

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Alenka PIVK

**SPREMLJANJE BIONOMIJE KOSTANJEVEGA
LISTNEGA ZAVRTAČA (*Cameraria ohridella*
Deschka & Dimić) NA DIVJEM KOSTANJU
(*Aesculus hippocastanum* L.) V PARKU TIVOLI**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2005

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Alenka PIVK

**SPREMLJANJE BIONOMIJE KOSTANJEVEGA LISTNEGA ZAVRTAČA
(*Cameraria ohridella* Deschka & Dimić) NA DIVJEM KOSTANJU
(*Aesculus hippocastanum* L.) V PARKU TIVOLI**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

**BIONOMICS OF HORSE CHESTNUT LEAFMINER
(*Cameraria ohridella* Deschka & Dimić) ON HORSE CHESTNUT TREES
(*Aesculus hippocastanum* L.) IN TIVOLI PARK**

GRADUATION THESIS
University studies

Ljubljana, 2005

Diplomsko delo je zaključek univerzitetnega študija agronomije. Opravljeno je bilo na Katedri za entomologijo in fitopatologijo Oddelka za agronomijo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Poskus je potekal v parku Tivoli v Ljubljani. Meritve so bile opravljene v laboratoriju Katedre za entomologijo in fitopatologijo.

Študijska komisija Oddelka za agronomijo je za mentorja diplomskega dela imenovala prof. dr. Leo MILEVOJ.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: prof. dr. Ivan KREFT
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Član: prof. dr. Lea MILEVOJ
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

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

Datum zagovora: 27.5.2005

Naloga je rezultat lastnega raziskovalnega dela.

Alenka Pivk

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

- ŠD Dn
- DK UDK 632.78:595.78:591.5 (497.4 Ljubljana) (043.2)
- KG kostanjev listni zavrtač/*Cameraria ohridella*/bionomija/divji kostanj/park
Tivoli/Ljubljana
- KK AGRIS H10
- AV PIVK, Alenka
- SA MILEVOJ, Lea (mentor)
- KZ SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
- ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo
- LI 2005
- IN SPREMLJANJE BIONOMIJE KOSTANJEVEGA LISTNEGA ZAVRTAČA
(*Cameraria ohridella* Deschka & Dimić) NA DIVJEM KOSTANJU (*Aesculus
hippocastanum* L.) V PARKU TIVOLI
- TD Diplomsko delo (univerzitetni študij)
- OP X, 48, [6] str., 6 preg., 15 sl., 4 pril., 56 vir.
- IJ sl
- JI sl/en
- AI V Sloveniji smo kostanjevega listnega zavrtača (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimić) prvič zasledili leta 1995. Namen našega dela je bilo spremljanje bionomije kostanjevega listnega zavrtača in ocenitev poškodb, ki jih njegova gosenica povzroča na listih navadnega divjega kostanja (*Aesculus hippocastanum* L.) v parku Tivoli v Ljubljani. Poskus je potekal v letih 2003 in 2004. Rezultati spremljanja metuljev s feromonskimi vabami in pregledovanja izvrtin potrjujejo, da žuželka razvije tri rodove na leto. Na opazovanem območju metulji izletavajo od sredine aprila do sredine oktobra. Med posameznimi leti obstajajo razlike v obsegu in času pojavljanja metuljev posameznih generacij. Površina izvrtin je v avgustu 2003 pri več kot 80 % listov v povprečju zavzela 10–50 % njihove celotne površine, v septembru istega leta pa 50–100 %. V letu 2004 so bili listi bistveno manj napadeni s strani kostanjevega listnega zavrtača, a hkrati močno okuženi z glivo *Guignardia aesculi*/Peck./Stev. Pri primerjavi različno starih dreves so se pokazale razlike v stopnji napadenosti s kostanjevim listnim zavrtačem; najmlajša drevesa so bila bolj napadena. Drevesa, okužena z glivo *Guignardia aesculi*, so bila manj napadena s kostanjevim listnim zavrtačem.

KEY WORDS DOCUMENTATION

- DN Dn
- DC UDC 632.78:595.78:591.5 (497.4 Ljubljana) (043.2)
- CX horse chestnut leafminer/*Cameraria ohridella*/bionomics/horse chestnut/Tivoli park/Ljubljana
- CC AGRIS H10
- AU PIVK, Alenka
- AA MILEVOJ, Lea (supervisor)
- PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
- PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Agronomy
- PY 2005
- TI BIONOMICS OF HORSE CHESTNUT LEAFMINER (*Cmeraria ohridella* Deschka & Dimić) ON HORSE CHESTNUT TREES (*Aesculus hippocastanum* L.) IN TIVOLI PARK
- DT Graduation thesis (University studies)
- NO X, 48, [6] p., 6 tab., 15 fig., 4 ann., 56 ref.
- LA sl
- AL sl/en
- AB In Slovenia horse chestnut leafminer (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimić) was first recorded in 1995. In 2003 and 2004 research was carried out in the Tivoli park in Ljubljana with the aim of monitoring the ecology of horse-chestnut leafminer and measuring leaf damage caused by larvae on horse chestnut trees (*Aesculus hippocastanum* L.). Information gathered by observation with pheromone traps and dissection of mines confirmed that three generations of the horse chestnut leafminer developed in the course of the year. Moths emerged from mid-April to mid-October. In the years of research differences in the time of emergence and density of moths of particular generation were noticed. The results of measurements of leaf damage showed that, on average, over 80 % of foliage was damaged 10–50 % in August and 50–100 % in September 2003. In 2004 trees were much less infested by the horse chestnut leafminer but at the same time they were also severely attacked by the fungus *Guignardia aesculi*/Peck./Stev. A comparison of the average damage between individual groups shows a difference in leaf damage to be related the age difference. Results indicate an increase in infestation of the youngest trees. Foliage infected by *Guignardia aesculi* was much less attacked by horse chestnut leafminer.

KAZALO VSEBINE

	Str.
Ključna dokumentacijska informacija	III
Key words documentation	IV
Kazalo vsebine	V
Kazalo preglednic	VII
Kazalo slik	VIII
Kazalo prilog	IX
Seznam okrajšav	X
1 UVOD	1
1.1 POVOD	1
1.2 NAMEN DELA IN DELOVNA HIPOTEZA	1
2 PREGLED OBJAV	2
2.1 GOSTITELJSKE RASTLINE KOSTANJEVEGA LISTNEGA ZAVRTAČA (<i>Cameraria ohridella</i> Deschka & Dimić)	2
2.1.1 Navadni divji kostanj (<i>Aesculus hippocastanum</i> L.)	2
2.1.2 Druge gostiteljske rastline	2
2.2 TAKSONOMSKI POLOŽAJ KOSTANJEVEGA LISTNEGA ZAVRTAČA (<i>Cameraria ohridella</i> Deschka & Dimić)	3
2.3 BIOLOŠKE ZNAČILNOSTI IN POSEBNOSTI LISTNIH ZAVRTAČEV	3
2.4 ZNAČILNOSTI KOSTANJEVEGA LISTNEGA ZAVRTAČA	5
2.4.1 Izvor	5
2.4.2 Razširjenost in načini širjenja	5
2.4.3 Bionomija	6
2.4.3.1 Metulj	7
2.4.3.1 Jajčece	8
2.4.3.2 Gosenica	8
2.4.3.2 Buba	9
2.4.4 Poškodbe	10
2.4.5 Naravni sovražniki	11
2.4.6 Zatiranje	12
2.4.6.1 Mehanično zatiranje	12
2.4.6.2 Kemično zatiranje	13

2.4.6.3	Biotično zatiranje	14
2.5	SPREMLJANJE KOSTANJEVEGA LISTNEGA ZAVRTAČA V SLOVENIJI	15
2.6	PARK TIVOLI	16
3	MATERIALI IN METODE DELA	18
3.1	SPREMLJANJE ŠTEVILA METULJEV	18
3.2	GIBANJE ŠTEVILA GOSENIC, BUB, MRTVIH GOSENIC IN BUB TER PRAZNIH IZVRTIN	19
3.3	OCENJEVANJE STOPNJE NAPADENOSTI LISTOV	19
3.3.1	Vpliv starosti dreves na stopnjo napadenosti listov	21
3.4	VREMENSKE RAZMERE	22
3.4.1	Vremenske razmere v Ljubljani	22
3.4.2	Vremenske razmere v času poskusa	23
3.4.2.1	Vremenske razmere v letu 2003	23
3.4.2.2	Vremenske razmere v letu 2004	24
4	REZULTATI	25
4.1	SPREMLJANJE ŠTEVILA METULJEV	25
4.2	OCENJEVANJE STOPNJE NAPADENOSTI LISTOV	27
4.2.1	Kumulativne mesečne poškodbe listov v letu 2003	27
4.2.2	Razporeditev poškodovanih listov v 8 razredov	28
4.2.3	Razlike v napadenosti listov glede na starost dreves	31
4.3	MERITVE ŠTEVILA GOSENIC, BUB, MRTVIH GOSENIC IN BUB TER PRAZNIH IZVRTIN	32
5	RAZPRAVA IN SKLEPI	36
5.1	RAZPRAVA	36
5.2	SKLEPI	40
6	POVZETEK	41
7	VIRI	42
	ZAHVALA	
	PRILOGE	

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Datumi začetnih razvojnih stadijev divjega kostanja v Ljubljani (Mesečni..., 2003, 2004).	26
Preglednica 2: Število in odstotek napadenih listov, uvrščenih v posamezne razrede (0–7) v letu 2003.	28
Preglednica 3: Število in odstotek napadenih listov, uvrščenih v posamezne razrede (0–7) v letu 2004.	30
Preglednica 4: Izračunane vrednosti t-testa v preučevanih mesecih za vse pare obravnavanj. Kritična vrednost $t = 2,024394$ pri $\alpha = 0,25$ in $SP = 38$. Obravnavanja: I = srednja, II = najmlajša, III = najstarejša.	31
Preglednica 5: Povprečna kumulativna napadenost listov (%) s strani kostanjevega listnega zavrtača po posameznih obravnavanjih in povprečja za vse datume pregledovanja. V preglednici so povprečja obravnavanj, kjer je t-test pokazal statistične razlike, označena z *.	31
Preglednica 6: Število gosenic, bub, mrtvih gosenic in bub, praznih izvrtin in skupno število izvrtin pri posameznih pregledovanjih listov v letu 2003.	32

KAZALO SLIK

Slika 1: Življenjski krog kostanjevega listnega zavrtača (<i>Cameraria ohridella</i>): zgoraj metuljček, desno jajčece, spodaj gosenica, levo buba (Quality of life..., 2004).	7
Slika 2: Metulja kostanjevega listnega zavrtača (<i>Cameraria ohridella</i>). Foto: Stanislav Gomboc.	8
Slika 3: Gosenica kostanjevega listnega zavrtača (<i>Cameraria ohridella</i>). Foto: Stanislav Gomboc.	9
Slika 4: Buba kostanjevega listnega zavrtača (<i>Cameraria ohridella</i>). Foto: Stanislav Gomboc.	10
Slika 5: Poškodbe listov zaradi kostanjevega listnega zavrtača (<i>Cameraria ohridella</i>).	11
Slika 6: Feromonska vaba. Foto: Alenka Pivk.	18
Slika 7: Predloga za uvrstitev napadenih listov v osem razredov (Gilbert in Grégoire, 2002).	21
Slika 8: Povprečne temperature zraka in padavine v Ljubljani po dekadah in mesecih v času poskusa.	23
Slika 9: Ulov metuljev kostanjevega listnega zavrtača (<i>Cameraria ohridella</i>) v feromonske vabe v letih 2003 in 2004.	25
Slika 10: Povprečna poškodovanost listov zaradi napada kostanjevega listnega zavrtača (<i>Cameraria ohridella</i>) v letu 2003.	27
Slika 11: Razporeditev poškodovanih listov v osem razredov v letu 2003.	29
Slika 12: Razporeditev poškodovanih listov v osem razredov v letu 2004.	30
Slika 13: Povprečno število gosenic kostanjevega listnega zavrtača (<i>Cameraria ohridella</i>) na list in povprečno število metuljev na vabo v letu 2003.	33
Slika 14: Povprečno število bub kostanjevega listnega zavrtača (<i>Cameraria ohridella</i>) na list in povprečno število metuljev na vabo v letu 2003.	34
Slika 15: Povprečno število gosenic, bub, mrtvih gosenic in bub kostanjevega listnega zavrtača (<i>Cameraria ohridella</i>) ter praznih izvrtin na list v letu 2003.	35

KAZALO PRILOG

Priloga A: Ulov metuljčkov <i>Cameraria ohridella</i>	50
Priloga A1: Ulov metuljčkov <i>Cameraria ohridella</i> v posameznih vabah in povprečen ulov v letu 2003.	50
Priloga A2: Ulov metuljčkov <i>Cameraria ohridella</i> v posameznih vabah in povprečen ulov v letu 2004.	50
Priloga B: Povprečna napadenost listov (%) zaradi kostanjevega listnega zavrtača (<i>Cameraria ohridella</i>) v letu 2003.	52
Priloga C: Statistična analiza	54
Priloga C1: Analiza variance med obravnavanji za junij 2003.	54
Priloga C2: Analiza variance med obravnavanji za julij 2003.	54
Priloga C3: Analiza variance med obravnavanji za avgust 2003.	54
Priloga C4: Analiza variance med obravnavanji za september 2003.	54

SEZNAM OKRAJŠAV

ANOVA	analiza variance
VKO	vsota kvadriranih odklonov
SKO	srednji kvadrirani odklon

1 UVOD

1.1 POVOD

Navadni divji kostanj (*Aesculus hippocastanum* L.) krasi parke, vrtove in drevorede v Sloveniji že dve stoletji. Do nedavnega je bilo zdravstveno neproblematično drevo, saj ga je okuževala le glivična bolezen *Guignardia aesculi*/Peck./Stev., ki povzroča sušenje listov. Leta 1984 so v Makedoniji odkrili novo vrsto listnega zavrtača, ki so ga poimenovali *Cameraria ohridella* Deschka in Dimić (Lepidoptera, Gracillariidae). Gosenice tega metulja vrtajo izvrtine na listih in temu sledi njihovo predčasno rjavenje, sušenje in odpadanje. Iz območja prvega odkritja se je žuželka hitro in nenadzorovano širila. Dvajset let po odkritju kostanjevega listnega zavrtača v Evropi težko najdemo nenapadena drevesa navadnega divjega kostanja.

V Sloveniji so kostanjevega listnega zavrtača prvič opazili v juniju leta 1995, in sicer na drevesih navadnega divjega kostanja (*Aesculus hippocastanum* L.) v Kettejevem drevoredu v Novem mestu, jeseni istega leta pa še na območju Ormoža (Milevoj in Maček, 1997). Ker se je vrsta zelo hitro razširila v vse dele države (leta 1998 je bila že splošno razširjena tudi v najbolj izoliranih območjih, kjer raste navadni divji kostanj), sklepajo, da je žuželka v Slovenijo prispela že kakšno leto prej (Gomboc, 2000). V Ljubljani so škodljivca prvič opazili leta 1996 (Milevoj in Maček, 1997) in so ga do izvedbe obravnavanega poskusa večinoma spremljali le vizualno.

1.2 NAMEN DELA IN DELOVNA HIPOTEZA

Čeprav so v Sloveniji kostanjevega listnega zavrtača zasledili že desetletje nazaj, je njegova bionomija pri nas malo raziskana. Namen našega poskusa je bil spremljati bionomijo kostanjevega listnega zavrtača in oceniti poškodbe, ki jih njegove gosenice povzročijo na listih navadnega divjega kostanja v parku Tivoli v Ljubljani. Predvidevali smo, da ima žuželka tam podobno kot v večini evropskih držav tri rodove na leto in da so lahko listi poškodovani tudi do 100 %. Zaradi napada gosenic listi predčasno porjavijo in odpadejo, kar kvari estetski videz dreves. Zaradi prezgodnjega odpadanja listov les ne dozori, drevje je bolj izpostavljeno pozebi in izgublja odpornost na druge stresne dejavnike v okolju. Najobsežnejše poškodbe na listih divjega kostanja smo pričakovali v avgustu in septembru, ko se množično pojavijo gosenice tretjega rodu. Podatki izvedenega poskusa bodo uporabni za načrtovanje varstva dreves, saj je za učinkovito zatiranje te invazijske vrste najprej potrebno poznati njeno bionomijo.

2 PREGLED OBJAV

2.1 GOSTITELJSKE RASTLINE KOSTANJEVEGA LISTNEGA ZAVRTAČA (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimić, 1986)

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

Poglavitni gostitelj kostanjevega listnega zavrtača v Evropi je navadni divji kostanj (*Aesculus hippocastanum* L.), čigar domovina je Balkanski polotok. Ime je dobil po tesalskem mestu Kastanus, načrtno pa so ga začeli gojiti Turki (Rogič, 2003). Navadni divji kostanj so kot okrasno drevo prinesli v Evropo iz Carigrada leta 1576 (Milevoj, 2004). Turki so plodove divjega kostanja uporabljali za krmljenje svojih konj; iz njih so pripravljali celo sirup za zdravljenje prehlada konj. Od tod naj bi tudi izviralo poimenovanje hippocastanum: hippos = (grško) konj, kastanon = (grško) kostanj (Rogič, 2003). Drevo potrebuje za dobro rast humozna, globoka, odcedna, vendar dovolj vlažna tla. V mladosti raste hitro, značilno podolgovato okroglo krošnjo pa razvije le, če je posajen na samem (Kravanja, 2000).

Pri nas so ga začeli gojiti po francoskem vzoru okrog leta 1820. Danes je navadni divji kostanj priljubljeno okrasno drevo, ki raste v parkih, drevoredih, na mestnih trgih, ob cerkvah in pokopališčih, v gostilniških vrtovih, kot hišno drevo in pomešan med gozdnim drevjem. Bele cvetove od konca aprila do maja obletavajo čebele. Eno in drugo je idilično in privlačno za ljubitelje narave in sprehajalce. Kostanjeva drevesa nudijo prijetno senco zlasti v vročih poletnih mesecih. Drevesa delujejo tudi protihrupno in varujejo pred vetrom. Listi, cvetovi, skorja in plodovi imajo zdravilni učinek. Izvleček iz plodov dodajajo tudi šamponom. Plodovi so primerni za zimsko prehrano srnjadi in jelenjadi (Milevoj, 2004).

Več stoletij je navadni divji kostanj na evropskih tleh dobro uspeval, ker ga niso pestili resnejši zdravstveni problemi. Le občasno in lokalno se je v zadnjih desetletjih na kostanjevih drevesih pojavljala glivična bolezen listna sušica divjega kostanja (*Guignardia aesculi*/Peck./Stev.). Leta 1984 so odkrili novo vrsto – listnega zavrtača *Cameraria ohridella*. Gosenice tega metuljčka se hranijo in vrtajo okroglasto oblikovane rove v liste divjega kostanja. Listi zaradi napada rjavijo in se že poleti sušijo ter predčasno odpadajo (Milevoj, 2004).

