

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Nejc SKITEK

**UČINKOVITOST ZMANJŠANIH ODMERKOV
NIKOTINA ZA ZATIRANJE CVETLIČNEGA
RESARJA (*Frankliniella occidentalis* [Pergande],
Thysanoptera, Thripidae) V LABORATORIJSKIH
RAZMERAH**

DIPLOMSKO DELO

Visokošolski strokovni študij – 1. stopnja

Ljubljana, 2016

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Nejc SKITEK

**UČINKOVITOST ZMANJŠANIH ODMERKOV NIKOTINA ZA
ZATIRANJE CVETLIČNEGA RESARJA (*Frankliniella occidentalis*
[Pergande], Thysanoptera, Thripidae) V LABORATORIJSKIH
RAZMERAH**

DIPLOMSKO DELO
Visokošolski strokovni študij – 1. stopnja

**THE EFFICACY OF REDUCED DOSES OF NICOTINE AGAINST
WESTERN FLOWER THRIPS (*Frankliniella occidentalis* [Pergande],
Thysanoptera, Thripidae) UNDER LABORATORY CONDITIONS**

B. Sc. THESIS
Professional study programmes

Ljubljana, 2016

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 Oddelka za agronomijo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Poskus je bil opravljen v entomološkem laboratoriju fitomedicinskega dela omenjene katedre.

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

Komisija za oceno in zagovor:

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

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

Član: prof. dr. Franci Aco CELAR
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Datum zagovora:

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

Nejc SKITEK

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dv1
DK	UDK 632.731:632.93(043.2)
KG	kmetijska entomologija/škodljivci/cvetlični resar/ <i>Frankliniella occidentalis</i> /varstvo rastlin/okoljsko sprejemljive snovi/rastlinski insekticidi/reducirani odmerki/nikotin/laboratorijske razmere
AV	SKITEK, Nejc
SA	TRDAN, Stanislav (mentor)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo
LI	2016
IN	UČINKOVITOST ZMANJŠANIH ODMERKOV NIKOTINA ZA ZATIRANJE CVETLIČNEGA RESARJA (<i>Frankliniella occidentalis</i> [Pergande], Thysanoptera, Thripidae) V LABORATORIJSKIH RAZMERAH
TD	Diplomsko delo (visokošolski strokovni študij – 1. stopnja)
OP	VIII, 33 str., 20 sl., 35 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	V laboratorijskem poskusu smo leta 2016 preizkušali insekticidno delovanje zmanjšanih odmerkov nikotina za zatiranje odraslih osebkov cvetličnega resarja (<i>Frankliniella occidentalis</i> [Pergande]). Preizkušane koncentracije so bile 0,05 %, 0,005 %, 0,0005 % in 0,00005 %. Njihovo učinkovitost smo preizkušali pri treh različnih temperaturah (15, 20 in 25 °C) in dveh vrednostih relativne zračne vlage (55 in 75 %). Na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete smo v plastenjakih na kumarah nabrali odrasle osebkke cvetličnega resarja, na njivi pa liste fižola. Liste fižola smo nato tretirali z različnimi koncentracijami nikotina, prav tako pa smo v poskusu imeli kontrolno obravnavanje, v katerem listi niso bili tretirani. Fižolove liste smo položili v petrijevke ter v vsako petrijevko s čopičem prenesli po 10 osebkov cvetličnega resarja, petrijevke pa smo nato zatesnili s parafilmom. V vsakem obravnavanju smo imeli 5 ponovitev za vsako koncentracijo ter kontrolo. Smrtnost odraslih osebkov cvetličnega resarja smo ugotavljali prvi, drugi, tretji in sedmi dan po izpostavitvi žuželk nikotinu. Pri vseh koncentracijah nikotina smo ugotovili določeno insekticidno delovanje. Pri nobeni koncentraciji nismo ugotovili več kot 25 % smrtnosti resarjev; največjo smrtnost, 24 %, smo potrdili pri koncentraciji 0,05 % pri 15 °C in 55 % relativni zračni vlagi.

KEY WORD DOCUMENTATION

DN Dv1
DC UDC 632.731:632.93(043.2)
CX agricultural entomology/pests/western flower thrips/*Frankliniella occidentalis*/plant protection/environmentally friendly substances/botanical insecticides/nicotine/reduced doses/laboratory conditions
AU SKITEK, Nejc
AA TRDAN, Stanislav (supervisor)
PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Agronomy
PY 2016
TI THE EFFICACY OF REDUCED DOSES OF NICOTINE AGAINST WESTERN FLOWER THRIPS (*Frankliniella occidentalis* [Pergande], Thysanoptera, Thripidae) UNDER LABORATORY CONDITIONS
DT B. Sc. Thesis (professional study programmes)
NO VIII, 33 p., 20 fig, 35 ref.
LA sl
AL sl/en
AB In the laboratory experiment in 2016 we tested the insecticidal efficacy of reduced doses of nicotine against adults of western flower thrips (*Frankliniella occidentalis* [Pergande]). Tested concentrations of nicotine were 0,005, 0,005, 0,0005 and 0,00005 %. Their efficacy was tested at three different temperatures (15, 20 and 25 %), and two different relative air humidities (55 and 75 %). At the Laboratory Field of Biotechnical Faculty we collected adults of western flower thrips in the plastic houses, and the leaves of bean in the field. The leaves were treated with four different concentrations of nicotine, while control (untreated) plants were treated only with water. Treated leaves were transferred in a Petri dishes, into each of them 10 adults of the western flower thrips were placed. The Petri dishes were sealed with Parafilm. For each concentration and control we conducted 5 repetitions. Mortality rates of western thrips adults were determined on the first, second, third and seventh day after treatment. In all concentrations the nicotine showed insecticidal properties, but none of the concentrations exceed the mortality of 25 %. The highest mortality rate was reached at nicotine concentration of 0,05 % at air temperature of 15 °C and 55 % relative air humidity.

KAZALO VSEBINE

	str.
KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA.....	III
KEY WORDS DOKUMENTATION.....	IV
KAZALO VSEBINE.....	V
KAZALO SLIK.....	VII
1 UVOD	1
1.1 POVOD ZA DELO	1
1.2 DELOVNA HIPOTEZA	1
1.3 CILJI RAZISKAVE	1
2 PREGLED OBJAV	2
2.1 CVETLIČNI RESAR (<i>Frankliniella occidentalis</i>).....	2
2.1.1 Sistematika	2
2.1.2 Morfologija.....	2
2.1.3 Razvojni krog.....	4
2.1.4 Cvetlični resar v Sloveniji.....	6
2.1.5 Škodljivost na rastlinah	6
2.1.5.1 Neposredna škoda.....	6
2.1.5.2 Posredna škoda	6
2.1.6 Gostiteljske rastline.....	7
2.1.6.1 Krizanteme	7
2.1.6.2 Geranije	8
2.1.6.3 Jajčevce	8
2.1.6.4 Kumare	8
2.1.7 Zatiranje.....	9
2.1.8 Biotično varstvo	10
2.1.8.1 Plenilci.....	10
2.1.8.2 Entomopatogene ogorčice	12
2.1.8.3 Ogorčica <i>Steinernema feltiae</i> Filipjev	12
2.2 TOBAKOVEC	13
2.2.1 Zgodovina.....	13

2.2.2	Nikotin	13
2.2.3	Delovanje nikotina	14
2.3	NARAVNI INSEKTICIDI	14
2.3.1	Piretrin	15
2.3.2	Rotenon	16
2.3.3	Azadirahatin	17
3	MATERIAL IN METODE	19
4	REZULTATI	23
4.1	SMRTNOST ODRASLIH OSEBKOV CVETLIČNEGA RESARJA PRI 15 °C	23
4.2	SMRTNOST ODRASLIH OSEBKOV CVETLIČNEGA RESARJA PRI 20 °C	24
4.3	SMRTNOST ODRASLIH OSEBKOV CVETLIČNEGA RESARJA PRI 25 °C	25
5	RAZPRAVA IN SKLEPI	27
6	POVZETEK	30
7	VIRI	31

ZAHVALA

KAZALO SLIK

	str.
Slika 1: Odrasel osebek cvetličnega resarja (Flick ..., 2016).....	3
Slika 2: Samica cvetličnega resarja s hrbtne strani (desni par kril ni narisani) (levo) (Brødsgaard, 1989); glava in predprsje (desno) (Del Bene in Gargani, 1990).....	4
Slika 3: Razvojni krog cvetličnega resarja (<i>Frankliniella occidentalis</i>) (Plantwise ..., 2016).....	5
Slika 4: Poškodbe cvetličnega resarja na cvetu krizanteme (Greenhouseipm ..., 2016).	7
Slika 5: Odrasli osebki cvetličnega resarja na cvetu kumare (foto: S. Trdan).	8
Slika 6: Cvetna plenilka pri hranjenju s cvetličnim resarjem (Miden pictures ..., 2016)..	11
Slika 7: Zgradba molekule nikotina (More Brain Points ..., 2016).	14
Slika 8: Zgradba molekule piretrina (The Pied Piper ..., 2016).....	16
Slika 9: Zgradba molekule rotenona (Pesticide info ..., 2016).	17
Slika 10: Listi in plodovi drevesa <i>Azadirachta indica</i> (Useful tropica plants ..., 2016). ...	18
Slika 11: Nikotin, uporabljen v poskusu (levo) (foto: N. Skitek), Gojitvena komora, s petrijevskimi, v katerih je potekalo preizkušanje insekticidnega delovanja nikotina na cvetličnega resarja (desno) (foto: J. Rupnik).	19
Slika 12: Listi fižola, tretirani z različnimi koncentracijami nikotina (foto: J. Rupnik).	20
Slika 13: Petrijevka, pripravljena za nanos odraslih osebkov cvetličnega resarja (J. Rupnik).	21
Slika 14: Prenos odraslih osebkov cvetličnega resarja v petrijevke (foto: J. Rupnik).	21
Slika 15: Povprečna smrtnost odraslih osebkov cvetličnega resarja (<i>Frankliniella occidentalis</i>) pri uporabi različnih koncentracij nikotina pri 15 °C in 55% relativni zračni vlagi.	23
Slika 16: Povprečna smrtnost odraslih osebkov cvetličnega resarja (<i>Frankliniella occidentalis</i>) pri uporabi različnih koncentracij nikotina pri 15°C in 75 % relativni zračni vlagi.	24

Slika 17: Povprečna smrtnost odraslih osebkov cvetličnega resarja (<i>Frankliniella occidentalis</i>) pri uporabi različnih koncentracij nikotina pri 20 °C in 55 % relativni zračni vlagi.	24
Slika 18: Povprečna smrtnost odraslih osebkov cvetličnega resarja (<i>Frankliniella occidentalis</i>) pri uporabi različnih koncentracij nikotina pri 20 °C in 75 % relativni zračni vlagi.	25
Slika 19: Povprečna smrtnost odraslih osebkov cvetličnega resarja (<i>Frankliniella occidentalis</i>) pri uporabi različnih koncentracij nikotina pri 25 °C in 55 % relativni zračni vlagi.	25
Slika 20: Povprečna smrtnost odraslih osebkov cvetličnega resarja (<i>Frankliniella occidentalis</i>) pri uporabi različnih koncentracij nikotina pri 25 °C in 75 % relativni zračni vlagi.	26

1 UVOD

1.1 POVOD ZA DELO

Cvetlični resar (*Frankliniella occidentalis* [Pergande]) je eden od najpomembnejših škodljivcev, zatiranje je težavno predvsem zaradi njihove majhnosti ter sposobnosti za hitro pridobivanje odpornosti na številne insekticide. Je izrazito polifagen škodljivec in napada različne rastlinske organe. Največ poškodb povzroči z izsesavanjem celic povrhnjice, prav tako pa je cvetlični resar prenašalec tospovirusov. Cvetlični resar je žuželka velika 1 do 2 milimetra z ozkimi resastimi krili (Trdan in sod., 2003).

Večina ljudi pozna resarje ali tripse kot žuželke, ki živijo na cvetovih, ne pripisujejo pa jim posebno velike škodljivosti na gojenih rastlinah. Poškodbe, ki jih resarji povzročajo, laiki velikokrat pripisujejo drugim škodljivim organizmom. V svetu resarje uvrščajo med najpomembnejše škodljivce na rastlinah, kljub temu, da se skoraj polovica resarjev prehranjuje izključno z glivami. Trenutno je od resarjev najbolj škodljiv cvetlični resar, ki se je po vnosu v Evropo pričel nepričakovano hitro širiti po celotnem kontinentu. Pri nas in v Evropi je najpomembnejši škodljivec okrasnih rastlin in vrtnin v zavarovanih prostorih (Trdan, 2001).

Zatiranje škodljivih organizmov s fitofarmacevtskimi sredstvi (FFS) je v zadnjih desetletjih najbolj razširjen način varstva rastlin. Odpornost pri nekaterih organizmih se lahko razvije relativno hitro. Še posebej pri organizmih, ki imajo kratek razvojni cikel ali če se sredstva za zatiranje ne menjavajo. V določeni populaciji so lahko nekateri osebki genetsko odporni na določena sredstva. Takšne osebkke je mogoče zatreti le z povečanimi odmerki FFS ali spremenjenim načinom zatiranja (Milevoj, 2003a). Zaradi tega so vedno večje potrebe po alternativnih načinih zatiranja škodljivih organizmov, ki so tudi bolj okoljsko sprejemljive. Nikotin doslej v poskusih še ni bil uporabljen za zatiranje cvetličnega resarja.

