

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Katja KOŠIR

**SPREMLJANJE KOSTANJEVEGA LISTNEGA ZAVRTAČA
(*Cameraria ohridella* Deschka & Dimić) IN NJEGOVIH
NARAVNIH SOVRAŽNIKOV NA OBMOČJU LJUBLJANE**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2010

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Katja KOŠIR

**SPREMLJANJE KOSTANJEVEGA LISTNEGA ZAVRTAČA
(*Cameraria ohridella* Deschka & Dimić) IN NJEGOVIH NARAVNIH
SOVRAŽNIKOV NA OBMOČJU LJUBLJANE**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

**MONITORING OF THE HORSE-CHESTNUT LEAFMINER
(*Cameraria ohridella* Deschka et Dimić) AND ITS NATURAL ENEMIES
IN THE AREA OF LJUBLJANA**

GRADUATION THESIS
University studies

Ljubljana, 2010

Diplomsko delo je zaključek univerzitetnega študija agronomije. Opravljeno je bilo na Katedri za fitomedicino, kmetijsko tehniko, poljedelstvo, pašništvo in travništvo, na Oddelku za agronomijo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Poskus je potekal v Rožni dolini in v parku Tivoli v Ljubljani. Laboratorijsko delo je bilo opravljeno v fitomedicinskih laboratorijih imenovane Katedre.

Študijska komisija Oddelka za agronomijo je 4. junija 2007 za mentorico diplomskega dela imenovala prof. dr. Leo MILEVOJ in za recenzenta prof. dr. Stanislava TRDANA.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:	prof. dr. Franc BATIČ Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo
Članica:	prof. dr. Lea MILEVOJ Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo
Član:	prof. dr. Stanislav TRDAN Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Datum zagovora:

Diplomsko delo 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.

Katja Košir

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dn
DK	UDK 632.7:595.78:591.5 (497.4 Ljubljana) (043.2)
KG	kostanjev listni zavrtač/ <i>Cameraria ohridella</i> /divji kostanj/naravni sovražniki/Ljubljana
KK	AGRIS H10
AV	KOŠIR, Katja
SA	MILEVOJ, Lea (mentorica)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo
LI	2010
IN	SPREMLJANJE KOSTANJEVEGA LISTNEGA ZAVRTAČA (<i>Cameraria ohridella</i> Deschka in Dimić) IN NJегоVIH NARAVNIH SOVRAŽNIKOV NA OBMOČJU LJUBLJANE
TD	Diplomsko delo (univerzitetni študij)
OP	XII, 42 str., 1 pregl., 16 sl., 4 pril., 56 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	V raziskavi, ki je potekala v letih 2006 in 2007 na območju parka Tivoli in drevoreda v Rožni dolini (Ljubljana), smo spremljali bionomijo kostanjevega listnega zavrtača (<i>Cameraria ohridella</i> /Deschka & Dimić/) s pomočjo feromonskih vab in ugotavljali zastopanost njegovih naravnih sovražnikov. Rezultati spremljanja žuželke s feromonskimi vabami potrjujejo, da škodljivec na območju raziskave razvije tri rodove na leto. Metuljčki izletavajo na opazovanem območju od konca aprila do konca septembra. Njihovo izletavanje je močno odvisno od vremenskih razmer. Rezultati pregledovanja listnih izvrtin so pokazali, da je parazitiranost ličink v Ljubljani zelo majhna. Med pregledanimi izvrtinami smo našli tri parazitoide, ki jih uvrščamo v družino Eulophidae, dva osebka pripadata vrsti <i>Minotetrastichus frontalis</i> (Nees). Iz gosenic v izvrtinah smo izolirali glive, ki so pripadale naslednjim rodovom: <i>Fusarium</i> sp. (62 %), <i>Alternaria</i> sp. (21 %), <i>Cladosporium</i> sp. (14 %), <i>Penicillium</i> sp. (3 %).

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN	Dn
DC	UDC 632.7:595.78:591.5 (497.4 Ljubljana) (043.2)
CX	horse-chestnut leafminer/ <i>Cameraria ohridella</i> /horse chestnut/natural enemy/Ljubljana
CC	AGRIS H10
AU	KOŠIR, Katja
AA	MILEVOJ, Lea (supervisor)
PP	SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
PB	University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Agronomy
PY	2010
TI	MONITORING OF THE HORSE-CHESTNUT LEAFMINER (<i>Cameraria ohridella</i> Deschka & Dimić) AND ITS NATURAL ENEMIES IN THE AREA OF LJUBLJANA
DT	Graduation thesis (University studies)
NO	XII, 42 p., 1 tab., 16 fig., 4 ann., 56 ref.
LA	sl
AL	sl/en
AB	In a research, which took place in 2006 and 2007 in the Tivoli park and tree-lined alley in Rožna dolina in Ljubljana, we followed the bionomics of horse-chestnut leafminer (<i>Cameraria ohridella</i> /Deschka & Dimić/) using pheromone traps and observed the occurrence of their natural enemies. Information gathered by observation with pheromone traps showed that three generations of the horse chestnut leafminer developed in the course of the year. Moth emerged from the late April until the late September. Their emergence is highly dependent on weather conditions. The results of our research showed that parasitism rate of caterpillars in Ljubljana was very low. During our research we found three parasitoids, which are classified in the Eulophidae family, two species belong to <i>Minotetrastichus frontalis</i> (Nees). We observed four different types of fungi: <i>Fusarium</i> sp. (62 %), <i>Alternaria</i> sp. (21 %), <i>Cladosporium</i> sp. (14 %), <i>Penicillium</i> sp. (3 %). They were isolated from the larvae.

KAZALO VSEBINE

	Str.
KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO VSEBINE	V
KAZALO PREGLEDNIC	VIII
KAZALO SLIK	IX
KAZALO PRILOG	XI
OKRAJŠAVE IN SIMBOLI	XII
1 UVOD.....	1
1.1 POVOD ZA DELO.....	1
1.2 CILJI RAZISKAVE	1
1.3 DELOVNA HIPOTEZA	1
2 PREGLED OBJAV	2
2.1 RED METULJEV (Lepidoptera).....	2
2.1.1 Družina zavitkarjev (Gracillariidae)	2
2.1.2 Kostanjev listni zavrtač (<i>Cameraria ohridella</i>).....	2
2.1.2.1 Sistematika.....	3
2.1.2.2 Zgodovina	3
2.1.2.3 Razširjenost.....	4
2.1.2.4 Razvojni krog.....	5
2.1.2.4.1 Jajčeca.....	6
2.1.2.4.2 Gosenica	6
2.1.2.4.3 Buba	7
2.1.2.4.4 Imago	8
2.2 GOSTITELJSKE RASTLINE.....	8
2.2.1 Navadni divji kostanj (<i>Aesculus hippocastanum</i> L.).....	9
2.2.1.1 Opis vrste	9
2.2.1.2 Izvor	9
2.3 NARAVNI SOVRAŽNIKI	10
2.3.1 Spremljanje naravnih sovražnikov v Sloveniji.....	11
2.4 POŠKODBE	12

2.5	ZATIRANJE.....	14
2.5.1	Mehanično zatiranje.....	14
2.5.2	Kemično zatiranje.....	15
2.5.2.1	Registrirani pripravki za zatiranje kostanjevega listnega zavrtača v Sloveniji	15
2.5.2.2	Tehnike injiciranja.....	16
2.5.2.2.1	Injiciranje pod pritiskom.....	16
2.5.2.2.2	Injiciranje pod lub.....	16
2.5.3	Biotehniško zatiranje.....	17
2.5.3.1	Feromoni.....	17
2.5.3.2	Metoda sterilizacije samcev.....	17
2.5.4	Biotično zatiranje.....	18
2.6	ENTOMOPATOGENE GLIVE	19
3	MATERIALI IN METODE	21
3.1	MATERIAL.....	21
3.1.1	Park Tivoli.....	21
3.1.2	Drevored v Rožni dolini	21
3.2	METODE DELA	21
3.2.1	Postavitev feromonskih vab	21
3.2.2	Spremljanje števila metuljčkov	22
3.2.3	Ocenjevanje stopnje napadenosti listov.....	22
3.2.4	Pregled listnih izvrtin	23
3.2.5	Inkubacija vzorcev.....	24
3.2.6	Pregled prezimelih gosenic/izvrtin	24
3.2.7	Izolacija micelija iz inkubiranih osebkov.....	25
3.2.8	Spremljanje glivnih izolatov	25
4	REZULTATI.....	26
4.1	VREMENSKE RAZMERE V LETU 2006.....	26
4.2	SPREMLJANJE ŠTEVILA METULJEV	27
4.3	OCENJEVANJE STOPNJE NAPADENOSTI LISTOV	28
4.4	ŠTEVILO NARAVNIH SOVRAŽNIKOV	29
4.5	IZOLIRANE GLIVE	30
5	RAZPRAVA IN SKLEPI.....	33
5.1	RAZPRAVA.....	33

5.2	SKLEPI.....	35
6	POVZETEK	37
7	VIRI.....	38
	ZAHVALA	
	PRILOGE	

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Izolirane glive na gosenicah kostanjevega listnega zavrtača (<i>Cameraria</i> <i>ohridella</i>).....	32
--	----

KAZALO SLIK

Slika 1: Razširjenost kostanjevega listnega zavrtača (<i>Cameraria ohridella</i>) v Evropi (Augustin, 2008).....	4
Slika 2: Razvojni krog kostanjevega listnega zavrtača (<i>Cameraria ohridella</i>) (Hoskovec in Svatoš, 2002).....	5
Slika 3: Gosenica kostanjevega listnega zavrtača (<i>Cameraria ohridella</i>) v izvrtini (levo) in gosenica zunaj izvrtine (desno) (Eakringbirds, 2007).....	7
Slika 4: Buba kostanjevega listnega zavrtača (<i>Cameraria ohridella</i>) v kokonu (levo). Foto: Franci Celar. Buba kostanjevega listnega zavrtača (<i>Cameraria ohridella</i>) pri odstranjenem kokonu (desno) (Eakringbirds, 2007).	7
Slika 5: Odrasel metulj kostanjevega listnega zavrtača (<i>Cameraria ohridella</i>) (Eakringbirds, 2007).....	8
Slika 6: Poškodbe listov navadnega divjega kostanja zaradi napada kostanjevega listnega zavrtača (<i>Cameraria ohridella</i>) (Foto: Katja Košir).	13
Slika 7: Predčasno odpadlo listje navadnega divjega kostanja (<i>Aesculus hippocastanum</i> L.) (levo) in čiščenje odpadlega listja navadnega divjega kostanja (<i>Aesculus hippocastanum</i> L.) v parku Tivoli (desno) (Foto: Katja Košir).	14
Slika 8: Feromonska vaba tipa VARL+ (levo) in v njo ujeti metuljčki vrste <i>Cameraria ohridella</i> (desno) (Foto: Katja Košir).	22
Slika 9: Lestvica za uvrstitev napadenih listov navadnega divjega kostanja (<i>Aesculus hippocastanum</i> L.) v osem razredov (Gilbert in Grégoire, 2003).	23
Slika 10: Inkubacija vzorcev listnih izvrtin navadnega divjega kostanja (Foto: Katja Košir)	24
Slika 11: Postavitev kovinskih mrež za spremljanje prezimitve kostanjevega listnega zavrtača v kostanjevih listih (Foto: Katja Košir).....	25
Slika 12: Povprečna temperatura zraka in skupna količina padavin v Ljubljani po dekadah in mesecih v času poskusa.	26
Slika 13: Število ujetih metuljev kostanjevega listnega zavrtača (<i>Cameraria ohridella</i>) v feromonske vabe na lokaciji Rožna dolina in Tivoli.....	27

Slika 14: Razporeditev od gosenic kostanjevega listnega zavrtača poškodovanih listov divjega kostanja v osem razredov na lokaciji Rožna dolina.	28
Slika 15: Razporeditev gosenic od kostanjevega listnega zavrtača poškodovanih listov divjega kostanja v osem razredov na lokaciji Tivoli.....	29
Slika 16: Ličinka parazitoida, ki napada gosenico kostanjevega listnega zavrtača (<i>Cameraria ohridella</i>) (levo). Odrasel parazitoid vrste <i>Minotetrastichus frontalis</i> (Nees) (desno) (Stadtentwicklung, 2010).	30

KAZALO PRILOG

Priloga A: Ulov metuljčkov *Cameraria ohridella* na posameznih lokacijah, skupni ter povprečni ulov v letu 2006

Priloga B: Povprečna mesečna temperatura zraka in količina padavin v letu 2006

Priloga C: Število in odstotek napadenih listov, uvrščenih v posamezne razrede (0-8) na lokaciji Rožna dolina

Priloga D: Število in odstotek napadenih listov, uvrščenih v posamezne razrede (0-8) na lokaciji Tivoli

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

sp.	species (vrsta)
str.	stran
mm	milimeter
cm	centimeter
m	meter
cm ²	kvadratni centimeter
km ²	kvadratni kilometer
ha	hektar
=	je enako
angl.	angleško
° C	stopinj Celzija
%	odstotekitd. in tako dalje
ZDA	Združene države Amerike
Gy	Gray
npr.	na primer
t.im.	tako imenovani
cit.	citirano
oz.	oziroma
PDA	potato dextrose agar (krompirjev glukozni agar)
ARSO	Agencija Republike Slovenija za Okolje

1 UVOD

1.1 POVOD ZA DELO

Zgodnje sušenje in odpadanje listov navadnega divjega kostanja (*Aesculus hippocastanum* L.) je v javnosti sprožilo razglabljanja o bolezenskem stanju te drevesne vrste in seveda tudi odločne zahteve laikov in strokovnjakov po poseku bolnih dreves in nadomestitvi te, po njihovem mnenju neperspektivne drevesne vrste z drugo, bolj ustrezno. Zahteva po poseku dreves divjega kostanja je problematična, ker imajo odrasla drevesa v Sloveniji praviloma poseben varstveni položaj (Oven, 2001). Mnogim rodovom, predvsem mestnih otrok, je bil kostanj priljubljena igrača, ki ostane za vedno v spominu in je morda eden izmed emotivnih razlogov, zakaj je javnost tako občutljiva, ko se podirajo kostanjeva drevesa (Šiftar, 1995).

Predvsem zaradi snegolomov v minulih zimah ter zaradi prizadetosti divjega kostanja z listno sušico divjega kostanja, *Guignardia aesculi* (Peck/ Stew.) in kostanjevim listnim zavrtačem (imenujemo ga tudi listni zavrtač divjega kostanja), *Cameraria ohridella* (Deschka in Dimić), se pojavljajo utemeljeni dvomi o varnostnih razmerah in zdravstvenem stanju teh drevoredov. V praksi se pogosto srečamo z vprašanjem, kaj v takšnih razmerah sploh storiti s to drevesno vrsto, kakšna je perspektiva dreves, ki ji pripadajo, in seveda, kako v nadaljevanju negovati divji kostanj (Oven, 2000).

1.2 CILJI RAZISKAVE

Kostanjev listni zavrtač se je v zadnjih letih močno razširil po vsej Evropi in predstavlja pomembnega škodljivca na navadnem divjem kostanju. Namen naše raziskave je bil spremljati bionomijo kostanjevega listnega zavrtača v parku Tivoli in v drevoredu v Rožni dolini, ter ugotoviti morebitno zastopanost naravnih sovražnikov omenjenega škodljivca.

1.3 DELOVNA HIPOTEZA

Pričakovali smo, da bo kostanjev listni zavrtač v letu naše raziskave razvil tri rodove, kot jih ima žuželka v večini drugi evropskih držav. Predvidevali smo, da bo število naravnih sovražnikov zelo majhno, saj je glede na podatke naravnih sovražnikov drugod po državah, parazitiranost gosenic tudi tam zelo majhna.

2 PREGLED OBJAV

2.1 RED METULJEV (Lepidoptera)

Metulji so po nastanku najmlajša (Milevoj, 2007) in ena največjih skupin žuželk (Hadži, 1973). Razvili so se hkrati s prvimi cvetnicami pred približno 150 milijoni let iz mladoletnic, katerih ličinke živijo v vodi. To so bili primitivni metulji, ki so se hranili s pelodom rastlin, vendar še niso imeli sesala. Sesalo se je razvilo kasneje, vendar ne pri vseh družinah. Strokovnjaki ocenjujejo, da živi na Zemlji 350.000 odkritih in še neodkritih vrst metuljev. V Evropi je doslej znanih 8470 vrst, v Sloveniji približno 3200 vrst. Beseda Lepidoptera izvira iz grščine, kjer »lepidos« pomeni luska, »pteron« pa krilo (Kurillo, 1992).

Najmanjši razvojni stadij (faza) pri metuljih je jajčece, ki ga samica odloži posamično ali v jajčna legla na gostiteljske rastline ali blizu njih (Milevoj, 2007). Za metulje značilna oblika ličink so gosenice. Po nekajkratni levitvi se gosenica zabubi, ker je razvoj spojen s popolno preobrazbo (Hadži, 1973). Veliko vrst iz reda Lepidoptera ima dobro razvito sposobnost komunikacije med spoloma, kjer samčki zelo hitro zaznajo feromone, ki jih sprošča samička (Svatoš in sod., 1999).

