

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Špela FAJFAR

**UČINKOVITOST TREH ETERIČNIH OLJ ZA ZATIRANJE
RIŽEVEGA ŽUŽKA (*Sitophilus oryzae* [L.], Coleoptera,
Curculionidae) V USKLADIŠČENI PŠENICI**

DIPLOMSKO DELO

Visokošolski strokovni študij - 1. stopnja

Ljubljana, 2014

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Špela FAJFAR

**UČINKOVITOST TREH ETERIČNIH OLJ ZA ZATIRANJE
RIŽEVEGA ŽUŽKA (*Sitophilus oryzae* [L.], Coleoptera, Curculionidae)
V USKLADIŠČENI PŠENICI**

DIPLOMSKO DELO
Visokošolski strokovni študij - 1. stopnja

**THE EFFECTIVENESS OF THREE ESSENTIAL OILS FOR
CONTROLLING THE RICE WEEVIL (*Sitophilus oryzae* [L.],
Coleoptera, Curculionidae) IN STORED WHEAT**

GRADUATION THESIS
Higher professional studies

Ljubljana, 2014

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

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

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednica: izr. prof. dr. Marijana JAKŠE
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

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

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

Datum zagovora:

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

Špela FAJFAR

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

- ŠD Dv1
DK UDK 633.11:632.76:632.937 (043.2)
KG pšenica/rižev žužek/skladiščni škodljivci/eterična olja/
navadni rožmarin/prava sivka/navadni lovor/smrtnost/laboratorijski poskus
AV FAJFAR, Špela
SA TRDAN, Stanislav (mentor)
KZ SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo
LI 2014
IN UČINKOVITOST TREH ETERIČNIH OLJ ZA ZATIRANJE RIŽEVEGA
ŽUŽKA (*Sitophilus oryzae* [L.], Coleoptera, Curculionidae) V USKLADIŠČENI
PŠENICI
TD Diplomsko delo (Visokošolski strokovni študij - 1. stopnja)
OP VI, 32. str., 17 sl., 27 vir.
IJ sl
JI sl/en
AI V laboratorijskih poskusih smo ugotavljali učinkovitost treh eteričnih olj (navadni rožmarin, prava sivka in navadni lovor) za zatiranje riževega žužka (*Sitophilus oryzae* [L.]) v uskladiščeni pšenici. Uporabili smo laboratorijsko populacijo riževega žužka in zrnje ozimne pšenice (*Triticum aestivum* [L.]). Poskus smo izvajali v gojitveni komori tipa RK-340 CK. Insekticidno delovanje eteričnih olj smo ugotavljali pri treh različnih temperaturah (15, 20 in 25 °C), dveh vrednostih relativne zračne vlage (55 in 75 %) in treh vrstah eteričnih olj, vse v dveh koncentracijah (150 in 400 µl/petrijevko). Vsako obravnavanje (kombinacija temperature, relativne zračne vlage in preizkušane eteričnega olja) smo v poskusu ponovili 10-krat. Smrtnost hroščev smo ugotavljali 1., 2., 3. in 7. dan po izpostavitvi škodljivcev. Največjo povprečno smrtnost hroščev riževega žužka smo potrdili pri 20 °C (22,2 %), 55-odstotni relativni zračni vlagi (17 %), pri eteričnem olju navadnega rožmarina (58 %) in koncentraciji 400 µl/petrijevko (20,6 %) po 7 dneh izpostavitve. Najmanjšo povprečno smrtnost hroščev smo ugotovili pri eteričnem olju prave sivke, kjer je bilo po 7 dneh mrtvih le 12,1 % izpostavljenih osebkov.

KEY WORDS DOCUMENTATION

- ND Dv1
DC UDC 633.11:632.76:632.937 (043.2)
CX wheat/rice weevil/stored products pests/essential oils/
rosemary/lavender/bay laurel/mortality/laboratory trial
AU FAJFAR, Špela
AA TRDAN, Stanislav (supervisor)
PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Agronomy
PY 2014
TI THE EFFECTIVENESS OF THREE ESSENTIAL OILS FOR CONTROLLING
RICE WEEVIL (*Sitophilus oryzae* [L.], Coleoptera, Curculionidae) IN STORED
WHEAT
DT B. Sc. Thesis (Professional Study Programmes)
NO VI, 32. p., 17 fig., 27 ref.
LA sl
AL sl/en
AB In the laboratory experiments we investigated the efficiency of three essential oils (rosemary, lavender and bay laurel) for controlling the rice weevil in stored wheat. We used the laboratory population of rice weevil and grains of stored winter wheat (*Triticum aestivum* [L.]). The experiment was performed in the rearing chamber type RK-340 CK. Insecticidal efficiency of essential oils was studied at three different temperatures (15, 20 and 25 °C), two values of relative humidity (55 and 75 %), and three essential oils, all three in two concentrations (150 and 400 µl/petri dish). All treatments (combination of temperature, relative humidity and tested essential oil) in the experiment were repeated 10-times. The mortality of rice weevil adults was evaluated on the first, second, third and seventh day after exposure. The highest average mortality of adult rice weevils was established at 20 °C (22.2 %), at 55 % relative humidity (17.0 %), with essential oil of rosemary (58.0 %), and concentration 400 µl/petri dish (20.6 %) after seven days of exposure. The lowest average mortality was confirmed with essential oil of lavender, where after seven days of exposure only 12.1 % mortality was stated.

KAZALO VSEBINE

	KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	II
	KEY WORDS DOCUMENTATION	III
	KAZALO VSEBINE	IV
	KAZALO SLIK	VI
1	UVOD	1
1.1	NAMEN RAZISKAVE	1
1.2	DELOVNA HIPOTEZA	1
2	PREGLED OBJAV	2
2.1	SKLADIŠČNI ŠKODLJIVCI	2
2.1.1	Delitev skladiščnih škodljivcev glede na tip škodljivosti	2
2.1.2	Rižev žužek (<i>Sitophilus oryzae</i> [L.])	3
2.1.2.1	Opis	3
2.1.2.2	Razmnoževanje in razvoj	3
2.1.2.3	Škodljivost	3
2.1.3	Črni žitni žužek (<i>Sitophilus granarius</i> L.)	4
2.1.3.1	Opis	4
2.1.3.2	Razmnoževanje in razvoj	5
2.1.3.3	Škodljivost	5
2.2	ETERIČNA OLJA	6
2.2.1	Proizvodnja in pridobivanje eteričnih olj	7
2.3	NAVADNI ROŽMARIN (<i>Rosmarinus officinalis</i> [L.])	8
2.3.1	Eterično olje navadnega rožmarina	9
2.4	PRAVA SIVKA (<i>Lavandula angustifolia</i> [Mill.])	9
2.4.1	Eterično olje prave sivke	11
2.5	NAVADNI LOVOR (<i>Laurus nobilis</i> [L.])	11
2.5.1	Eterično olje navadnega lovorja	12
2.6	DOSEDANJE DOMAČE RAZISKAVE INSEKTICIDNE UČINKOVITOSTI ETERIČNIH OLJ	13
2.7	PŠENICA (<i>Triticum aestivum</i> [L.])	14
2.7.1	Izvor, širjenje in pomen	14
2.7.2	Botanične značilnosti	14
2.7.2.1	Zrno	14
2.7.2.2	Koreninski sistem	15
2.7.2.3	Bil	15
2.7.2.4	List	15
2.7.2.5	Klas ali socvetje	15
2.7.3	Pridelovanje pšenice	16
2.7.4	Skladiščenje pšenice	16
2.7.5	Bolezni in škodljivci	17
3	MATERIALI IN METODE DELA	18
3.1	MATERIALI	18

3.2	METODE DELA	18
3.2.1	Zasnova poskusa	18
3.2.2	Izvedba poskusa	18
4	REZULTATI	21
4.1	SMRTNOST HROŠČEV RIŽEVEGA ŽUŽKA - GENERALNA ANALIZA	21
4.2	SMRTNOST HROŠČEV RIŽEVEGA ŽUŽKA GLEDE NA TEMPERATURO	23
4.3	SMRTNOST HROŠČEV RIŽEVEGA ŽUŽKA GLEDE NA RELATIVNO ZRAČNO VLAGO	23
4.4	SMRTNOST HROŠČEV RIŽEVEGA ŽUŽKA GLEDE NA KONCENTRACIJO ETERIČNEGA OLJA	26
5	RAZPRAVA IN SKLEPI	27
5.1	RAZPRAVA	27
5.2	SKLEPI	27
6	POVZETEK	29
7	VIRI	30
	ZAHVALA	33

KAZALO SLIK

Slika 1:	Poškodbe odraslih osebkov riževega žužka na zrnju pšenice (foto: T. Bohinc)	4
Slika 2:	Ostanki napadenega zrnja pšenice od črnega žitnega žužka (foto: T. Bohinc)	6
Slika 3:	Poganjek rožmarina (levo) in grm rožmarina (desno) (foto: Š. Fajfar)	8
Slika 4:	Listi in cvetovi sivke (levo), ter polgrm sivke (desno) (foto: Š. Fajfar)	10
Slika 5:	Listi lovorja (levo) in rastlina lovorja (desno) (foto: Š. Fajfar)	12
Slika 6:	Steklene petrijevke napolnjene z zrnjem ozimne pšenice, mikrocentrifugirko z eteričnim oljem in hrošči riževega žužka (foto: Š. Fajfar)	19
Slika 7:	Ugotavljanje smrtnosti hroščev riževega žužka v Laboratoriju za entomologijo na oddelku za agronomijo (foto: T. Bohinc)	19
Slika 8:	Steklene petrijevke v rastni komori, napolnjene z zrnjem ozimne pšenice, mikrocentrifugirko z eteričnim oljem in hrošči riževega žužka (foto: Š. Fajfar)	20
Slika 9:	Povprečni odstotek smrtnosti hroščev riževega žužka glede na termin ocenjevanja	21
Slika 10:	Povprečni odstotek smrtnosti hrošča riževega žužka glede na vrsto obravnavanja	22
Slika 11:	Povprečni odstotek smrtnosti hroščev riževega žužka glede na termin ocenjevanja in vrsto obravnavanja	22
Slika 12:	Povprečni odstotek smrtnosti hroščev riževega žužka glede na temperaturo	23
Slika 13:	Povprečni odstotek smrtnosti hroščev riževega žužka glede na relativno zračno vlago	24
Slika 14:	Povprečni odstotek smrtnosti hroščev riževega žužka pri 55 % relativni zračni vlagi glede na vrsto obravnavanja	24
Slika 15:	Povprečni odstotek smrtnosti hroščev riževega žužka pri 75 % relativni zračni vlagi glede na vrsto obravnavanja	25
Slika 16:	Povprečni odstotek smrtnosti hroščev riževega žužka pri 55 % in 75 % relativni zračni vlagi glede na vrsto obravnavanja	25
Slika 17:	Povprečni odstotek smrtnosti hroščev riževega žužka glede na koncentracijo eteričnega olja	26

1 UVOD

Pšenica (*Triticum aestivum* [L.]) spada med najstarejše in najpomembnejše gojene vrste rastlin. Za človeka je pšenica najpomembnejše žito, ker mu omogoča obstoj in razvoj. Je zelo pomembna surovina v mlinarstvu, kjer s postopki obdelave zrnje spremenijo v moko in posledično kot sestavina služi enemu najpomembnejših prehrabnih proizvodov v Evropi - kruhu. Botanično spada v družino trav (Poaceae), rod *Triticum*, kjer najdemo gojene in samorasle vrste in zvrsti.

Pri skladiščenju pšenice se pogosto srečujemo s skladiščnimi škodljivci. Med njene najpogostejše skladiščne škodljivce sodijo rižev žužek (*Sitophilus oryzae* [L.]), črni žitni žužek (*Sitophilus granarius* [L.]) in žitni kutar (*Rhizopertha dominica* [F.]). Odrasle žuželke povzročajo škodo s hranjenjem z žitnim zrnjem, ličinke pa se hranijo s kalčkom in endospermom. Z njihovo prisotnostjo povzročajo segrevanje zrnja, v katerega se zaradi višje vlage naselijo glive, tako da začne zrnje plesneti. Zaradi napada škodljivcev se znižajo biološke lastnosti semena in spremenijo biokemične lastnosti pridelka.

Rižev žužek (*Sitophilus oryzae* [L.]) spada v družino rilčkarjev (Curculionidae). Za to družino je značilno, da imajo hrošči prednji del glave podaljšan v rilček. Rižev žužek je sorodnik črnega žitnega žužka (*Sitophilus granarius* [L.]). K nam pa so ga zanesli s pošiljkami žita iz južnih krajev. Je rjasto rjave do črne barve in ima na pokrovkah dve široki, nejasno omejeni rdečkasti pegi. Od črnega žitnega žužka se razlikuje po tem, da je manjši in lahko leti, za razvoj pa potrebuje večjo toploto. V primerjavi s črnim žitnim žužkom, rižev žužek v enem zrnju razvije več ličink (Vrabl, 1992).