1.2 DELOVNA HIPOTEZA

Nikotin se je v preteklosti že uporabljal kot insekticid, vendar pa je imel nezaželene učinke tudi na ne ciljne organizme. Delovna hipoteza naše naloge je bila, da je lahko nikotin v zmanjšanih odmerkih učinkovita alternativa kemičnim insekticidom za zatiranje cvetličnega resarja v zavarovanih prostorih in, da so med tremi preizkušenimi koncentracijami nikotina razlike v učinkovitosti.

1.3 CILJI RAZISKAVE

Cilj našega dela je dokazati, da se lahko nikotin v zmanjšanih odmerkih uporablja za zatiranje cvetličnega resarja in, da različne koncentracije nikotina različno vplivajo na smrtnost škodljivca. Rezultate naše raziskave bo mogoče uporabiti pri okoljsko sprejemljivem zatiranju cvetličnega resarja.

2 PREGLED OBJAV

2.1 CVETLIČNI RESAR (*Frankliniella occidentalis* [Pergande])

Cvetlični resar (*Frankliniella occidentalis* [Pergande]) je izvorno vrsta nearktičnih območij. Prvi ga je opisal Pergande, ki ga je našel v Kaliforniji (ZDA) na listih marelice in krompirja, na cvetovih pomarančevca in različnih plevelih. V začetku sedemdesetih let se je začel iz ZDA postopoma širiti po drugih celinah (Tomasini in Maini, 1995).

V Sloveniji je bilo doslej najdenih 120 vrst resarjev, med njimi so na gojenih rastlinah škodljivi zlasti cvetlični resar, tobakov resar (*Thrips tabaci* Lindenman), hrušev resar (*Taeniothrips incosequens* [Uzel]) in gladiolov resar (*Thrips simplex* [Morison]). Največji pomen v skupini plenilskih resarjev pripisujejo progastemu resarju (*Aeolothrips intermedius* Bagnall), čeprav se pri nas pojavlja še nekaj vrst plenilskih resarjev (Trdan, 2015).

2.1.1 Sistematika

Cvetlični resar spada v red resokrilcev (Thysanoptera). V ta red so doslej uvrstili prek 5000 vrst, ki jih lahko najdemo na vseh celinah. Največ resarjev se pojavlja v tropskih krajih, nato jim sledijo kraji z zmernejšim podnebjem, le nekaj pa jih poseljuje območja s hladnim in mrzlim podnebjem (Mound in Teulon, 1995; Mound in Kibby, 1998).

Red resokrilcev se deli v dva podreda, in sicer Terebrantia ter Tubulifera. Podred Tubulifera vsebuje le eno družino, ki jo imenujemo Phlaeothripidae, kamor na primer spada pšenični resar (*Haplothrips tritici* [Kurdjumov]). Podred Terebrantia se deli na družine Adiheterothripidae, Aeolothripidae, Fauriellidae, Heterothripidae, Merothripidae, Thripidae in Uzelothripidae. Večina vrst resarjev ne spada med gospodarsko pomembne škodljivce gojenih rastlin. Vrste, ki jih štejemo med pomembne škodljivce, pa so večinoma iz družine Thripidae, kamor je uvrščen med drugimi tudi cvetlični resar. Zaradi velikega števila vrst, ki jih uvrščamo v družino Thripidae, je družina razdeljena na dve poddružini. Imenujemo ju Panchaetothripinae in Thripinae. Rod *Frankliniella*, kamor spada med drugimi cvetlični resar, uvrščamo v poddružino Thripinae (Mound in Teulon, 1995; Mound in Kibby, 1998).

Rod *Frankliniella* je v redu Thysanoptera eden od vrstno najštevilčnejših rodov, saj vanj štejemo približno 180 vrst. Vrstno številčnejši so le rodovi *Haplothrips*, *Liothrips* in *Thrips* (Mound in Teulon, 1995; Mound in Kibby, 1998).

2.1.2 Morfologija

Resarji so majhne žuželke. Vrste, ki se pojavljajo v Evropi, so navadno velike do 2 milimetra. Njihovo telo je mehko, odrasli osebki (slika 1) pa imajo bolj hitinizirano telo

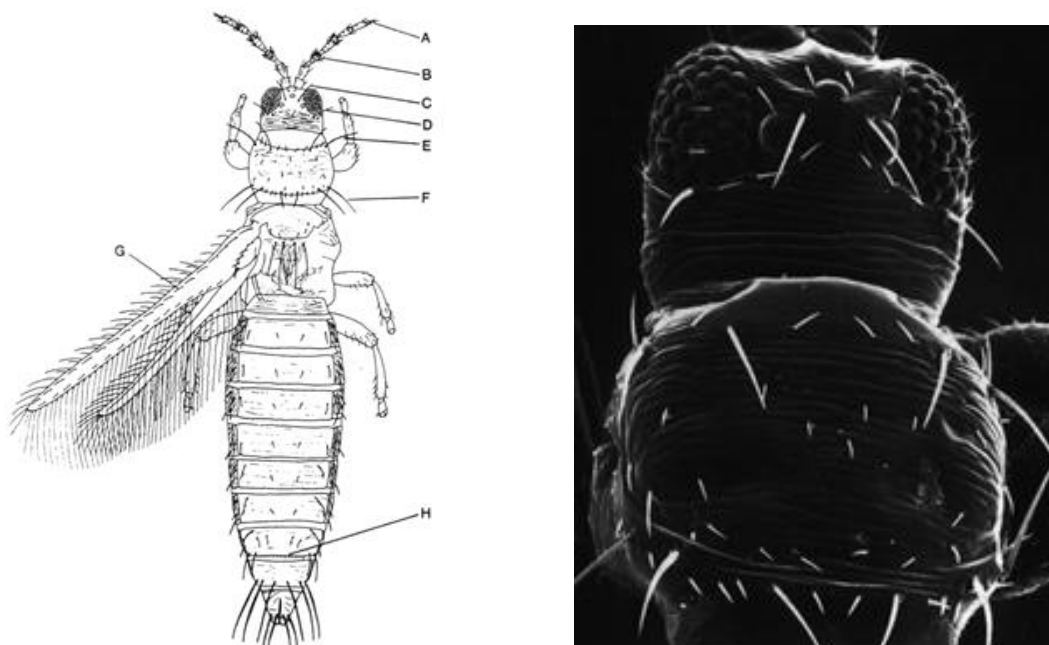
kot ličinke. Barva se razlikuje od vrste do vrste. Imajo kratke tipalke, ki so sestavljene iz 6 do 9 segmentov. Dolžina tipalk je odvisna od vrste. Za resarje je značilen par sestavljenih oči, med katerimi so 3 pikčasta očesca, ki jih imenujemo oceli. Noge so kratke, stopalca pa so eno- ali dvodelna in se končajo z mehurčkom. Njihov zadek je sestavljen iz 11 členov, pri čemer zadnji segment ni viden. Pri samicah resarjev iz podreda Terebrantia je deseti člen zadka oblikovan v stožec, pri samcih, pa je bolj robato zaobljen. Na površju telesa imajo resarji dlačice, ki so pomembne pri določanju vrst. Ustni aparat resarjev, s katerim te žuželke bodejo in sesajo, je nesimetričen in edinstven. Ličinke imajo le levo sprednjo čeljust, drugi par čeljusti pa je zakrnel v par asimetričnih bodal. Resarji imajo dva para kril, ki sta ozka in poraščena z značilnimi resami. Na krilih imajo lahko žile, lahko pa so brez njih (Trdan, 2003).



Slika 1: Odrasel osebek cvetličnega resarja (Flickriver ..., 2016)

Cvetličnega resarja lahko uspešno identificiramo z več morfološkimi ključi. Po navedbi Tommasini in Maini (1995), so jih razvili naslednji avtorji Moulton (1948), Mound in Walker (1982), Zur Strassen (1986), Bournier in Bournier (1987) in Palmer (1989). Odrasel samec s popolnoma razvitimi krili meri v dolžino, od konic tipalk do zadka, med 0,9 do 1,1 milimetra, samice pa merijo od 1,3 do 1,4 milimetra. Najhitreje cvetličnega resarja identificiramo po petih glavnih značilnostih (slika 2): tipalke so sestavljene iz 8. segmentov (A), po viličasto razvejanih trihomih na segmentih 3 in 4 na tipalkah (B), daljšem 3. paru medocelarnih set, ki izraščajo iz roba ocelarnega trikotnika (C), dolgih setah pod glavnim očesom (D), po paru dolgih anteroangularnih set, kjer vsaka izrašča iz kota sprednje strani predprsja in paru dolgih anteromarginalnih set, ki izraščata bližje sredini predprsja (E), po paru dolgih posteroangularnih set, kjer je vsaka na kotu zadnje strani predprsja in paru dolgih anteromarginalnih set, ki izraščata bližje sredini zadnje strani predprsja (F), ter po dveh neprekinjenih vrstah set na žilah prvega para kril (G) in po vrsti krajših set na zadnji hrbtni strani 8. zadkovega členka (H), ki pa jih najdemo samo pri samicah. Cvetlični resar ima tako v stadiju ličinke kot tudi v odraslem stadiju ustni aparat

za bodenje in sesanje. S tem aparatom resar prebode celično steno in izsesa njeno vsebino (Tommasini in Maini, 1995).



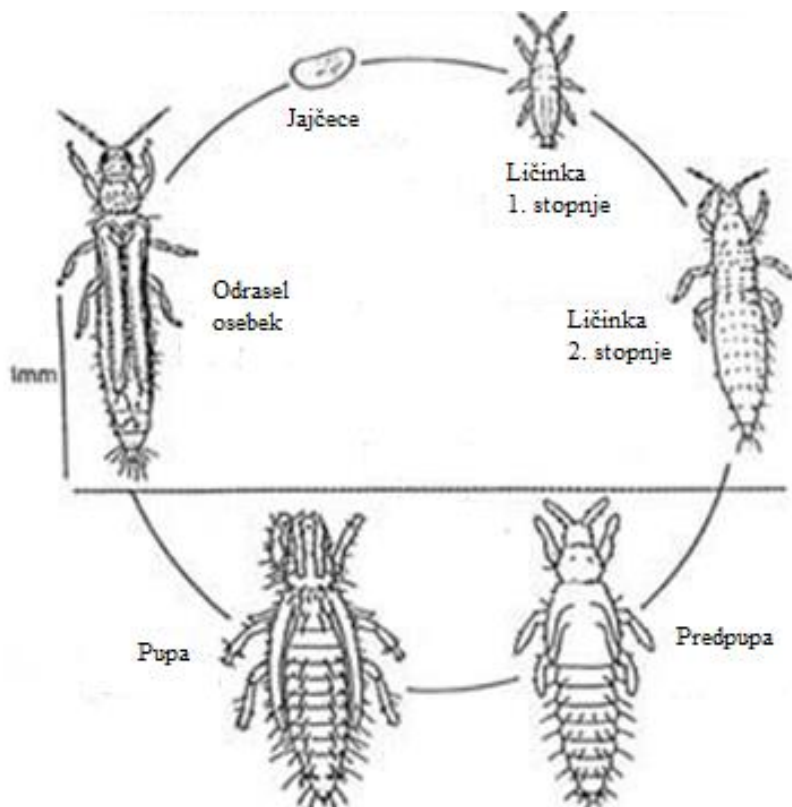
Slika 2: Samica cvetličnega resarja s hrbtne strani (desni par kril ni narisani) (levo) (Brødsgaard, 1989); glava in predprsje (desno) (Del Bene in Gargani, 1990)

2.1.3 Razvojni krog

Kot vsi resarji iz podreda Terebrantia, ima samica cvetličnega resarja žagasto oblikovano leglico, s katero zavrti v parenhimsko tkivo listov, cvetov in plodov ter tam izleže jajčeca, ki so ledvičaste oblike in so velika približno 0,25 x 0,50 milimetra. V razvojnem krogu (slika 3) si sledijo jajčeca, dve stopnji ličinke, predpupo, pupo in odrasel osebek. Takoj, ko se osebki izležejo iz jajčec, so stekleno bele barve. Ko se začne hraniti, kar je kmalu po tem ko se izleže, spremeni barvo v blede rumeno. V stadiju ličinke so resarji zelo podobni odraslim osebkom, z izjemo tega, da nimajo kril ter, da so oči rdečkasto obarvane. Prav tako so tipalke sestavljene iz manj segmentov kot pri odraslem osebkem. V drugi stopnji je ličinka veliko bolj aktivna kot v prvi stopnji. Značilno je tudi, da je ličinka 2. stopnje v začetku manjša od ličinke 1. stopnje, vendar pa doseže končno velikost do konca razvoja. V tem času dobijo ličinke voščeno rumeno barvo. Po končanem stadiju ličinke, se resar premakne iz nadzemskih delov rastlin in se zakoplje v tla, približno 1,5-2 centimetra globoko, ali pa preide v stadij predpupe na skritih delih rastlin (Tommasini in Maini, 1995).