2.1.2 Druge gostiteljske rastline

Freise in sod. (2003, 2004) trdijo, da ima žuželka lahko popoln razvoj na navadnem divjem kostanju (*Aesculus hippocastanum*) in še na nekaterih drugih vrstah divjega kostanja. Kostanjev listni zavrtač ima lahko popoln razvoj na 21 od 36 testiranih vrst *Aesculus*. Med teh 21 vrst spadajo endemične vrste *Aesculus hippocastanum*, *A. turbinata*, *A. pavia* in *A. falva*. Na vrsti *A. chinensis*, ki je tudi endemična vrsta, žuželka *C. ohridella* ne razvije

odraslih osebkov. Na endemičnih vrstah kostanja *A. indica*, *A. californica* in na hibridu *A. x carnea* pa samicke kostanjevega listnega zavrtača odložijo jajčeca in izlegle gosenice se z listi sprva hranijo, vendar poginejo že v svojem prvem ali drugem razvojnem stadiju.

Močno napadenost listov, ponekod tudi do 100 %, in popoln razvoj žuželke so opazili tudi na dveh vrstah javorja, in sicer na belem (gorskem) javorju (*Acer pseudoplatanus*) (Freise in sod., 2003, 2004; Rogič, 2003; Quality of life..., 2003) in na ostrolistem javorju (*Acer platanoides*) (Freise in sod., 2003, 2004; Milevoj, 2004). Obe vrsti javorja sta pri nas razširjeni v drevoredih, odprti krajini, parkih in na parkiriščih. Pri nas poškodb na navedenih vrstah doslej še niso ugotovili (Milevoj, 2004). Žuželka *Cameraria ohridella* torej ni monofagna vrsta, zato obstaja nevarnost, da bo metuljček sčasoma zamenjal poglavitno gostiteljsko rastlino (Freise in sod., 2003), s tem pa se bo problematičnost kostanjevega listnega zavrtača še povečala.

2.2 TAKSONOMSKI POLOŽAJ KOSTANJEVEGA LISTNEGA ZAVRTAČA (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimić, 1986)

Pri zbiranju literature o žuželki sem opazila, da slovensko poimenovanje vrste ni poenoteno. Različni avtorji vrsto *Cameraria ohridella* poimenujejo bodisi kostanjev zavrtač (Rogič, 2003) bodisi listni zavrtač (navadnega) divjega kostanja (Devetak, 2000; Oven, 2001) ali pa kostanjev listni zavrtač (Gomboc, 2000; Koršič in sod., 2000; Milevoj, 2003, 2004; Pivk, 2004, 2005). V diplomu sem uporabljala slednjo različico, ker se v dosedanjih objavah v slovenskem jeziku najpogosteje pojavlja. Po šifrantu organizmov *Cirsium*, objavljenim na spletni strani Fito-info, je žuželka poimenovana kostanjev zavrtač.

Sistematika žuželke (povzeto po šifrantu organizmov *Cirsium*):

RAZRED: Insecta

RED: Lepidoptera

DRUŽINA: Gracillariidae

ROD: *Lithocolletis* (Jaroslaw BUSZKO)

VRSTA: *Cameraria ohridella* (Deschka & Dimić, 1986)

Sinonim: *Lithocolletis ohridella*

Slovensko poimenovanje: kostanjev (listni) zavrtač

Angleško poimenovanje: Horse chestnut leafminer

Nemško poimenovanje: Rosskastanien-Miniermotte

2.3 BIOLOŠKE ZNAČILNOSTI IN POSEBNOSTI LISTNIH ZAVRTAČEV

Kostanjev listni zavrtač spada v obsežno skupino listnih zavrtačev.

Listni zavrtači ali hiponomološka favna sta oznaki za posebno skupino žuželk, ki se od drugih razlikujejo po posebnih značilnostih. Glede na to, kako njihove ličinke objedajo rastlinske dele, se odlikujejo s posebno ekološko prilagoditvijo na gostiteljske rastline. Zastopniki te skupine spadajo v redove hroščev (Coleoptera), kožekrilcev (Hymenoptera), metuljev (Lepidoptera) in dvokrilcev (Diptera). Žuželke te skupine oz. njihove ličinke so med evolucijo razvile posebne lastnosti oz. vzorce skritega objedanja v značilnih rovih med zgornjo in spodnjo listno povrhnjico, ki so skupaj z odlaganjem iztrebkov, načinom zapustitve svojega "mesta delovanja", z bubami itd. tako značilne, da hkrati s poznavanjem gostiteljskih rastlin v večini primerov omogočajo določitev vrste (Maček, 1999).

Relacije med gostiteljskimi rastlinami in listnimi zavrtači so zelo pestre. Zavrtači iz reda dvokrilcev se lahko naseljujejo na glivah, lišajih in mahovih, dvokrilci in metulji na praprotnicah, hrošči in metulji na storžnjakih, na različnih družinah eno- in dvokaličnic pa so pestre kombinacije zastopnikov enega ali več redov. Listni zavrtači vseh štirih redov so opisani na ločkovcih, vrbovkah, brezovkah, brestovcih, zlatičnicah, rožnicah in krvomočničevkah (Maček, 1999).

Pri listnih zavrtačih kot fitofagnih žuželkah so možne naslednje prehrabene kombinacije: monofagija, oligofagija in polifagija. Pri njih razlikujemo do tri stopnje. Pri monofagiji je npr. prva stopnja dosledna monofagija – ko listni zavrtač živi le na eni vrsti rodu. Do druge stopnje pride v primeru, da se listni zavrtač naseli le na nekaterih vrstah (v neki selekciji) posameznega rodu. Tretja stopnja je generična monofagija, in sicer ko zavrtač lahko živi na številnih ali vseh vrstah rodu. Tako obstaja več kot deset kombinacij načinov prehrane (Maček, 1999).

V našem geografskem območju imajo listni zavrtači na splošno eno ali dve, redkeje tudi več rodov na leto, v toplejšem Sredozemlju jih je lahko tudi več, če vlažnostne razmere to omogočajo (Maček, 1999).

V Sloveniji je bilo do danes evidentiranih 594 vrst listnih zavrtačev, ki spadajo v red hroščev (Coleoptera), kožekrilcev (Hymenoptera), metuljev (Lepidoptera) in dvokrilcev (Diptera) (Maček, 1999). Največ listnih zavrtačev pri nas (298) spada med metulje, kjer sta najpomembnejši družini Nepticulidae in Gracillariidae. V slednjo spada tudi kostanjev listni zavrtač (Gomboc, 2000).

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 metuljčkov, 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 stadijih lahko močno razlikuje. V glavnem je sploščeno in podaljšano naprej. Večina vrst ves ciklus gosenice preživi v izvrtini lista. Zabubijo se v svilenem kokonu v sami izvrtini, med razpokami v lubju ali v tleh (Gomboc, 2000).

2.4 ZNAČILNOSTI KOSTANJEVEGA LISTNEGA ZAVRTAČA

2.4.1 Izvor

Kostanjevega listnega zavrtača so prvič opazili leta 1984 v okolici Ohridskega jezera v Makedoniji (Deschka in Dimić, 1986; Simova-Tošič in Filev, 1985; Milevoj, 2004). Dve leti kasneje sta Deschka in Dimić (1986) novo vrsto opisala in znanstveno poimenovala *Cameraria ohridella*. Predstavniki rodu *Cameraria* so bili dotlej znani samo v Ameriki in na Srednjem ter Daljnem Vzhodu, tako da predstavlja vrsta nov rod in novo vrsto za evropsko entomofavno (Deschka in Dimić, 1986; Jurc, 1997).

Čeprav je od odkritja škodljivca preteklo že 20 let, poreklo žuželke še vedno ostaja neznano. V začetku raziskovanj so izvor vrste povezovali z naravnimi rastišči različnih vrst divjega kostanja (Lakatos in sod., 2004). Možno je, da izvira iz območja Ohrida ali iz drugih predelov, kjer so ugotovljene nekatere druge vrste iz rodu *Cameraria* ali pa uspevajo druge vrste iz rodu *Aesculus* (Milevoj, 2004). Kenis in sod. (2004) še danes ne izključujejo možnosti, da je njeno izvorno območje Balkanski polotok, kjer so metulja tudi prvič zasledili. Lakatos in sod. (2004) pa so mnenja, da je to malo verjetno, saj je kostanjev listni zavrtač v Evropi edina vrsta iz rodu *Cameraria*, genetsko je dokaj izenačena in nima specifičnega parazitoidnega kompleksa. Poleg tega se postavlja vprašanje, zakaj se je vrsta razširila šele zdaj. Druga možnost je, da je žuželka prišla iz Azije ali Severne Amerike, kjer uspeva več sorodnih vrst iz rodu *Cameraria* in različnih vrst kostanja (*Aesculus* spp.). Možno in tudi najbolj verjetno pa je, da je škodljivec povezan z neko drugo drevesno vrsto, najverjetneje iz družine javorjev (*Acer* spp.) (Kenis in sod., 2004). V Severni Ameriki je znanih več kot 50 vrst iz rodu *Cameraria*; nekatere se prehranjujejo na javorjih, druge na različnih severnoameriških vrstah divjega kostanja. Podobno je tudi v Aziji, kjer je še veliko vrst zavrtačev neopisanih (Lakatos in sod., 2004).

2.4.2 Razširjenost in načini širjenja

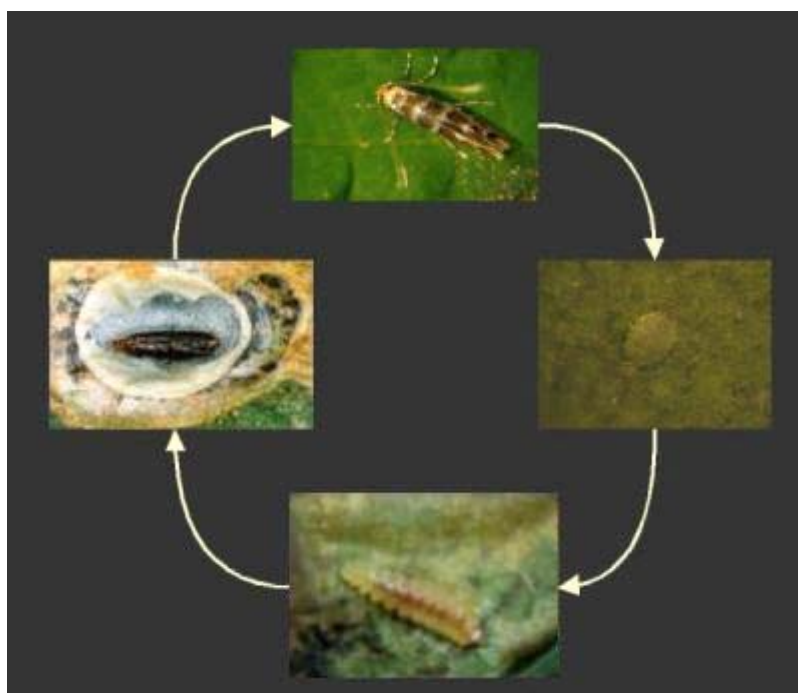
Po odkritju kostanjevega listnega zavrtača leta 1984 v Makedoniji (Deschka in Dimić, 1986) se je vrsta hitro in množično razširila po celotnem evropskem prostoru. Gilbert in

sod. (2004) navajajo, da se je metuljček tako hitro (20–50 km/leto) razširil na dva načina. Na dolge razdalje se škodljivec širi pasivno, s transportom. Žuželko so na novih lokacijah najprej opazili ob bencinskih postajah, ob avtocestah in v večjih mestih. Na kratke razdalje se žuželka širi bodisi aktivno (metuljčki letijo) bodisi z vetrom. Zmožnost aktivnega razširjanja je le približno 100 m. Bolj učinkovit je veter, ki pozimi odnese okužene liste ali delčke listov na večje razdalje. Sedaj je vrsta razširjena po celi Evropi, z izjemo Skandinavije. Hitro se je širila predvsem zato, ker ni naletela na naravne sovražnike, ki bi jo zadržali (Milevoj, 2004).

2.4.3 Bionomija

Kostanjev listni zavrtač ima v večjem delu Evrope tri rodove na leto, le v območju mediteranskega podnebja (Italija, Hrvaška) so opazili dodaten četrti oz. peti rod (Johne in sod., 2003; Santi in sod., 2000). V severnoevropskih mestih se tretji rod ne razvije popolnoma zaradi atlantske klime (Sengonca in sod., 2002). Število rodov je odvisno od dolžine rastne dobe (Johne in sod., 2003).

Življenjski krog žuželke se začne sredi aprila, ko iz prezimnih bub v odpadlem listju izletavajo metuljčki prvega rodu. To traja okrog tri tedne. Nekaj milimetrov veliki metuljčki se pogosto sončijo na prisojnih straneh kostanjevih debel in na zgornjih straneh kostanjevih listov. Samičke po oploditvi odložijo 30–40 jajčec posamično na zgornjo stran kostanjevih listov. Po okrog dveh tednih se izležejo goseničice, ki se zavrtajo pod povrhnjico v listno tkivo, se tam hranijo in pri tem delajo okrogle rove v obliki dupla (podobno kot duplinar na jablanovih listih). Tam se tudi levijo skozi štiri levitvene stadije do odrasle gosence in se nazadnje zabubijo. Po dveh do treh tednih iz bub na zgornji strani listov izletijo metuljčki drugega rodu. Razvoj se nadaljuje, metuljčki odložijo jajčeca, izležejo se gosence, ki se zavrtajo v liste, se tam hranijo, levijo in zabubijo. V avgustu množično izletavajo metuljčki tretjega rodu. Razmnoževanje in razvoj tretjega rodu se nadaljujeta podobno kakor pri prvih dveh rodovih, le da se zaključita s stadijem bube v kokonu, ki je značilen za prezimujoči stadij. Žuželka prezimi kot buba v odpadlem listju (Milevoj, 2003, 2004). Prezimne bube so odporne na nizke temperature in visoko relativno vlažnost, tako da preživijo meglo, slano in nizke temperature pozimi (Lethmayer, 2004).



Slika 1: Življenjski krog kostanjevega listnega zavrtača (*Cameraria ohridella*): zgoraj metuljček, desno jajčece, spodaj gosenica, levo buba (Quality of life..., 2004).

2.4.3.1 Metulj

Odrasli metulj meri v dolžino 3–5 mm (Deschka in Dimić, 1986; Quality of life..., 2004; Milevoj, 2004) in meri 7–8 mm v razponu krilc (Jurc, 1997; Milevoj, 2004). Je kovinsko rjave barve, z resastimi krili, na katerih so, ko počiva na rastlinah, vidne belo-črne obrobljene prečne proge. Noge ima bele s črnimi lisami (Deschka in Dimić, 1986; Milevoj, 2004; Quality of life..., 2004). Tipalke so nitaste in nekoliko krajše od prednjih kril (okrog 5 mm) (Deschka in Dimić, 1986; Jurc, 1997; Milevoj, 2004). Metulji se pojavljajo v zgodnjih jutranjih urah in letijo proti drevesnemu deblu, kjer se pariyo. Samička odloži v povprečju 40 jajčec izključno na zgornjo, epidermalno plast listov (Quality of life..., 2004).



Slika 2: Metulja kostanjevega listnega zavrtača (*Cameraria ohridella*). Foto: Stanislav Gomboc.

2.4.3.2 Jajčece

Samička navadno odloži jajčeca na zgornjo stran listov, vzdolž lateralnih žil. Jajčeca so okrogla do ovalna, prozorno bela in merijo 0,2–0,4 mm (Milevoj, 2004; Quality of life..., 2004). Našli so več kot 100 jajčec na posamezen listič in več kot 300 jajčec na celoten list. Embrionalni razvoj traja glede na letni čas 2–3 tedne (Jurc, 1997).

2.4.3.3 Gosenica

Goseničice merijo 1–5 mm, odvisno od razvojnega stadija (Milevoj, 2004). Razvoj gosenic traja nekaj več kot tri tedne poleti ali do pet tednov jeseni. Odrasla gosenica je rumenozelena, okoli 6 mm dolga, glava je trikotna in temna, na trebušnih segmentih so dorzalno vidne temnejše pege, bočno pa dlačice (Jurc, 1997). Telo gosenice je zaradi njihovega endofitskega načina življenja precej sploščeno in ob ustnih delih značilno podaljšano (Quality of life..., 2004; Milevoj, 2004).

Gosenica se razvija skozi pet larvalnih stadijev (od L_1 do L_5). Gosenice L_1 izjedajo listno tkivo v obliki hodnikov vzporedno z listnimi žilami, velikost izvrtin je 1–2 mm. Gosenice $L_{2/3}$ nadaljujejo z izžiranjem listnega tkiva v obliki krogov premera 2–3 mm, kasneje se velikost krogov poveča na 5–8 mm. Gosenice $L_{4/5}$ izjedajo izvrtine do njihove končne velikosti. Izvrtine so dolge 3–4 cm, nepravilne oblike in nikoli ne segajo čez listno žilo. V večini primerov izvrtine potekajo med dvema stranskima listnima žilama. V primeru močne napadenosti se izvrtine lahko združijo v večjo skupno izvrtino, v kateri je večje število gosenic (Quality of life..., 2004). Starostna gosenica se zabubi v svilnat kokon v kamrici lista s premerom 0,8–1 cm (Jurc, 1997).



Slika 3: Gosenica kostanjevega listnega zavrtača (*Cameraria ohridella*). Foto: Stanislav Gomboc.

2.4.3.4 Buba

Buba se razvija podobno kot gosenice v notranjosti listov. Dolge so 4–5 mm in so rjavkaste (Deschka in Dimić, 1986; Milevoj, 2004; Quality of life..., 2004). V tem stadiju se pojavi spolni dimorfizem, pri katerem imajo bube samic ojačan sedmi abdominalni segment, samčki pa te značilnosti nimajo. Razvoj bube v poletnem času traja 12–16 dni (Quality of life..., 2004). Na glavi ima poseben izrastek, s pomočjo katerega naredi v listu luknjico za izhod metuljčka (Milevoj, 2004; Quality of life..., 2004). Iz izvrtine se na listno površje sprosti skoraj do polovice svoje dolžine, potem pa iz bube izletijo odrasli metulji. Škodljivci prezimijo v odpadlem in posušenem listju kot prezimne bube, ki ostanejo v tem stadiju 6 mesecev (Jurc, 1997). Bube so odporne na nizke temperature in na visoko relativno vlažnost (Lethmayer in sod., 2004).



Slika 4: Buba kostanjevega listnega zavrtača (*Cameraria ohridella*). Foto: Stanislav Gomboc.

