



UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA  
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Mojca GORIŠEK

**BIOTIČNO ZATIRANJE CVETLIČNEGA RESARJA  
(*Frankliniella occidentalis* [Pergande], Thysanoptera) Z  
ENTOMOPATOGENIMI OGORČICAMI (Rhabditida)**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij - 1. stopnja

Ljubljana, 2018

UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA  
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Mojca GORIŠEK

**BIOTIČNO ZATIRANJE CVETLIČNEGA RESARJA (*Frankliniella occidentalis* [Pergande], Thysanoptera) Z ENTOMOPATOGENIMI OGORČICAMI (Rhabditida)**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij - 1. stopnja

**BIOLOGICAL CONTROL OF WESTERN FLOWER THRIPS  
(*Frankliniella occidentalis* [Pergande], Thysanoptera) WITH  
ENTOMOPATHOGENIC NEMATODES (Rhabditida)**

B. SC. THESIS

Academic Study Programmes

Ljubljana, 2018

Diplomsko delo je zaključek univerzitetnega študija 1. stopnje Kmetijstvo - agronomija. Delo je bilo opravljeno na Katedri za fitomedicino, kmetijsko tehniko, poljedelstvo, pašništvo in travništvo na Oddelku za agronomijo Biotehniške fakultete.

Komisija za 1. in 2. stopnjo študija agronomije je za mentorja diplomskega dela imenovala prof. dr. Stanislava Trdana.

Komisija za oceno in predstavitev:

Predsednica: prof. dr. Metka HUDINA  
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

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

Član: izr. prof. dr. Dragan ŽNIDARČIČ  
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Datum zagovora:

## KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

- ŠD Du1
- DK UDK 632.937.1.01:632.731(043.2)
- KG cvetlični resar/*Frankliniella occidentalis*/entomopatogene ogorčice/biotično varstvo rastlin
- AV GORIŠEK, Mojca
- SA TRDAN, Stanislav (mentor)
- KZ SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
- ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Univerzitetni študijski program 1. stopnje kmetijstvo - Agronomija
- LI 2018
- IN BIOTIČNO ZATIRANJE CVETLIČNEGA RESARJA (*Frankliniella occidentalis* [Pergande], Thysanoptera) Z ENTOMOPATOGENIMI OGORČICAMI (Rhabditida)
- TD Diplomsko delo (Univerzitetni študij - 1. stopnja)
- OP VI, 18 str., 6 sl., 27 vir.
- IJ sl
- JI sl/en
- AI Cvetlični resar (*Frankliniella occidentalis*) je toploljubna vrsta žuželk. Izvira iz Kalifornije (ZDA). Je izrazit polifag, ki se hrani na več kot 250 različnih vrstah gostiteljskih rastlin. Rastlinam je škodljiva neposredno in posredno. Neposredno poškoduje rastlinsko tkivo z ustnim aparatom za sesanje ter pri odlaganju jajčec, posredno prenaša tospoviruse. Zaradi njegovega načina življenja je zatiranje težko, poleg tega se pri škodljivcu lahko pojavi odpornost na insekticide. Uporaba entomopatogenih ogorčic se je izkazala za dobro alternativo insekticidom. Entomopatogene ogorčice so okolju prijazne in sprejemljivejše v primerjavi z insekticidi. V sebi nosijo bakterijo, s katero hitro povzročijo septično smrt gostitelja. Pri aplikaciji ogorčic moramo biti pozorni na čas, koncentracijo ogorčic in pogostost ter na abiotične dejavnike kot so temperatura, sevanje ter lastnosti tal. Ogorčice lahko tudi kombiniramo z določenimi fitofarmaceutskimi sredstvi ter drugimi naravnimi sovražniki cvetličnega resarja. Narejenih je bilo veliko raziskav, kjer so dokazali, da je uporaba entomopatogenih ogorčic za zatiranje nadzemnih in talnih stadijev cvetličnega resarja smotrna. Vseeno bo potrebno še kar nekaj študij na tem področju. Preučiti bo potrebno bionomijo posameznih vrst entomopatogenih ogorčic ter na podlagi tega izpopolniti kmetijsko prakso. Na podlagi preučitve domače in tuje strokovne literature v pričujočem delu predstavljamo rezultate dosedanje uporabe entomopatogenih ogorčic pri zatiranju cvetličnega resarja.

#### KEY WORDS DOCUMENTATION

- ND Du1
- DC UDK 632.937.1.01:632.731(043.2)
- CX western flower thrips/*Frankliniella occidentalis*/entomopathogenic nematodes/biological control
- AU GORIŠEK, Mojca
- AA TRDAN, Stanislav (supervisor)
- PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
- PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Agronomy
- PY 2018
- TI BIOLOGICAL CONTROL OF WESTERN FLOWER THRIPS (*Frankliniella occidentalis* [Pergande], Thysanoptera) WITH ENTOMOPATHOGENIC NEMATODES (Rhabditida)
- DT B. Sc. Thesis (Academic Study Programmes)
- NO VI, 18 p., 6 fig., 27 ref.
- LA sl
- AL sl/en
- AB Western flower thrips (*Frankliniella occidentalis*) is a thermophilous species of insect that originates in California (USA). It has a wide host range, for it feeds on more than 250 different host plant species. It damages plants directly and indirectly. It damages plant tissue directly with its mouth apparatus for sucking and by laying eggs. Indirect damage is caused by transmitting tospoviruses. Suppression of the pest is difficult because of its way of life and the occurrence of insecticide resistance. The use of entomopathogenic nematodes proved to be a suitable alternative to insecticides. Nematodes are more environmentally friendly and acceptable compared to insecticides. They carry a bacteria in their body, which quickly cause septic death of a host. When applying the nematodes we have to pay attention to time, nematode concentration, frequency and to abiotic factors, such as temperature, radiation and ground characteristics. Nematodes can also be combined with specific phytopharmaceutical and other natural enemies of the western flower thrips. A lot of research has been done proving that the use of entomopathogenic nematodes for western flower thrips suppression is reasonable. Still, more studies need to be done on the issue. Bionomics of individual species needs to be studied to further improve agricultural practice. Based on native and foreign professional literature, i wish to present the success of the use of entomopathogenic nematodes for western flower thrips suppression so far.

## KAZALO VSEBINE

	Str.
KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO VSEBINE	V
KAZALO SLIK	VI
OKRAJŠAVE	VI
<b>1 UVOD</b>	<b>1</b>
<b>2 CVETLIČNI RESAR (<i>Frankliniella occidentalis</i>) [Pergande]</b>	<b>2</b>
2.1 IZVOR IN RAZŠIRJENOST	2
2.2 SISTEMATIKA	2
2.3 OPIS	2
2.4 IDENTIFIKACIJA	3
2.5 RAZVOJNI KROG	3
2.6 GOSTITELJSKE RASTLINE	4
2.7 POŠKODBE NA RASTLINAH	5
<b>3 ETOMOPATOGENE OGROČICE (Rhabditida: Steinernematidae in Heterorhabditidae ) IN NJIHOV POMEN PRI BIOTIČNEM VARSTVU RASTLIN</b>	<b>6</b>
3.1 OPIS ENTOMOPATOGENIH OGORČIC	7
3.2 RAZVOJNI KROG	7
3.3 UPORABA	8
3.4 KOMPATIBILNOST OGORČIC S FITOFARMACEVTSKIMI SREDSTVI	9
<b>4 UPORABA ENTOMOPATOGENIH OGORČIC (Rhabditida) ZA ZATIRANJE CVETLIČNEGA RESARJA (<i>Frankliniella occidentalis</i>, Thysanoptera)</b>	<b>10</b>
4.1 UČINKOVITOST ENTOMOPATOGENIH OGORČIC ZA ZATIRANJE V TLEH ŽIVEČIH STADIJEV CVETLIČNEGA RESARJA	10
4.2 VPLIV GLOBINE ZABUBLJANJA	11
4.3 ČAS IN POGOSTOST NANAŠANJA TER OBSTOJNOST ENTOMOPATOGENIH OGORČIC	11
4.4 VPLIV VLAGE V TLEH	12
4.5 PRIMERJAVA ENTOMOPATOGENE OGORČICE <i>Steinernema feltiae</i> IN ENTOMOPARAZITSKE OGORČICE <i>Thripinema nicklewoodi</i>	12
4.6 PRIMERJAVA OGORČICE <i>Steinernema feltiae</i> IN ŠKROPLJENJA Z ABAMEKTINOM NA KUMARAH	13
4.7 SOČASNA UPORABA ENTOMOPATOGENIH OGORČIC IN PLENILSKE PRŠICE <i>Amybyseius cucumeris</i>	13
<b>5 SKLEP</b>	<b>14</b>
<b>6 VIRI</b>	<b>16</b>
ZAHVALA	