Predpupa ima že zasnove za krila, prav tako pa ima razvite tipalke, ki niso razdeljene na segmente in so krajše kot pri odraslem osebkem. Predpupe so belkaste ter se ne premikajo in hranijo, razen če so vznemirjene. Ko nastopi stadij pupe imajo osebki že daljše tipalke, vidna pa je tudi zasnova segmentov, prav tako pa imajo bolj razvita krila. Tudi v tem

stadiju so osebki nemobilni in se ne prehranjujejo. Po zadnji levitvi nastopi stadij odraslega osebka. Na začetku so odrasli resarji belkaste barve, po približno 48 urah pa močno potemnijo. Odrasli osebki se začnejo prehranjevati kmalu po levitvi, letijo pa lahko le prvih 24 ur (Tommasini in Maini, 1995).



Slika 3: Razvojni krog cvetličnega resarja (*Frankliniella occidentalis*) (Plantwise ..., 2016)

Resarji se razmnožujejo deviškorodno, s popolno ali pa le delno deviškorodnostjo. Čeprav njihovi razmnoževalni mehanizmi niso popolnoma razjasnjeni, pa je nespolno razmnoževanje pomembno zlasti takrat, ko je neka vrsta prvič vnesena v okolje. Za resarje je prav tako značilno, da imajo hemimetabolni in holometabolni razvoj. Prav zaradi te lastnosti jih nekateri entomologi uvrščajo med žuželke s tako imenovalno remetabolno preobrazbo. Odrasli osebki se lahko začnejo pariti že po 2. do 3. dneh po zadnji levitvi, samci pa lahko oplodijo več samic, katere najdejo s pomočjo čutilnih organov na tipalkah (Trdan, 2003).

Pri nas je zaradi raznolikosti podnebja zanimivo preučevati okoljske vplive na razmnoževanje in razvoj cvetličnega resarja. Ugotovljeno je bilo, da pri nas na prostem cvetlični resar ne prezimi kot odrasel osebek, čeprav se pojavlja tudi na prostem v bližini rastlinjakov. Na rastlinah, ki so bolj oddaljene od rastlinjakov pa večjih poškodb, zaradi njegove aktivnosti, ni bilo opaziti (Trdan, 2015).

2.1.4 Cvetlični resar v Sloveniji

Pri nas so cvetličnega resarja prvič našli leta 1992 (Janežič, 1993), predvidevajo pa, da se je naselil že prej. V zadnjih letih se je na nekaterih lokacijah pri nas močno namnožil na različnih gostiteljskih rastlinah. V Sloveniji se cvetlični resar nemoteno razvija in razmnožuje le v rastlinjakih in steklenjakih. Če v njih poteka celoletna pridelava, poteka razmnoževanje in hranjenje celotno leto. V poletnih mesecih škodljivci zapusti rastlinjake in se zunaj njih prehranjuje in razmnožuje, nikoli pa se od njih pretirano ne oddalji. Ko pridelava v rastlinjakih ne poteka v zimskih mesecih, neustrezne razmere preživi v razvojnem stadiju pupe ali odraslega osebka na različnih plevelnih vrstah. V primorskem delu Slovenije bi lahko v letih z milejšo zimo cvetlični resar prezimil kot imago tudi na prostem, kar predstavlja novo nevarnost za pridelovalce, saj lahko tako naseljuje rastlinjake prek celega leta. Prav zaradi tega morajo biti na tem območju posebno pozorni na njegov pojav v rastlinjakih ter njegovo zatiranje (Trdan in sod., 1999).

2.1.5 Škodljivost na rastlinah

Resarji lahko povzročajo škodo na rastlinah tako neposredno kot tudi posredno. Neposredno jo povzročajo s hranjenjem na rastlinah, posredno škodo pa povzročajo s prenašanjem virusov iz rodov *Tospovirus*, *Ilarvirus*, *Carmovirus*, *Sobemovirus* ter *Machlomovirus* (Trdan, 2015).

2.1.5.1 Neposredna škoda

Najbolj značilna poškodba na rastlinah po napadu resarjev je srebrenje listov. To nastane, ko resar prebode celico, jo izsesa, nato pa celično vsebino zamenja zrak. Pri napadu plodov se lahko pojavijo tudi brazgotine in plutasto tkivo (Trdan, 2015).

2.1.5.2 Posredna škoda

Resarji povzročajo posredno škodo s prenašanjem rastlinskih virusov. Največji pomen v rastlinski pridelavi imajo vrste iz rodu *Tospovirus*. Cvetlični resar lahko dokazano prenaša virus progavosti tobaka (*Tobacco streak virus* - TSV), katerega prenašajo vrste *Thrips tabaci*, *Microcephalothrips abdominalis*, *Frankliniella schultzei* in *Thrips parvispinus*. Prve tri vrste resarjev se pojavljajo tudi pri nas. Cvetlični resar prav tako prenaša virus razbarvanja cvetov pelargonije (*Pelargonium flower break virus* - PFBV), virus nekroze stebel krizanteme (*Chrysanthemum stem necrosis virus* - CSNV), virus obročkaste pegavosti zemeljskega oreška (*Groundnut ringspot virus* - GRSV), virus nekrotične pegavosti vodenke (*Impatiens necrotic spot virus* - INSV), virus klorotične pegavosti paradižnika (*Tomato chlorotic spot virus* - TCSV) ter virus pegavosti in uvelosti paradižnika (*Tomato spotted wilt virus* - TSWV). Resarji pridobijo in prenašajo viruse med hranjenjem, saj, ko prebodejo celično steno, vbrizgajo slino v celice gostiteljske rastline, nato pa nadaljuje s sesanjem celičnih sokov. Odnosi med resarji in virusi, ki jih prenašajo

so kompleksni. Za resarje pa je značilno, da se virusi ne morejo prenašati med rodovi, kar pomeni, da mora vsak osebek pridobiti virus s hranjenjem. Virusi se tudi ne prenašajo iz samic na jajčeca, ki jih samice odložijo (Trdan, 2015).

2.1.6 Gostiteljske rastline

Cvetličnega resarja lahko v svetu najdemo na več kot 250 vrstah rastlin iz 60 različnih botaničnih družin. Najdemo ga tako na vrtninah, okrasnih rastlinah, sadnem drevju, vinski trti, poljščinah in plevelih. Na območjih s toplejšim podnebjem se pojavlja na prostem, pri nas pa je škodljivec v rastlinjakih (Felland in sod., 1995).

2.1.6.1 Krizanteme

Cvetovi krizantem, napadeni od cvetličnega resarja, so razbarvani, pojavi se progavost, še posebno na temnih cvetovih, cvetovi večkrat postanejo deformirani. Na rastlini je mogoče opaziti dva tipa sprememb glede na starost napadenega tkiva. Pri napadu brstov se pojavi neenakomerna rast poganjkov, prav tako pa so deli rastlin deformirani. Pri napadu na že razvitih listih in cvetovih pa se pojavi le srebrenje (slika 4) in nekrotične brazgotine (Tommasini in Maini, 1995).



Slika 4: Poškodbe cvetličnega resarja na cvetu krizanteme (Greenhouseipm ..., 2016)

2.1.6.2 Pelargonije

Napad cvetličnega resarja se na pelargonijah lahko opazi že na mladih listih, ki so deformirani, se zvijajo navzgor, na zgornji strani listov se pojavijo belkaste tvorbe, ki pa se lahko pojavijo tudi na ostalih delih rastline. Poškodbe so obsežnejše pri večji zračni vlagi in temperaturi. Tudi, ko rastline prestavimo iz rastlinjaka na prosto, se pojavijo plutaste tvorbe na spodnji strani listov, ob robovih listov pa se tvorijo nekrotične pege (Tommasini in Maini, 1995).

2.1.6.3 Jajčevce

Najmočnejši napad na jajčevcu se pojavi, ko so rastline v polnem cvetenju. Najpogosteje so napadeni cvetovi, na ostalih delih se pojavlja cvetlični resar v manjšem številu. Napad se kaže kot srebrne pegice na listih v bližini listnih žil, najbolj pa so vidne na zgornji strani listov. Ličinke so razširjene po celotni rastlini, odrasli osebki pa napadajo predvsem cvetove, najbolj okoli plodnice. Poškodbe zaradi prebadanja povrhnjice se lahko pojavijo tudi na peclju, najprej postanejo nekrotične nato pa porjavijo (Tommasini in Maini, 1995).



Slika 5: Odrasli osebki cvetličnega resarja na cvetu kumare (foto: Trdan S., 2016)

2.1.6.4 Kumare

Populacija cvetličnega resarja na kumarah se povečuje z razvojem rastline. Najdemo jih na listih in plodovih, največ pa se jih nahaja v cvetovih, kjer so predvsem odrasli osebki (slika 5). Poškodbe so najbolj očitne na listih, kjer zaradi prebadanja povrhnjice nastanejo pege, ki se vedno bolj širijo in tvorijo velike nekroze. S tem se zmanjšuje fotosintetska aktivnost

rastlin. Doslej niso našli dokazov, da bi napad resarjev vplival na obliko plodov pri kumarah, vidne so samo nekroze na pecljih in na delih, kjer se plodovi dotikajo listov (Tommasini in Maini, 1995).

2.1.7 Zatiranje

Zatiranje škodljivcev je staro vsaj 4000 let. Zatirali so jih na najrazličnejše načine. Na Kitajskem so zatirali kobilice že od leta 800 pr.n.š. V prvem stoletju so že uporabljali pepel in kredo v žitnicah, da bi žito zavarovali pred škodljivci (Milevoj, 2007).

Kemično zatiranje cvetličnega resarja je zahtevno, saj je škodljivec majhen in se lahko skriva na nedostopna mesta, kjer ga škropivo ne zadane. Za to vrsto je prav tako značilen hiter pojav rezistence na insekticide. Populacijo cvetličnega resarja naj bi omejevali z uporabo več agrotehničnih ukrepov, kemično varstvo pa naj bi bilo le dopolnitev teh ukrepov. Paziti je potrebno tudi na rastlinsko higieno, kamor spada tudi zatiranje plevelov, na primer navadne zvezdice (*Stellaria media*), na kateri lahko prezimijo odrasli osebki v zavarovanih prostorih (FITO-INFO, 2016). Priporoča se tudi dvigovanje relativne zračne vlage v zavarovanih prostorih, s čimer lahko preprečimo ali zadržimo razmnoževanje resarjev (Milevoj, 2003b). Pri nas je za zatiranje cvetličnega resarja registriranih pet insekticidnih pripravkov: Actara 25 WG, ki vsebuje aktivno snov tiametoksan, Kenyatox verde in Valentin eko, ki kot aktivno snov vsebujeta piretrin, Laser 240 SC, katerega aktivna snov je spinosad ter pripravek Naturalis z aktivno snovjo, oziroma glivo *Beauveria bassiana* (FITO-INFO, 2016).

Populacijo resarjev v zavarovanih prostorih lahko spremljamo s svetlo modrimi lepljivimi ploščami. Na 1000 kvadratnih metrov površine je treba razporediti vsaj 20 svetlo modrih lepljivih plošč z velikostjo 20 x 30 centimetrov. Pripravek za zatiranje škodljivca izberemo glede na vrsto gojene rastline in tehniko pridelave. Ker cvetlični resar preživi del razvojnega kroga v tleh, se priporoča, da škropljenje ponovimo po 4 - 7 dneh (Milevoj, 2003b).

2.1.8 Biotično varstvo

Biotično varstvo rastlin se izvaja z naravnimi sovražniki, t.i. biotičnimi agensi. To so plenilci, parazitoidi, entomopatogene ogorčice, entomopatogene glive, bakterije, protozoi in bakulovirusi, ki zatirajo škodljivce ter antagonistični mikroorganizmi, ki zatirajo povzročitelje bolezni (Milevoj, 2011). Pravilnik o biotičnem varstvu rastlin vsebuje vsa potrebna navodila za uporabo biotičnega varstva rastlin tudi pri nas. Pomembna sestavna dela pravilnika sta Seznam domorodnih vrst organizmov za namen biotičnega varstva rastlin, na katerem je trenutno 25 vrst, ter Seznam tujerodnih vrst organizmov za namen biotičnega varstva rastlin, ki jih lahko uvrstimo na seznam domorodnih vrst organizmov, ko ugotovimo njihovo zastopanost v Sloveniji. Pod pojmom biotično varstvo rastlin ponekod obravnavajo tudi druge oblike okoljsko sprejemljivega varstva rastlin, kot je uporaba feromonov, indukcija odpornosti, hipovirulenca in druge (Milevoj, 2007).

Pri uporabi biotičnega varstva rastlin moramo upoštevati poglobitve pristope k biotičnem varstvu:

- Varovalno biotično varstvo: vključuje varovanje in spodbujanje naselitve domorodnih koristnih organizmov. Domorodne koristne živalske vrste so predvsem plenilci, ki se hranijo z škodljivimi organizmi ter parazitoidi, ki živijo in se razmnožujejo v ter na škodljivih organizmih.
- Klasično biotično varstvo: vključuje vnos tujerodnih organizmov zaradi trajne naselitve. V Evropo so bili že večkrat vneseni tujerodni organizmi za varstvo rastlin, kot je na primer krvavkin naježdnik (*Aphelinus mali* [Haldeman]) za zatiranje krvave uši (*Eriosoma lanigerum* [Hausmann]).
- Preplavno in inokulativno biotično varstvo: vključuje množično razmnoževanje in ciljno sproščanje koristnih organizmov za zatiranje različnih škodljivcev (Milevoj, 2007).

