

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Alenka ZUPANČIČ

**LABORATORIJSKO PREUČEVANJE
UČINKOVITOSTI ENTOMOPATOGENIH OGORČIC
(Rhabditida) ZA ZATIRANJE PISANE STENICE
(*Eurydema ventrale* Kolenati, Heteroptera,
Pentatomidae)**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2008

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Alenka ZUPANČIČ

**LABORATORIJSKO PREUČEVANJE UČINKOVITOSTI
ENTOMOPATOGENIH OGORČIC (*Rhabditida*) ZA ZATIRANJE
PISANE STENICE (*Eurydema ventrale* Kolenati, Heteroptera,
Pentatomidae)**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

**LABORATORY RESEARCH ON EFFICACY OF
ENTOMOPATHOGENIC NEMATODES (*Rhabditida*) AGAINST
CABBAGE STINK BUG (*Eurydema ventrale* Kolenati, Heteroptera,
Pentatomidae)**

GRADUATION THESIS
University studies

Ljubljana, 2008

Diplomsko delo je zaključek univerzitetnega študija kmetijstva - agronomije. Opravljeno je bilo v entomološkem laboratoriju na Katedri za entomologijo in fitopatologijo Oddelka za agronomijo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Osebke pisane stenice (*Eurydema ventrale* Kolenati) smo nabrali na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani.

Študijska komisija Oddelka za agronomijo je za mentorja diplomskega dela imenovala doc. dr. Stanislava Trdana.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednica: prof. dr. Katja VADNAL
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Odd. za agronomijo

Član: doc. dr. Stanislav TRDAN
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Odd. za agronomijo

Član: prof. dr. Jože OSVALD
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Odd. za agronomijo

Datum zagovora:

Naloga je rezultat lastnega raziskovalnega dela. Podpisana se strinjam z objavo svoje naloge v polnem tekstu na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je naloga, ki sem jo oddala v elektronski obliki, identična tiskani verziji.

Alenka ZUPANČIČ

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

- ŠD Dn
DK UDK 632.754.1:595.754:632.651:632.937(043.2)
KG laboratorijske raziskave/entomopatogene ogorčice/*Steinernema feltiae*/*Steinernema carpocapsae*/*Heterorhabditis bacteriophora*/pisana stenica/*Eurydema ventrale*/učinkovitost/biotično varstvo
KK AGRIS H01/H10
AV ZUPANČIČ, Alenka
SA TRDAN, Stanislav (mentor)
KZ SI-1111 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo
LI 2008
IN LABORATORIJSKO PREUČEVANJE UČINKOVITOSTI
ENTOMOPATOGENIH OGORČIC (Rhabditida) ZA ZATIRANJE PISANE
STENICE (*Eurydema ventrale* Kolenati, Heteroptera, Pentatomidae)
TD Diplomsko delo (univerzitetni študij)
OP XI, 39, [3] str., 21 sl., 2 pril., 35 vir.
IJ sl
JI sl/en
AL V laboratorijskem poskusu smo preučevali učinkovitost treh vrst entomopatogenih ogorčic (*Steinernema carpocapsae*, *Steinernema feltiae* in *Heterorhabditis bacteriophora*) za zatiranje pisane stenice (*Eurydema ventrale*). Učinkovitost entomopatogenih ogorčic smo ugotavljali na ličinkah in odraslih osebkih pisane stenice pri treh različnih temperaturah (15, 20 in 25 °C) in treh različnih koncentracijah (200, 1.000 in 2.000 infektivnih ličink na osebek). Smrtnost obeh razvojnih stadijev pisane stenice smo ugotavljali 2., 4. in 7. dan po aplikaciji entomopatogenih ogorčic. Vrsta *S. carpocapsae* je bila bolj učinkovita pri višji temperaturi. Pri 15 °C in 20 °C je boljšo učinkovitost pri zatiranju ličink pisane stenice pokazala vrsta *S. feltiae*. Pri koncentraciji 2.000 infektivnih ličink na osebek smo ugotovili največjo smrtnost osebkov pisane stenice.

KEY WORDS DOCUMENTATION

- DN Dn
DC UDC 632.754.1:595.754:632.651:632.937(043.2)
CX laboratory research/entomopathogenic nematodes/*Steinernema feltiae*/*Steinernema carpocapsae*/*Heterorhabditis bacteriophora*/cabbage stink bug/*Eurydema ventrale*/efficacy/biological control
CC AGRIS H01/H10
AU ZUPANČIČ, Alenka
AA TRDAN, Stanislav (supervisor)
PP SI-1111 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Agronomy
PY 2008
PI LABORATORY RESEARCH ON EFFICACY OF ENTOMOPATHOGENIC NEMATODES (Rhabditida) AGAINST CABBAGE STINK BUG (*Eurydema ventrale* Kolenati, Heteroptera, Pentatomidae)
DT Graduation Thesis (University studies)
NO XI, 39, [3] p., 21 fig., 2 ann., 35 ref.
LA sl
AL sl/en
AB Three entomopathogenic nematode species, *Steinernema carpocapsae*, *Steinernema feltiae* and *Heterorhabditis bacteriophora*, were tested in a laboratory bioassay with the aim of studying their activity in controlling cabbage stink bug (*Eurydema ventrale*). Efficacy of entomopathogenic nematodes were tested in two different developmental stages (larva and adult) at three different temperatures (15, 20, and 25 °C) and concentrations (200, 1,000, and 2,000 IJs/individual). Mortality of both stages of cabbage stink bugs was determined 2, 4 and 7 days after application. *S. carpocapsae* was more efficient at higher temperatures, whereas at 15 as well as at 20 °C. *S. feltiae* showed better activity against the larvae of the pest under research. At 2,000 infective juveniles/individual the highest mortality of cabbage stink bug was established.

KAZALO VSEBINE

	str.
Ključna dokumentacijska informacija	III
Key words documentation	IV
Kazalo vsebine	V
Kazalo slik	VII
Kazalo prilog	X
Okrajšave in simboli	XI
1 UVOD	1
1.1 POVOD ZA RAZISKAVO	1
1.2 NAMEN RAZISKAVE	1
1.3 DELOVNA HIPOTEZA	1
2 PREGLED OBJAV	2
2.1 SISTEMATIKA ENTOMOPATOGENIH OGORČIC	2
2.1.1 Deblo Nemata	2
2.1.1.1 <i>Steinernema carpocapsae</i> (Weiser)	3
2.1.1.2 <i>Steinernema feltiae</i> (Filipjev)	3
2.1.1.3 <i>Heterorhabditis bacteriophora</i> (Poinar)	3
2.1.2 Razlike med družinama Steinernematidae in Heterorhabditidae	3
2.1.3 Razvojni krog entomopatogenih ogorčic	4
2.1.4 Učinkovitost entomopatogenih ogorčic pri parazitiranju	7
2.1.5 Dejavniki preživetja entomopatogenih ogorčic	7
2.1.5.1 Vpliv abiotičnih dejavnikov	8
2.1.5.2 Vpliv biotičnih dejavnikov	8
2.1.5.3 Gibanje ogorčic	9
2.1.6 Odnosi med ogorčicami in žuželkami	9
2.2 SISTEMATIKA SIMBIONTSKIH BAKTERIJ	9
2.2.1 Rod <i>Xenorhabdus</i>	9
2.2.2 Rod <i>Photorhabdus</i>	10
2.2.3 Razlike med rodovoma <i>Xenorhabdus</i> in <i>Photorhabdus</i>	10
2.2.4 Odnosi med entomopatogenimi ogorčicami in simbiotskimi bakterijami	10
2.3 SISTEMATIKA PISANE STENICE	11
2.3.1 Red Heteroptera	11
2.3.1.1 Pisana stenica (<i>Eurydema ventrale</i> Kolenati)	11
2.3.2 Razvojni krog pisane stenice	12
2.3.3 Gostiteljske rastline pisane stenice	12
2.3.4 Poškodbe na gostiteljskih rastlinah	13
2.3.5 Zatiranje kapusovih stenic	13

2.4	ZELJE	15
2.4.1	Pridelovalne razmere	15
2.4.1.1	Podnebni in talni dejavniki	15
2.4.1.2	Gnojenje	15
2.4.1.3	Presežek in pomanjkanje hranil	16
2.4.1.4	Kolobar	16
2.4.2	Pridelek zelja in delitev sort glede na čas pobiranja	16
2.4.3	Pridelek in skladiščenje	17
3	MATERIALI IN METODE	18
3.1	ENTOMOPATOGENE OGORČICE	18
3.1.1	Meritev koncentracije ogorčic	18
3.2	PISANA STENICA (<i>Eurydema ventrale</i> Kolenati)	19
3.3	POTEK RAZISKAVE	19
3.4	STATISTIČNA ANALIZA	19
4	REZULTATI	22
4.1	SKUPINSKA ANALIZA UČINKOVITOSTI ENTOMOPATOGENIH OGORČIC	22
4.1.1	Smrtnost pisane stenice glede na vrsto entomopatogenih ogorčic	22
4.1.2	Smrtnost pisane stenice glede na temperaturo	23
4.1.3	Smrtnost pisane stenice glede na njen razvojni stadij	24
4.1.4	Smrtnost pisane stenice glede na koncentracijo suspenzije entomopatogenih ogorčic	25
4.1.5	Smrtnost pisane stenice glede na dan po aplikaciji entomopatogenih ogorčic	26
4.2	INDIVIDUALNA ANALIZA UČINKOVITOSTI ENTOMOPATOGENIH OGORČIC	27
4.2.1	Smrtnost ličink pisane stenice pri 15 °C	27
4.2.2	Smrtnost ličink pisane stenice pri 20 °C	28
4.2.3	Smrtnost ličink pisane stenice pri 25 °C	29
4.2.4	Smrtnost odraslih osebkov pisane stenice pri 15 °C	30
4.2.5	Smrtnost odraslih osebkov pisane stenice pri 20 °C	31
4.2.6	Smrtnost odraslih osebkov pisane stenice pri 25 °C	32
5	RAZPRAVA IN SKLEPI	33
6	POVZETEK	35
7	VIRI	37
	ZAHVALA	
	PRILOGE	

KAZALO SLIK

	str.
Slika 1 Infektivne ličinke entomopatogenih ogorčic pod mikroskopom (foto: T. Lakatos).	5
Slika 2 Razvojni krog entomopatogenih ogorčic (Koppenhöfer in Kaya, 2002).	6
Slika 3 Poškodbe kapusovih stenic (<i>Eurydema</i> spp.) na mladem listu zelja (foto: S. Trdan).	13
Slika 4 Ličinke pisane stenice (<i>Eurydema ventrale</i>) na poškodovani vehi zelja (foto: S. Trdan).	14
Slika 5 Imaga pisane stenice (<i>Eurydema ventrale</i>) med parjenjem (foto: S. Trdan).	14
Slika 6 Komercialni pripravki treh vrst entomopatogenih ogorčic (foto: H. Rojht).	18
Slika 7 Gojitvene posodice z osebki pisane stenice po različnih obravnavanjih (foto: S. Trdan).	20
Slika 8 Ličinka pisane stenice (<i>Eurydema ventrale</i>) na listu zelja v gojitveni posodici (foto: S. Trdan).	20
Slika 9 Gojitvena komora v entomološkem laboratoriju (foto: S. Trdan).	21
Slika 10 Ličinka pisane stenice (<i>Eurydema ventrale</i>), poginula zaradi napada entomopatogenih ogorčic (foto: S. Trdan).	21
Slika 11 Smrtnost pisane stenice (<i>Eurydema ventrale</i>) po aplikaciji treh vrst entomopatogenih ogorčic. Različne črke (a, b, c) označujejo statistično značilne razlike med vrstami pri $P < 0,05$. Podatki so korigirani z Abbottovo formulo (SF – <i>Steinernema feltiae</i> , SC – <i>Steinernema carpocapsae</i> , HB – <i>Heterorhabditis bacteriophora</i>).	22
Slika 12 Smrtnost pisane stenice (<i>Eurydema ventrale</i>) po aplikaciji entomopatogenih ogorčic pri treh različnih temperaturah. Različne črke (a, b, c) označujejo statistično značilne razlike med različno temperaturo pri $P < 0,05$. Podatki so korigirani z Abbottovo formulo (SF – <i>Steinernema feltiae</i> , SC – <i>Steinernema carpocapsae</i> , HB – <i>Heterorhabditis bacteriophora</i>).	23

- Slika 13 Smrtnost dveh razvojnih stadijev pisane stenice (*Eurydema ventrale*) po aplikaciji entomopatogenih ogorčic. Različne črke (a, b, c) označujejo statistično značilne razlike med stadijema pri $P < 0,05$. Podatki so korigirani z Abbottovo formulo (SF – *Steinernema feltiae*, SC – *Steinernema carpocapsae*, HB – *Heterorhabditis bacteriophora*). 24
- Slika 14 Smrtnost pisane stenice (*Eurydema ventrale*) po aplikaciji treh različnih koncentracij suspenzije entomopatogenih ogorčic. Različne črke (a, b, c) označujejo statistično značilne razlike med koncentracijami pri $P < 0,05$. Podatki so korigirani z Abbottovo formulo (SF – *Steinernema feltiae*, SC – *Steinernema carpocapsae*, HB – *Heterorhabditis bacteriophora*). 25
- Slika 15 Smrtnost pisane stenice (*Eurydema ventrale*) po aplikaciji entomopatogenih ogorčic glede na dan po aplikaciji. Različne črke (a, b, c) označujejo statistično značilne razlike med dnevi po aplikaciji pri $P < 0,05$. Podatki so korigirani z Abbottovo formulo (SF – *Steinernema feltiae*, SC – *Steinernema carpocapsae*, HB – *Heterorhabditis bacteriophora*). 26
- Slika 16 Smrtnost ličink pisane stenice (*Eurydema ventrale*) pri 15 °C, 2., 4. in 7. dan po aplikaciji s tremi različnimi koncentracijami entomopatogenih ogorčic. Podatki so korigirani z Abbottovo formulo (DPA – dan po aplikaciji, SF – *Steinernema feltiae*, SC – *Steinernema carpocapsae*, HB – *Heterorhabditis bacteriophora*). 27
- Slika 17 Smrtnost ličink pisane stenice (*Eurydema ventrale*) pri 20 °C, 2., 4. in 7. dan po aplikaciji s tremi različnimi koncentracijami entomopatogenih ogorčic. Podatki so korigirani z Abbottovo formulo (DPA – dan po aplikaciji, SF – *Steinernema feltiae*, SC – *Steinernema carpocapsae*, HB – *Heterorhabditis bacteriophora*). 28
- Slika 18 Smrtnost ličink pisane stenice (*Eurydema ventrale*) pri 25 °C, 2., 4. in 7. dan po aplikaciji s tremi različnimi koncentracijami entomopatogenih ogorčic. Podatki so korigirani z Abbottovo formulo (DPA – dan po aplikaciji, SF – *Steinernema feltiae*, SC – *Steinernema carpocapsae*, HB – *Heterorhabditis bacteriophora*). 29
- Slika 19 Smrtnost odraslih osebkov pisane stenice (*Eurydema ventrale*) pri 15 °C, 2., 4. in 7. dan po aplikaciji s tremi različnimi koncentracijami entomopatogenih ogorčic. Podatki so korigirani z Abbottovo formulo (DPA – dan po aplikaciji, SF – *Steinernema feltiae*, SC – *Steinernema carpocapsae*, HB – *Heterorhabditis bacteriophora*). 30

- Slika 20 Smrtnost odraslih osebkov pisane stenice (*Eurydema ventrale*) pri 20 °C, 2., 4. in 7. dan pri po aplikaciji s tremi različnimi koncentracijami entomopatogenih ogorčic. Podatki so korigirani z Abbottovo formulo (DPA – dan po aplikaciji, SF – *Steinernema feltiae*, SC – *Steinernema carpocapsae*, HB – *Heterorhabditis bacteriophora*). 31
- Slika 21 Smrtnost odraslih osebkov pisane stenice (*Eurydema ventrale*) pri 25 °C, 2., 4. in 7. dan po aplikaciji s tremi različnimi koncentracijami entomopatogenih ogorčic. Podatki so korigirani z Abbottovo formulo (DPA – dan po aplikaciji, SF – *Steinernema feltiae*, SC – *Steinernema carpocapsae*, HB – *Heterorhabditis bacteriophora*). 32

KAZALO PRILOG

- PRILOGA A: Smrtnost ličink pisane stenice (*Eurydema ventrale*) po tretiranju z različnimi koncentracijami entomopatogenih ogorčic pri 15, 20 in 25 °C na 2., 4. in 7. dan. Podatki so korigirani z Abbattovo formulo.
- PRILOGA B: Smrtnost odraslih osebkov pisane stenice (*Eurydema ventrale*) po tretiranju z različnimi koncentracijami entomopatogenih ogorčic pri 15, 20 in 25 °C na 2., 4. in 7. dan. Podatki so korigirani z Abbattovo formulo.