2.1.1 Družina zavitkarjev (*Gracillariidae*)

Družina Gracillariidae je v Evropi zastopana z 215 vrstami. Večina vrst je monofagnih ali oligofagnih. Med hranilnimi rastlinami prednjačijo drevesne vrste, predvsem listavci, med zelmi pa metuljnice. To je družina majhnih metuljkov, s premerom kril 5-12 mm, zato jih nepoznavalci le težko opazijo. Krila so enobarvna ali pisana, s prečnimi vzorci, ki imajo metalno svetleče proge. Metulji so aktivni v zgodnjih večernih urah, vendar to ni splošno pravilo. Živijo le 1-5 dni. Navadno imajo več kot en rod na leto, kar je v soodvisnosti s klimatskim območjem, v katerem živijo. Jajčeca odlagajo na površje substrata. Gosenice živijo v listih ali steblih, kjer izjedajo notranjost tkiva. Grizalo je prilagojeno načinu življenja in se pri posameznih razvojnih stopnjah lahko močno razlikuje. V glavnem je grizalo sploščeno in podaljšano naprej. Večina vrst, tudi kostanjev listni zavrtač, ves razvoj gosenice preživi v izvrtini lista. Nekatere vrste so zavrtači le v zgodnjih razvojnih stopnjah, dorasle gosenice pa se hranijo zunaj lista. Zabubijo se v svilenem kokonu v sami izvrtini, med razpokami v lubju ali v tleh (Gomboc, 2000).

2.1.2 Kostanjev listni zavrtač (*Cameraria ohridella*)

Kostanjev listni zavrtač (*Cameraria ohridella* Deschka in Dimić) je invazivna vrsta, ki se je v zadnjih letih ustalila v Evropi. Ličinke metuljčka vrtajo izvrtine v liste belocvetnega

navadnega divjega kostanja (*Aesculus hippocastanum* L.), temu pa sledi predčasno rjavenje, sušenje in odpadanje listov (Pivk, 2005). Žuželka se je hitro širila predvsem zato, ker ni naletela na naravne sovražnike, ki bi jo zadržali (Milevoj, 2004).

2.1.2.1 Sistematika

Sistematika žuželke (povzeto po šifrantu organizmov *Cirsium*) (Seliškar, 2002).

KRALJESTVO: Animalia

DEBLO: Arthropoda

RAZRED: Insecta

RED: Lepidoptera

DRUŽINA: Gracillariidae

ROD: *Cameraria*

VRSTA: *C. ohridella*

Sinonim: *Lithocolletis ohridella*

Slovensko poimenovanje: kostanjev (listni) zavrtač

Angleško poimenovanje: Horse-chestnut leaf miner

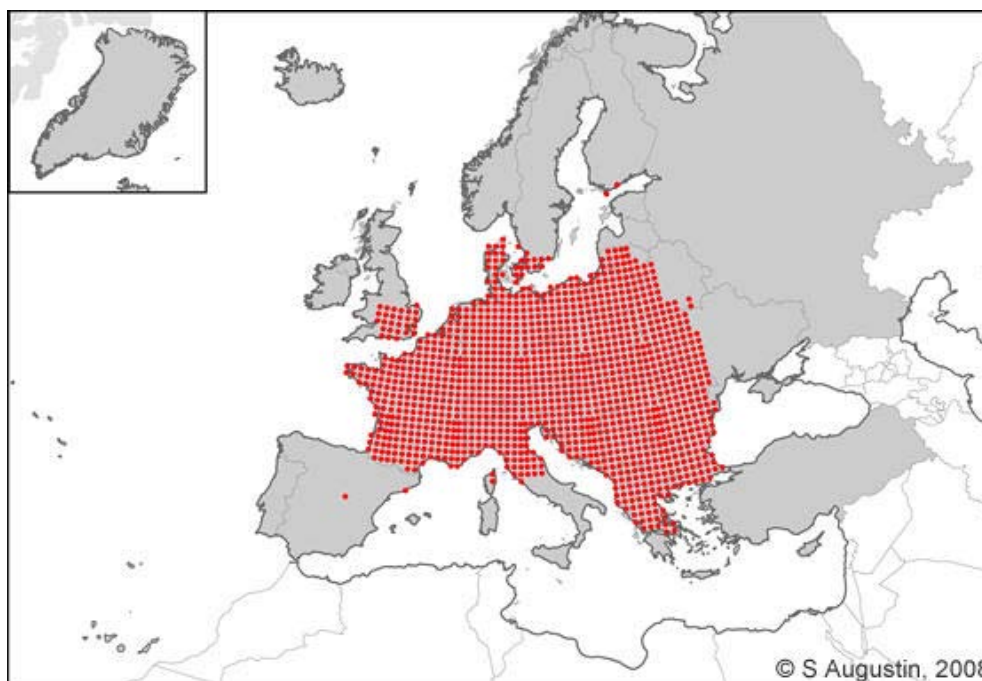
Nemško poimenovanje: Rosskastanien - Miniermotte

2.1.2.2 Zgodovina

Kostanjevega listnega zavrtača so prvič opazili leta 1984 v okolici Ohridskega jezera v Makedoniji. Znanstvenika Deschka in Dimić sta ga dve leti kasneje (leta 1986) poimenovala s *Cameraria ohridella* (Milevoj, 2004). Do takrat so bili predstavniki rodu *Cameraria* znani le v Ameriki ter na Srednjem in Daljnem vzhodu (Jurc, 1997). Vrstno ime žuželke je vezano na Ohrid in Ohridsko jezero v Makedoniji, kjer so metuljčka prvič opazili (Milevoj, 2007). Čeprav od odkritja žuželke mineva že skoraj 30 let, je poreklo žuželke še vedno neznano. V začetku raziskovanj so izvor vrste povezovali z naravnimi rastišči različnih vrst divjega kostanja (Pivk, 2009). Obstajajo tri glavne hipoteze biogeografskega izvora žuželke. Sprva so bili znanstveniki prepričani, da prihaja kostanjev listni zavrtač kot reliktna vrsta iz območja Balkana. Novejša hipoteza, ki je hkrati tudi najbolj verjetna, predstavlja metuljčka kot nenadnega gostitelja na navadnem divjem kostanju, ki je morda prešel preko dolgih razdalj iz javorja na divji kostanj. Tretja možna hipoteza je, da žuželka izvira iz severne Amerike, vendar pa je ta hipoteza manj verjetna, kljub številni raznovrstnosti vrste *Cameraria* v tej regiji, zaradi pomanjkanja bližnjih sorodnih vrst in dobrega poznavanja severnoameriške favne (Lees in sod., 2009).

2.1.2.3 Razširjenost

V Sloveniji je bila vrsta prvič evidentirana leta 1994, in sicer na območju Novega mesta in Ormoža. Tega leta je bil napad na listih divjega kostanja že srednje intenziven, iz česar sklepamo, da je v Slovenijo žuželka napredovala že leta 1993 (Gomboc, 2000). Leta 1998 je bila žuželka razširjena že po vsej državi (Oven, 2001). Vrsta se je zelo hitro razširila v vse dele države in danes predstavlja resno težavo v mestnih parkih, drevoredih in zasebnih vrtovih. Žuželka se je hitro razširila tudi v druge dele Evrope; Avstrijo, Madžarsko, Nemčijo, Italijo, Francijo, Grčijo, Slovaško, Češko, Poljsko (Fiolka in sod., 2005), Španijo, Dansko, Ukrajino (Takoš in sod., 2007), tako da je danes razširjena že skoraj povsod, razen v Estoniji, Latviji, na Norveškem, Grenlandiji (Buszko, 2006) ter na Portugalskem (slika 1). Leta 2002 je bila žuželka prvič opažena tudi v Angliji in od takrat je kostanjev listni zavrtač razširjen po celotnem območju jugovzhodne in vzhodne Anglije (Takoš in sod., 2007). Žuželka je od leta 2006 zastopana tudi na Finskem (Lees in sod., 2009).

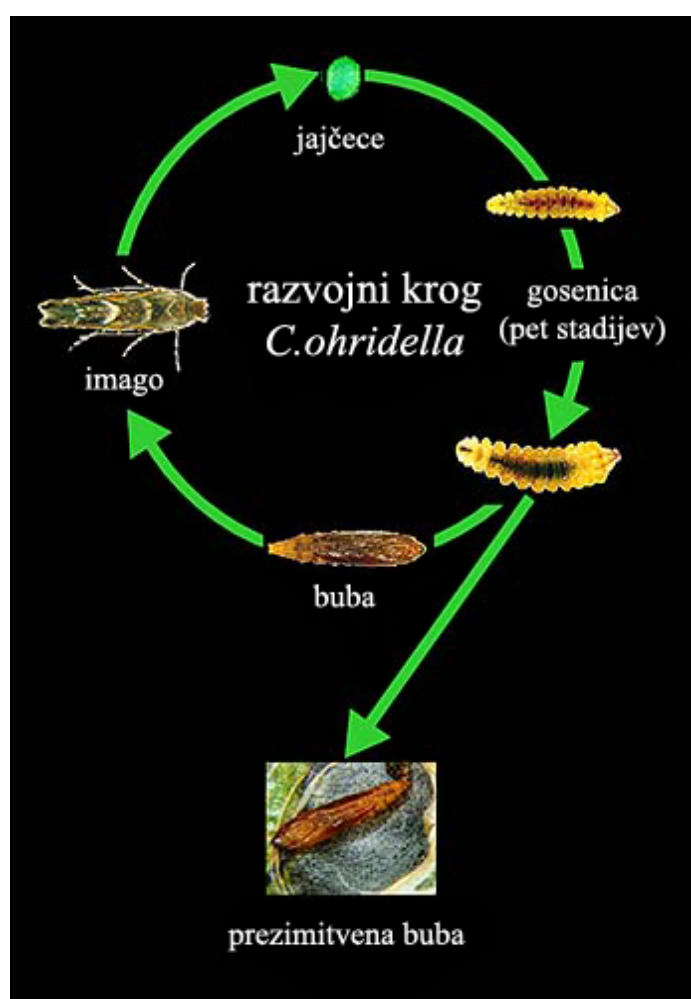


Slika 1: Razširjenost kostanjevega listnega zavrtača (*Cameraria ohridella*) v Evropi (Augustin, 2008).

Strokovnjaki ocenjujejo, da se je škodljivec širil s hitrostjo od 20 do 50 kilometrov na leto in se tako razširil po celotnem evropskem prostoru na dva načina. Na dolge razdalje se metuljček širi pasivno, s transportom, na kratke razdalje pa se žuželka širi bodisi aktivno (z letenjem) bodisi z vetrom. Zmožnost aktivnega širjenja je približno 100 metrov. Bolj učinkovit je veter, ki pozimi odnese okužene liste ali delčke listov na večje razdalje (Pivk, 2009).

2.1.2.4 Razvojni krog

V naših razmerah razvije škodljivec najmanj tri rodove na leto (Oven, 2001), medtem ko jih v mediteranskem pasu lahko razvije celo pet (Rogič, 2003). Koliko rodov bo žuželka razvila v enem letu je odvisno predvsem od klimatskih razmer (Takos in sod., 2007) in dolžine rastne dobe (Pivk, 2009). Življenjski krog kostanjevega zavrtača se začne v aprilu (Rogič, 2003), ko iz prezimelih bub v odpadlem listju izletavajo metuljčki prvega rodu (slika 2). Ta proces traja približno tri tedne (Milevoj, 2003). Najštevilčnejši pojav metuljčkov je v maju, juliju in avgustu, celoten življenjski krog poletnega rodu žuželk pa traja od 6 do 11 tednov (Lees in sod., 2009).



Slika 2: Razvojni krog kostanjevega listnega zavrtača (*Cameraria ohridella*) (Hoskovec in Svatoš, 2002).

Odrasli metuljčki se sončijo na prisojnih straneh kostanjevih debel in na zgornjih straneh kostanjevih listov. Po oploditvi odložijo samičke posamično od 30 do 40 (Milevoj, 2003) umazanozelenih jajčec na zgornjo površino lista, vzdolž stranskih žil (Jurc, 1997). Po približno dveh tednih se iz jajčec izležejo (Milevoj, 2003) le dober milimeter velike

(Rogič, 2003) goseničice, ki se zavrtajo pod povrhnjico v listno tkivo, se tam hranijo (Milevoj, 2003) s palisadnim parenhimom (Oven, 2001) in pri tem delajo okrogle rove v obliki dupla (podobno kot sadni listni duplinar (*Leucoptera scitella* Zeller) na jablanovih listih). Tam se tudi levijo, skozi štiri levitvene stopnje do odrasle gosenice, in se nazadnje zabubijo. Po dveh do treh tednih iz bub na zgornji strani listov izletijo metuljčki drugega rodu (Milevoj, 2003). Nov rod je mnogo številčnejši od prvega (Rogič, 2003). Razvoj se nadaljuje; samičke odložijo jajčeca, izležejo se gosenice, ki se zavrtajo v liste, se tam hranijo, levijo in zabubijo. Metuljčki tretjega rodu, ki se pojavijo avgusta, množično izletavajo. Razmnoževanje in razvoj se nadaljujeta podobno kakor pri prvih dveh rodovih, le da se tretji rod zaključi s stadijem bube v kokonu, ki je značilen za prezimujoči stadij. Če dvignemo povrhnjico, ki prekriva izvrtino, opazimo, da je buba prekrita še z dodatno mrenico. Pravimo, da je v kokonu (Milevoj, 2003). V takšnem stadiju so bube odporne na nizke temperature in veliko relativno vlažnost (Pivk, 2009).

Domneva, da je razmnoževanje žuželk pogostokrat odvisno od dolgoživosti žuželk, je bila potrjena tudi v eni od raziskav, kjer rezultati kažejo na to, da tiste samičke kostanjevega listnega zavrtača, ki živijo dlje, ležejo večje število jajčec. Rezultati raziskav so pokazali, da imajo samičke kostanjevega listnega zavrtača daljšo življensko dobo, če se prehranjujejo z rastlinami iz družin Apiaceae, Brassicaceae in Ranunculaceae. Poleg tega so rezultati pokazali, da samičke kostanjevega listnega zavrtača, ki se prehranjujejo z dlakavim trebeljem (*Chaerophyllum hirsutum* L.) ležejo mnogo več jajčec od tistih, ki se hranijo le z vodo ali saharozo. Dlakavo trebelje je edina rastlina, ki pri samičkih kostanjevega listnega zavrtača znatno poveča dolgoživost in hkrati tudi plodnost žuželke (Kehrli in Bacher, 2007).

2.1.2.4.1 Jajčeca

Po oploditvi odložijo samičke posamično približno od 30 do 40 jajčec na zgornjo stran kostanjevih listov (Milevoj, 2003), vzdolž lateralnih žil (Lupi, 2005). Našli so več kot 100 jajčec na posamezen listič in več kot 300 jajčec na cel list. Jajčeca so umazanozelene barve (Jurc, 1997), sploščena, elipsaste oblike in merijo približno 0,25 mm v dolžino (Lees in sod., 2009).

2.1.2.4.2 Gosenica

Razvoj gosenic traja nekaj več kot tri tedne poleti ali do pet tednov jeseni. Odrasla gosenica je rumenozelene barve, okoli 6 mm dolga, glava je trikotna in temna, dorzalno na trebušnih segmentih so vidne temnejše pege, na bočni strani pa so dlačice. Gosenica ima štiri levitvene stopnje. Gosenice L₁ izjedajo listno tkivo v obliki hodnikov vzporedno z listnimi žilami, velikost izvrtin je 1–2 mm. Gosenice L_{2/3} izjedajo listno tkivo v obliki krogov premera 2–3 mm, pozneje se velikost krogov poveča na 5–8 mm. Gosenice L_{4/5}

oblikujejo z izjedanjem 3–4 cm dolge izvrtine nepravilnih oblik (slika 3). Izvrtine nikoli ne segajo prek listnih žil. Pri močnejših napadih se izvrtine združijo v večjo skupno izvrtino, kjer je večje število gosenic (Jurc, 1997).



Slika 3: Gosenica kostanjevega listnega zavrtača (*Cameraria ohridella*) v izvrtini (levo) in gosenica zunaj izvrtine (desno) (Eakringbirds, 2007).

2.1.2.4.3 Buba

Iz zadnjega levitvenega stadija se gosenica zabubi v svilnat kokon v kamrici lista s premerom 0,8–1 cm (slika 4). Na ta način lahko buba prezimi v odpadlem listju kostanja 6–7 mesecev (Fiolka in sod., 2005), saj je tako odporna na nizke temperature in veliko relativno vlažnost (Pivk, 2009). Buba je svetlo do temno gorčično rjava, dolga od 3,5 mm (Jurc, 1997) do 5,0 mm (Fiolka in sod., 2005). Buba je prekrita s svilnato ovojnico, katero pred eklozijo metulja prebije in se iz izvrtine na listno površje sprosti skoraj do polovice svoje dolžine (Jurc, 1997).



Slika 4: Buba kostanjevega listnega zavrtača (*Cameraria ohridella*) v kokonu (levo) (Foto: Franci Celar). Buba kostanjevega listnega zavrtača (*Cameraria ohridella*) pri odstranjenem kokonu (desno) (Eakringbirds, 2007).

2.1.2.4.4 Imago

Imago je odrasel metuljček in meri približno 3 mm v dolžino in približno 8 mm v razponu kril (slika 5). Sprednja krila se bakreno svetijo, imajo dve celi in eno prelomljeno prečno belo progo, ki so črno obrobljene. Pri vrhu krila je bela pega. Zadnja krila so enobarvna z dolgimi resami. Tipalke (antene) so nitaste in nekoliko krajše od prednjih kril. Najpogosteje se metuljčki pojavljajo v začetku maja, julija in septembra (Jurc, 1997).



Slika 5: Odrasel metulj kostanjevega listnega zavrtača (*Cameraria ohridella*) (Eakringbirds, 2007).