Z vnosom koristnih organizmov iz drugih ekosistemov ne smemo vplivati na avtohtono floro in favno. Vnosu generalistov se raje izogibamo, saj so polifagi in vplivajo na biotično raznovrstnost v smislu izpodrivanja avtohtonih vrst. Primer takega organizma je polonica *Harmonia axyridis* (Pallas), ki je bila vnesena v Evropo, sedaj pa se je začela prekomerno širiti in izpodrivati avtohtone vrste (Milevoj, 2007; Laznik in sod., 2012).

2.1.8.1 Plenilci

Plenilci, ki jim s tujko rečemo predatorji, so žuželke in pršice ter druge živali, ki napadejo rastlinske škodljivce, se z njimi hranijo in jih pokončajo. Gostitelje pojedjo tako, da ostane le prazen zunanji skelet ali jih zabodejo in izsesajo njihovo vsebino. Posebno učinkoviti so takrat, ko se njihov gostitelj pojavlja v večjih kolonijah, saj so takrat najbolj napadalni (Milevoj, 2011).

Zgled plenilcev cvetličnega resarja je cvetna plenilka *Orius majusculus* (Reuter) (slika 6). Poleg cvetličnega resarja se lahko uporablja za zatiranje tobakovega resarja (*Thrips*

tabaci), hrani pa se tudi z listnimi ušmi, pršicami in jajčeci metuljev. Uporablja se na vrtninah in okrasnih rastlinah v rastlinjakih. Je domorodna, Palearktična vrsta (Milevoj, 2011).

Odrasel osebek je majhen, le od 2,6 do 3,8 milimetra v dolžino. Samice se prebudijo iz diapavze v spomladanskih mesecih in začno odlagati jajčeca. Odlagajo jih na spodnjo stran listov. Iz jajčeca se izlegajo ličinke od spomladi naprej, osebkke lahko najdemo v različnih razvojnih stopnjah skozi celo leto. Čas od ovipozicije do odraslega osebkka je približno od 24 do 40 dni, odvisno od okoljskih dejavnikov. Navadno ima od 2 do 3 rodove letno (Helyer in sod., 2014).



Slika 6: Cvetna plenilka pri hranjenju s cvetličnim resarjem (Miden pictures ..., 2016)

Škodljivca plenijo v vseh razvojnih stadijih. Žrtev oprimejo s sprednjimi nogami in jo izsesajo (slika 6). Dnevno lahko stenica zaužije 10 ličink cvetličnega resarja, če pa je napad resarjev večji, jih ubije več kot jih zaužije. Napada tudi druge plenilske žuželke. V rastlinjake se naseli tudi po naravni poti. V pripravkih se stenica prodaja v razvojnih stadijih ličink in odraslih osebkov, število za uspešno zatiranje pa je od 0,5 do 2 osebkka na kvadratni meter. Na rastlinje jih nanašamo zvečer ali zgodaj zjutraj (Milevoj, 2011).

Tudi plenilska pršica *Neoseiulus cucumeris* (Oudemans) se lahko uporabi za biotično zatiranje cvetličnega resarja. Ta žuželka se prehranjuje tudi s tobakovim resarjem, uporablja pa se na kumarah in papriki. Je domorodna kozmopolitska vrsta, ki se pojavlja na severovzhodu Slovenije (Milevoj, 2011).

Odrasel osebek je dolg do 1,25 milimetra in je bledih barv. Pršica je polifagni plenilec in se naravno pojavlja na mnogih rastlinskih vrstah. Z njeno komercializacijo se je povečala tudi njena geografska razširjenost. Jajčeca odlagajo na puhaste laske listnih žil na spodnji strani listne ploskve. Po izvalitvi iz jajčeca imajo ličinke 6 nog in se prvih nekaj ur ne hranijo. V

poznejših razvojnih stopnjah imajo ličinke 8 nog in so aktivni plenilci (Helyer in sod., 2014).

Samica odloži povprečno dnevno 1,9 jajčeca. Razvoj od jajčeca do odraslega osebkja traja pri 25 °C od 8 do 9 dni. Žrtev pokončajo z njenim izsesavanjem, pokončajo pa lahko do 3 resarje na dan. Priporoča se preventivni vnos pršice pred pojavom resarjev, število pršic pa je od 25 do 50 na kvadratni meter. Če je nočna temperatura 12 °C ali manj, vsi osebki preidejo v diapavzo (Milevoj, 2011).

2.1.8.2 Entomopatogene ogorčice

Ogorčice so brezbarvni nesegmentirani valjasti črvi, ki dosežejo velikost od 0,1 mm do nekaj metrov. Nimajo dihalnega in cirkularnega sistema, prav tako pa nimajo razvitega sluha in vida. Lahko so enospolniki, hermafroditi ali pa se razmnožujejo s partenogenezo (Kužnik, 2006).

So enostavno zgrajena bitja, bilateralno simetrične, podolgovate in zožane na obeh koncih. Najdemo jih v naravi, lahko pa jih vzgojimo tudi v laboratorijskih razmerah. Entomopatogene ogorčice imajo simbiotski odnos z bakterijami, ki živijo v prebavnem traku ogorčic. Te bakterije proizvajajo toksine, in ti so usodni za gostiteljske žuželke, v katere ogorčice vstopijo. Ko ogorčica vstopi v gostitelja, se tam hrani in izloči bakterijo z iztrebki. Te bakterije nato pokončajo gostitelja; če so razmere optimalne, osebek umre že po 2-3 dneh. V truplih se nato ogorčice razmnožujejo in iz njih izstopijo, okužene z bakterijo (Helyer in sod., 2014).

2.1.8.3 Ogorčica *Steinernema feltiae* Filipjev

Za zatiranje cvetličnega resarja lahko uporabimo to ogorčico. Je domorodna, Holoarktična vrsta, ki jo pri nas najdemo na Notranjskem. Prav tako se uporablja za zatiranje žalovalk (Sciaridae) ter jabolčnega zavijača (*Cydia pomonella* [L.]). Uporabljajo se na vrtninah, okrasnih rastlinah ter jablani (Milevoj, 2011).

Ogorčica živi v naravi, kjer aktivno išče gostitelje. Najdemo jih v šoti in kompostih, so mlečne barve in nevidne s prostim očesom, pod mikroskopom pa izgledajo kot majhni deževniki. Njihovo telo ni segmentirano. Ko najde gostitelja, vanj vstopi skozi naravne odprtine. Ogorčica ima simbiotski odnos z bakterijo iz rodu *Xenorhabdus*. Pri nekaterih ogorčicah, ko gostitelj umre, se spremeni njegova barva, pri tej pa ostane barva gostitelja nespremenjena. Ogorčice se v notranjosti trupa prehranjujejo in razmnožujejo, iz trupa pa izstopijo po 10 do 14 dnevih (Helyer in sod., 2014).

Pri nas ima podjetje Metrob d.o.o. dovoljenje za trženje dveh pripravkov ter podjetje Zeleni hit d.o.o prav tako za trženje dveh pripravkov. Pri nanosu pripravka na rastline je

zelo pomembna temperatura. Če temperatura ni optimalna, ogorčice niso učinkovite (Milevoj, 2011).

2.2 TOBAKOVEC

Tobakovec (*Nicotiana tabacum* L.) izvira iz Južne in Srednje Amerike, kjer so ga uporabljali Indijanci ob posebnih priložnostih, zdravljenju in verskih obredih. Zanje je bil tobakovec sveta rastlina, s katero so ravnali odgovorno in preudarno. Uživali so ga s pomočjo pip, s katerimi so kadili njegove liste. Verjeli so, da njegov dim prenaša molitve, pripisovali pa so mu protibolečinske lastnosti. Tobakovec so prepeljali v Evropo z eno od Kolumbovih odprav (Kocjan-Ačko, 2015).

2.2.1 Zgodovina

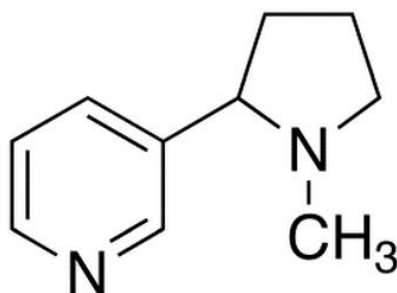
Tobakovec se je v Starem svetu sprva širil le kot okrasna in zdravilna rastlina. Različne pripravke so uporabljali proti prehladam, migreni in za celjenje ran. Prva semena so bila posejana na Portugalskem leta 1518. Na portugalskem dvorcu je učinke tobakovca na zdravje preučeval francoski poslanik Jean Nicot. Po njem se imenuje tudi glavni alkaloid v rastlini nikotin (Kocjan-Ačko, 2015).

Uporabo tobakovca za kajenje je v Angliji vpeljal Sir Walter Raleigh že leta 1585. Prvi pripravki vodnega ekstrakta tobaka pa so se za zatiranje sesajočih žuželk začeli uporabljati že davnega leta 1690. Približno leta 1890 so ugotovili, da je aktivna učinkovina v vodnih ekstraktih nikotin, od tedaj naprej se je začel nikotin tržiti kot insekticid za uporabo v vrtovih, zlasti na okrasnih rastlinah in sadnem drevju. Najbolj znan pripravek iz nikotina se je imenoval »Black Leaf 40,« ki je vseboval 40 % nikotin sulfata (Ware in Whitacre, 2004).

2.2.2 Nikotin

Nikotin štejemo med alkaloide. Ostali znani alkaloidi, ki pa nimajo insekticidnega delovanja, so kofein, ki ga najdemo v kavi in pravih čajih, morfij, ki se tvori v steblih in glavicah vrtnega maka (*Papaver somniferum* L.), kokain, ki ga pridobivajo iz rastline koka (*Erythroxylum coca* Lam.) ter LSD, ki je halucinogena spojina, katero najdemo v glivah iz rodu *Claviceps*. Najbolj znana gliva iz tega rodu je rženi rožiček (*Claviceps purpurea* [Fr.] Tul.) (Ware in Whitacre, 2004).

Zaradi slabe stabilnosti molekule nikotina pod UV-žarki ter slabe razporeditve na rastlini, so v ta namen razvili nikotin sulfat. Ta molekula naj bi bila veliko odpornejša na UV-žarke. S tem naj bi se pripravek obdržal na sami rastlini od 10 do 20 dni, kjer bi deloval kot želodčni strup, tako za sesajoče kot tudi grizoče žuželke (Sgonina, 1936).



Slika 7: Zgradba molekule nikotina (More Brain Points ..., 2016)

2.2.3 Delovanje nikotina

Nikotin je heterociklična spojina, ki vsebuje dušik (slika 7). Ima vidne fizične učinke na organizme. Ko nikotin preide v telo, v njem posnema acetilholin na nevromišičnih stičiščih. Tako delovanje ima na vse sesalce, kar se na telesu kaže najprej kot nenadzorovano trzanje, nato krči in nazadnje smrt. Ti znaki nastopijo hitro eden za drugim v tem vrstnem redu (Ware in Whitacre, 2004).

Na žuželke ima podoben učinek le, da deluje na ganglije osrednjega živčnega sistema. Znaki delovanja nikotina pa so podobni kot pri sesalcih. Nikotin sulfat, ki se je najpogosteje uporabljal kot insekticid, je zelo strupen tako za toplokrvne organizme, kot tudi žuželke. V poskusih so ugotovili, da je LD₅₀ (doza, ki je smrtna za 50 % testne populacije) za podgane že 50 - 60 mg/kg. To umesti nikotin sulfat med enega od najnevarnejših izmed naravnih insekticidov, dostopnih pridelovalcem. Kljub visoki strupenosti pa se nikotin že stoletja uspešno uporablja kot insekticid (Ware in Whitacre, 2004).