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

sod.	sodelavci
IJs	infektivne ličinke
oz.	oziroma

1 UVOD

1.1 POVOD ZA RAZISKAVO

Tržne pridelave kapusnic ni brez ustreznih varstvenih ukrepov pred boleznimi, škodljivci in pleveli. Integrirano varstvo vključuje biotično zatiranje škodljivih organizmov, kemično pa le na podlagi pragov gospodarske škode. Biotično varstvo uporablja žive organizme ali njihove produkte za preprečevanje škode škodljivih organizmov na gojenih rastlinah. Pri varstvu kapusnic pred škodljivci je pomembno varovanje in spodbujanje koristnih vrst. Te pa lahko varujemo le, če jih poznamo (Milevoj, 1999).

Pisana stenica (*Eurydema ventrale* Kolenati) se v Sloveniji pojavlja na različnih vrstah kapusnic. Navadno je bolj škodljiva na mladih rastlinah. Ob močnejšem napadu stenic je bila pri nas doslej redna praksa njihovo zatiranje s kemičnimi insekticidi. V želji po čim manjši uporabi insekticidov smo preučili učinkovitost entomopatogenih ogorčic za biotično zatiranje pisane stenice. Entomopatogene ogorčice v zvezi s pisano stenico pri nas še niso bile preučene.

Naše delo je potekalo v laboratorijskih razmerah, kjer smo želeli preučiti delovanje treh vrst entomopatogenih ogorčic za zatiranje nadzemskega škodljivca kapusnic – pisane stenice. Nadzemske škodljivce kapusnic je v laboratorijskih razmerah že preučeval Žiga Laznik. Rezultate omenjene raziskave je leta 2006 predstavil v diplomski nalogi Laboratorijsko preučevanje učinkovitosti štirih vrst entomopatogenih ogorčic (*Rhabditia*) za zatiranje kapusovih bolhačev (*Phyllotreta* spp., Coleoptera, Chrysomelidae). Naše delo je v vsebinskem smislu nadaljevanje njegovega.

1.2 NAMEN RAZISKAVE

Namen raziskave je bil preučiti vpliv različnih okoljskih dejavnikov na učinkovitost delovanja treh vrst entomopatogenih ogorčic za zatiranje pisane stenice. Učinkovitost entomopatogenih ogorčic smo želeli preučiti pri različnih koncentracijah entomopatogenih ogorčic (0 ogorčic/ml [kontrola], 1.000 ogorčic/ml, 5.000 ogorčic/ml in 10.000 ogorčic/ml) in pri različnih temperaturah (15, 20 in 25 °C).

1.3 DELOVNA HIPOTEZA

Delovna hipoteza temelji na predpostavki, da med preučevanimi vrstami entomopatogenih ogorčic (*Steinernema carpocapsae*, *Steinernema feltiae* in *Heterorhabditis bacteriophora*) obstajajo razlike v delovanju na ličinke in odrasle osebkne pisane stenice. Predpostavljali smo, da na smrtnost preučevanih žuželk vplivata tudi koncentracija suspenzije entomopatogenih ogorčic in temperatura.

2 PREGLED OBJAV

2.1 SISTEMATIKA ENTOMOPATOGENIH OGORČIC

Po uveljavljeni sistematiki entomopatogene ogorčice uvrščamo v naslednje sistemske kategorije:

deblo: Nemata

razred: Secrenentea

podrazred: Rhabditia

red: Rhabditida

podred: Rhabditina

naddružina: Rhabditoidea

družina: Steinernematidae

rod: *Steinernema*

vrsta: *Steinernema feltiae* (Filipjev)

vrsta: *Steinernema carpocapsae* (Weiser).

družina: Heterorhabditidae

rod: *Heterorhabditis*

vrsta: *Heterorhabditis bacteriophora* (Poinar)

2.1.1 Deblo Nemata

Ogorčice so talni organizmi. V dolžino lahko merijo od 0,1 mm do nekaj metrov (Kaya in Köppenhöfer, 1999). Za svoj razvoj nujno potrebujejo vlago. So kozmopoliti, našli jih niso samo na Antarktiki. Nekatere ogorčice so prilagojene na življenje v ekstremnih razmerah. Živijo na kopnem, v sladki in tudi v slani vodi. Večina ogorčic je prostoživečih, nekatere pa so paraziti rastlin in živali, tudi žuželk (Gaugler, 2002).

Oblika telesa je podolgovata, bilateralno simetrična. Vrste se med seboj razlikujejo po obliki telesa. Njihovo telo je nečlenasto. Telesna stena, ki služi kot opora in varovalo pred mehanskimi in kemičnimi vplivi, je sestavljena iz kutikule in hipodermisa. Čvrsta telesna stena je izredno pomembna, saj ogorčice nimajo razvitih regeneracijskih sposobnosti. Ko se ličinke levijo, odvržejo zunanji del stare kutikule, pod njo pa se v hipodermisu hkrati oblikuje že nova kutikula. vzdolžno mišičje, ki se nahaja pod hipodermisom, omogoča ogorčicam zvijanje in premikanje telesa. Sprednji del je zaokrožen in na njegovem skrajnem delu je ustna odprtina. Navzven so usta obkrožena s šestimi ustnicami. Na vsaki ustnici se nahajajo ustnične papile. Papile in sete okoli ustnične odprtine imajo tipalno funkcijo. Ustna votlina se nadaljuje v prebavni trakt, ki je cevasto oblikovan. Razdeljen je na prednje, srednje in zadnje črevo ali rektum. Zadnji del se pri samicah konča z zadnjično odprtino, pri samcih pa s kloako, kjer so tudi spolne bradavice, ki služijo kot tipalni organ. (Gaugler, 2002).

Ogorčice imajo prebavni, razmnoževalni, mišični, žlezni in živčni sistem. Nimajo pa razvitih čutil za vid in sluh ter dihalnega in cirkulacijskega sistema. Nekatere ogorčice so

enospolni ali dvospolni organizmi, lahko pa se razmnožujejo tudi brez oploditve, s partenogenezo (Kaya in Koppenhöfer, 1999).

2.1.1.1 *Steinernema carpocapsae* (Weiser)

Odrasla ogorčica je dolga 558 μm , široka pa 25 μm . Infektivna ličinka je dolga od 438 do 650 μm , široka pa od 20 do 30 μm (Gaugler, 2002). Gostitelja išče pasivno, tako da se postavi na rep in počaka nanj. Ogorčica vstopa v gostitelja prek dihalne in zadnjične odprtine. Svojega gostitelja najučinkoviteje parazitira pri temperaturi od 22 do 28 °C (Gaugler, 1999). *Steinernema carpocapsae* je najbolj raziskana entomopatogena ogorčica. Je najbolj dostopna in zelo prilagodljiva vrsta. Enostavno se razmnožuje. Pripravki na podlagi te vrste so formulirani v skoraj suhem stanju; v takšni obliki so primerni za shranjevanje pri sobni temperaturi tudi več mesecev. Zelo dobro parazitira gosenice iz družine Pyralidae ter ličinke in bube iz družine Noctuidae (Peters, 1996; Gaugler, 1999; Koppenhöfer, 2000).

2.1.1.2 *Steinernema feltiae* (Filipjev)

Odrasla ogorčica je dolga 849 μm , široka pa 26 μm . Infektivna ličinka je dolga od 736 do 950 μm , široka pa od 22 do 29 μm (Gaugler, 2002). Svojega gostitelja parazitira tudi pri temperaturi nižji od 10 °C. Je najmanj stabilna vrsta iz rodu *Steinernema*, zato je njena življenjska doba v pripravkih zelo kratka (Gaugler, 1999). Infektivne ličinke uspešno parazitirajo ličinke dvokrilcev (Diptera) (Peters, 1996; Gaugler, 1999; Koppenhöfer, 2000).

2.1.1.3 *Heterorhabditis bacteriophora* (Poinar)

Odrasla ogorčica je dolga 588 μm , široka pa 23 μm . Infektivna ličinka je dolga od 512 do 671 μm , široka pa od 18 do 31 μm (Gaugler, 2002). Ogorčice so manj učinkovite pri parazitiranju, če temperatura tal pade pod 20 °C. Vrsta je slabo stabilna, zato je življenjska doba v pripravkih zelo kratka, po nanosu pa le nekaj dni (Gaugler, 1999). Svojega gostitelja išče aktivno. Uspešno parazitira gosenice in ličinke hroščev ter rilčkarje (Curculionidae) (Peters, 1996; Gaugler, 1999; Koppenhöfer, 2000).

2.1.2 Razlike med družinama Steinernematidae in Heterorhabditidae

Molekulske raziskave so pokazale, da ogorčice iz družin Steinernematidae in Heterorhabditidae niso v tesni filogenetski povezavi. Med družinama obstaja več razlik (Kaya in Koppenhöfer, 1999).

Prvi rod iz družine Heterorhabditidae so imagi hermafroditi, njihove infektivne ličinke pa nosijo simbiotsko bakterijo v srednjem črevesju. V družini Steinernematidae pa prvi rod predstavljajo samci in samice, njihove infektivne ličinke pa nosijo simbiotsko bakterijo v

posebnem črevesnem mehurčku. Infektivne ličinke družine Heterorhabditidae imajo simbiotsko bakterijo iz rodu *Xenorhabdus*, infektivne ličinke družine Steinernematidae pa imajo simbiotsko bakterijo iz rodu *Photorhabdus*. Infektivne ličinke obeh družin se lahko razvijejo v odrasle osebkke tudi brez prisotnosti simbiotskih bakterij (Kaya in Köpfernöhfer, 1999).

Infektivne ličinke iz družine Heterorhabditidae imajo v bližini ust zobu podoben izrastek, infektivne ličinke iz družine Steinernematidae pa tega nimajo. Samci iz prvega rodu družine Heterorhabditidae imajo burso in 9 ali pa tudi manj parov spolnih bradavic. Samci iz prvega rodu družine Steinernematidae pa burse nimajo, imajo pa 10 ali 11 parov spolnih bradavic in eno neparno spolno bradavico (Kaya in Köpfernöhfer, 1999).

2.1.3 Razvojni krog entomopatogenih ogorčic

V razvojnem krogu entomopatogenih ogorčic se zvrstijo naslednji razvojni stadiji: jajčece, ličinka, ki se navadno štirikrat levi, in odrasel osebek. Posebnost v razvoju entomopatogenih ogorčic je tretja larvalna stopnja, ki jo predstavljajo infektivne ličinke (slika 1). Te ličinke so prosto živeče. Zelo dobro so prilagojene na pomanjkanje hrane, tudi za dalj časa. Medtem črpajo energijo iz lastnih zalog. V sprednjem delu črevesja nosijo od 200 do 2.000 simbiotskih bakterij (Gaugler, 2002).

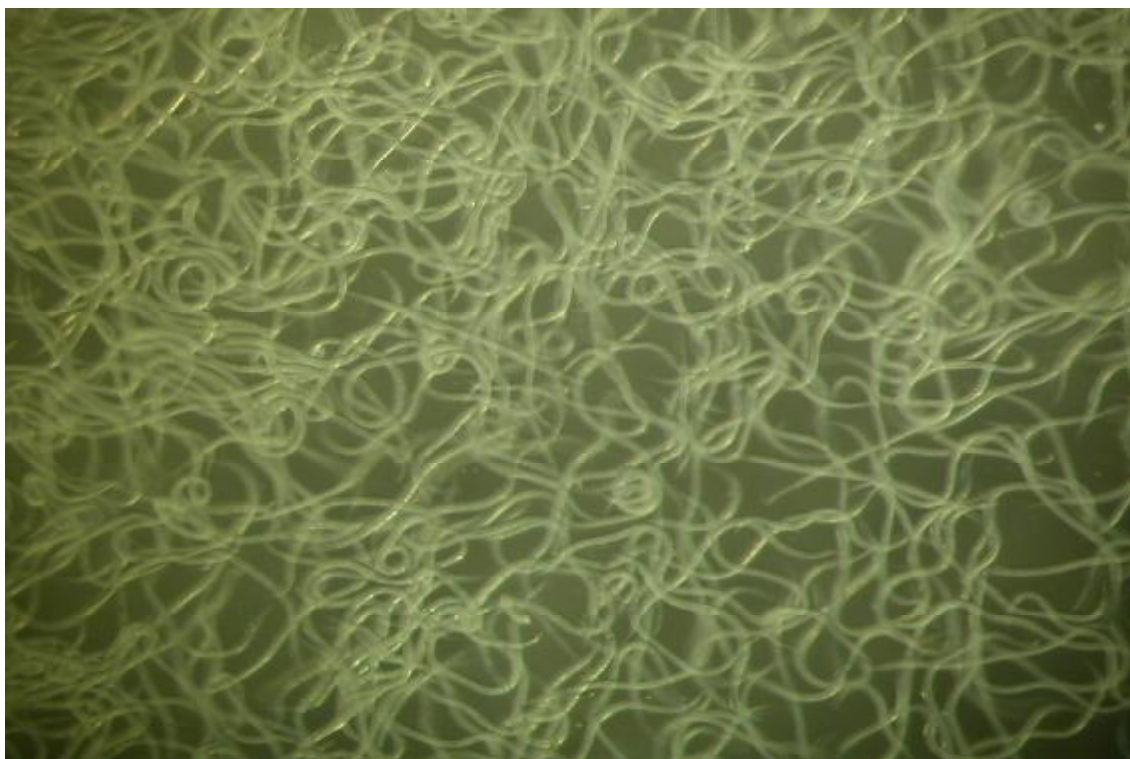
Infektivna ličinka preide v gostitelja prek naravnih odprtin (usta, zadnjična odprtina, traheje, kutikula). Ko doseže hemolimfo gostitelja, sprosti bakterije. Bakterije se v hemolimfi hitro razmnožujejo ter proizvajajo toksine in druge metabolite, ki pripomorejo k oslabitvi obrambnega mehanizma gostitelja. Gostitelj tako pogine v približno dveh dneh po vstopu infektivne ličinke (Gaugler, 2002). V hemolimfi so najugodnejše razmere za razmnoževanje ogorčic. V njej se inducira nadaljni razvoj infektivnih ličink. Aktivirajo se žrelo, prebavni trakt in izločevalni metabolizem (Ehlers, 2001).

Infektivne ličinke se v gostitelju začnejo hraniti z bakterijami in razgrajenim tkivom. Ličinke se naprej razvijejo v četrto larvalno stopnjo in nato v imago prvega rodu. Odrasli osebki se pariyo in samice odležejo jajčeca. Če hrane v gostitelju ni dovolj, se iz teh jajčec neposredno razvijejo infektivne ličinke. Kadar pa je hrane dovolj, se iz jajčec razvijejo ličinke prve larvalne stopnje. Ličinke se nato levijo v drugo, tretjo in četrto larvalno stopnjo, ta pa se razvije v imago drugega rodu. Ogorčice se lahko razmnožujejo v poginulem gostitelju toliko časa, dokler je hrane dovolj (Gaugler, 2002). Ogorčice lahko v gostitelju razvijejo do tri rodove (Kaya, 2000).