1.1 NAMEN RAZISKAVE

Namen raziskave je bil preučiti insekticidno učinkovitost treh eteričnih olj za zatiranje odraslih osebkov riževega žužka v odvisnosti od temperature zraka, relativne zračne vlage in koncentracije pripravkov. Dobljene podatke bo mogoče uporabiti pri okoljsko sprejemljivem skladiščenju žita, saj predvidevamo, da je možno škodljivca dovolj učinkovito zatreti tudi brez uporabe kemičnih insekticidov.

1.2 DELOVNA HIPOTEZA

Delovna hipoteza naloge je bila, da so eterična olja učinkovita alternativa kemičnim insekticidom za zatiranje riževega žužka v uskladiščeni pšenici in da obstajajo, med tremi preizkušenimi vrstami eteričnih olj, razlike v učinkovitosti.

2 PREGLED OBJAV

2.1 SKLADIŠČNI ŠKODLJIVCI

Na uskladiščenih kmetijskih pridelkih, še posebno na žitnem zrnju in semenih stročnic, se pojavljajo nekateri škodljivci, ki lahko povzročajo veliko škodo. S tem ko se hranijo z uskladiščenim zrnjem, močno zmanjšujejo maso pridelkov, še posebno pa poslabšujejo kakovost le teh (Vrabl, 1992). Številni škodljivci povzročajo, da se uskladiščeni pridelki segrevajo ali pa se v njih povečuje vlaga, s tem pa se ustvarjajo ustrezne razmere za razvoj mikroorganizmov. Napad škodljivcev pogosto povzroči biokemične spremembe na pridelkih (poveča se vsebina dušika in prostih maščobnih kislin), vplivajo pa tudi na znižanje bioloških lastnosti semena (slabša kalivost uskladiščenih semen) (Maceljski, 1999).

2.1.1 Delitev skladiščnih škodljivcev glede na tip škodljivosti

Primarni škodljivci poškodujejo še cela in povsem nepoškodovana zrnja ali semena žit in stročnic. Sem spadajo rižev žužek (*Sitophilus oryzae* [L.]), črni žitni žužek (*Sitophilus granarius* [L.]), koruzni žužek (*Sitophilus zeamais* [Motschulsky]), žitni kutar (*Rhizopertha dominica* [F.]), žitni molj (*Nemapogon granella* [L.]), koruzni molj (*Sitotroga cerealella* [Olivier]), krljčev molj (*Plodia interpunctella* [Hübner]) in indijski žitnik (*Trogoderma granarium* [Everts]) (Maceljski, 1999).

Sekundarni škodljivci ne morejo škodovati nepoškodovanemu in zdravemu zrnju žita, ampak se hranijo s poškodovanimi, nalomljenimi in razpokanimi zrnji. Sekundarni škodljivci se pojavljajo skupaj s primarnimi škodljivci. V to skupino spadajo mokaarji (*Tribolium* spp.) in zobati žitnik (*Oryzaephilus surinamensis* [L.]) (Maceljski, 1999).

Mikofagne vrste se prehranjujejo z glivami. Te vrste niso neposredno škodljive, ker ne napadajo uskladiščenih pridelkov, ampak so škodljive, ker s svojo prisotnostjo lahko prenašajo glive in bakterije. So tudi pokazatelji višje vlage in slabe kakovosti pridelkov (Maceljski, 1999).

Slučajne vrste se navadno v skladišča prenesejo z njiv v času žetve. Te vrste ne škodujejo uskladiščenim kmetijskim pridelkom, ampak so v njih prisotne zato, ker se hranijo z mrtvimi škodljivci, ali pa so paraziti škodljivcev. V skladiščih se ne morejo razmnoževati in po določenem času poginejo. V to skupino spadajo žitne stenice (npr. *Eurygaster maura* [L.]) (Maceljski, 1999).

Med najpomembnejše škodljivce uskladiščenih žit zagotovo sodijo črni žitni žužek, rižev žužek in žitni kutar (Maceljski, 1999).

2.1.2 Rižev žužek (*Sitophilus oryzae* [L.])

Rižev žužek (Insecta, Coleoptera, Curculionidae [žuželke, hrošči, rilčkarji]) izvira iz Avstralije in je značilen za države s toplim podnebjem (Festić, 1996). V Južni Ameriki, Afriki, jugovzhodni Aziji in Avstraliji živi na prostem. K nam so ga prinesli s pošiljkami žit iz južnih krajev (Vrabl, 1992). Razširjen je tudi pri nas, kjer se nahaja v velikih silosih. Je termofilna vrsta.

2.1.2.1 Opis

Rižev žužek je podoben črnemu žitnemu žužku, le da je manjši. Je rjasto rjave do črne barve, dolg od 2,5 do 4 mm. Na vsaki pokrovki ima dve svetlo rdeči pegi. Pod pokrovkama sta dva para opnastih kril, s katerimi lahko hrošč leta (Maceljski, 1999). V primerjavi s črnim žitnim žužkom ima rižev žužek malo ožji rilček na korenu. Vdolbinice na vratnem ščitu so manjše kot pri črnem žitnem žužku. Ima enočlensko držalo tipalk, biček pa je sestavljen iz osmih členkov. Vdolbinice na zgornji strani telesa so gostejše in globlje kot pri črnem žitnem žužku. Ličinka je bela in okrogla, telo pa dolgo do 3 mm (Lovrec, 2007).

2.1.2.2 Razmnoževanje in razvoj

Rižev žužek za razvoj potrebuje višje temperature, zato spada med termofilne vrste. Za njegov razvoj je optimalna temperatura od 24 do 28 °C. Ena samica odloži od 300 do 500 jajčec v poškodovana ali cela zrnja. Samica lahko položi več jajčec v eno zrno, zato ima rižev žužek večji potencial razmnoževanja kot črni žitni žužek. V ugodnih razmerah njegova številčnost hitro raste (Maceljski, 1999). Stadij jajčeca je odvisen od vlage in temperature in običajno traja od 3,5 do 10 dni. V času razvoja se ličinke štirikrat levijo. Ličinke se prehranjujejo s poškodovanim zrnjem in z notranjostjo zrnja. Pri višji temperaturi je razvoj riževega žužka hitrejši, pri nižji temperaturi pa se razvoj bistveno podaljša. Buba je gola (Lovrec, 2007).

Pri nas ima škodljivec letno od tri do štiri rodove. Hrošč pogine pri temperaturi od -1 do -4 °C po osmih dneh, pri temperaturi od -6 do -9 °C pa po treh dneh (Maceljski, 1999).

2.1.2.3 Škodljivost

Rižev žužek poje manjše količine zrnja v primerjavi s črnim žitnim žužkom. Poškodbe povzročajo hrošči in ličinke, ki se hranijo z vsebino zrn (izguba mase) in omogočajo okužbo ali napad drugih škodljivih organizmov (Korunić, 1990). Škodo povzroča na pšenici, rži, koruzi, rižu, ječmenu, grahu, fižolu, tobaku ter moki in izdelkih iz moke.



Slika 1: Poškodbe odraslih osebkov riževega žužka na zrnju pšenice (*Triticum aestivum* L.) (foto: T. Bohinc)

2.1.3 Črni žitni žužek (*Sitophilus granarius* L.)

Črni žitni žužek (Insecta, Coleoptera, Curculionidae [žuželke, hrošči, rilčkarji]) je eden od najbolj razširjenih škodljivih vrst na žitih. Je izrazit skladiščni škodljivec, ki je popolnoma prilagojen na življenje v zaprtih prostorih, ter se prenaša samo z napadenim žitom. Najdemo ga v kaščah, silosih, skladiščih in mešalnicah močnih krmil (Vrabl, 1992). Je kozmopolit in ga najdemo na vseh celinah (Lovrec, 2007).

2.1.3.1 Opis

Črni žitni žužek sodi med hrošče rilčkarje. Je temno rjave do črne barve, dolg od 3 do 4,5 mm (Vrabl, 1992). Rilček je okrogel in tanek. Na korenu rilčka so zapognjene kolenaste tipalke in grizalo. Držalo tipalk je enočlenasto, tipalke pa so sestavljene iz osem členastega bička. Samice imajo bolj zakrivljen rilček kot samci. Zgornja čeljust služi sekljanju in vrtanju zrn (Lovrec, 2007). Pokrovke (prvi par kril) so po sredini med seboj zrastle - tako, da hroščki ne morejo letati, drugega para kril pa nimajo. Ličinka je bela z rjavo glavo, telo je ukrivljeno, brez nog, dolgo do 3 mm. Tudi buba je bela. Odrasli hrošči živijo nekaj mesecev in njihova značilnost je, da lahko dlje časa zdržijo brez hrane (Maceljki, 1999). Jajčeca so široka od 0,25 do 0,35 mm in dolga od 0,5 do 0,8 mm, ter opalno bele barve (Lovrec, 2007).

2.1.3.2 Razmnoževanje in razvoj

Črni žitni žužek ima holometabolni razvoj (ko samica odloži jajčece v zrno, se začne razvoj od ličinke, bube do imaga). Ena samica odloži od 100 do 200 jajčec. V zrno samica z rilčkom zvrta luknjico, vanjo odloži jajčece in jo zakrije s sluzasto snovjo, ki se na zraku strdi. Tako je jajčece pokrito in zavarovano. Stadij jajčeca traja od 3 do 10 dni. Iz jajčec se razvije ličinka, katera celo življenje preživi v zrnju in se hrani z njegovo vsebino. V času življenja ličinka požre 2/3 endosperma, zato je v enem zrnju mogoč razvoj samo ene ličinke. Hitrost razvoja ličinke je najbolj odvisna od temperature. Optimalna temperatura je od 21 do 25 °C, pri kateri je smrtnost najmanjša. Razvoj je hitrejši pri višji temperaturi. Pri 30 °C traja razvoj ličinke od 26 do 30 dni, pri 25 °C od 35 do 45 dni in pri temperaturi 20 °C od 56 do 79 dni. Pri nižji temperaturi se razvoj ličinke še podaljša in tako pri 12 °C traja okoli 200 dni (Maceljski, 1999). Po končanem razvoju se ličinka v zrnju zabubi, mladi hrošček pa po enem do dveh dneh pregrize luknjico in se izvleče na plano. Hrošči ne marajo svetlobe in se vedno skrivajo v notranjosti žitnih kupov (Lovrec, 2007).

V naših razmerah ima črni žitni žužek letno tri ali več rodov. Življenjska doba črnega žitnega žužka je odvisna od temperature, prehrane in vlage. Pri 100-odstotni vlažnosti v praznih skladiščih zdrži brez hrane do 166 dni. Pri 10-odstotni vlažnosti pa le 10 dni (Lovrec, 2007).

2.1.3.3 Škodljivost

Poškodbe dela z izjedanjem endosperma, zato se masa zrnja zmanjšuje. Napadeno žito ima značilen duh po plesni. Žužki večajo vlago žita in povzročajo njegovo segrevanje, s tem pa privabljajo druge sekundarne škodljivce in pospešujejo pojav različnih plesni. Par žužkov lahko v enem kilogramu pšenice pri 20 °C v 200 dneh vpliva na 11-odstotno zmanjšanje mase in 17-odstotkov navrtanih zrn, po 288 dneh pa izgubi žito celo 44 % mase, navrtana pa so vsa zrna (Vrabl, 1992).



Slika 2: Ostanke napadenega zrnja pšenice od črnega žitnega žužka (*Sitophilus granarius* [L.]) (foto: T. Bohinc)

2.2 ETERIČNA OLJA

Beseda »eterično« izhaja iz grščine in pomeni »nebeški« (Kettenring, 2008). Človekova uporaba eteričnih olj sega tisočletja nazaj. Različne kulture (Egipčani, Judi, Asirci, Babilonci) so eterična olja uporabljale sprva v verske in pogrebne namene. V obdobju renesanse in v 17. stoletju so bila eterična olja znana zaradi pomembnih zdravilnih lastnosti med velikimi epidemijami. S prihodom znanstvene revolucije se je zanimanje znanosti začelo oddaljevati od narave, iskati so začeli kemijske sestavine naravnih vonjav, da bi lahko proizvajali sintetične parfume v laboratorijih. Leta 1950 je bila znanstveno dokazana antiseptična lastnost eteričnih olj in njihov pomen pri premagovanju različnih težav (Postić, 2006).