2.3 NARAVNI INSEKTICIDI

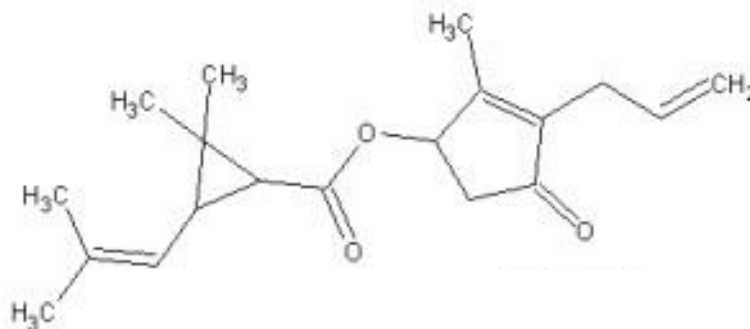
Naravni insekticidi so insekticidi narejeni na podlagi mikroorganizmov rastlinskih snovi ter olj. Pri nas so mikrobiotični insekticidi, ki so registrirani, izdelani na podlagi gliv, virusov in bakterij. Pri teh pripravkih je zelo pomembno, da se uporabnik seznani kako rokovati z njimi, predvsem pa kako se takšne pripravke skladišči. Eden takšnih pripravkov je Delfin WG. Narejen je na podlagi *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki*, ki deluje na gosenice metuljev. Po zaužitju tretirane rastline se iz bakterije sprosti toksin in gosenica umre v nekaj dneh. Pri nas je pripravek registriran za zatiranje kapusovega belina, grozdnih sukačev in sovk iz rodu *Mamestra*. Pripravek, ki je pri nas registriran pod imenom Laser, vsebuje aktivno snov spinosad, ki je pridobljena iz aktinomicete *Saccharopolyspora spinosa*. Zatre koloradskega hrošča, jabolčnega zavijača, listne zavrtačke, cvetličnega resarja ter druge. Pri nas je pripravek registriran od leta 2003, za zatiranje nekaterih škodljivcev na paprikah, paradižniku in vinski trti (Milevoj, 2007)

Rastlinski insekticidi so zanimivi za mnoge, saj so snovi pridobljene iz rastlinskih delov. Insekticidi iz te skupine so v uporabi dlje kot katerikoli druga skupina (Ware in Whitacre, 2004). Uporaba teh pripravkov sega vsaj 2000 let v zgodovino, kjer se naj bi uporabljali že na Kitajskem, Egiptu, Grčiji ter Indiji. V Evropi je bila prva dokumentirana prva uporaba takih pripravkov že pred več 150. leti in so bili v uporabi vse do prvih sintetičnih insekticidov, ki so se pojavili med leti 1930 ter 1950. Kmalu po uvedbi prvih sintetičnih insekticidov pa so se pokazale njihove slabosti. Veliko pridelovalcev se je z njimi zastrupilo, podtalnica je postala zelo onesnažena z najrazličnejšimi snovmi ter uničujoč vpliv teh snovi na vodne organizme. Prav tako pa se je kmalu pokazala različna odpornost na insekticide, pri različnih vrstah žuželk. Tako so naravni insekticidi spet dobili velik pomen, saj so se iskale alternative sintetičnim insekticidom, ki bi imele manjši vpliv na okolje ter zdravje ljudi. Kljub velikemu številu raziskav, ki so bile namenjene za odkrivanje različnih snovi naravno prisotnih v rastlinah, pa je danes v uporabi le peščica teh snovi (Isman, 2006).

V preteklosti je bilo veliko rastlinskih insekticidov, ki so se uporabljali za zatiranje različnih škodljivcev. Nekaj jih je, ki so še danes zanimiva za pridelovalce, zlasti za tiste, ki se ukvarjajo z ekološkim kmetijstvom. Vrh uporabe rastlinskih insekticidov je bil okoli leta 1966, od takrat pa so jih začeli zamenjevati sintetični insekticidi (Ware in Whitacre, 2004).

2.3.1 Piretrin

Piretrin (slika 8) je eden redkih rastlinskih insekticidov, ki so v uporabi še danes, navadno v kombinaciji z drugimi snovmi, za uporabo na domačem vrtu. Piretrin je pridobljen iz cvetov dalmatinskega bolhača (*Tanacetum cinerariifolium* [Trevir.] Sch. Bip.). Posušeni in zmleti cvetovi so se uporabljali že v Napoleonovih vojnah za zatiranje uši pri ljudeh. Na žuželke učinkuje piretrin zelo hitro in povzroči takojšnjo paralizo žuželk. Priporoča se, da uporabljamo piretrin skupaj z vsaj eno sinergistično snovjo, ki ima insekticidno delovanje. Piretrin namreč povzroči hitro paralizo, večina žuželk pa si po nekaj časa opomore in so še naprej škodljive. Z dodajanjem različnih snovi izboljšamo njegovo delovanje. Pripravke iz piretrina je mogoče dobiti v obliki pršil ali praška za uporabo na zelenjadnicah, sadnih drevesih, okrasnih rastlinah in na vseh ostalih rastlinah, v katerikoli razvojni stopnji. Pridelki, tretirani z njim, so primerni za takojšnjo uporabo, saj nima karenčne dobe. Oralna LD₅₀ za piretrin je približno 1500 mg/kg. Ker se smatra za zelo varno snov, je piretrin registriran za zatiranje veliko različnih vrst žuželk, tako v gospodinjstvu kot na rastlinah (Ware in Whitacre, 2004).

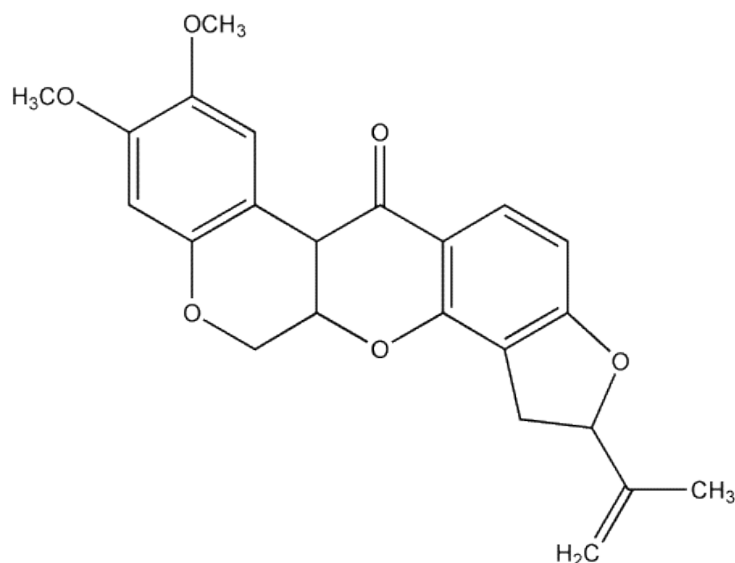


Slika 8: Zgradba molekule piretrina (The Pied Piper ..., 2016)

Insekticidno delovanje piretrina je takojšnje in se kaže z hitrim »knockdown« efektom, še posebno pri letečih žuželkah. Prav tako so za njegovo delovanje značilni krči ter hiperaktivnost izpostavljenih organizmov. Ti simptomi nastanejo kot rezultat nevrotoksičnega delovanja piretrina, ki blokira prenos impulzov v živčnih nevritih. Njegovo delovanje je zelo podobno dikloro-difenil-trikloroetanu (DDT) ter ostalim kloriranim ogljikovodikom. Piretrini so zelo nestabilni pod UV-žarki, kar je omejujoči dejavnik pri njihovi uporabi na prostem. Razpolovna doba piretrina na paradižniku, gojenem na prostem, naj bi bila 2 uri ali manj. V ta namen so začeli proizvajati sintetične piretroide, ki so odpornejši na UV-žarke. Ti piretroidi so zelo učinkoviti za zatiranje, vendar pa nimajo podobne zgradbe kot naravni piretroid, prav tako pa imajo drugačne mehanizme delovanja (Isman, 2006).

2.3.2 Rotenon

Rotenon (slika 9) se uporablja kot insekticid v hortikulturi že od leta 1848, ko se je uporabljal za zatiranje različnih gosenic. V Južni Ameriki pa so ga uporabljali za ribolov, ko so z njim paralizirali ribe, da so priplavale na površje in so jih nato lažje ujeli. Pridobivajo ga predvsem iz stročnic dveh rodov, in sicer iz rodu *Derris*, ki rastejo predvsem v Maleziji, ter iz rodu *Lonchocarpus*, ki rastejo predvsem v Južni Ameriki. Največ aktivne snovi se nahaja v koreninah teh rastlin. Rotenon ima oralno LD₅₀ na podganah približno 350 mg/kg. Nima nikakršnega vpliva na rastline, je pa zelo strupen za mnoge žuželke, predvsem gosenice, ter za ribe. Manj strupen je za toplokrvne organizme, nima pa korenčne dobe (Ware in Whitacre, 2004).



Slika 9: Zgradba molekule rotenona (Pesticide info..., 2016)

Rotenon deluje tako kontaktno kot tudi želodčno, in se kupi v pršilih ali praških. Žuželke ubije počasi, vendar pa se ne hajo prehranjevati skoraj nemudoma po aplikaciji sredstva. Kot vsi ostali rastlinski insekticidi, je zelo neodporen na UV žarke, in se razgradi po enem do treh dni. Tako kot piretrin ima širok spekter delovanja in je uporaben za zatiranje različnih vrst škodljivih žuželk. Učinkovit je za zatiranje gosenic, uši, hroščev, kobilic, resarjev ter mnogih drugih vrst žuželk. Veliko se ga je uporabljalo za ustvarjanje jezer za športni ribolov, saj učinkuje na vse vrste rib, ne pa tudi na ostale vodne organizme, s katerimi se ribe prehranjujejo. Po tretiranju jezera se lahko naseli vrste rib, ki so primerne za ribolov. Za takšno uporabo se priporoča koncentracija enega dela rotenona na 2 milijona delov vode (Ware in Whitacre, 2004).

2.3.3 Azadirachtin

Azadirachtin se najpogosteje pridobiva iz drevesa *Azadirachta indica* A. Juss. Aktivno snov uvrščamo med nortriterpenoide in spada med lemonine. Je prašek svetlo zelene barve in ima rahel vonj po česnu. V preizkušanjih se je pokazalo, da ima tako insekticidno delovanje, je namreč zaviralec rasti žuželk, kot tudi fungicidne in baktericidne učinke. Azadirachtin je antagonist ekdisona, ki je hormon, ki uravnava levitev žuželk (Ware in Whitacre, 2004).

Drevo *Azadirachta indica* izhaja iz družine Meliaceae (melijevke). Izvira iz južne in jugovzhodne Azije, danes pa ga najdemo tudi v Afriki, Ameriki in Avstraliji. Je vedno zeleno drevo in doseže v višino do 25 metrov. Uspeva predvsem v tropskem podnebju z daljšimi suhimi obdobji. Največ aktivnih učinkovin, ki imajo insekticidno delovanje, se nahaja v plodovih (slika 10). Pridelki v polni rodnosti naj bi znašali tudi do 50 kg na drevo. V Nigeriji je povprečen pridelek približno 20 kg/drevo. Semenska jedra, ki so najpomembnejši vir azadirachtina, predstavljajo le 10 % celotne mase ploda. Listi so

neparno pernato deljeni listi in so dolgi do 30 centimetrov. Listi vsebujejo, prav tako kot plodovi, snovi, ki delujejo insekticidno (Schmutterer, 1990).



Slika 10: Listi in plodovi drevesa *Azadirachta indica* (Useful tropica plants..., 2016)

Azadirachtin se smatra za najpomembnejšo aktivno snov v semenskih jedrih, vsebnost le tega pa je odvisna okoljskih dejavnikov. Najvišji pridelek je do sedaj 10 g azadirachtina v enem kilogramu semenskih jeder. V semenskem jedru pa prav tako najdemo druge snovi, kot je salanin, salanol, nimbinen, ki delujejo insekticidno. Ko žuželke pridejo v stik s temi snovmi se takoj prenehajo hraniti (Schmutterer, 1990).

3 MATERIAL IN METODE

Poskus smo izvajali leta 2016 v entomološkem laboratoriju Katedre za fitomedicino, kmetijsko tehniko, poljedelstvo, pašništvo in travništvo na Oddelku za agronomijo Biotehniške fakultete v Ljubljani. Poskus je potekal v gojitvenih komorah v navedenem laboratoriju.

Preizkušali smo, kako zmanjšani odmerki nikotina ([-]- Nicotine: proizvajalec Sigma) (slika 11, levo) vplivajo na smrtnost odraslih osebkov cvetličnega resarja. Preizkušali smo, kako učinkovite so različne koncentracije nikotina (0,05; 0,005; 0,0005 in 0,00005 %) za zatiranje cvetličnega resarja v laboratorijskih razmerah. Koncentracije smo pripravili tako, da smo določeno količino nikotina zmešali v 1 litru destilirane vode. Za koncentracijo 0,05 % smo zmešali 500 μ l v liter vode, za 0,005 % smo zmešali 50 μ l za 0,0005 % koncentracijo pa smo zmešali 5 μ l. Za koncentracijo 0,00005 pa smo odvzeli 100 ml iz koncentracije 0,0005%, ter jih zmešali z 900 ml destilirane vode. Učinkovitost teh koncentracij smo preizkušali pri temperaturah 15, 20 in 25°C in pri 55 in 75 % relativni zračni vlagi. Za ustvarjanje takšnih razmer smo uporabili gojitvene komore Kambič laboratorijska oprema tipov RK-340 CH, RK-500 CH in RK-900 CH (slika 11, desno).