2.2.4 Poškodbe

Škodo povzročajo gosenice, ki se prehranjujejo z listnim tkivom. Le-te izjedajo parenhim in mezofil med zgornjo in spodnjo povrhnjico listov. Na začetku napada posamezne izvrtine merijo 0,5–1 cm, so okrogle in svetle. Robovi izvrtin se sčasoma razširijo do vzporednih žil lista, izvrtine postanejo rjave in včasih dosežejo tudi 4 cm v dolžino. Vedno so v začetnem delu izvrtine med zgornjo in spodnjo povrhnjico listov opazni rjavi kupčki iztrebkov, čeprav so iztrebki opazni posamično tudi v celotni izvrtini. Pri močnejših napadih je opaziti več deset izvrtin na listič, ki se združujejo in prekrivajo tudi 80–100 % listne ploskve dlanasto sestavljenega lista. Listi z močno prizadetih dreves se sušijo in prezgodaj odpadajo (Jurc, 1997).

Salleo in sod. (2003) so pri močno napadenih drevesih ugotovili večje število branik na leto, večjo količino lesa in večjo hidravlično prevodnost. Neto produktivnost fotosinteze je delno zmanjšana, vodni režim napadenih dreves pa je nespremenjen, saj listne žile niso strukturno in funkcionalno poškodovane, tudi če so listi 90 % pokriti z izvrtinami (Raimondo in sod., 2003). Salleo in sod. (2003) navajajo, da kostanjevi listi v avgustu izgubijo večino svoje aktivnosti. Močna napadenost listov v avgustu zato ne povzroča močno zmanjšane rasti dreves in ne vpliva bistveno na produktivnost napadenih dreves na letni ravni (Raimondo in sod., 2003).



Slika 5: Poškodbe listov zaradi kostanjevega listnega zavrtača (*Cameraria ohridella*). Foto: Alenka Pivk.

Napadena drevesa imajo manjše število in manjšo suho maso plodov, ki je pri močno napadenih drevesih zmanjšana do 50 % (Salleo in sod., 2003). Zaradi stresa mestoma močno napadena drevesa znova zacvetijo v jeseni, na novo razvijejo mlade liste, ki jih napadejo osebkii zadnjega rodu kostanjevega listnega zavrtača (Milevoj, 2004; Quality of life..., 2004). Slabo razvite prezimujoče organe divjega kostanja prizadene zimski mraz, kostanji naslednjo pomlad slabše cvetijo, poženejo poškodovane prve liste in tvorijo šibkejšje veje (Balder in sod., 2004; Milevoj, 2004).

Kljub močnim poškodbam do sedaj ni znano, da bi kostanji v Evropi propadali zaradi zavrtača (Milevoj, 2004; Hommes, 2003). Večjo nevarnost za preživetje kostanjev v urbanem prostoru predstavljajo antropogeni vplivi, še posebno nevarna je prevelika koncentracija soli v tleh. Hkratni učinek neugodnih antropogenih vplivov in močno odpadanje listja zaradi kostanjevega listnega zavrtača pa lahko resno ogrozi preživetje kostanjev (Oven, 2001).

2.4.5 Naravni sovražniki

Parazitoidi imajo najpomembnejšo vlogo pri uravnavanju populacije zavrtačev. Pri nekaterih vrstah, ki so sorodne kostanjevemu listnemu zavrtaču, so opazili, da je stopnja

parazitiranosti v nekaterih primerih presegala 50 %. V Evropi je mnogo polifagnih parazitoidov ki uspešno uravnavajo populacije različnih vrst zavrtačev na podobnih gostiteljskih rastlinah (Grabernweger, 2004, cit. po Askew in sod., 1986). Visoka prilagodljivost parazitoidov onemogoča agresivnim listnim zavrtačem, da bi se sčasoma preveč namnožili (Grabernweger, 2004).

Kostanjev listni zavrtač je nova vrsta v našem okolju in naravni sovražniki (parazitoidi, predatorji in patogeni) so še premalo učinkoviti (Girardož in sod., 2004; Kehrl in Bacher, 2003). Raziskave so pokazale, da se naravni sovražniki niso prilagodili na novega škodljivca. Patogeni organizmi nimajo nobene vloge pri uravnavanju populacije kostanjevega listnega zavrtača. Predatorske žuželke redko napadejo škodljivca (Kehrl in Bacher, 2003). Radeghieri (2004) edini poroča o predatorskem obnašanju mravelj – delavke odpirajo izvrtine na listih v spodnji krošnji in odnašajo ličinke in bube. Večjo vlogo pri uravnavanju populacij zavrtačev imajo ptice, predvsem sinice, vendar je stopnja predatorstva le nekaj odstotkov (Kehrl in Bacher, 2003). Parazitoidni kompleks je podoben v celotnem evropskem prostoru, vendar je stopnja parazitiranosti manjša od 5 % (Boisneau in sod., 2004; Girardož in sod., 2004; Grabernweger, 2004; Volter, 2004). Najučinkovitejši parazitoidi so iz reda kožekrilcev, najpogosteje se med koristnimi vrstami omenjata dve, in sicer *Minotetrastichus frontalis* in *Pnigaulio agraulis*, ki sta generalista iz družine Eulophidae (Boisneau in sod., 2004; Girardož in sod., 2004; Milevoj, 2004). Tudi v območjih, kjer je škodljivec zastopan že več kot 10 let, niso opazili večje stopnje parazitiranosti (Grabernweger, 2004).

2.4.6 Zatiranje

2.4.6.1 Mehanično zatiranje

Mehanično zatiranje je najpreprostejši način omejevanja škode, ki jo povzroča škodljivec. Usmerjeno je v čiščenje in zbiranje odpadlega kostanjevega listja, v katerem se žuželka zabubi, ter v njegovo kompostiranje. Napadeno listje smemo prevažati le dobro pokrito, da se ne razsipa po okolici in da škodljivca s tem ne razširjamo. Grabljenje in sežiganje listja na licu mesta je mogoče le v manjšem obsegu in v ustreznih razmerah. V urbanem prostoru ta način ni ustrezen. Listja ni priporočljivo mulčiti pod drevjem, saj se v drobnih koščkih listja in v raznih razpokah, kamor odletijo zmulčeni delčki listja, majhna žuželka ohrani do naslednje pomladi (Milevoj, 2003, 2004).

Napadeno listje je priporočljivo prekriti s 6–10 cm debelim slojem zemlje ali zdravega listja drugih drevesnih vrst, če seveda razmere to omogočajo. Izpod tako pokritega listja metuljčki kostanjevega listnega zavrtača spomladi ne morejo izletavati iz bub in tako se močno zmanjšajo poškodbe na listih zaradi prvega in drugega rodu gosenic (Lethmayer in sod., 2004; Milevoj, 2004). Ta način zatiranja učinkovito zmanjšuje napadenost listov tako pri posameznih drevesih v vrtovih in drugih izoliranih območjih kot tudi v parkih, kjer je

veliko število dreves (Walczak in sod., 2004). Mehanično zatiranje se prakticira trenutno tudi pri nas.

2.4.6.2 Kemično zatiranje

Kemična sredstva omogočajo najbolj uspešno zatiranje. Učinkovita so vsa sistemična sredstva, vendar bi morali drevesa škropiti večkrat letno (Rogič, 2003). Za zatiranje kostanjevega listnega zavrtača imajo nekatere evropske države registrirane insekticide, zlasti inhibitorje razvoja in še nekatera novejša sredstva. Insekticide s škropljenjem nanesejo na celotno krošnjo dreves ali le mestoma po krošnji. Z insekticidi lahko škropijo debela v času, ko izletavajo metulji prvega rodu, ali pa jih s sistemskimi insekticidi prepleskajo (Milevoj, 2003, 2004). Na Hrvaškem je med kemičnimi sredstvi tudi na javnih površinah dovoljen Dimilin (aktivna snov diflubenzuron), ki je neškodljiv za čebele, parazitoide in druge žuželke ter z njim uspešno zatirajo kostanjevega listnega zavrtača. Vendar pa imajo težave z apliciranjem sredstva visoko v krošnjo. Visoka drevesa so v spodnjem delu krošnje zelena, v zgornjem delu pa so veje brez listja (Mesić in sod., 2004). Drugi avtorji (Nejmanová in sod., 2004; Quality of life..., 2003) navajajo, da ima lahko diflubenzuron kljub neškodljivosti negativen učinek na vzpostavljanje naravnega parazitoidnega kompleksa. Uspešna so tudi sredstva na podlagi imidakloprida, ki se uporabljajo v času cvetenja kostanjev, vendar so ta sredstva škodljiva tudi za druge, koristne žuželke.

Poleg škropljenja je velik poudarek na razvoju različnih načinov t. i. endoterapevtskih metod. Zanje je značilno, da insekticide po posebnih metodah injicirajo v debela ali s sistemiki škropijo stebelno bazo (Milevoj, 2004). Tehnike injiciranja so različne. Na Poljskem zavrtajo v deblo 7 cm globoke luknjice, premera 8 mm, jih napolnijo s sistemskim insekticidom in jih zadelajo. Število luknjic na drevo je odvisno od obsega debela, potrebno je zavrtati vsakih 15 cm. Na ta način so v letu 2003 zavarovali 20.000 dreves, uspešnost tega načina je od 20–90 %, saj sredstvo ne doseže vedno vseh vej na drevesu (Łabanowski in sod., 2004). Drugi način je injiciranje pod pritiskom. Pri tej metodi zavrtajo samo nekajmilimetrsko luknjico, pod lub vstavijo posebno ampulo z insekticidom in vanj pod pritiskom 0,2 bara injicirajo sredstvo (Rogič, 2003).

Pri endoterapevtskih metodah se uporabljajo različni pripravki. Na Hrvaškem uspešno uporabljajo dimilin SC 48 na podlagi diflubenzurona in sonet 100 EC na podlagi heksaflumurona. V Nemčiji so dosegli dobre rezultate s škropljenjem dreves s pripravkom neemazal T/S, ki je pridobljen iz rastline *Azadirachta indica*. Na Češkem so soroden pripravek neemazal-U injicirali v drevesna debela in prav tako dosegli učinkovito varstvo. Na Poljskem so razvili metodo sočasnega varstva kostanja pred kostanjevim listnim zavrtačem in glivično boleznijo, ki jo povzroča gliva *Guignardia aesculi*. Pripravek v obliki gela vsebuje imidakloprid in tebukonazol. Pripravek treex 200 SL vsebuje abamektin in propikonazol. Oba pripravka injicirajo v debela dreves v aprilu. Z obema so dosegli odlične rezultate, tako da so imela škropljena drevesa še v septembru zelene

krošnje, za razliko od porjavelih krošenj neškropljenih dreves (Milevoj, 2004). V Sloveniji so izvedli več demonstracijskih poskusov, kjer so potrdili uspešno delovanje insekticidnega sredstva confidor SL 200 na podlagi imidakloprida (Koršič in Jančar, 2000). Endoterapevtske metode za varstvo divjih kostanjev se za posamezne drevorede uporabljajo tudi pri nas (Rogič, 2003).

Nekateri raziskovalci opozarjajo na posledice mehaničnih poškodb zaradi injiciranja. Pripravek injicirajo v luknjice, katerih premer je okrog 5–10 mm, segajo pa do 50 mm globoko v deblo. Skozi te odprtine bi lahko vdrle glive, bakterije in drugi bolezenski povzročitelji. Da bi to preprečili, poljski strokovnjaki priporočajo zapiranje odprtin s posebnimi čepi in škropljenje izpostavljenih mest z baktericidom (Milevoj, 2004). Do sedaj še ni raziskano, kakšne so posledice mehaničnih poškodb, ki nastanejo z injiciranjem.

Mnogo raziskav je usmerjenih v razvoj feromonskih vab. Na splošno imamo tri možnosti za uporabo feromonov (Quality of life..., 2003). Prvi način so lepljive plošče, ki vsebujejo izvlečke iz kostanjevih listov, ki privabljajo samičke, ali pa feromonske izvlečke samičk, ki privabljajo samčke (Harand in sod., 2004). Na lepljive plošče se lahko ulovi na stotine samčkov v enem dnevu, vendar zaradi številčnosti populacije ta način ne daje zadovoljivih rezultatov. Potrebno bi bilo obesiti zelo veliko vab visoko v drevesno krošnjo in jih pogosto menjati, kar je predrago in nepraktično (Quality of life..., 2003). Drugi tip feromonskih vab temelji na metodi zbeganja. Bistvo metode je nasičenje zraka okrog dreves z višjimi dozami sintetičnega feromona z namenom, da bi zmedli paritveno obnašanje samcev. Samci postanejo nesposobni, da bi poiskali samico za parjenje. Uporabljajo se lahko zelo nizke koncentracije sintetičnih feromonov. Ta način je uspešen v laboratoriju, na terenu pa je težko vzdrževati zadostno koncentracijo feromona v zraku, zato tudi ta način ni najbolj uspešen (Svatoš in sod., 2004). Tretja vrsta feromonskih vab se uporablja zlasti za napoved pojava kostanjevega listnega zavrtača in za spremljanje števila rodov. Uporabljajo se feromoni v kombinaciji z določenim insekticidnim sredstvom po metodi »privabi in ubij« (angl. attract & kill) (Milevoj, 2004).

2.4.6.3 Biotično zatiranje

Dolgoročno je za urbani prostor primerno biotično zatiranje. Avtohtoni naravni sovražniki se zelo počasi prilagajajo novemu škodljivcu *Cameraria ohridella* in so premalo učinkoviti (Grabeweger, 2004). Ker še ni znana matična domovina kostanjevega listnega zavrtača, ni mogoče najti dovolj učinkovitih naravnih sovražnikov za njihovo ciljno spuščanje oziroma za njihovo uvajanje v skladu z načeli klasičnega biotičnega varstva. Populacije kostanjevega listnega zavrtača iz različnih lokacij raziskujejo v zadnjem času s pomočjo molekularskih metod in pričakujejo, da bodo rezultati o poreklu vrste znani v bližnji prihodnosti (Milevoj, 2004).

Drugi način biotičnega zatiranja je uporaba entomopatogenih ogorčic, parazitoidov, mikroorganizmov ali entomopatogenih gliv. V komercialne namene se že uporabljajo nekatera sredstva za biotično zatiranje, kot so na primer sredstva na podlagi *Bacillus thuringiensis*. Prve raziskave o učinkovitosti entomofagnih ogorčic kažejo, da bi se lahko določene vrste nematod (*Steinernema feltiae* in *Steinernema kraussei*) uporabljale za tretiranje okuženega listja spomladi in jeseni. Pri temperaturah 12–22 °C so preučevane ogorčice zelo učinkovito parazitirale bube kostanjevega listnega zavrtača (Hendrich in sod., 2004).

2.5 SPREMLJANJE KOSTANJEVEGA LISTNEGA ZAVRTAČA V SLOVENIJI

Pri nas so novega škodljivca prvič ugotovili leta 1995 na divjih kostanjih v Kettejevem drevoredu v Novem mestu. Istočasno je bila vrsta opažena tudi v Ormožu in Mariboru. Po mnenju domačih strokovnjakov je bila najbrž k nam zanesena že kakšno leto prej. Prvi pisni vir o kostanjevem listnem zavrtaču sta pri nas prispevala Milevoj in Maček leta 1997 (Milevoj, 2003). Leta 1996 so napadena drevesa opazili tudi na Bizeljskem, v Mariboru, Šentrupertu na Dolenjskem in posamično tudi v Ljubljani (Milevoj in Maček, 1997). Leta 1998 je bila žuželka splošno razširjena, tudi v najbolj izoliranih območjih (Gomboc, 2000).

V obdobju med 1996 in 1997 so ugotavljali razširjenost kostanjevega listnega zavrtača v Sloveniji, preučevali življenjski cikel škodljivca v Mariboru in ugotavljali smrtnost gosenic in bub. Vrsto so opazili na vseh pregledanih lokacijah. Ugotovili so, da ima žuželka v Mariboru tri rodove na leto. V letu 1997 je prvi rod metuljev izletaval od konca aprila do konca maja. Metulji drugega rodu so se pojavljali od začetka junija do začetka avgusta, metulji tretjega rodu pa so množično izletavali avgusta in septembra. Na prostem so odrasle osebkke opazili vse do 10. oktobra 1997. Na treh preučevanih lokacijah v Mariboru so opazili večjo stopnjo napadenosti listov tam, kjer jeseni niso dovolj temeljito odstranili napadenega listja. V raziskavi so ugotovili, da je smrtnost gosenic večja od smrtnosti bub v vseh rodovih (Zelenko, 1999; Zelenko in sod., 1999).

Oven (2000) poroča o vrednotenju zdravstvenega stanja kostanjevih dreves v Ljubljani. Za ugotavljanje vitalnosti preiskovanih dreves so v letu 1999 vizualno ocenili delež poškodovane listne ploskve zaradi kostanjevega listnega zavrtača in listne sušice divjega kostanja (*Guignardia aesculi*) v spodnjem in zgornjem delu krošnje. Junija 1999 je bila poškodovanost divjega kostanja z listno sušico divjega kostanja in kostanjevim listnim zavrtačem med preiskovanimi lokacijami v Ljubljani zelo različna. Najmočneje (75–100 %) je bilo poškodovano listje na drevoredih od Mrtvaškega mosta do Vrazovega trga in na Ambroževem trgu. Na Prulah je bilo v spodnjem delu krošnje poškodovane 50–75 % listne ploskve, v zgornjem delu pa največ 25 % listne ploskve. Drevesa divjega kostanja v Tivoliju so bila manj poškodovana (0–25 %) kot drevesa ob prometnicah.

Raziskava je vključevala tudi lesnobiološke vidike prizadetosti mestnih dreves. Pri preučevanju rasti divjih kostanjev v preteklosti so ugotovili, da drevesa v parku Tivoli kažejo v zadnjih osemdesetih letih dokaj ustaljeno rast, v zadnjih nekaj letih celo rahlo povečanje prirastka kljub prizadetosti s kostanjevim listnim zavrtačem. Drevesa v mestu so vse do sredine petdesetih let rasla veliko bolje kot drevesa v Tivoliju, od leta 1954 dalje pa se je njihova rast močno zmanjšala. Usihanje debelinskega prirastka pri mestnih divjih kostanjih je mogoče pripisati predvsem antropogenim posegom (poškodbe zaradi soli ali drastično obrezovanje). Ugotavljajo, da drevesa, ki so bila po subjektivni oceni huje prizadeta s kostanjevim listnim zavrtačem, od leta 1993 rastejo slabše od manj napadenih dreves, vendar bolje od dreves, ki so bila nepravilno obrezana ali prizadeta s solmi (Oven, 2001).

