, Oddelek za agronomijo Biotehniške fakultete v Ljubljani: 279 str.
- Kos K., Rojht H., Trdan S. 2010. Kemična komunikacija med parazitoidi in organizmi z drugih trofičnih nivojev. Acta agriculturae Slovenica, 95: 193-198
- Kramberger B. 1999. Krmni dosevki. Maribor. Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo: 134 str.
- Kramberger B. 2003. Ozelenitev tal v kmetijstvu. Maribor. Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo: 80 str.
- Kuhar T.P., Alvarez J.M. 2008. Timing of injury and efficacy of soil-applied insecticides against wireworms on potato in Virginia. Crop Protection, 27: 792-798
- Prekmurje. 2012. Moj album.
<http://www.mojalbum.com/gitka/prekmurje/oljna-repica/19679571> (22.1.2015)
- Slovenski čebelarji. 2013. Forum slovenskih čebelarjev.
<http://www.slovenski-cebelarji.com/forum30/viewtopic.php?t=4652> (22.1.2015)
- Seigler D.S. 1998. Plant secondary metabolism. Boston, Kluwer Academic Publishers: 759 str.
- Sundermeier A. 2008. Oilseed radish cover crop. Ohio. The Ohio State University.
http://ohioline.osu.edu/sag-fact/pdf/Oilseed_Radish.pdf (22.1.2015)
- Sušnik A. 2012. Po suši, pozebi in burji še strune. Ljubljana. Slovenske novice.
<http://www.slovenskenovice.si/novice/slovenija/po-susi-pozebi-burji-se-strune>
(22.1.2015)
- Travers-Martin N., Kuhlmann F., Müller C. 2008. Revised determination of free and complexed myrosinase activities in plant extracts. Plant Physiology and Biochemistry, 46: 506-516

- Vavilov N.I. The Origin, Variation and Breeding of cultivated Plants. 1951. New York. Ronald Press Company.
http://journals.lww.com/soilsci/Citation/1951/12000/The_Origin,_Variation,_Immunity_and_Breeding_of.18.aspx (26.1.2015)
- Verkerk R. 2002. Evaluation of glucosinolate level throughout the production chain of *Brassica* vegetables. Towards a novel predictive modelling approach. PhD Thesis. Wageningen, Agricultural University, Department of Food Technology: 136 str.
- Verkerk R., Dekerr M. 2008. Glucosinolates. V: Bioactive compounds in foods. Gilbert J., Senyuva H. Z. (eds). Oxford, Blackwell Publishing: 31-51
- Vidrih M., Laznik Ž., Rupnik J., Vučajnik F., Bohinc T., Trdan S. 2011. Biofumigacija kot način zatiranja talnih škodljivih žuželk. V: Zbornik predavanj in referatov 10. slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin z mednarodno udeležbo, Podčetrtek, 1-2. marec 2011. Ljubljana, Društvo za varstvo rastlin Slovenije: 327-331
- Vrabl S. 1992. Škodljivci poljščin. Ljubljana, ČZP Kmečki glas: 144 str.
- Watzl B. 2001. Glucosinolate.
http://www.mri.bund.de/fileadmin/Institute/PBE/Sekundaere_Pflanzenstoffe/Glucosinolate.pdf (20. 2. 2015)

ZAHVALA

Za pomoč, strokovne nasvete in podporo pri izdelavi diplomske naloge se zahvaljujem mentorju prof. dr. Stanislavu TRDANU in somentorju doc. dr. Žigi LAZNIKU.

Iskreno se zahvaljujem svojim staršem za finančno in moralno podporo, predvsem pa za njuno potrpežljivost, ki sta jo izkazovala ves čas mojega izobraževanja.

Zahvaljujem se tudi sošolkam in sošolcem za pomoč pri študiju in vsem, ki so na kakršen koli način prispevali k izdelavi diplomske naloge.