## KAZALO SLIK

Slika 1: Odrasel osebek cvetličnega resarja	2
Slika 2: Ličinka cvetličnega resarja	3
Slika 3: Razvojni krog cvetličnega resarja	4
Slika 4: Poškodbe cvetličnega resarja na listih fižola	5
Slika 5: Plod paradižnika okuženega z virusom pegavosti in uvelosti paradižnika	6
Slika 6: Razvojni krog entomopatogenih ogorčic	8

## OKRAJŠAVE

IL            infektivne ličinke

## 1 UVOD

Cvetlični resar (*Frankliniella occidentalis* [Pergande]) je pomemben kozmopolitski škodljivec. Napada veliko gospodarsko pomembnih rastlinskih vrst, od vrtnin do okrasnih rastlin, v rastlinjakih in na prostem. Na rastlinah je škodljiv neposredno, s hranjenjem na listih, cvetovih in plodovih, posredno pa prenaša tospoviruse. Eden od gospodarsko pomembnejših je virus pegavosti in uvelosti paradižnika (Ebssa in sod., 2001).

Dolga in intenzivna uporaba fitofarmaceutskih sredstev je povzročila veliko težav, kot je pojav odpornosti škodljivcev na insekticide, nepredvidljiv vpliv na neciljne organizme, negativen vpliv na zdravje človeka in onesnaževanje okolja. Svetovna fitofarmaceutska industrija se je morala drugače lotiti varstva rastlin. Strategija varstva rastlin se danes iz nekdanje pretežne uporabe kemičnih sredstev obrača v prid okoljsko prijaznejšim sredstvom (Coupland in sod., 2017).

Prvi biotični načini zatiranja resarjev (Thysanoptera) so temeljili na uporabi plenilskih pršic in plenilskih stenic, vendar se niso izkazali za preveč uspešne (Laznik in Trdan, 2008). Eden od možnih načinov biotičnega varstva resarjev in drugih vrst škodljivih žuželk je tudi uporaba entomopatogenih ogorčic. Te so učinkovite pri zatiranju resarjev, okoljsko varne in sprejemljive ter delujejo na veliko različnih škodljivcev. Ogorčice imajo velik potencial pri biotičnem varstvu v agrosistemih (Coupland in sod., 2017).

Vrste ogorčic iz družin Steinernematidae in Heterorhabditidae so najpomembnejše in najbolj učinkovite pri zatiranju cvetličnega resarja. Ogorčice nosijo v svojem telesu simbiotsko bakterijo, katera jim omogoči, da ubijejo gostitelja. Pri aplikaciji ogorčic moramo biti zelo previdni, saj potrebujejo specifično okolje, da so učinkovite (Belay, 2005).

Cvetlični resar v Sloveniji spada na A2 seznam karantenskih škodljivcev (EPPO, 2017). Trenutno imamo v Sloveniji registrirane štiri kemične insekticide, ki so dovoljeni za uporabo proti cvetličnemu resarju ter en biotični pripravek na podlagi glive *Beauveria bassiana* (FITO-INFO, 2017).



## 2 CVETLIČNI RESAR (*Frankliniella occidentalis*) [Pergande]

### 2.1 IZVOR IN RAZŠIRJENOST

Cvetlični resar (*Frankliniella occidentalis*) [Pergande] je toploljubna vrsta žuželk. Prvič je bil najden v Kaliforniji (ZDA) leta 1895 na listih marelice in krompirja, na cvetovih pomarančevca ter na različnih plevelnih vrstah. Našel in opisal ga je Pergande (Trdan, 1999). Postopoma se je s trgovanjem z rastlinskim materialom v začetku sedemdesetih let prejšnjega stoletja razširil po drugih celinah, saj je zelo majhen in s prostim očesom težko viden. V Evropi so ga najprej našli na Nizozemskem leta 1983 (Trdan, 2016). V Sloveniji je zastopnost škodljivca prvi potrdil Janežič, in sicer leta 1992 (Trdan in sod., 2003).

### 2.2 SISTEMATIKA

Cvetlični resar spada v red resokrilcev (Thysanoptera) in je eden izmed okoli 6000 vrst resarjev. Vrste se delijo na 9 družin (Trdan, 2016). Največ vrst najdemo v tropih, nekoliko manj na območjih z zmernim podnebjem, nekaj vrst tudi na območjih s hladnim in tudi mrzlim podnebjem. Red Thysanoptera se deli na dva podreda; cvetlični resar pripada podredu Terebrantia. Najpomembnejša z vidika škodljivcev gojenih rastlin je družina Thripidae, kamor spada tudi rod *Frankliniella* (Trdan, 1999).

### 2.3 OPIS

Odrasli osebki cvetličnega resarja (slika 1) so mikroskopsko majhne žuželke vitkega in drobnega telesa. Samce in samice lahko ločimo po barvi, saj so samice temnejše od samcev. Samice so svetlo do temno rjave in imajo temnejši zadek. Obstajajo tudi barvni vzorci, ki so genetsko pogojeni, in sicer temni, svetli in vmesni tip. Samci v dolžino merijo od 0,9 do 1,1 mm, medtem ko so samice velike od 1,3 do 1,4 mm, vendar obstajajo tudi daljše forme.



Slika 1: Odrasel osebek cvetličnega resarja (Western flower thrips ... 2016)

Za cvetličnega resarja je značilno delno ali popolno nespolno oziroma partenogenetsko razmnoževanje. To pomeni, da se v jajčecu začne razvoj novega osebka brez oploditve. Pri

cvetličnemu resarju sta možna dva načina takšnega razmnoževanja, in sicer s telitokijo, kjer se iz neoplojenih jajčec razvijejo samo samice ali arhenotokijo, kjer se iz neoplojenih jajčec razvijejo samo samci (Trdan, 1999).

## 2.4 IDENTIFIKACIJA

Identifikacija cvetličnega resarja je zelo težka, s prostim očesom največkrat nemogoča, zato moramo vzorce osebkov preparirati in pogledati pod svetlobnim mikroskopom. Ker resarji v stadiju predbube in bube živijo v tleh, je navadno mogoča le identifikacija ličink (slika 2) in odraslih osebkov. Vendar je tudi identifikacija ličink težja, saj je znanih malo identifikacijskih ključev. Ličinka prve stopnje je velika od 0,65 do 1,20 mm, ličinka druge stopnje od 1,49 do 1,79 mm. Ličinke so rumenkasto bele barve in imajo 6-delne tipalke. Ločiti jih je mogoče le do nivoja družine (Diagnostic ..., 2002).