Eterična olja so kapljevine oljnega videza in otipa z izrazitim vonjem. So produkt rastlinske presnove, ki jih najdemo v različnih delih rastlin: v popkih, cvetovih, listih, steblih, vejah, semenih, deblu, lubju, skorji semen, smoli in koreninah. Posebno bogate z njimi so lipovke, mirtovke, borovke, kobulnice, lovorikovke in rutičevke. Rastline z vonjem eteričnih olj privlačijo žuželke zaradi oprasovanja, varujejo rastline pred okužbami, s hlapi tvorijo okoli rastlin zasičeno atmosfero, ki preprečuje čezmerno izgubo vlage, rastline varujejo pred zajedavci in delujejo proti plevelom, saj je okoli rastlin območje, na katerem trdovratne rastline ne morejo uspevati. Rastline vsebujejo zelo majhne količine eteričnih olj (od 0,02 do 1 %). Kot drobne kapljice se nahajajo med celicami in delujejo kot hormoni, regulatorji in katalizatorji (Postić, 2006).

Eterična olja nastajajo v žleznih celicah na površju rastlinskih organov (rastline iz družine nebinovk [Asteraceae] in ustnatic [Lamiaceae]), v oljnih celicah (rastline iz družine lovorovk [Lauraceae]), v sekretarnih votlinah (rastline iz družine mirtovk [Myrtaceae]) ali v sekretarnih kanalčkih (rastline iz družine kobulnic [Apiaceae]). Značilnost eteričnih olj je, da se od maščobnih olj razlikujejo po visoki hlapljivosti, da imajo značilen močan vonj in izhlapijo brez oljnega madeža. Eterična olja so lažja od vode in se v njej ne topijo, topna pa so v alkoholu, kisu, mleku, smetani in medu, ter se zlahka mešajo z naravnimi rastlinskimi olji, maščobami in voski (Kettenring, 2008).

2.2.1 Proizvodnja in pridobivanje eteričnih olj

Na kakovost eteričnega olja vplivajo številni dejavniki, kot so lastnosti tal, vremenske razmere, v katerih je rastlina rastla, način gnojenja, nadmorska višina, čas in način pridobivanja surovin, ter tehnika izdelave. Nekatero rastline vsebujejo veliko več eteričnega olja od drugih, zaradi česar se razlikujejo tudi cene eteričnih olj (Postić, 2006).

Za pridobivanje eteričnih olj iz rastlinskega materiala obstaja več načinov. Najpogostejši načini pridobivanja eteričnih olj so parna destilacija, stiskanje in ekstrakcija (enfloracija) s pomočjo topil.

Parna destilacija se uporablja pri ločevanju eteričnih olj od rastlinskih materialov. Metoda se izvaja v treh korakih: izparevanje, hlajenje in separacija. Postopek poteka tako, da vodna para prehaja skozi rastlinski material, ki je bil nameščen na luknjičasto pregrado na kotlu za destilacijo. Ko para segreva rastlinski material, stene celic v katerih rastlina shranjuje eterično olje, počijo, eterično olje se izloči, izhlapi ter pomeša z vodno paro. Ta mešanica nato teče skozi cev, ki jo hladi voda, tako da se mešanica vodne pare in eteričnega olja kondenzira in kaplja v posebno posodo, v kateri se zaradi razlike v relativni gostoti eterično olje loči od vode na naraven način. Eterično olje najpogosteje plava na vodi, le poredko se nabira na dnu. Rezultat destilacije sta čisto, naravno izvorno eterično olje in hidrolat (rožna voda, ki je vodotopna sestavina eteričnega olja) (Postić, 2006).

Stiskanje je eden od načinov pridobivanja eteričnih olj citrusov, in sicer gre pri tem za stiskanje skorje plodov. Pridobivanje olj agrumov ali citrusov je nežen postopek s hladnim stiskanjem lupin z vodo. Na koncu to mešanico olja in vode centrifugirajo in filtrirajo. Pri tem načinu proizvajamo olja agrumov iz neškropljenih lupin ali še bolje iz ekološko pridelanih plodov (Postić, 2006).

Ekstrakcija je pridobivanje eteričnih olj iz rastlinskih materialov s pomočjo različnih topil. Z ekstrakcijo so eterična olja cenjena surovina v industriji parfumov (Postić, 2006).

2.3 NAVADNI ROŽMARIN (*Rosmarinus officinalis* L.)

Ime navadnega rožmarina izhaja iz latinskih besed *ros* in *maris*, kar pomeni »rosa morja«. Navadni rožmarin spada v družino ustnatic (Lamiaceae) (Norman, 2004).

Navadni rožmarin je značilen za obale Sredozemskega morja, kjer kot divja rastlina na sončnih in kamnitih rastiščih, v zmerno toplih predelih po vsej Evropi in Severni Ameriki pa ga že dolgo časa tudi gojijo. Čeprav izvira iz toplih krajev, je proti mrazu dovolj odporen, da preživi tudi v severnejših krajih. Zaradi podobnega vonja se je včasih uporabljal kot nadomestek za kadilo (Norman, 2004).



Slika 3: Poganjek rožmarina (levo) in grm rožmarina (desno) (foto: Š. Fajfar)

Vednozelen gosto košat grm (slika 3, desno) zraste do 2 m visoko z obsegom do 1,5 m. Steblo je olesenelo, razvejano in na prerezu kvadratno, poganjki na vejah pa so pokončni in zeleni. Listi (3 mm široki in 2 do 3 cm dolgi) so usnjati in igličasti in razporejeni na steblo. Listi na zgornji strani so svetleče temno zelene barve, gladki in izbočeni, s podvihanimi robovi. Na spodnji strani so listi sivkasti in dlakavi. Cvetovi so svetlo modri do svetlo vijoličasti, nesimetrični in do 2 cm dolgi. Cvetovi se razvijajo v skupinicah na zgornjih delih stebela. Je enodomna rastlina, ki cveti spomladi in zgodaj poleti. Seme je temno rjavo do črno in drobno, ki ima na vrhu svetlo liso (Rode, 2004).

Rožmarin je v svojem naravnem okolju vednozelen grm, v celinskem podnebjju ga moramo jeseni prenesti na toplo, saj zaradi nizkih temperatur ne prezimi na prostem. Rožmarin

najbolje uspeva na toplem in sončnem rastišču, kjer je dovolj humusa. Razmnožujemo ga spomladi s potaknjenci ali grebenicami (Rode, 2004).

Rožmarin je zelo uporabna rastlina. Uporabljamo lahko cvetove in sveže ali posušene liste. Zelo pogosto se uporablja v kulinariki, gospodinjstvu (včasih so z njim razkuževali pohištvo in ga dajali v vosek za dišeče sveče), kot okrasno rastlino (zaradi prijetnega vonja, lepih cvetov in vednozelenih listov), pri aromaterapiji in v zdravilstvu (krepi jetra, srce, želodec, živce, izboljšuje prebavo, umirja krče, zvišuje krvni tlak, ipd.) (Postić, 2006).

2.3.1 Eterično olje navadnega rožmarina

Eterično olje navadnega rožmarina uporabljajo v kozmetični in parfumski industriji (glavna sestavina Madžarske vodice), ter za izdelavo mil in čistilnih sredstev. Glavne sestavine eteričnega olja navadnega rožmarina so ketoni in oksidi: pinen, limonen, kanfen, borneol, cineol, linalol, terpineol, timol, oktanon, saponin in bornilacetat (del Principe, 2003).

Pridobivanje eteričnega olja je možno s parno destilacijo cvetnih vršičkov in listov. Vonj omenjenega olja je svež, čist, aktiven, zelnat in hladen. Za aromo poskrbi od 1,5 do 2,5 % eteričnega olja v rastlini. Za eterično olje rožmarina je značilno, da je adstringent, afrodisiak, analgetik, antioksidant in antiseptik (del principe, 2003).

Na žuželke eterično olje rožmarina deluje toksično oziroma kontaktno insekticidno (Amer in sod., 2001; Isman, 2008), repelentno (Amer in sod., 2001; JiSen in ErrLieh, 2005) ter zmanjšuje ovipozicijo in hranjenje (Dover, 1985, cit. po Rojht in sod., 2009-a).

2.4 PRAVA SIVKA (*Lavandula angustifolia* Mill.)

Ime rodu *Lavandula* verjetno izvira iz latinske besede *lavare*, kar pomeni umivati. Sivka spada v družino ustnatic (Lamiaceae). Vsi predstavniki iz rodu sivk izvirajo iz Sredozemlja, kjer rastejo na sončnih pobočjih. Kot divja rastlina raste v severni Afriki, Španiji, Italiji in Franciji. Spada med svetlo-ljubne rastline, zato v senci ne uspeva. Je ena od najbolj znanih zdravilnih rastlin z dolgo zgodovino v svetu zdravilstva. Ker uničuje kožne klice, so sivko že od nekdaj uporabljali v arabski, grški in rimski medicini. Stari Rimljani, Perzijci in Grki so s sežiganjem sivke razkuževali hiše in bolnišnice, v katerih so bile bolne osebe, na isti način pa so jo uporabljali v času velikih epidemij v srednjeveški Evropi (Postić, 2006).

Sivka je polgrm (slika 4, desno), ki zraste 60 do 100 cm v višino in se v premeru razraste do 70 cm. Sivka ima zelo razvejan koreninski sistem. Stebla so spodaj olesenela in razvejana. Enoletna stebla imajo sivkast popr. Listi imajo debelo povrhnjico in spodvihan rob. Listi so sivo zeleni, črtalasti do suličasti in posuti z dlačicami (slika 4, levo), dolgi do 5 cm. Eterično olje nastaja v žlezah med dlačicami. Cvetovi so združeni v klasasto

socvetje, nesimetrični, modrovijoličaste (včasih tudi bele in rožnate) barve in močno dišeči. Cvetijo julija in avgusta, odcvetajo pa od dna proti vrhu poganjkov. Semena so podolgovato ovalna in črna (Rode, 2004).



Slika 4: Listi in cvetovi sivke (levo), ter polgrm sivke (desno) (foto: Š. Fajfar)

Sivka je trajnica, ki prezimi tudi v celinskih območjih Slovenije. Dobro uspeva na sončnih in toplih rastiščih, zemlja pa mora biti bogata z dušikom in mineralnimi snovmi. Ne prenese kislih tal. Razmnožujemo jo lahko s semenom, ki ga posejemo februarja v rastlinjak ali toplo gredo. Aprila ali maja sadike prenesemo na prosto in jih posadimo na stalno mesto. Možno je razmnoževanje s potaknjenci iz mladih neolesenelih poganjkov, kar opravimo pozno spomladi ali zgodaj poleti. Razmnožujemo jo lahko tudi z delitvijo korenin (Postić, 2006).

Sivka se uporablja v kulinariki, v vrtnarstvu, v zdravilstvu (lajša migreno, pospešuje celjenje ran, umirja krče, znižuje krvni tlak, proti depresijam, ipd.), v naravni kozmetiki in pri aromaterapiji. Sivka je znana kot dobro odvrčalo za molje, uši, bolhe in druge žuželke. Pri sivki so zdravilni listi, cvetovi in vsa cvetoča zel (Postić, 2006).

2.4.1 Eterično olje prave sivke

Eterično olje sivke uporabljajo v kozmetični, farmacevtski in parfumski industriji, ter pri predelavi hrane, izdelave alkoholnih in brezalkoholnih pijač. Je brezbarvna tekočina z značilnim močnim in poživljaljočim vonjem po cvetju (Postić, 2006).

Glavni sestavini eteričnega olja sivke sta linalil acetat in linalool. Vsebuje tudi kariofilen, cineol, geraniol, etre linalila in geranila, levanduol, D-a-pinen, terpineol, ocimen, kariofilen, kumarin, D-bor-neol, L-pinen, limonen, maslene in valerianske etre (del Principe, 2003).

Pridobivanje eteričnega olja sivke je možno s parno destilacijo cvetov. Eterično olje sivke ima zelo širok spekter uporabe, zato pravimo, da je naravni antiseptik, antidepressiv, antibiotik in pomirjevalo. Zelo dobro uravnava delovanje celega telesa in krepi njegovo odpornost. Vonj omenjenega olja je sladek, lahкотen, čist in osvežujoč (Postić, 2006).

Eterično olje sivke na nekatere žuželke deluje insekticidno (Regnault-Roger in Hamkraoui, 1993), repelentno (Mauchline in sod., 2005), vpliva na ovipozicijo (Koschier in Sedy, 2003) in ima antibakterijske lastnosti (Fit in sod., 2007).

2.5 NAVADNI LOVOR (*Laurus nobilis* L.)

Navadni lovor spada v družino lovorovk (Lauraceae). Izvira iz vzhodnega Sredozemlja, že stoletja pa ga gojijo po vsej Evropi in v velikem delu Amerike (Norman, 2004).