2.2 GOSTITELJSKE RASTLINE

Do nedavnega je veljal kostanjev listni zavrtač za monofagno vrsto (Jurc, 1997), ki živi in se hrani na belocvetnem navadnem divjem kostanju (*Aesculus hippocastanum* L.). Novejše raziskave kažejo, da ima lahko škodljivec popoln razvoj tudi na ostalih vrstah iz rodu *Aesculus* (Ferracini in Alma, 2008). Tak primer je vrsta *Aesculus pavia* L. (Milevoj, 2003). Hibrida rdečecvetnega divjega kostanja (*Aesculus x carnea* Hayne), zaenkrat metuljček še slabo napada. V Italiji (Rogič, 2003) in Nemčiji (Pivk, 2009) so strokovnjaki odkrili primere močnega napada na dveh vrstah javorja, in sicer na belem (gorskem) javorju (*Acer pseudoplatanus* L.), ki uspeva v visokogorskih predelih Julijske krajine (Rogič, 2003) in ostrolistnem javorju (*Acer platanoides* L.) (Fiolka in sod., 2005). Med bolj poredko napadene vrste štejemo *A. glabra* Willd., *A. turbinata* Blume in *A. x bushi* Schneid. Žuželka se razvija tudi na nekaterih ameriških vrstah: *A. octandra* Marsh., *A. glabra* Willd., *A. sylvatica* Bartr., *A. pavia* Torr. in Gray, *A. chinensis* Bunge in *A. californica* (Spach) Nutt. (Lees in sod., 2009). Obstaja nevarnost, da bo metuljček sčasoma zamenjal gostiteljsko rastlino (Pivk, 2009).

2.2.1 Navadni divji kostanj (*Aesculus hippocastanum* L.)

2.2.1.1 Opis vrste

Navadni divji kostanj (*Aesculus hippocastanum* L.) je mogočno cvetoče drevo, ki sodi med najbolj zanimive in prepoznavne drevesne vrste pri nas (Šiftar, 1995). Zaradi svoje izjemne lepote je v Sloveniji že dolga leta znano kot priljubljeno okrasno drevo, ki raste v parkih, drevoredih, ob mestnih ulicah, tržnicah in ob pokopališčih, pred cerkvami, na dvoriščih gostiln ali kot hišno drevo (Jurc, 1997). Za dobro rast potrebuje navadni divji kostanj humozna, globoka, odcedna, vendar dovolj vlažna tla. Precej je občutljiv na povečano žarčenje, visoke temperature, zbita in zasoljena tla. Številnim vrstam žuželk in pajkov nudi divji kostanj manjši življenski prostor, saj jim nudi zavetje in hrano, pa tudi ustrezno mesto za gnezdenje različnih vrst ptičev. Na naravnih rastiščih, ob bližini rek v gorah na jugu Balkana, lahko divji kostanj doživi starost tudi do 200 let. V srednji Evropi obdržijo svojo vitalnost tja do starosti od 50 do 70 let, kasneje začne drevo počasi prehajati v degenerativno fazo, kar opazimo kot povešanje vej v krošnjah (Šiftar, 1995).

2.2.1.2 Izvor

Dolga leta je veljalo prepričanje, da je domovina navadnega divjega kostanja vzhodna Azija, toda pravo poreklo divjega kostanja je Balkanski polotok; točneje območja severne Grčije, Albanije, del Makedonije in del Bolgarije (Jurc, 1997). Ime je drevesna vrsta dobila po tesalskem mestu Kastanis. Kot okrasno drevo so ga leta 1576 Turki prinesli v Evropo iz Carigrada. Plodove divjega kostanja so Turki uporabljali za krmljenje svojih konj, iz plodov pa so pripravljali tudi sirup za zdravljenje prehlada konj. Od tod naj bi izviralo poimenovanje besede *hippocastanum*: *hippos* (grško) = konj, *kastanon* (grško) = kostanj; torej konjski kostanj (Rogič, 2003). Švedski botanik Linné je navadni divji kostanj poimenoval z latinskim imenom *Aesculus hippocastanum*. Iz grščine je vzel predpono »a«, ki daje besedi nikalni pomen in latinsko besedo »esca«, kar pomeni jed, hrana. Oba pojma skupaj pomenita neustrezna hrana. Ime vrste podrobneje določa pridevek, ki je sestavljen iz grške besede »hippo«, kar pomeni konj in latinske besede »castanum«, kar je kostanj (Šiftar, 1995).

Poleg kostanjevega listnega zavrtača (*Cameraria ohridella*), se na navadnem divjem kostanju pojavljata tudi listna sušica divjega kostanja (*Guignardia aesculi*/Peck./ Stew.) in pepelovka divjega kostanja (*Erysiphe flexuosa* (Peck) U. Braun in S. Takam.). Slednji predstavlja nov, pomemben škodljiv organizem divjih kostanjev pri nas.

2.3 NARAVNI SOVRAŽNIKI

Naravni sovražniki ali koristni organizmi se hranijo z rastlinskimi škodljivci, se na njih ali v njih oziroma v njihovi bližini razvijajo in jih tako pokončajo (Milevoj, 2005). Živijo na račun drugega organizma in lahko pomagajo omejevati populacijo svojega gostitelja. Skupina naravnih sovražnikov vključuje parazitoide, parazite, plenilce (predatorje) in patogene (Pajk, 2006). Trajnejšo rešitev pri omejevanju škodljivih živalskih organizmov na divjem kostanju, pričakujemo prav od naravnih soražnikov. Le-te moramo za zdaj iskati predvsem med avtohtonimi vrstami, ki pa potrebujejo daljši čas za prilagoditev novim gostiteljem. Pri zmanjšanju števila listnih zavrtačev so pomembni predvsem parazitoidi (Milevoj, 2000). Parazitoidi odložijo na ali v enega gostitelja po eno ali več svojih jajčec. Ličinke, ki se izležejo, se hranijo s škodljivcem, ki ne pogine takoj. Nekaj dni po parazitiranju se spremeni videz škodljivca, v pogledu oblike in barve. Iz škodljivca, ki pogine, izleti odrasla žival (parazitoid). Pri nekaterih vrstah ličinka parazitoida že predčasno zapusti telo gostitelja in se zabubi zunaj njegovega telesa (Milevoj, 2005).

Do danes je bilo odkritih že prek 60 vrst parazitoidov, ki napadajo kostanjevega listnega zavrtača (Lees in sod., 2009), vendar takega, ki bi bil dovolj učinkovit proti kostanjevemu listnemu zavrtaču, še niso odkrili (Grabenweger, 2004). Podnebne spremembe vplivajo na različne fitofagne škodljivce, še posebej na tiste iz reda Lepidoptera, kamor spada tudi kostanjev listni zavrtač (Thomson in sod., 2009). Nadzor nad novo vrsto škodljivca je mogoč le, če sta življenjski krog parazitoida in gostitelja usklajena. Pomanjkanje ustreznih gostiteljev, kamor parazitoid odloži jajčeca, tako ovira proces prilagajanja. Pojav parazitiranosti v prvem rodu metuljčkov je spomladi precej manjši v primerjavi z rodod, ki se pojavlja jeseni. To kaže na to, da parazitoidi, ki preživijo v izvrtini jeseni, ne napadejo metuljčkov prvega spomladanskega rodu. V večini primerov parazitoidi raje napadajo zadnje razvojne stopnje gosenic in bube, kot imaga samega (Grabenweger, 2004). V stopnji L (feeding stage) parazitizem še ni tako močno prisoten, kot je v stopnji S (spinning stage) in v stadiju bube. Gosenice v stopnji L (angl. feeding stage, stopnja prehranjevanja) so bolj gibljive v primerjavi z gosenicami, ki so že v stopnji S (angl. spinning stage, stopnja zabubljenja) in so se zato sposobne tudi braniti pred napadalci (Volter in Kenis, 2006). Večina parazitoidov napade škodljivca v stadiju gosenice, nekateri v stadiju bube. Nismo zasledili, da bi parazitoid napadal jajčeca, saj so le-ta zelo majhna (Lees in sod., 2009). Obstajajo tudi primeri, kot je parazitoid *Pnigalio agraulis* (Walker.), ki se parazitiranju bube izogiba ali pa je preprosto ne more napasti (Volter in Kenis, 2006). Parazitiranost je največkrat pod 10 % in navadno ne preseže 25 %. Razlog za tako majhen odstotek parazitiranosti je moč iskati v tem, da imajo lokalni parazitoidi več različnih vrst gostiteljev (Lees in sod., 2009). Pri nekaterih vrstah, ki so sorodne kostanjevemu listnemu zavrtaču, so opazili, da je parazitiranost v nekaterih primerih presegla 50 % (Francke in sod., 2002).

Med najpomembnejše naravne sovražnike kostanjevega listnega zavrtača uvrščamo parazitoide iz reda kožekrilcev (Hymenoptera), iz naddružin Chalcidoidea in Ichneumonoidea (Lethmayer, 2005). Med njimi so štirje predstavniki najbolj številčni po vsej Evropi: *Minotetrastichus frontalis* (Nees) in *Pnigalio agraulis* (Walker), ki ju uvrščamo med ektoparazite, medtem ko *Closterocerus trifasciatus* (Westwood) (Ferracini in Alma, 2007) in *Pediobius saulius* (Walker) (Lethmayer, 2005) uvrščamo med endoparazite. Vsi našeti parazitoidi spadajo v družino Eulophidae (Hymenoptera: Chalcidoidea) (Lupi, 2005). Daleč najbolj številen parazitoidni kompleks na kostanjevem listnem zavrtaču je parazitoid *Minotetrastichus frontalis*, ki se pojavlja od sredine aprila do sredine maja (Grabenweger, 2004), med najpomembnejše parazitoide kostanjevega listnega zavrtača v Evropi pa štejemo parazitoidno vrsto *Pnigalio agraulis* (Grabenweger in sod., 2007). Življenjska doba samčkov parazitoidov vrst *Minotetrastichus frontalis* in *Pnigalio agraulis* je daljša od življenjske dobe samčkov (Kehrli, 2007). Kot občasni parazitoid navadnega divjega kostanja se pojavlja tudi parazitoid *Sympiesis sericeicornis* (Nees), ki je pogost parazitoid platanovega listnega zavrtača (*Phyllonorycter platani* Staudinger) na platani (Grabenweger in sod., 2007).

Razlog za neučinkovitost parazitoidov v spomladanskem času pripisujejo strokovnjaki slabemu usklajevanju v obdobju med pojavom parazitoidov po diapavzi in razvojem prvega rodu škodljivcev. Parazitoidi kostanjevega listnega zavrtača se pojavljajo na dva načina; pozno pojavljajoče vrste prezimelih rodov parazitoidov sprožijo parazitiranje kostanjevega listnega zavrtača v spomladanskem času. Drugi način pojavljanja si lahko razložimo tako, da so parazitoidi polifagne žuželke, ki se zadržujejo na alternativnih gostiteljih, ki rastejo v bližini glavnega gostitelja, in sicer toliko časa, dokler gosenice glavnega gostitelja, torej kostanjevega listnega zavrtača, niso v stadiju, ko so dosegljive za parazitoide. Potencialni parazitoidi žuželke, ki se razvijejo v drugih gostiteljih v urbanem okolju, postanejo aktivni zgodaj spomladi, nekaj tednov pred pojavljanjem prvih izvrtin. (Grabenweger in sod., 2007).

Nekateri predatorji, kot so plenilske stenice in plenilski resarji, se hranijo z gosenicami listnih zavrtačev. V italijanski raziskavi, ki je potekala blizu Milana, so našli dva predatorja. Resar *Haplothrips* sp. (Thysanoptera, Tubulifera) se je v izvrtini kostanjevega lista hranil z gosenico listnega zavrtača, stenica *Campyloneura virgula* (Herrich-Schaeffer) (Hemiptera, Miridae) pa je srkala vsebino gosenice listnega zavrtača skozi listno povrhnjico (Lupi, 2005).

2.3.1 Spremljanje naravnih sovražnikov v Sloveniji

V Sloveniji so leta 2003 našli sedem vzorcev parazitoidov na kostanjevem listnem zavrtaču v Lipici, med njimi je bilo pet različnih vrst, vse iz družine Eulophidae. Kot drugod po Evropi, je bila tudi v tej raziskavi parazitoidna vrsta *Minotetrastichus frontalis* (Nees)

največkrat zastopana, saj so jo našli kar na treh gostiteljih. Pri ostalih primerih parazitoidov je bil odkrit le po en primer. Poleg že omenjene parazitoidne vrste *M. frontalis*, so tisto leto v Sloveniji našli še štiri: *Closterocerus trifasciatus* (Westwood), *Pediobius saulius* (Walker), *Pnigalio agraulis* (Walker) ter *Cirrospilus diallus* (Walker).

Parazitoidna vrsta *Pediobius saulius* (Walker) se pogosto pojavlja v jugovzhodni Evropi, medtem ko je v preostalem delu Evrope bolj pogosta na drugih vrstah zavrtačev in ne toliko na kostanjevem listnem zavrtaču. Vrsta *Cirrospilus diallus* (Walker) je edini primer parazitoida, ki je bil pri tej raziskavi odkrit le v Sloveniji in tako predstavlja tudi novo odkritega parazitoida na kostanjevem listnem zavrtaču. Zadnje raziskave so potrdile, da je parazitiranost na kostanjevem listnem zavrtaču zelo majhna, od 1 % do 17 % in razlike po številu parazitov med divjim kostanjem v naravi in tistim v urbanem okolju pravzaprav ni (Volter in Kenis, 2006).

2.4 POŠKODBE

Gosenice kostanjevega listnega zavrtača se prehranjujejo z listnim tkivom (izjedajo parenhim in mezofil) med zgornjo in spodnjo povrhnjico listov (Jurc, 1997) in tako povzročajo nastanek izvrtin na kostanjevih listih. Izvrtine so vidne kot rjave okroglaste pege, ki se lahko združujejo tako, da prekrijejo celo listno ploskev (Milevoj, 2003). Na začetku napada so posamezne izvrtine okrogle in svetle, velikosti od 0,5 do 1 cm². Robovi izvrtin se sčasoma razširijo do vzporednih žil listja, izvrtine postanejo rjave in včasih lahko dosežejo do 4 cm v dolžino (slika 6). V začetnem delu izvrtine so med zgornjo in spodnjo povrhnjico opazni rjavi kupčki iztrebkov gosenic. Pri močnejših napadih je opaziti več deset izvrtin na listič, ki se lahko med seboj združujejo in tako prekrivajo tudi 80–100 % listne ploskve dlanasto sestavljenega lista (Jurc, 1997). To povzroči predčasno rjavenje in odpadanje listov, hkrati pa kvari estetski videz dreves in krajine (Milevoj, 2003).

Napadenost dreves ne vpliva na zmanjšano kalivost semen, nasprotno, rezultati raziskav kažejo, da je kalivost semen napadenih dreves boljša (Takoš in sod., 2007). Ne smemo pa zanemariti dejstva, da so semena napadenih dreves manjša in tako posledično vplivajo na velikost dreves ter njihov obstoj v naravnih gozdovih (Lethmayer, 2005). Kostanjev listni zavrtač ne vpliva negativno na samo kalivost semen in na ohranitev sadik, vendar pa vpliva negativno na vitalnost sadik v začetnem obdobju kalivosti (Takoš in sod., 2007). Velika napadenost lahko pri drevesih povzroči stres, tako da lahko drevesa kostanjev v jesenskem času ponovno vzbrstijo in zacvetijo (Milevoj, 2003). To kaže na močno moten razvoj drevesa (Lethmayer, 2005). Takšna drevesa pozebejo, naslednjo pomlad ne cvetijo, poženejo poškodovane prve liste in tvorijo šibkejšje veje (Pivk, 2009). Zaradi slabe oskrbe korenin z ogljikovimi hidrati, ki so posledica zmanjšane fotosintetske aktivnosti, imajo drevesa slabši prirast in manjše plodove (Takoš in sod., 2007).



Slika 6: Poškodbe listov navadnega divjega kostanja zaradi napada kostanjevega listnega zavrtača (*Cameraria ohridella*) (Foto: Katja Košir).

2.5 ZATIRANJE

2.5.1 Mehanično zatiranje

Metoda mehaničnega zatiranja je najpreprostejša in najcenejša, vendar je sedaj, ko je škodljivec že splošno razširjen, učinkovita le v 20 % (Rogič, 2003). Z grabljenjem, zbiranjem in kompostiranjem odpadlega listja zmanjšamo število žuželk v naslednjem letu (Milevoj, 2003; Ferracini in Alma, 2008). Listje kompostiramo tako, da ga pokrijemo z nekaj centimetrom debelo plastjo zemlje. Na ta način spomladi onemogočimo metuljčkom, da bi izleteli iz bub. Poškodbe na listih zaradi prvega in drugega rodu gosenic so močno zmanjšane (Pivk, 2009). Odpadlega listja ne prevažamo na odprtih prikolicah, saj bi na ta način škodljivcu omogočili dodatno širjenje. Najbolj učinkovito zatiranje je sežiganje odpadlega kostanjevega listja kar na licu mesta, v kolikor nam razmere to dovoljujejo (Milevoj, 2003). Pomembno je, da odpadlo listje pospravimo preden se začnejo razvijati odrasle žuželke v naslednjem letu, nekje do konca marca (Lees in sod., 2009).



Slika 7: Predčasno odpadlo listje navadnega divjega kostanja (*Aesculus hippocastanum* L.) (levo) in čiščenje odpadlega listja navadnega divjega kostanja (*Aesculus hippocastanum* L.) v parku Tivoli (desno) (Foto: Katja Košir).