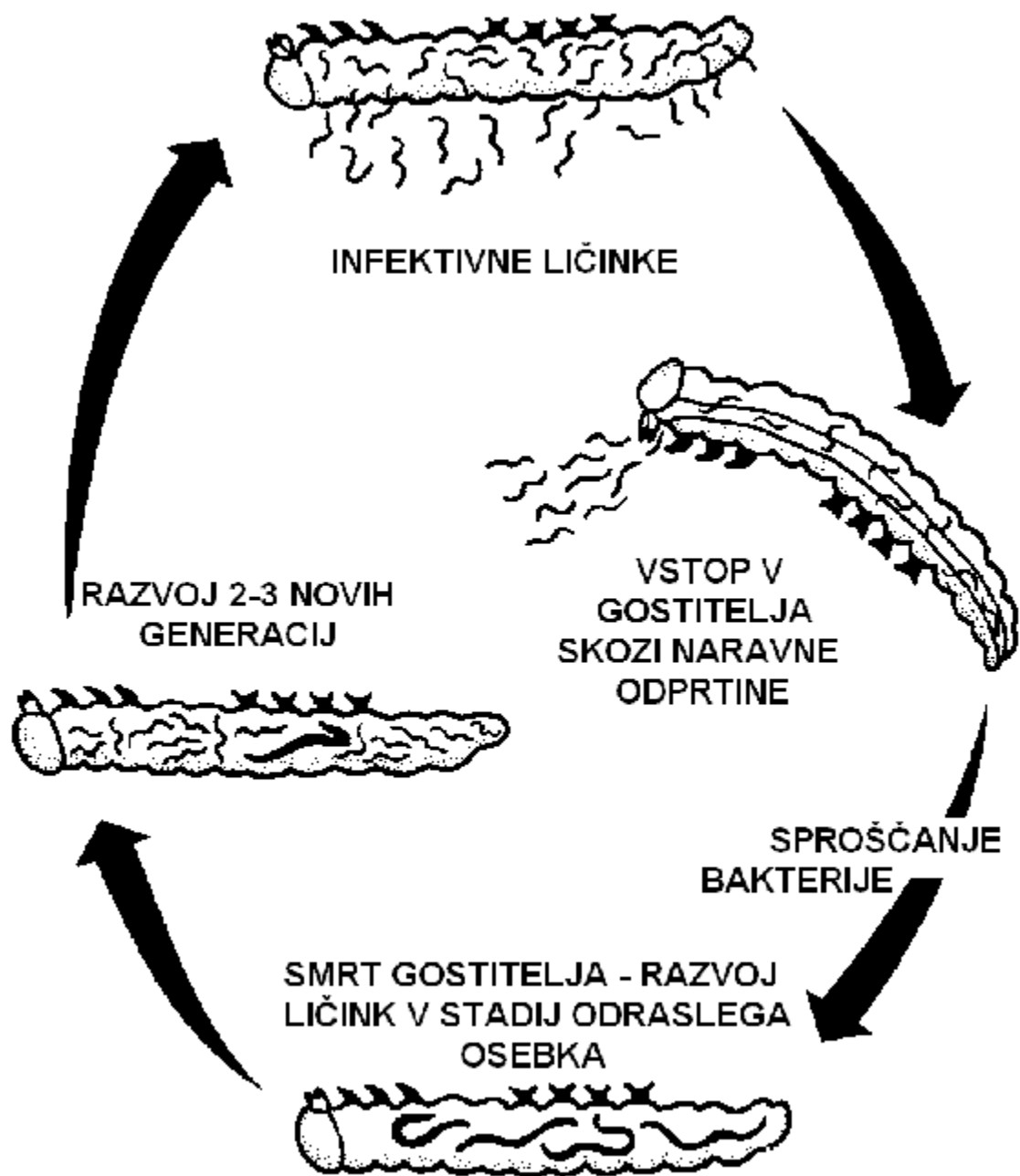
Ko predstavnikom drugega oz. tretjega rodu ogorčic v gostitelju zmanjkuje hrane, se ličinke druge larvalne stopnje prenehajo hraniti. V bakterijsko celico ali mehurček shranijo nekaj bakterij in se nato levijo v tretjo, infektivno larvalno stopnjo. Te zapustijo gostitelja in si poiščejo novega (Kaya, 2002).

Infektivne ličinke iz družine Steinernematidae v ugodnih razmerah zapustijo gostitelja od 6 do 11 dni po parazitiranju. Infektivne ličinke iz družine Heterorhabditidae pa zapustijo gostitelja od 12 do 14 po parazitiranju (Kaya in Koppenhöfer, 1999).

Za rod *Steinernema* je značilno, da se infektivne ličinke razvijejo v samce in samice. Infektivne ličinke iz rodu *Heterorhabditis* pa se razvijejo v samooplodne hermafrodite s fenotipom samice. Drugi rod pri obeh rodovih ogorčic predstavljajo samci in samice, ki se pariyo in oblikujejo tretji rod (Burnel in Stock, 2000).



Slika 1: Infektivne ličinke entomopatogenih ogorčic pod mikroskopom (foto: T. Lakatos).



Slika 2: Razvojni krog entomopatogenih ogorčic (Koppenhöfer in Kaya, 2002).

2.1.4 Učinkovitost entomopatogenih ogorčic pri parazitiranju

Uspešnost entomopatogenih ogorčic pri parazitiranju škodljivih organizmov je odvisna od več dejavnikov. Največ napak pri uporabi entomopatogenih ogorčic za zatiranje rastlinskih škodljivcev nastane zaradi slabega poznavanja biologije ogorčic in njihovega gostitelja. Za boljšo učinkovitost ogorčic moramo upoštevati več dejavnikov, kot so ustreznost gostitelja in okolja, način iskanja gostitelja, odpornost gostitelja pred bakterijsko okužbo in temperaturne zahteve ogorčic in gostitelja (Gaugler, 2002).

Učinkovitost entomopatogenih ogorčic pri parazitiranju je odvisna od sposobnosti preživetja infektivnih ličink. Na preživetje infektivnih ličink vpliva več dejavnikov. Zelo občutljive so na UV svetlobo in pomanjkanje vlage. Ob nanosu na talno površje jih v nekaj urah pogine do 50 %, naslednji dan jih pogine od 5 do 10 %, po šestih dneh jih preživi le 6 %. Ker imajo ogorčice nizko stopnjo preživetja, jih uporabljamo takrat, ko je škodljivec v tistem razvojnem stanju, ki je najbolj občutljiv za napad ogorčic (Smith, 1999).

Uspešnot ogorčic pri parazitiranju je odvisna tudi od prepoznavanja pravega gostitelja, kajti ogorčica lahko parazitira le enega gostitelja. Če parazitira neustreznega gostitelja, poti nazaj ni. Ko ogorčica najde in prepozna ustreznega gostitelja, mora premagati še obrambo gostitelja, potem šele lahko vstopi vanj. Okužba gostitelja z bakterijo ni zagotovljena samo z vdorom ličinke v gostitelja. Uspeh okužbe je odvisen tudi od odpornosti gostitelja na bakterije (Gaugler, 1999).

Najbolj dovzetne za napad entomopatogenih ogorčic so žuželke, ki vsaj del razvojnega kroga preživijo v tleh in žuželke, ki živijo v rastlinah. Pri zatiranju nadzemskih škodljivcev entomopatogene ogorčice niso tako uspešne, vendar pa med vrstami entomopatogenih ogorčic obstajajo razlike. Vrsta *Steinernema carpocapsae* je bolj učinkovita pri parazitiranju žuželk, ki živijo na talnem površju ali plitvo v tleh. Vrsta *Heterorhabditis bacteriophora* pa je bolj učinkovita pri zatiranju žuželk, ki živijo globoko v tleh (Lewis, 2000).

Infektivne ličinke, ki prve zapustijo gostitelja, v primerjavi z infektivnimi ličinkami, ki gostitelja zapustijo pozneje, so bolj uspešne pri iskanju novega gostitelja, prenesejo višjo temperaturo, vendar pa se slabše razporedijo po prostoru in so bolj občutljive na sušo (O'Leary in sod., 1998). Znano je tudi, da so entomopatogene ogorčice manj učinkovite pri parazitiranju v tleh z večjim deležem gline (Kamionek in sod., 1997).

2.1.5 Dejavniki preživetja entomopatogenih ogorčic

Dejavniki, ki imajo vpliv na življenje ogorčic, so lahko notranji (genetski, fiziološki, vedenjski dejavniki) in zunanji. Zunanje dejavnike delimo na abiotične (temperatura, vlaga, tekstura tal, UV sevanje, fitofarmaceutska sredstva) in biotične dejavnike. Ugodni biotični dejavniki za ogorčice ustvarjajo ustrezno okolje, v katerem ogorčica lahko preživi.

To sta tudi ustrezna prisotnost njihovih gostiteljev in rastlin. Biotični dejavniki so si med seboj lahko antagonistični (Gaugler, 2002).

2.1.5.1 Vpliv abiotičnih dejavnikov

Neugodne okoljske razmere preživijo ogorčice v dormantnem stanju, to je v diapavzi ali v stanju mirovanja. Pri diapavzi se razvoj organizma ustavi vse dotlej dokler niso ustvarjene določene razmere, četudi neugodne že minejo. Mirovanje pa je neobvezen odgovor organizma na neugodne okoljske dejavnike: metabolizem organizma se upočasni in ko neugodne razmere minejo, se povrne v prvotno stanje (Gaugler, 2002).

Pri ogorčicah ima samo infektivni stadij ličinke sposobnost, da preživi zunaj gostitelja. Ostale stadije preživijo ogorčice v gostitelju. Ta stadij je morfološko in fiziološko prilagojen, da preživi zunaj gostitelja, varuje pa tudi simbiotske bakterije, ki se hranijo v njegovem črevesju (Gaugler, 2002).

Vpliv temperature je odvisen od vrste ogorčic. Infektivne ličinke postanejo manj mobilne pri temperaturah, nižjih od 10 do 15 °C. Pri temperaturah, višjih od 30 do 40 °C pa niso več aktivne. Infektivne ličinke so najbolj učinkovite pri parazitiranju med 20 in 30 °C. Vrsti *Steinernema feltiae* pa najbolj ustreza temperatura med 12 in 25 °C (Koppenhöfer, 2000). Pri temperaturi, nižji od 0 °C in višji od 40 °C, večina ogorčic ne preživi. Infektivnim ličinkam najbolj ustreza temperatura med 5 in 15 °C. Pri višji temperaturi se ogorčicam poveča metabolna aktivnost in poraba energijske rezerve, s tem pa se skrajša njihova življenjska doba (Koppenhöfer in Kaya, 2001).

Ogorčice so zelo občutljive na UV sevanje. S poskusi so ugotovili, da je vrsta *Heterorhabditis bacteriophora* po 4 minutah izpostavljenosti svetlobi z valovno dolžino 302 nm izgubila sposobnost parazitiranja. Pri vrsti *Steinernema carpocapsae* so to lastnost ugotovili po 6 minutah (Smith, 1999). UV svetloba v nekaj minutah povzroči smrt ogorčice, zato je pomembno, da ogorčice uporabljamo za zatiranje škodljivcev zgodaj zjutraj ali zvečer, ko je sevanje najmanjše (Koppenhöfer, 2000).

Ogorčice za preživetje nujno potrebujejo vlago. V tleh se namreč učinkovito gibljejo le v vodnem filmu med zračnimi porami. Če se vodni film stanjša, je gibanje ogorčic omejeno. Zmerno vlažna tla so nujno potrebna za dobro delovanje ogorčic. Na površju rastlin lahko ogorčice preživijo le nekaj ur (Koppenhöfer, 2000).

2.1.5.2 Vpliv biotičnih dejavnikov

Sekundarni metaboliti, ki jih izločajo rastline, negativno vplivajo na infektivne ličinke pri iskanju gostitelja. Prisotnost teh snovi v gostitelju negativno vpliva na razmnoževanje ogorčic (Gaugler, 2002).

Vrstno in medvrstno tekmovanje ogorčic zmanjša življenjsko moč ogorčic. Pri vrstnem tekmovanju več infektivnih ličink parazitira enega gostitelja, pri tem lahko ogorčice fizično oslabijo (Koppenhöfer in Kaya, 2001). Medvrstno tekmovanje ogorčic z drugimi organizmi (virusi, bakterije, glive) je posredno tekmovanje. Organizmi ne tekmujejo med seboj, ampak za istega gostitelja (Smart, 1995).

Nematogene glive so naravni sovražniki ogorčic. Obe obliki gliv (plenilska in endoparazitska gliva) imata prilagodljive hife, s katerimi izčrpavajo telesni sok ogorčic (Gaugler, 2002).

2.1.5.3 Gibanje ogorčic

Ogorčice se v tleh gibljejo vertikalno in horizontalno. Po prostoru se razporedijo zelo neenakomerno, odvisno od vrste ogorčic. Vrsta *Heterorhabditis bacteriophora* se bolje razporedi po prostoru kot pa vrsti *Steinernema carpocapsae* in *Steinernema feltiae*. Vrsta *Steinernema carpocapsae* je v tleh v globini od 1 do 2 cm, vrsta *Heterorhabditis bacteriophora* pa v globini 8 cm (Kamionek in sod., 1997). Infektivne ličinke se po prostoru gibljejo aktivno ali pasivno. Pasivno se lahko gibljejo z dežjem, vetrom, zemljo, živalmi, ljudmi (Smart, 1995).

Infektivne ličinke lahko svojega gostitelja iščejo aktivno ali pa čakajo na mestu; lahko pa uporabljajo oba načina iskanja. Za vrsto *Steinernema carpocapsae* je značilno, da se zelo malo premika, zadržuje se blizu površja tal, postavi se na rep in tako počaka na mimoidočega gostitelja (Koppenhöfer in Kaya, 2002). Za vrsto *Heterorhabditis bacteriophora* je značilno, da se premika po prostoru in poišče gostitelja, ki se ne premika intenzivno (Gaugler, 2002). Vrsta *Steinernema feltiae* išče svojega gostitelja na oba načina. Nekaj časa išče gostitelja aktivno, nekaj časa pa čaka nanj (Kaya, 2000).

2.1.6 Odnosi med ogorčicami in žuželkami

Entomofilne ogorčice imajo z žuželkami parazitski odnos ali pa je odnos le naključen, brez vpliva na obe vrsti. Entomopatogene ogorčice imajo z žuželkami fakultativen ali obligaten parazitski odnos. Parazitski odnos je škodljiv za gostitelja. Parazitizem lahko povzroči sterilnost, zmanjša plodnost, skrajša življenjsko dobo, poslabša letalne sposobnosti, zavre razvoj ter povzroči druge vedenjske, fiziološke in morfološke napake. V večini primerov pa entomopatogene ogorčice povzročijo smrt gostitelja (Koppenhöfer in Kaya, 2001).

2.2 SISTEMATIKA SIMBIONTSKIH BAKTERIJ

Po uveljavljeni sistematiki uvrščamo simbiotske bakterije iz rodov *Xenorhabdus* in *Photorhabdus* v družino Enterobacteriaceae.

2.2.1 Rod *Xenorhabdus*

Celice bakterij so asporogene, paličaste oblike. Velike so 0,3-2 x 2-10 µm in so Gram negativne. So fakultativno anaerobne. Najugodnejša temperatura za rast je 28 °C in manj. Doslej so bakterije iz rodu *Xenorhabdus* našli samo v prebavnem traktu entomopatogenih ogorčic iz družine Steinernematidae in v gostiteljih teh ogorčic (Gaugler, 2002).

2.2.2 Rod *Photorhabdus*

Celice bakterij so asporogene, paličaste oblike. Velike so 0,5-2 x 1-10 µm in so Gram negativne. So fakultativno anaerobne. Najustreznejša temperatura za rast je 28 °C in manj. Premikajo se s pomočjo bička (Gaugler, 2002).

2.2.3 Razlike med rodovoma *Xenorhabdus* in *Photorhabdus*

Izolati rodu *Xenorhabdus* se svetijo, bakterije iz rodu *Photorhabdus* pa se ne svetijo. Bakterije iz rodu *Photorhabdus* so fotoluminiscenčne; ta lastnost se uporablja za determinacijo in določanje stopnje parazitiranosti žuželk z ogorčicami. Poginuli gostitelj, okužen z bakterijami iz rodu *Photorhabdus*, je rdeče ali škrlatne, oranžne, rumene, tudi zelene barve. Poginuli gostitelj, okužen z bakterijo iz rodu *Xenorhabdus*, pa je rumenorjave, oker, sive ali temno sive barve (Kaya, 2000).

2.2.4 Odnosi med entomopatogenimi ogorčicami in simbiotskimi bakterijami

Infektivne ličinke nosijo v svojem črevesju bakterijo. Odnos med njima je mutualističen. V tem odnosu imata oba osebka korist. Bakterije, ki so v mutualističnem odnosu z entomopatogenimi ogorčicami iz rodu *Heterorhabditis*, so iz rodu *Photorhabdus*. Bakterije, ki so v mutualističnem odnosu z entomopatogenimi ogorčicami iz rodu *Steinernema*, pa so iz rodu *Xenorhabdus*. Simbiotske bakterije preoblikujejo proteine gostitelja v snovi, kjer se ogorčice lahko razvijajo in razmnožujejo (Burnell in Stock, 2000). Bakterije iz rodu *Photorhabdus* in večina vrst iz rodu *Xenorhabdus* so patogene za žuželke, potem, ko pridejo v njihovo hemolimfo (Gaugler, 2002).