2.6 PARK TIVOLI

Park Tivoli je glavni mestni park Ljubljane. Zgodovinski razvoj parka je neposredno povezan z rastjo mesta in nastajanjem prvih namenskih zelenih površin, ki imajo svoj začetek v 13. stoletju. Nastanek Tivolija je povezan z oblikovanjem in urejanjem zasebnih vrtov ter parkov, ki se je razmahnilo v drugi polovici 18. stoletja in v začetku 19. stoletja. V 17. stoletju so opisani t. i. Turjaški vrtovi grofa Auersperga. V njihovi neposredni bližini so v 18. stoletju nastali za Ljubljano najpomembnejši vrtovi, ki so bili last barona Žige Zoisa. Zoisovi vrtovi so bili pomembni iz botaničnega, učno-vzgojnega in rekreacijskega vidika. Na velikosti treh hektarov je bilo posajenih 2.500 dreves, med njimi 250 eksotičnih vrst in 800 drugih vrtnih rastlin. V parku so bile urejene zaprte grede in rastlinjak, grede z rožami, kipi, vodomet, sprehajalne poti in jahalne steze (Tivoli, 1994). Zois je prvi odprl svoje vrtove tudi preprostemu meščanu (Tivoli, 1972).

V začetku 19. stoletja so se pojavile prve ideje o združitvi ločeno oblikovanih vrtnih zasnov, t. j. med Auerspergovimi in Zoisovimi vrtovi na eni strani in območjem Podturske graščine in baročnim grajskim parkom Cekinovega gradu na drugi strani. Vmesna lokacija ponuja bolj središčno lego v rastočem urbanem prostoru, ugoden relief, ustrezno gozdno zaledje Rožnika in Šišenskega hriba, ustrezne hidrološke razmere in prostor za sprehode in rekreacijske namene. V tem času je osrednji del Tivolija še vedno travnik. Prvi načrt preureditve osrednjega ravninskega prostora so imeli že Francozi. Po njihovem odhodu je pobudo za preureditev prevzel gostilničar in hotelir Andrej Malič, ki je imel hotel tam, kjer danes stoji Nama. Želel je, da bi se Ljubljanci več ustavljali v njegovi gostilni z velikim senčnim vrtom, če bi se napotili v Tivoli. Na lastno pobudo in z lastnimi sredstvi je l. 1816 pomagal zasaditi drevored jagnedi in akacij od svojega hotela do Tivolskega gradu. Ker drevored ni uspeval, so l. 1822 drevored zamenjali s kostanji in ga poimenovali po guvernerju Lattermannu, ki je od vsega začetka podpiral pobude javnega parkovnega programa (Tivoli, 1994).

Čez Tivolske travnike so l. 1857 speljali progo Južne železnice, ki je presekala Lattermanov drevored na pol. Skoraj tretjina parka na »mestni« strani je postala prostor sprememb in kasnejše pozidave. Mesto je v drugi polovici 19. stoletja v celoti pridobilo območje Tivolija in ga opredelilo kot nezazidljivo površino. Sledila so posamična obnovitvena in zasaditvena dela. Zasadili so nove drevorede, speljali gozdne sprehajalne poti po tivolskem hribu, mesto je uredilo ribnik in vse do prve svetovne vojne na njem organiziralo drsanje pozimi in čolnarjenje poleti. Leta 1892 so imenovali stalnega mestnega vrtnarja Vaclava Hejnica, ki je vse do smrti (l. 1929) samostojno načrtoval, oblikoval in preurejal mestne nasade. Nasledil ga je vrtnar Anton Lap, ki je razmnoževal in vzgajal rastline iz cele Evrope, čeprav te vrste v našem podnebju še niso bile preizkušene. Pozornost je bila usmerjena v čim širšo izbiro privlačnih vrst, čim bolj eksotičnih in redkih, pozabili pa so na učinek celote. V času njegovega vrtnarjenja so v okolici tivolske graščine rasle palme, agave, aloje, avkube, granatna jabolka, oleander in drugo. Za te rastline so l. 1932 postavili nov rastlinjak, tako visok, da so vanj lahko spravili tudi do osem metrov visoke palme (Tivoli, 1994).

V obdobju med obema vojnama ima pomemben delež pri oblikovanju parka arhitekt Jože Plečnik. Njegovo najpomembnejše delo je predelava Lattermannovega drevoreda v Jakopičevo sprehajališče. Po sredini je postavil svetilke iz umetnega kamna s poudarjenimi bazami, ki jih je dopolnjevala greda cvetja, na vrhu pa počivajo svetilke v steklenih bučah na stiliziranem jonskem kapitulu (Tivoli, 1994). Po obnovi l. 2003 lahko ponovno občudujemo Jakopičevo sprehajališče v taki obliki, kot si ga je zamislil priznani arhitekt.

Ponoven večji poseg so v parku izvedli šele po natečaju leta 1991. Park je bil potreben temeljite prenove, saj je bil slabo vzdrževan, zanemarjene so bile poti, oprema in nasadi. Pri prenovi grajenih elementov in opreme parka so sledili Plečnikovim načrtom. Pri ureditvi parkovnega nasada so posekali dotrajana drevesa, grmovno podrast in zasadili žlahtnejše in trpežnejše vrste. Pri novi ureditvi so želeli obogatiti zahodno območje parka okrog ribnika. Celostni posegi na tem območju so omogočili sodobnejšo, mnogovrstno in privlačno rabo v zadovoljstvo vseh obiskovalcev (Tivoli, 1994).

3 MATERIALI IN METODE DELA

3.1 SPREMLJANJE ŠTEVILA METULJEV

Določanje števila rodov v letih 2003 in 2004 je potekalo s pomočjo feromonskih vab Csal♀♂N[®] (Inštitut za varstvo rastlin, Madžarska akademija znanosti, Budimpešta, Madžarska). Uporabili smo feromonske vabe, ki smo jih modificirali tako, da delujejo po principu “privabi in ubij”. Na vrhu feromonske vabe smo namestili listič, prepojen s feromonom, ki privlači samčke. Le-ti se ulovijo v posodo, ki je pod lističem. Na dnu posode je bil insekticid Baygon[®] (aktivna snov propoksurs), Bayer Pharma d. o. o., ki je samčke pokončal.



Slika 6: Feromonska vaba. Foto: Alenka Pivk.

Namen dela je bil ugotoviti število rodov škodljivca na preučevanem območju in primerjati pojavljanje metuljev v letih 2003 in 2004. V park Tivoli smo leta 2003 obesili 4 feromonske vabe in 4 vabe brez feromonov (kontrola) na 8 ločenih dreves, v letu 2004 pa le 4 feromonske vabe (brez kontrole). Izbrali smo drevesa različne starosti. Feromonske vabe niso bile v območju ostalega dela poskusa. Vabe smo obesili v krošnje kostanjevih dreves 1,5–2 m visoko. Število metuljev, ki so se ujeli v posamezno vabo, smo šteli ročno. Feromonske vabe smo postavili 19. maja v letu 2003 in 19. aprila v letu 2004, in sicer vsako leto na ista drevesa. V letu 2003 smo metuljčke šteli od 22. maja do 29. septembra, v letu 2004 pa od 23. aprila do 14. oktobra, in sicer dvakrat tedensko.

3.2 GIBANJE ŠTEVILA GOSENIC, BUB, MRTVIH GOSENIC IN BUB TER PRAZNIH IZVRTIN

V letu 2003 smo za ugotavljanje poteka naravnega razvojnega kroga žuželke na opazovanem območju spremljali gibanje števila gosenic, bub, mrtvih gosenic in bub ter praznih izvrtin na posameznih listih. Pri vsakem vzorčenju smo v laboratoriju pregledali 8 naključno izbranih listov. Liste smo pobirali z dreves, na katerih smo ocenjevali stopnjo napadenosti listov. Odprli smo vse izvrtine na listih in prešteli število gosenic, bub, mrtvih gosenic in bub ter praznih izvrtin. Vzorčenje je potekalo trikrat mesečno. Prvo vzorčenje smo opravili 16. junija, vzorčili pa smo do konca septembra.

3.3 OCENJEVANJE STOPNJE NAPADENOSTI LISTOV

V letu 2003 smo s poskusom želeli ugotoviti, kakšna je stopnja napadenosti dreves v parku Tivoli v posameznih mesecih. Ugotavljali smo povprečni mesečni delež izvrtin. Liste smo uvrstili v posamezne razrede in ugotavljali, kolikšen delež listov spada v posamezne razrede. Slednje smo ponovili v letu 2004 in primerjali napadenost listov v obeh preučevanih letih. V letu 2003 smo poleg tega med seboj primerjali različno stara drevesa kostanjev in ugotavljali, ali je mogoče katera starostna skupina dreves bolj ogrožena zaradi napada kostanjevega listnega zavrtača.

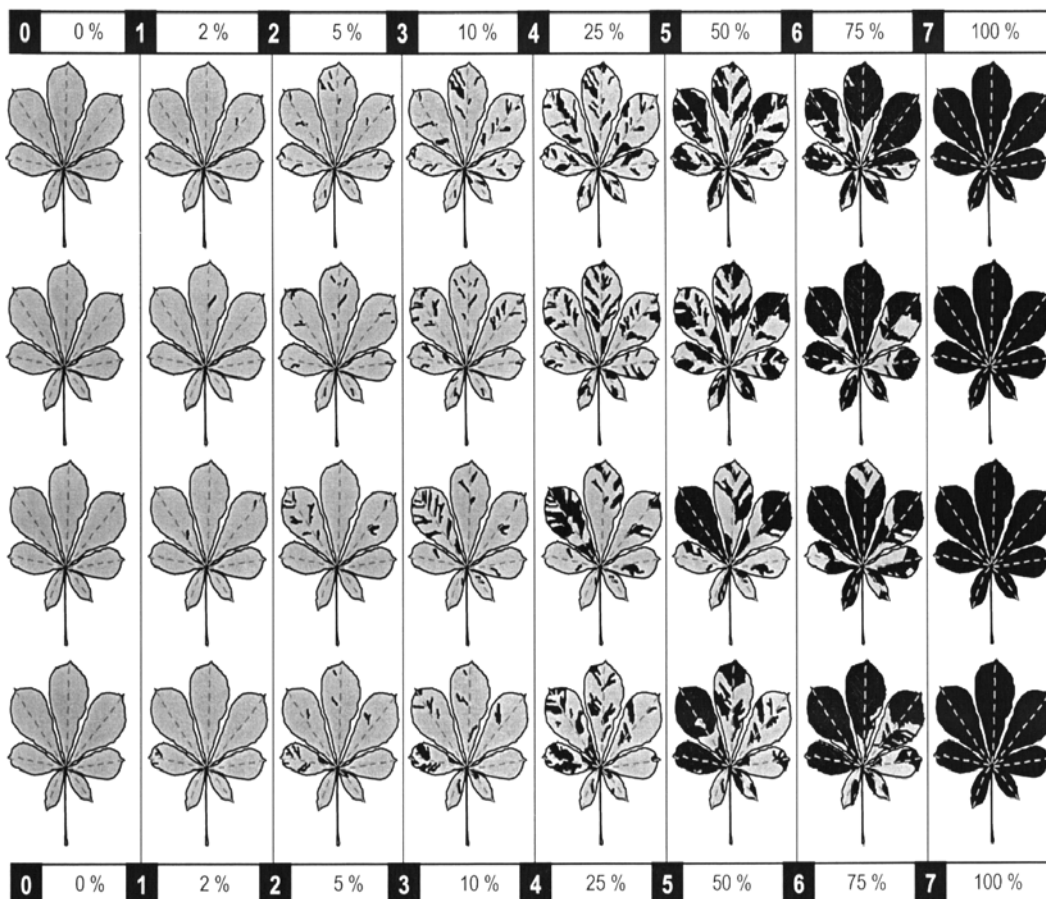
Za opravljanje meritev na listih smo izbrali različno stara kostanjeva drevesa. Poškodovane liste smo vzorčili na 15 drevesih navadnega divjega kostanja (*Aesculus hippocastanum*), v treh ločenih skupinah (3-krat po 5 dreves). V prvi skupini so bila drevesa po vizualni oceni visoka 10–15 m, povprečen obseg debla 0,5 m nad tlemi je bil 70 cm. V drugi skupini so bila mlada drevesa, visoka 4–6 m, s povprečnim obsegom debla 27 cm, v tretji pa so bila stara drevesa, visoka nad 25 m in s povprečnim obsegom debla 215 cm. Predvidevali smo, da so razmere rasti za vse tri skupine dreves enake.

Za ocenjevanje stopnje napadenosti listov smo vzorčili 4-krat, in sicer sredi junija, julija, avgusta in septembra 2003. Pri posameznem vzorčenju smo pobrali na vsakem drevesu iz

spodnjih vej po 4 liste v dosegu rok odraslega človeka, skupaj torej 60 listov. Izbirali smo liste srednje velikosti in jih pobirali na različnih straneh krošnje. Liste smo izbrali naključno.

V letu 2003 smo liste občrtali na paus papir in pobarvali površino izvrtin. Površino izvrtin in površino listov smo izmerili s pomočjo računalniškega programa Analysis, ki je razločeval nepoškodovane dele listov (belo) in poškodbe (črno). Relativni delež izvrtin smo izračunali kot površino izvrtin/celotno površino lista. Na podlagi rezultatov smo določili povprečno mesečno napadenost listov in liste uvrstili v 8 razredov na podlagi deleža izvrtin: 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 %). Rezultate smo uporabili tudi za dokazovanje razlik v napadenosti listov glede na starost dreves.

V letu 2004 smo poskus ponovili, vendar nas je zanimala le uvrstitev listov v posamezne razrede in primerjava napadenosti listov v obeh letih. Zaradi zamudnosti postopka, ki smo ga uporabili v predhodnjem letu, smo se odločili za vizualno ocenjevanje napadenosti listov. Gilbert in Grégoire (2002) navajata, da je vizualno ocenjevanje napadenosti listov primerljivo z natančnostjo rezultatov, ki jih dobimo z zahtevnejšo računalniško metodo. Liste smo uvrstili v osem razredov s pomočjo predloge (slika 7).



Slika 7: Predloga za uvrstitev napadenih listov v osem razredov (Gilbert in Grégoire, 2002).

3.3.1 Vpliv starosti dreves na stopnjo napadenosti listov

V letu 2003 smo preučevali, ali obstajajo statistično značilne razlike v poškodovanosti listov med opazovanimi skupinami dreves. Za statistično metodo smo uporabili analizo variance (za vsak mesec posebej), za dokazovanje razlike v povprečju med posameznimi pari obravnavanj pa smo uporabili t-test.

Proučevani dejavnik tega dela poskusa je vpliv starosti dreves na napadenost listov in posamezna obravnavanja predstavljajo skupine enako starih dreves. V poskusu smo imeli tri obravnavanja, pri vsakem smo naključno izbrali 5 enako starih dreves. Znotraj obravnavanja smo pri vsakem vzorčenju pobrali z vsakega drevesa 4 liste, skupaj 20 listov. Skupno število poskusnih enot (listov) pri enem vzorčenju je bilo 60.

Tabela analize variance ima pri naši poskusni zasnovi naslednjo obliko:

Vir variabilnosti	VKO	SP	SKO	$F_{\text{izrač}}$	F_{krit}
Med obravnavanji	VKO_{obr}	$K-1=2$	$SKO_{\text{obr}}=VKO_{\text{obr}}/SP_{\text{obr}}$	$SKO_{\text{obr}}/SK_{\text{ost}}$	$F_{0,05}(2,57)$
Znotraj obravnavanj	VKO_{ost}	$N-1=57$	$SKO_{\text{ost}}=VKO_{\text{ost}}/SP_{\text{ost}}$		
Skupaj	VKO_{sk}	$N-1=59$			

Oznake v tabeli ANOVA pomenijo: K je število obravnavanj, N število poskusnih enot (listi), VKO vsota kvadriranih odklonov, SKO srednji kvadrirani odklon. Z ANOVO smo preizkusili ničelno domnevo, da so povprečja po obravnavanjih enaka pri prevzeti stopnji tveganja $\alpha=0,05$:

$$H_0: \mu_{\text{srednja}} = \mu_{\text{najmlajša}} = \mu_{\text{najstarejša}} \dots(1)$$

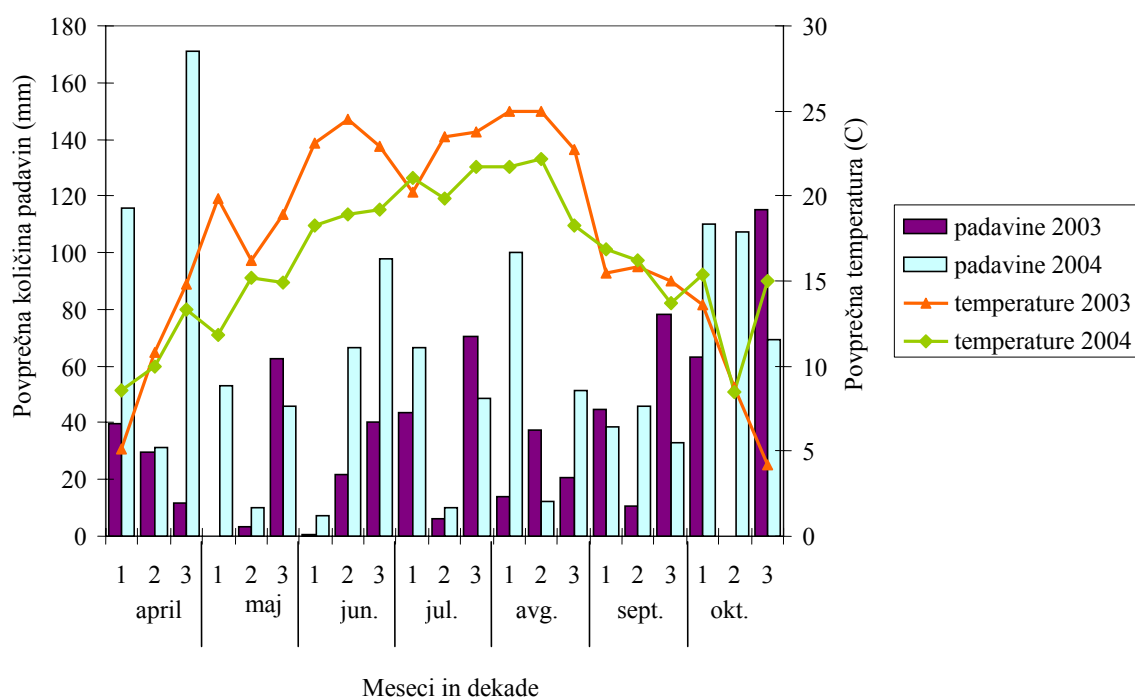
Če ničelno domnevo zavrnilo ($F_{\text{izrač}} \geq F_{\text{krit}}$), povprečja pri vsaj enem obravnavanju odstopajo od ostalih dveh in nadaljujemo z analizo primerjav (t-test). Ničelna domneva posameznega testa je, da so povprečja med dvema obravnavanjema enaka. Če ničelno domnevo obdržimo ($-t_{0,025; SP=38} < t_{\text{izrač}} < t_{0,025; SP=38}$), razlike med povprečji niso statistično značilne. Če ničelno domnevo zavržemo ($t_{\text{izrač}} \geq t_{0,025; SP=38}$ ali $t_{\text{izrač}} \leq -t_{0,025; SP=38}$), lahko s 95 % verjetnostjo trdimo, da povprečja med obravnavanji niso enaka.