Metoda odstranjevanja odpadlega listja pride v poštev predvsem v manjših vrtovih in parkih. Z grabljenjem in odstranjevanjem odpadlega listja odstranimo tudi prezimele bube, ki se nahajajo v izvrtinah odpadlega listja (slika 7). Zavedati se moramo, da z odstranjevanjem listja v jesenskem času odstranjujemo hkrati tudi koristne vrste (Milevoj, 2000).

2.5.2 Kemično zatiranje

Uporabi kemičnih sredstev se za uspešno zatiranje kostanjevega zavrtača žal ne moremo izogniti. Zatreti ga je mogoče z različnimi sistemičnimi insekticidi, s katerim pa bi morali drevesa škropiti najmanj trikrat ali štirikrat na leto. Škropljenje s sistemičnimi insekticidi ima velike pomanjkljivosti. Škropili bi lahko le manjša drevesa, saj bi bilo škropljenje velikih dreves težavno. Škropili bi lahko le drevesa zunaj mestnega okolja, kajti v urbanih naseljih nanos insekticidov ni zaželen. Največji problem sistemičnih insekticidov je, da lahko prizadanejo tudi koristne žuželke, ne le kostanjevega zavrtača. Tako bi lahko poginile tudi čebele, hrošči, metulji, pajki, mravlje, itd. S škropljenjem bi tako povzročili več škode kot koristi, saj drevesa živijo v sožitju z mnogimi vrstami žuželk in z drugimi živimi bitji (Rogič, 2003).

Za sistemične insekticide je značilno, da po nanosu na rastlino prodrejo v njeno notranjost in se po rastlini premeščajo, bodisi po ksilemu ali floemu. Aktivno snov pripravka lahko rastline kemično spremenijo, tako da postane neučinkovita. Inaktiviranje je možno, če se aktivna snov veže v specifične presnovne produkte. Tako spremenjena aktivna snov se lahko prenaša po celotni rastlini in se zopet aktivira na mestu delovanja, zaradi zaznave določenega receptorja. Neposredno delovanje aktivne snovi v škodljivcu nastane, ko ta učinkuje na presnovne in druge procese. Tako deluje večina insekticidov, ki na škodljive organizme delujejo kot živčni strup, saj ovirajo prenos dražljajev (Maček in Kač, 1990).

O uporabi kemičnih insekticidov zoper listnega zavrtača divjega kostanja so na območju Ohrida poročali že leta 1985. Testiranih je bilo veliko sredstev, med katerimi so večino uporabljali kot sistemične insekticide, ki se nanašajo neposredno v deblo dreves. Kadarkoli se injicira raztopino insekticidov v deblo, je potrebno pribor (vijake, igle za injiciranje) in poškodbe na deblu razkužiti s primerno fungicidno raztopino (Ferracini in Alma, 2008).

2.5.2.1 Registrirani pripravki za zatiranje kostanjevega listnega zavrtača v Sloveniji

NeemAzal-T/S je insekticid z delnim sistemičnim delovanjem proti grizočim škodljivcem, katerega aktivna snov je azadirachtin A. Vsebuje prečiščeno učinkovino pečk tropske drevesne vrste *Azadirachta indica* (A. Juss) (angl. neem). Učinkovina prehaja iz površja rastlin v notranjost ter se po rastlini delno sistemično premešča. Aktivira se nekaj ur po vstopu v rastlino. Škodljivci zaužijejo pripravek z objedanjem rastlin. Zaužit insekticid NeemAzal-T/S zavre sposobnost prehranjevanja žuželk, v nekaj dneh pa tudi sposobnost razvoja in razmnoževanja. Po tretiranju so lahko gosenice še dneve zatem na rastlinah, vendar ne povzročajo več gospodarske škode, niti se ne razmnožujejo. NeemAzal-T/S je prizanesljiv do večine predatorjev (koristnih žuželk), ki lahko bistveno prispevajo k zmanjševanju populacije škodljivih žuželk. Je nestrupen, ustrezen za biotično varstvo rastlin, uporablja pa se lahko tudi v času leta čebel (Metrov, 2009).

2.5.2.2 Tehnike injiciranja

2.5.2.2.1 Injiciranje pod pritiskom

To je najboljši način injiciranja insekticida v drevo. Pri tej metodi zavrtajo v drevo nekaj milimetrsko luknjico, pod skorjo vstavijo posebno ampulo z insekticidom in pod pritiskom 0,2 bara injicirajo sredstvo v skorjo. Tudi pri tej metodi še ni raziskano, kakšne so posledice mehaničnih poškodb, ki nastanejo z injiciranjem. Poleg tega ta način ni poceni in ne pride v poštev za večje parke in drevorede, ampak le za posamezna drevesa (Pivk, 2009).

2.5.2.2.2 Injiciranje pod skorjo

Sistem, ki so ga razvili v ZDA in je v Evropo prišel v začetku devetdesetih let, je dokaj preprost in edini do sedaj resnično učinkovit način zatiranja kostanjevega listnega zavrtača. S posebnim strojčkom zavrtajo nekaj milimetrov globoko luknjico v drevesno deblo. Globina luknjice je odvisna od debeline skorje. Pod skorjo vstavijo ampulo s cepivom in jo pustijo delovati. Cepivo v ampuli je pod pritiskom 0,2 bara in je izenačen s pod pritiskom, ki ga ustvarja drevo s transpiracijo, kar pomaga koreninam pri črpanju vode s hranili iz tal. Drevesa se lahko cepijo skozi vse leto, vendar je najustreznejši čas za cepljenje divjih kostanjev spomladi, od začetka aprila do konec maja, to je pred cvetenjem in pred prvim izletom metuljkov. Drevesa izčrpajo cepivo iz ampul v različno dolgem časovnem obdobju. Cepljenje lahko traja od ene ure do osem ur. Ta čas je odvisen od vitalnosti drevesa, od rastišča, najbolj pa od vremenskih razmer. Najprimernejši čas za cepljenje, so obdobja lepega vremena, po možnosti po deževju, ko je v zraku veliko vlage, saj takrat drevo ustvarja najmočnejši podtlak in najbolj intenzivno črpa vodo iz tal. Cepivo ostane v listih približno eno leto, zato cepljenja v tem obdobju ni potrebno ponavljati. Zanimivo in pomembno odkritje je, da drevesa cepivo nalagajo tudi v zračne žepe, ki so v strukturi debla in služijo za odlaganje odvečnega materiala. Iz teh žepov cepljeni oziroma zdravljeni kostanji črpajo cepivo še dve leti ali več po injiciranju (Rogič, 2003).

Vsaka ampula vsebuje dva mililitra pripravka. Število ampul s cepivom, ki jih je treba namestiti na posamezno drevo, je odvisno od debeline debla. Izračunamo ga tako, da obseg debla delimo s številom 18. To pomeni, da so ampule porazdeljene okoli debla v medsebojni oddaljenosti osemnajstih centimetrov. Vse morajo biti na isti višini, največ trideset centimetrov nad tlemi. Tam ima namreč divji kostanj tako imenovani koreničnik, to je prehod koreninskega dela v deblo. Vsaka vstavljena ampula s pripravkom mora doseči beljavo, saj le tako cepivo najhitreje doseže liste. Cepljenje s pripravkom iz ampul je neškodljivo za druga živa bitja (Rogič, 2003).

2.5.3 Biotehniško zatiranje

Pri tej metodi izrabljamo reakcije škodljivcev na določene fizikalne in kemične dražljaje, pri čemer se uporabljajo naravne sintetične snovi (Milevoj, 2007). Znana sta dva tipa te metode: metoda zbeganja samčkov s feromonskimi vabami in metoda sterilizacije samcev (Milevoj, 2003).

2.5.3.1 Feromoni

Prvi odkriti feromon (8E,10Z)-tetradeca-8,10- dienal (EZ-7) za rod *Cameraria* je odkrila skupina čeških znanstvenikov (Svatoš in sod, 1999). Tega samčki zaznajo že pri zelo majhnih koncentracijah (Francke in sod., 2002). Feromone oddajajo navadno samice žuželk, da privlačijo samce, lahko pa tudi nasprotno.

Feromonska vaba sestoji iz hišice z lepljivo ploščo, v katero se vstavi feromonska kapsula s feronom. Na lepljive plošče se lahko ulovi več deset tisoč osebkov, vendar zaradi številčnosti populacije ta način ne daje zadovoljivih rezultatov. Potrebno bi bilo obesiti zelo veliko število vab visoko v drevesno krošnjo (Pivk, 2009). Ob pojavu vsakega novega rodu metuljčkov bi jih bilo potrebno redno čistiti in menjati (Rogič, 2003), kar pa je predrago in nepraktično.

Drugi način uporabe feromonov temelji na metodi zbeganja. Bistvo metode je nasičenje zraka okoli dreves z večjimi dozami sintetičnega feromona, z namenom, da bi zmedli samce med parjenjem. Samci postanejo nesposobni, da bi poiskali samico za parjenje. Ta način je uspešen v laboratoriju, na terenu pa je težko vzdrževati zadostno koncentracijo feromona v zraku (Pivk, 2009). Metoda zbeganja samčkov s feromonskimi vabami se do sedaj kljub učinkovitosti lovljenja samčkov ni izkazala kot najbolj uspešna, (Lees in sod., 2009), poleg tega je ta metoda sorazmerno draga (Rogič, 2003).

2.5.3.2 Metoda sterilizacije samcev

Metoda sterilizacije žuželk je vrstno specifična tehnika, primerljiva z drugimi metodami zatiranja škodljivcev, ki vključujejo uporabo insekticidov, biotično zatiranje, itd.... (Bloem in sod., 2005). Metoda temelji na sterilizaciji žuželk s pomočjo ionizirajočega sevanja, katerega vir sta kemijska elementa kobalt (Co) ali cezij (Cs). (Robinson, 2005). Uvršča se med najmanj škodljive načine za zatiranje škodljivcev in je najbolj učinkovita takrat, kadar se uporablja za celotno območje zatiranja škodljivcev (Klassen in Curtis, 2005).

Proti ionizirajočemu sevanju je red Lepidoptera bolj odporen v primerjavi z drugimi žuželkami, še posebej pa so na sevanje odporne večje in nekatere druge vrste metuljev. Njihove celice so od 50 do 100-krat bolj odporne na smrtonosno sevanje, kot so odporne

celice sesalcev. Prav tako velja velika odpornost za zarodne celice in spermo žuželk iz reda Lepidoptera, zato so za uspešno sterilizacijo samčkov potrebni veliki odmerki ionizirajočega sevanja. Samičke so veliko bolj občutljive na ionizirajoče sevanje kot samčki. Pri enakih odmerkih ionizirajočega sevanja postanejo samičke reda Lepidoptera popolnoma sterilne, medtem ko postanejo samčki iste vrste le delno sterilni. Predhodno obsevani samčki, ki postanejo posledično delno spolno sterilni in se nato združijo s plodnimi samičkami v naravi, nastanejo tudi pri potomcih F_1 rodu sterilni, med katerimi je večina samčkov (Carpenter in sod., 2005).

Uporaba metode sterilizacije žuželk proti škodljivcem iz reda Lepidoptera, se potencialno kaže kot zelo dobra. Uspešno se uporablja proti tropskim sadnim muham, nekaterim vrstam ce-ce muh (*Glossina* spp.), jabolčnemu zavijaču (*Cydia pomonella* L.), navadnemu gobarju (*Lymantria dispar* L.), miazii (*Chrysomya bezziana*) (Villeneuve) in drugim škodljivcem. V Kanadi je leta 1962 in 1982 M.D. Proverbs uporabil metodo sterilizacije žuželk pri zatiranju jabolčnega zavijača in ugotovil, da so potrebni veliki odmerki ionizirajočega sevanja (okoli 400 Gy) za 100 % sterilnost žuželke (Klassen in Curtis, 2005). V povezavi z zatiranjem vrste *Cameraria ohridella* ni dostopnih objav.

2.5.4 Biotično zatiranje

Biotično varstvo rastlin je način, ki uporablja žive koristne organizme (plenilce, parazitoide, entomopatogene ogorčice, entomopatogene glive, protozoe, bakuloviruse) za obvladovanje populacij škodljivih organizmov, s čimer zmanjšujejo škodo, ki bi jo slednji povzročili (Milevoj, 2005). Varovalno biotično varstvo vključuje varovanje domorodnih koristnih organizmov in vzpodbujanje njihove naselitve. Domorodne oziroma avtohtone koristne živalske vrste (t. im. naravni sovražniki) so plenilci, ki se hranijo z živalskimi organizmi in parazitoidi, ki živijo in se razmnožujejo v ali na škodljivcih (Milevoj, 2007). Med najbolj pomembne naravne sovražnike listnih zavrtačev štejemo parazitoide, vendar zaenkrat še nimajo večjega vpliva na njihovo populacijo (Ferracini in Alma, 2008). Vse kaže na to, da avtohtoni parazitoidi še niso dovolj prilagojeni na nove vrste gostiteljev (Lethmayer, 2005), prav tako pa je tudi število naravnih sovražnikov, ki bi zadržali prekomerno razmnoževanje obravnavanega škodljivca, premajhno (Milevoj, 2003).

Mikrobiotično zatiranje rastlinskih škodljivcev spada med biotične načine varstva in je zasnovano na patologiji žuželk in drugih fitofagnih organizmov (npr. ogorčic, pršic, mehkužcev, vretenčarjev, itd.), pri čemer se uporabljajo entomopatogeni organizmi za zatiranje rastlinskih škodljivcev (Milevoj, 2005 B). Nekatera mikrobiotična sredstva za biotično zatiranje se že uporabljajo v komercialne namene. Sredstva na podlagi bakterije *Bacillus thuringiensis* (okrajšava B.t.) so že raziskovali za zatiranje kostanjevega listnega zavrtača (Pivk, 2009). Sredstvo je v obliki vodne raztopine in se s pršenjem nanaša na krošnje dreves. Ko škodljivec zaužije tretirane liste, zaužije spore, toksine bakterije, ki

delujejo na prebavni trakt škodljivca. Bakterija *Bacillus thuringiensis* (Berliner) s sproščanjem toksinov v svojega gostitelja najprej omrtviči, nato pa ga dokončno ubije (Honee & Visser, 1993, cit. po Driesche, 2008). O mikroorganizmih, kot biotičnih agensih pri omejevanju škodljivcev in bolezni na divjem kostanju, pa še ni dostopnih poročil (Milevoj, 2000).

2.6 ENTOMOPATOGENE GLIVE

Entomopatogene glive taksonomsko spadajo v dve kraljestvi: Chromista (Stramenopila) in Fungi (Eumycota) (Roberts in Hajek, 1992, cit. po Tkavc, 2007). Znanih je več kot 750 vrst, ki jih uvrščamo v več kot 100 rodov; največ jih spada v kraljestvo Fungi, in sicer v debli Ascomycota in Zygomycota (Ihara, 2007, cit. po Tkavc, 2007). Za skupino entomopatogenih gliv je značilno, da so izgubile sposobnost oblikovanja spolnih spor oz. jih oblikujejo redko. Takšne glive uvrščamo med višje glive, v deblo Deuteromycota, (Fungi imperfecti) in razred Hyphomycetes (Lacey in sod., 2001). Glavna značilnost predstavnikov tega debela je tvorba micelija, ki na posebnih konidiogenih celicah nosi nespolne spore (konidije). Poleg konidijev nekatere vrste oblikujejo tudi trajne spore, klamidospore (Inglis in sod., 2001, cit. po Gril, 2006).

Entomopatogene glive povzročajo glivična obolenja pri žuželkah. Glive okužujejo odrasle osebkke, ličinke, pa tudi bube z micelijem skozi integument, pri čemer prepredejo celo telo, hife pa prodrejo na površje kutikule. Na površju se oblikuje zračni micelij, na katerem se razvijejo trosonosci s trosi. Trosi ostanejo precej časa tudi v tleh, tako da je mogoče entomopatogene glive izolirati iz tal. To so glive iz rodov *Entomophthora*, *Aschersonia* in *Verticillium* (Milevoj, 2005b). Na kalitev vplivajo različni abiotski dejavniki, kot so temperatura, vlažnost, prisotnost hranil, površina epikutikule (prisotnost nekaterih kemikalij), prisotnost kisika, in tudi biotski dejavniki, kot je zastopanost saprofitske mikroflore (Samson in sod., 1984, cit. po Tkavc, 2007). Glive prodrejo s kličnimi mešički prek telesnih odprtín, pa tudi s pritiskom na kutikulo in s pomočjo encimov v telo žuželk (Milevoj, 2005b). Smrt gostitelja nastopi zaradi prekinitve dovoda hranil, fizičnih ovir in/ali nastanka oz. izločanja toksinov. Po smrti gostitelja micelij glive v ugodnih razmerah izrašča iz kadavra, oblikuje konidiogene celice, sledi sporulacija na površju odmrlega organizma in sproščanje konidijev v okolico. Pri širjenju konidijev sodelujejo različni prenašalci, kot so dež, veter, žuželke (Boucias in sod., 1988, 1991, cit. po Gril, 2006).

Prednosti uporabe entomopatogenih gliv pred drugimi sredstvi za varstvo rastlin so v tem, da ne predstavljajo težav v prehranjevalni verigi, sredstva ne hlapijo, ne puščajo strupenih ostankov, ni posledic za podtalnico ali pitno vodo, niso strupena za ljudi, sesalce, rastline, nekatere glive se enostavno izolirajo na selektivna gojišča, množično se dajo namnoževati v fermentorjih, okužba gostiteljev je izvedljiva brez težav in uporaba pripravkov je preprosta (Milevoj, 2005b).