Infektivne ličinke nudijo bakterijam zaščito in bivališče v črevesju, saj bakterija ni sposobna preživeti v tleh. Ogorčice varujejo bakterije tudi pred antibakterijsko obrambo v gostitelju, saj se same ne morejo braniti. Tudi ogorčice so odvisne od bakterij. Bakterije hitro ubijejo gostitelja in s proizvodnjo antibiotikov ustvarijo ustrezno okolje za razvoj in razmnoževanje ogorčic. Bakterije tudi preoblikujejo tkivo gostitelja v hranila in tudi same predstavljajo vir hrane ogorčicam (Kaya in Köpkenhöfer, 1999).

2.3 SISTEMATIKA PISANE STENICE

Po uveljavljeni sistematiki uvrščamo pisano stenico v naslednje sistematske kategorije:

razred: Insecta

red: Heteroptera

družina: Pentatomidae

rod: *Eurydema*

vrsta: *Eurydema ventrale* (Kolenati).

2.3.1 Red Heteroptera

Red Heteroptera oz. stenic obsega več kot 25.000 vrst. Telo stenic je dorzoventralno sploščeno. Značilnost teh žuželk je trikotna oblika glave in neenaka zgradba vrhnjih kril. Prednja vrhnja krila so trdnejša, hitinizirana. Pravimo jim polpokrovke. Preostala vrhnja krila pa so opnasta. Zadnji par kril je v celoti opnast. Krila so zložena eno prek drugega in pokrivajo zadek (Maceljski, 2002). Za trikotno glavo se nahaja trapezast ovratnik. Med ovratnikom in pokrovkama pa je ščitek trikotne ali ovalne oblike. Na glavi je par tipalk, sestavljenih iz 4-5 členov (Gogala, 2003).

Ustni del je preoblikovan v rilček za bodenje in sesanje. Kadar mirujejo, je zložen pod trebušno stran (Maceljski, 2002). Zgrajen je iz parne sprednje in še drugih čeljusti (mandibule in 1. maksile), tako da sestavljajo bodalo z dvema kanaloma. Skozi zadnji kanal izbrizgavajo slino v tkivo in nato skozi sprednji kanal posejajo tekočo hrano v želodec. Bodalce obdaja večja neparna spodnja ustna, ki pa je pri vrhu pokrita z zgornjo ustno. Pri sesanju stenica zabode bodalce globoko v tkivo, spodnja ustna pa se odmakne od osrednjega bodalca. Elastičnost konice rilčka stenicam omogoča, da lahko sesajo po tkivu naprej, ne da bi ga izvlekle in ponovno zabodle (Gogala, 2003). Ustni aparat za bodenje in sesanje imajo odrasli osebki in ličinke (Milevoj, 2007).

Oblika nog je prilagojena različnim načinom življenja. Zgrajene so iz kratkega kolčka z obrtcom, stegenca, golenca in tričlenih stopalc. Številne vrste imajo smradne žleze, ki so posebnost stenic. Stenice omenjene izločke uporabljajo v primeru nevarnosti. Pomembne pa so tudi pri privabljanju spolnih partnerjev ali druženju osebkov nekaterih vrst v skupine (Gogala, 2003).

2.3.1.1 Pisana stenica (*Eurydema ventrale* Kolenati)

Stenica je temno rdeče barve z značilnimi črnimi lisami. Glava in noge so črne barve (Vrabl, 1992). V dolžino meri od 9 do 10 mm (Maceljski in sod., 2004), čeprav Sauer (1996) navaja, da je velika od 9 do 12 mm.

2.3.2 Razvojni krog pisane stenice

Kapusove stenice (*Eurydema* spp.) prezimijo kot odrasli osebki pod rastlinskimi ostanki. Prebudijo se že na začetku marca. Po parjenju (slika 5) samice odlagajo jajčeca na list, v dve vrsti po 6 jajčec (Maceljski in sod., 2004). Samice odlagajo jajčeca čez celo pomlad. Ena samica skupaj odloži od 60 do 80 jajčec (Maceljski in sod., 2004). Stenice imajo nepopolno preobrazbo, brez stadija bube (Gogala, 2003). Ličinke so podobne odraslim osebkom, najpogosteje imajo pet stopenj razvoja (Maceljski, 2002). Razvoj stenic od jajčec do odraslih osebkov traja 50 ali 60 dni. Septembra se odrasle stenice odpravijo na prezimovanje (Maceljski in sod., 2004). Diapavza je za stenice značilna v zmernem podnebju. Tedaj se presnova zniža na najmanjšo možno mero. V takšnem stanju prezimijo odrasle stenice (Gogala, 2003).

Pri sorodni stenici vrste *Eurydema rugosa* (Motschulsky) je hranjenje z bolj kakovostno hrano, s semeni križnic, znak, da se pripravlja na diapavzo. Tudi kratek dan izzove diapavzo, in sicer neodvisno od tega, ali se stenice hranijo s semenom ali z zelenimi deli križnic, ki so manj kakovostni (Numata in Yamamoto, 1990).

Jajčeca pri stenici *Eurydema ornata* (L.) so modrosiva, sodčkaste oblike in imajo dva črna prstana. Na vrhu jajčeca je pokrovček. Ličinke so svetlejšje (Tanasijević in Ilić, 1969).

Strokovnjaki imajo različna mnenja o številu rodov kapusovih stenic. Nekateri trdijo, da so bivoltilne, drugi pa, da so univoltine žuželke. Maceljski in sod. (2004) na primer navajajo, da imajo kapusove stenice dva rodova na leto. Vrabl (1992) pa je mnenja, da ima stenica *Eurydema oleracea* (L.) le en rod na leto. Stenica *Eurydema ventrale* ima dva rodova na leto. Prvi rod lahko opazimo v drugi polovici junija, drugi rod pa se pojavlja sredi avgusta. Nato se stenice pripravijo na prezimovanje (Tanasijević in Ilić, 1969).

Ikeda-Kikue in Numata (2001) ter Numata in Nakamura (2002) dokazujejo, da je stenica *Eurydema rugosa* lahko univoltilna ali bivoltilna vrsta. Število rodov te vrste je dvisno od tega, kakšno fenologijo imajo njene gostiteljske rastline. Stenice, ki so se hranile z rastlinami, ki zgodaj zaključijo z razvojem, so se v poskusu začele pripravljati na diapavzo. Stenice, ki so se hranile z rastlinami, ki so zelene prek cele rastne dobe, pa so se izognile diapavzi in so imele še drugi rod (Numata in Nakamura, 2002).

2.3.3 Gostiteljske rastline pisane stenice

Stenice iz družine Pentatomidae so fitofagne, so škodljivci gojenih rastlin (Maceljski, 2002). Pojavijo se v toplem in suhem vremenu. Napadajo vse vrste kapusnic. Redkeje napadejo solato, zeleno in krompir (Maceljski in sod., 2004). Stenice so škodljive tudi na oljni ogrščici in repici (Vrabl, 1992). Pojavljajo se tudi na beluših, okrasnih rastlinah in travah (Tanasijević in Ilić, 1969). Stenice vrste *Eurydema rugosa* delajo škodo na listih,

cvetovih in steblih. Poškodovani deli začnejo veneti in se sušiti. Še posebno rade imajo cvetove in mlade stroke (Schaefer in Panizzi, 2000).

2.3.4 Poškodbe na gostiteljskih rastlinah

S sesanjem na listih izzovejo pojav belih peg (sliki 2 in 3), ob močnejšem napadu stenic je list prosojen, perforiran. Znotraj teh peg je tkivo nekrotizirano. Ob močnejših poškodbah se list posuši, lahko pa tudi cela rastlina. Poškodbe so najobsežnejše na mladih rastlinah, med kalitvijo ali po presajanju. Pri močnejšem napadu škodljivcev so lahko poškodovani tudi starejši deli rastlin zelja ali drugih kapusnic (Maceljki, 2002). Kapusove stenice lahko poškodujejo zelje do te mere, da je tržna vrednost zeljnih glav zelo zmanjšana (Milevoj, 2003).

2.3.5 Zatiranje kapusovih stenic

Za zatiranje kapusovih stenic v Sloveniji trenutno ni registriranega insekticida (FITO-INFO, 2008) Še pred 16 leti pa je Vrabl (1992) za ustrezne pripravke za zatiranje pisane stenice navajal insekticide na podlagi triklorforma (dipterex), fentiona (lebaycid), fenitrotiona (fenitrotion), klorpirifosa (dursban), pirimifos metila (actellic) in piretroide.



Slika 3: Poškodbe kapusovih stenic (*Eurydema* spp.) na mladem listu zelja (foto: S. Trdan).



Slika 4: Ličinke pisane stenice (*Eurydema ventrale*) na poškodovani vehi zelja (foto: S. Trdan).



Slika 5: Imaga pisane stenice (*Eurydema ventrale*) med parjenjem (foto: S. Trdan).

2.4 ZELJE

Zelje (*Brassica oleracea* L. var. *capitata* L.) je med kapusnicami najbolj razširjena vrsta zelenjave. Pridelujemo ga zaradi užitnih listov v glavah. Najbolj razširjene vrste zelja sta belo zelje (*Brassica oleracea* L. var. *capitata* L. forma *alba*) in rdeče zelje (*Brassica oleracea* L. var. *capitata* L. forma *rubra*) (Osvald in Kogoj Osvald, 2005).

V tleh zelje razvije močno glavno korenino z velikim številom stranskih koreninic. Glavna korenina lahko seže do 1,5 m v globino. Nad tlemi razvije zelje kocen, ki je del stebela od korenine do glave. Glavo (terminalni popek) obkrožajo listi (vehe). V notranjosti glave je vreteno. Zelje je fakultativna enoletna rastlina, navadno pa dvoletna rastlina (Osvald in Kogoj Osvald, 2005). V prvem letu je pridelek primeren za prehrano, v drugem letu pa za pridelavo semena (Osvald in Kogoj Osvald, 1994). Zelje je tujeprašna rastlina. Cvet zelja je rumen. Plod imenujemo lusk. Seme zelja je drobno, rjavo do črno (Osvald in Kogoj Osvald, 2005).

2.4.1 Pridelovalne razmere

2.4.1.1 Podnebni in talni dejavniki

Zelje je glede toplote manj zahtevna vrtnina. Za vznik zadostuje že temperatura od 1 do 5 °C. Optimalna temperatura za vznik pa je 20 °C. Za rast in razvoj zelja je najustreznejša temperatura med 15 in 20 °C. Visoka temperatura neugodno vpliva na rast in razvoj zelja. Zelje potrebuje v obdobju oblikovanja glav visoko talno in zračno vlago. Vlažnost tal naj bi bila med 75 in 80 % poljske kapacitete tal za vodo. Relativna vlažnost zraka pa naj bi bila med 85 in 90 % (Osvald in Kogoj Osvald, 2005).

Za zelje so primerna globoka, dobro obdelana tla z veliko organske snovi. Lažja tla se spomladi hitreje ogrejejo in so primerna za zgodnje zelje. Težka tla pa bolje zadržujejo vlago, zato tam sadimo pozno zelje. Ustrezen pH tal je okrog 6,5 (Osvald in Kogoj Osvald, 2005). Tla pripravimo z jesensko globoko obdelavo, saj korenine zelja sežejo od 20 do 25 cm globoko. Spomladi pa tla le zravnamo in zrahljamo (Bajec 1988).

2.4.1.2 Gnojenje

Za učinkovitejše gnojenje je potrebna predhodna kemična analiza tal. Da ne pride do fizioloških motenj v rasti in razvoju zelja, je potrebno rastline uravnoteženo gnojiti. Jeseni tla pognojimo s 40 do 60 t hlevskega gnoja na hektar. Za zgodnje zelje spomladi dodamo 120 kg dušika (N), 51 kg fosforja (P_2O_5) in 200 kg kalija (K_2O) na hektar. Pri gojenju poznega zelja dodamo 200 kg N, 150 kg P_2O_5 , 300 kg K_2O , 300 kg CaO in 50 kg MgO na hektar. Zelje potrebuje največ hranil med intenzivno rastjo, to je v času zavijanja glav, nekje od 4 do 8 tednov po presajanju (Osvald in Kogoj Osvald, 2005).

2.4.1.3 Presežek in pomanjkanje hranil

Pri preobilnem gnojenju z dušikom se pri zelju razvijejo veliki listi z debelimi listnimi žilami. Razvijejo se rahle glave, listi so svetlo zeleni. Zelje pridobi grenak priokus. Pojavita se notranja gniloba in pokanje glav. Takšno zelje ni primerno za skladiščenje (Osvald in Kogoj Osvald, 2005). Presežek dušika podaljša rast, poslabša kakovost in zmanjša trpežnost rastlin (Bajec, 1988). Pri pomanjkanju dušika zelje slabše raste. Listi postanejo svetlejši, lahko se obarvajo škrlatno rdeče. Oblikujejo se manjše glave, ki niso zaželeno za trg (Osvald in Kogoj Osvald, 2005).

Kadar je fosforja v tleh preveč, se rdeče zelje ne obarva značilno rdeče. Rastline hitreje dozorevajo in prehitro zapirajo glave. Pridelek je tako nižji. Kadar fosforja primanjkuje, pa so listi sivozeleni ali značilno temno zeleni, celo škrlatno obarvani. Zelje oblikuje rahle in drobne glave. Kalij vpliva na čvrstost glav in boljšo obarvanost rdečega zelja. Če pa je kalija v tleh preveč, so glave preveč rahle. Pri premajhni količini kalija v tleh, so glave zelja slabo sklenjene. Pri pomanjkanju mikrohranil se zunanji listi obarvajo rumeno in začnejo odpadati (Osvald in Kogoj Osvald, 2005).

2.4.1.4 Kolobar

Zelje v kolobarju vedno sadimo na prvo mesto, saj zahteva dobro založenost tal s hranili in organsko snovjo. Zelje sadimo na isto mesto šele po treh ali štirih letih. Tako zmanjšamo širjenje bolezni in škodljivcev. Zelja ne sadimo za drugimi križnicami, saj imajo skupne škodljivce. Primerni predhodniki zelja so paradižnik, krompir, žita, fižol, grah, kumare in deteljno-travne mešanice. Zelje zelo izčrpava tla (Osvald in Kogoj Osvald, 1999).

2.4.2 Pridelek zelja in delitev sort glede na čas pobiranja

Seme sejemo na razdaljo 7 x 2 cm. Sadike s štirimi ali petimi listi presajamo na razdaljo 40 x 40 cm (63.000 rastlin na ha) pri zgodnjih sortah. Srednje pozne in pozne sorte sadimo na razdaljo 65 x 60 cm (26000 sadik na ha) (Osvald in Kogoj Osvald, 2005).

Za zgodnje pridelovanje zelja sejemo seme januarja in februarja v tople grede ali ogrevane rastlinjake. Konec marca in v začetku aprila sadike presajamo na stalno mesto. V juniju že pobiramo pridelek. Za zgodnje pridelovanje izberemo zgodnejše sorte (Osvald in Kogoj Osvald, 2005). Zgodnje sorte belega zelja od presajanja do tehnološke zrelosti potrebujejo od 50 do 70 dni. Zgodnje sorte rdečega zelja pa potrebujejo za doseg tehnološke zrelosti od 80 do 100 dni (Černe, 1998).

Za poletno pridelovanje sejemo seme v februarju in marcu na območja, ki so toplejša ali v delno ogrevane prostore. Konec aprila in v začetku maja sadike presajamo na stalno mesto. Pridelek pričakujemo od junija do avgusta. Za poletno pridelovanje izberemo zgodnje in

srednje zgodnje sorte (Osvald in Kogoj Osvald, 2005). Srednje zgodnje sorte belega zelja potrebujejo od presajanja do tehnološke zrelosti od 71 do 100 dni (Černe, 1998).

Za pozno poletno ali jesensko pridelovanje sejemo seme od aprila do junija v hladne gojitvene prostore (plastenjake, tunele). Sadike presajamo na prosto v juniju in juliju. Pridelek pobiramo septembra in oktobra. Izberemo sorte od srednje zgodnjih do poznih (Osvald in Kogoj Osvald, 2005). Srednje pozne sorte belega in rdečega zelja dozoriyo v 101 do 130 dneh. Pozne sorte belega in rdečega zelja potrebujejo do tehnološke zrelosti več kot 131 dni (Černe, 1998).

2.4.3 Pridelek in skladiščenje

Zelje pobiramo v tehnološki zrelosti, ko so njegove glave trde. Zgodnje sorte pobiramo ročno, pozne pa ročno ali strojno. Pridelek pospravljamo v suhem vremenu. Vse poškodovane in neskljenjene liste odstranimo. Pridelek zgodnjih sort je med 20 in 40 ton na hektar, pridelek poznih sort pa od 40 do 60 ton na hektar (Osvald in Kogoj Osvald, 2005).