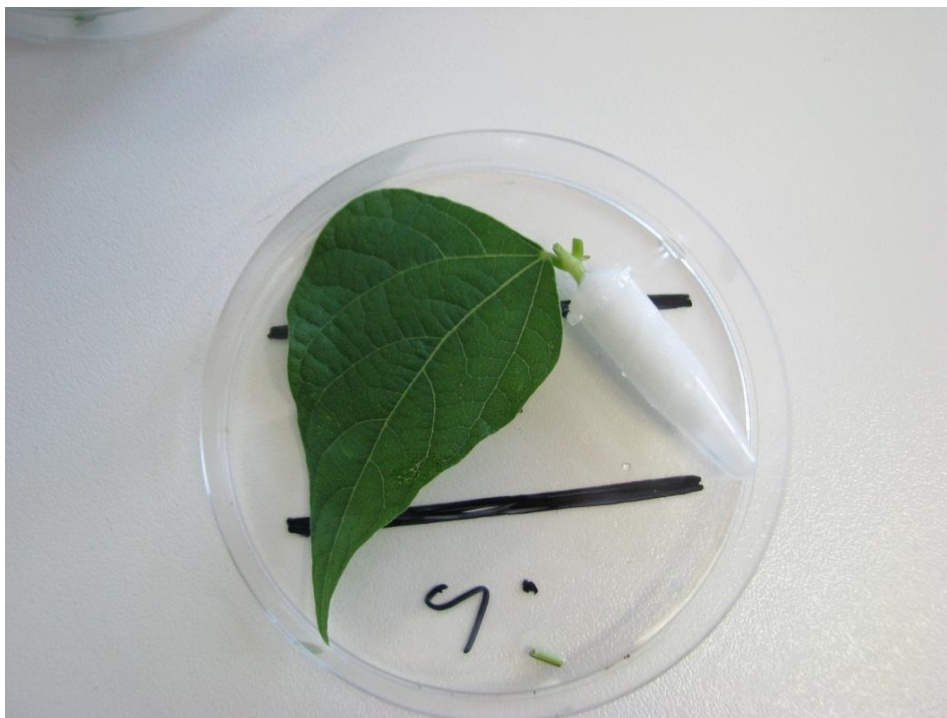
Slika 11: Nikotin, uporabljen v poskusu (levo) (foto: Skitek N., 2016), Gojitvena komora, s petrijevkami, v katerih je potekalo preizkušanje insekticidnega delovanja nikotina na cvetličnega resarja (desno) (foto: Rupnik J, 2016).

Odrasle osebke cvetličnega resarja, ki smo jih uporabili v poskusu, smo nabrali v plastenjaku na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani na kumarah (*Cucumis sativus* L.). Največ resarjev se je pojavljalo v cvetovih, nekaj pa jih je bilo tudi na listih. Nabirali smo jih v plastične posode s pokrovom, na katerem je bila mrežica, ki je omogočala nemoten dostop zraka v posodo. V poskusu smo uporabili tudi liste nizkega fižola (*Phaseolus vulgaris* L.), ki smo jih prav tako nabrali na njivi na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani. V poskusu smo uporabili le zdrave liste.



Slika 12: Listi fižola, tretirani z različnimi koncentracijami nikotina (foto: Rupnik J., 2016).

Liste fižola smo v laboratoriju temeljito oprali pod tekočo vodo ter jih osušili na papirnatih brisačah. Suhe liste smo nato namočili v različne koncentracije nikotina ter jih zložili na papirnate brisače, da so se posušili. Da bi listi fižola čim dlje obdržali vitalnost, smo v mikrocentrifugirke (1,5 ml), ki smo jim odrezali pokrovček, vstavili bombažne blazinice, listne peclje pa smo vstavili v mikrocentrifugirke z bombažem. Bombažne blazinice smo nato namočili z destilirano vodo s pomočjo injekcijskih brizg z iglo.



Slika 13: Petrijevka, pripravljena za nanos odraslih osebkov cvetličnega resarja (Rupnik J., 2016).

Liste fižola smo nato položili v plastično petrijevko (slika 13), nato pa smo na vsak list nanegli po 10 odraslih osebkov cvetličnega resarja (slika 14). Resarje smo nanašali s pomočjo čopiča. Petrijevke smo nato zaprli ter rob zatesnili s parafilmom. Na pokrovih petrijevk ni bilo nameščene mrežice, saj parafilm zadostuje za potrebno izmenjavo plinov.



Slika 14: Prenos odraslih osebkov cvetličnega resarja v petrijevke (foto: Rupnik J., 2016).

Tako smo pripravili po 5 petrijevke za vsako koncentracijo in kontrolo. Petrijevke smo položili na pladnje ter jih prenesli v gojitvene komore, v katerih so bili v temi nastavljeni sledeči parametri: 15 °C in 55 % relativna zračna vlaga, 20 °C in 55 % relativna zračna vlaga, 25 °C in 55 % relativna zračna vlaga, 15 °C in 75 % relativna zračna vlaga, 20 °C in 75 % relativna zračna vlaga ter 25 °C in 75 % relativna zračna vlaga.

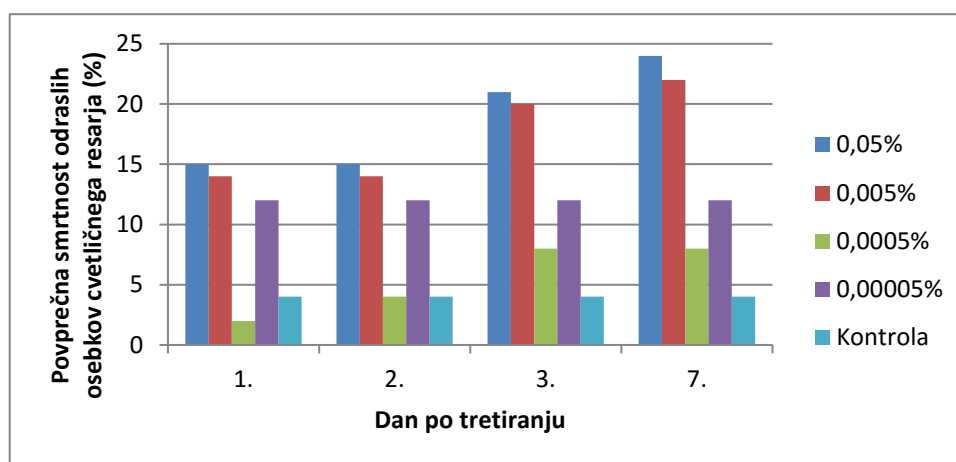
Smrtnost odraslih osebkov cvetličnega resarja smo ugotavljali prvi, drugi, tretji in sedmi dan po tretiranju listov z nikotinom. Resarje smo šteli v steklenih posodah z visokim robom, da niso pobegnili, saj so kljub slabi letalni sposobnosti dobro migratorne vrste. Petrijevke smo odprli, prešteli resarje, ter po potrebi v mikrocentrifugirke dodali destilirano vodo z injekcijskimi brizgami. Petrijevke smo nato zaprli in zatesnili s parafilmom in jih vrnili v komore. Pri prikazovanju rezultatov smo upoštevali število mrtvih osebkov. Povprečje smo izračunali, tako da je število osebkov v petrijevki (10) predstavljalo 100 %, nato pa smo po križnem računu izračunali smrtnost osebkov v poskusu.

4 REZULTATI

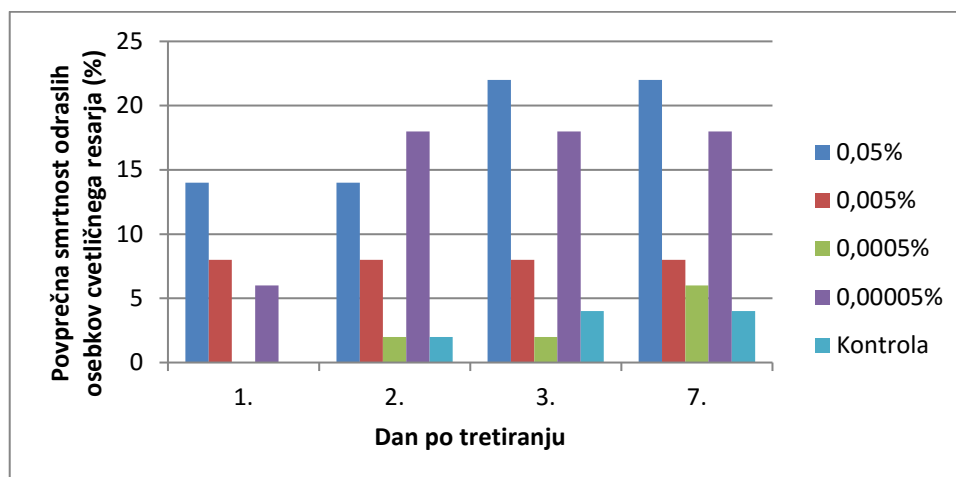
V smrtnost osebkov cvetličnega resarja pri različnih odmerkih nikotina je všteta tudi naravna smrtnost le teh. Prikazana je z rezultati kontrole v kateri ni bil uporabljen nikotin.

4.1 SMRTNOST ODRASLIH OSEBKOV CVETLIČNEGA RESARJA PRI 15 °C

Na slikah 15 in 16 je prikazana povprečna smrtnosti (%) odraslih osebkov cvetličnega resarja pri 15 °C in 55 ter 75 % relativni zračni vlagi. Pri 55 % relativni zračni vlagi je bila največja smrtnost resarjev (24 %) ugotovljena 7. dan pri koncentraciji nikotina 0,05 %. Isti dan smo najmanjšo smrtnost cvetličnega resarja ugotovili pri koncentraciji 0,0005 %, kjer je smrtnost škodljivca dosegla 8 %. Pri koncentraciji 0,00005 % je znašala 12 %. Smrtnost v kontroli je znašala 4 %.



Slika 15: Povprečna smrtnost odraslih osebkov cvetličnega resarja (*Frankliniella occidentalis*) pri uporabi različnih koncentracij nikotina pri 15 °C in 55% relativni zračni vlagi.

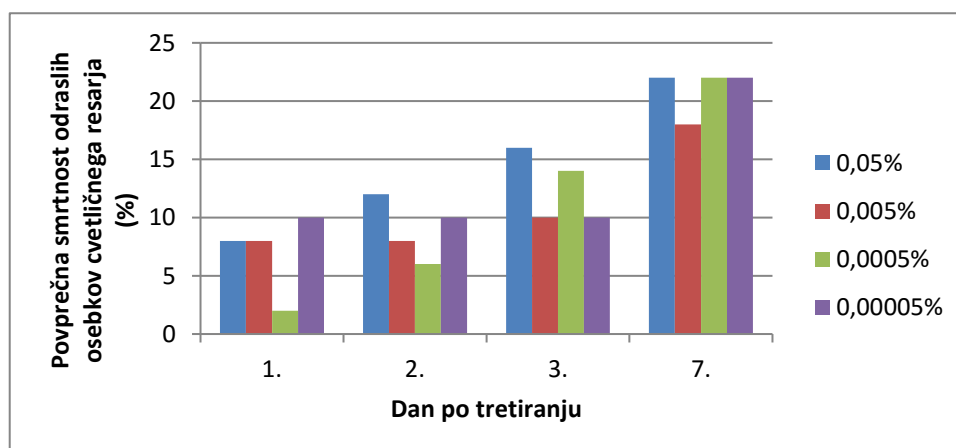


Slika 16: Povprečna smrtnost odraslih osebkov cvetličnega resarja (*Frankliniella occidentalis*) pri uporabi različnih koncentracij nikotina pri 15°C in 75 % relativni zračni vlagi.

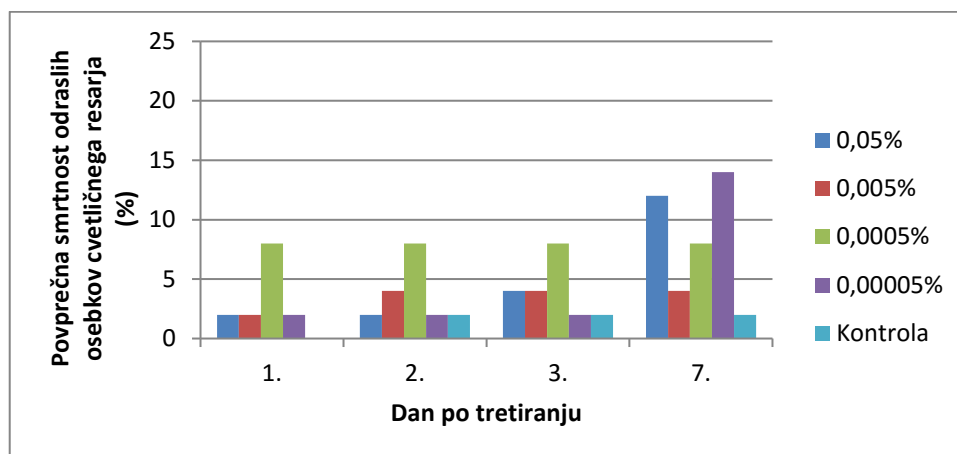
Pri 75 % relativni zračni vlagi je bila prav tako dosežena največja smrtnost (22 %) 7. dan po izpostavitvi resarjev koncentraciji nikotina 0,05 %, najmanjša (6 %) pa je bila isti dan ugotovljena pri koncentraciji 0,0005 %. Koncentracija 0,005 % je dosegla 8 % smrtnost, koncentracija 0,00005 % pa 18 %. Smrtnost osebkov cvetličnega resarja v kontroli je znašala 4 %.