3.4 VREMENSKE RAZMERE

3.4.1 Vremenske razmere v Ljubljani

Ljubljanska kotlina leži na nadmorski višini 300–500 metrov. Na jugu se postopno dviguje proti severozahodu. Zanja je značilna velika oblačnost in pogosta megla, mnogo padavin, razmeroma nizke temperature zraka in toplotni obrati. Povprečna letna temperatura zraka je 9,8 °C, povprečna januarska –1,2 °C in junijska 19,9 °C (za obdobje 1961–1990). Značilen je toplotni obrat, ko se ohlajene zračne plasti vležejo na dno kotline in so temperature zraka nižje kot na obrobju. Inverzija in pogosto pojavljanje megle sta posledica vplivov Ljubljanskega barja in lege Ljubljanske kotline. Na leto je povprečno 95,6 meglenih dni. Vpliv morja se pozna le po količini padavin. Letno pade povprečno 1.394 mm padavin (obdobje 1961–1990). Najbolj vlažen mesec je oktober, najbolj suh pa februar. Zaradi zadostnih padavin in ugodne razporeditve so suše redke in kratkotrajne (Kajfež-Bogataj, 1996).

3.4.2 Vremenske razmere v času poskusa



Slika 8: Povprečne temperature zraka in padavine v Ljubljani po dekadah in mesecih v času poskusa.

3.4.2.1 Vremenske razmere v letu 2003

Leto 2003 je bilo izjemno vroče in sušno. Od maja do konca avgusta je bilo povsod opaznega več sončnega vremena kot v dolgoletnem povprečju, padavin pa je primanjkovalo. V večjem delu države je vode primanjkovalo že meseca maja, skozi poletne mesece se je izjemno huda suša ob nadpovprečnem sončnem in vročem vremenu ter ob pomanjkanju padavin še stopnjevala. Skupna količina padavin je bila od začetka aprila do konca oktobra 714,5 mm, zabeležili so 77 padavinskih dni. Že v drugi polovici aprila 2003 so se začele nadpovprečno visoke temperature in negativna mesečna bilanca vode. Maja je po nižinah temperatura zraka presegla 30 °C. Povprečna majska temperatura zraka v Ljubljani je bila 18,3 °C, kar je 3,7 °C več od dolgoletnega povprečja; od sredine minulega stoletja v Ljubljani še ni bilo tako toplega maja. Prvi mesec meteorološkega poletja je presenetil z izjemno vročino. Povprečna junijska temperatura zraka v Ljubljani je bila 23,5 °C, kar je 5,7 °C več od povprečnega obdobja 1961–1990. Vročina se je v juliju nadaljevala. Pojavljale so se močne nevihte, v Ljubljani tudi močni nalivi. Povprečna julijska temperatura zraka v Ljubljani je bila 22,6 °C, kar je 2,7 °C nad dolgoletnim povprečjem. Avgust 2003 je bil še za spoznanje toplejši od doslej najtoplejšega mececa pri

nas, t. j. avgusta 1992. V Ljubljani so izmerili povprečno mesečno temperaturo 24,2 °C, kar je 5,1 °C nad dolgoletnim povprečjem. Konec avgusta se je končalo izjemno vroče poletje in temperatura se je septembra vrnila v pričakovane okvire. September se je začel s hladnim vremenom, povprečna mesečna temperatura zraka v Ljubljani je bila 15,4 °C. Oktober 2003 je bil povsod po državi hladnejši od povprečja obdobja 1961–1990. Kar trikrat nas je dosegel val hladnega zraka, zadnji val je prinesel sneženje tudi po nižinah. Povprečna mesečna temperatura zraka v Ljubljani je bila 8,8 °C, kar je 1,6 °C pod dolgoletnim povprečjem (Mesečni..., 2003).

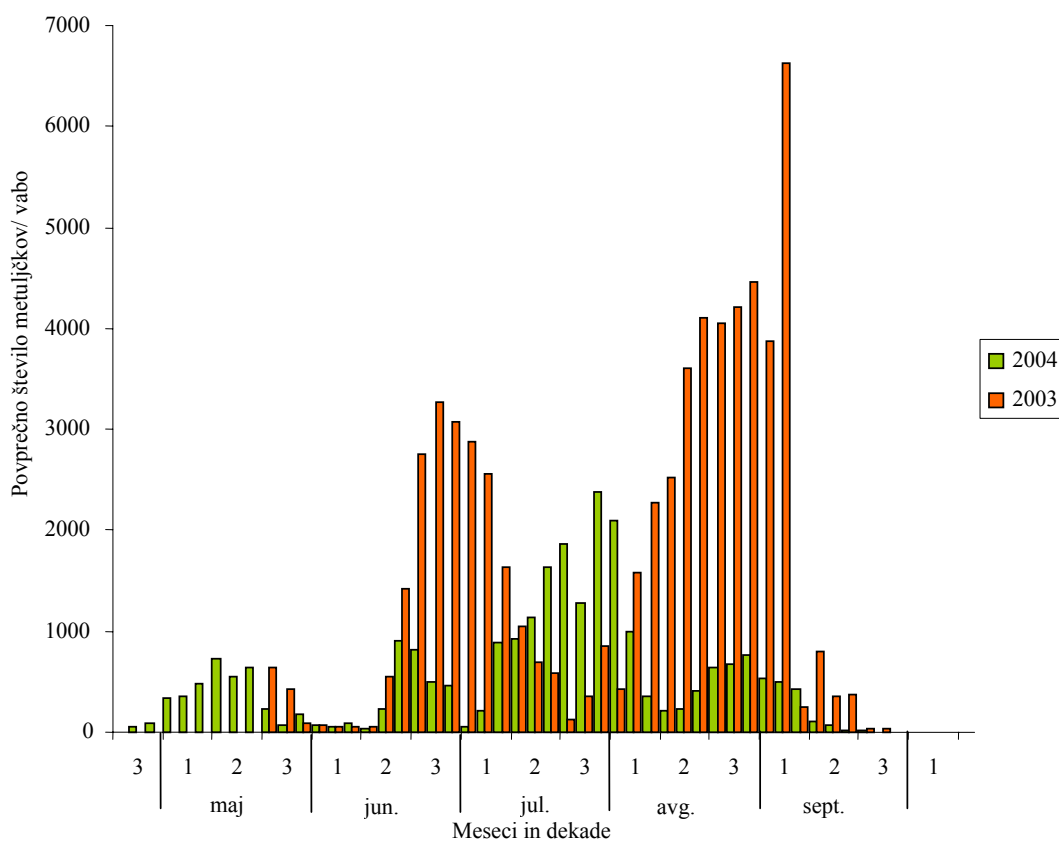
3.4.2.2 Vremenske razmere v letu 2004

Leto 2004 je bilo izrazito deževno, temperature so bile nižje kot v letu 2003, vendar še vedno v večini mesecev trajanja poskusa nad dolgoletnim povprečjem. Vremenske razmere so bile izrazito spremenljive, menjali so se nadpovprečno topli dnevi in hladna obdobja. Od aprila do oktobra je skupaj padlo 1.293,7 mm padavin, zabeležili so 91 padavinskih dni. Povprečna temperatura zraka v Ljubljani je bila aprila 10,7 °C, kar je 0,8 °C nad dolgoletnim povprečjem. Sončnega vremena je bilo manj kot v dolgoletnem povprečju. Povprečna majska temperatura zraka je bila nekoliko nižja od dolgoletnega povprečja (14,0 °C), vendar v mejah običajne spremenljivosti. Pogosto so se izmenjavala topla in hladna obdobja, med hladnimi dnevi je izstopal 7. maj, med toplimi pa 20. in 21. maj. Junija so bile pogoste plohe in nevihte, padavine so bile še posebej obilne v drugi in tretji dekadi. Povprečna temperatura zraka v juniju je bila v Ljubljani 18,8 °C. Julija je bila povprečna temperatura zraka v Ljubljani 20,9 °C, kar je 1,0 °C nad dolgoletnim povprečjem in v mejah običajne spremenljivosti. V začetku druge tretjine julija je bila izrazita ohladitev in padec temperature precej pod dolgoletno povprečje. Sredi meseca se je začel drugi vročinski val, ki je trajal vse do 27. julija, ko se je za nekaj dni ohladilo pod dolgoletno povprečje. Leta 2004 je bila povprečna temperatura v avgustu podobna julijski, povsod po državi je bil avgust toplejši od dolgoletnega povprečja. Kar štirikrat nas je avgusta zajel val hladnega zraka, vendar je bila v vseh primerih ohladitev kratkotrajna. Povprečna temperatura zraka v Ljubljani je bila 20,7 °C, kar je 0,2 °C manj kot julija in 1,6 °C nad dolgoletnim povprečjem ter na meji običajne spremenljivosti. Septembra je bila povprečna temperatura zraka v Ljubljani 15,6 °C, kar je 0,1 °C nad dolgoletnim povprečjem. Za september so bili značilni hitri prehodi iz nadpovprečno toplega vremena v nekajdnevna hladna obdobja. V prvi tretjini oktobra so zabeležili nadpovprečno visoke temperature, v drugi tretjini meseca je bila občutna ohladitev, nato se je ponovno otoplilo. Povprečna temperatura zraka v Ljubljani je bila 13 °C, kar je 2,6 °C nad dolgoletnim povprečjem (Mesečni..., 2004).

4 REZULTATI

4.1 SPREMLJANJE ŠTEVILA METULJEV

Kostanjev listni zavrtač je v Tivoliju v letu 2003 in 2004 razvil 3 generacije. Pojav treh generacij metuljev kažejo rezultati opazovanja s pomočjo feromonskih vab. Z opazovanjem metuljev s pomočjo feromonskih vab smo v letu 2003 pričeli šele 22. maja, to pomeni, da smo ujeli le zadnje metulje spomladanske generacije. V letu 2004 smo pravočasno pridobili in postavili feromonske vabe in tako spremljali celoten razvojni krog žuželke.



Slika 9: Ulov metuljev kostanjevega listnega zavrtača (*Cameraria ohridella*) v feromonske vabe v letih 2003 in 2004.

V letu 2003 smo pojav metuljev najprej opazovali le vizualno. Prvi posamezni metulji so se pojavili v zadnji dekadi aprila. V letu 2004 smo opazili, da so se metulji prvega rodu pojavili istočasno kot v letu 2003. Johne in sod. (2003) trdijo, da se prvi rod metuljev pojavlja v času cvetenja in na koncu razvoja listov, kar so potrdila tudi naša opazovanja. Prve metulje smo opazili istočasno s pojavom prvih listov in z začetkom cvetenja. Povprečna temperatura zraka v zadnji dekadi aprila je bila v letu 2003 14,8 °C, v letu 2004 pa za 1,5 °C manj (Mesečni..., 2003, 2004). Kljub temu ni bilo večjih razlik v pojavu začetnih razvojnih stadijev divjega kostanja v obeh proučevanih letih (preglednica 1).

Preglednica 1: Datumi začetnih razvojnih stadijev divjega kostanja v Ljubljani (Mesečni..., 2003, 2004).

Fenološka faza	Leto 2003	Leto 2004
Prvi listi	17. 4.	20. 4.
Začetek cvetenja	30. 4.	27. 4.
Splošno cvetenje	3. 5.	30. 4.

V obeh proučevanih letih so metulji prvega rodu množično izletavali maja (slika 9). Metulji drugega rodu so se začeli pojavljati v drugi dekadi junija. V letu 2003 so množično izletavali do sredine julija. V letu 2004 smo opazili močno nihanje v številu metuljev drugega rodu. Drugi rod je bil številčno manjši kot v letu 2003. Medtem ko smo v letu 2003 opazili največje število metuljev drugega rodu konec junija in v začetku julija, smo v letu 2004 v tem času zabeležili upad števila odraslih osebkov. Drugi rod se je v letu 2004 zaključil šele v začetku avgusta.

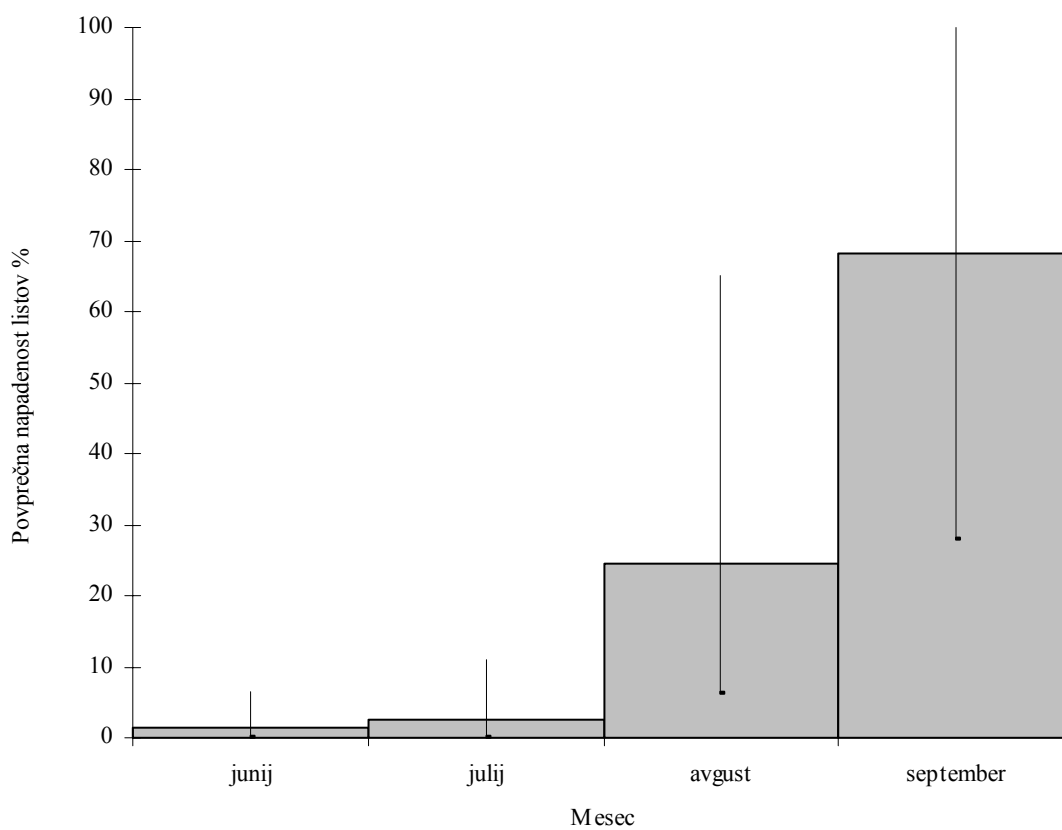
Metulji tretjega rodu so v letu 2003 množično izletavali v avgustu in prvi dekadi septembra. Tretji rod je bil v tem letu najbolj številčen, največje število metuljev smo zabeležili 8. septembra. V letu 2003 je število metuljev 11. septembra močno upadlo, kar je bila posledica močne jesenske ohladitve in nevihtnega vremena. Število odraslih osebkov je po tem datumu ostalo zelo nizko. V letu 2004 so metulji tretjega rodu izletavali v drugi polovici avgusta in v prvih dneh septembra. Številčnost tretjega rodu je bila proti pričakovanju nižja od drugega rodu metuljev. Od druge dekade septembra dalje smo zabeležili le majhno število metuljev. Zadnje metulje smo opazili sredi oktobra. V obeh proučevanih letih nismo opazili pojava četrtega rodu žuželke.

Vse štiri kontrolne vabe brez feromonov so pokazale, da so uporabljene feromonske vabe učinkovite, saj so bile vabe brez feromonov prazne, oziroma so se vanje ujeli le redki metulji (0–4 metuljkov pri posameznem pregledovanju), zato v letu 2004 kontrolnih vab nismo več postavljali.

4.2 OCENJEVANJE STOPNJE NAPADENOSTI LISTOV

4.2.1 Kumulativne mesečne poškodbe listov v letu 2003

Meritve obsega poškodb na listih so pokazale, da so leta 2003 v juniju kumulativne poškodbe listov v povprečju dosegle 1 % listne površine, v juliju 3 %, v avgustu 24 % in v septembru 68 %. Pri posameznih mesecih smo opazili velike razlike v napadenosti listov, tako je bila v septembru najnižja stopnja napadenosti 28 %, najvišja pa 100 % (slika 10, priloga B1).



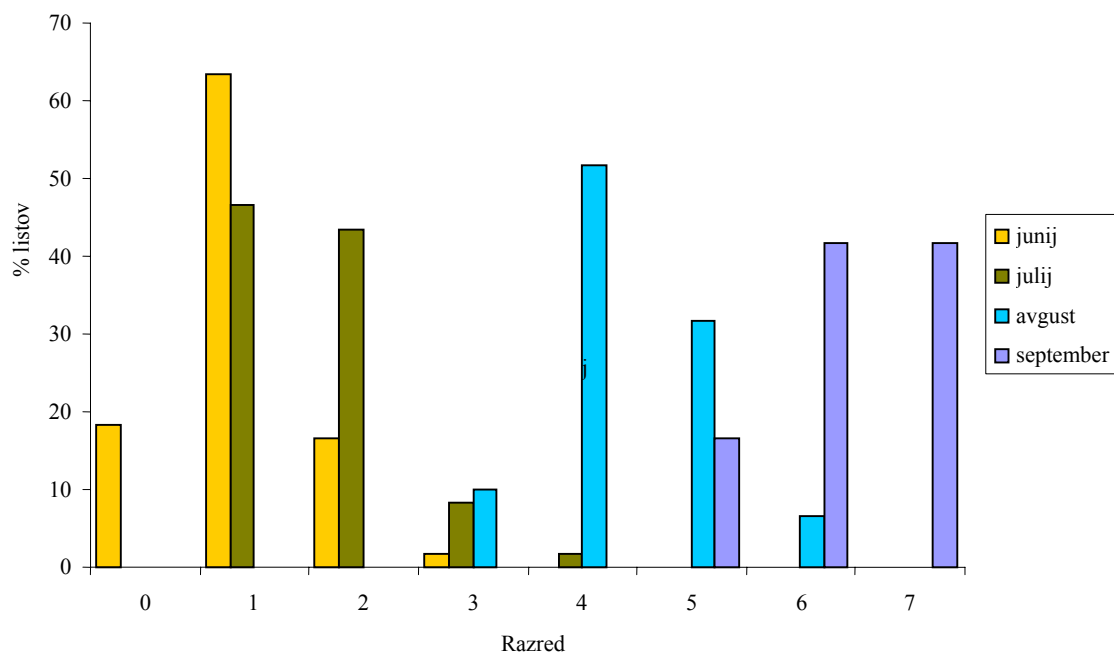
Slika 10: Povprečna poškodovanost listov zaradi napada kostanjevega listnega zavrtača (*Cameraria ohridella*) v letu 2003.