Pridelek lahko skladiščimo v kletih in hladilnicah pri temperaturi od 0,5 do 2 °C in pri 80 do 85 % relativni zračni vlagi ali pa v hladilnicah z nadzorovano atmosfero. Zgodnje zelje skladiščimo od 1 do 2 mesecev, pozno pa zdrži od 7 do 8 mesecev. Med skladiščenjem zelja se izgubi 16 % mase zaradi gnitja, dihanja in sušenja zunanjih listov (Osvald in Kogoj Osvald, 2005).

V letu 2007 je bilo v Sloveniji z belim zeljem posejanih 711 hektarjev. Pridelek na teh zemljiščih je bil 20.486 ton, povprečni pridelek pa je znašal 28,8 ton na hektar (Krznar, 2008).

3 MATERIALI IN METODE

3.1 ENTOMOPATOGENE OGORČICE

Vrste entomopatogenih ogorčic *Steinernema feltiae*, *Steinernema carpocapsae* in *Heterorhabditis bacteriophora* smo za namen raziskave naročili pri podjetju Koppert b.v. na Nizozemskem. V poskus smo vključili biopripravek Larvanem, katerega aktivna snov so infektivne ličinke vrste *Heterorhabditis bacteriophora*, biopripravek Entonem, katerega aktivna snov so infektivne ličinke vrste *Steinernema feltiae* in biopripravek Capsanem, katerega aktivna snov so infektivne ličinke vrste *Steinernema carpocapsae*. V pakiranih enotah je bilo po 50 milijonov ogorčic vsake vrste. Ogorčice smo shranjevali v originalni embalaži v hladilniku pri temperaturi od 2 do 4 °C.



Slika 6: Komerčni pripravki treh vrst entomopatogenih ogorčic (foto: H. Rojht).

3.1.1 Meritev koncentracije ogorčic

V stekleno čašo smo dali 0,1 g pripravka, katerega aktivna snov so infektivne ličinke, in dodali 10 ml destilirane vode. To suspenzijo smo pustili na sobni temperaturi 1 uro. Na parafilm smo s pipeto prenesli 1 μ l suspenzije ogorčic in pod svetlobnim mikroskopom prešteli žive infektivne ličinke. To smo desetkrat ponovili in izračunali povprečno število živih infektivnih ličink v 1 μ l suspenzije. Iz podatkov smo nato izračunali koncentracijo ogorčic v suspenziji. Za želeno koncentracijo ogorčic v obravnavanju smo odmerili potrebno količino suspenzije.

3.2 PISANA STENICA (*Eurydema ventrale* Kolenati)

Odrasle osebkke (image) in ličinke pisane stenice smo nabirali na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani. Image in ličinke smo nalovili na zelju (*Brassica oleracea* L. var. *capitata* L.), ki spada med najustreznejše gostiteljske rastline preučevanega škodljivca.

3.3 POTEK RAZISKAVE

V entomološkem laboratoriju Katedre za entomologijo in fitopatologijo smo preučevali učinkovitost treh vrst entomopatogenih ogorčic (*Steinernema feltiae*, *Steinernema carpocapsae* in *Heterorhabditis bacteriophora*) za zatiranje pisane stenice (*Eurydema ventrale*).

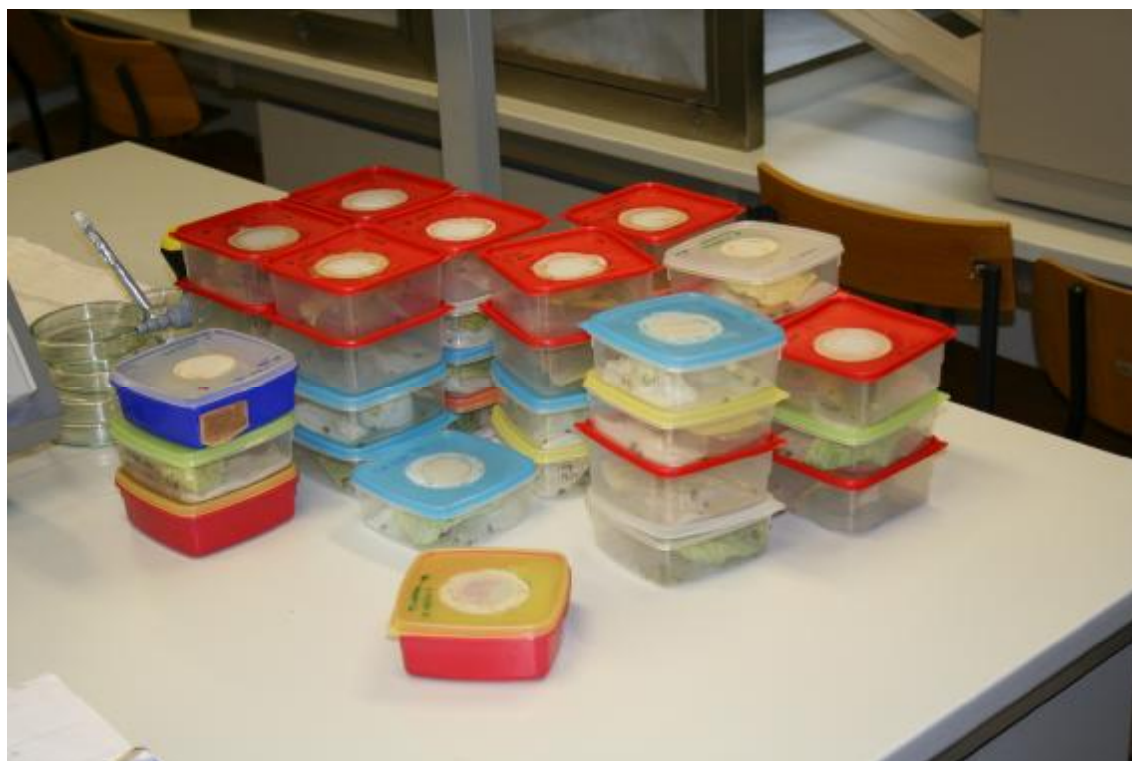
Poskus smo izvajali za vsako od treh vrst entomopatogenih ogorčic v štirih obravnavanjih (kontrola, 1.000 ogorčic/ml, 5.000 ogorčic/ml, 10.000 ogorčic/ml). V preračunu števila ogorčic na osebek škodljivca so znašale koncentracije suspenzije v posku 200, 1.000 in 2.000 ogorčic na osebek. Poskus z ličinkami pisane stenice smo izvedli v štirih ponovitvah. Poskus z odraslimi osebki iste vrste smo izvedli v dveh ponovitvah. Poskus smo izvajali pri različnih temperaturah (15, 20 in 25 °C). Vlažnost zraka v gojitveni komori je bila konstantna (95 %). Poskus je potekal v temi.

V vsako plastično gojitveno posodico (dimenzije 10 x 10 x 3,5 cm) (slika 7) smo namestili filtrilni papir in nanj nanесли 1 ml ustrezne koncentracije entomopatogenih ogorčic. V posodico smo nato dali list zelja, eppendorfovo tubo z destilirano vodo in 5 kapusovih stenic določenega razvojnega stadija (odrasli osebki, ličinke). Posodice smo pokrili s plastičnimi pokrovi, ki so imeli v sredini luknje za kroženje zraka. Luknjice so bile pokrite z gosto plastificirano mrežo. V kontrolnem obravnavanju smo v posodico nanесли le destilirano vodo, brez ogorčic.

Posodice smo namestili v gojitveno komoro (RH-900 CH, proizvajalec: Kambič, Semič) (slika 9) z določenimi abiotičnimi dejavniki. Stenice v posodicah smo spremljali sedem dni. Njihovo smrtnost (slika 10) smo ugotavljali drugi, četrti in sedmi dan po nanosu ogorčic.

3.4 STATISTIČNA ANALIZA

Pridobljene rezultate smo statistično obdelali (analiza variance, primerjava rezultatov povprečij z Duncanovim preizkusom mnogoterih primerjav pri $P < 0,05$) s programom Statgraphics Plus for Windows. Odstotek smrtnosti pisane stenice smo korigirali z uporabo Abbottove formule in sicer: Korigirana smrtnost (%) = $(1 - \text{število osebkov po tretiranju s preizkušnim pripravkom} / \text{število osebkov po tretiranju v kontroli})$



Slika 7: Gojitvene posodice z osebki pisane stenice po različnih obravnavanjih (foto: S. Trdan).



Slika 8: Ličinka pisane stenice (*Eurydema ventrale*) na listu zelja v gojitveni posodici (foto: S. Trdan).



Slika 9: Gojitvena komora v entomološkem laboratoriju (foto: S. Trdan).



Slika 10: Ličinka pisane stenice (*Eurydema ventrale*), poginula zaradi napada entomopatogenih ogorčic (foto: S. Trdan).

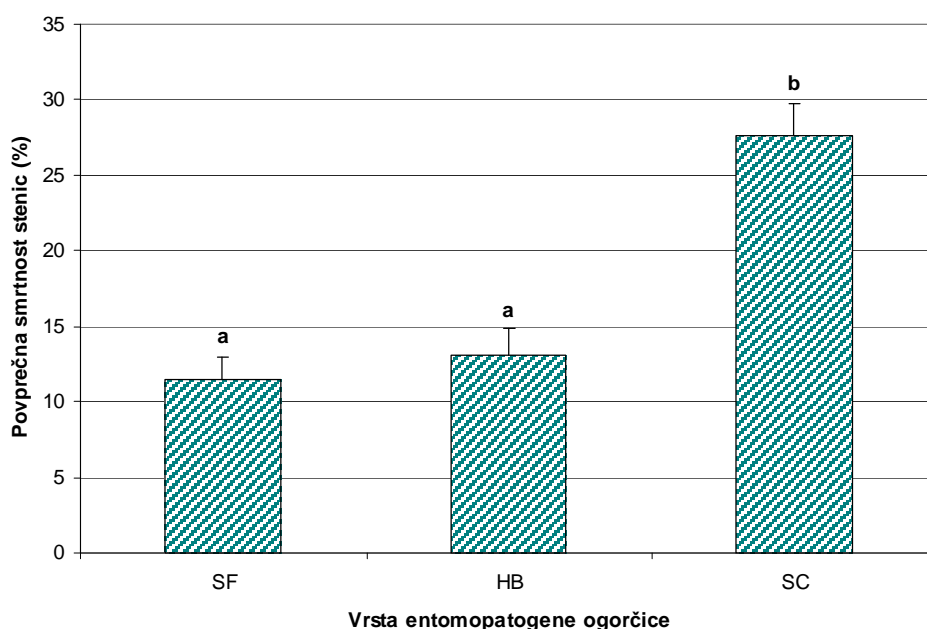
4 REZULTATI

4.1 SKUPINSKA ANALIZA UČINKOVITOSTI ENTOMOPATOGENIH OGORČIC

Analiza je pokazala statistično značilen vpliv koncentracije ogorčic ($P < 0,0001$), vrste ogorčic ($P < 0,0001$), temperature ($P = 0,0000$), razvojnega stadija stenice ($P < 0,0001$) in dneva po tretiranju ($P < 0,0001$) na odstotek smrtnosti osebkov pisane stenice (*Eurydema ventrale*).

4.1.1 Smrtnost pisane stenice glede na vrsto entomopatogenih ogorčic

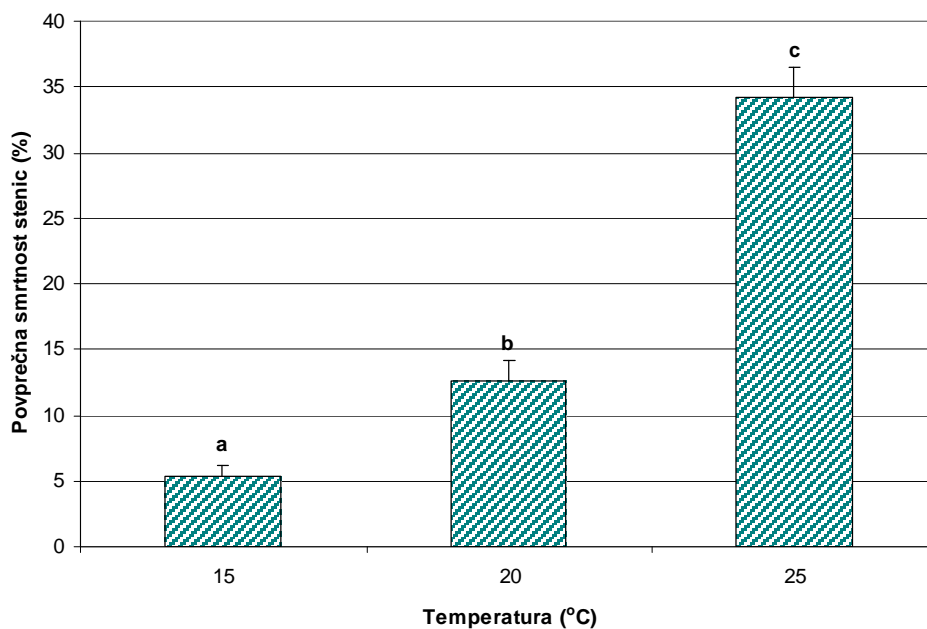
Med nekaterimi vrstami entomopatogenih ogorčic obstajajo signifikantne razlike v učinkovitosti pri zatiranju pisane stenice (slika 11). Statistično značilno najvišjo smrtnost stenic smo ugotovili pri aplikaciji entomopatogene ogorčice *Steinernema carpocapsae* ($27,61 \pm 2,14$ %), med vrstama *Steinernema feltiae* ($11,48 \pm 1,44$ %) in *Heterorhabditis bacteriophora* ($13,11 \pm 1,73$ %) pa nismo dokazali statistično značilnih razlik.



Slika 11: Smrtnost pisane stenice (*Eurydema ventrale*) po aplikaciji treh vrst entomopatogenih ogorčic. Različne črke (a, b, c) označujejo statistično značilne razlike med vrstami pri $P < 0,05$. Podatki so korigirani z Abbottovo formulo (SF – *Steinernema feltiae*, SC – *Steinernema carpocapsae*, HB – *Heterorhabditis bacteriophora*).

4.1.2 Smrtnost pisane stenice glede na temperaturo

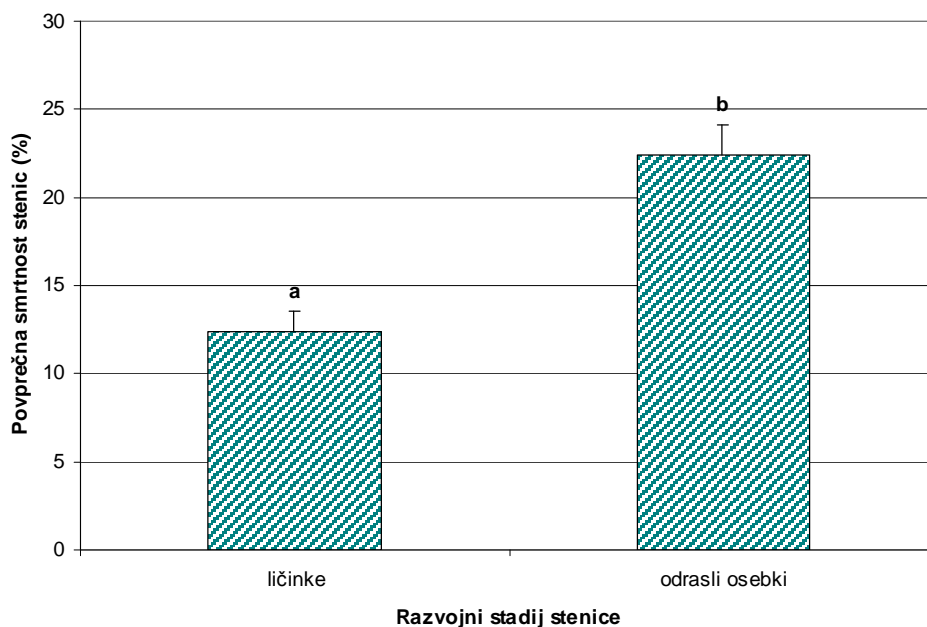
Med različnimi temperaturami smo ugotovili statistično značilne razlike v vplivu na smrtnost stenic (slika 12). Najvišja smrtnost stenic je bila ugotovljena pri 25 °C ($34,23 \pm 2,32$ %), ta pa se statistično razlikuje od 20 °C ($12,64 \pm 1,52$ %). Statistično najnižjo smrtnost stenic smo ugotovili pri 15 °C ($5,33 \pm 0,80$ %).