4.2 SMRTNOST ODRASLIH OSEBKOV CVETLIČNEGA RESARJA PRI 20 °C

Na slikah 17 in 18 so prikazane vrednosti povprečne smrtnosti (%) odraslih osebkov cvetličnega resarja pri 20°C in 55 ter 75 % relativni zračni vlagi. Pri 55 % relativni zračni vlagi smo največjo smrtnost (22 %) ugotovili 7. dan po izpostavitvi pri koncentracijah 0,0005 %, 0,05 % ter 0,00005 %. Najmanjšo smrtnost (18 %) smo potrdili na isti dan, in sicer pri koncentraciji 0,005 %. Smrtnost v kontroli je dosegla 6 %.



Slika 17: Povprečna smrtnost odraslih osebkov cvetličnega resarja (*Frankliniella occidentalis*) pri uporabi različnih koncentracij nikotina pri 20 °C in 55 % relativni zračni vlagi.

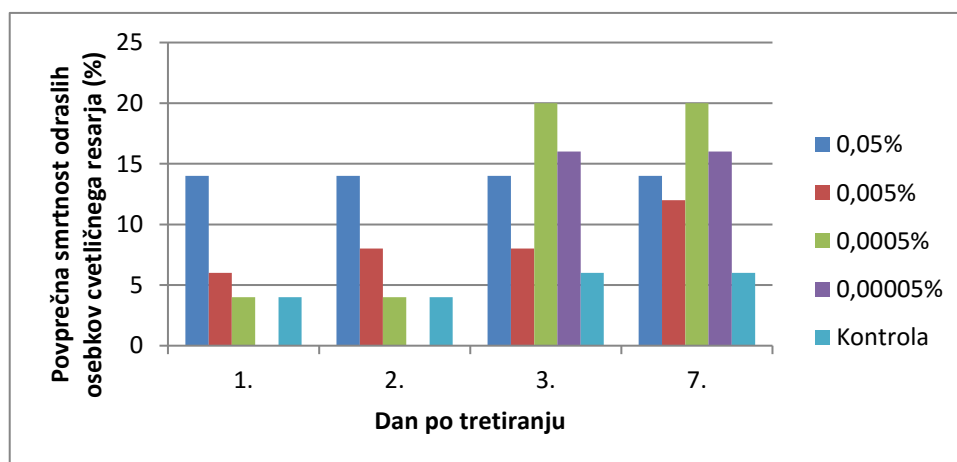


Slika 18: Povprečna smrtnost odraslih osebkov cvetličnega resarja (*Frankliniella occidentalis*) pri uporabi različnih koncentracij nikotina pri 20 °C in 75 % relativni zračni vlagi.

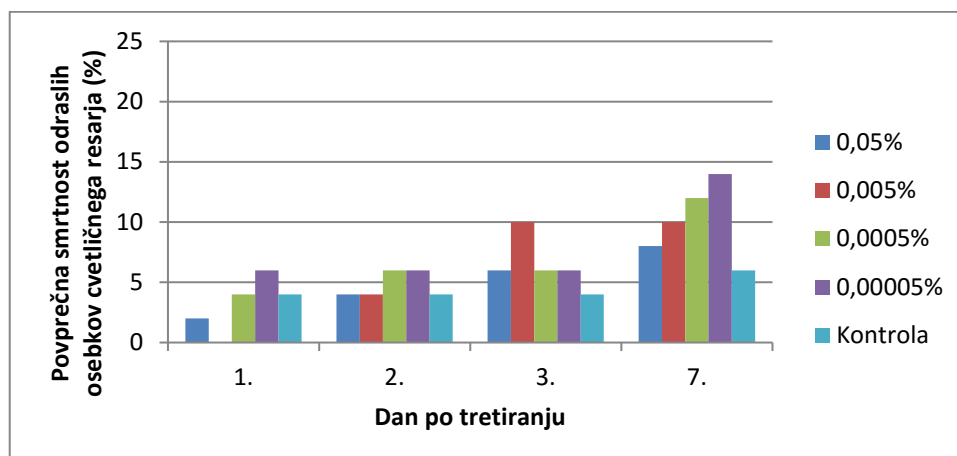
Pri 75 % relativni zračni vlagi je bila največja smrtnost resarjev dosežena pri koncentraciji 0,00005 %, kjer je bila 14 %, najmanjša pa je bila isti dan pri koncentraciji 0,005%, kjer smo ugotovili 4 % smrtnost. Pri koncentraciji nikotina 0,05 % je smrtnost odraslih osebkov cvetličnega resarja znašala 12 %. Pri 0,0005 % je bila smrtnost 8 %. Smrtnost v kontroli je bila 2 %.

4.3 SMRTNOST ODRASLIH OSEBKOV CVETLIČNEGA RESARJA PRI 25 °C

Sliki 19 in 20 prikazujeta povprečno smrtnost (%) odraslih osebkov cvetličnega resarja pri 25 °C in 55 ter 75 % relativni zračni vlagi. Pri 55 % relativni zračni vlagi smo največjo smrtnost ugotovili 3. in 7. dan po izpostavitvi, oba dneva pa je znašala 20 %. Pri ostalih koncentracijah smo prav tako na oba dneva ugotovili enako smrtnost, razen pri koncentraciji 0,005 %, kjer je bila 3. dan smrtnost resarjev 8 %, 7. dan pa 12 %. V kontroli je smrtnost na 7. dan znašala 6 %.



Slika 19: Povprečna smrtnost odraslih osebkov cvetličnega resarja (*Frankliniella occidentalis*) pri uporabi različnih koncentracij nikotina pri 25 °C in 55 % relativni zračni vlagi.



Slika 20: Povprečna smrtnost odraslih osebkov cvetličnega resarja (*Frankliniella occidentalis*) pri uporabi različnih koncentracij nikotina pri 25 °C in 75 % relativni zračni vlagi.

Pri 75 % relativni zračni vlagi smo največjo smrtnost odraslih osebkov cvetličnega resarja (14 %) ugotovili 7. dan po izpostavitvi pri koncentraciji nikotina 0,00005 %. Isti dan smo najmanjšo smrtnost resarjev potrdili pri koncentraciji 0,05 %, pri kateri je umrlo 8 % izpostavljenih osebkov. Na isti dan je smrtnost v kontroli znašala 6 %.

Iz slik lahko razberemo, da je bila določena stopnja smrtnosti dosežena tudi v kontroli poskusa, kjer ni bil uporabljen nikotin. To lahko pripišemo naravni smrtnosti cvetličnih resarjev. Tako lahko sklepamo, da smrtnost ni bila neposredno povezana s koncentracijo nikotina.

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

5.1 RAZPRAVA

Cvetlični resar (*Frankliniella occidentalis* [Pergrande]) spada med pomembne škodljivce gojenih rastlin, najbolj škodljiv pa je navadno na okrasnih rastlinah. Je polifagni škodljivec in ga najdemo na najrazličnejših rastlinskih vrstah (Robb in Parrella, 1995). Odrasel osebek doseže od 1 do 2 milimetra ter ima resasta krila. Zatiranje škodljivca je težavno, predvsem zaradi njegove majhnosti in sposobnosti hitrega razvoja rezistence na različne insekticide. Največ škode povzroči z izsesavanjem celic povrhnjice prav tako pa je vrsta pomemben prenašalec virusov (Trdan in sod. 2003; Trdan, 2015).

Zatiranje škodljivcev s sintetičnimi insekticidi je najpogostejši način varstva rastlin pri nas in v svetu. Insekticidi se razlikujejo tako po zgradbi, obstojnosti na rastlinah, strupenosti za okolje in ljudi ter tudi glede vpliva na neciljne organizme. V zadnjih letih je bilo precej storjenega za načrtno zmanjševanje porabe fitofarmacevtskih sredstev. Pri obstojnejših sredstvih je težava, da se izpirajo v tla, kjer pa se lahko naprej prenašajo z dežjem (Milevoj, 2003a).

Rastlinski insekticidi so bili dolgo zanimivi kot alternativa sintetičnim sredstvom za zatiranje škodljivcev, saj predstavljajo manjšo nevarnost tako za okolje kot tudi za ljudi. Vedno več je novih spoznanj na področju rastlinskih insekticidov, kljub temu pa jih je le peščica v uporabi v komercialnem kmetijstvu. Najbolj znana med njimi sta piretrin in azadirahthin, ki sta že dolgo na tržišču. Vedno večji pomen za zatiranje pa dobiva tudi rotenon. Veliko rastlinskih snovi se je testiralo na tem področju, vendar pa so večji gospodarski pomen dobile le redke. Največji problem teh insekticidov je, da se na tržišču pojavljajo boljše različice teh snovi, ki so ustvarjene v laboratorijih ter so boljše za zatiranje žuželk. Zaradi tega imajo največji pomen prav v ekološkem kmetijstvu, kjer sintetični pripravki niso dovoljeni, prav tako pa so zanimivi za manj gospodarsko razvite države, kjer nimajo na voljo dovolj drugih fitofarmacevtskih sredstev (Isman, 2006).

Tate in Andre (1936) sta v poskusu uporabila nikotin za zatiranje gladiolovega resarja (*Thrips simplex* [Morison]) in tobakovega resarja (*Thrips tabaci* Lindeman). Proti gladiolovemu resarju so nikotin preizkušali v koncentracijah 6, 5, 4, 3, 2, 1 ter 0,5 % in 0,1 %. Pri nobeni od teh koncentracij niso ugotovili 100 % smrtnosti škodljivca. Največjo smrtnost so ugotovili pri uporabi 6 % koncentracije nikotina, ko ni preživel 88 % izpostavljenih osebkov, najmanjšo smrtnost pa so ugotovili pri koncentraciji 0,1 %, kjer je umrlo 12 % resarjev. V primeru tobakovega resarja so bile preizkušene koncentracije 3, 2, 1, 0,5, 0,2 in 0,1 % nikotina. Najvišjo smrtnost, kar 100 % so ugotovili pri koncentraciji 3 %, najmanjšo pa pri koncentraciji 0,1 %, pri izpostavitvi kateri je umrlo 13,6 % resarjev.

V našem poskusu smo preizkušali insekticidno delovanje nikotina v precej nižjih koncentracijah, in sicer 0,05 %, 0,005 %, 0,0005 % ter 0,00005 %. Naše izhodišče (najvišji odmerek) je torej bila koncentracija 0,05 %, ki je bila polovični odmerek najnižje koncentracije, uporabljene v edinem dosedanjem poskusu preizkušanja insekticidnega

delovanja nikotina na resarje (Tate in Andre, 1936). Insekticidno delovanje nikotina smo preizkušali pri temperaturah 15, 20 ter 25 °C ter pri relativni zračni vlagi 55 ter 75 %. Pri nobeni od preizkušanih koncentracij pri nobeni temperaturi in vlagi nismo ugotovili 100 % smrtnosti odraslih osebkov cvetličnega resarja.

Koncentracije nikotina so imele rahlo insekticidno delovanje, nobena pa ni dosegla želenih rezultatov. Takšni rezultati so pričakovani, saj smo v poskusu uporabili močno zmanjšane (reducirane) odmerke nikotina. Največja smrtnost v celotnem poskusu je bila 24 %, in sicer 7. dan po izpostavitvi škodljivcev koncentraciji nikotina 0,05 % pri temperaturi 15 °C in 55 % relativni zračni vlagi. Ob upoštevanju naravne smrtnosti cvetličnega resarja, je smrtnost neposredno povezana s koncentracijo nikotina znašala 20 %. Najmanjšo smrtnost, 4 %, v celotnem poskusu smo 7. dan potrdili pri 20 °C ter 75 % relativni zračni vlagi pri koncentraciji 0,005 %. Ob upoštevanju naravne smrtnosti je smrtnost neposredno povezana z nikotinom znašala 2 %.

Pri 20 °C in 55 % relativni zračni vlagi 7. dan po izpostavitvi smo pri koncentraciji nikotina 0,05 % ugotovili 22 % resarjev, pri 0,005 % je bila smrtnost 18 % ter pri koncentraciji 0,0005 % 22 %. Pri koncentraciji 0,00005 % je umrlo 22 %. Pri enaki zračni vlagi ter temperaturi 15 °C smo največjo smrtnost potrdili pri koncentraciji 0,05 %, kjer je 7. dan dosegla 24 %. Koncentracija 0,005 % je na isti dan vplivala na 22 % smrtnost, pri 0,0005 % je bila smrtnost 8 %, pri 0,00005 % pa je dosegla 12 %. Pri 25 °C in enaki vlagi je bila najvišja smrtnost pri koncentraciji 0,0005 % kjer je bila 20 %. Sledila ji je koncentracija 0,00005 %, kjer je bila smrtnost odraslih osebkov resarjev 16 %. Pri koncentraciji nikotina 0,05 % smo ugotovili 14 % smrtnost, pri 0,005 % pa je smrtnost resarjev znašala 12 %. V rezultate je všteta tudi naravna smrtnost cvetličnega resarja.