Lovor je simbol modrosti, slave, zaščite in miru. Stari Grki in Rimljani so verjeli, da jih lovor varuje pred zlom in vzdržuje njihov položaj v družbi. Ljudje ga že od nekdaj uporabljajo v rastlinski medicini. V srednjem veku so ljudje verjeli, da jih drevo varuje pred zlom, nalezljivimi boleznimi, uroki in bliski. Od tod izvira tradicija sajenja lovora pred vhodnimi vrati hiš (Postić, 2006).

Lovor je zimzeleno drevo (slika 5, desno), ki zraste do 10 m visoko. Listi (slika 5, levo) so temno zeleni, ovalni, usnjati, gladki in na robu valoviti. Rastlina je dvodomna, kar pomeni, da so na eni rastlini samo moški cvetovi, na drugi rastlini pa samo ženski cvetovi. Cvetovi so zelenkasto rumeni in zvezdasti, najdemo pa jih v zalistjih. Iz ženskih cvetov se razvijejo mesnati črni jajčasti plodovi. Rastlina cveti od marca do aprila (Squire, 2009).



Slika 5: Listi lovorja (levo) in rastlina lovorja (desno) (foto: Š. Fajfar)

Rastlina najbolje uspeva na prepustnih, rahlo vlažnih ilovnatih tleh na sončnih in polsenčnih rastiščih. Lovor je občutljiv na nizke temperature, zato ga prezimujemo na toplu. Razmnožujemo ga s potaknjenci in z delitvijo rastline (Squire, 2009).

Lovor se uporablja svež ali posušen, uporabni so tako listi kot tudi plodovi. Uporabljamo ga v kulinariki, v cvetličarstvu (za vezanje vencev in dekoracijo), v zdravilstvu in pri aromaterapiji (Postić, 2006).

2.5.1 Eterično olje navadnega lovorja

Eterično olje lovorja se uporablja v kozmetični, parfumski in prehrabni industriji. Olje lovora odlikujeta bogata kemična zgradba in zelo širok spekter uporabe. Je učinkovito sredstvo proti okužbam, močan v boju z bakterijami, virusi in glivami. Je učinkovito sredstvo proti bolečinam in pospešuje obnovo celic (Postić, 2006).

Pridobivanje eteričnega olja sivke je možno s parno destilacijo listov. Eterično olje lovorja je zelenkasto rumene barve z zelo močnim vonjem. Za eterično olje lovorja je značilno, da je antiseptik, antirevmatik, antioksidant, baktericid, fungicid, digestiv in sedativ (Postić, 2006).

2.6 DOSEDANJE DOMAČE RAZISKAVE INSEKTICIDNE UČINKOVITOSTI ETERIČNIH OLJ

Rojht in sod. (2009-b) so pri svojem poskusu ugotavljali insekticidno delovanje eteričnega olja rožmarina, tujona, deltametrina in imidakloprida na odrasle osebkke platanove čipkarke (*Corythucha ciliata*). Poskus je bil opravljen v sobnih razmerah laboratorija. Pri treh različnih koncentracijah so ugotavljali učinkovitost pripravkov. Deltametrin se je izkazal za najučinkovitejšega, saj je bila pri vseh koncentracijah smrtnost v obeh razvojnih stadijih škodljivca skoraj 100-odstotna. Največja smrtnost škodljivca je bila ugotovljena tretji dan po tretitanju (71,3 %), najmanjša pa prvi dan po tretiranju (41,7 %). Eterično olje rožmarina in tujon sta na ličinke in odrasle osebkke v poskusu pokazala srednje učinkovito delovanje. Pri obeh je dokazano repelentno delovanje, pri čemer na prostem lahko pričakujemo boljšo učinkovitost.

Rojht in sod. (2009-a) so ugotavljali insekticidno oziroma repelentno delovanje ekstraktov (navadnega gabeza, navadne breze, vinske rutice in vrtnega ognjiča) in rastlinskih izvlečkov (eterična olja črnega popra, prave sivke, rožmarina, kafrovca in bergamota) na koloradskega hrošča (*Leptinotarsa decemlineata* [Say]) na jajčevcu. V poskusu, ki je bil izveden v laboratoriju, so uporabili »no-choice test«. Pri tem testu so bili škodljivcu na voljo listi jajčevca, ki so bili pomočeni v izbran izvleček oziroma ekstrakt. Rezultati poljskega poskusa so pokazali, da so bile rastline, tretirane z eteričnim oljem rožmarina manj poškodovane in, da je bilo na rastlinah signifikantno manj mladih in starih ličink, ter odraslih osebkov.

Bohinčeva in Trdan (2013) sta v laboratorijskih razmerah preučevala insekticidno delovanje eteričnih olj navadnega rožmarina, bergamota, kafre, navadnega lovorja in žajblja na odrasle osebkke fižolarja (*Acanthoscelides obtectus* [Say]). Delovanje eteričnih olj sta preučevala pri dveh vrednostih relativne zračne vlage (55 in 75 %) in pri treh temperaturah (25, 30 in 35 °C). Smrtnost izpostavljenih odraslih osebkov fižolarja sta ugotavljala 1., 2. in 3. dan po nastavitvi. Uporabila sta štiri različne koncentracije eteričnih olj (24,5; 98,0; 245,0 in 980,0 µl/l zraka). Rezultati so pokazali, da je na največjo smrtnost fižolarja vplivalo eterično olje rožmarina, medtem ko je bila smrtnost pri ostalih eteričnih oljih manjša. Delovanje eteričnih olj je bilo večje v obravnavanjih, ki so jih izpostavili višji relativni zračni vlagi.

Laznik in sod. (2012) so ugotavljali učinkovitost štirih eteričnih olj proti črnemu žitnemu žužku (*Sitophilus granarius* [L.]) po kratkotrajni izpostavljenosti. Uporabili so eterična olja navadnega rožmarina, navadnega žajblja, prave sivke in poprove mete. Raziskovali so razmerje med časom po izpostavitvi (1., 2., in 3. dan), temperaturo (20, 25, 30, 35 in 40 °C), koncentracijo eteričnih olj (2,4 in 7,4 ml/l zraka) in smrtnostjo. Ugotovili so, da je bila učinkovitost eteričnih olj 95-odstotna pri 40 °C, medtem, ko je bila njihova učinkovitost znatno manjša pri nižjih temperaturah (36-odstotna pri 12 °C). Največjo učinkovitost so dokazali pri eteričnem olju navadnega rožmarina, kjer je bila pri 35 °C smrtnost hroščev

črnega žitnega žužka 89-odstotna in pri 40 °C, kjer je bila smrtnost 99-odstotna. Učinkovitost eteričnega olja navadne sivke, poprove mete in navadnega žajblja je bila dosežena le pri najvišji temperaturi. Delovanje eteričnega olja je bilo boljše pri višjih koncentracijah (36 %), kot pri nižjih koncentracijah (32 %). Pri ocenjevanju učinka koncentracije na smrtnost odraslih hroščev riževega žužka, so dosegli več kot 90-odstotno učinkovitost le z rožmarinom.

2.7 PŠENICA (*Triticum aestivum* L.)

2.7.1 Izvor, širjenje in pomen

Arheološki in zgodovinski podatki kažejo, da sega začetek gojenja pšenice v samo zibelko človeške civilizacije. Začelo se je pred približno 9000 do 11000 leti v tako imenovanem rodovitnem polmescu, ki z enim krakom sega v poplavno območje reke Nil in od tu poteka proti severovzhodu prek Palestine in Sirije v jugovzhodno območje današnje Turčije ter jugozahodnega Irana, kjer doseže svoj vrh. Od tam se obrne proti jugovzhodu v območje svetopisemskega paradiza, v porečje Evfrata in Tigrisa, do njenega izliva v Perzijski zaliv. Domnevajo, da so se na tem območju pojavile prve gojene oblike pšenice, ki pa so se od današnje zelo razlikovale (Tajnshek, 1988).

Prvobitna pšenica je bila divja zvrst enozrne pira (*Triticum monococcum* var. *boeoticum*) in so jo v začetku bolj nabirali kot pridelovali. Pšenico so začeli pridelovati konec 7. tisočletja pr. n. št. Razvoj enozrne pira se je začel na rodovitnem polmescu in se širil na zahodni del Male Azije in južnega Balkana. V bronasti in železni dobi (okrog 3000 do 2000 let pr. n. št.) se je razvoj nadaljeval v srednjo in zahodno Evropo. Civilizacija na Bližnjem vzhodu se je zaradi gojenja pšenice začela razvijati nekaj tisočletij prej kot drugje. To je dalo spodbudo za hitrejši razvoj nadaljevalcev te civilizacije. Z začetkom pridelovanja pšenice se je začelo kmetijstvo ločevati od obrti in omogočilo razvoj novih držav in mest. V 20. stoletju je začelo prebivalstvo hitreje naraščati, zato se je pridelovanje pšenice močno povečalo (Tajnshek, 1988).

2.7.2 Botanične značilnosti

2.7.2.1 Zrno

Zrno je enosemenski zaprti plod, ki odpade kot celota ob zrelosti. Zrno pšenice je golec, saj ob žetvi odpade brez predpleve in krovne pleve. Zrno je podolgovato (jajčasto ali eliptično), svetlo rumene do rdečkasto rjave barve. Pšenična zrna so dlakava na vrhnjem delu. Na sredini trebušne strani poteka udrta brazda, na nasprotni strani pa je pod lupino kalček (embrio). Zgornji del imenujemo bradica. Iz zgornje plasti povrhnjice izraščajo dlačice. Lupina zavzema 15 odstotkov mase zrna. Nad lupino se nahaja tanka plast, imenovana epidermis (Tajnshek, 1988). Nato sledi več plasti: epikarp, endokarp, testa in episperm. Epidermis, epikarp in endokarp tvori s testo zraščeni perikarp. Te plasti varujejo

pred neugodnimi vplivi okolja notranje življenjsko pomembne organe. V perikarpu je barvni pigment, po katerem zrno dobi značilno barvo. V notranjosti zrna sta endosperm in kalček, območje njunega stika pa imenujemo ščitek. Zunanji del endosperma je alevron. V alevronu se nalagajo beljakovine (70 do 80 %), minerali (kalij, magnezij, kalcijeve soli,...) in maščobe (7 do 12 %). V tem delu ni škroba, oblikujejo pa se encimi, ki imajo pomembno vlogo v procesu kalitve. Na hrbtani strani na spodnjem delu zrna sta kalček in ščitek, ki je preoblikovan klični list (Tajnshek, 1988).

2.7.2.2 Koreninski sistem

Korenine so šopaste in večinoma plitve. Do globine 30 cm se razraščča vsaj 50 % celotne mase korenin, koreninski laski in tanjše korenine pa so globoke do 2 m globoko. Šopast koreninski sistem je posledica posebne razrasti. Iz ene pšenične bili se razraste več posameznih koreninic s kratkimi stranskimi koreninami in iz enega zrna zraste več posameznih bili. Za žita je značilno, da nimajo glavne korenine (Tajnshek, 1988).

2.7.2.3 Bil

Pri žitih steblo imenujemo bil. Bil je tanko stebelce z odebeljenimi ojačitvami, ki jih imenujemo kolenci (nodiji), odseke med dvema kolencema pa internodiji ali členki. V kolencih notranjost stebela zapolnjuje strženovo tkivo, členki pa so votli (strženova votlina). Povrhnjica je sestavljena iz zaporedja kratkih in dolgih celic ter rež. Celične stene so na zunanji strani pokrite s kutikulo oz. pri nekaterih sortah z voščenim poprhom. Olesenitev se začne na zunanjem delu pod povrhnjico in se širi v notranjost bili. Bil raste tik nad kolenci v listnih nožnicah. Najintenzivnejša rast bili je v času klasenja (Tajnshek, 1988).

2.7.2.4 List

List je sestavljen iz štirih glavnih delov: listne nožnice, dveh ušesc (auriculae), dveh jezičkov (ligula) in listne ploskve (lamina). Listna ploskev je suličasta s podolžnimi, vzporedno potekajočimi žilami. Ušesci sta srednje dolgi, dlakavi in vijoličasto obarvani, jeziček pa srednje velik in grobo nazobčan. Jeziček in ušesci sta brez klorofila (Tajnshek, 1980).

2.7.2.5 Klas ali socvetje

Klas je sestavljen iz enostavnega socvetja, ki ga imenujemo klaski, ki jih nosi klasno vreteno. Število klaskov v klasu vpliva na količino pridelka. Na enem klasku je od 4 do 7 cvetov. Klaskovno vreteno se na spodnji strani začne z ogrinjalnima plevama, nato si izmenično sledijo cvetovi s predplevo in krovno plevo. Ogrinjalni plevi imata na koncu ramo in zobček. Krovna pleva se lahko podaljša v reso. Cvet sestavljajo trije prašniki in en pestič. Cvet je enopredalna plodnica, ki se prek vratov podaljšuje v dve razvejani brazdi (Tajnshek, 1988).