Slika 12: Smrtnost pisane stenice (*Eurydema ventrale*) po aplikaciji entomopatogenih ogorčic pri treh različnih temperaturah. Različne črke (a, b, c) označujejo statistično značilne razlike med različno temperaturo pri $P < 0,05$. Podatki so korigirani z Abbottovo formulo (SF – *Steinernema feltiae*, SC – *Steinernema carpocapsae*, HB – *Heterorhabditis bacteriophora*).

4.1.3 Smrtnost pisane stenice glede na njen razvojni stadij

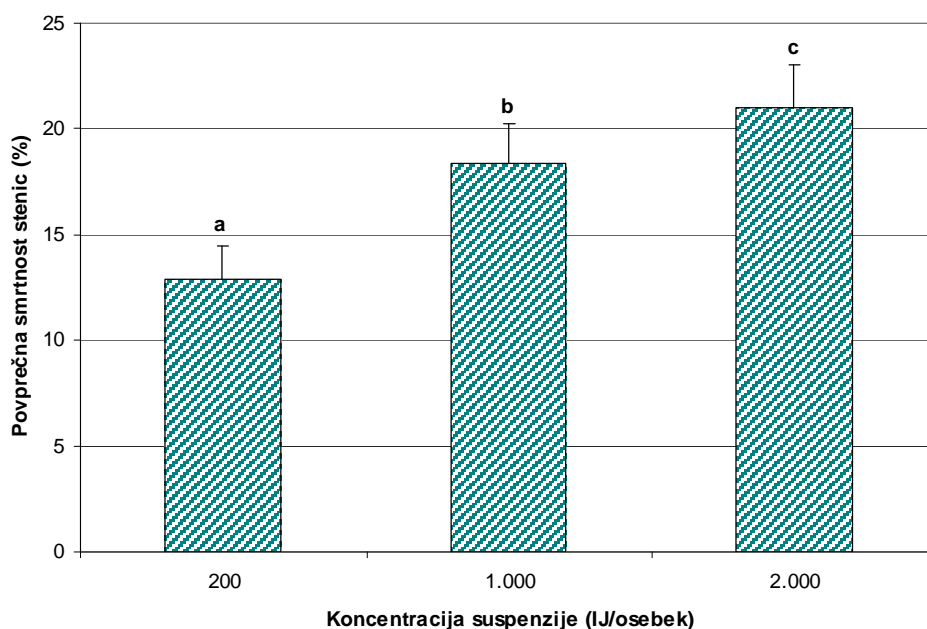
Med razvojnima stadijema ličinke in odraslega osebka smo potrdili statistično značilne razlike v občutljivosti na napad entomopatogenih ogorčic (slika 13). Pri stadiju odraslega osebka smo namreč ugotovili signifikantno višjo smrtnost ($22,40 \pm 1,75$ %) kot pri stadiju ličinke ($12,41 \pm 1,18$ %).



Slika 13: Smrtnost dveh razvojnih stadijev pisane stenice (*Eurydema ventrale*) po aplikaciji entomopatogenih ogorčic. Različne črke (a, b, c) označujejo statistično značilne razlike med stadijema pri $P < 0,05$. Podatki so korigirani z Abbottovo formulo (SF – *Steinernema feltiae*, SC – *Steinernema carpocapsae*, HB – *Heterorhabditis bacteriophora*).

4.1.4 Smrtnost pisane stenice glede na koncentracijo suspenzije entomopatogenih ogorčic

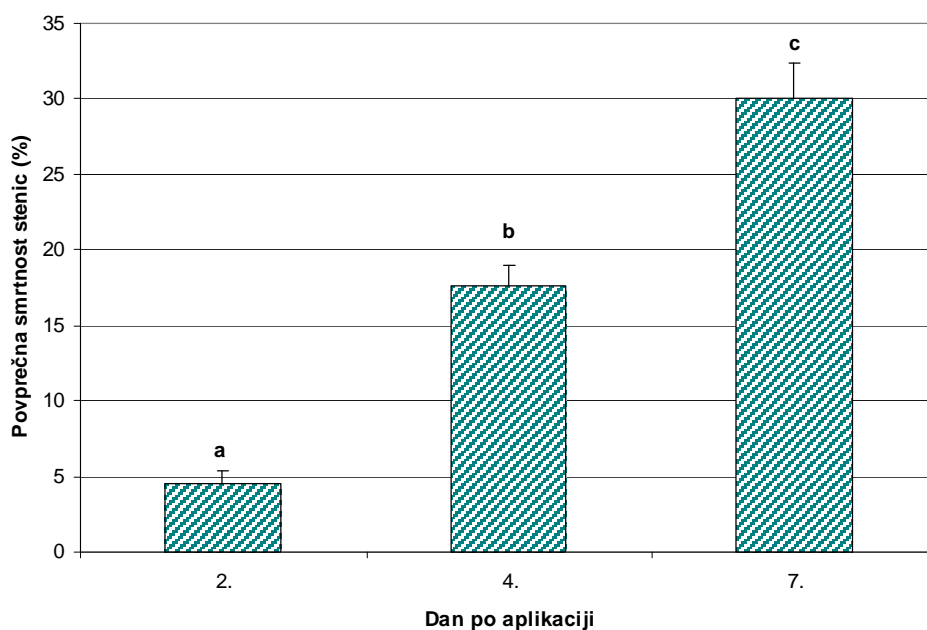
Med različnimi koncentracijami ogorčic smo ugotovili statistično značilne razlike v učinkovitosti pri zatiranju pisane stenice (slika 14). Najvišjo smrtnost stenic smo ugotovili pri koncentraciji 2.000 IJ/osebek ($21,03 \pm 2,03$ %), ta vrednost pa se signifikantno razlikuje od tiste pri koncentraciji 1.000 IJ/osebek ($18,34 \pm 1,90$ %). Statistično značilno najnižjo smrtnost stenic smo ugotovili pri koncentraciji 200 IJ/osebek ($12,84 \pm 1,60$ %).



Slika 14: Smrtnost pisane stenice (*Eurydema ventrale*) po aplikaciji treh različnih koncentracij suspenzije entomopatogenih ogorčic. Različne črke (a, b, c) označujejo statistično značilne razlike med koncentracijami pri $P < 0,05$. Podatki so korigirani z Abbottovo formulo (SF – *Steinernema feltiae*, SC – *Steinernema carpocapsae*, HB – *Heterorhabditis bacteriophora*).

4.1.5 Smrtnost pisane stenice glede na dan po aplikaciji entomopatogenih ogorčic

Med dnevi po aplikaciji entomopatogenih ogorčic smo potrdili statistično značilne razlike v smrtlosti pisane stenice (slika 15). Najnižjo smrtlost škodljivca smo ugotovili drugi dan po aplikaciji entomopatogenih ogorčic ($4,54 \pm 0,82$ %), ta pa se je signifikantno razlikovala od smrtlosti osebkov četrty dan po aplikaciji ($17,64 \pm 1,63$ %). Statistično značilno najvišjo smrtlost stenic smo ugotovili sedmi dan po aplikaciji ogorčic ($30,02 \pm 2,36$ %).



Slika 15: Smrtnost pisane stenice (*Eurydema ventrale*) po aplikaciji entomopatogenih ogorčic glede na dan po aplikaciji. Različne črke (a, b, c) označujejo statistično značilne razlike med dnevi po aplikaciji pri $P < 0,05$. Podatki so korigirani z Abbottovo formulo (SF – *Steinernema feltiae*, SC – *Steinernema carpocapsae*, HB – *Heterorhabditis bacteriophora*).

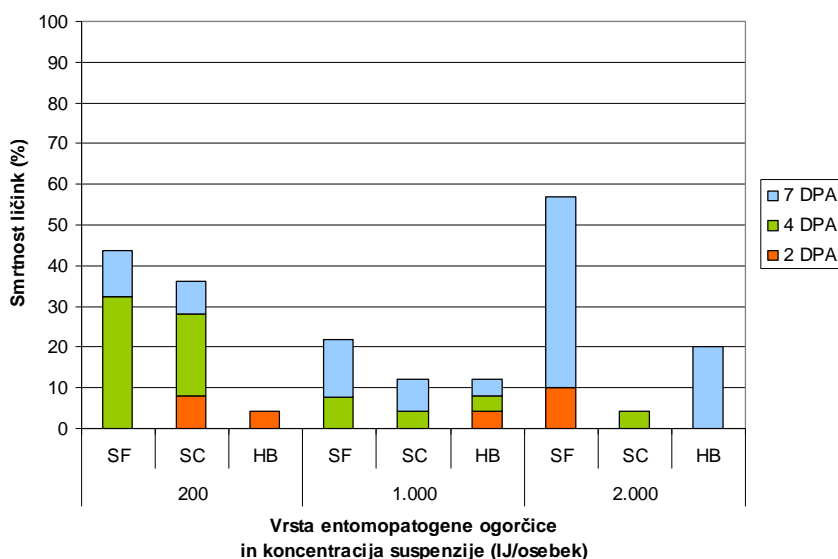
4.2 INDIVIDUALNA ANALIZA UČINKOVITOSTI ENTOMOPATOGENIH OGORČIC

4.2.1 Smrtnost ličink pisane stenice pri 15 °C

Najvišjo smrtnost ličink smo pri 15 °C ugotovili pri vrsti *S. feltiae*, in sicer pri koncentraciji 2.000 IJ/osebek (57,0±0,0 %) (slika 16). Najnižjo smrtnost osebkov smo pri isti temperaturi ugotovili pri vrsti *H. bacteriophora* pri koncentraciji 200 IJ/osebek in pri vrsti *S. carpocapsae* pri koncentraciji 2.000 IJ/osebek (4,0±2,7 %).

Pri koncentraciji 200 IJ/osebek smo najvišjo smrtnost ličink ugotovili pri vrsti *S. feltiae* (43,8±5,9 %), pri koncentraciji 1.000 IJ/osebek pa smo najvišjo smrtnost stenic ugotovili pri isti vrsti (21,8±3,6 %). Tudi pri koncentraciji 2.000 IJ/osebek smo najvišjo smrtnost stenic ugotovili pri vrsti *S. feltiae* (57,0±0,0 %).

Drugi dan po aplikaciji ogorčic je bila najvišja smrtnost ličink pisane stenice dosežena pri vrsti *S. feltiae* s koncentracijo 2.000 IJ/osebek (10,0±2,7 %) medtem ko pri vrsti *S. feltiae* s koncentracijo 200 IJ/osebek in pri vrstah *S. feltiae* in *S. carpocapsae* s koncentracijo 1.000 IJ/osebek ter pri vrsti *S. carpocapsae* in *H. bacteriophora* s koncentracijo 2.000 IJ/osebek učinkovitost ogorčic drugi dan še nismo zaznali. Četrty dan po aplikaciji smo najvišjo smrtnost ličink ugotovili pri vrsti *S. feltiae* s koncentracijo 200 IJ/osebek (32,4±6,1%) medtem ko pri vrsti *H. bacteriophora* s koncentracijo 2.000 IJ/osebek učinkovitosti ogorčic četrti dan še vedno nismo zaznali. Sedmi dan po aplikaciji je bila najvišja smrtnost ličink spet ugotovljeno pri vrsti *S. feltiae* s koncentracijo 2.000 IJ/osebek (57,0±0,0 %).



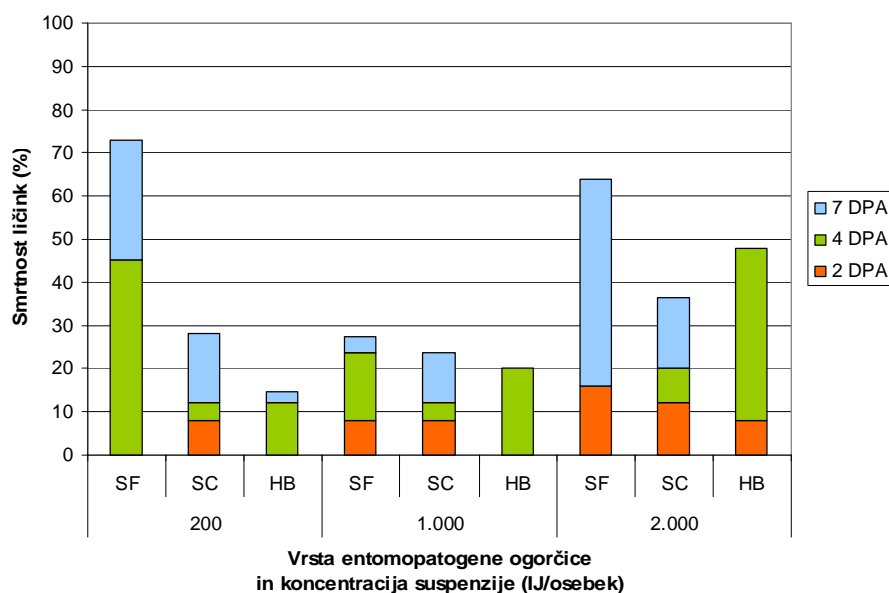
Slika 16: Smrtnost ličink pisane stenice (*Eurydema ventrale*) pri 15 °C, 2., 4. in 7. dan po aplikaciji s tremi različnimi koncentracijami entomopatogenih ogorčic. Podatki so korigirani z Abbottovo formulo (DPA – dan po aplikaciji, SF – *Steinernema feltiae*, SC – *Steinernema carpocapsae*, HB – *Heterorhabditis bacteriophora*).

4.2.2 Smrtnost ličink pisane stenice pri 20 °C

Najvišjo smrtnost ličink pisane stenice smo pri 20 °C ugotovili pri vrsti *S. feltiae* s koncentracijo 200 IJ/osebek ($72,8 \pm 7,2$ %) (slika 17). Najnižjo smrtnost ličink je bila pri 20 °C pri vrsti *H. bacteriophora*, prav tako pri koncentraciji 200 IJ/osebek ($14,6 \pm 3,6$ %).

Pri koncentraciji 1.000 IJ/osebek je na najvišjo smrtnost pisane stenice vplivala vrsta *S. feltiae* ($27,4 \pm 5,7$ %). Pri koncentraciji 2.000 IJ/osebek je bila najvišja smrtnost ličink prav tako ugotovljena pri vrsti *S. feltiae* ($63,8 \pm 7,7$ %). Pri koncentraciji 1.000 IJ/osebek smo opazili manjšo učinkovitost ogorčic kot pri ostalih dveh koncentracijah. Vrsta *S. feltiae* je bila pri vseh treh koncentracijah najbolj učinkovita.

Drugi dan po aplikaciji ogorčic je bila najvišja smrtnost pisane stenice ugotovljena pri vrsti *S. feltiae* s koncentracijo 2.000 IJ/osebek ($16 \pm 5,0$ %), medtem ko pri vrstah *S. feltiae* in *H. bacteriophora* s koncentracijo 200 IJ/osebek in pri vrsti *H. bacteriophora* s koncentracijo 1.000 IJ/osebek učinkovitost ogorčic še nismo opazili. Četrty dan po aplikaciji smo najvišjo smrtnost ličink pisane stenice ugotovili pri vrsti *S. feltiae* s koncentracijo 200 IJ/osebek ($45,2 \pm 13,2$ %). Sedmi dan po aplikaciji je bila najbolj učinkovita vrst *S. feltiae* s koncentracijo 2.000 IJ/osebek, ki je vplivala na $63,8 \pm 7,7$ % smrtnost ličink.



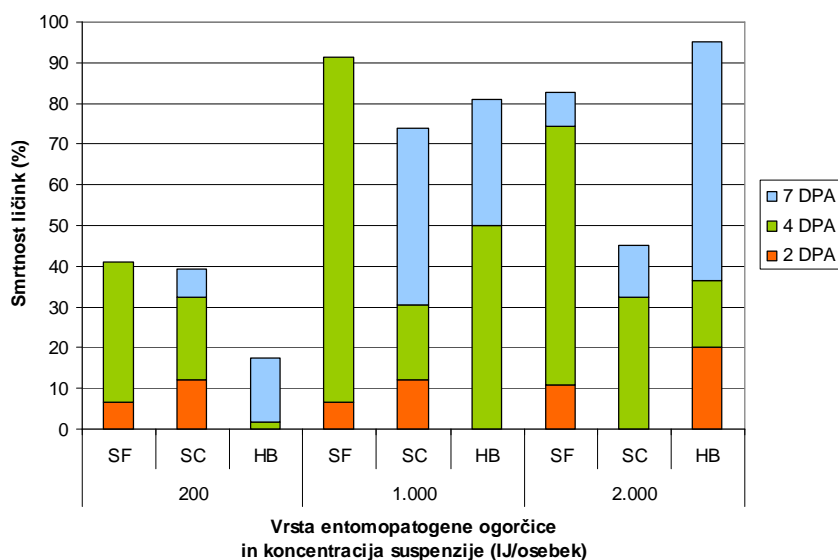
Slika 17: Smrtnost ličink pisane stenice (*Eurydema ventrale*) pri 20 °C, 2., 4. in 7. dan po aplikaciji s tremi različnimi koncentracijami entomopatogenih ogorčic. Podatki so korigirani z Abbottovo formulo (DPA – dan po aplikaciji, SF – *Steinernema feltiae*, SC – *Steinernema carpocapsae*, HB – *Heterorhabditis bacteriophora*).