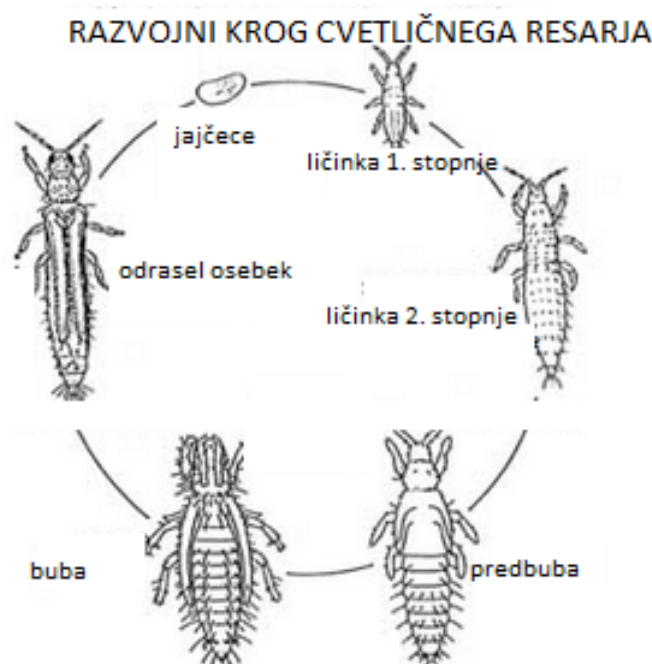
Slika 2: Ličinka cvetličnega resarja (Western flower thrips ..., 2016)

Odraslega osebka cvetličnega resarja lahko spoznamo po 8-delnih tipalkah, na tretjem in četrtem segmentu izraščajo viličaste dlačice. Ima značilne sete, ki izraščajo iz različnih delov telesa in se razlikujejo po dolžini. Zadnji člen zadka je v obliki prisekanega stožca. Ima sestavljene oči ter ozka resasta krila, ki mu pri letenju slabo služijo (Trdan, 1999).

## 2.5 RAZVOJNI KROG

Osnovni življenjski krog cvetličnega resarja (slika 3) je podoben drugim vrstam iz družine Thripidae. Sestavljen je iz jajčeca, dveh stopenj aktivne ličinke, ki se prehranjujeta, dveh razmeroma neaktivnih stadijev predbube oziroma bube in odraslega osebka. Imago in larve se nahajajo v cvetovih ali na skritih mestih na rastlinah, na primer na listih, v cvetnih brstih ali na razvijajočih se plodovih. Samice imajo žagasto leglico ali ovipozitor, s katero odlagajo

jajčeca v liste, cvetove ali plodove. Razvoj je odvisen od temperature in gostiteljske rastline ter je lahko zelo hiter (Reitz, 2009).



Slika 3: Razvojni krog cvetličnega resarja (Western flower thrips ... , 2016)

Samice v luknjice v parenhimskem tkivu odložijo od 40 do 300 jajčec. Ličinke, ki se izležejo iz jajčec, so najprej prozorno bele, s hranjenjem porumenijo. Morfološko so podobne odraslim osebkom, razlika je le v tem, da imajo rdeče oči, manj členjene tipalke in so brez kril. Ličinke druge stopnje so do trikrat bolj škodljive gostiteljskim rastlinam v primerjavi z ličinkami prve stopnje. Stadij predbube in zatem stadij bube se lahko zgodita v tleh ali na rastlinah. V obeh stadijih se resarji ne hranijo in ne premikajo. Imagi so na začetku belkasti, 48 ur pozneje dobijo značilno temnejšo barvo. Letijo lahko le en dan. Obdobje od jajčeca do imaga v temperaturnem območju od 15 do 25 °C je od 14 do 40 dni. V optimalnih razmerah lahko cvetlični resar v rastlinjaku razvije 11-15 rodov letno. Razvoj vrste se ustavi pri temperaturi pod 9,5 oziroma nad 34 °C.

Škodljivec neustrezne življenjske razmere preživi v stadiju bube v tleh ali kot odrasel osebek na rastlinah. Pri njegovem zatiranju je zelo pomembna tudi rastlinska higiena v rastlinjakih; odstraniti je namreč potrebno vse plevela in rastline, na katerih bi lahko škodljivec v zanj neugodnih razmerah preživel (Trdan, 1999).

## 2.6 GOSTITELJSKE RASTLINE

Ena od najpomembnejših lastnosti vrste *Frankliniella occidentalis* je polifagnost. Znano je, da se prehranjuje z več kot 250 različnimi vrstami gojenih rastlin iz več kot 60 botaničnih družin. Poleg tega se lahko cvetlični resar pojavlja tudi na samoniklih vrstah rastlin (Reitz, 2009).

Cvetlični resar je škodljivec vrtnin (kumare, paprika, jajčevac, fižol, paradižnik), okrasnih rastlin (krizanteme, vrtnice, gerbere, ciklame, vodenke in drugo), sadnega drevja (jablana, breskev, marelica), poljščin (bombaž, pšenica) in plevelov (Trdan, 1999).

Zaradi njegove polifagnosti je za njegovo zatiranje na voljo veliko sintetičnih in rastlinskih insekticidov, na žalost je sposoben hitro razviti odpornost na insekticide, saj ima veliko metaboličnih encimov, s katerimi lahko izniči učinek insekticida (Reitz, 2009).

## 2.7 POŠKODBE NA RASTLINAH

Ličinke in odrasli osebki so zaradi dobro razvitega ustnega aparata za strganje in sesanje v prvi vrsti neposredno škodljivi. Škodljivec naredi luknjice v rastlinskem tkivu ter vanj izbrizga slino, s čimer povzroči lizijo celic. Nato poseša vsebino celic. Poleg tega samice z leglico odlagajo jajčeca v rastlinsko tkivo ter ga s tem poškodujejo. Pri enem in drugem načinu vsak vbod v povprečju povzroči propad ene epidermalne in ene do dveh epidermalnih celic. Slina predstavnikov reda Thysanoptera vsebuje fitotoksične snovi, ki vplivajo na reakcije rastlinskega tkiva, kot je dehidracija in razbarvanje. Na napadenih rastlinah to opazimo kot nekroze na površju.

Najbolj značilne poškodbe so razbarvanje površja na zgornji strani listov (slika 4), pri okrasnih rastlinah in vrtninah so vidne kot srebrenje, ki je posledica vstopa zraka v celice, iznakaženost, šibkejša rast in razvoj, rjave izbokline in manjše temne pege, ki so belkasto obrobene. V primeru napada cvetov in plodov se le ti razbarvajo, zvijajo in imajo brazgotine. Če je napaden cvet, ki se še ni odprl, se brsti ne razvijejo, prav tako ne plod. Večkrat je težko ločiti napad cvetličnega resarja od napadov drugih vrst resarjev ter pršič prelk (Tetranychidae) (Trdan, 1999).



Slika 4: Poškodbe cvetličnega resarja na listih fižola (foto: S. Trdan)



Daleč najbolj zaskrbljujoče je to, da je cvetlični resar sposoben prenašati tospoviruse. Prenaša pet vrst tospovirusov, med pomembnejšimi virus pegavosti in uvelosti paradižnika (tomato spotted wilt virus ali krajše TSWV) (slika 4) (Fritz, 2009). Ta povzroča veliko škodo na gojenih rastlinah na prostem, kot tudi v zavarovanih prostorih v tropskem, subtropskem ali zmernem podnebju. Prenašalci tega virusa so velikokrat resarji, a najpomembnejši je ravno cvetlični resar. Virus lahko vstopi v resarja le v zgodnjem stadiju ličinke. Kmalu po sprejemu virusa se začnejo tvoriti virusni proteini in posledično pride do razmnoževanja virusa. Resar je sposoben prenesti virus na rastlino le v stadiju odraslega osebka. Virus se nahaja v slini resarja in med hranjenjem z rastlinskim tkivom pride v rastlino ter jo okuži. Ugotovljeno je bilo tudi, da resar, okužen z virusom, živi dlje (Oganda in sod., 2012).