2.7.3 Pridelovanje pšenice

Pšenici ustrezajo s hranili bogato založena tla globokega profila, ilovnato-peščene do peščeno-ilovnate teksture. V tleh mora biti najmanj od 1,6 do 2 % humusa. Humus se v toplejših mesecih mineralizira in iz njega se sprošča dušik, ki ga pšenica potrebuje za prehrano. Najugodnejša tla za rast so rahlo kislila do nevtralnata tla s pH od 5 do 7. Pri pridelavi pšenice je zelo pomemben kolobar (priporoča se triletni kolobar). S kolobarjem izboljšujemo rodovitnost tal in preprečujemo pojav bolezni, škodljivcev in plevelov. Pšenice dve leti zapored ne sejemo na isto zemljišče, saj daje drugo leto v povprečju za 20 % manjši pridelek (Tajnshek, 1988).

Z ustrezno obdelavo tal pripravimo optimalne razmere za razvoj sejanih rastlin. Tla za setev morajo biti dobro uležana, zato orjemo vsaj 10 dni pred setvijo. Globina oranja je od 20 do 25 cm. Zorano njivo neposredno zatem pobranamo s kolutasto brano, ki ji po temeljnem gnojenju, če nismo gnojili že po oranju, sledi predsetvenik (Tajnshek, 1988).

Setev opravimo z žitno sejalnico na medvrstno razdaljo od 10 do 16 cm (12,5 cm). Globina setve je od 2 do 5 cm. Na lažjih in suhih tleh sejemo globlje, na vlažnih tleh pa plitveje. Masa semena za setev je od 150 do 300 kg semena na hektar, gostota pa je od 300 do 700 semen na m². Čas setve je zelo pomemben. Če pšenico posejemo prezgodaj, se posevki preveč razvijejo in razrastejo, če sejemo prepozno, se posevki slabo razvijajo in so občutljivi na nizke temperature. Optimalen čas setve ozimne pšenice je od 5. do 25. oktobra (Tajnshek, 1980).

Žanjemo v času polne zrelosti, ko je zrnje trdo. Za spravilo pšenice imamo na voljo vrsto različnih kombajnov. Posevek mora biti ob žetvi suh in mora vsebovati največ 15 % vlage. Pri skladiščenju pa moramo zrnje osušiti na 14 %. Do manjšega pridelka lahko pride, če žanjemo prepozno in če kombajnisti žanjejo s preveliko hitrostjo, saj pride do osipavanja zrnja (Tajnshek, 1988).

2.7.4 Skladiščenje pšenice

Pšenico skladiščimo čistih in suhih skladiščih. Iz skladišč moramo pred skladiščenjem odstraniti ostanke lanskega pridelka, ki bi lahko bili vir novih okužb ali napada škodljivih organizmov. Pri skladiščenju večjih količin žita skladišča razkužimo z ustreznimi insekticidi. Za skladiščenje mora biti žito suho. Najbolje se skladiščijo žita z vlago pod 13 %. Za hlajenje in sušenje manjše količine žita uporabljamo postopek premetavanja, večje količine pa posušimo v mobilnih traktorskih sušilnicah, če smo bili primorani opraviti žetev pri višji vsebnosti vlage v zrnju. Optimalne razmere za skladiščenje žit s 13 do 14-odstotno vlago sta 70-odstotna relativna zračna vlaga in temperatura 10 °C (FITO-INFO, 2012).

2.7.5 Bolezni in škodljivci

Po splošno znanih ocenah znašajo izgube pšeničnega pridelka zaradi bolezni od 10 do 40 %. Bolezni pšenice razdelimo na nožne bolezni (snežna plesen [*Gerlachia nivalis*], fuzarioze klasa [*Fusarium graminearum*, *Fusarium culmorum*], črna noga [*Gaeumannomyces graminis*] in lomljivost žitnih bilk [*Pseudocercospora herpotrichoides*]), rje (žitna progasta rja [*Puccinia graminis* Pers.], pšenična rja [*Puccinia recondita* f. sp. *tritici*] in rumena rja [*Puccinia striiformis*]), sneti (prašnata pšenična snet [*Ustilago tritici*], trda snet [*Tilletia tritici*] in druge sneti), septorioze (pšenična listna pegavost [*Septoria tritici* ROBERGE ex DESMAZ] in rjavenje pšeničnih plev [*Septoria nodorum*]) in virusne bolezni (BYDV) (Tajnšek, 1988).

Na pšenici se občasno ali redno pojavljajo škodljivci, ki lahko povzročajo neznatno škodo, včasih pa je škoda zaradi njih tako velika, da je posevek povsem uničen. Proti talnim škodljivcem lahko ukrepamo tudi z obdelovanjem njiv, kot je oranje, brananje, frezanje in globinsko frezanje (Tajnšek, 1988). V prvih razvojnih stadijih pšenice so najpogostejši škodljivci strune (*Agriotes* sp.), ogrci pahljačnikov (Scarabaeidae), žitni brzec (*Zabrus tenebrioides*), švedska mušica (*Oscinella frit*) in polži (Gastropoda). V skladiščih so najnevarnejši škodljivci molji (Lepidoptera), rižev žužek (*Sitophilus oryzae* L.) in črni žitni žužek (*Sitophilus granarius* L.). Poškodbe na pšenici povzročajo tudi pšenična ogorčica (*Anguina tritici* CHITWOOD), žitni resarji (*Limothrips* sp., *Stenothrips* sp., *Haplothrips* sp.), žitni strgač (*Oulema malanopus* [L.]), listne uši (Aphididae), žitne stenice (*Eurygaster* spp.), miši, ptiči, srnjad in nekateri drugi škodljivci (Tajnšek, 1980).

3 MATERIALI IN METODE DELA

3.1 MATERIALI

V poskusu smo uporabili zrnje ozimne pšenice (*Triticum aestivum* [L.]), hrošče riževega žužka (*Sitophilus oryzae* [L.]), mikrocentrifugirke, eterična olja navadnega rožmarina, prave sivke in navadnega lovorja, steklene petrijevke, avtomatsko pipeto, parafilm, iglo in svečo. Poskus je potekal v rastni komori tipa RK-340 CK (Kambič Laboratorijska oprema, Semič). Pri štetju hroščev riževega žužka smo potrebovali tudi pisalo, lij, urno steklo in protokol, kamor smo zapisovali rezultate.

3.2 METODE DELA

3.2.1 Zasnova poskusa

Poskus je bil zasnovan in izveden v gojitvenih komorah v entomološkem laboratoriju Katedre za fitomedicino, kmetijsko tehniko, poljedelstvo, pašništvo in travništvo na Oddelku za agronomijo Biotehniške fakultete v Ljubljani, v študijskem letu 2013/2014.

3.2.2 Izvedba poskusa

Vsako od steklenih petrijev (premer 9 cm in višina 1,5 cm) smo napolnili s približno 50 g zrnja ozimne pšenice. V tako napolnjene petrijevke smo dali 1,5 ml mikrocentrifugirke, in sicer v vsako petrijevko po eno mikrocentrifugirko. Pred tem smo na mikrocentrifugirkah naredili pet luknjic, da je eterično olje lahko izhlapevalo, in jih s pomočjo avtomatske pipete napolnili z eteričnim oljem v dveh različnih koncentracijah (150 in 450 μ l). Eterična olja navadnega rožmarina, prave sivke in navadnega lovorja smo nabavili pri podjetju Ars Trade iz Trzina. Gre za 100-odstotna naravna eterična olja, ki so po poreklu iz Mediterana.

V vsako petrijevko smo dali še po deset hroščev riževega žužka. Hrošče riževega žužka smo prešteli tako, da smo jih iz gojitvene posode stresli na mizo z belo podlago, ker so bili tako najbolj vidni. Ko so bile vse petrijevke napolnjene z zrnjem ozimne pšenice, mikrocentrifugirko z eteričnim oljem in hrošči riževega žužka, smo jih pokrili s steklenim pokrovom in jih tesno ovili s parafilmom tako, da hrošči riževega žužka niso mogli uhajati iz petrijevke. Na pokrov petrijevke smo napisali za katero obravnavanje je šlo (slika 6). Pri vsakem obravnavanju smo imeli določeno kombinacijo temperature in relativne zračne vlage. Za vsako kombinacijo smo imeli deset ponovitev, glede na vrsto eteričnega olja (navadnega rožmarina, prave sivke in navadnega lovorja), ter v dveh različnih koncentracijah (150 in 450 μ l). Pri vsaki kombinaciji smo imeli tudi kontrolo, v kateri ni bilo mikrocentrifugirke z eteričnim oljem.

Fajfar Š. Učinkovitost treh eteričnih olj za zatiranje riževega žužka ... v uskladiščeni pšenici.
Dipl. delo (VS). Ljubljana, Univ. v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, 2014



Slika 6: Steklene petrijevke napolnjene z zrnjem ozimne pšenice, mikrocentrifugirko z eteričnim oljem in hrošči riževega žužka (foto: Š. Fajfar)



Slika 7: Ugotavljanje smrtnosti hroščev riževega žužka v laboratoriju za entomologijo na oddelku za agronomijo (foto: T. Bohinc)

Nato smo napolnjene petrijevke postavili v rastno komoro (slika 8). Izpostavili sem jih trem različnim temperaturam (15, 20 in 25 °C), ter dvema različnima vrednostnima zračne vlage (55 in 75 %).

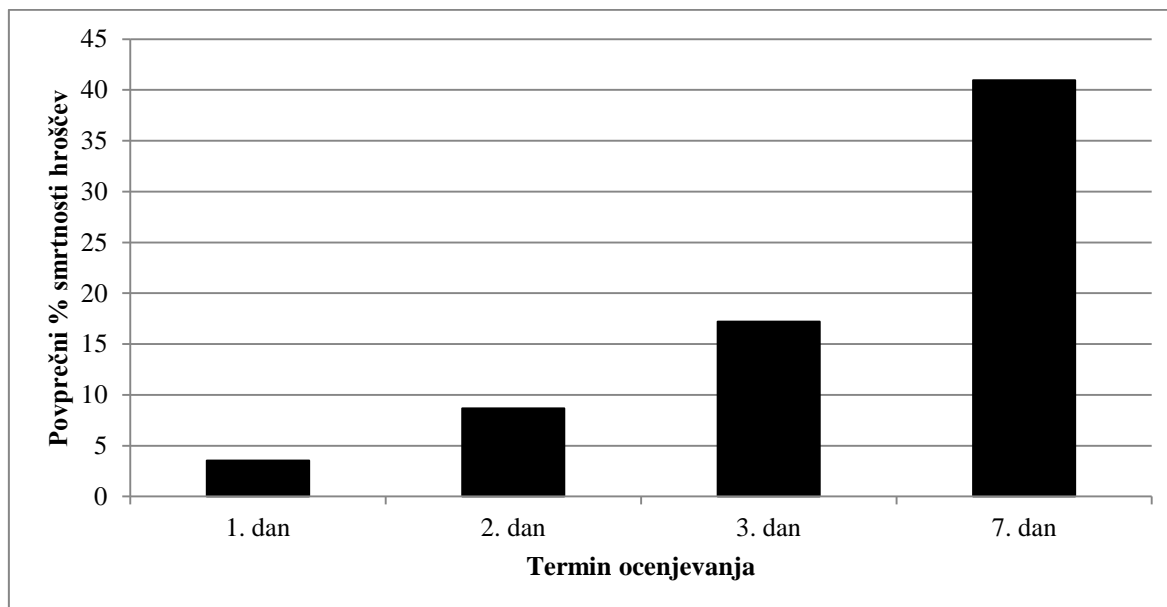


Slika 8: Steklene petrijevke v rastni komori, napolnjene z zrnjem ozimne pšenice, mikrocentrifugirko z eteričnim oljem in hrošči riževega žužka (foto: Š. Fajfar)

Petrijevke smo po določenem časovnem obdobju (1., 2., 3. in 7. dan) vzeli iz rastne komore in jih odprli. Vsako petrijevko je bilo treba posebej odpreti. Najprej smo iz petrijevke vzeli mikrocentrifugirko napolnjene z eteričnim oljem in jih odložili na pokrov petrijevke, da se eterično olje ni polilo. Ostalo vsebino petrijevke smo stresli na urno steklo in začelo se je štetje hroščev riževega žužka. Da smo hrošče lažje prešteli, smo si pomagali s čopičem tako, da smo okoli hroščev odstranili zrnje. Pri ugotavljanju vitalnosti hroščev (slika 7) smo morali biti zelo pazljivi, saj hrošč za trenutek otrpne in izgleda kot bi bil mrtev. Živ hrošč ima noge stisnjene k telesu, mrtev hrošč pa ima noge razmaknjene in odmaknjene od telesa. Po končanem štetju smo število mrtvih oziroma živih hroščev zapisali v poseben obrazec. Po prvem, drugem in tretjem štetju smo petrijevke ponovno napolnili z vsebino, ki smo jo stresli na urno steklo in z mikrocentrifugirko, ter jih dali nazaj v rastno komoro. Po sedmem dnevu smo po končanem štetju zrnje ozimne pšenice in hrošče riževega žužka zavrgli. Vse uporabljene laboratorijske pripomočke pa smo po vsakem štetju oprali.