4.2.3 Smrtnost ličink pisane stenice pri 25 °C

Najvišjo smrtnost ličink pisane stenice smo pri 25 °C ugotovili pri vrsti *H. bacteriophora* s koncentracijo 2.000 IJ/osebek (95,2±3,2 %) (slika 18). Najnižja smrtnost ličink je bila pri tej temperaturi prav tako pri vrsti *H. bacteriophora*, a pri koncentraciji 200 IJ/osebek (17,4±4,7 %).

Pri koncentraciji 200 IJ/osebek je najvišjo smrtnost dosegla vrsta *S. feltiae* (41,0±9,8 %). Pri koncentraciji 1.000 IJ/osebek smo najvišjo smrtnost ličink pisane stenice prav tako ugotovili pri vrsti *S. feltiae* (91,2±3,6 %). Pri koncentraciji 2.000 IJ/osebek je bila najbolj uspešna vrsta *H. bacteriophora* (95,2±3,2 %). Koncentracija 200 IJ/osebek se je pokazala za najmanj učinkovito pri zatiranju pisane stenice.

Drugi dan po aplikaciji ogorčic je bila najvišja smrtnost ličink pisane stenice ugotovljena pri aplikaciji vrste *H. bacteriophora* s koncentracijo 2.000 IJ/osebek (20,0±4,2 %), medtem ko pri isti vrsti s koncentracijama 200 IJ/osebek, in 1.000 IJ/osebek ter pri vrsti *S. carpocapsae* s koncentracijo 2.000 IJ/osebek učinkovitost ogorčic še nismo opazili. Četrty dan po aplikaciji smo najvišjo smrtnost pisane stenice ugotovili pri vrsti *S. feltiae* s koncentracijo 1.000 IJ/osebek (91,25±3,6 %). Sedmi dan po aplikaciji je bila najvišja smrtnost ličink ugotovljena pri vrsti *H. bacteriophora* s koncentracijo 2.000 IJ/osebek (95,2±3,2 %).



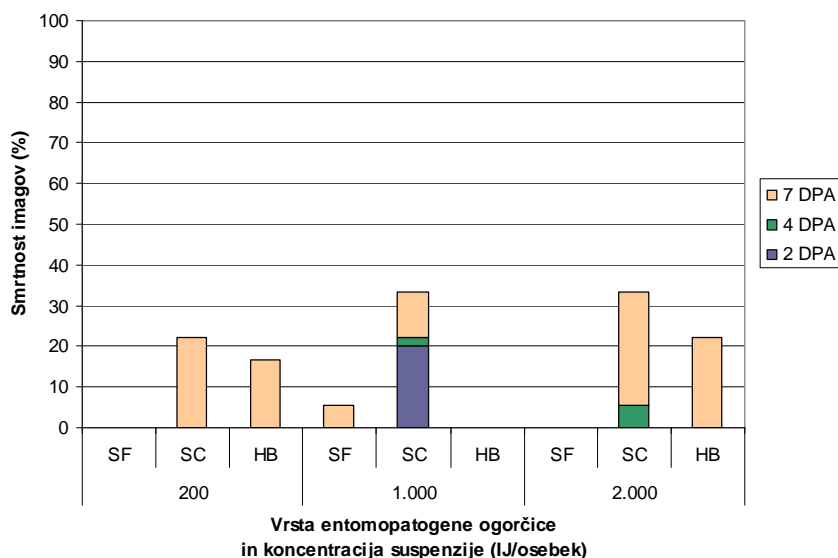
Slika 18: Smrtnost ličink pisane stenice (*Eurydema ventrale*) pri 25 °C, 2., 4. in 7. dan po aplikaciji s tremi različnimi koncentracijami entomopatogenih ogorčic. Podatki so korigirani z Abbottovo formulo (DPA – dan po aplikaciji, SF – *Steinernema feltiae*, SC – *Steinernema carpocapsae*, HB – *Heterorhabditis bacteriophora*).

4.2.4 Smrtnost odraslih osebkov pisane stenice pri 15 °C

Najvišjo smrtnost odraslih osebkov pisane stenice smo pri 15 °C ugotovili pri vrsti *S. carpocapsae* s koncentracijama 1.000 IJ/osebek in 2.000 IJ/osebek (33,3±22,1 %) (slika 19). Učinkovitosti entomopatogenih ogorčic nismo zaznali pri vrsti *S. feltiae* s koncentracijo 200 IJ/osebek, pri vrsti *H. bacteriophora* s koncentracijo 1.000 IJ/osebek ter pri vrsti *S. feltiae* s konc. 2.000 IJ/osebek.

Pri koncentraciji 200 IJ/osebek je najvišjo smrtnost imagov povzročila vrsta *S. carpocapsae* (22,2±11,1 %). Tudi pri koncentraciji 1.000 IJ/osebek smo najvišjo smrtnost odraslih osebkov pisane stenice ugotovili pri vrsti *S. carpocapsae* (33,3±22,1 %). Ista vrsta je bila najbolj učinkovita (33,3±22,1 %) tudi pri koncentraciji 2.000 IJ/osebek.

Drugi dan po aplikaciji ogorčic smo smrtnost imagov pisane stenice opazili le pri vrsti *S. carpocapsae* s koncentracijo 1.000 IJ/osebek (20,0±20,0 %). Četrty dan po aplikaciji smo mrtve odrasle osebkke pisane stenice ugotovili pri vrsti *S. carpocapsae* s koncentracijama 1.000 IJ/osebek in 2.000 IJ/osebek. Sedmi dan po aplikaciji je bila najvišja smrtnost stenic le 33,3±22,2 %, in sicer pri vrsti *S. carpocapsae* s koncentracijo 2.000 IJ/osebek.



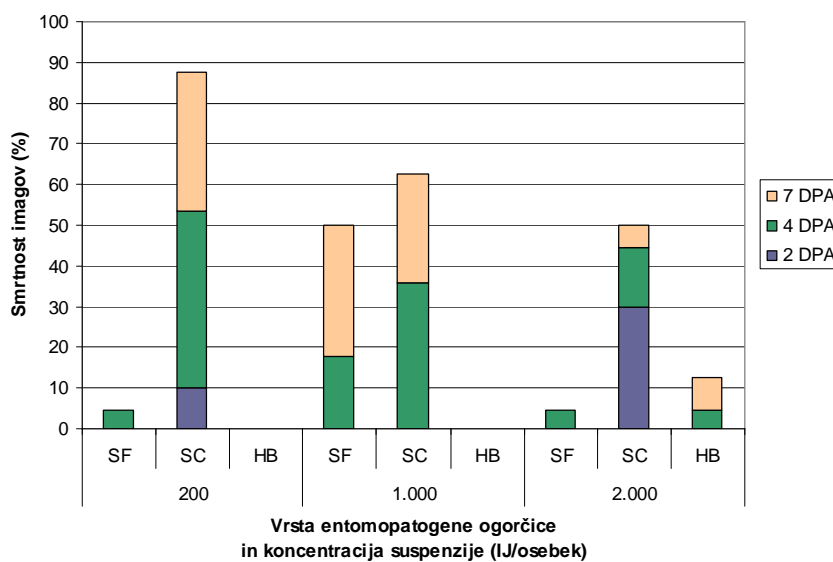
Slika 19: Smrtnost odraslih osebkov pisane stenice (*Eurydema ventrale*) pri 15 °C, 2., 4. in 7. dan po aplikaciji s tremi različnimi koncentracijami entomopatogenih ogorčic. Podatki so korigirani z Abbottovo formulo (DPA – dan po aplikaciji, SF – *Steinernema feltiae*, SC – *Steinernema carpocapsae*, HB – *Heterorhabditis bacteriophora*).

4.2.5 Smrtnost odraslih osebkov pisane stenice pri 20 °C

Najvišjo smrtnost odraslih osebkov pisane stenice je bila pri 20°C pri vrsti *S. carpocapsae* s koncentracijo 200 IJ/osebek ($87,5 \pm 12,5$ %) (slika 20). Učinkovitost entomopatogenih ogorčic nismo zaznali pri vrsti *H. bacteriophora* s koncentracijama 200 IJ/osebek in 1.000 IJ/osebek.

Pri koncentraciji 1.000 IJ/osebek smo najvišjo imagov smrtnost pisane stenice ugotovili pri vrsti *S. carpocapsae* ($62,5 \pm 12,5$ %). Pri koncentraciji 2.000 IJ/osebek je bila prav tako najbolj učinkovita vrsta *S. carpocapsae* ($50,0 \pm 25,0$ %). Višjo smrtnost odraslih osebkov pisane stenice smo ugotovili pri nižjih koncentracijah kot pri najvišji koncentraciji. Vrsta *H. bacteriophora* je bila pri vseh treh koncentracijah najmanj učinkovita pri zatiranju pisane stenice.

Drugi dan po aplikaciji ogorčic smo smrtnost odraslih osebkov pisane stenice ugotovili le pri vrsti *S. carpocapsae* s koncentracijama 200 IJ/osebek ($10,0 \pm 10,0$ %) in 2.000 IJ/osebek ($30,0 \pm 10,0$ %). Četrty dan po aplikaciji smo najvišjo smrtnost imagov ugotovili pri vrsti *S. carpocapsae* s koncentracijo 200 IJ/osebek ($53,3 \pm 8,9$ %). Sedmi dan po aplikaciji je bila najvišja smrtnost odraslih osebkov stenice prav tako povzročena od vrste *S. carpocapsae* s koncentracijo 200 IJ/osebek ($87,5 \pm 12,5$ %).



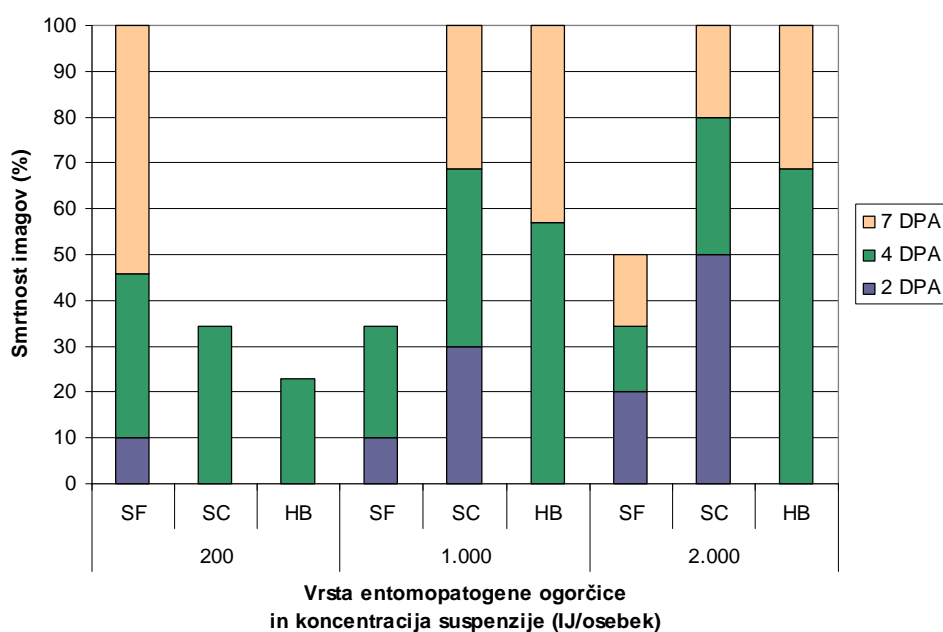
Slika 20: Smrtnost odraslih osebkov pisane stenice (*Eurydema ventrale*) pri 20 °C, 2., 4. in 7. dan pri po aplikaciji s tremi različnimi koncentracijami entomopatogenih ogorčic. Podatki so korigirani z Abbottovo formulo (DPA – dan po aplikaciji, SF – *Steinernema feltiae*, SC – *Steinernema carpocapsae*, HB – *Heterorhabditis bacteriophora*).

4.2.6 Smrtnost odraslih osebkov pisane stenice pri 25 °C

Najvišjo smrtnost odraslih osebkov pisane stenice smo pri 25 °C potrdili pri vrsti *S. feltiae* s koncentracijo 200 IJ/osebek ter pri vrstah *S. carpocapsae* in *H. bacteriophora* s koncentracijama 1.000 IJ/osebek in 2.000 IJ/osebek (100,0±0,0 %) (slika 21). Najnižjo smrtnost odraslih osebkov pisane stenice smo pri enaki temperaturi ugotovili pri vrsti *H. bacteriophora* s koncentracijo 200 IJ/osebek (22,9±11,4 %).

Višjo smrtnost odraslih osebkov pisane stenice smo ugotovili pri višjih koncentracijah kot pri najnižji koncentraciji.

Drugi dan po aplikaciji entomopatogenih ogorčic njihove učinkovitosti nismo zaznali pri vrstah *S. carpocapsae* in *H. bacteriophora* s koncentracijo 200 IJ/osebek in pri vrsti *H. bacteriophora* s koncentracijama 1.000 IJ/osebek in 2.000 IJ/osebek. Četrty dan po aplikaciji smo najvišjo smrtnost pisane stenice opazili pri vrsti *S. carpocapsae* s koncentracijo 2.000 IJ/osebek (80,0±0,0 %). Sedmi dan po aplikaciji smo najvišjo smrtnost imagov opazili pri vrsti *S. feltiae* s koncentracijo 200 IJ/osebek (100,0±0,0 %). Vrsta *H. bacteriophora* drugi dan po aplikaciji pri vseh treh koncentracijah še ni pokazala učinkovitosti.



Slika 21: Smrtnost odraslih osebkov pisane stenice (*Eurydema ventrale*) pri 25 °C, 2., 4. in 7. dan po aplikaciji s tremi različnimi koncentracijami entomopatogenih ogorčic. Podatki so korigirani z Abbottovo formulo (DPA – dan po aplikaciji, SF – *Steinernema feltiae*, SC – *Steinernema carpocapsae*, HB – *Heterorhabditis bacteriophora*).

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

Pisana stenica (*Eurydema ventrale* Kolenati) se pojavlja na različnih vrstah kapusnic. Škodo dela predvsem na mladih rastlinah. Ob močnejšem napadu stenic je bila še do nedavno redna praksa njihovo zatiranje s kemičnimi insekticidi (Maceljski in sod., 2004).

Z našo raziskavo smo ugotovili, da so entomopatogene ogorčice lahko učinkovite pri zatiranju pisane stenice. Na učinkovitost ogorčic vplivajo različni dejavniki. Ugotovili smo, da je učinkovitost ogorčic pri zatiranju pisane stenice odvisna od vrste in koncentracije suspenzije entomopatogenih ogorčic, temperature, razvojnega stadija stenice in časa po aplikaciji ogorčic.

Ogorčice so bile bolj učinkovite pri višji kot pri nižji temperaturi. Vse tri vrste ogorčic so dosegale boljše rezultate pri 25 °C. Pri 15 °C in 20 °C je največjo učinkovitost pri zatiranju ličink pisane stenice pokazala vrsta *Steinernema feltiae*. Tega ne moremo potrditi pri zatiranju odraslih osebkov preučevanega škodljivca, kjer je bila pri 15 °C in tudi 20 °C bolj uspešna vrsta *Steinernema carpocapsae*. Iz strokovne literature je znano, da so ličinke pri temperaturi, nižji od 10 °C, manj mobilne. Infektivnim ličinkam za parazitiranje najbolj ustreza temperatura med 20 in 30 °C. Vrsti *Steinernema feltiae* pa najbolj ustreza temperatura med 12 in 25 °C (Koppenhöfer, 2000).

Ogorčice so bile v povprečju bolj učinkovite pri višji kot pri nižji koncentraciji. Na splošno je bila smrtnost stenic največja pri koncentraciji 2.000 infektivnih ličink (IJ) na osebek. Tega ne moremo potrditi za vrsto *Steinernema feltiae* pri koncentraciji 200 IJ/osebek pri 20 °C, ki je bila najbolj učinkovita pri zatiranju ličink pisane stenice ter za vrsto *Steinernema carpocapsae* pri koncentraciji 200 IJ/osebek, ki je bila najbolj učinkovita pri zatiranju odraslih stenic.