**Slika 5: Plod paradižnika okuženega z virusom pegavosti in uvelosti paradižnika (foto: S. Trdan)**

### **3 ETOMOPATOGENE OGORČICE (Rhabditida: Steinernematidae in Heterorhabditidae ) IN NJHOV POMEN PRI BIOTIČNEM VARSTVU RASTLIN**

Izmed vseh koristnih ogorčic so entomopatogene najbolj raziskane in verjetno tudi najbolj uporabne. Prvo ogorčico vrste *Steinernema kraussei* je opisal Steiner leta 1923. Izoliral jo je iz rastlinske ose v Nemčiji. Ruski raziskovalec Filipjev je nato leta 1934 prvi opisal ogorčico *Steinernema feltiae*, ki je danes najpomembnejša vrsta entomopatogenih ogorčic (Askary in Abd-Elgawd, 2017).

Entomopatogene ogorčice (Steinernematidae in Heterorhabditidae) so paraziti žuželk, ki ubijejo gostitelja z bakterijo, ki jo nosijo v prebavnem traktu. Ogorčice družine Steinernematidae nosijo bakterijo *Xenorhabdus spp.*, ogorčice družine Heterorhabditidae pa bakterijo *Photorhabdus spp.* Ti dve družini sta med pomembnejšimi pri biotičnem zatiranju velikega števila gospodarsko pomembnih škodljivcev (Shapiro-Ilan in sod., 2005).

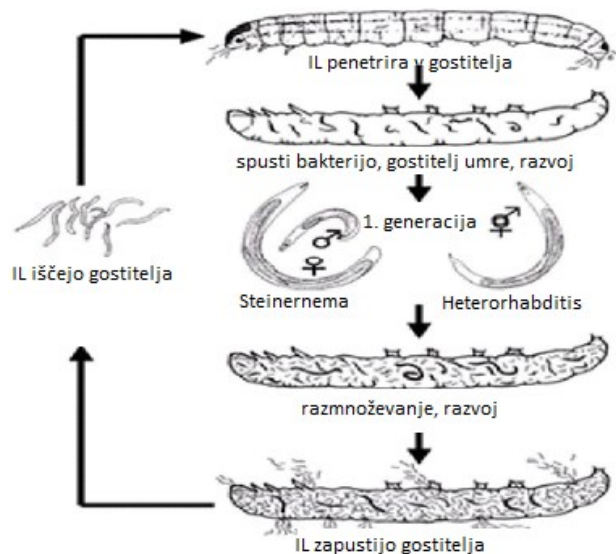
#### **3.1 OPIS ENTOMOPATOGENIH OGORČIC**

Ogorčice oziroma nematode so preprosti, brezbarvni, nesegmentirani in valjasti črvi. So talni organizmi, ki se nahajajo na vseh celinah. Najdene so bile v veliko različnih talnih habitatih, vključno z njivami, gozdovi in puščavami. Entomopatogene ogorčice so fakultativni ali obligatni paraziti. Imajo več različnih vplivov na gostitelje, kot je sterilnost, zmanjšana plodnost, počasnejša aktivnost in slabše letenje, zakasnen razvoj ali druge vedenjske, morfološke in fiziološke lastnosti, v nekaterih primerih celo smrt. Prednost njihove uporabe je zelo hitra učinkovitost proti škodljivcem, poleg tega lahko ne vplivajo na neciljne organizme.

Entomopatogene ogorčice so specifične in ne predstavljajo grožnje okolju. V nekaterih zgledih so bile dokazane kot učinkovita alternativa kemičnim sredstvom za varstvo rastlin, vendar so bile pri številnih drugih zgledih neučinkovite. Ogorčica *Steinernema feltiae* je učinkovita in gospodarsko sprejemljiva alternativa kemičnim insekticidom v cvetličarski industriji na Nizozemskem, Angliji in Nemčiji (Chandler in Sharma, 2013).

#### **3.2 RAZVOJNI KROG**

Entomopatogene ogorčice imajo preprost življenjski krog, ki zajema stadij jajčeca, 4 juvenilne stopnje in stadij odraslega osebka. Stopnja tako imenovane »dauer larve« ali infektivne ličinke ali tretja larvalna stopnja ogorčic, je stopnja, v kateri je ličinka učinkovita. Infektivna ličinka živi v simbiozi z bakterijo, katero po vstopu v gostitelja izpusti (slika 4). Bakterija povzroči septično smrt žuželke v 48 urah (Ebssa in sod., 2003). Ko ogorčica prepozna gostitelja, penetrira v telo žuželke skozi odprtine. Navadno so to naravne telesne odprtine (usta, anus in traheje) ali mesta, kjer je kutikula žuželke tanka. Ogorčica se nato hrani z bakterijo in propadlim gostiteljem in tako odraste v imago.



Slika 6: Razvojni krog entomopatogenih ogorčic (Chandel in Sharma, 2013)

Bakterija ogorčici pomaga pri hitri smrti gostitelja, zagotavlja ji ugodno okolje za razvoj s produciranjem antibiotikov, ki odganjajo druge mikroorganizme ter transformira gostiteljsko tkivo v vir hrane. Na drugi strani ogorčica bakteriji nudi zaščito pred zunanjim okoljem, penetracijo v gostiteljsko hemolimfo in inhibira gostiteljske protibakterijske proteine (Chandel in Sharma, 2013).

### 3.3 UPORABA

Ogorčice so živi organizmi, zato potrebujejo specifične razmere, da so učinkovite. Aktivna snov v pripravkih so infektivne ličinke, ki merijo med 520 in 600  $\mu\text{m}$  (Milevoj, 2011). Ultravijolična svetloba in temperatura sta ključna abiotična dejavnika za uspešno preživetje ogorčic. Učinkovite so znotraj ozkega temperaturnega območja, in sicer približno med 20 in 30  $^{\circ}\text{C}$ . Pomemben je tudi tip tal, globina in vlaga. Nanašati jih moramo, ko ni direktne sončne svetlobe, to se pravi zgodaj zjutraj ali pozno zvečer. Tla morajo ostati vlažna vsaj dva tedna po aplikaciji (Chandler in Sharma, 2013). pH ne igra ključne vloge, vendar ima lahko tudi negativen vpliv, če je višji od 10.

Ustrezen nanos entomopatogenih ogorčic je izrednega pomena, če želimo, da so ogorčice učinkovite. Za nanašanje lahko uporabljamo praktično vso opremo, ki je namenjena nanašanju fitofarmaceutskih sredstev (Shapiro-Ilan in sod., 2005). Najpogostejši način nanosa je pršenje direktno na talno površje. V ta namen se uporabljajo ročni ali hrbtni pršilniki, meglilni pršilniki in podobno. Infektivne ličinke lahko prenesejo tlak do 1968 kPa s premerom cevi 100  $\mu\text{m}$ . Dodajamo jih lahko tudi prek namakalnih sistemov. Ogorčice morajo biti nanesene v zadostnem številu, da ubijejo škodljivca. Na splošno naj bi bilo to okrog 25 infektivnih ličink na  $\text{cm}^2$ , odvisno od vrste škodljivca in okoljskih razmer (Chandler in Sharma, 2013).