4.2.2 Razporeditev poškodovanih listov v osem razredov

Rezultati razporeditve poškodovanih listov v posamezne razrede v letu 2003 (preglednica 2, slika 11) kažejo, da je bilo sredi junija 2003 največ listov v razredih 0, 1 in 2, od tega jih je bilo kar 63 % v prvem razredu. V juliju je bilo 90 % listov v razredih 1 in 2. Avgusta smo največ listov razporedili v razreda 4 in 5, polovico vseh listov smo uvrstili v razred 4. V septembru smo več kot 80 % listov uvrstili v 6. in 7. razred. Zaradi močne napadenosti listov s kostanjevim listnim zavrtačem so se že sredi septembra začeli listi sušiti in odpadati, predvsem tisti, ki so bili skoraj 100 % pokriti z izvrtinami.

Preglednica 2: Število in odstotek napadenih listov, uvrščenih v posamezne razrede (0–7) v letu 2003.

Razred	Meseci							
	junij		julij		avgust		september	
	št. listov	% listov	št. listov	% listov	št. listov	% listov	št. listov	% listov
0	11	18,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0
1	38	63,3	28	46,7	0	0,0	0	0,0
2	10	16,7	26	43,3	0	0,0	0	0,0
3	1	1,7	5	8,3	6	10,0	0	0,0
4	0	0,0	1	1,7	31	51,7	0	0,0
5	0	0,0	0	0,0	19	31,7	10	16,7
6	0	0,0	0	0,0	4	6,7	25	41,7
7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	25	41,7

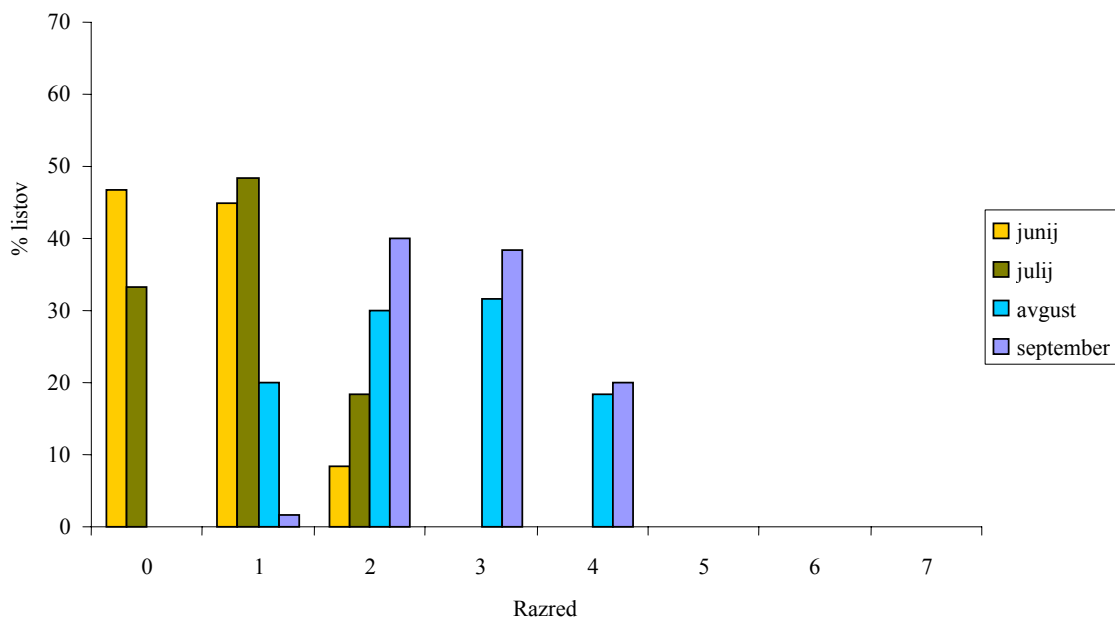


Slika 11: Razporeditev poškodovanih listov v osem razredov v letu 2003.

V letu 2004 smo ponovno razvrščali liste po stopnji napadenosti. Rezultati razporeditve listov v posamezne razrede (preglednica 3, slika 12) kažejo, da so bili listi v letu 2004 manj napadeni kot v letu 2003. Razlike v napadenosti listov se kažejo že v juniju, ko smo več kot 90 % listov uvrstili v razreda 0 in 1; v razred 0 smo dodelili skoraj polovico listov. V primerjavi z junijem 2004 se v juliju napadenost listov ni bistveno povečala, le nekoliko večji delež listov smo uvrstili v drugi razred. Če rezultate primerjamo z letom 2003 opazimo, da je bilo julija leta 2004 v razredu 0 še vedno več kot 30 % vseh listov, leta 2003 pa listov v tem razredu ni bilo. Poleg tega smo v letu 2003 del listov uvrstili v razreda 3 in 4. Avgusta 2004 so bili listi enakomerno razporejeni od prvega do četrtega razreda, v razreda 5 in 6, ki sta v letu 2003 predstavljala pomemben delež, pa nismo uvrstili nobenega lista. Medtem ko je večina listov v septembru 2003 presegla 50 % napadenost s kostanjevim listnim zavrtačem, smo v istem mesecu naslednjega leta nekaj manj kot 80 % listov uvrstili v razreda 2 in 3, kjer je bila stopnja napadenosti pod 10 %. Napadenost listov s kostanjevim listnim zavrtačem v septembru 2004 ni bila bistveno višja od avgustovske.

Preglednica 3: Število in odstotek napadenih listov, uvrščenih v posamezne razrede (0–7) v letu 2004.

Razred	Meseci							
	junij		julij		avgust		september	
	št. listov	% listov	št. listov	% listov	št. listov	% listov	št. listov	% listov
0	28	46,7	20	33,3	0	0,0	0	0,0
1	27	45,0	29	48,3	12	20,0	1	1,7
2	5	8,3	11	18,3	18	31,7	24	40,0
3	0	0,0	0	0,0	19	18,3	23	38,3
4	0	0,0	0	0,0	11	0,0	12	20,0
5	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
6	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0



Slika 12: Razporeditev poškodovanih listov v osem razredov v letu 2004.

4.2.3 Razlike v napadenosti listov glede na starost dreves

Pri primerjavi povprečij med posameznimi obravnavanimi skupinami dreves so se v letu 2003 pokazale razlike v poškodovanosti listov glede na različno starost dreves. Rezultati ANOVE (priloga C) so pokazali, da pri stopnji značilnosti $\alpha = 0,05$ obstajajo statistične razlike med posameznimi skupinami dreves za vse mesece ($n = 60$; $F_{\text{jun}} = 6,94$; $F_{\text{jul}} = 13,53$; $F_{\text{avg}} = 7,99$; $F_{\text{sept}} = 4,74$).

Pri računanju statističnih razlik med posameznimi pari obravnavanj za posamezne mesece je t-test pokazal, da lahko pri stopnji tveganja $\alpha = 0,05$ trdimo, da povprečja pri primerjavi vseh parov obravnavanj med seboj niso enaka. V preglednici 4 so izračunane t-vrednosti, pri katerih ničelno domnevo zavrnamo, označene z *.

Preglednica 4: Izračunane vrednosti t-testa v preučevanih mesecih za posamezne pare obravnavanj. Kritična vrednost je $t = 2,024394$ pri $\alpha = 0,25$ in $SP = 38$. Obravnavanja: I = srednja, II = najmlajša, III = najstarejša.

Mesec	Pari obravnavanj		
	I in II	II in III	I in III
Junij	2,135017*	-4,40877*	-1,34902
Julij	-4,07119*	4,206884*	-0,48188
Avgust	-3,58637*	0,142357	-3,64906*
September	-3,58516*	0,475862	-2,21674*

Preglednica 5: Povprečna kumulativna napadenost listov (%) s kostanjevim listnim zavrtačem po posameznih obravnavanjih in povprečja za vse datume pregledovanja. V preglednici so povprečja obravnavanj, kjer je t-test pokazal statistične razlike, označena z *.

Datum	Obravnavanje			Povprečje
	srednja	najmlajša	najstarejša	
16. junij	1,4	0,6*	1,9	1,3
17. julij	1,7	4,3*	1,9	2,6
19. avgust	16,5*	26,1	30,6	24,4
14. september	58,3*	74,6	71,7	68,2

Rezultati poskusa (preglednica 5) kažejo, da so bila najmlajša drevesa v juniju manj napadena od ostalih dveh skupin dreves, v juliju pa so bila ista drevesa bolj napadena. V avgustu in septembru ni statističnih razlik v napadenosti med najstarejšimi in najmlajšimi drevesi. Prva skupina dreves je bila manj napadena od ostalih dveh, vendar pa močno okužena z glivo *Guignardia aesculi*.

4.3 MERITVE ŠTEVILA GOSENIC, BUB, MRTVIH GOSENIC IN BUB TER PRAZNIH IZVRTIN

S pregledovanjem listov smo začeli sredi junija 2003. V drugi polovici junija je bilo pri pregledovanju listov povprečno število izvrtin manjše od 10 na list. V začetku julija se je število izvrtin povečalo zaradi večjega števila gosenic. V vseh treh julijskih pregledovanjih smo v povprečju našli več kot 30 izvrtin na list. Število izvrtin se je ves čas povečevalo in pri zadnjem pregledovanju v septembru smo v povprečju našli več kot 90 izvrtin na posamezen list (preglednica 6).

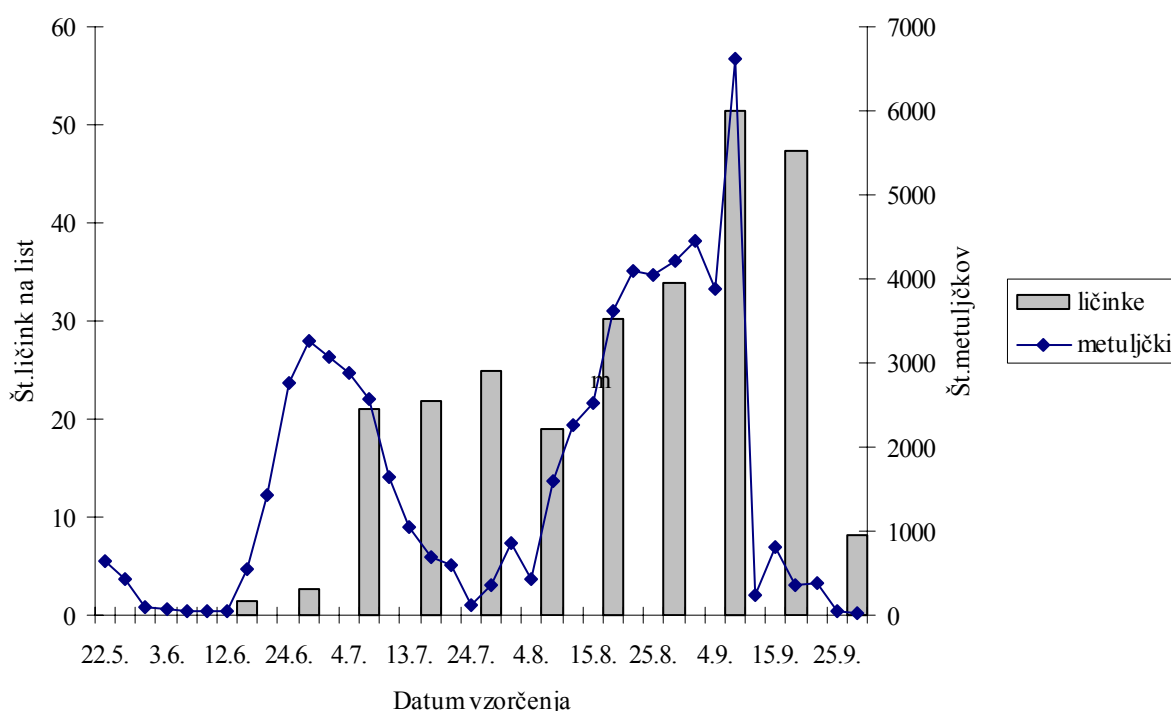
Preglednica 6: Število gosenic, bub, mrtvih gosenic in bub kostanjevega listnega zavrtača (*Cameraria ohridella*), praznih izvrtin in skupno število izvrtin pri posameznih pregledih listov v letu 2003.

Datum	Gosenice	Bube	Gosenice in bube skupaj		Št. izvrtin na listu
			Mrtve	Prazne	
16. 6.	1,5	1,1	0,5	0,0	1,6
26. 6.	2,6	3,8	0,1	0,0	6,5
7. 7.	21,1	3,4	1,0	4,8	30,3
17. 7.	21,9	0,4	2,0	7,1	31,4
27. 7.	24,9	1,3	1,4	7,3	34,8
7. 8.	18,9	7,5	1,0	12,6	41,0
19. 8.	30,3	3,8	0,4	14,4	48,8
28. 8.	33,8	5,1	0,1	16,8	52,5
8. 9.	51,5	3,0	1,1	19,8	75,4
18. 9.	47,3	2,5	0,1	35,4	85,3
29. 9.	8,1	9,8	0,1	73,9	91,9

Prve gosenice so se pojavile dva do tri tedne po odlaganju jajčec. Izvrtine prvih stadijev gosenic so zelo majhne in jih s prostim očesom težko opazimo. Predvidevamo, da so se prve gosenice pojavile že sredi maja, prve bube pa v začetku junija. Ko smo začeli s pregledovanjem listov, so bile zastopane gosenice v vseh razvojnih stadijih in bube.

V sredini junija so metulji drugega rodu že začeli izletavati. Najbolj množično izletavanje metuljev smo zabeležili konec junija, potem se je število metuljev začelo

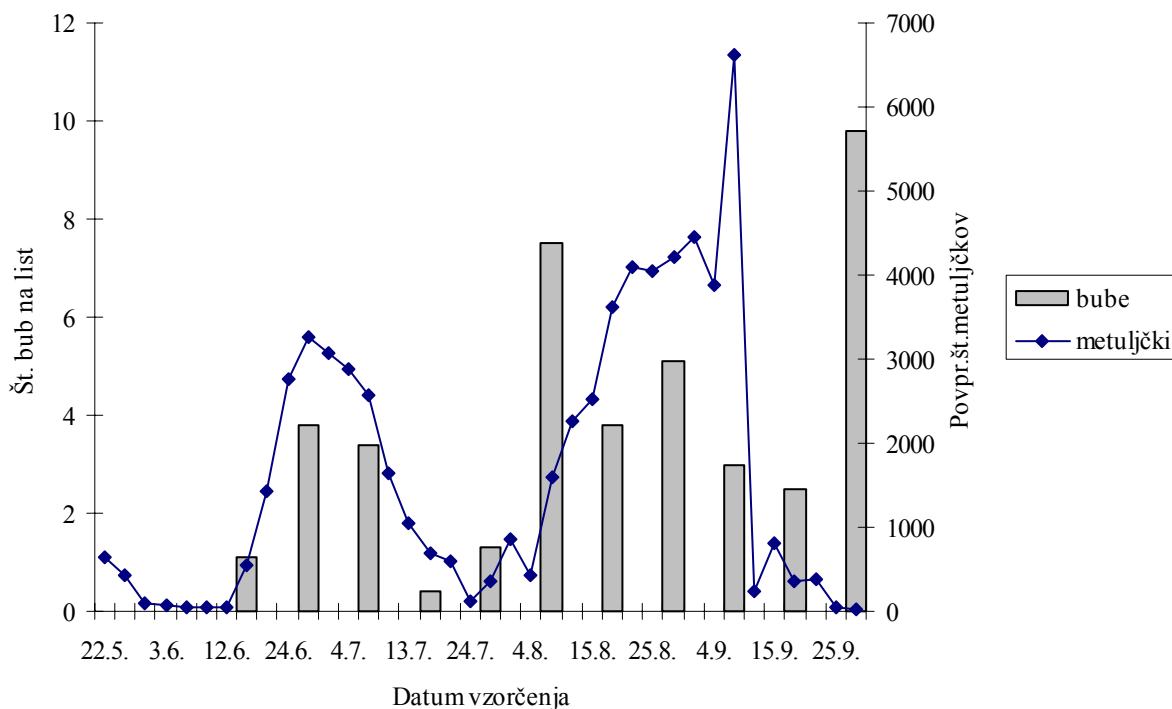
zmanjševati, število gosenic pa se je v julijskih opazovanjih bistveno povečalo. V obeh junijskih pregledovanjih smo v povprečju našli manj kot 3 gosenice na list, v juliju pa se je število gosenic gibalo okrog 20 osebkov na list. Po pojavu tretjega rodu metuljev se je število gosenic še povečalo in doseglo svoj maksimum v prvem tednu septembra, ko smo v povprečju na enem listu prešteli več kot 50 gosenic. Pri zadnjem pregledu listov smo našli v povprečju le še 8,1 gosenice na list. Sveže objedanje listov smo beležili do konca septembra, oziroma dokler ni odpadlo vse listje. Zelo močno odpadanje listov se je začelo sredi septembra (preglednica 6, slika 13).



Slika 13: Povprečno število gosenic kostanjevega listnega zavrtača (*Cameraria ohridella*) na list in povprečno število metuljev na vabo v letu 2003.

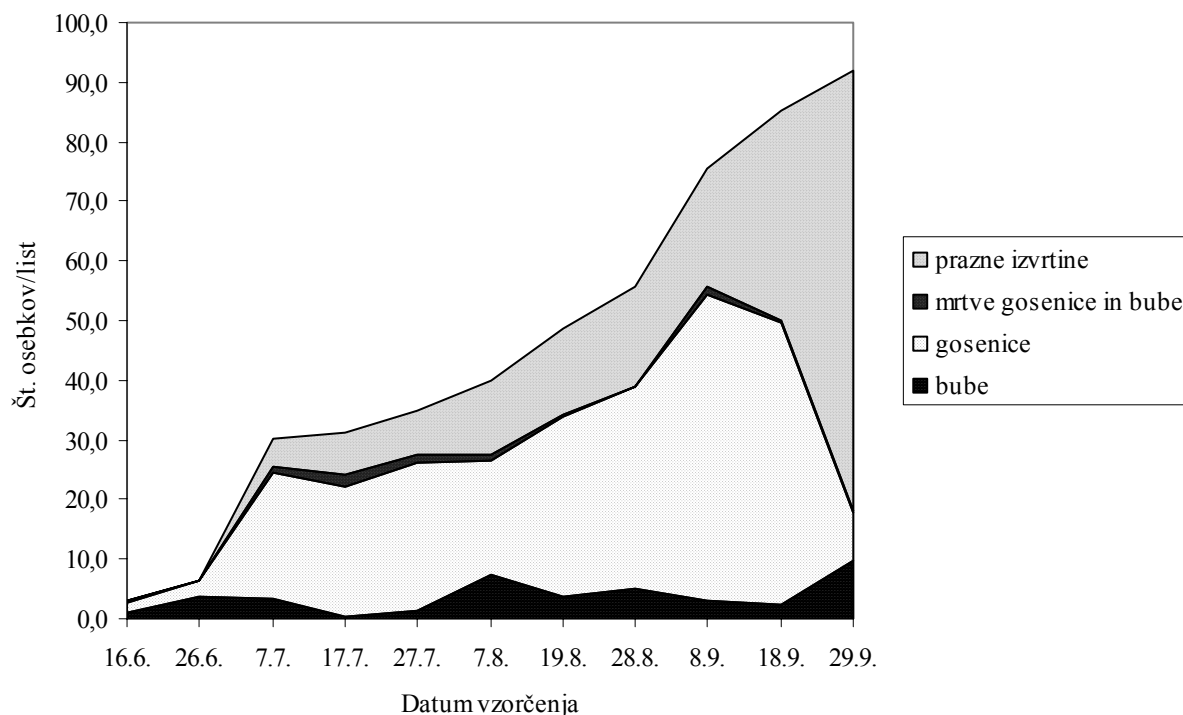
Prve bube so se v letu 2003 verjetno pojavile v začetku junija. V drugi polovici junija in v prvem tednu julija smo opazili največje število bub prvega rodu. V tem času je izletaval drugi rod metuljev. Povprečno maksimalno število bub (3,8 bube/list) smo našli pri zadnji kontroli v juniju. Pri drugem in tretjem pregledovanju v juliju je število bub močno upadlo, najmanj jih je bilo 17. julija (v povprečju 0,4 bube/list), v začetku avgusta pa je število bub zopet močno naraslo. To so bile bube drugega rodu, iz katerih so se razvili metulji tretjega rodu. Maksimalno število bub smo našli 7. avgusta (v povprečju 7,5 bub/list), v naslednjih štirih pregledih pa se je število gibalo od 1,9 do 3,8 bub/list. Bube v septembru so bile bube tretjega rodu, katerih metulji so množično izletavali v avgustu in v prvem tednu septembra. Pri vseh pregledovanjih v septembru je bila večina bub prekrita s

tanko belo mrežo, kar pomeni, da so bile v kokonu in tako pripravljene na prezimovanje. Pri zadnjem pregledu v septembru smo našli največ bub v celotnem obdobju opazovanja (9,8 bub/list) (preglednica 6, slika 14).