Slabosti biotičnih pripravkov so povezane predvsem z odpornostjo ciljnih organizmov na tovrstne pripravke, hitrostjo delovanja, s specifičnim delovanjem (preširok ali preozek spekter ciljnih organizmov, na katere učinkujejo) in velikimi stroški (Lacey in sod., 2001). Dokazana je učinkovitost entomopatogenih gliv proti velikemu številu različnih škodljivcev (Lacey in sod., 2001). Poleg že znanih entomopatogenih rodov gliv (*Entomophthora*, *Beauveria*, *Metarhizium* in *Verticillium*), znanstveniki omenjajo tudi druge vrste entomopatogenih gliv, ki pripadajo rodovom *Trichoderma*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Mucor* in *Fusarium* (Christias in sod., 2001).

Odločitev o času nanašanja biotičnega pripravka je odvisna predvsem od zastopanosti dovzetnega gostitelja v ustreznem razvojnem stadiju, ugodnih okoljskih dejavnikov in mora biti v skladu z drugimi kmetijskimi opravili (namakanje, uporaba fungicidov). Uporabnost pripravkov na podlagi entomopatogenih gliv je v primerjavi s konvencionalnimi fitofarmaceutskimi pripravki povezana predvsem z njihovo učinkovitostjo in ceno (Lacey in sod., 2001). Več kot 150 biotičnih pripravkov za zatiranje žuželk deluje na podlagi entomopatogenih gliv in več kot 75 % teh pripravkov temelji na osnovi gliv *Metarhizium anisopliae* (Mechnikov) Sorokin, *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin, *Isaria fumosorosea* (Wize) in *Beauveria brongniartii* (Saccardo) Petch (Jackson in sod., 2010). Delovanje glivnih pripravkov je zelo počasno, njihova prednost pa v tem, da se v tleh obdržijo dolgo časa (več let) ter se z dežjem in vetrom širijo na druge osebk. Pri nas je registriran pripravek Naturalis, ki ga trži podjetje Karsia, med drugim za zatiranje resarjev, listnih uši, ščitkarjev, navadne pršice, strun. Pripravek je izdelan na podlagi glive *Beauveria bassiana* (Milevoj, 2005 B). Entomopatogeno glivo *Cladosporium* spp. so izolirali iz različnih vrst žuželk in pršic in pri tem odkrili da ima velik pomen pri biotičnem zatiranju žuželk in pršic (Eken in Hayat, 2009).

3 MATERIALI IN METODE

3.1 MATERIAL

3.1.1 Park Tivoli

Načrt za park je izdelal francoski inženir Blanchard. Park so odprli leta 1813. Dobro stoletje pozneje je slovenski arhitekt Jože Plečnik delno preuredil podobo parka. Park obsega približno 5 km² in sega v samo središče mesta. Danes ima park številne sprehajalne poti, cvetlične ureditve, fontane in kipe. Glavne točke parka so trije veliki kostanjevi drevoredi in Jakopičev drevored, ki ga je načrtoval Plečnik (Strgar, 1994). Zelene površine Tivolija, gozdnati predeli Rožnika in Šišenskega hriba sestavljajo krajinski park (509 ha), ki je bil leta 1984 razglašen za naravni spomenik in spomenik oblikovane narave. Skupaj predstavljajo neločljiv del podobe mesta Ljubljana. Park Tivoli ima tudi velik sociološki pomen (Veber, 2008).

3.1.2 Drevored v Rožni dolini

Drevored navadnega divjega kostanja se nahaja v naselju Rožna dolina vzdolž železniške proge na eni strani in asfaltirane ceste na drugi strani. Za naš poskus je bila lokacija zanimiva, ker se izmenjujejo drevesa belocvetnega in rdečecvetnega navadnega divjega kostanja.

3.2 METODE DELA

3.2.1 Postavitev feromonskih vab

Poskus s feromonskimi vabami smo postavili 18. aprila 2006 v trajanju do 30. septembra 2006, na štirih ločenih drevesih divjega kostanja, različne starosti. Dve feromonski vabi smo postavili na lokaciji Rožna dolina, kjer je bil eden izmed kostanjev rdečecvetni divji kostanj (*Aesculus x carnea* Hayne), drugi dve feromonski vabi smo postavili na ločenih drevesih belocvetnega navadnega divjega kostanja (*Aesculus hippocastanum* L.) v parku Tivoli. Na lokaciji Rožna dolina je vzdolž železniške proge speljan drevored kostanjev, kjer se izmenjujeta belocvetni navadni divji kostanj in rdečecvetni divji kostanj. Mestoma se nahaja grmovna podrast, zato so tla pod kostanji slabše čiščena. Na lokaciji Tivoli je velika gostota dreves belocvetnega navadnega divjega kostanja, podrast je travnata, katero redno kosijo in odstranjujejo odpadlo listje. Feromonske vabe smo namestili v krošnje kostanjevih dreves od 1,5 do 2 metra visoko. Za določanje števila rodov metuljkov v letu 2006 smo uporabili feromonske vabe tipa VARL+ Csal♀m♂N® (Inštitut za varstvo rastlin, Madžarska akademija znanosti, Budimpešta, Madžarska) (slika 8). Na zgornji del feromonske vabe smo namestili kapsulo, prepojeno s feromonom, ki je samčke privabil, na

spodnjem delu pa je bil insekticid Baygon® (aktivna snov propoksur), Bayer Pharma d.o.o., ki je samčke pokončal.



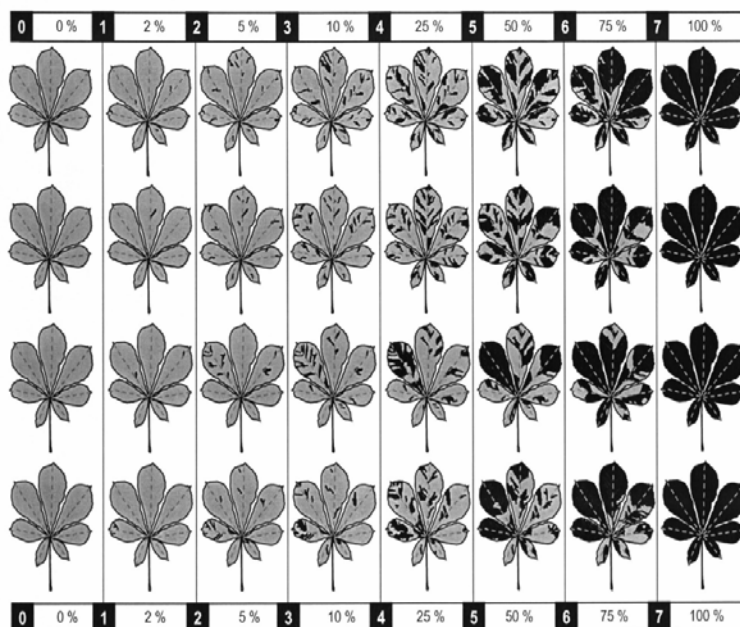
Slika 8: Feromonska vaba tipa VARL+ (levo) in v njo ujeti metuljčki vrste *Cameraria ohridella* (desno)
(Foto: Katja Košir).

3.2.2 Spremljanje števila metuljčkov

Namen spremljanja števila metuljčkov je bilo ugotoviti število rodov škodljivca v letu 2006 na preučevanem območju. Metuljčke, ki so se ujeli v posamezno feromonsko vabo (slika 8), smo prestavili v manjšo plastično posodo s pokrovom, katero smo označili enako kot je bila označena vaba. Pobiranje in ročno štetje metuljev smo izvajali dvakrat tedensko, ob torkih in četrtek, od 20. aprila do 28. septembra 2006.

3.2.3 Ocenjevanje stopnje napadenosti listov

Za ocenjevanje napadenosti listov na lokaciji Rožna dolina smo izbrali 10 dreves, od katerih je bila polovica belocvetnih in druga polovica rdečecvetnih divjih kostanjev. Na lokaciji Tivoli smo ocenjevali le 5 belocvetnih divjih kostanjev, kajti rdečecvetnih kostanjev na tej lokaciji ni bilo. Izbrali smo različno stara kostanjeva drevesa. Iz vsakega od kostanjevih dreves, na katerih smo ocenjevali stopnjo napadenosti listov, smo iz spodnjega dela krošnje nabrali po 10 naključno izbranih listov iz različnih strani krošnje. Zanimalo nas je, kakšna je stopnja napadenosti listov v posameznih mesecih. Liste smo ocenjevali vizualno, in sicer sredi junija, julija, avgusta in septembra ter jih s pomočjo lestvice po Gilbert in Grégoire (2003) uvrstili v osem razredov (slika 9). Nabrane liste smo shranili v dovolj velike in zračne vreče za nadaljnje pregledovanje v laboratoriju.



Slika 9: Lestvica za uvrstitev napadenih listov navadnega divjega kostanja (*Aesculus hippocastanum* L.) v osem razredov (Gilbert in Grégoire, 2003).

3.2.4 Pregled listnih izvrtin

Pregled izvrtin smo opravili takoj po ocenjevanju napadenosti listov, sicer bi lahko prišlo do glivičnih okužb, prezgodnjega izleganja in/ali prezgodnjega pogina metuljčkov in parazitoidov. Pregled izvrtin je potekal v Laboratoriju za entomologijo na Oddelku za agronomijo Biotehniške fakultete v Ljubljani. S pregledovanjem listnih izvrtin smo iskali potencialne naravne sovražnike škodljivca. Živalce, za katere smo predvidevali, da pripadajo parazitoidom, smo s čopičem previdno in nežno prestavili iz listne izvrtine v epruvetko. Epruvetka je vsebovala 70 % alkohol. Epruvetke smo ustrezno označili in shranili.

Zastopanost naravnih sovražnikov smo pregledovali v dveh obdobjih, in sicer poleti 2006 ter spomladi leta 2007. Od celotnega kostanjevega lista smo vzorčili le napadene lističe. Listi divjega kostanja imajo dlanasto sestavljeno listno ploskev, ki ga sestavlja sedem nasproti si ležečih lističev in en dolg pecelj. V vzorec smo vzeli po 20 napadenih lističev iz vsakega drevesa, skupaj torej 300 izvrtin. Vsak napaden listič smo pregledali ter si izbrali listno izvrtino listu. Lističe in izvrtine smo izbrali naključno.

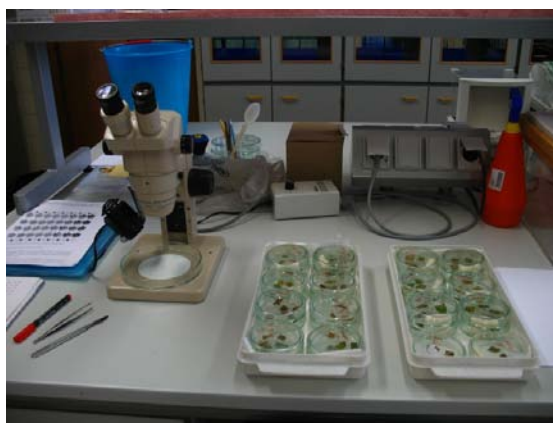
Izvrtino smo odprli pod stereomikroskopom, na zgornji strani lista, s pomočjo preparirne igle in pincete, dvignili smo zgornji sloj epiderma, tako da je bila vidna vsebina izvrtine. Pri odpiranju izvrtin smo morali biti posebno previdni, da ne bi poškodovali gosenice ali bube. Pregledano izvrtino, v kateri se je nahajala bodisi gosenica, buba, mrtva gosenica ali

mrtva buba, smo izrezali in dali v sterilno petrijevko. Listne izvrtine smo pregledovali 2-krat tedensko. Prazne listne izvrtine in mrtve bube, katere je začel obdajati micelij, smo odstranili.

3.2.5 Inkubacija vzorcev

V vsako petrijevko smo dali po tri listne izvrtine in en sterilni tampon, prepojen z destilirano vodo, za vzdrževanje vlage. Petrijevke smo ustrezno označili z datumom, lokacijo in vrsto kostanja, katerega vzorce smo hranili v petrijevki.

Plastične posode s prozornim pokrovom, katerih dno smo prekrili s staničevino, smo napolnili s petrijavkami (slika 10). Staničevino smo vlažili na 2 dni z destilirano vodo in jo dvakrat tedensko zamenjali. Posode smo hranili na okenskih policah, da smo se čim bolj približali dnevnim svetlobnim spremembam. Zanimive vzorce smo pustili za nadaljnjo inkubacijo žuželk in izolacijo micelija, če se je pojavil na žuželčjem telesu.



Slika 10: Inkubacija vzorcev listnih izvrtin navadnega divjega kostanja (Foto: Katja Košir).

Vse vzorce, kjer so bile gosnice še žive in so bile v stadiju ličink (L1, L2, L3 ali L4), smo dali v nadaljnjo inkubacijo. Posode s petrijevkami smo shranjevali v gojitveni komori pri 85 % vlagi in 22 °C, in sicer od 6. ure zjutraj do 20. ure zvečer je bilo komori svetlo, nadaljnjih 12 ur je bila tema.

3.2.6 Pregled prezimelih gosenic

V začetku oktobra 2006 smo na obeh lokacijah na vsakem izmed petih belocvetnih kostanjevih dreves nabrali po 20 listov, skupaj torej 200 kostanjevih listov. Liste smo shranili v 6 dovolj velikih in zračnih vreč. Uporabili smo vreče za shranjevanje krompirja. V posamezno vrečo smo shranili okoli 30 kostanjevih listov, katere smo ustrezno označili po lokacijah. Nato smo vreče postavili na tla v ekološki sadovnjak na Laboratorijskem

polju Biotehniške fakultete v Ljubljani ter jih prekrili s kovinsko mrežo (slika 11). Mreža je varovala listje prek zime pred odnašanjem in živalmi. Na ta način smo se želeli čim bolj približati razmeram, kakršnim so odpadli kostanjevi listi izpostavljeni prek zime v naravi. Spomladi leta 2007 smo ponovili postopek pregledovanja izvrtin in spremljanja zastopanosti naravnih sovražnikov iz leta 2006.



Slika 11: Postavitev kovinskih mrež za spremljanje prezimitve kostanjevega listnega zavrtača v kostanjevih listih (Foto: Katja Košir).

3.2.7 Izolacija micelija iz inkubiranih osebkov

Za izolacijo smo uporabili sterilno gojišče iz krompirjevega agarja (PDA+A), ki smo ga v sterilnih razmerah vlili v plastične petrijevke za enkratno uporabo. Agar je polisaharid, ki ga pridobivajo iz nekaterih rodov morskih alg (*Gelidium*, *Gracilaria*, *Pterocladia*...). Raztopina agarja pri ohlajanju z vrelišča ostane tekoča do 45 °C, strjeni agar pa ostane čvrst tudi pri temperaturah, višjih od 50 °C.

Ta del poskusa je potekal v aseptični (brezprašni) komori Geraline. Počakali smo, da se je gojišče strdilo, nato pa smo v sterilnih razmerah s cepilno zanko prenesli micelij iz površja telesa inkubiranih gosenic oziroma bub. Za vsak osebek (gosenico ali bubo) smo napravili po 6 ponovitev. Želeli smo ugotoviti, kateri micelij se pojavlja zelo pogosto oziroma katera gliva, ki se pojavlja, bi bila potencialno škodljiva za kostanjevega listnega zavrtača. Inokuliran medij smo izpostavili ustrezni temperaturi - ga inkubirali. Inkubacija je potekala v termostatsko nadzorovanem inkubatorju pri 22 °C, v temi.

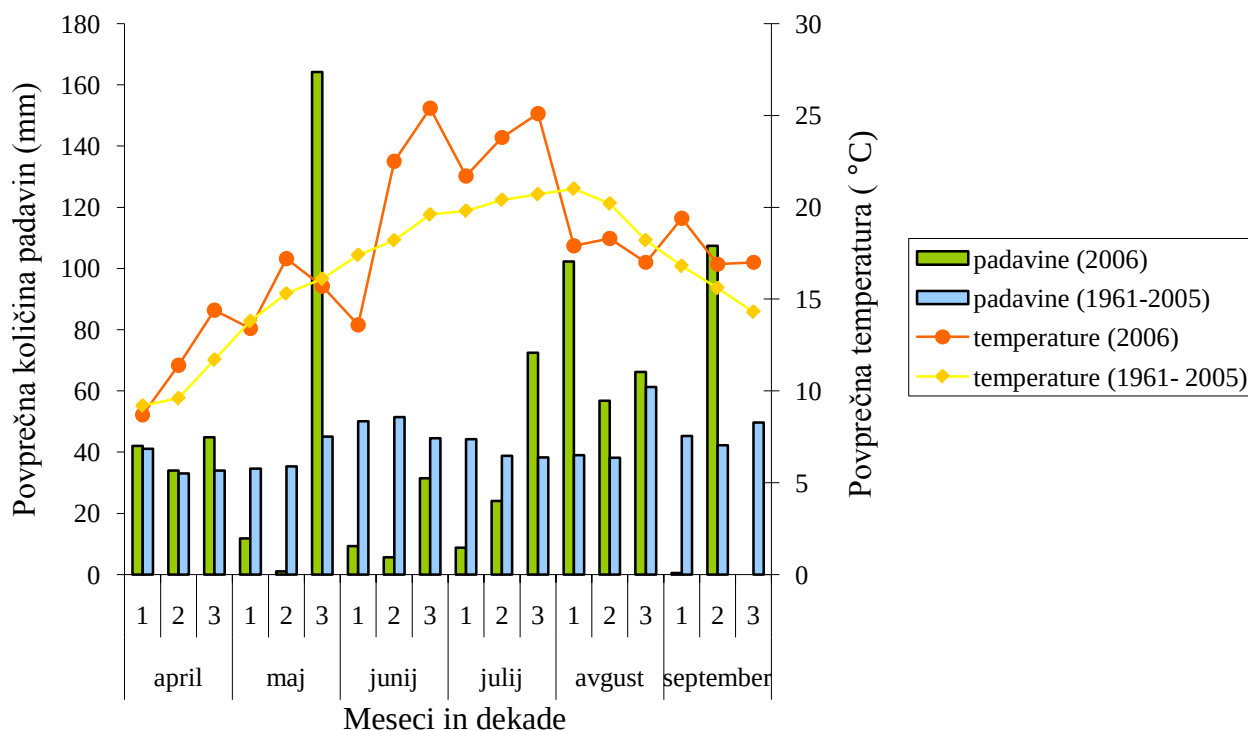
3.2.8 Spremljanje glivnih izolatov

Kulture smo makroskopsko pregledali že po nekaj dneh, ter po 30 dneh, ko so zrastle kolonije, pregledali tudi pod mikroskopom. Pregledi kultur so potekali v Laboratoriju za fitopatologijo na Oddelku za agronomijo Biotehniške fakultete, v večkratnih ponovitvah. Na podlagi makroskopskega in mikroskopskega pregleda (trosi) smo izolate razvrstili in določili do nivoja rodu.