### 3.4 KOMPATIBILNOST OGORČIC S FITOFARMACEVTSKIMI SREDSTVI

Ogorčice iz družine Steinernematidae in Heterorhabditidae lahko preživijo, čeprav so izpostavljene določenim fitofarmaceutskim sredstvom. Za določena fitofarmaceutska sredstva je priporočljivo, da se jih nanaša 1 ali 2 tedna po aplikaciji nematod. Ogorčice in fitofarmaceutska sredstva lahko nanašamo istočasno ali v kratkih časovnih intervalih. V primeru mešanja fitofarmaceutskih sredstev in ogorčic lahko povečamo možnost interakcije zaradi višje koncentracije fitofarmaceutikov in ogorčic (Laznik in Trdan, 2017). Na podlagi raziskav kompatibilnosti med ogorčicami in fungicidi je bilo ugotovljeno, da uporaba ogorčic in kemičnih sredstev lahko ponuja učinkovitejše varstvo rastlin v integrirani pridelavi (Laznik in sod., 2012).



#### 4 UPORABA ENTOMOPATOGENIH OGORČIC (Rhabditida) ZA ZATIRANJE CVETLIČNEGA RESARJA (*Frankliniella occidentalis*, Thysanoptera)

Prvi začetki raziskav zatiranja cvetličnega resarja z entomopatogenimi ogorčicami segajo v leto 1996. Preučevali so delovanje ogorčic *Steinernema riobravus*, *Steinernema feltiae* in *Heterorhabditis bacteriophora*. Najboljši rezultati so bili pri uporabi vrste *H. bacteriophora*, kjer je bila smrtnost resarja 36-49%, ogorčici iz rodu *Steinernema* sta bili učinkoviti le 10 % (Laznik in Trdan, 2007).

##### 4.1 UČINKOVITOST ENTOMOPATOGENIH OGORČIC ZA ZATIRANJE V TLEH ŽIVEČIH STADIJEV CVETLIČNEGA RESARJA

Kemično zatiranje cvetličnega resarja je težko zaradi njegovega načina hranjenja v cvetovih in skritih delih listov ter razvojnega kroga. Poleg tega se zaradi prepogostega tretiranja z insekticidi pogosto pojavi odpornost na kemična sredstva. Uporaba entomopatogenih ogorčic kot alternativa kemičnim insekticidom je lahko zelo uspešna.

V raziskavi leta 2001 je Ebssa s sodelavci testiral tri rase ogorčice *Steinernema feltiae*, eno raso ogorčice *S. carpocapsae* in dve rasi ogorčice *Heterorhabditis bacteriophora*. Poskus so izvedli v laboratoriju. Naredili so dva poskusa. Pri enem so opazovali učinkovitost ogorčic pri zatiranju škodljivca, pri drugem pa vpliv različnih koncentracij ogorčic na učinkovitost zatiranja. Vse rase ogorčic so bile učinkovite pri zatiranju v tleh živečih stadijev škodljivca. Najbolj virulentne so bile rase *S. feltiae* Sylt, *S. carpocapsae* (Weiser) DD136 in *H. bacteriophora* Poinar HK3. Rasa *S. feltiae* OBSII je bila najbolj učinkovita za pozno drugo stopnjo ličinke in predbubo v važnih tleh, vendar manj učinkovita za stadij bube v suhih tleh. Rezultati poskusa z različnimi koncentracijami ogorčic kažejo na to, da je potrebno 400 infektivnih ličink (IL)/cm<sup>2</sup> za zadostno smrtnost v tleh živečih stadijev cvetličnega resarja. Smrtnost pozne druge stopnje ličinke je bila 60 %, 80 % pa smrtnost predbube in bube. Vendar je že koncentracija 100 do 200 IL/cm<sup>2</sup> povzročila 30-50 % smrtnost resarja (Ebssa in sod., 2001).

V raziskavi leta 2003 so tudi ugotavljali učinkovitost različnih vrst entomopatogenih ogorčic za zatiranje cvetličnega resarja pri različnih koncentracijah, številčnosti gostitelja in temperaturi. Analizirali so vrste iz družin Steinernematidae in Heterorhabditidae. Rezultati so pokazali, da so bile vrste iz družine Heterorhabditidae učinkovitejše. Največjo smrtnost resarja, in sicer 60,2 % je povzročila ogorčica *H. indica* pri koncentraciji 200 IL/cm<sup>2</sup>.

Višje koncentracije ogorčic vplivajo na večjo smrtnost resarja, vendar obstajajo razlike med vrstami. Ogorčica *H. indica* je pri koncentraciji 100 IL/cm<sup>2</sup> povzročila 30 % smrtnost, pri najvišji koncentraciji (1000 IL/cm<sup>2</sup>) pa 90 %. Glede na številčnost resarjev so primerjali vrsti *Steinernema bicornutum* in *H. indica*. Pri vrsti *S. bicornutum* so ugotovili, da se z večanjem števila resarjev zmanjšuje učinkovitost ogorčice, pri vrsti *H. indica* pa večanje števila resarjev ni povzročilo tako nenadnega padca učinkovitosti ogorčice. Ogorčica *S. bicornutum* izvira iz območja nekdanje Jugoslavije, učinkovitejša pa je bila pri nižji temperaturi. Ogorčica *H. indica* pa izvira iz tropskih predelov Indije in je bila učinkovitejša pri višji temperaturi. Ti rezultati kažejo na to, da je izrednega pomena, iz katerih območij vrsta izvira (Ebssa in sod., 2003).

## 4.2 VPLIV GLOBINE ZABUBLJANJA

Po nanosu entomopatogenih ogorčic na talno površje lahko traja kar nekaj časa, da dosežejo globino, kjer se nahajajo v tleh živeči stadiji cvetličnega resarja. Če je potreben daljši čas, da ogorčice pridejo na globino predbub in bub, kot je čas preobrazbe navedenih talnih stadijev v stadij odraslega osebka, je učinkovitost entomopatogenih ogorčic nezadovoljiva, saj imagi prilezejo na površje. V laboratorijski raziskavi so uporabili vrsti *Heterorhabditis indica* in *Steinernema bicornutum*. Ti dve vrsti se razlikujeta v strategiji napadanja gostitelja. Ogorčica *H. indica* čaka na gostitelja in ga nato napade, medtem ko vrsta *S. bicornutum* aktivno išče svoje gostitelje.

Rezultati so pokazali, da je bila vrsta *H. indica* učinkovita pri zatiranju resarjev v različnih globinah tal, posebno še pri večji koncentraciji suspenzije. Na drugi strani ogorčica *S. bicornutum* ni uspela zadovoljivo zatreti ličink na globini 2 cm in globlje, posebno pri nizki koncentraciji. Na splošno je bila vrsta *H. indica* bolj učinkovita. Ugotovili so tudi, da pri višji koncentraciji entomopatogenih ogorčic predbuba in buba ostaneta na določeni globini, da bi se izognili napadu ogorčic. Brez ali pri nizki koncentraciji ogorčic je bilo 80 % predbub in bub na globini 3-5 cm. Pri višji koncentraciji ogorčic in gostoti resarjev sta se talna stadija nahajala na globini 1-3 cm. Torej globina zabubljenja, koncentracija ogorčic ter način, kako ogorčice napadejo gostitelja, vplivajo na uspešnost zatiranja (Ebssa in sod., 2004b).