Ugotovili smo, da je bila vrsta *Steinernema carpocapsae* najbolj uspešna pri zatiranju pisane stenice, vrsti *Steinernema feltiae* in *Heterorhabditis bacteriophora* pa sta bili v tem pogledu manj uspešni, med njima pa nismo ugotovili večjih razlik v učinkovitosti. Raziskava je pokazala, da so ogorčice bolj učinkovito delovale na odrasle osebe kot na ličinke pisane stenice, kar ni v skladu z našimi pričakovanji.

Pri zatiranju ličink pisane stenice je bila najbolj uspešna vrsta *Steinernema feltiae*, razen pri 25 °C in pri koncentraciji 2.000 IJ/osebek, kjer je bila najbolj učinkovita vrsta *Heterorhabditis bacteriophora*. Pri zatiranju odraslih osebkov pisane stenice je bila najbolj uspešna vrsta *Steinernema carpocapsae*, razen pri 25 °C in pri koncentraciji 200 IJ/osebek, kjer je bila najbolj uspešna vrsta *Steinernema feltiae*.

V povprečju se je učinkovitost ogorčic povečevala z dnevom po aplikaciji. Največja učinkovitost ogorčic pri zatiranju pisane stenice se je pokazala sedmi dan po aplikaciji. Drugi dan po aplikaciji entomopatogenih ogorčic učinkovitosti pri zatiranju pisane stenice

v nekaterih obravnavanjih še nismo opazili. Predvsem pri nižji temperaturi se je učinkovitost ogorčic pokazala šele četrty dan. Pri zatiranju odraslih osebkov pisane stenice pri 15°C se je učinkovitost ogorčic pojavila šele sedmi dan. Iz strokovne literature je znano, da gostitelj pogine približno dva dni po vstopu infektivnih ličink vanj (Gaugler, 2002).

6 POVZETEK

Pisana stenica (*Eurydema ventrale* Kolenati) se v Sloveniji pojavlja na različnih vrstah kapusnic. S sesanjem na listih osebki izzovejo pojav belih peg. Znotraj teh peg je tkivo nekrotizirano. Ob močnejših poškodbah se list posuši, lahko pa tudi cela rastlina. Poškodbe so najobsežnejše na mladih rastlinah. Ob močnejšem napadu stenic je bila pri nas doslej redna praksa njihovo zatiranje s kemičnimi insekticidi. Danes v Sloveniji ni registriranega kemičnega insekticida za zatiranje kapusovih stenic (*Eurydema* spp.). V želji po čim manjši uporabi insekticidov smo preučili učinkovitost entomopatogenih ogorčic za biotično zatiranje pisane stenice.

Ogorčice so talni organizmi. Za svoj razvoj nujno potrebujejo vlago. Entomopatogene ogorčice imajo z žuželkami fakultativen ali obligaten parazitski odnos. V razvojnem krogu omenjenih ogorčic se zvrstijo naslednji razvojni stadiji jajčece, ličinka, ki se navadno štirikrat levi, in odrasel osebek. Posebnost v razvoju entomopatogenih ogorčic je tretja larvalna stopnja, ki jo predstavljajo infektivne ličinke. Te so prosto živeče. Zelo dobro so prilagojene na pomanjkanje hrane, tudi za dlje časa. Medtem črpajo energijo iz lastnih zalog. V sprednjem delu črevesja nosijo od 200 do 2000 simbiotskih bakterij. Uspešnost entomopatogenih ogorčic pri parazitiranju škodljivih organizmov je odvisna od več dejavnikov.

V entomološkem laboratoriju Katedre za entomologijo in fitopatologijo smo preučevali učinkovitost treh vrst entomopatogenih ogorčic (*Steinernema feltiae*, *Steinernema carpocapsae* in *Heterorhabditis bacteriophora*) za zatiranje pisane stenice. Poskus smo izvajali za vsako od treh vrst entomopatogenih ogorčic v štirih obravnavanjih (kontrola, 1.000 ogorčic/ml, 5.000 ogorčic/ml, 10.000 ogorčic/ml). Kjer smo v poskus vključili ličinke pisane stenice, je bilo vsako obravnavanje štirikrat ponovljeno. Kjer pa smo v poskus vključili odrasle osebkke pisane stenice, je bilo vsako obravnavanje v dveh ponovitvah. Poskus smo izvajali pri treh različnih temperaturiah (15, 20 in 25 °C). Vlažnost zraka v gojitveni komori je bila konstantna (95 %). Poskus je potekal v temi.

Ugotovili smo, da je učinkovitost ogorčic pri zatiranju pisane stenice odvisna od vrste in koncentracije suspenzij entomopatogenih ogorčic, temperature, razvojnega stadija stenic in časa po aplikaciji ogorčic.

Ogorčice so bile bolj učinkovite pri višji kot pri nižji temperaturi. Vse tri vrste entomopatogenih ogorčic so bile najbolj učinkovite pri 25 °C. Ogorčice so bile v povprečju bolj učinkovite pri višji koncentraciji kot pri nižji; omenjeni biotični agensi so bili najbolj učinkoviti pri koncentraciji 2.000 infektivnih ličink na osebek. Ugotovili smo, da je bila vrsta *Steinernema carpocapsae* najbolj uspešna pri zatiranju pisane stenice, vrsti *Steinernema feltiae* in *Heterorhabditis bacteriophora* pa sta bili pri tem manj uspešni. Naša raziskava je presenetljivo pokazala, da so ogorčice bolj učinkovito delovale na odrasle osebkke kot pa na ličinke pisane stenice. Pri zatiranju ličink tega škodljivca je bila

najbolj uspešna vrsta *Steinernema feltiae*. Pri zatiranju odraslih osebkov pisane stenice je bila najbolj uspešna vrsta *Steinernema carpocapsae*. Učinkovitost ogorčic se je večala z dnevi po aplikacij, največjo učinkovitost ogorčic pri zatiranju pisane stenice pa smo ugotovili sedmi dan po aplikaciji.

Z našo raziskavo smo ugotoviti, da so lahko entomopatogene ogorčice uspešne pri zatiranju pisane stenice.

7 VIRI

- Bajec V. 1988. Vrtnarjenje pod folijo in steklom. Ljubljana, Kmečki glas: 419 str.
- Burnell A. M., Stock S. P. 2000. *Heterorhabditis*, *Steinernema* and their bacterial symbionts - lethal pathogens of insect. *Nematology*, 2: 31-42
- Černe M. 1998. Kapusnice. Ljubljana, Kmečki glas: 173 str.
- Ehlers R. U. 2001. Mass production of entomopathogenic nematodes for plant protection. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 56, 5-6: 623-633
- FITO-INFO: Slovenski informacijski sistem za zdravstveno varstvo rastlin. 2008. Inštitut za fitomedicino
<http://www.fito-info.bf.uni-lj.si/Fito2/index.asp> (12. sept. 2008)
- Gaugler R. 1999. Matching nematodes and insects to achieve optimal field performance. V: *Optimal use of insecticidal nematodes in pest management*. Poravarapu S. (ed.). New Jersey, Bluberry Cranberry Research and Extension Center: 9-14
- Gaugler R. 2002. *Entomopathogenic Nematology*. New Jersey, CABI Publishing: 373 str.
- Gogala M. 2003. Stenice – Heteroptera. V: *Živalstvo Slovenije*. Sket B., Gogala M., Kuštor V. (ur.). 1. natis. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije: 329-345
- Ikeda-Kikue K., Numata H. 2001. Timing of diapause induction in the cabbage bug, *Eurydema rugosa* (Heteroptera: Pentatomidae) on different host plants. *Acta Societatis Zoologicae Bohemicae*, 65, 3: 179-205
- Kamionek M., Pezowicz E., Weclawska G. 1997. The effect of ecological conditions on the behaviour of entomopathogenic nematodes (Steinernematidae) in the soil environment. *Animal Science*, 33: 3-13
- Kaya H. K. 2000. Entomopathogenic nematodes and their prospects for biological control in California. V: *California conference on biological control*. Hoddle M. S. (ed.). Riverside, California: 38-46
- Kaya K.H. 2002. Natural enemies of entomopathogenic nematodes. V: *Entomopathogenic nematology*. Gaugler R. (ed.). Oxon, CAB International: 189-203
- Kaya H. K., Koppenhöfer A. M. 1999. Biology and ecology of insecticidal nematodes. V: *Optimal use of insecticidal nematodes in pest management*. Poravarapu S. (ed.). New Jersey, Bluberry Cranberry Research and Extension Center: 1-8

- Koppenhöfer A. M. 2000. Nematodes. V: Field manual of techniques in invertebrate pathology. Kaya H. K. (ed.). The Netherlands. Kluwer Academic Publishers: 283-301
- Koppenhöfer A. M., Kaya H. K. 2001. Entomopathogenic nematodes and insect pest management. V: Microbial Biopesticides. Koul O., Dhaliwal G. S. (eds.). New York, Taylor and Francis: 277-305
- Krznar J. Pridelava zelenjadnic (ha, t, t/ha), Slovenija, letno. 2008. Statistični urad Republike Slovenije (7. apr. 2008)
<http://www.stat.si/pxweb/Database/Okolje/Okolje.asp#15> (22. jul. 2008)
- Lewis E.E. 2000. Biology, selection, handling and application of entomopathogenic nematodes. V: Proceedings of beneficial nematode workshop. Gotho P. (ed.). Oregon: 7-10
- Maceljski M. 2002. Poljoprivredna entomologija. 2. dopunjeno izdanje. Čakovec, Zrinski: 519 str.
- Maceljski M., Cvjetković B., Ostojčić Z., Igrc Barčić J., Pagliarini N., Oštrec L., Barić K., Čizmić I. 2004. Štetočinje povrća s opsežnim prikazom zaštite povrća od štetnika, uzročnika bolesti i korova. Čakovec, Zrinski: 517 str.
- Milevoj L. 1999. Biotično varstvo kapusnic. Sodobno kmetijstvo, 32, 11: 540-542
- Milevoj L. 2003. Vpliv namakanja na boleznin 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.
- Numata H., Nakamura K. 2002. Photoperiodism and seasonal adaptations in some seed-sucking bugs (Heteroptera) in central Japan. European Journal of Entomology, 99, 2: 155-161
- Numata H., Yamamoto K. 1990. Feeding on seeds induces diapause in the cabbage bug, *Eurydema rugosa*. Entomologia, 57, 3: 281-284
- O'Leary S. A., Stack C. M., Chubb M. A., Burnell A. M. 1998. The effect of day of emergence from the insect cadaver on the behavior and environmental tolerances of infective juveniles of the entomopathogenic nematode *Heterorhabditis megidis* (Strain UK211). The Journal of Parasitology, 84, 4: 665-672

- Osvald J., Kogoj Osvald M. 1994. Pridelovanje zelenjave na vrtu. Ljubljana, Kmečki glas: 241 str.
- Osvald J., Kogoj Osvald M. 1999. Gojenje zelja. 1. natis. Šempeter pri Gorici, Oswald: 36 str.
- Osvald J., Kogoj Osvald M. 2005. Vrtnarstvo: splošno vrtnarstvo in zelenjadarstvo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 591 str.
- Peters A. 1996. Natural host range of *Steinernema* and *Heterorhabditis* spp. and their impact on insect populations. *Biocontrol Science and Technology*, 6: 389-402
- Sauer F. 1996. Wanzen und Zikaden: nach Farbfotos erkannt. Karlsfeld, Fauna: 184 str.
- Schaefer C. W., Panizzi A. R. 2000. Heteroptera of economic importance. Boca Raton, CRC Press: 828 str.
- Smart G.C. Jr. 1995. Entomopathogenic nematodes for the biological control of insect. *Journal of Nematology*, 27, 4: 529-534
- Smith K. 1999. Factors Affecting efficacy. V: Optimal use of insecticidal nematodes in pest management. Poravarapu S. (ed.). New Jersey, Bluberry Cranberry Research and Extension Center: 37-46
- Tanasijević N., Ilić B. 1969. Posebna entomologija. Beograd, Građevinska knjiga: 399 str.
- Vrabl S. 1992. Škodljivci poljščin. Ljubljana, Kmečki glas: 142 str.

ZAHVALA

Ob zaključku diplomskega dela bi se rada zahvalila mentorju doc. dr. Stanislavu Trdanu za vodenje in vsestransko pomoč pri nastajanju diplomskega dela.

Blaški Gantar in Mileni Šlošel se zahvaljujem za vso pomoč in prijateljstvo.

Posebna zahvala gre mojim domačim za vse spodbude in potrpežljivost tekom študija.

Hvala tudi moji družinici za razumevanje in spodbude pri zaključevanju študija.

PRILOGA A

Smrtnost ličink pisane stenice (*Eurydema ventrale*) po tretiranju z različnimi koncentracijami entomopatogenih ogorčic pri 15, 20 in 25 °C na 2., 4. in 7. dan. Podatki so korigirani z Abbottovo formulo.

Vrsta ogorčice	Dan po aplikaciji	15 °C			20 °C			25 °C		
		200	1000	2000	Koncentracija ogorčic (IJ/osebek)			200	1000	2000
		200	1000	2000	200	1000	2000	200	1000	2000
<i>Steinernema feltiae</i>	2	0,0±0,0	0,0±0,0	10,0±2,7	0,0±0,0	8,0±5,3	16,0±5,0	6,7±4,1	6,7±2,7	10,8±4,9
	4	32,4±6,1	7,8±2,1	10,0±2,7	45,2±13,2	23,6±10,1	16,0±5,0	41,0±9,8	91,25±3,6	74,2±7,0
	7	43,8±5,9	21,8±3,6	57,0±0,0	72,8±7,2	27,4±5,7	63,8±7,7	41,0±9,8	91,2±3,6	82,6±5,4
<i>Steinernema carpocapsae</i>	2	8,0±3,3	0,0±0,0	0,0±0,0	8,0±3,3	8,0±3,3	12,0±5,3	12,0±4,9	12,0±5,3	0,0±0,0
	4	28,0±6,8	4,0±2,7	4,0±2,7	12,0±8,0	12,0±8,0	20,0±8,4	32,2±8,8	30,6±2,9	32,2±10,0
	7	36,0±5,0	12,0±3,3	4,0±2,7	28,0±4,2	23,6±6,7	36,6±9,5	39,2±8,4	73,8±2,8	45,2±9,9
<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>	2	4,0±2,7	4,0±2,7	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	8,0±5,3	0,0±0,0	0,0±0,0	20,0±4,2
	4	4,0±2,7	8,0±3,3	0,0±0,0	12,0±4,9	20,0±8,9	48,0±6,8	1,8±1,2	50,0±8,8	36,6±5,7
	7	4,0±2,7	12,0±3,3	20,0±4,2	14,6±3,6	20,0±8,9	48,0±6,8	17,4±4,7	81,0±9,2	95,2±3,2

PRILOGA B

Smrtnost odraslih osebkov pisane stenice (*Eurydema ventrale*) po tretiranju z različnimi koncentracijami entomopatogenih ogorčic pri 15, 20 in 25 °C na 2., 4, in 7, dan, Podatki so korigirani z Abbottovo formulo,

Vrsta ogorčice	Dan po aplikaciji	15 °C			20 °C			25 °C		
		200	1000	2000	Koncentracija ogorčic (IJ/osebek)			200	1000	2000
		200	1000	2000	200	1000	2000	200	1000	2000
<i>Steinernema feltiae</i>	2	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	10,0±10,0	10,0±10,0	20,0±0,0
	4	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	4,4±4,4	17,8±8,9	4,4±4,4	45,7±11,4	34,3±0,0	34,3±22,9
	7	0,0±0,0	5,6±5,6	0,0±0,0	4,4±4,4	50,0±0,0	4,4±4,4	100,0±0,0	34,3±0,0	50,0±50,0
<i>Steinernema carpocapsae</i>	2	0,0±0,0	20,0±20,0	0,0±0,0	10,0±10,0	0,0±0,0	30,0±10,0	0,0±0,0	30,0±30,0	50,0±10,0
	4	0,0±0,0	22,2±11,1	5,6±5,6	53,3±8,9	35,6±8,9	44,4±17,8	34,3±0,0	68,6±11,4	80,0±0,0
	7	22,2±11,1	33,3±22,1	33,3±22,2	87,5±12,5	62,5±12,5	50,0±25,0	34,3±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0
<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>	2	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0
	4	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	4,4±4,4	22,9±11,4	57,1±0,0	68,6±11,4
	7	16,7±16,7	0,0±0,0	22,2±11,1	0,0±0,0	0,0±0,0	12,5±12,5	0,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0