4 REZULTATI

Rezultati raziskave so prikazani grafično s histogrami, numerično v preglednicah in tekstovno.

4.1 VREMENSKE RAZMERE V LETU 2006

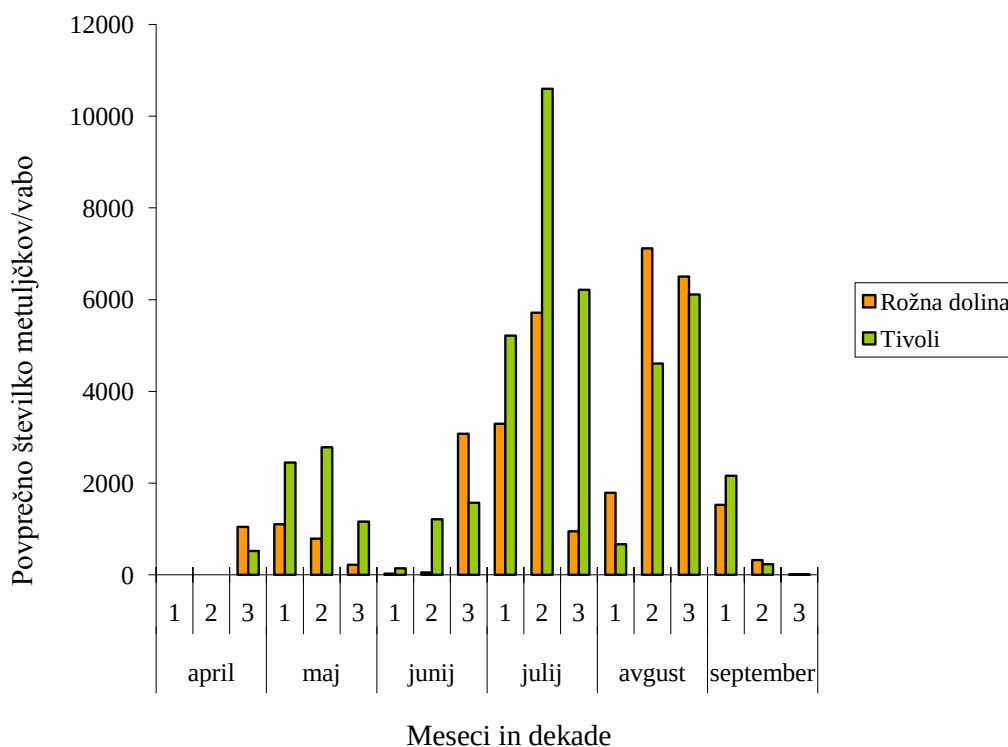


Slika 12: Povprečna temperatura zraka in skupna količina padavin v Ljubljani po dekadah in mesecih v času poskusa.

Povprečna mesečna temperatura zraka v Ljubljani leta 2006 je bila 11,5 °C, kar je več kot 1,5 °C nad dolgoletnim povprečjem (slika 12). V letu 2006 so v Ljubljani namerili 1141 mm, to predstavlja dobrih 80 % povprečja padavin. Povprečna majska temperatura zraka v Ljubljani je bila 15,5 °C, kar je 0,9 °C več od dolgoletnega povprečja; od sredine minulega stoletja je bil najtoplejši maj 2003, ko je bila povprečna temperatura 18,3 °C. Maja je v Ljubljani padlo 177 mm padavin, kar je 46 % več od dolgoletnega povprečja. Prva tretjina junija je presenetila z nenavadno hladnim vremenom, ki pa ni trajalo dolgo, saj nas je že v drugi tretjini zajel prvi vročinski val. Predzadnji dan smo imeli neurja s točo, orkanski veter ter močne nalive. Povprečna junijska temperatura zraka v Ljubljani je bila 20,5 °C, kar je 2,7 °C nad dolgoletnim povprečjem. Vročina se je v juliju nadaljevala. V Ljubljani so izmerili povprečno temperaturo zraka 23,6 °C, kar je 3,7 °C nad dolgoletnim povprečjem; julijske temperature so opazno presegle običajne spremenljivosti julijske

temperature zraka. Avgust je bil neobičajno hladen, oblačen in deževen. Padavine so bile obilne, bilo pa je tudi nekaj močnejših neviht s točo. V Ljubljani so izmerili 225 mm padavin, kar je 56 % več od dolgoletnega povprečja. Povprečna temperatura zraka v mesecu avgustu je bila precej nižja od dolgoletnega povprečja. V Ljubljani je bila povprečna temperatura zraka 17,7 °C, kar je 1,3 °C nižje od dolgoletnega povprečja; od sredine minulega stoletja je bil to četrti najhladnejši avgustovski mesec. Za razliko od avgusta, je bila večina septembrskih dni opazno toplejših kot običajno. V Ljubljani je bila povprečna septembrska temperatura zraka 17,7 °C, kar je 2,2 °C nad dolgoletnim povprečjem (ARSO, 2006).

4.2 SPREMLJANJE ŠTEVILA METULJEV



Slika 13: Število ujetih metuljev kostanjevega listnega zavrtača (*Cameraria ohridella*) v feromonske vabe na lokaciji Rožna dolina in Tivoli.

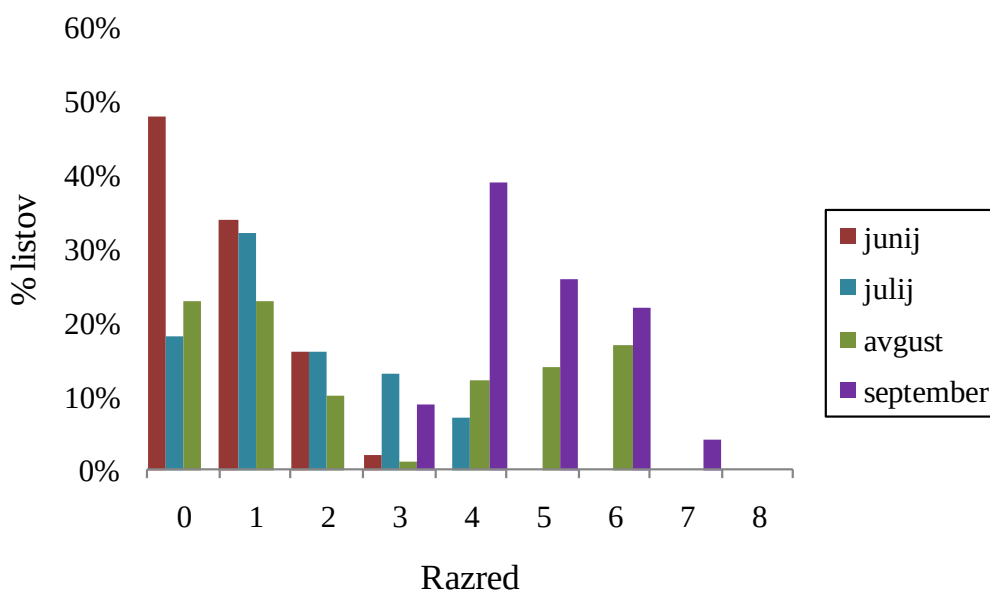
V letu 2006 je kostanjev listni zavrtač na obeh lokacijah razvil tri rodove. Prvi metulji so se pojavili v zadnji dekadi aprila. Na obeh preučevanih lokacijah so metuljčki prvega rodu množično izletavali v prvi polovici maja. Padavine konec maja in nenadna ohladitev v začetku junija so močno vplivali na zmanjšano število metuljkov. Drugi rod metuljkov je bil najštevilčnejši in se je po nenadni ohladitvi začel pojavljati najprej na lokaciji Tivoli v drugi dekadi junija. Nato so metuljčki množično izletavali na obeh preučevanih lokacijah vse do konca julija. Metuljčki tretjega rodu so začeli množično izletavati v drugi polovici avgusta, ko so dosegli tudi svoj vrh. Največji ulov metuljkov smo zabeležili konec druge

dekade tretjega rodu, in sicer 22. avgusta na lokaciji Rožna dolina. Medtem ko je bil drugi rod številčnejši v parku Tivoli, je bil tretji rod številčnejši na lokaciji Rožna dolina. Tretji rod se je zaključil v drugi dekadi septembra, ko je bilo nadpovprečno veliko padavin. Od druge dekade septembra dalje smo zabeležili le majhno število metuljčkov. Po tem obdobju je število metuljčkov ostalo zelo nizko.

4.3 OCENJEVANJE STOPNJE NAPADENOSTI LISTOV

Povprečno napadenost listov divjega kostanja po mesecih smo na podlagi deleža izvrtin uvrstili v 8 razredov: 0 (0,0 %), 1 (do 2,0 %), 2 (2,1-5,0 %), 3 (5,1-10,0 %), 4 (10,1-25,0 %), 5 (25,1-50,0 %), 6 (50,1-75,0 %), 7 (75,1-100,0 %).

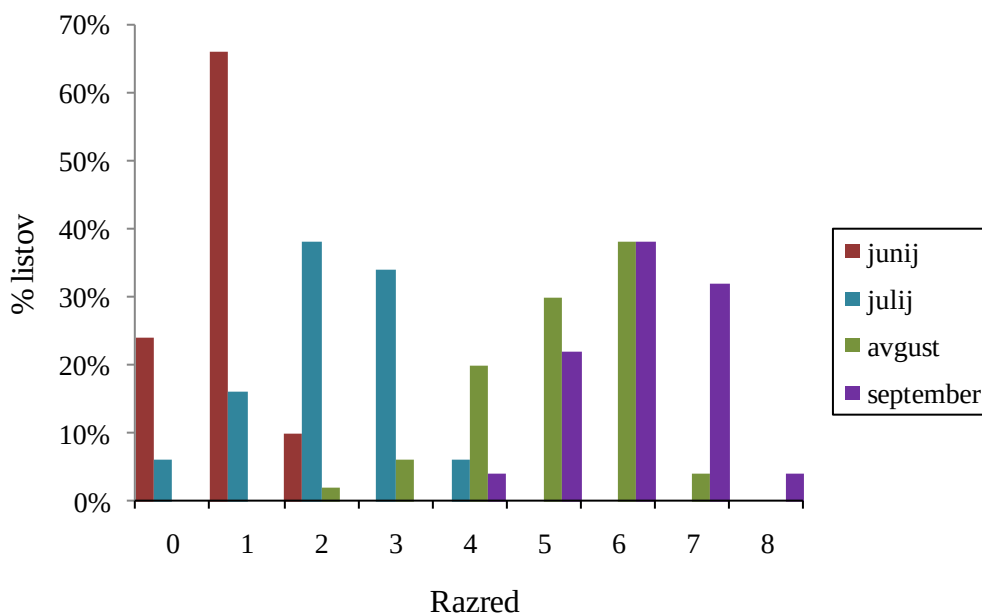
Rezultati razvrstitve napadenih listov na lokaciji Rožna dolina v posamezne razrede kažejo, da je bilo junija skoraj polovica listov še nenapadenih, 34 % listov pa je kazalo na prvo stopnjo napadenosti (slika 14). V juliju in avgustu je bilo največ listov v razredih 0 in 1. Septembra smo malo manj kot 40 % listov uvrstili v 4. razred in skoraj 50 % listov, ki smo jih uvrstili v 5. in 6. razred. Nobenega od ocenjenih listov nismo uvrstili v 8. razred, je pa bilo 4 % listov v septembru že skoraj popolnoma prekritih z izvrtinami.



Slika 14: Razporeditev od gosenic kostanjevega listnega zavrtača poškodovanih listov divjega kostanja v osem razredov na lokaciji Rožna dolina.

Na lokaciji Tivoli so bili listi močnejše napadeni v primerjavi z listi na lokaciji Rožna dolina. Junija je bilo že več kot 60 % listov v 1. razredu, julija pa smo največ listov uvrstili v 2. in 3. razred (slika 15). Avgusta je bila prekritost listov z izvrtinami že zelo obsežna, saj smo skoraj 90 % listov uvrstili v 4., 5. in 6. razred. Avgusta in septembra smo v 6.

razred uvrstili enako število listov, stopnja napadenosti listov s kostanjevim listnim zavrtačem pa se je v septembru še stopnjevala, saj je bilo kar 32 % listov v 7. razredu, ko je list že skoraj v celoti prekrit z izvrtinami. 4 % listov v septembru je bilo 100 % prekritih z izvrtinami. Napadenost listov s strani kostanjevega listnega zavrtača na lokaciji Tivoli je bila v proučevanih mesecih za razred višja od napadenih listov, ki smo jih ocenjevali v Rožni dolini.



Slika 15: Razporeditev gosenic od kostanjevega listnega zavrtača poškodovanih listov divjega kostanja v osem razredov na lokaciji Tivoli.

4.4 ŠTEVILO NARAVNIH SOVRAŽNIKOV

V obdobju našega poskusa smo v različnih terminih našli le 3 primere parazitoidov. Vse tri osebkke smo našli v izvrtinah listov belocvetnega navadnega divjega kostanja, iz lokacije Rožna dolina. Dva osebka sta pripadala vrsti *Minotetrastichus frontalis* (Nees), medtem ko tretjemu osebkku zaradi poškodovanosti nismo mogli določiti vrstne pripadnosti. Potrdili smo lahko le, da pripada družini Eulophidae.

V juniju 2006 smo med 300 pregledanimi izvrtinami iz obeh lokacij našli en primer parazitoida, ki je pripadal vrsti *Minotetrastichus frontalis* (slika 16). Parazitoid se je nahajal v izvrtini belocvetnega navadnega divjega kostanja. Drug primer parazitoida smo našli avgusta istega leta, prav tako na navadnem belocvetnem divjem kostanju. Tudi ta naravni sovražnik je pripadal vrsti *Minotetrastichus frontalis*. Zadnji, tretji primer parazitoida, pa smo našli med listi, ki smo jih čez zimo hranili na prostem, v ekološkem sadovnjaku na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani. Prezimele liste

smo pregledovali aprila 2007. Ker je bil osebek poškodovan, smo lahko le določili, da pripada družini Eulophidae. Parazitoid *Minotetrastichus frontalis*, ki je tudi drugod v Evropi najbolj razširjen, je bil v našem poskusu ugotovljen v dveh vzorcih.

Sistematika žuželke *Minotetrastichus frontalis* (Nees) (povzeto po šifrantu organizmov Fauna Europaea) (Fauna europaea, 2010).

KRALJESTVO: Animalia - živali

DEBLO: Arthropoda - členonožci

RAZRED: Insecta - žuželke

RED: Hymenoptera - kožekrilci

DRUŽINA: Eulophidae

PODDRUŽINA: Tetrastichinae

ROD: *Minotetrastichus*

VRSTA: *M. frontalis*



Slika 16: Lička parazitoida, ki napada gosenico kostanjevega listnega zavrtača (*Cameraria ohridella*) (levo). Odrasel parazitoid vrste *Minotetrastichus frontalis* (Nees) (desno) (Stadtentwicklung, 2010).

4.5 IZOLIRANE GLIVE

Izolate smo na podlagi makromorfološke podobnosti razdelili v štiri različne morfološke tipe in opisali makromorfološke lastnosti vsakega tipa kolonije. Opisali smo obliko, izgled in barvo kolonij. Makromorfološkemu pregledu je sledil še mikromorfološki pregled kultur pod mikroskopom.

Izolati tipa I (*Fusarium* sp.)

Okrogla kolonija z definiranim robom, dvignjena nad površje gojišča. Micelij je v sredini temno sivozelen, okoli katerega izrašča puhast bel micelij. Premer kolonije je od 5 do 6 cm. Trosi so enocelični in dvocelični, oboji ovalne oblike. To so mikrokonidiji glive *Fusarium*. Makrokonidijev ni bilo.

KRALJESTVO: Fungi - glive

DEBLO: Deuteromycota (Fungi imperfecti)

RAZRED: Hyphomycetes

ROD *Fusarium*

Izolati tipa II (*Alternaria* sp.)

Kolonija je po makromorfoloških lastnostih zelo podobna kulturi tipa I. Razlike so se pokazale pri mikroskopskem pregledu.