## 4.3 ČAS IN POGOSTOST NANAŠANJA TER OBSTOJNOST ENTOMOPATOGENIH OGORČIC

Entomopatogene ogorčice so po nanosu izpostavljene okoljskim dejavnikom, kot so UV sevanje, nizka ali visoka vsebnost vlage v tleh, ekstremne temperature in podobno. Ti dejavniki lahko negativno vplivajo na njihovo obstojnost in učinkovitost. Vrste ali rase entomopatogenih ogorčic, ki imajo zadovoljivo učinkovitost pri zatiranju cvetličnega resarja, lahko kar nekaj dni učinkujejo na prostem. Eno tretiranje s temi ogorčicami lahko zadostuje za učinkovito zatiranje že v tleh zastopanih stadijev cvetličnega resarja. Pozna druga stopnja ličinke resarja, ki preide v tla in tam začne proces zabubljenja, postane žrtev ogorčic. V eni od raziskav v laboratoriju so ugotovili, da lahko ogorčice uspešno zatirajo resarje najmanj 6 dni po nanosu, ne da bi pri tem izgubile učinkovitost. Nanašati jih moramo dovolj zgodaj, da preprečimo razvoj odraslega osebka, saj lahko sicer prileze na površje. Potreba po večkratnem nanosu ogorčic je odvisna od obstojnosti ogorčic in števila osebkov cvetličnega resarja v tleh.

V raziskavi leta 2005 so Belay in sod. testirali obstojnost vrst *Heterorhabditis bacteriophora* in *Steinernema carpocapsae* po nanosu, in sicer pri 200 in 400 IL/cm<sup>2</sup>. Ličinke druge stopnje cvetličnega resarja so izpostavili ogorčicam tretji, šesti, deveti in dvanajsti dan po nanosu. Na splošno je vrsta *H. bacteriophora* povzročila večjo smrtnost resarjev, v primerjavi z vrsto *S. carpocapsae*. Obe vrsti sta bili prisotni vsaj 6 dni po nanosu, smrtnost resarjev pa je bila od 76 do 37,8 %. Pri poznejši izpostavitvi ličink druge stopnje resarja je bila smrtnost škodljivca čedalje manjša. V drugem poskusu so preučevali, kakšen vpliv imata obe vrsti ogorčic pri koncentracijah 200 in 400 IL/cm<sup>2</sup>. Ogorčici v obeh koncentracijah so dodajali 10., 15. in 20. dan po izpostavitvi ličink druge stopnje cvetličnega resarja. Ugotovili so, da je bilo zatiranje z ogorčico *H. bacteriophora* najučinkovitejše pri zgodnejšem nanosu (10 dni) pri 400 IL/cm<sup>2</sup>,

pri vrsti *S. feltiae* pa so ugotovili večjo smrtnost škodljivca pri nanosu 15 in 20 dni po izpostavitvi resarja ne glede na koncentracijo (Belay in sod., 2005).

#### 4.4 VPLIV VLAGE V TLEH

Ustrezna vlaga v tleh lahko vpliva na boljšo učinkovitost ogorčic. Preživetje in premikanje ogorčic sta odvisna od proste vode, ki se nahaja med talnimi delci. Pri nizki vlagi v tleh je zavrtlo premikanje in preživetje ogorčic. Lahko pride tudi do njihove izsušitve. Visoka vlažnost tal ogorčicam onemogoči, da bi našle gostitelja, ker so vse zračne pore zalite z vodo.

V laboratorijskem poskusu so ugotavljali vpliv stopnje zasičenosti tal z vodo na učinkovitost entomopatogenih ogorčic, in sicer pri 67, 78 in 88 % zasičenosti. Primerjali so dve vrsti, in sicer *Heterorhabditis indica* in *Steinernema bicornutum* pri koncentraciji 100 in 400 IL/cm<sup>2</sup>. Pri višji vsebnosti vlage v tleh so ugotovili boljšo učinkovitost obeh vrst. Najboljše delovanje ogorčic je bilo pri 88 % stopnji zasičenosti tal z vodo. Pri nižji koncentraciji ogorčic (100 IL/cm<sup>2</sup>) je bila smrtnost resarjev 44 %, pri višji (400 IL/cm<sup>2</sup>) pa 60 % (Ebbsa in sod., 2004a).

#### 4.5 PRIMERJAVA ENTOMOPATOGENE OGORČICE *Steinernema feltiae* IN ENTOMOPARAZITSKE OGORČICE *Thripinema nicklewoodi*

Entomoparazitske ogorčice so v primerjavi z entomopatogenimi ogorčicami obligatni paraziti, ki povzročajo sterilnost resarjev, ne pa njihove hitre smrti (Laznik in Trdan, 2008). V raziskavi leta 2006 so ugotavljali uspešnost zatiranja s komercialnim sredstvom z aktivnim biološkim agensom *Steinernema feltiae* ter s spuščanjem entomoparazitske ogorčice *Thripinema nicklewoodi* na krizantemah. *S. feltiae* so nanegli foliarno (tarčni prvi in drugi stadij ličinke cvetličnega resarja) ter kombinirali foliarno in talno (zatiranje tudi talnih stadijev predbube in bube) apliciranje. Foliarno zatiranje je bilo precej neuspešno, infektivne ličinke *S. feltiae* so na listih kmalu propadle, le nekatere so preživele do 48 ur znotraj cvetov in cvetnih brstov. Tiste, ki so preživele so zelo težko našle gostitelja in ga okužile, saj so ličinke resarjev precej majhne. Tudi v kombinaciji s talnim nanosom ogorčice ni bilo povečanega učinka zatiranja cvetličnega resarja. Razlog bi lahko bil prenizka koncentracija nematod (uporabili so nižje koncentracije v primerjavi s prejšnjimi študijami) ali prenizka pogostost apliciranja.

V primerjavi s *S. feltiae* parazitska nematoda *T. nicklewoodi* okužuje cvetličnega resarja, ki se nahaja znotraj cvetov in odprtih brstov. Na rastlino so nanegli dva z nematodo parazitiranega resarja. Zaradi zelo slabega prenosa parazitiranega cvetličnega resarja na zdravega cvetličnega resarja ter počasne smrti gostitelja (nematode zavirajo populacijo s sterilizacijo osebkov), je bila uspešnost zatiranja v enem razvojnem krogu pridelka neuspešna. Kasnejše raziskave so pokazale, da je parazitiranje učinkovito le, če so uporabili enormno količino parazitiranih resarjev, ki so okužili zdrave resarje (Arthurs in Heinz, 2006).

#### 4.6 PRIMERJAVA OGORČICE *Steinernema feltiae* IN ŠKROPLJENJA Z ABAMEKTINOM NA KUMARAH

Leta 2007 je bil v Sloveniji izveden poskus v rastlinjaku, kjer so primerjali učinkovitost entomopatogene ogorčice *S. feltiae* in insekticida z aktivno snovjo abamektin pri foliarnem zatiranju ličink in odraslih osebkov cvetličnega resarja na kumarah. Učinkovitost ogorčice je bila precej visoka, v primerjavi s prejšnjimi študijami. To pripisujejo večkratnemu in zgodnejšemu nanosu suspenzije ogorčic (2500 infektivnih ličink/ml, devetkratno apliciranje). Uspešnejše zatiranje resarja je omogočila tudi velika površina listov kumar, saj lahko nanesemo večjo količino suspenzije in posledično več ogorčic. Tudi abamektin (12,5 ml/100m<sup>2</sup>, trikratno apliciranje) je bil zelo učinkovit. Slabost njegove uporabe je, da deluje tudi na naravne sovražnike cvetličnega resarja. Dokazano je bilo, da negativno deluje na plenilske pršice in plenilske stenice. Z obema metodama so uspešno omejili obseg poškodb, in sicer pod 10 % listne površine. Devetkratno škropljenje s suspenzijo ogorčic je bilo v učinkovitosti primerljivo s trikratnim škropljenjem z insekticidom abamektin (Trdan in sod., 2007).