Slika 14: Povprečno število bub kostanjevega listnega zavrtača (*Cameraria ohridella*) na list in povprečno število metuljev na vabo v letu 2003.

Pri pregledovanju posameznih izvrtin nismo ločevali, v kateri rod spadajo gosenice in bube. Natančne meje med posameznimi rodovi ne moremo določiti. Kljub temu so naša opazovanja potrdila, da kostanjev listni zavrtač razvije popolne tri rodove. Opazili smo, da so gosenice tretjega rodu na listih dlje od predhodnjih dveh rodov in da so gosenice drugega rodu na listih dlje od prve (slika 13, slika 15). Po naših ocenah se gosenice prvega rodu pojavljajo v večini od konca maja do sredine junija, torej v obdobju treh tednov. Gosenice drugega rodu smo šteli od sredine junija do začetka avgusta, skupaj torej mesec in pol. Gosenice tretjega rodu smo opazovali cel avgust in september. Meja med drugim in tretjim rodom gosenic je bila neizrazita. Podobno smo opazili tudi pri spremljanju bub (slika 14, slika 15). Večino bub prvega rodu smo lahko opazovali približno tri tedne, to je v drugi polovici junija in v prvem tednu julija. Bube drugega rodu smo zasledili od druge polovice julija do začetka septembra. V septembru je bilo vedno več bub v kokonu, to pomeni, da je šlo za prezimne bube.



Slika 15: Povprečno število gosenic, bub, mrtvih gosenic in bub kostanjevega listnega zavrtača (*Cameraria ohridella*) ter praznih izvrtin na list v letu 2003.

Število mrtvih gosenic in bub je bilo med opazovanjem zanemarljivo majhno (preglednica 6, slika 15). Število se ni povečalo niti po močni ohladitvi v septembru, kar pomeni, da za gosenice septembrska ohladitev ni bila usodna. Nizka smrtnost gosenic in bub je povezana z ugodnimi vremenskimi razmerami za razvoj žuželke in s pomanjkanjem naravnih sovražnikov. Pri pregledovanju izvrtin smo opazili nekaj parazitoidov, vendar je bila stopnja parazitiranosti zanemarljivo majhna.

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

5.1 RAZPRAVA

V našem poskusu smo preučili bionomijo kostanjevega listnega zavrtača (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimić) v parku Tivoli v Ljubljani. Dobljeni rezultati bodo uporabni za načrtovanje varstva kostanjevih dreves. Poskus smo izvajali dve leti. V letu 2003 smo spremljali pojav posameznih stadijev žuželke, ocenili poškodbe na listih in preučevali vpliv starosti dreves na stopnjo napadenosti listov. V letu 2004 smo poskus omejili na spremljanje pojava metuljev in ocenitev poškodb listov.

Rezultati spremljanja metuljev s pomočjo feromonskih vab so pokazali, da ima kostanjev listni zavrtač na preučevanem območju tri rodove na leto. Tri rodove so potrdili tudi v Mariboru (Zelenko in sod., 1999) in v večini držav srednjeevropskega prostora, ki imajo podobne klimatske razmere (Hurej in sod., 2004; Johne in sod., 2003). Čas izletavanja metuljev posameznih rodov v našem poskusu v letu 2003 je bil podoben kot v raziskavi v Mariboru leta 1997 (Zelenko in sod., 1999). Metulji prvega rodu so izletavali od konca aprila do konca maja, drugi rod metuljev smo opazovali od sredine junija do začetka avgusta, tretji rod pa je izletavala v avgustu in septembru. Pri ponovitvi poskusa v letu 2004 smo ugotovili, da se posamezni rodovi ne pojavijo istočasno vsako leto in da je bil v letu 2004 ulov bistveno manjši kot v letu 2003; tudi napadenost listov je bila manjša.

Razlike v ulovu metuljkov povezujemo z razlikami v vremenskih razmerah v obeh preučevanih letih. Naša opazovanja so potekala v dveh ekstremnih letih. Vegetacijsko obdobje leta 2003 je bilo izjemno sušno in nadpovprečno toplo. Leta 2004 je bilo veliko neviht, toče in močnih nalivov, temperature so bile od maja do konca avgusta v povprečju kar za 3,5 °C nižje od leta 2003. V obdobju od aprila do konca oktobra je v Ljubljani v letu 2003 padlo 714,5 mm dežja, v letu 2004 pa 1.293,7 mm. V letu 2003 so zabeležili 77 padavinskih dni, v letu 2004 pa kar 91 (Mesečni..., 2003, 2004). Csoka (1997) je opazil, da se v ekstremno sušnih letih zavrtač *Cameraria ohridella* in druge termofilne gozdne žuželke pojavljajo v velikem številu. Take razmere so bile pri nas leta 2003 in so omogočile razmah kostanjevega listnega zavrtača. V naslednjem letu so bile v povprečju temperature nižje, zato je bila številčnost škodljivca opazno manjša. Pri podobnih raziskavah v tujini nekateri avtorji niso opazili bistvenih razlik pri spremljanju pojava metuljev kostanjevega listnega zavrtača med različnimi leti (Sengonca in sod., 2002), v raziskavi v Hamburgu pa so v primerjavi z letom 2002 opazili bistveno povečan obseg pojava žuželke v letu 2003, kar povezujejo z razlikami v vremenskih razmerah v preučevanih letih. Povprečne temperature v Hamburgu so bile v 2003 za 4 °C višje od predhodnjega leta, vlažnost je bila manjša (Zunke in sod., 2003).

Splošna tendenca pojavljanja metuljev je povezana s povprečno temperaturo. Metulji 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. Ugotovili so, da pojavljanje prvega rodu metuljev sovпада s cvetenjem kostanjevih dreves, na fenološke faze kostanja pa vpliva temperatura (Johne in sod., 2003). Pri spremljanju ulova metuljev smo opazili večja odstopanja od splošnega poteka ciklusa, kar povezujemo z močnimi dnevnimi spremembami vremena, predvsem z obilnimi padavinami. Najbolj izrazit upad ulova v letu 2003 je bil 11. septembra, kar je povezano s preходом hladne fronte v predhodnjih dneh in z zelo močnim deževjem oz. nevihtami. Močne padavine smo zabeležili tudi 2. julija in 26. julija 2004, kar se kaže v upadu ulova metuljev v feromonske vabe. Predvidevamo, da so močne padavine vplivale na večjo smrtnost metuljev in tudi na spiranje jajčec s površja listov, kar je eden od vzrokov za zmanjšanje napadenosti listov. Menimo, da sta nižja temperatura zraka in obilne padavine glavna razloga za manjši ulov metuljev v letu 2004.

Upada števila metuljev tretjega rodu v primerjavi z drugim rodом pa ne moremo razložiti neposredno z vremenskimi razmerami v letu 2004. Vreme je imelo posreden vpliv na pojavljanje metuljev in napadenost listov – vlažne razmere v letu 2004 so bile idealne za razvoj glive *Guignardia aesculi*. Manjše število metuljev tretjega rodu v letu 2004 povezujemo z močno okužbo preučevanih dreves z omenjeno glivo. Gilbert in sod. (2003) so opazili negativen medsebojni vpliv med žuželko in glivo. Johne (2004) trdi, da metulji redkeje odlagajo jajčeca na liste, okužene z glivami. Gliva *Guignardia aesculi* namreč pri okužbi oddaja posebno snov (1-okten-3-ol), ki odvrne metulje od odlaganja jajčec na tistem mestu. Iz tega sledi, da so listi manj napadeni s kostanjevim listnim zavrtačem in da je izletavanje metuljev naslednjega rodu manj intenzivno.

Z opazovanjem gibanja števila gosenic in bub smo potrdili razvoj popolnih treh rodov. Opazili smo, da lahko tako gosenice kot bube posameznih rodov opazujemo na listih pri vsakem naslednjem rodu za daljše obdobje. Do podobnih ugotovitev so prišli tudi Sengonca in sod. (2002). Pri opazovanju kostanjevega listnega zavrtača na območju Bonna v Nemčiji so gosenice prvega rodu opazovali štiri tedne, glavno obdobje napada listov pri tretjem rodu gosenic pa je trajalo šest tednov.

Pri pregledovanju izvrtin na listih smo opazili tudi parazitirane gosenice in bube, vendar je bila stopnja parazitiranosti zelo majhna. Parazitoidov nismo določevali, saj to ni bil predmet diplomske naloge. V prihodnjih raziskavah bi bilo potrebno preučiti parazitoidni kompleks škodljivca, čeprav predvidevamo, da je podoben kot v sosednjih državah.

Za določevanje stopnje napadenosti listov smo izbrali drevorede, za katere smo bili prepričani, da so približno enake starosti. Pri poskusu smo predpostavljali, da so bili pogoji rasti po obravnavanjih enaki. Pri izboru dreves smo izključili slabotna drevesa, drevesa, ki imajo spodnje veje nižje od dosega rok in drevesa na robovih drevoreda. V poskus prav tako nismo zajeli dreves ob cestah in parkiriščih, da bi se čim bolj izognili antropogenim vplivom. Tako smo dosegli homogeno skupino dreves. Kljub temu so bile pri merjenju površine izvrtin velike razlike znotraj obravnavanj.

Poskus je pokazal, da obstajajo statistično značilne razlike med obravnavanji. Manjšo stopnjo napadenosti najmlajših dreves v juniju 2003 pripisujemo temeljitejši higieni pod temi drevesi v jeseni. Tudi Gilbert in sod. (2003, 2004), Kehrl in Bacher (2003), Walczak in sod. (2004) ter Zunke in sod. (2003) navajajo, da je številčnost populacije v tesni povezavi s količino prezimnega listja. Tako prvi kot drugi rod metuljčkov je bil bistveno manjši na območjih, kjer so očistili odpadlo listje. V poskusih (Quality of life..., 2004) so ugotovili, da se lahko iz enega kilograma v jeseni odpadlega listja naslednjo pomlad razvije 4.500 metuljčkov, katerih samičke odlože 80.000 jajčec (če upoštevamo, da je razmerje med samčki in samičkami 0,5 in da je povprečno število jajčec na eno samičko 40).

Gilbert in sod. (2003) navajajo, da je povezava med številčnostjo metuljčkov drugega rodu in količino napadenega listja manjša, saj prihaja do migracije osebkov. Žuželka se na krajše razdalje širi po načelu vir-ponor, torej iz območja večje napadenosti listov na drevesa, kjer je stopnja napadenosti manjša. Pri našem poskusu so se metuljčki drugega rodu v juliju 2003 preselili iz sosednjih, močnejše napadenih dreves, na najmlajša drevesa, zato so bila julija najmlajša drevesa bolj napadena. Statistične razlike med obravnavanji v juliju pripisujemo različni višini dreves. Opazili smo, da razen najmlajših dreves drevesa s kostanjevim listnim zavrtačem niso napadena enakomerno po celotni krošnji. Razlike so očitne predvsem pri starejših drevesih. Lupi in Jucker (2004) ter Hommes in sod. (2003) poročajo, da obstajajo razlike v napadenosti med različnimi višinami krošnje. Lupi in Jucker sta dokazala, da žuželka *Cameraria ohridella* v začetku napada naseli najnižje ležeče liste in se nato postopno seli proti vrhu krošnje. V juliju sta opazila najvišjo stopnjo napadenosti dreves na višini med 5 in 10 m, kar pomeni, da se metuljčki selijo proti vrhu krošnje, četudi imajo v spodnjem delu krošnje še dovolj hrane. Metuljčki se selijo nazaj na spodnje dele krošnje le, če jim primanjkuje hrane. Opazili smo, da so se v juliju metulji drugega rodu selili na starejših drevesih po krošnji navzgor in niso več odlagali jajčec na liste spodnjih vej. Napadene liste smo nabirali na najnižjih vejah, zato ni razlik v napadenosti v juniju in juliju pri najstarejših in srednje starih drevesih. Poleg vertikalno se žuželka širi tudi horizontalno. Drugi rod metuljčkov se je selil tudi iz starejših dreves na najmlajša, manj napadena drevesa, in jih koloniziral v celoti. Ker je bil drugi rod metuljev številčnejši, so bila najmlajša drevesa bolj napadena od ostalih dveh obravnavanj.

Čeprav so rezultati pokazali večjo napadenost listov najmlajših dreves le v juliju, smo opazili, da so najmlajša drevesa prva začela izgubljati listno maso, nekatere veje so popolnoma ogolele. Tudi pri opazovanju v Hamburgu (Zunke in sod., 2003) so opazili, da so najmlajša, manjša (2–3 m) drevesa močnejše napadena z listnim zavrtačem kot starejša drevesa. Trdijo, da se vrsta *C. ohridella* širi po krošnji najmlajših dreves hitreje, saj imajo le-ti manjšo skupno površino listov. Isto so potrdila tudi naša vizualna opazovanja. Menimo, da rezultati poskusa ne dokazujejo večje stopnje napadenosti najmlajših dreves v avgustu in septembru zato, ker so najbolj napadeni listi odpadli in jih nismo vključili v naše meritve. Razlike v napadenosti listov med obravnavanji v avgustu in septembru pripisujemo izključno večji okužbi prve skupine dreves z glivo *Guignardia aesculi*.

Poudariti je potrebno, da smo v obeh letih preučevanja v meritve napadenosti listov ne glede na metodo dela vključili le poškodbe, ki so nastale zaradi ličink kostanjevega listnega zavrtača. Poškodb, ki so bile posledica okužbe z glivo *Guignardia aesculi* nismo vključili v raziskavo. Rezultati razporeditve listov v razrede kažejo, da so bili v letu 2004 listi s kostanjevim listnim zavrtačem bistveno manj napadeni. Čeprav je bila večina listov v avgustu in septembru napadenih pod 10 %, to ne pomeni, da so bila kostanjeva drevesa v parku Tivoli v tem času zelena in da ni prišlo do predčasnega rumenenja in odpadanja listja. V letu 2004 smo opazili zelo močno okuženost dreves z glivo *Guignardia aesculi*, ki tudi povzroča rumeneje listov, sušenje, zvijanje in predčasno odpadanje. V septembru 2004 smo na vzorčnih drevesih opazili, da lahko okužba listov z listno sušico divjega kostanja obsega tudi do polovice skupne površine kostanjevih listov, listje je bilo popolnoma zvito in rjavo. Videz listov je bil v avgustu in septembru v obeh letih podoben. V letu 2003 je predčasno rumenenje in odpadanje povzročila močna napadenost listov s kostanjevim listnim zavrtačem, v letu 2004 pa močna okuženost z listno sušico divjega kostanja.

Pri našem preučevanju smo opazili, da so bila drevesa v parku Tivoli s kostanjevim listnim zavrtačem manj napadena od ostalih lokacij v Ljubljani. Menimo, da je razlog za to v skrbnem grabljenju in odstranjevanju listja v parku. Zelenko in sod. (1999) poročajo, da so opazili različno stopnjo napadenosti dreves na različnih lokacijah v Mariboru. Tudi oni te razlike povezujejo z intenzivnostjo odstranjevanja odpadlega listja pod drevesi. Do podobnih ugotovitev so prišli tudi Gilbert in sod. (2003) ter Zunke in sod. (2003). Gilbert in sod. (2003) so dokazali, da je količina prezimnega listja glavni dejavnik variabilnosti v stopnji napadenosti dreves na različnih lokacijah. Drevesa so bila bolj napadena tudi tam, kjer so bila oddaljena do 100 m od zelene površine, kjer je bilo listje težje odstraniti. Tudi naša opazovanja potrjujejo večjo stopnjo napadenosti pri drevesih, ki so v bližini živih mej ali grmovja. Gilbert in sod. (2003) so ugotovili, da stopnja napadenosti listja ni nikoli tako visoka, če mora žuželka vsako leto na novo napasti drevo. Nadpovprečno visoka stopnja napadenosti listov je mogoča le, če žuželka prezimi pod drevesi. Vendar se napadu škodljivca niti s temeljitim odstranjevanjem napadenega listja ne moremo popolnoma izogniti, saj ima vrsta *C. ohridella* zelo visoko sposobnost širjenja.

Kljub temu, da z mehaničnimi sredstvi ne moremo popolnoma zavarovati kostanjevih dreves, je to do sedaj najbolj ustrezna metoda za omejevanje širjenja in škodljivosti vrste na javnih površinah. Odstranjevanje listja vpliva tudi na zmanjšanje okužb z glivo *Guignardia aesculi*, saj ta prezimi v odpadlih listih na tleh, kjer spomladi oblikuje teleomorfno ali spolno obliko trosišč – peritecije z laski (Jurc, 1997). V tej zvezi priporočamo kompostiranje listja, najboljša je, če listje prekrijemo z nekaj centimetersko plastjo prsti. Listje pograbimo jeseni. Ker listje ne odpade naenkrat, ne čakamo, da odpadejo poslednji listi, ampak grabimo vsaj dvakrat. Liste tako veter ne odnaša naokrog. Če z grabljenjem čakamo do spomladi, listje čez zimo preperi, majhne koščke pa je težje odstraniti. Priporoča se tudi injiciranje insekticidov v lub, ki pa cenovno pride v upoštevanje le za manjše število dreves. V Evropi so že razvili sredstva za injiciranje v lub, ki so kombinacija insekticida in fungicida in zavarujejo drevesa tudi pred okužbo z glivo. To je

način kemičnega varstva, ki ga je mogoče uporabiti na javnih površinah in je dokaj uspešen, vendar cenovno manj ustrezen za večje število dreves.