KRALJESTVO: Fungi - glive

DEBLO: Ascomycota - zaprtotrosnice

RED: Dothideales

DRUŽINA: Pleosporaceae

ROD *Alternaria*

Izolati tipa III (*Cladosporium* sp.)

Okrogla kolonija z definiranim robom. Micelij je temno sive barve, katerega obdaja svetel obroč.

KRALJESTVO: Fungi - glive

DEBLO: Ascomycota - zaprtotrosnice

RED: Dothideales

DRUŽINA: Mycosphaerellaceae

ROD *Cladosporium*

Izolati tipa IV (*Penicillium* sp.)

Kolonija je po makromorfoloških lastnostih zelo podobna kulturi tipa II. Razlike so se pokazale pri mikroskopskem pregledu.

KRALJESTVO: Fungi - glive

DEBLO: Ascomycota - zaprtotrosnice

RED: Eurotiales

DRUŽINA: Trichocomataceae

ROD *Penicillium*

Preglednica 1: Izolirane glive na gosenicah kostanjevega listnega zavrtača (*Cameraria ohridella*).

Rod glive	n	%
<i>Fusarium</i>	18	62
<i>Alternaria</i>	6	21
<i>Cladosporium</i>	4	14
<i>Penicillium</i>	1	3
Skupaj	29	100

Med 29 proučenimi izoliranimi kulturami sta bila najbolj pogosta glivna rodova glive *Fusarium* (62 %) in *Alternaria* (21 %), opazili smo tudi štiri primere glive iz rodu *Cladosporium* (14 %) in en primer glive iz rodu *Penicillium* (3 %).

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

5.1 RAZPRAVA

Rezultati predočene diplomske raziskave kažejo na to, da je v letu 2006 kostanjev listni zavrtač (*Cameraria ohridella* Deschka in Dimić) na preučevanem območju razvil tri rodove, kar je v skladu z našimi pričakovanji. Prav tako so tri rodove žuželke na enakem območju potrdili v raziskavi leta 2003 in 2004 (Pivk, 2005). Metuljčki prvega rodu so se pojavili konec aprila, natančneje 20. aprila in so izletavali vse do konca maja. Večje število metuljčkov prvega rodu smo s pomočjo feromonskih vab ujeli na lokaciji Tivoli, drugi rod se je pojavil sredi junija in smo ga opazovali do konca julija. Tretji rod je bolj množično začel izletavati sredi avgusta in se je pojavljal vse do začetka septembra. Časovno pojavljanje rodov metuljčkov v letu 2006 je bilo enako kot pri poskusih leta 2003 in 2004.

Glede na dobljene rezultate imajo na pojavljanje metuljčkov in njihovo številčnost velik vpliv vremenske razmere. Metuljčki se spomladi pojavijo, ko je temperatura višja od 10 °C, prav tako jeseni njihovo število močno upade, ko se povprečne temperature spustijo pod 15 °C. Ugotovljeno je bilo, da pojavljanje prvega rodu metuljčkov sovpada s cvetenjem kostanjevih dreves, na fenološke stadije kostanja pa vpliva temperatura (Johne in sod., 2003; cit. po Pivk, 2005). Ulov metuljčkov je bil leta 2006 konec maja in v začetku junija zelo nizek, kar pa je po našem mnenju posledica obilnih padavin in nenavadno nizkih zračnih temperatur. Strokovnjaki iz Agencije Republike Slovenije za okolje so v maju zabeležili 177 mm padavin, kar predstavlja 46 % več padavin od dolgoletnega povprečja. Obilne padavine povzročijo, da se jajčeca sperejo s površja listov, kar je verjetno eden izmed vzrokov za zmanjšano število metuljčkov. Junjski ohladitvi je sledil vročinski val, ki je vplival na zelo visok ulov metuljčkov s pomočjo feromonskih vab na obeh lokacijah. Drugi rod je bil v letu 2006 na lokaciji Tivoli najbolj številčen, največje število metuljev pa smo zabeležili v obdobju tretjega rodu, in sicer 22. avgusta v Rožni dolini. Izrazit upad metuljčkov na isti lokaciji smo zaznali konec julija ter v drugi polovici septembra, medtem ko je bil upad metuljčkov v parku Tivoli v treh obdobjih, in sicer v prvi polovici junija, v začetku avgusta in sredi septembra. Avgust je bil precej deževen, kar je vplivalo na razvoj glive *Guignardia aesculi* na drevesih navadnega divjega kostanja. Listi dreves so bili septembra že močno okuženi z listno sušico divjega kostanja, saj smo pri ocenjevanju listov opazili, da so nekateri listi skoraj popolnoma okuženi z omenjeno glivo. Prav ta močna okuženost listov z listno sušico pa je lahko tudi razlog za majhno napadenost listov divjega kostanja s strani škodljivca v septembru. Površina neokuženih listov divjega kostanja, kjer bi gosenice listnega zavrtača lahko napadale, je bila zelo zmanjšana. Na podlagi dobljenih rezultatov lahko zaključimo, da je aktivnost metuljčkov v večji meri odvisna predvsem od zračnih temperatur in količine padavin. Z opazovanjem in spremljanjem števila metuljčkov smo opazili, da se število ujetih žuželk po lokacijah razlikuje. Skozi celotno obdobje raziskave je bil ulov metuljčkov na obeh lokacijah dokaj

primerljiv in enoten, razen julija, ko je bil v Tivoliju ulov veliko večji. Na lokaciji Tivoli smo zabeležili nekoliko večji ulov, kar pa je mogoče razložiti z gostejšo zasaditvijo dreves belocvetnega navadnega divjega kostanja v parku. V Rožni dolini se v drevoredu pojavlja poleg belocvetnega navadnega divjega kostanja tudi rdečecvetni divji kostanj, ki pa ga kostanjev listni zavrtač napada v bistveno manjšem obsegu. Predvidevamo, da bi bili rezultati števila ujetih metuljčkov na lokaciji Rožna dolina drugačni, če bi obe feromonski vabi postavili na belocvetni navadni divji kostanj. Tako bi bilo po našem mnenju število ujetih metuljčkov v Rožni dolini večje, kar lahko utemeljimo z dejstvom, da je bilo na lokaciji Rožna dolina slabše poskrbljeno za odstranjevanje odpadlega listja. To je verjetno tudi vzrok za veliko bolj številan ulov prvega rodu metuljčkov ob njihovem pojavu konec aprila. Do podobnih ugotovitev so prišli tudi Gilbert in sod. (2003), ko so s poskusi dokazali, da količina prezimnega listja vpliva na variabilnost stopnje napadenosti dreves na različnih lokacijah. Drevesa, ki so bila oddaljena do 100 m od zelene površine in je bilo listje težje odstraniti, so bila močnejše napadena. Naša opazovanja potrjujejo večjo stopnjo napadenosti pri drevesih, ki so v bližini živih mej in grmovja.

V 500 pregledanih listnih izvrtinah smo našli le 3 parazitoide. Vsi so pripadali družini Eulophidae. Pri dveh primerih smo lahko potrdili, da gre za vrsto *Minotetrastichus frontalis* (Nees), tretjega zaradi poškodovanosti nismo mogli določiti. Vse tri vrste parazitoidov smo našli v listnih izvrtinah belocvetnega navadnega divjega kostanja na lokaciji Tivoli. Vrsta *Minotetrastichus frontalis* je v Evropi daleč najbolj razširjen parazitoid kostanjevega listnega zavrtača, kar navajajo tudi Grabenweger in sod. (2007) ter Volter in Kenis (2006).

Glede na rezultate naše raziskave ugotavljamo, da je bila stopnja parazitiranosti škodljivca 0,6 %, kar potrjuje že znano dejstvo, da je stopnja njegove parazitiranosti pri nas in drugod po Evropi zaenkrat še zelo majhna. Parazitoidi, ki smo jih našli med poskusom so bili vsi v stadiju prehranjevanja, L stadiju. Volter in Kenis (2006) navajata, da je parazitiranost v prehranjevalnem stadiju zelo majhna in redko preseže 1 %, medtem ko je lahko parazitiranost v stadiju zabubljenja tudi do 17 %. Večjo parazitiranost v stadiju zabubljenja strokovnjaki pripisujejo dejstvu, da je takrat žuželka manj gibljiva in se težko brani pred naravnimi sovražniki (Grabenweger, 2003; Girardoz in sod., 2006; cit po Volter in Kenis, 2006). Z vnosom parazitoidov v življenjsko okolje kostanjevega listnega zavrtača bi sodelovali v biotičnem varstvu kostanjevega listnega zavrtača, škodljivca, ki se v zadnjih letih množično pojavlja na navadnem divjem kostanju.

S spremljanjem prisotnosti gliv smo med 29 vzorci našli 4 morfološke tipe gliv. Najpogostejše so se pojavljale glive iz rodov *Fusarium* (62 %) in *Alternaria* (21 %), pojavili pa sta se tudi glivi iz rodov *Cladosporium* (14 %) in *Penicillium* (3 %). Za rod *Alternaria* je značilno, da proizvaja določene snovi, ki delujejo zaviralno proti žuželkam. Z raziskavami so dokazali, da so glive patogene za uši (Christias in sod., 2001), nimamo pa

podatkov, da so lahko glive patogene tudi za kostanjevega listnega zavrtača. Okužba z glivo se začne z vnosom spor v še zdravo telo žuželk. Zelo značilen simptom glivične okužbe žuželke je spreminjanje barve telesa okužene žuželke. Ko gliva okuži žuželko in se micelij razširi po telesu žuželke, se po 12 urah začne barva telesa okužene žuželke spreminjati. V začetku same okužbe je žuželka še živa, vendar pa začne v nadaljnjih 2 do 3 dneh žuželka spreminjati barvo od zelo svetlo rjave, svetlo rjave, rjave, temno rjave in nazadnje je barva nekaterih mrtvih žuželk skoraj črna. Mrtva žuželka je popolnoma prekrita s patogeno glivo (Christias in sod., 2001). Entomopatogeno glivo *Cladosporium* spp. so izolirali iz različnih vrst žuželk in pršic in pri tem odkrili, da ima velik pomen pri biotičnem zatiranju žuželk in pršic (Eken in Hayat, 2009).

Po najnovejših raziskavah znanstveniki trdijo, da kostanjev listni zavrtač ne predstavlja resne nevarnosti za preživetje dreves navadnega divjega kostanja. Drevesa so v urbanem prostoru ogrožena predvsem zaradi antropogenih vplivov, še posebno nevarna je prevelika koncentracija soli v tleh (Pivk, 2009).

5.2 SKLEPI

Na podlagi dobljenih rezultatov smo ugotovili, da ima kostanjev listni zavrtač (*Cameraria ohridella*) na območju parka Tivoli in Rožne doline tri rodove na leto. Začetek izletavanja metuljkov smo opazili konec aprila in jih spremljali do konca septembra. Najbolj številčen ulov žuželke smo zabeležili 22. avgusta 2006 na lokaciji Rožna dolina.

Ulov metuljkov s pomočjo feromonskih vab je bil na lokaciji Tivoli številčnejši v primerjavi z lokacijo v Rožni dolini.

Pojavljanje kostanjevega listnega zavrtača je močno odvisno od vremenskih razmer. Visoke zračne temperature in nizka relativna zračna vlaga vplivata na večjo zastopanost žuželke v okolju.

Na večjo napadenost dreves navadnega divjega kostanja (*Aesculus hippocastanum*) s kostanjevim listnim zavrtačem (*Cameraria ohridella*) ima poleg za žuželko ugodnih vremenskih razmer, pomembno vlogo tudi odstranjevanje odpadlega listja pod drevesi v jesenskem času ter okužba z glivo *Guignardia aesculi*.

Zastopanost parazitoidov kostanjevega listnega zavrtača je zelo majhna. Parazitiranost je bila na našem poskusnem območju 0,6 %, kar je manj kot v drugih evropskih državah.

Med pregledanimi izvrtinami smo našli 3 parazitoide iz družine Eulophidae. Dva primera parazitoidov smo lahko vrsto določili. Ugotovili smo, da pripadata vrsti *Minotetrastichus frontalis* (Nees), ki je tudi drugod v Evropi najbolj razširjena.

Poleg parazitoidov so bili zastopani štirje morfološki tipi gliv, med katerimi sta bila rod *Fusarium* in *Alternaria* najbolj pogosta.

Zaradi podnebnih sprememb se bo sčasoma število naravnih sovražnikov na območju Slovenije zagotovo povečalo in na ta način se bo v naravi lahko vzpostavilo ravnovesje. Redno odstranjevanje odpadlega listja ostaja do takrat še vedno najbolj dostopen in poceni način zatiranja škodljivca.

6 POVZETEK

Kostanjev listni zavrtač (*Cameraria ohridella*) povzroča v zadnjih letih vse večjo škodo na navadnem divjem kostanju (*Aesculus hippocastanum*). Z odlaganjem jajčec na spodnjo stran listov in hranjenjem gosenic z osrednjim delom lista povzroča škodljivec predčasno rjavenje in odpadanje listov. Dolgoročno to slabi vitalnost dreves, manjša plodove ter povečuje dovzetnost te rastlinske vrste na druge vrste škodljivcev in bolezni.

Namen naše raziskave je bil spremljati pojavljanje kostanjevega listnega zavrtača na navadnem divjem kostanju na dveh lokacijah v Ljubljani, v parku Tivoli in v kostanjevem drevoredu v Rožni dolini, ter ugotoviti, ali obstaja v našem okolju kakšen uspešen naravni sovražnik tega malega škodljivca.

Kostanjevega listnega zavrtača smo spremljali s pomočjo feromonskih vab in tako potrdili našo hipotezo, da ima žuželka v Ljubljani 3 rodove na leto. Prvi metuljčki so se pojavili konec aprila in izletavali vse do konca septembra. Največje število ulovljenih metuljčkov smo zabeležili v času pojava tretjega rodu metuljčkov, in sicer 22. avgusta 2006, ko se je v feromonske vabe ujelo 16 454 metuljčkov iz obeh lokacij. V Rožni dolini je bilo ulovljenih 9 418 metuljčkov, v parku Tivoli 7 036. Prisotnost žive meje in grmovja vzdolž drevoreda v Rožni dolini onemogoča uspešno čiščenje podrasti in odpadlih listov, v katerih žuželka prezimi v obliki bube. V nasprotju z lokacijo v Rožni dolini, je za čiščenje podrasti in odstranjevanje odpadlih listov v Tivoliju dobro poskrbljeno, vendar pa smo kljub temu nekoliko večji ulov metuljčkov zabeležili v Tivoliju. Razlog je verjetno večja gostota navadnega belocvetnega divjega kostanja, saj slednjega žuželka v primerjavi z rdeče cvetnim divjim kostanjem napada intenzivneje.

Odrasle samice parazitoidov ležejo jajčeca v telo škodljivcev. Ko se razvijejo mlade gosenice parazitoidov, se hranijo z gostiteljem in s tem povzročijo njegovo smrt. Ta način zatiranja škodljivca uvrščamo v biotično varstvo rastlin, ki pa zaenkrat zaradi premajhnega števila naravnih sovražnikov pri nas še ni dovolj učinkovit način zatiranja.

Rezultati pregledovanja izvrtin potrjujejo, da se na območju Ljubljane že pojavljajo naravni sovražniki kostanjevega listnega zavrtača. Število naravnih sovražnikov je bilo zelo majhno, stopnja parazitiranosti je bila 0,6 %. Od 500 pregledanih listnih izvrtin smo našli 3 parazitoide iz družine Eulophidae. Pri dveh osebkih smo lahko določili, da gre za vrsto *Minotetrastichus frontalis* (Nees).

Glive, ki so se pojavile ob inkubaciji vzorcev listnih izvrtin in v njih prisotnih osebkov, so pripadale rodovom: *Fusarium*, *Alternaria*, *Cladosporium* in *Penicillium*.