#### 4.7 SOČASNA UPORABA ENTOMOPATOGENIH OGORČIC IN PLENILSKE PRŠICE *Amybyseius cucumeris*

Idealno biotično varstvo bi bilo, če bi zatirali nadzemske in v tleh živeče stadije cvetličnega resarja. Za zatiranje nadzemskih stadijev resarja lahko uporabimo plenilske stenice iz družine Anthororidae in plenilske pršice iz družine Phytoseiidae. Vendar visoka temperatura in nizka vlaga v rastlinjakih zmanjšuje učinkovitost zatiranja, resarju omogoči ugodno okolje za razmnoževanje. Zadostna stopnja nanosa entomopatogenih ogorčic vpliva na uspešno zatiranje v tleh živečih stadijev.

V enem od poskusov v rastlinjaku so preučevali učinkovitost zatiranja cvetličnega resarja s plenilsko pršico *Amybyseius cucumeris* (Oudemans), Acarina, Phytoseiidae, z entomopatogeno ogorčico *Heterorhabditis bacteriophora* in s kombinacijo obeh vrst. Za gostiteljsko rastlino so izbrali fižol (*Phaseolus vulgaris* L.). Plenilska pršica *Amybyseius cucumeris* napada ličinke prve stopnje cvetličnega resarja. Sposobnost plenjenja imajo prva in druga stopnja nimfe ter odrasel osebek. Rezultati so pokazali, da je pri vseh treh načinih uporabe prišlo do zmanjšane števila resarjev. Najboljši rezultati so se pokazali pri vnosu 10 plenilskih pršic in 200 IL/cm<sup>2</sup> ogorčic na rastlino. Smrtnost resarjev je bila v tem primeru 83 % ter znatno večja kot pri samostojni uporabi ogorčice in pršice. Ta študija je dokazala, da je lahko sočasna uporaba entomopatogenih ogorčic in plenilskih pršic učinkovit način zatiranja tako nadzemskih stadijev kot tudi v tleh živečih stadijev resarja (Ebbsa in sod, 2006).

## 5 SKLEP

Zaradi vse večjega pomena pridelave varne hrane v svetu in pri nas pridobivajo na pomenu okoljsko sprejemljivi načini zatiranja škodljivih organizmov. V tej zvezi se povečuje pomen biotičnega varstva rastlin, kjer se uporabljajo naravni sovražniki, antagonisti in kompetitorji, s katerimi je mogoče do določene mere zmanjšati številčnost ali obseg pojava škodljivih organizmov na rastlinah.

Opravljenih je bilo že veliko raziskav na temo uporabe entomopatogenih ogorčic pri zatiranju cvetličnega resarja. Rezultati nekaterih so bili bolj, drugih manj vzpodbudni. Cvetlični resar je zgled polifagnega škodljivca, ki napada okoli 250 vrst gojenih rastlin (Reitz, 2009). Njegovo kemično varstvo je težko zaradi posebnega razvojnega kroga, poleg tega je škodljivec sposoben hitro pridobiti odpornost na insekticide. Uspešna alternativa kemičnemu varstvu je uporaba entomopatogenih ogorčic iz družin Steinernematidae in Heterorhabditidae. Te uspešno zatirajo talne stadije in nadzemske cvetličnega resarja (Ebbsa in sod., 2004a).

V raziskavi leta 2001 so ugotovili, da so bile proti cvetličnemu resarju najbolj učinkovite vrste *S. feltia*, *S. carpocapsae* in *H. bacteriophora*. Potrebna je bila koncentracija 400 IL/cm<sup>2</sup> za zadostno smrtnost v tleh živečih stadijev cvetličnega resarja. Smrtnost pozne druge stopnje ličinke je bila 60 %, 80 % pa smrtnost predbube in bube (Ebbsa in sod., 2001). Leta 2003 so rezultati pokazali večjo učinkovitost ogorčic iz družine Heterorhabditidae. Najboljša učinkovitost je bila potrjena pri vrsti *H. indica*. (Ebbsa in sod., 2003). Globina zabubljenja resarja ima tudi vpliv na učinkovitost entomopatogenih ogorčic. Če namreč ogorčice ne dosežejo globine predbub in bub, je zatiranje resarja neučinkovito (Ebbsa in sod., 2004b).

Tudi čas nanosa ogorčic je izjemnega pomena, saj so po nanosu ogorčice izpostavljene okoljskim dejavnikom. Negativen vpliv na ogorčice ima lahko UV sevanje, visoka ali nizka vsebnost vlage v tleh, ekstremne temperature in podobno. Poleg tega je pomembno, da jih naneseemo preden se buba razvije v odrasel imago in prileze na površje. Ugotovljeno je bilo, da ogorčice uspešno zatirajo resarje najmanj 6 dni po nanosu, ne da bi pri tem izgubile infektivnost. Potreba po večkratnem nanosu ogorčic je odvisna od obstojnosti ogorčic in številčnosti cvetličnega resarja v tleh (Belay in sod., 2005).

Preživetje in premikanje ogorčic je tudi odvisno od proste vode, ki se nahaja med talnimi delci. Ugotovljeno je bilo, da ogorčice najbolje delujejo pri 88 % stopnji zasičenosti tal z vodo (Ebbsa in sod., 2004a).

V raziskavi leta 2007 so preučevali uspešnost varstva cvetličnega resarja s foliarnim nanosom entomopatogene ogorčice *Steinernema feltiae* ter insekticida z aktivno snovjo abamektin. Učinkovitost ogorčice je bila precej visoka, v primerjavi s prejšnjimi študijami. To pripisujejo večkratnemu in zgodnejšemu nanosu suspenzije ogorčic ter veliki površini listov kumar. Tudi abamektin je bil zelo učinkovit, vendar negativno vpliva na naravne sovražnike cvetličnega resarja. Z obema metodama so uspešno omejili obseg poškodb, in sicer pod 10 % listne površine. Devetkratno škropljenje s suspenzijo ogorčic je bilo v učinkovitosti primerljivo s trikratnim škropljenjem z insekticidom abamektin (Trdan in sod., 2007).

Entomopatogene ogorčice lahko tudi kombiniramo z drugimi vrstami naravnih sovražnikov, da še povečamo učinkovitost zatiranja. V eni od študij so preučevali učinkovitost sočasnega zatiranja cvetličnega resarja s plenilsko pršico *Amblyseius cucumeris* in entomopatogeno ogorčico *Heterorhabditis bacteriophora*. Najboljši rezultati so bili ugotovljeni pri vnosu 10 plenilskih pršic in pri koncentraciji 200IL/cm<sup>2</sup> ogorčice *H. Bacteriophora*. Smrtnost resarja je bila v tem primeru 83 % ter znatno višja od samostojne uporabe ogorčic in pršic (Ebbsa in sod., 2006).

Prednost entomopatogenih ogorčic v prvi vrsti je ta, da so okolju prijaznejše ter predstavljajo uspešno alternativo kemičnim sredstvom. Pri pravočasni aplikaciji ter zadostni koncentraciji infektivnih ličink uspešno zatirajo talne in nadzemne stadije cvetličnega resarja. Poleg tega so specifične, povzročijo hitro smrt gostitelja in ne delujejo na netarčne organizme.

Na drugi strani je njihova slabost občutljivost na abiotične dejavnike. Podrobno moramo poznati bionomijo posamezne ogorčice ter njen način zatiranja posameznega škodljivca. Ogorčice so občutljive na temperaturo, sevanje, vlago v tleh, tip tal in globino tal, kar predstavlja omejujoče dejavnike varstva rastlin.