4 REZULTATI

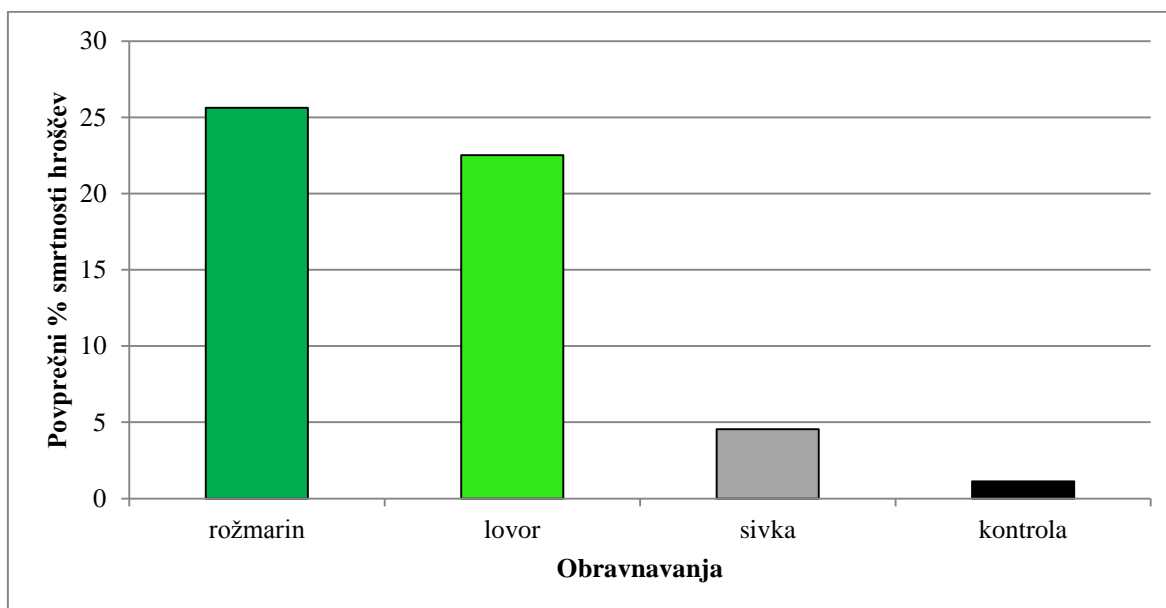
4.1 SMRTNOST HROŠČEV RIŽEVEGA ŽUŽKA - GENERALNA ANALIZA



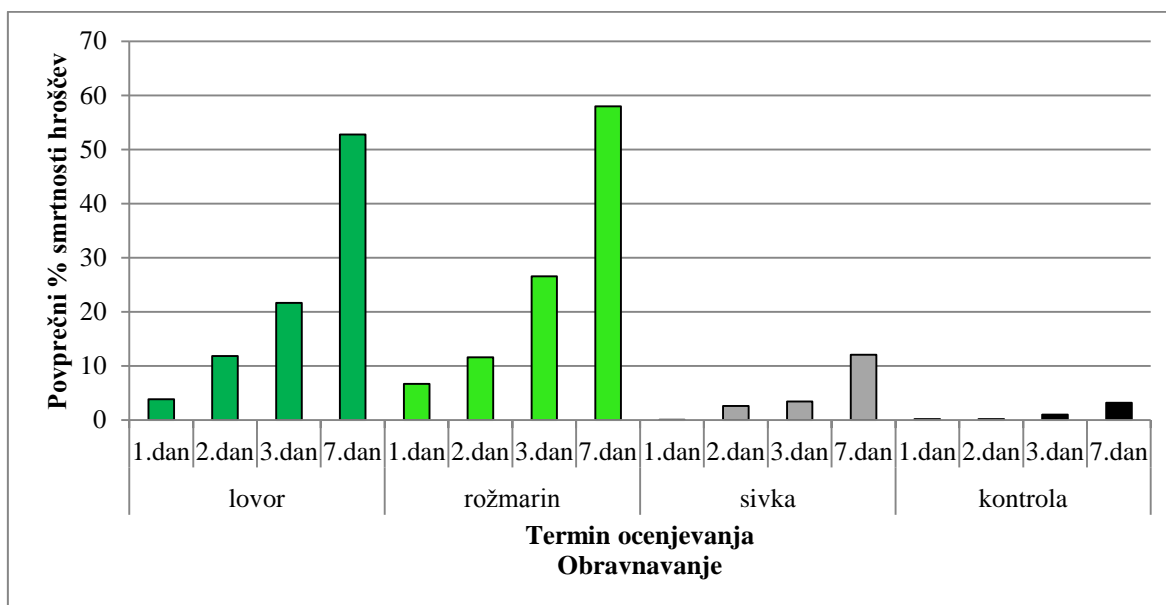
Slika 9: Povprečni odstotek smrtnosti hroščev riževega žužka glede na termin ocenjevanja

Slika 9 prikazuje povprečni odstotek smrtnosti odraslih osebkov riževega žužka glede na termin ocenjevanja. Iz nje je razvidno, da smrtnost hrošča narašča glede na termin ocenjevanja in je največja po sedmem dnevu (40,9 %), najmanjša pa po prvem dnevu (3,6 %) izpostavitve.

Iz slike 10 (glejte str. 22) je razvidno, da je bila največja povprečna smrtnost hroščev riževega žužka v obravnavanju, v katerem so bili hrošči izpostavljeni eteričnemu olju rožmarina (25,7 %), najmanjša pa pri eteričnem olju sivke (4,5 %). Pri eteričnem olju lovorja je bila povprečna smrtnost hroščev riževega žužka za dobre 3 % manjša kot pri eteričnem olju rožmarina (22,5 %).



Slika 10: Povprečni odstotek smrtnosti hrošča riževega žužka glede na vrsto obravnavanja 7 dni po izpostavitvi

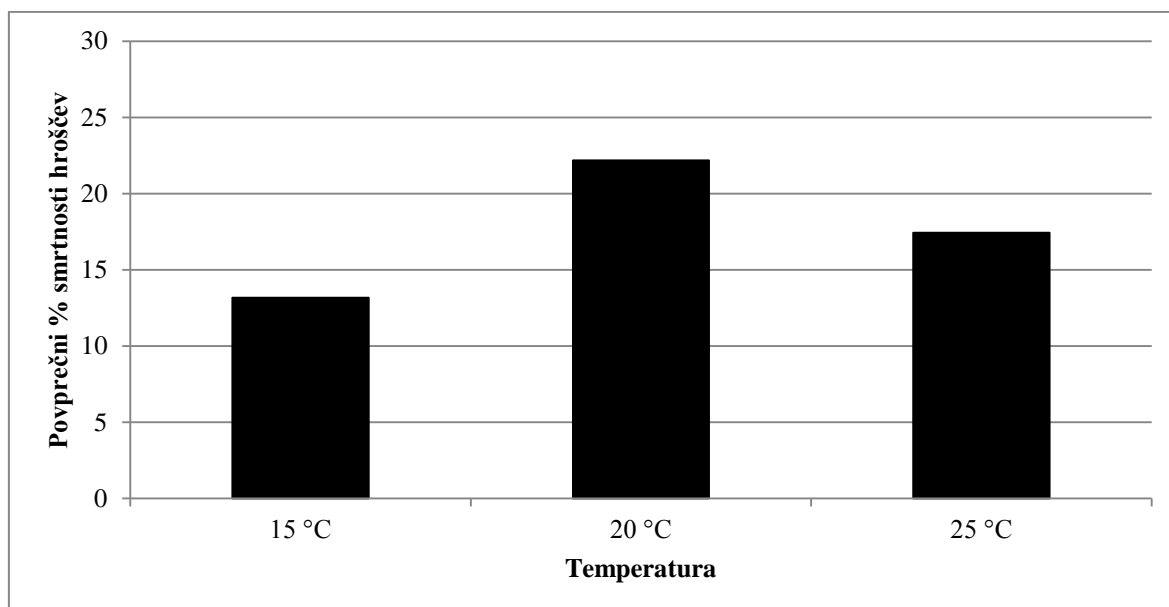


Slika 11: Povprečni odstotek smrtnosti hroščev riževega žužka glede na termin ocenjevanja in vrsto obravnavanja

Slika 11 prikazuje povprečni odstotek smrtnosti hroščev riževega žužka glede na posamezne termine ocenjevanja in vrste obravnavanj. Iz slike je razvidno, da se smrtnost povečuje z daljšanjem izpostavitve. Največjo smrtnost hroščev smo ugotovili pri eteričnem olju rožmarina (58 %) po sedmem dnevu izpostavitve. Najmanjša smrtnost hroščev pa je

bila potrjena pri eteričnem olju sivke (12,1 %) po sedmem dnevu izpostavitve. Pri eteričnem olju lovorja je bila smrtnost hrošča za 5 % manjša (52,8 %) kot pri eteričnem olju rožmarina po sedmem dnevu izpostavitve.

4.2 SMRTNOST HROŠČEV RIŽEVEGA ŽUŽKA GLEDE NA TEMPERATURO

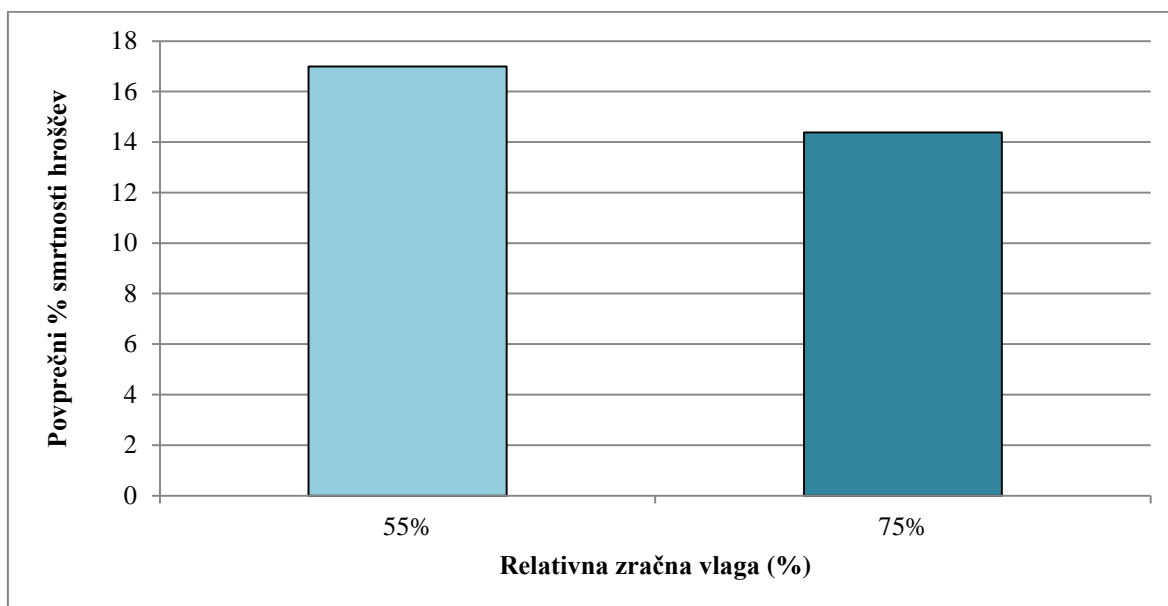


Slika 12: Povprečni odstotek smrtnosti hroščev riževega žužka glede na temperaturo

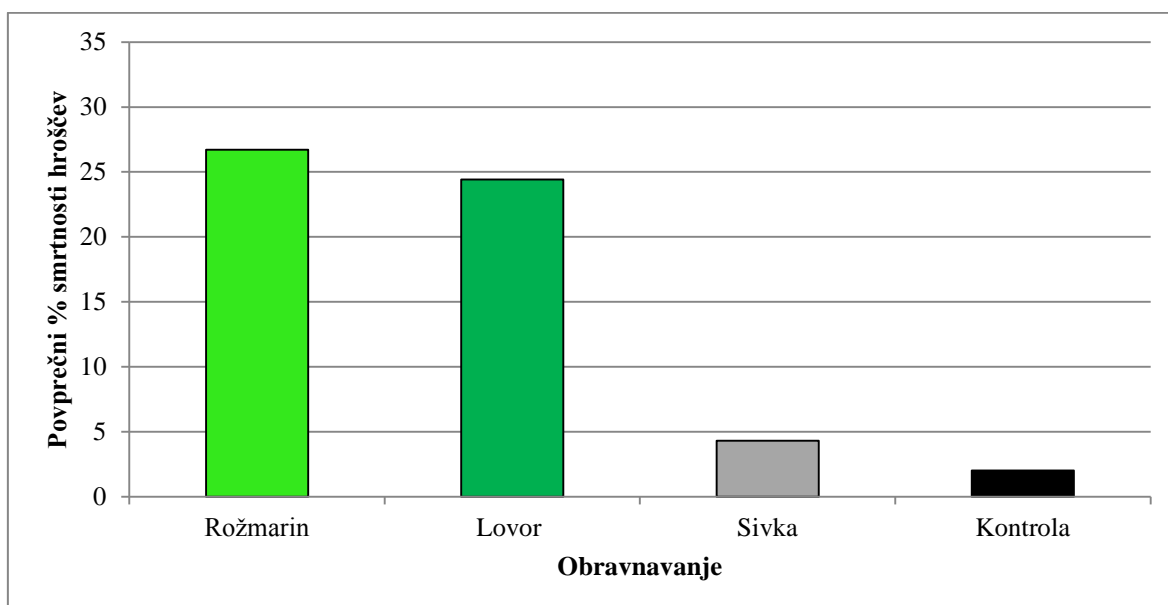
Slika 12 prikazuje povprečni odstotek smrtnosti hroščev riževega žužka po sedem dnevni izpostavitvi trem različnim temperaturam, ne glede na vrsto eteričnega olja in relativno zračno vlago. Največjo smrtnost hroščev smo potrdili pri temperaturi 20 °C (22,2 %), najmanjšo pa pri temperaturi 15 °C (13,2 %).