Pri relativni zračni vlagi 75 % smo največjo smrtnosti odraslih osebkov cvetličnega resarja, 22 %, ugotovili pri koncentraciji 0,05 % in temperaturi 15 °C. Pri enaki vlagi in temperaturi je koncentracija nikotina 0,005 % vplivala na 8 % smrtnost osebkov, koncentracija 0,0005 % na 6 % smrtnost, pri 0,00005 % nikotina v raztopini pa je smrtnost dosegla 18 % populacije. Pri 20 °C in 75 % relativni zračni vlagi je koncentracija nikotina 0,05 % vplivala na 12 % smrtnost, pri 0,005 % pa na 4 % smrtnost odraslih osebkov resarja. To je bila obenem tudi najmanjša ugotovljena smrtnost v poskusu. Koncentracija nikotina 0,0005 % je vplivala na 8 % smrtnost resarjev, pri 0,00005 % koncentraciji pa je smrtnost znašala 14 %. Pri 25 °C in enaki vlagi je smrtnost odraslih osebkov cvetličnega resarja pri 0,05 % koncentraciji nikotina znašala 8 %, pri koncentraciji 0,005 % je smrtnost dosegla 10 %. Koncentracija nikotina 0,0005 % je vplivala na 12 % smrtnost resarjev, pri 0,00005 % koncentraciji pa smo potrdili 14 % smrtnost. Prav tako je v rezultate všteta naravna smrtnost resarjev.

5.2 SKLEPI

Ugotavljamo, da smrtnost cvetličnega resarja pri nobeni od preizkušanih koncentracij ni bila zadovoljiva. Zmanjšani odmerki nikotina zato niso učinkoviti za zatiranje cvetličnega resarja. Takšni rezultati so pričakovani, saj gre za okoljsko sprejemljivejšo snov in takšne snovi so navadno manj učinkovite kot sintetični insekticidi.

Smrtnost osebkov cvetličnega resarja ni bila neposredno povezana s koncentracijami nikotina, saj se je določena stopnja smrtnosti pokazala tudi v kontrolah poskusa.

6 POVZETEK

Cvetličnega resarja (*Frankliniella occidentalis* [Pergande]) je prvi opisal Pergrande, ki ga je našel v Kaliforniji na listih marelice in krompirja ter na cvetovih pomarančevca in različnih plevelih. V začetku sedemdesetih let se je začel iz ZDA postopoma širiti po vseh kontinentih (Trdan, 1999). V Sloveniji so ga prvič našli leta 1992, predvidevajo pa, da se je pri nas naselil že prej. Nemoteno se razvija in razmnožuje le v rastlinjaki in steklenjaki, na nekaterih lokacijah po Sloveniji pa se je v zadnjih letih močno namnožil (Trdan in sod., 1999). Pri nas je bilo doslej najdenih 120 vrst resarjev, med njimi pa so na gojenih rastlinah škodljivi le redki (Trdan, 2015).

Cvetličnega resarja uvrščamo v red Thysanoptera in podred Terebrantia. Podred Terebrantia se deli na več družin, cvetlični resar pa spada v družino Thripidae. Odrasli osebki dosežejo do 1,4 milimetra v dolžino. Samica lahko odloži od 40-100 jajčec, ki so ovalne oblike, belkaste barve, in velikosti približno 0,2 milimetra. Ličinke se hitro začnejo hraniti na rastlinah. V razvojnem krogu ima dve stopnji ličinke, nato pa se premaknejo iz rastlin v tla, kjer gredo skozi dve stopnji pupe do razvoja odraslega osebka (Prpić, 2011). Cvetlični resar povzroča škodo na rastlinah tako posredno kot neposredno. Neposredno škodo povzročajo s hranjenjem na rastlinah, posredno škodo pa povzročajo s prenašanjem fitopatogenih virusov (Trdan, 2015).

Kemično zatiranje resarjev je zahtevno zaradi njihove majhnosti, saj se lahko skriva v težko dostopna mesta rastlin, kjer ga škropivo ne doseže. Za vrsto je prav tako značilen pojav odpornosti na fitofarmacevtska sredstva (FITO-INFO, 2016). Njegovo populacijo v zaprtih prostorih spremljamo s svetlo modrimi lepljivimi ploščami. Za zatiranje izberemo insekticidne pripravke, ki so najbolj ustrezni glede na tehniko pridelave (Milevoj, 2003a).

Nikotin spada v skupino alkaloidov. Je heterociklična spojina, ki ima vezan dušik. Deluje na ganglije žuželk. Povzroča nenadzorovano trzanje, krče in nazadnje smrt osebka. LD₅₀ za podgane znaša 50-60 mg/kg. To umešča nikotin med enega najnevarnejših od naravnih insekticidov (Ware in Whitacre, 2004).

V poskusu smo uporabili različne koncentracije nikotina (0,05 %, 0,005 %, 0,0005 % ter 0,00005 %) pri različni temperaturi (15, 20 in 25 °C) ter zračni vlagi (55 in 75 %). Ugotavljali smo učinkovitost navedenih koncentracij nikotina za zatiranje odraslih osebkov cvetličnega resarja. Vsako obravnavanje v poskusu je bilo petkrat ponovljeno, smrtnost resarjev pa smo ugotavljali prvi, drugi, tretji in sedmi dan po izpostavitvi raztopini nikotina. Pri vseh koncentracijah smo potrdili določeno stopnjo insekticidnega delovanja, vendar pa pri nobeni nismo ugotovili več kot 25 % smrtnosti. Največjo smrtnost smo potrdili pri koncentraciji 0,05 %, pri 15 °C in 55 % relativni zračni vlagi, kjer je bila 24 %. Ugotavljamo, da uporabljeni zmanjšani odmerki nikotina niso bili učinkoviti za zatiranje cvetličnega resarja v laboratorijskih razmerah.

7 VIRI

- Brødsgaard H. F. 1989. *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera; Thripidae) – a new pest in Danish glasshouses. A review. Danish Journal of Plant and Soil Science, 93: 83-91
- Del Bene G., Gargani E. 1990. Infestazioni di tripidi in coltivazioni di crisantemo, gerbera e rosa. Colture protette, 10: 69-75
- Felland C. M., Teulon D. A. J., Hull L. A. 1995. Overwintering and Distribution Of Western Flower Thrips in the Mid-Atlantic United States. V: Thrips Biology and Management. Parker L.B., Skinner M., Lewis T. (eds), New York, Plenum Press: 461-468
- FITO-INFO: Informacijski sistem za zdravstveno varstvo rastlin. 2016. Ljubljana, Ministrstvo za kmetijstvo in okolje, Fitosanitarna uprava RS.
<http://spletni2.furs.gov.si/FFS/REGSR/index.htm> (29.8.2016).
- Flickriver. Koppert Biological System (30.8.2016)
<http://www.flickriver.com/photos/koppert/sets/72157604563574308/> (30.8.2016)
- Greenhouseipm. Thrips (30.8.2016)
<http://greenhouseipm.org/pest/thrips/> (30.8.2016)
- Helyer N., Cattlin N. D., Brown K. C. 2014. Biological control in plant protection: a color handbook, 2nd Edition. Boca Raton, CRC press, Taylor & Francis Group: 262 str.
- Isman M. B. 2006. Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and increasingly regulated world. V: Annual Review of Entomology, Annual Reviews, 51: 45-66
- Janežič F. 1993. Tretji prispevek k poznavanju tripsov ali resarjev (Thysanoptera) na rastlinah v Sloveniji. Zbornik Biotehniške fakultete, Univerza v Ljubljani, kmetijstvo, 61: 161-180
- Kocjan Ačko D. 2015. Poljščine: pridelava in uporaba. Ljubljana, Kmečki glas: 187 str.
- Kužnik L. 2006. Učinkovitost dveh vrst entomopatogenih ogorčic (Rhabditida) za zatiranje resarja *Hercinothrips femoralis* (Reuter). Diplomsko delo. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta: 98 str.
- Laznik Ž., Milevoj L., Trdan S. 2012. Pisana polonica (*Harmonia axyridis* [Pallas], Coleoptera, Coccinellidae) - invazivna koristna vrsta. Acta agriculturae Slovenica, 99: 225-234
- Milevoj L. 2003a. Vloga biotičnega varstva rastlin pri zmanjševanju onesnaženja v kmetijstvu. V: Zbornik predavanj in referatov 6. slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin, Zreče, 4. – 6. marec 2003: 86-90
- Milevoj L. 2003b. Vpliv namakanja na bolezni in škodljivce vrtnin. Ljubljana, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano: 35 str.
- Milevoj L. 2007. Kmetijska entomologija: splošni del. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, oddelek za agronomijo: 182 str.

- Milevoj L. 2011. Biotično zatiranje škodljivcev v zavarovanih prostorih. Ljubljana, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, Fitosanitarna uprava Republike Slovenije: 84 str.
- Minden pictures. Minute Pirate Bug (30.8.2016).
http://www.mindenpictures.com/search/preview/predatory-flower-bug-orius-majusculus-feeding-on-western-flower-thrip/0_80115829.html (30.8.2016)
- More Brain Points. Nicotine: Eviction of the Addiction (30.8.2016).
<http://morebrainpoints.blogspot.si/2016/02/nicotine-eviction-of-addiction.html> (30.8.2016)
- Mound L. A., Teulon D. A. J. 1995. Thysanoptera as phytophagous opportunist. V: Thrips Biology and Management. Parker L. B., Skinner M., Lewis T.(eds), New York, Plenum Press: 3-19
- Mound L. A., Kibby G. 1998. Thysanoptera. An Identification Guide. 2nd Edition. Wallingford, CAB International: 70 str.
- Pesticide info. Rotenone - Identification, toxicity, use, water pollution potential, ecological toxicity and regulatory information (30.8.2016)
http://www.pesticideinfo.org/Detail_Chemical.jsp?Rec_Id=PC35133 (30.6.2016)
- Plantwise. Western Flower Thrips (183) (30.8.2016).
[http://www.plantwise.org/KnowledgeBank/Uploads/PestNet/Western_flower_thrips_\(183\).htm](http://www.plantwise.org/KnowledgeBank/Uploads/PestNet/Western_flower_thrips_(183).htm) (30.8.2016)
- Prpić M. 2011. Najvažniji štetnici dekorativnih i cvjetajućih sobnih biljaka, Završni rad, Osijek, Poljoprivredni fakultet u Osijeku: 48 str.
- Robb K. L., Parrella M. P. 1995. IPM of western flower thrips. V: Thrips Biology and Management. Parker L.B., Skinner M., Lewis T. (eds), New York, Plenum Press, 1995: 365-370
- Schmutterer H. 1990. Properties and potential of natural pesticides from the neem tree, *Azadirachta indica*. Annual Review of Entomology, 35: 271-297
- Sgonina C. 1936. Insecticide and process of making same. United States Patent Office, 2 037 276: 1 str.
<https://www.google.com/patents/US2037276>
- Tate H. D., Andre F. 1936. Laboratory studies on toxicity of nicotine and soap to gladiolus thrips and onion thrips. Journal of Economic Entomology, 29, 4: 738-741
- The pied piper. Pyrethrum (30.8.2016)
[http://www.the-piedpiper.co.uk/th13\(n\).htm](http://www.the-piedpiper.co.uk/th13(n).htm) (30.8.2016)
- Tommasini M.G., Maini S. 1995. *Frankliniella occidentalis* and other thrips harmful to vegetable and ornamental crops in Europe. V: Biological control of thrips pests. Wageningen, Agricultural University Papers: 1-42

- Trdan S. 2001. Cvetlični resar (*Frankliniella occidentalis* Pergrande, Thysanoptera) - (potencialni) škodljivec gojenih rastlin na prostem. Sodobno kmetijstvo, 34, 11-12: 472-476
- Trdan S., 2003. Resarji – Thysanoptera. V: Živalstvo Slovenije. Sket B., Gogala M., Kuštor V. (ur). Ljubljana. Tehniška založba Slovenije: 324-328
- Trdan S. 2015. Resarji in prenos tospovirusov z resarji. V: Prenosi rastlinskih virusov. Mavrič Pleško I. (ur.), Ljubljana, Kmetijski inštitut Slovenije: 30-46
- Trdan S. 2016. Cvetlični resar – *Frankliniella occidentalis* (Pergrande). FITO-INFO: Informacijski sistem za zdravstveno varstvo rastlin.. Ljubljana, Ministrstvo za kmetijstvo in okolje, Fitosanitarna uprava RS
http://www.fito-info.si/index1.asp?ID=OrgCirs\OpisiSkod/vsi/fra_occ.htm (29.8.2016)
- Trdan S., Seljak G., Jenser G. 1999. Cvetlični resar (*Frankliniella occidentalis* Perg.) v Sloveniji. V: Zbornik predavanj in referatov s 4. Slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin, Portorož, 3. – 4. marec: 239-246
- Trdan S., Bergant K., Jensen G. 2003. Monitoring of western flower thrips (*frankliniella occidentalis* [Pergrande], Thysanoptera) in the vicinity of greenhouses in different climatic conditions in Slovenia. Agricultura, 2: 1-6
- Useful Tropical Plants. Azadirachta indica Images (30.8.2016)
<http://tropical.theferns.info/image.php?id=Azadirachta+indica> (30.8.2016)
- Ware G. W., Whitacre D. M. 2004. The pesticide book, 6th edition. ZDA, Meister Publishing Company: 488 str.

ZAHVALA

Zahvaljujem se vsem, ki so kakorkoli sodelovali pri nastanku diplomskega dela, ter mi pomagali do končnega izdelka. Še posebej se zahvaljujem mentorju prof. dr. Stanislavu TRDANU, Jaki RUPNIKU, ker je priskrbel slike, ter svoji družini in prijateljem.