Za biotično zatiranje cvetličnega resarja imamo v Sloveniji na voljo pripravke na podlagi glive *Beauveria bassiana*, ki je na seznamu registriranih sredstev ter 3 biotične pripravke, ki jih trži podjetje Metrob d.o.o. Pripravka Nemasys® in Nemaplus® vsebujeta aktivno snov entomopatogeno ogorčico *S. feltiae*, pripravek Nemasys GROWN YOUR OWN pa ogorčici *S. carpocapsae* in *S. feltiae*. Za vse vrste resarjev (Thysanoptera) obstajata dva biotična pripravka na podlagi plenilske pršice *Neoseiulus cucumeris*, imenujeta se Thripex in Thripex-plus (UVHVVR, 2016).

## 6 VIRI

- Arthurs S., Heinz M. K. 2006. Evaluation of the nematodes *Steinernema feltiae* and *Thripinema nicklewoodi* as biological control agents of western flower thrips (*Frankliniella occidentalis*) infesting chrysanthemum. *Biocontrol Science and Technology*, 16, 2: 141-155
- Askary H. T., And-Elgawad M. M. M. 2017. Beneficial nematodes in agroecosystems: A global perspective. V: *Biocotrol agents entomopathogenic and slug parasitic nematodes*. Abd-Elgawad M. M. M., Askary H. T., Coupland J. (ur). Wallingford, CABI: 3-20
- Belay D., Ebssa L., Borgemeister C. 2005. Time and frequency of application of entomopathogenic nematodes and their persistence for control of western flower thrips (*Frankliniella occidentalis*). *Nematology*, 7, 4: 611-622
- Chandel S. Y., Sharma K. P. 2013. Entomopathogenic nematodes – a review. *Agri. Reviews*, 34, 3: 163-175
- Coupland J., Abd-Elgawad M. M. M., Askary H. T. 2017. Beneficial nematodes and the changing scope of crop protection. V: *Biocotrol agents entomopathogenic and slug parasitic nematodes*. Abd-Elgawad M. M. M., Askary H. T., Coupland J. (ur). Wallingford, CABI: 26-42
- Diagnostic protocols for regulated pests PM 7/11(1). *OEPP/EPPO Bulletin*, 32: 281-292
- Ebssa L., Borgemeister C., Berndt O., Poehling H. 2001. Efficacy of Entomopathogenic nematodes against Soil-Dwelling Life Stages of Western Flower Thrips, *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae). *Journal of Invertebrate Pathology*, 78: 119-127
- Ebssa L., Borgemeister C., Poehling H.-M. 2003. Effectiveness of different species/strains of entomopathogenic nematodes for control of western flower thrips (*Frankliniella occidentalis*) at various concentrations, host densities and temperatures. *Biological Control*, 29: 145-154
- Ebssa L., Borgemeister C., Poehling H.-M. 2004a. Effect of post-application irrigation and substrate moisture on the efficacy of entomopathogenic nematodes against western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*. *Entomologia experimentalis et applicata*, 112: 65-72
- Ebssa L., Borgemeister C., Semrau J., Poehling H.-M. 2004b. Efficacy of entomopathogenic nematodes against western flower thrips (*Frankliniella occidentalis*) at different pupation depths. *Nematology*, 6, 4: 495-505

- Ebbsa L., Borgemeister C., Poehling H. 2006. Simultaneous application of entomopathogenic nematodes and predatory mites to control western flower thrips (*Frankliniella occidentalis*). *Biological Control*, 39: 66-74
- EPPO Standards. Eppo A1 in A2 lists of pests recommended for regulation as quarantine pests PM 1/2(26). 2017: 18 str.
- FITO-INFO: Slovenski informacijski sistem za varstvo rastlin. Ljubljana, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, Uprava RS za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin  
<http://spletni2.furs.gov.si/FFS/REGSR/index.htm> (26. 10. 2017)
- Laznik Ž., Trdan S. 2008. Entomopatogene in entomofilne ogorčice – naravni sovražniki resarjev (Thysanoptera). *Acta agriculturae Slovenica*, 91: 213-226
- Laznik Ž., Trdan S. 2017. Compatibility between Entomopathogenic nematodes and Phytopharmaceuticals. V: Biocotrol agents entomopathogenic and slug parasitic nematodes. Abd-Elgawad M. M. M., Askary H. T., Coupland J. (ur). Wallingford, CABI: 581-595
- Laznik Ž., Vidrih M., Trdan S. 2012. The effects of different fungicides on the viability of entomopathogenic nematodes *Steinernema feltiae* (Filipijev), *S. carpocapsae* Weiser and *Heterorhabditis downesi* Stock, Griffin & Burnell (Nematoda: Rhabditida) under laboratory conditions. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 72, 1: 62-67
- Melanšek U. 2007. Učinkovitost entomopatogene ogorčice *Steinernema feltiae* [Filipjev] (Rhabditida: Steinernematidae) za zatiranje cvetličnega resarja (*Frankliniella occidentalis* [Pergande]) (Thysanoptera, Thripidae) na kumarah. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 32 str.
- Milevoj L. 2011. Biotično zatiranje škodljivcev v zavarovanih prostorih. Ljubljana, Fitosanitarna uprava Republike Slovenije: 84 str.
- Ogada A. P., Maiss E., Poehling H.-M. 2013. Influence of tomato spotted wilt virus on performance and behaviour of western flower thrips (*Frankliniella occidentalis*). *Journal of Applied Entomology*, 137: 488-498
- Reitz R. S. 2009. Biology and ecology of western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae): the making of a pest. *Florida Entomologist*, 92, 1: 7-13
- Shapiro-Ilan I. D., Gouge H. D., Piggott J. S., Fife P. J. 2005. Application technology and environmental considerations for use of entomopathogenic nematodes in biological control. *Biological Control*, 38: 124-133
- Trdan S. 1999. Bionomija cvetličnega resarja (*Frankliniella occidentalis* [Pergande], Thysanoptera) v Sloveniji. Magistrsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 101 str.



- Trdan S. 2016. Resarji in prenos tospovirusov z resarji. V: Prenosi rastlinskih virusov 1. Mavrič I., Širca S. (ur). Ljubljana, KIS: 33-46
- Trdan S., Bergant K., Jenser G. 2003. Monitoring of western flower thrips (*Frankliniella occidentalis* [Pergande], Thysanoptera) in the vicinity of greenhouses in different climatic conditions in Slovenia. *Agricultura*, 2: 1-6
- Trdan S., Žnidarčič D., Vidrih M. 2007. Control of *Frankliniella occidentalis* on glasshouse-grown cucumbers: an efficacy comparison of foliar application of *Steinernema Feltiae* and spraying with abamectin. *Russian Journal of Nematology*, 15, 1: 25-34
- UVHVVR. Seznam komercialnih proizvodov za biotično varstvo rastlin in podjetij, ki imajo dovoljenje za trženje teh proizvodov v RS. Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano.  
[http://www.uvhvvr.gov.si/si/delovna\\_podrocja/zdravje\\_rastlin/bioticno\\_varstvo\\_rastlin\\_v\\_sloveniji/](http://www.uvhvvr.gov.si/si/delovna_podrocja/zdravje_rastlin/bioticno_varstvo_rastlin_v_sloveniji/) (28. 12. 2016)
- Western flower thrips. Pacific Pests and Pathogens Fact Sheet.  
[http://www.pestnet.org/fact\\_sheets/western\\_flower\\_thrips\\_183.htm](http://www.pestnet.org/fact_sheets/western_flower_thrips_183.htm) (26. 10. 2017)

## **ZAHVALA**

Zahvaljujem se mentorju prof. dr. Stanislavu Trdanu za njegovo strokovno pomoč in spodbudo ter usmerjanje pri nastajanju diplomskega seminarja.

Zahvaljujem se celotni družini, fantu in prijateljem, da so me podpirali pri študiju ter mi stali ob strani.