4.3 SMRTNOST HROŠČEV RIŽEVEGA ŽUŽKA GLEDE NA RELATIVNO ZRAČNO VLAGO

Slika 13 (glejte str. 24) prikazuje povprečni odstotek smrtnosti hroščev riževega žužka po sedem dnevni izpostavitvi dvema različnima vrednostima relativne zračne vlage (55 in 75 %) ne glede na vrsto eteričnega olja in temperaturo. Vidimo lahko, da se smrtnost hroščev bistveno ne razlikuje pri obeh vrednostih relativne zračne vlage, saj je bila razlika v smrtnosti le 2,6 %; pri 55-odstotni relativni zračni vlagi je bila smrtnost 17-odstotna, pri 75-odstotni relativni zračni vlagi pa 14,4-odstotna.

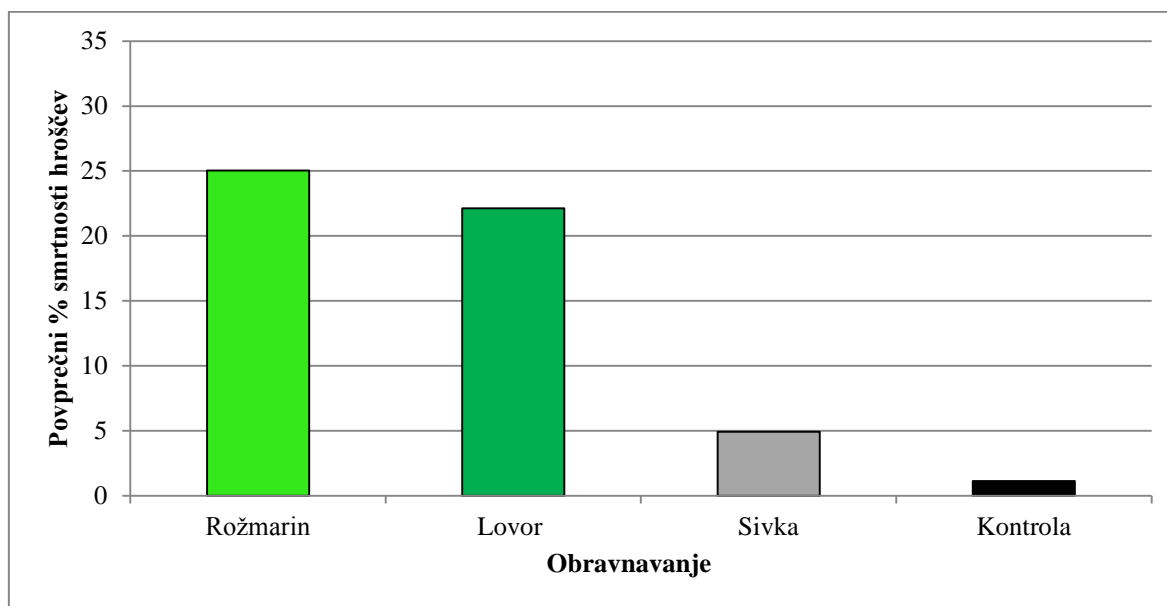


Slika 13: Povprečni odstotek smrtnosti hroščev riževega žužka glede na relativno zračno vlago



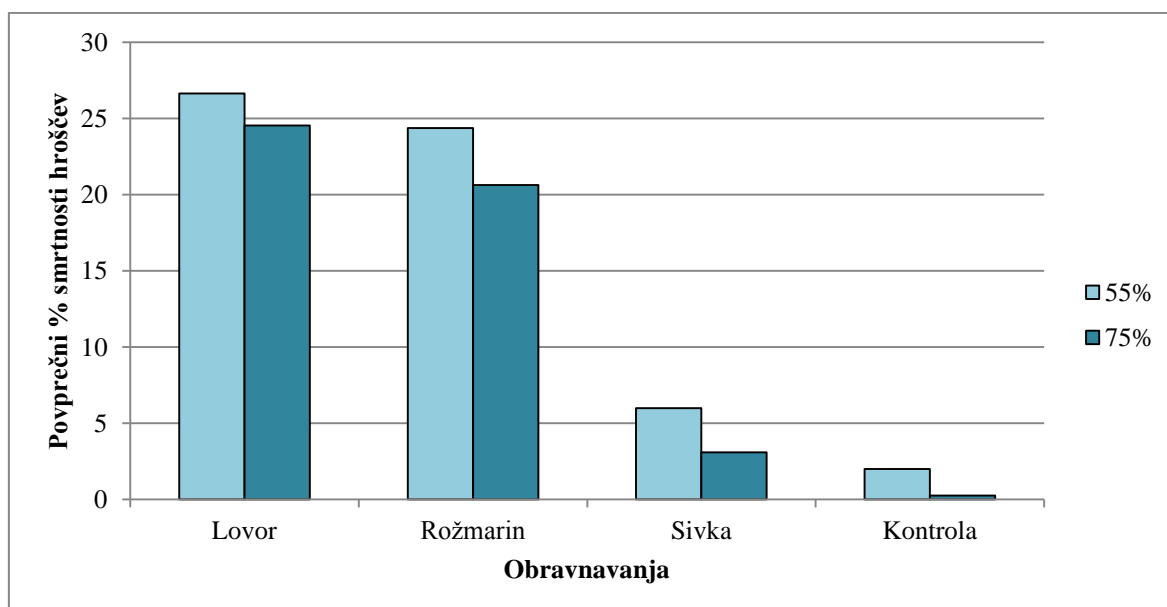
Slika 14: Povprečni odstotek smrtnosti hroščev riževega žužka pri 55-odstotni relativni zračni vlagi glede na eterično olje

Iz slike 14 je razvidno, da pri 55-odstotni relativni zračni vlagi ni pomembne razlike pri smrtnosti hroščev riževega žužka med eteričnim oljem rožmarina in lovorja, saj se smrtnost razlikuje le za dobra 2 %; pri eteričnem olju rožmarina je bila smrtnost 26,7 %, pri eteričnem olju lovorja pa 24,4 %. Najmanjša smrtnost hroščev je bila pri eteričnem olju sivke, in sicer 4,3 %.



Slika 15: Povprečni odstotek smrtnosti hroščev riževega žužka pri 75-odstotni relativni zračni vlagi glede na eterično olje

Slika 15 prikazuje, da tudi pri 75 % relativni zračni vlagi ni bistvene razlike pri smrtnosti hroščev riževega žužka med eteričnim oljem rožmarina in lovorja, saj se smrtnost razlikuje le za 3 %; pri eteričnem olju rožmarina je bila smrtnost 25,2 %, pri eteričnem olju lovorja pa 22,2 %. Smrtnost hroščev pri eteričnem olju sivke je bila le 4,9 %.

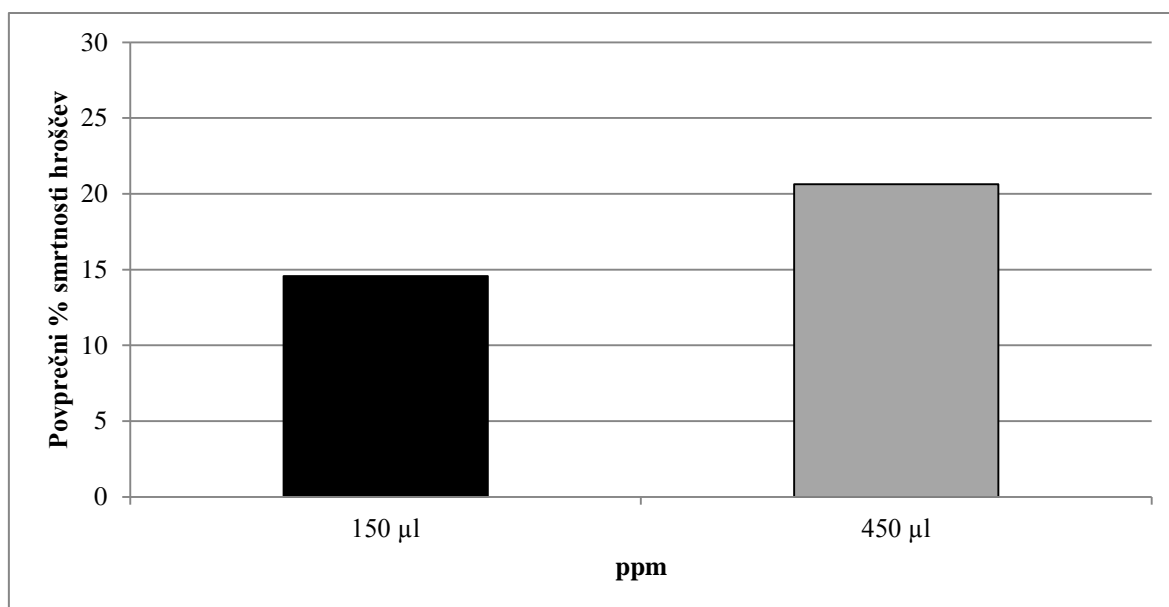


Slika 16: Povprečni odstotek smrtnosti hroščev riževega žužka pri 55- in 75-odstotni relativni zračni vlagi glede na vrsto obravnavanja

Slika 16 (glejte str. 25) prikazuje povprečni odstotek smrtnosti hroščev riževega žužka pri 55- in 75-odstotni relativni zračni vlagi glede na vrsto eteričnega olja. Iz nje je razvidno, da je bila največja smrtnost hroščev pri 55-odstotni relativni zračni vlagi pri eteričnem olju rožmarina (26,7 %) in najmanjša pri eteričnem olju sivke (6,0 %). Tudi pri 75-odstotni relativni zračni vlagi je bila največja smrtnost pri eteričnem olju rožmarina (24,8 %), najmanjša pa pri eteričnem olju sivke (3,1 %).

4.4 SMRTNOST HROŠČEV RIŽEVEGA ŽUŽKA GLEDE NA KONCENTRACIJO ETERIČNEGA OLJA

Slika 17 prikazuje povprečni odstotek smrtnosti hroščev riževega žužka glede na koncentracijo eteričnega olja. Pri koncentraciji 450 μl na petrijevko je bila smrtnost hroščev 20,6 %, pri koncentraciji 150 μl na petrijevko pa 14,6 %.



Slika 17: Povprečni odstotek smrtnosti hroščev riževega žužka glede na koncentracijo eteričnega olja

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

5.1 RAZPRAVA

Z laboratorijskim poskusom smo dokazali, da na smrtnost riževega žužka vplivajo vrsta eteričnega olja, koncentracija eteričnega olja, čas izpostavljenosti riževega žužka eteričnemu olju, relativna zračna vlaga in temperatura. Najvišjo smrtnost hroščev smo dokazali pri obravnavanjih z eteričnim oljem rožmarina (25,2 %) in lovorja (22,2 %), najmanjšo pa pri eteričnem olju sivke (4,9 %). Tudi dosedanje domače raziskave kažejo na največjo insekticidno učinkovitost rožmarina. To so v svojih poskusih dokazali Rojhtova in sod. (2009), Bohinc in Trdan (2013) ter Laznik in sod. (2012).