7 VIRI

- ARSO. 2006. Mesečni bilten. Ljubljana, Agencija Republike Slovenije za okolje, 13: 5str.
<http://www.arso.gov.si/o%20agenciji/knjižnica/mesečni%20bilten/bilten2006.htm>
(12.3.2010)
- Augustin S. 2008. *Cameraria ohridella*. Brussels, European Commission, DAISIE-Delivering Alien Invasive Species Inventories for Europe: 1 str.
<http://www.europe-aliens.org/speciesFactsheet.do?speciesId=50948#> (12.3.2010)
- Bloem K.A., Bloem S., Carpenter J.E. 2005. Impact of moth suppression/eradication programmes using the sterile insect technique or inherited sterility. V: Sterile insect technique. Dyck V.A., Hendricks J., Robinson A.S. (eds.). Dordrecht, Springer Netherlands: 677-700
- Buszko J. 2006. Invasive alien species fact sheet – *Cameraria ohridella*. Poland, Nobanis: 9 str.
http://www.nobanis.org/files/factsheets/Cameraria_ohridella.pdf (23.11.2009)
- Carpenter J.E., Bloem S., Marec F. 2005. Inherited sterility in insects. V: Sterile insect technique. Dyck V.A., Hendricks J., Robinson A.S. (eds.). Dordrecht, Springer Netherlands: 115-146
- Christias Ch., Hatzipapas P., Dara A., Kaliafas A., Chrysanthi G. 2001. *Alternaria alternata*, a new pathotype pathogenic to aphids. BioControl, 46: 105-124
- Driesche R., Hoddle M., Center T. 2008. Control of pests and weeds by natural enemies: an introduction to biological control. Malden, Blackwell Publishing: 473 str.
- Eakringbirds. 2007. The horse chestnut leaf miner in Nottinghamshire. Nottinghamshire, Eakringbirds: 1. str.
<http://www.eakringbirds.com/eakringbirds4/mothshorsechestnutleafminer.htm>
(12.3.2010)
- Eken C., Hayat R. 2009. Preliminary evaluation of *Cladosporium cladosporioides* (Fresen) de Vries in laboratory conditions, as a potential candidate for biocontrol of *Tetranychus urticae* Koch. World Journal Microbiology Biotechnology, 25: 489–492
- Fauna Europaea. 2010. Taxonomy of *Minotetrastichus frontalis*. Amsterdam, Fauna Europaea: 2 str.
http://www.faunaeur.org/full_results.php?id=70481
- Ferracini C., Alma A. 2007. Evaluation of the community of native eulophid parasitoids on *Cameraria ohridella* Deschka and Dimic in urban areas. Environmental Entomology, 36, 5 : 1147-1153
- Ferracini C., Alma A. 2008. How to preserve horse chestnut trees from *Cameraria ohridella* in the urban environment. Crop Protection, 27: 1251-1255
- Fiolka M., Ptaszynska A., Czarniawski W. 2005. Antibacterial and antifungal lysozyme-type activity in *Cameraria ohridella* pupae. Journal of Invertebrate Pathology, 90: 1-9

- Francke W., Franke S., Bergmann J., Tolasch T., Subchev M., Mircheva A., Toshova T., Svatoš A., Kalinová B., Karpáti Z., Szócs G., Tóth M. 2002. Female sex pheromone of *Cameraria ohridella* Desch and Dim. (Lepidoptera: Gracillariidae): Structure confirmation, synthesis and biological activity of (8E,10Z)-8,10-tetradecadienal and some analogues. Zeitschrift für Naturforschung. C, Journal of Biosciences, 57, 7-8: 739-752
- Gilbert M., Grégoire J.-C. 2003. Visual, semi-quantitative assessments allow accurate estimates of leafminer population densities: an example comparing image processing and visual evaluation of damage by the horse chestnut leafminer *Cameraria ohridella* (Lep., Gracillariidae). Journal of Applied Entomology: 127, 6: 354-359
- Gilbert M., Svatoš A., Lehmann M., Bacher S. 2003. Spatial patterns and infestation processes in the horse chestnut leafminer *Cameraria ohridella*: a tale of two cities. Entomologia Experimentalis et Applicata, 107, 1: 25-37
- Gomboc S. 2000. Morfologija, biologija in širjenje kostanjevega in platanovega listnega zavrtača v Sloveniji in njima sorodni organizmi. V: Posvetovanje o varstvu divjega kostanja in platane v urbanem prostoru. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 2. str.
http://www.fito-info.si/index1.asp?ID=Posveti/Kost_pla/izvlecki/Gomboc.asp
(26.2.2010)
- Grabenweger G. 2004. Poor control of the horse chestnut leafminer, *Cameraria ohridella* (Lepidoptera: Gracillariidae), by native European parasitoids: a synchronisation problem. European Journal of Entomology, 101: 189-192
- Grabenweger G., Hopp H., Jackel B., Balder H., Koch T., Schmolling S. 2007. Impact of poor host-parasitoid synchronisation on the parasitism of *Cameraria ohridella* (Lepidoptera: Gracillariidae). European Journal of Entomology, 104: 153-158
- Gril T. 2006. Možnosti zatiranja ogrcev poljskega majskega hrošča (*Melolontha melolontha* L., Coleoptera, Scarabaeidae) z entomopatogeno glivo *Beauveria brongniartii* (Sacc.) Petch. Seminarska naloga, Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Inštitut za fitomedicino: 7 str.
http://www.fito-info.si/index.asp?ID=VarOk/BV/BV_5.asp (22.3.2010)
- Hadži J. 1973. Zoologija. Ljubljana, DZS: 242 str.
- Hoskovec M., Svatoš A. 2002. *Cameraria ohridella*. Prague, Institute of Organic Chemistry and Biochemistry: 2 str.
<http://www.uochb.cas.cz/~natur/cameraria/biology.htm> (12.3.2010)
- Jackson M.A., Dunlap C.A., Jaronski S.J. 2010. Ecological considerations in producing and formulating fungal entomopathogens for use in insect biocontrol. BioControl, 55:129–145
- Jurc M. 1997. Listna sušica (*Guignardia aesculi*/Peck./Stew.) in listni zavrtač divjega kostanja (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimić) ogrožata navadni divji kostanj v Sloveniji. Gozdarski vestnik, 55: 428-434

- Kehrli P., Bacher S. 2007. Differential effect of flower feeding in an insect host-parasitoid system. *Basic and Applied Ecology*, 9: 709-717
- Klassen W., Curtis C.F. 2005. History of the sterile insect technique. V: *Sterile insect technique*. Dyck V.A., Hendricks J., Robinson A.S. (eds). Dordrecht, Springer Netherlands: 3-36
- Kurillo J. 1992. *Metulji Slovenije*. Ljubljana, DZS: 220 str.
- Lacey L.A., Frutos R., Kaya H.K., Vails P. 2001. Insect pathogens as biological control agents: Do they have a future? *Biological Control*, 21: 230-248
- Lees D.C., Lopez-Vaamonde C., Augustin S. 2009. *Cameraria ohridella* Deschka & Dimic 1986. Washington, D.C., EOLspecies: 19 str.
<http://eolspecies.lifedesks.org/pages/8675> (23.11.2009)
- Lethmayer C. 2005. Ten years of experience with the invasive horse chestnut leafminer (*Cameraria ohridella*) in Austria. V: *Introduction and spread of invasive species*. June 9-11, 2005, Berlin, Germany. Lethmayer C. (ed.). Austria, Institute for Plant Health: 61-66
- Lupi D. 2005. A 3 year field of the natural enemies of the horse-chestnut leaf miner *Cameraria ohridella* in Lombardy, Italy. *BioControl*, 50, 1: 113-126
- Maček J., Kač M. 1990. *Kemična sredstva za varstvo rastlin*. Ljubljana, ČZP Kmečki glas: 500 str.
- Metrob. 2009. Fitofarmacijski pripravki: NeemAzal-T/S. Ljubečna, Metrob: 1 str.
<http://www.metrob.si/fitofarmacijski-pripravki/neemazal-ts/> (18.3.2010)
- Milevoj L. 2000. Mehanično in biotično zatiranje bolezni in škodljivcev divjega kostanja in platane. Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Inštitut za fitomedicino: 2 str.
http://www.fito-info.si/index1.asp?ID=Posveti/Kost_pla/izvlecki/Milevoj.asp (26.2.2010)
- Milevoj L. 2003. Kostanjev listni zavrtač. *Moj mali svet*, 11: 18-19
- Milevoj L. 2004. Ali kostanjev listni zavrtač (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimić) ogroža kostanje? *Sodobno kmetijstvo*, 37, 6: 33-34
- Milevoj L. 2005a. Biotično varstvo rastlin/biotično zatiranje škodljivih organizmov (splošno). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Inštitut za fitomedicino: 2 str.
http://www.fito-info.si/index1.asp?ID=VarOk/BV/BV_7.asp (26.2.2010)
- Milevoj L. 2005b. Mikrobiotično zatiranje rastlinskih škodljivcev. Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Inštitut za fitomedicino: 3 str.
http://www.fito-info.si/index1.asp?ID=VarOk/BV/BV_2.asp (18.3.2010)
- Milevoj L. 2007. *Kmetijska entomologija*. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 182 str.

- Oven P. 2000. Arboristične raziskave divjega kostanja. V: Posvetovanje o varstvu divjega kostanja in platane v urbanem prostoru. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 3 str.
http://www.fito-info.si/index1.asp?ID=Posveti/Kost_pla/izvlecki/Oven.asp (26.2.2010)
- Oven P. 2001. Je navadni divji kostanj ogrožena vrsta? *Proteus*, 63, 6: 273-275
- Pajk P. 2006. Mednarodni standardi o vnosu in uporabi organizmov za biotično varstvo rastlin. Delavnica: Biotično varstvo rastlin pred škodljivimi organizmi - predstavitev metod in možnosti njihovega vključevanja v obstoječe sisteme pridelave živeža v Sloveniji. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Fitosanitarna uprava RS: 53 str.
http://www.fito-info.si/VarOK/BV/BV_dela/PPajk.pdf (26.2.2010)
- Pivk A. 2005. Spremljanje bionomije kostanjevega listnega zavrtača (*Cameraria ohridella* Deschka in Dimić) na divjem kostanju (*Aesculus hippocastanum* L.) v parku Tivoli. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 48 str.
- Pivk A. 2009. Kostanjev listni zavrtač – nerešena uganka urbanih območij. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 3 str.
<http://www.fito-info.si/Posveti/Clanki/Pivk.pdf> (23.11.2009)
- Robinson A.S. 2005. Genetic basis of the sterile insect. V: Sterile insect technique. Dyck V.A., Hendricks J., Robinson A.S. (eds). Dordrecht, Springer Netherlands: 95-114
- Rogič R. 2003. Divji kostanji ne bodo umrli! *Kras*, 57: 42-45
- Seliškar T. 2002. Šifrant imen organizmov z Bayer kodami, oznakami rabe, slikovnim gradivom in potnimi listi z več kot 200.000 latinskimi imeni in 120.000 domačimi imeni taksonov. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Inštitut za fitomedicino: 1 str.
<http://www.fito-info.si/APL/Sist/SifrantOrg.htm> (26.2.2010)
- Stadtentwicklung. 2010. Kastanienminiermotte *Cameraria ohridella*: Untersuchte Bekämpfungsmöglichkeiten. Berlin, Senatsverwaltung für Stadtentwicklung: 1 str.
http://www.stadtentwicklung.berlin.de/pflanzenschutz/berlin_cam/de/massnahmen/parasiten.shtml (1.4.2010)
- Strgar J. 1994. Tivoli, ljubljanski mestni park. Ljubljana, Kmečki glas: 123 str.
- Svatoš A., Kalinova B., Hoskovec M., Kindl J., Hovorka O., Hrdy I. 1999. Identification of a new lepidopteran sex pheromone in picogram quantities using an antennal biodeceptor: (8,10Z) Tetradece-8,10-dienal from *Cameraria ohridella*. *Tetrahedron Letters*, 40: 7011-7014
- Šiftar A. 1995. Divji kostanj ni samo privlačno, temveč tudi zanimivo drevo. *Vrtnar*, 3: 18-19
- Takos I., Varsamis G., Avtzis D., Galatsidas Sp., Merou Th., Avtzis N. 2007. The effect of defoliation by *Cameraria ohridella* Deschka and Dimic (Lepidoptera: Gracillariidae) on seed germination and seedling vitality in *Aesculus hippocastanum* L. *Forest Ecology and Management*, 255: 830-835

- Thomson L.J., Macfadyen S., Hoffmann A.A. 2009. Predicting the effects of climate change on natural enemies of agricultural pests. *Biological Control*, 52, 3: 296-306
- Tkavc R. 2007. Identifikacija in genotipizacija entomopatogenih gliv izoliranih iz troglofilnih metuljev *Scoliopteryx libatrix* L. in *Triphosa dubitata* L. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Enota medoddelčnega študija mikrobiologije: 79 str.
- Veber A. 2008. Krajinski park Tivoli, Rožnik in Šišenski hrib. Ljubljana, Kam: 2 str.
http://www.kam.si/parki/krajinski_park_tivoli_roznik_in_sisenski_hrib.html
(28.2.2010)
- Volter L., Kenis M. 2006. Parasitoid complex and parasitism rates of the horse chestnut leafminer, *Cameraria ohridella* (Lepidoptera: Gracillariidae) in the Czech Republic, Slovakia and Slovenia. *European Journal of Entomology*, 103: 365-370

ZAHVALA

Ob zaključku svojega študija se iskreno zahvaljujem mentorici prof. dr. Lei Milevoj za vse nasvete in strokovno pomoč pri praktičnem in teoretičnem delu diplomske naloge.

Posebno bi se rada zahvalila tudi prof. dr. Stanislavu Trdanu in prof. dr. Francu Batiču za hiter in temeljit končni pregled diplomske naloge.

Zahvala gre tudi Aleksandru Bobnarju, ki mi je pomagal pri izdelavi in postavitvi kovinskih mrež na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani.

Najlepša hvala mojim najbližjim, ki so mi ves čas študija stali ob strani in verjeli vame, še posebej Mihi Vidrgarju, ki mi je bil v veliko pomoč in podporo pri izdelavi diplomskega dela.

PRILOGE

Priloga A: Ulov metuljčkov *Cameraria ohridella* na posameznih lokacijah, skupni ter povprečni ulov v letu 2006.

Datum vzorčenja	Rožna dolina		Tivoli		Skupni ulov	Povprečen ulov
	Vaba 1	Vaba 2	Vaba 3	Vaba 4		
20.apr	34	6	1	1	42	11
25.apr	732	482	118	220	1552	388
27.apr	417	421	202	500	1540	385
2.maj	237	185	66	175	663	166
4.maj	239	449	303	402	1393	348
9.maj	524	568	1248	2704	5044	1261
11.maj	91	191	77	533	892	223
13.maj	369	565	904	2123	3961	990
18.maj	184	176	393	1534	2287	572
23.maj	115	239	383	1401	2138	535
25.maj	3	24	33	52	112	28
30.maj	17	42	124	334	517	129
1.jun	2	10	16	29	57	14
6.jun	1	26	70	81	178	45
8.jun	1	10	35	50	96	24
13.jun	9	44	619	1238	1910	478
15.jun	2	1	97	179	279	70
20.jun	26	23	112	185	346	87
22.jun	149	228	24	50	451	113
27.jun	1174	1366	385	574	3499	875
29.jun	1397	1842	749	1355	5343	1336
4.jul	1656	2474	2705	3751	10586	2647
6.jul	940	1521	1771	2209	6441	1610
11.jul	2394	3598	4162	4073	14227	3557
13.jul	807	951	2537	2196	6491	1623
18.jul	1308	2369	3884	4347	11908	2977
20.jul	329	676	2017	3213	6235	1559
25.jul	141	589	2244	3268	6242	1561
27.jul	30	132	821	863	1846	462

se nadaljuje

Nadaljevanje priloge A: Ulov metuljčkov *Cameraria ohridella* na posameznih lokacijah, skupni ter povprečni ulov v letu 2006.

Datum vzorčenja	Rožna dolina		Tivoli		Skupni ulov	Povprečen ulov
	Vaba 1	Vaba 2	Vaba 3	Vaba 4		
1.avg	194	99	328	333	954	239
3.avg	90	54	19	19	144	46
8.avg	1237	1058	428	117	2840	710
10.avg	585	261	89	34	969	242
15.avg	956	1021	753	106	2836	709
17.avg	1627	1218	1063	258	4166	1042
22.avg	4377	5041	4615	2421	16454	4114
24.avg	2524	3119	2386	1845	9874	2469
29.avg	1936	1612	1184	1224	5956	1489
31.avg	1897	1923	2183	3409	9412	2353
5.sep	608	1651	1223	2215	5697	1424
7.sep	279	512	573	307	1671	418
12.sep	175	366	250	147	938	235
14.sep	39	45	22	22	128	32
19.sep	12	11	18	6	47	12
21.sep	6	3	4	2	15	4
26.sep	3	1	3	0	7	2
28.sep	0	2	0	2	4	1

Priloga B: Povprečna mesečna temperatura zraka in količina padavin v letu 2006.

Mesec	Dekada	T povp (°C)	Padavine (mm)
april	1	8,7	42,0
	2	11,4	34,0
	3	14,4	44,9
maj	1	13,4	11,8
	2	17,2	1,0
	3	15,7	164,2
junij	1	13,6	9,3
	2	22,5	5,6
	3	25,4	31,5
julij	1	21,7	8,8
	2	23,8	24,0
	3	25,1	72,5
avgust	1	17,9	102,3
	2	18,3	56,8
	3	17,0	66,2
september	1	19,4	0,5
	2	16,9	107,4
	3	17,0	0,0

Priloga C: Število in odstotek napadenih listov, uvrščenih v posamezne razrede (0-8) na lokaciji Rožna dolina.

Razred	Meseci							
	junij		julij		avgust		september	
	št.listov	% listov	št.listov	% listov	št.listov	% listov	št.listov	% listov
0	48	48,0	18	18,0	23	23,0	0	0,0
1	34	34,0	32	32,0	23	23,0	0	0,0
2	16	16,0	16	16,0	10	10,0	0	0,0
3	2	2,0	13	13,0	1	1,0	9	9,0
4	0	0,0	14	14,0	12	12,0	39	39,0
5	0	0,0	7	0,0	14	14,0	26	26,0
6	0	0,0	0	0,0	17	17,0	22	22,0
7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	4	4,0
8	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0

Priloga D: Število in odstotek napadenih listov, uvrščenih v posamezne razrede (0-8) na lokaciji Tivoli.

Razred	Meseci							
	junij		julij		avgust		september	
	št.listov	% listov	št.listov	% listov	št.listov	% listov	št.listov	% listov
0	12	24,0	3	6,0	0	0,0	0	0,0
1	33	66,0	8	16,0	0	0,0	0	0,0
2	5	10,0	19	38,0	1	2,0	0	0,0
3	0	0,0	17	34,0	3	6,0	0	0,0
4	0	0,0	3	6,0	10	20,0	2	4,0
5	0	0,0	0	0,0	15	30,0	11	22,0
6	0	0,0	0	0,0	19	38,0	19	38,0
7	0	0,0	0	0,0	2	4,0	16	32,0
8	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	4,0