Z rezultati smo ugotovili, da se je odstotek smrtnosti hrošča povečeval z daljšanjem izpostavitve vsem omenjenim dejavnikom, kar so v svojih poskusih dokazali že Bokavšek (2012) in Rojhtova s sod. (2008). Največjo smrtnost smo ugotovili po sedmem dnevu (40,9 %), najmanjšo pa po prvem dnevu (3,6 %) izpostavitve.

Največjo smrtnost hroščev smo potrdili pri nižji relativni zračni vlagi; pri 55-odstotni relativni zračni vlagi je bila smrtnost 17 %, pri 75-odstotni relativni zračni vlagi pa 14,4 %. Raziskava Rojhtove in sod. (2008), v kateri so proučevali insekticidno delovanje diatomejske zemlje na odrasle osebkke riževega žužka je pokazala, da je bila večja smrtnost pri višji relativni zračni vlagi (75 %), kar pa se ne ujema z rezultati naše raziskave.

Na smrtnost skladiščnih škodljivcev vpliva tudi temperatura. Korunić (1990) je zapisal, da je najhitrejši razvoj in najmanjša smrtnost za razvoj riževega žužka pri temperaturi od 24 do 28 °C. To lahko potrdimo tudi v naši raziskavi, saj je bila največja smrtnost pri temperaturi 20 °C (22,2 %),

5.2 SKLEPI

Na podlagi rezultatov naše raziskave lahko potrdimo hipotezo, da so eterična olja učinkovita alternativa kemičnim sredstvom pri zatiranju skladiščnih škodljivcev in da med eteričnimi olji obstajajo razlike v učinkovitosti pri zatiranju hroščev riževega žužka.

Najboljše rezultate pri zatiranju riževega žužka (*Sitophilus oryzae* [L.]) smo dosegli z eteričnim oljem navadnega rožmarina in navadnega lovorja, najslabše pa z eteričnim oljem sivke.

Smrtnost hroščev riževega žužka se povečuje z daljšanjem njihove izpostavitve preučevanim dejavnikom, saj smo ugotovili največjo smrtnost hroščev pri najdaljši (7 dni), najmanjšo pa pri najkrajši (en dan) izpostavitvi.

Fajfar Š. Učinkovitost treh eteričnih olj za zatiranje riževega žužka ... v uskladiščeni pšenici.
Dipl. delo (VS). Ljubljana, Univ. v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, 2014

Na vitalnost hroščev riževega žužka je imela v našem primeru večji vpliv nižja relativna zračna vlaga (55 %), kot pa višja relativna zračna vlaga (75 %). Na smrtnost vpliva tudi temperatura. V naši raziskavi smo največjo smrtnost hroščev riževega žužka ugotovili pri 20 °C.

6 POVZETEK

Rižev žužek (*Sitophilus oryzae* [L.]) spada v družino rilčkarjev (Curculionidae). Zanj je značilno, da poje manjšo količino zrnja kot črni žitni žužek (*Sitophilus granarius* [L.]), ker pa se v zrnju, v katera samica odloži jajčeca, lahko razvije več ličink, je njegov razmnoževalni potencial zelo velik, zaradi česar pogosto pride do velikih izgub pridelka. Odrasle žuželke in ličinke močno poškodujejo zrna pšenice. Rižev žužek spada v skupino škodljivcev, za katere je značilno, da povzročajo veliko škode.

V študijskem letu 2013/2014 smo v gojitveni komori v entomološkem laboratoriju Katedre za fitomedicino, kmetijsko tehniko, poljedelstvo, pašništvo in travništvo na Oddelku za agronomijo Biotehniške fakultete v Ljubljani izvajali poskus učinkovitosti treh eteričnih olj (navadni rožmarin, prava sivka in navadni lovor) za zatiranje riževega žužka v uskladiščeni pšenici. Učinkovitost eteričnih olj v dveh koncentracijah (150 in 400 μ l/petrijevko) smo ugotavljali pri treh različnih temperaturah (15, 20 in 25 °C) in dveh vrednostih relativne zračne vlage (55 in 75 %). Vsako obravnavanje (kombinacija temperature in relativne zračne vlage) je bilo v poskusu ponovljeno 10-krat. Smrtnost hroščev smo vrednotili 1., 2., 3. in 7. dan po izpostavitvi škodljivcem.

Za vsako kombinacijo smo stekleno petrijevko napolnili s 5 g zrnja ozimne pšenice. V stekleno petrijevko smo k zrnju dodali še mikrocentrifugirko, napolnjeno z določenim eteričnim oljem, ter deset hroščev riževega žužka. Napolnjene steklene petrijevke smo pokrili s steklenim pokrovom in jih tesno ovili s parafilmom, da hrošči riževega žužka niso mogli uhajati iz petrijevke. Za lažjo sledljivost smo na pokrov petrijevke napisali za katero obravnavanje je šlo. Nato smo steklene petrijevke postavili v rastno komoro, ter jih izpostavili določeni temperaturi in relativni zračni vlagi (odvisno za katero kombinacijo je šlo). Po določenem časovnem obdobju (1., 2., 3. in 7. dan) smo steklene petrijevke vzeli iz rastne komore in v njih prešteli hrošče, ter v poseben obrazec zapisali število živih in mrtvih hroščev riževega žužka.

Največji odstotek smrtnosti hroščev riževega žužka smo ugotovili pri eteričnem olju rožmarina, kjer je bila smrtnost 58 %. Na smrtnost hroščev je vplivala tudi koncentracija eteričnega olja. Pri koncentraciji 450 μ l/petrijevko je bila smrtnost hroščev 20,6 %. Odstotek smrtnosti hroščev se je povečeval z daljšanjem izpostavitve in je bil največji po sedmem dnevu (40,9 %). Pri 20 °C je bila smrtnost hroščev največja, in sicer 22,2 %, pri 25 °C je bila smrtnost 17,4 %, najmanjša smrtnost, 13,2 %, pa je bila pri 15 °C. Največjo smrtnost smo potrdili pri najmanjši relativni zračni vlagi, saj je bila pri 55-odstotni relativni zračni vlagi smrtnost 17 %, pri 75-odstotni relativni zračni vlagi pa 14,4 %. S poskusom smo dokazali, da je mogoče riževega žužka zatirati tudi z eteričnima oljema rožmarina in lovorja, a je pri njuni uporabi zelo pomembna tudi temperatura zraka in relativna zračna vlaga.

7 VIRI

- Amer S. A. A., Refaat A. M., Momen F. M. 2001. Repellent and oviposition-detering activity of rosemary and sweet marjoram on the spider mites *Tetranychus urticae* and *Eutetranychus orientalis* (Acari: Tetranychidae). *Acta phytopathologica et Entomologica Hungarica*, 36: 155-164
- Bohinc T., Trdan S. 2013. Insekticidno delovanje petih eteričnih olj na odrasle osebke fižolarja (*Acanthoscelides obtectus* [Say], Coleoptera, Chrysomelidae). V: Zbornik predavanj in referatov 11. Slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin z mednarodno udeležbo, Bled, 5.–6. marec 2013. Trdan, S. in maček, J. (ur.). Ljubljana, Društvo za varstvo rastlin Slovenije: 313-319
- Bokavšek G. 2012. Temperatura in zračna vlaga kot dejavnika smrtnosti riževega žužka (*Sitophilus oryzae* [L.], Coleoptera, Curculionidae) v laboratorijskih razmerah. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 37 str.
- del Principe S. 2003. Eterična olja: arome zdravja. Ljubljana, Pisanica: Delo revije: 126 str.
- Festić H. 1996. Poljoprivredna entomologija. Sarajevo, Svjetlost: 125 str.
- Fit N., Rapuntean G., Nadas G., Cuc C., Calina D., Gegesi I. 2007. Antibacterial effect of *Albiens alba* and *Lavandula angustifolia* oils extracts on various bacterial species. *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Veterinary Medicine*, 64: 1/2, 570
- FITO-INFO: Slovenski informacijski sistem za varstvo rastlin.
<http://www.fito-info.si/pr/obv/Vsebina.asp?ID=6941> (12.7.2014)
- Isman M. B., Wilson J. A., Bradbury R. 2008. Insecticidal activities of commercial rosemary oils (*Rosmarinus officinalis*) against larvae of *Pseudaletia unipuncta* and *Trichoplusia ni* in relation to their chemical compositions. *Pharmaceutical Biology*, 46: 82-87
- JiSen H., ErrLieh H. 2005. The repellent effect of several repellent plants on the mosquito and house fly. *Formos. Entomol.*, 25: 221-230
- Kettenring M. 2008. Lepota in dobro počutje z eteričnimi olji. Ljubljana, Kalček d. o. o.: 118 str.
- Korunić Z. 1990. Štetnici uskladištenih poljoprivrednih proizvoda (biologija, ekologija i suzbijanje). Zagreb, Gospodarski list: 220 str.

Fajfar Š. Učinkovitost treh eteričnih olj za zatiranje riževega žužka ... v uskladiščeni pšenici.
Dipl. delo (VS). Ljubljana, Univ. v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, 2014

- Koschier E. H., Sedy K. A. 2003. Labiate essential oils affecting host selection and acceptance of *Thrips tabaci* Linderman. *Crop Protection*, 22: 929-934
- Laznik Ž., Vidrih M., Trdan S. 2012. Efficacy of four essential oils against *Sitophilus granarius* (L.) adults after short-term exposure. *African Journal of Agricultural Research*, 7, 21: 3176-3181
- Lovrec B. 2007. Skladiščni škodljivci pšenice (*Triticum aestivum* L.) in njihovo zatiranje. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 56 str.
- Macelj M. 1999. Poljoprivredna entomologija. Čakovec, Zrinski: 378-382
- Mauchline A. L., Osborne J. L., Martin A. P., Poppy G. M., Powell, W. 2005. The effects of non-host plant essential oil volatiles on the behaviour of the pollen beetle *Meligethes aeneus*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 114: 181-188
- Norman J. 2004. Začimbe in zelišča. Ljubljana, Prešernova družba d. d.: 336 str.
- Postić S. 2006. A kot aromaterapija. Izola, Meander: 291 str.
- Regnault-Roger C., Hamraoui A. 1993. Influence of aromatic essential oils on *Acanthoscelides obtectus* Say, pest of beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Acta Botanica Gallica*, 140: 217-222
- Rode J. 2004. Zeliščni vrt: domača lekarna. Ljubljana, Kmečki glas: 231 str.
- Rojht H., Kos K., Trdan S. 2008. Preučevanje insekticidnega delovanja diatomejske zemlje na odrasle osebkke riževega žužka (*Sitophilus oryzae* [L.], Coleoptera, Curculionidae). V: Novi izzivi v poljedelstvu 2008. Rogaška Slatina, 4.-5. December 2008. Tajnšek A. (ur). Ljubljana, Slovensko agronomsko društvo: 263-270
- Rojht H., Kos K., Trdan S. 2009-a. Preučevanje načinov delovanja izbranih rastlinskih izvlečkov na koloradskega hrošča (*Leptinotarsa decemlineata* [Say] na jajčevcu. V: Zbornik predavanj in referatov 9. slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin z mednarodno udeležbo, Nova Gorica, 4.-5. marec 2009. Maček, J. (ur.). Ljubljana, Društvo za varstvo rastlin Slovenije 145-157
- Rojht H., Meško A., Vidrih M., Trdan S. 2009-b. Insecticidal activity of four different substances against larvae and adults of sycamore lace bug (*Corythucha ciliata* [Say], Heteroptera, Tingidae). *Acta agriculturae Slovenica*, 93-1: 31-36
- Squire D. 2009. Zeliščni vrt. Kranj, Narava: 80 str.

Fajfar Š. Učinkovitost treh eteričnih olj za zatiranje riževega žužka ... v uskladiščeni pšenici.
Dipl. delo (VS). Ljubljana, Univ. v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, 2014

Tajnšek T. 1980. Strnine in koruza v Sloveniji. Ljubljana, ČZP Kmečki glas: 167 str.

Tajnšek T. 1988. Pšenica. Ljubljana, ČZP Kmečki glas: 160 str.

Vrabl S. 1992. Škodljivci poljščin. Ljubljana, ČZP Kmečki glas: 142 str.

ZAHVALA

Hvala mentorju prof. dr. Stanislavu Trdanu za strokovno pomoč, nasvete, ter vzpodbudne besede skozi celotno diplomsko nalogo.

Hvala dr. Tanji Bohinc za strokovno pomoč pri izvedbi praktičnega dela poskusa, obdelavi podatkov in za vse ostale koristne nasvete.

Iskrena hvala mami in očetu, da sta mi omogočila študij, me v tem času popolnoma podpirala in verjela vame. Hvala vsem sorodnikom in prijateljem za podporo in potrpljenje.

Hvala Domnu za lepe skupne trenutke, potrpežljivost in moralno podporo v času študija.

Vsem in vsakemu posebej, še enkrat HVALA.