Na območju Ljubljane je stanje divjih kostanjev najboljše prav v parku Tivoli. Najbolj so ogroženi drevoredi ob cestah. Življenjska moč dreves je zmanjšana zaradi onesnaževanja in soli, zaradi česar kostanjevi listi rumenijo ob robovih. Močna napadenost s kostanjevim listnim zavrtačem ali okužba z glivo *Guignardia aesculi* stanje še poslabša. Zato je potrebno drevesom ob cestah posvetiti še posebno pozornost in jeseni temeljito pograbit listje. Nestrokovno rezanje dreves ne pripomore k izboljšanju vitalnosti kostanjevih dreves. Pogosto ob cestah vidimo močno obžagana drevesa kostanja kot tudi drugih drevesnih vrst, ki lahko po tako drastičnih ukrepih po nekaj letih propadejo.

5.2 SKLEPI

V dveletni raziskavi v letih 2003 in 2004 smo ugotovili naslednje:

1. Kostanjev listni zavrtač (*Cameraria ohridella*) ima v osrednjem delu Slovenije tri generacije na leto.
2. Vremenske razmere na tem območju omogočajo, da metulji izletavajo od sredine aprila do sredine oktobra. Bionomija kostanjevega listnega zavrtača je pri nas podobna kot v drugih državah srednjeevropskega prostora.
3. Uporabljene feromonske vabe so bile učinkovite za spremljanje pojavljanja metuljev.
4. Ulov metuljev v feromonske vabe je odvisen od temperature in padavin.
5. Napadenost listov s kostanjevim listnim zavrtačem je odvisna od vremenskih razmer. Vroče in relativno suho poletje, kot je bilo leta 2003, omogoča razmah žuželke.
6. Površina izvrtin je v avgustu leta 2003 zavzela pri več kot 80 % listov 10–50 % celotne površine, v septembru istega leta pa 50–100 %.
7. V primeru vlažnega in toplega vremena divje kostanje močno okuži listna sušica divjega kostanja (*Guignardia aesculi*). Napad listov z listnim zavrtačem in okužba z glivo se izključujeta. Vroče in vlažno poletje, kot je bilo leta 2004, je omogočilo bolj obsežne okužbe z listno sušico divjega kostanja in manjši napad kostanjevega listnega zavrtača.
8. V avgustu 2004 so bili listi napadeni s kostanjevim listnim zavrtačem največ 10 %, v septembru istega leta pa do 25 % celotne površine lista.
9. Poleg vremena vplivajo na razlike v stopnji napadenosti dreves s kostanjevim listnim zavrtačem tudi higiena pod drevesi, višina drevesa in okužba z glivo *Guignardia aesculi*.
10. Najmlajša drevesa dosegajo najvišjo stopnjo napadenosti zaradi manjše skupne površine listov. Na teh drevesih je škoda zaradi kostanjevega listnega zavrtača največja.

6 POVZETEK

Namen našega poskusa je bil spremljati bionomijo kostanjevega listnega zavrtača (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimić) in oceniti poškodbe na listih divjega kostanja v parku Tivoli v Ljubljani.

Metulje smo dve leti spremljali s pomočjo feromonskih vab Csal♀m♂N[®]. Ugotovili smo, da ima kostanjev listni zavrtač v Ljubljani tri rodove na leto. Prvi rod metuljev je v obeh letih množično izletaval maja. Metulji drugega rodu so se začeli pojavljati v drugi dekadi junija. V letu 2003 so množično izletavali do sredine julija. V istem letu smo opazili največje število metuljev drugega rodu konec junija in v začetku julija. Drugi rod metuljev je v letu 2004 zaključil z letenjem šele v začetku avgusta. Metulji tretjega rodu so v letu 2003 množično izletavali v avgustu in prvi dekadi septembra. V letu 2004 so metulji tretjega rodu izletavali v drugi polovici avgusta in v prvih dneh septembra.

Rezultati pregledovanja izvrtin potrjujejo, da žuželka razvije popolne tri rodove na leto. Pri pregledovanju izvrtin smo enkrat tedensko določevali število gosenic, bub, mrtvih gosenic in bub ter praznih izvrtin. Število gosenic se je vseskozi povečevalo, najbolj škodljive so bile gosenice drugega in tretjega rodu. Največje število bub smo našli konec septembra, to so bile prezimne bube. Število mrtvih gosenic in bub je bilo zanemarljivo majhno. Povprečno število izvrtin na list je bilo v septembru več kot 90.

V letu 2003 smo določili stopnjo napadenosti dreves s pomočjo računalniškega programa Analysis[®]. Liste smo glede na delež izvrtin uvrstili v razrede 0–7. V letu 2004 smo se odločili za vizualno ocenjevanje stopnje napadenosti listov. Rezultati poskusa so pokazali, da so bila drevesa v letu 2003 bolj napadena s kostanjevim listnim zavrtačem kot v naslednjem letu. V avgustu 2003 je bilo več kot 80 % listov napadenih 10–50 %. V septembru 2003 je bilo več kot 80 % listov napadenih 50–100 %. V naslednjem letu je bila stopnja napadenosti s kostanjevim listnim zavrtačem v obeh mesecih pod 25 %, vendar smo opazili, da so bili listi v tem letu okuženi z listno sušico divjega kostanja tudi do 50 %. Pri spremljanju napadenosti listov glede na starost kostanjevih dreves smo z analizo variance ugotovili, da obstajajo statistično značilne razlike med obravnavanji. Rezultati t-testa so pokazali, da so se povprečja najmlajših dreves v juniju in juliju 2003 statistično razlikovala od ostalih dveh obravnavanj. Podatki kažejo, da so bila junija najmlajša drevesa manj napadena, v juliju pa bolj napadena od ostalih dveh obravnavanj. V avgustu in septembru so bila drevesa srednje starosti manj napadena od najmlajših in najstarejših dreves, a hkrati močno okužena z glivo *Guignardia aesculi*.

7 VIRI

- Balder H., Jäckel B., Schmolling S. 2004. Effects of the horse chestnut leaf-miner *Cameraria ohridella* Deschka et Dimić on the frost hardness of *Aesculus hippocastanum*. V: *Cameraria ohridella* and other invasive leaf-miners in Europe. 1st International *Cameraria* Symposium, Praga, 24.–27. marec 2004. Praga, Institute of Organic Chemistry and Biochemistry ASCR, Department of Natural Products: 4
- Boisneau C., Guillem B., Casas J. 2004. Parasitoids webs on a recent invasive moth *Cameraia ohridella*. V: *Cameraria ohridella* and other invasive leaf-miners in Europe. 1st International *Cameraria* Symposium, Praga, 24.–27. marec 2004. Praga, Institute of Organic Chemistry and Biochemistry ASCR, Department of Natural Products: 6
- Csoka G. 1997. Years of drought – increasing losses by insect pests in our forests. *Novenyvedelem*, 32, 11: 545–551
- Deschka G., Dimić N. 1986. *Cameraria ohridella* sp. n. (Lep., Lithocolletidae) aus Mazedonien, Jugoslawien. *Acta entomologica Jugoslavica*, 22, 1–2: 11–23
- Devetak D. 2000. Raziskave biologije kostanjevega zavrtača v Sloveniji. <http://www.bf.uni-lj.si/ag/fito/zavrtac/devetak.htm> (14.3.2003)
- Fito-info. 2005. <http://www.fito-info.bf.uni-lj.si/> (18.2.2005)
- Freise J. F., Heitland W., Sturm A. 2003. Das physiologische Wirtspflanzenspektrum der Rosskastanien-Miniermotte, *Cameraria ohridella* Deschka et Dimić (Lepidoptera: Gracillariidae). *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes*, 55, 10: 209–211
- Freise J. F., Heitland W., Sturm A. 2004. Assessing the host plant range of the horse-chestnut leaf miner, *Cameraria ohridella* Deschka et Dimić (Lepidoptera: Gracillariidae) – a hint to the origin of the moth? V: *Cameraria ohridella* and other invasive leaf-miners in Europe. 1st International *Cameraria* Symposium, Praga, 24.–27. marec 2004. Praga, Institute of Organic Chemistry and Biochemistry ASCR, Department of Natural Products: 9
- Gilbert M., Grégoire J.-C. 2002. 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: 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: 25–37
- Gilbert M., Castellana F., Svatoš A., Augustin S., Grégoire J.-C. 2004. Disperse with the leaves and develop locally: a successful strategy for invasive leafminers? V: *Cameraria ohridella* and other invasive leaf-miners in Europe. 1st International *Cameraria* Symposium, Praga, 24.–27. marec 2004. Praga, Institute of Organic Chemistry and Biochemistry ASCR, Department of Natural Products: 10
- Girardo S., Kenis M., Quicke D. 2004. Mortality factors affecting the different developmental stages of *Cameraria ohridella* Deschka & Dimić in Switzerland. V: *Cameraria ohridella* and other invasive leaf-miners in Europe. 1st International *Cameraria* Symposium, Praga, 24.–27. marec 2004. Praga, Institute of Organic Chemistry and Biochemistry ASCR, Department of Natural Products: 11
- 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: izvlečki prispevkov. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 6–7
<http://www.bf.uni-lj.si/ag/fito/zavrtac/gomboc.htm> (5. 5. 2004)
- Grabenweger G. 2004. Why are native European parasitoids not able to control the horse chestnut leafminer? V: *Cameraria ohridella* and other invasive leaf-miners in Europe. 1st International *Cameraria* Symposium, Praga, 24.–27. marec 2004. Praga, Institute of Organic Chemistry and Biochemistry ASCR, Department of Natural Products: 12
- Harad W., Stolz M., Hadacek F. 2004. Female mass trapping – a contribution to *Cameraria ohridella* control. V: *Cameraria ohridella* and other invasive leaf-miners in Europe. 1st International *Cameraria* Symposium, Praga, 24.–27. marec 2004. Praga, Institute of Organic Chemistry and Biochemistry ASCR, Department of Natural Products: 13
- Hendrich L., Jäckel B., Balder H. 2004. Biological concepts to control the horse chestnut leaf-miner *Cameraria ohridella* Deschka et Dimić, 1986 (Lep., Gracillariidae). V: *Cameraria ohridella* and other invasive leaf-miners in Europe. 1st International *Cameraria* Symposium, Praga, 24.–27. marec 2004. Praga, Institute of Organic Chemistry and Biochemistry ASCR, Department of Natural Products: 14
- Hommes M., Rainer M., Siekmann G. in Wulf A. 2003. Strategien zur Befallsreduzierung der Rosskastanien Miniermotte im öffentlichen Grün. Informationen und Diskussionsbeiträge anlässlich der Fachtagung am 24. und 25. Juni 2003 in der

- Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Braunschweig.
Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes, 55, 10: 201–204
- Hurej M., Kukula-Mlynarczyk A. 2004. Development of the horse chestnut leaf-miner (*Cameraria ohridella* Deschka et Dimić) on the horse chestnut trees in lower Silesia, Poland. V: *Cameraria ohridella* and other invasive leaf-miners in Europe. 1st International *Cameraria* Symposium, Praga, 24.–27. marec 2004. Praga, Institute of Organic Chemistry and Biochemistry ASCR, Department of Natural Products: 16
- Johne B. A. 2004. Fungal infection induced volatiles influence behaviour of *Cameraria ohridella*. V: *Cameraria ohridella* and other invasive leaf-miners in Europe. 1st International *Cameraria* Symposium, Praga, 24.–27. marec 2004. Praga, Institute of Organic Chemistry and Biochemistry ASCR, Department of Natural Products: 17
- Johne B., Földner K., Weißbecker B., Schütz S., 2003. Kopplung der phänologischen Entwicklung der Rosskastanie (*Aesculus hippocastanum* L.) mit Lebenszyklus und Verhalten der Kastanienminiermotte (*Cameraria ohridella* Deschka et Dimić; Lepidoptera: Gracillariidae). Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes, 55, 10: 213–220
- Jurc M. 1997. Listna sušica (*Guignardia aesculi* /Peck./ Stev.) in listni zavrtač divjega kostanja (*Cameraria ohridella* Deschka et Dimić) ogrožata navadni divji kostanj v Sloveniji. Gozdarski vestnik, 55: 428–434
- Kajfež-Bogataj L. 1996. Vaje iz agroklimatologije. Ljubljana, BF, Oddelek za agronomijo: 285 str.
- Kehrli P., Bacher S. 2003. Einheimische Gegenspieler der Rosskastanien-Miniermotte und derer Förderungsmöglichkeiten. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes, 55, 10: 212
- Kenis M., Avtzis N., Freise J., Girardoz S., Grabenweger G., Heitland W., Lakatos F., Lopez Vaamonde C., Svatoš A. in Tomov R. 2004. Finding the area of origin of the horse-chestnut leaf miner. Where are we today? V: *Cameraria ohridella* and other invasive leaf-miners in Europe. 1st International *Cameraria* Symposium, Praga, 24.–27. marec 2004. Praga, Institute of Organic Chemistry and Biochemistry ASCR, Department of Natural Products: 19
- Koršič P., Jančar M. 2000. Praktične izkušnje zatiranja kostanjevega listnega zavrtača (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimić) na divjem kostanju (*Aesculus hippocastanum*) s sredstvom Confidor SL 200 (imidakloprid)
<http://www.bf.uni-lj.si/dvrs/catez/52.htm> (29. 3. 2003)

- Kravanja N. 2000. Pomen divjega kostanja v urbanem prostoru. V: Posvetovanje o varstvu divjega kostanja in platane v urbanem prostoru: izvlečki prispevkov. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 4–5
<http://www.bf.uni-lj.si/ag/fito/zavrtac/kravanja.htm> (5. 5. 2004)
- Łabanowski G. S., Soika G. 2004. Present status and future of the horse-chestnut leafminer (*Cameraria ohridella*) control in Poland. V: *Cameraria ohridella* and other invasive leaf-miners in Europe. 1st International *Cameraria* Symposium, Praga, 24.–27. marec 2004. Praga, Institute of Organic Chemistry and Biochemistry ASCR, Department of Natural Products: 23
- Lakatos F., Kovács Z., Kenis M., Stauffer C. 2004. Looking for the origin of *Cameraria ohridella* – genetic analysis of *Cameraria* species. V: *Cameraria ohridella* and other invasive leaf-miners in Europe. 1st International *Cameraria* Symposium, Praga, 24.–27. marec 2004. Praga, Institute of Organic Chemistry and Biochemistry ASCR, Department of Natural Products: 24
- Lethmayer C., Grabenweger G. 2004. Effects of abiotic factors on overwintering pupae of *Cameraria ohridella* (Gracillariidae, Lepidoptera). V: *Cameraria ohridella* and other invasive leaf-miners in Europe. 1st International *Cameraria* Symposium, Praga, 24.–27. marec 2004. Praga, Institute of Organic Chemistry and Biochemistry ASCR, Department of Natural Products: 27
- Lupi D., Jucker C. 2004. Method to quantify *Cameraria ohridella* leaf damages on *Aesculus hippocastanum* using image analysis. V: *Cameraria ohridella* and other invasive leaf-miners in Europe. 1st International *Cameraria* Symposium, Praga, 24.–27. marec 2004. Praga, Institute of Organic Chemistry and Biochemistry ASCR, Department of Natural Products: 29
- Mesečni bilten /Agencija RS za okolje/. 2003. 10, št. 4–10
- Mesečni bilten /Agencija RS za okolje/. 2004. 11, št. 4–10
- Maček J. 1999. Hiponomološka favna Slovenije. Hyponomologische fauna Sloweniens. Ljubljana, Slovenska akademija znanosti in umetnosti: 385 str.
- Mesić A., Barčić J., Maceljski M. 2004. Chestnut protection against *Cameraria ohridella* using IGR. V: *Cameraria ohridella* and other invasive leaf-miners in Europe. 1st International *Cameraria* Symposium, Praga, 24.–27. marec 2004. Praga, Institute of Organic Chemistry and Biochemistry ASCR, Department of Natural Products: 33
- Milevoj L., Maček J. 1997. Roßkastanien-Miniermotte (*Cameraria ohridella*) in Slowenien. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes, 49: 14–15

- Milevoj L. 2000. Mehanično in biotično zatiranje boleznin in škodljivcev divjega kostanja in platane. V: Posvetovanje o varstvu divjega kostanja in platane v urbanem prostoru: izvlečki prispevkov. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 25–26
<http://www.bf.uni-lj.si/ag/fito/zavrtac/milevoj.htm> (5. 5. 2004)
- 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
- Nardini A., Salleo S., Raimondo F., Scimone M. 2004. Impact of *Cameraria ohridella* on water relations and photosynthetic productivity of *Aesculus hippocastanum*: scaling from single leaf to whole tree. V: *Cameraria ohridella* and other invasive leaf-miners in Europe. 1st International *Cameraria* Symposium, Praga, 24.–27. marec 2004. Praga, Institute of Organic Chemistry and Biochemistry ASCR, Department of Natural Products: 37
- Nejmanová J., Cvačka J., Hrdý I., Kuldová J., Muck A. in Svatoš A. 2004. Residues of diflubenzuron on horse chestnut leaves and efficacy of insecticides against the horse chestnut leafminer (*Cameraria ohridella*) with notes on its parasitization. V: *Cameraria ohridella* and other invasive leaf-miners in Europe. 1st International *Cameraria* Symposium, Praga, 24.–27. marec 2004. Praga, Institute of Organic Chemistry and Biochemistry ASCR, Department of Natural Products: 36
- Oven P. 2000. Arboristične raziskave divjega kostanja. V: Posvetovanje o varstvu divjega kostanja in platane v urbanem prostoru: izvlečki prispevkov. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo.
<http://www.bf.uni-lj.si/ag/fito/zavrtac/oven.htm> (5. 5. 2004)
- Oven P. 2001. Je navadni divji kostanj ogrožena vrsta? Proteus, 63, 6: 273–275.
- Quality of life and management of living resources. EU Project: QLK5-CT-2000-01684. Sustainable control of the horse chestnut leaf-miner, *Cameraria ohridella* (Lep., Gracillariidae), a new pest of *Aesculus hippocastanum* in Europe. *Cameraria* homepage, CONTROCAM.
<http://www.cameraria.de/> (17. 5. 2004)
- Pivk A. 2004. Kostanjev listni zavrtač – nerešena uganka urbanih območij.
<http://www.bf.uni-lj.si/ag/fito>
- Pivk A. 2005. Vpliv različnih dejavnikov na kostanjevega listnega zavrtača (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimić) na divjem kostanju. V: Izvlečki referatov, 7. slovensko

posvetovanje o varstvu rastlin, 8.-10. marec, 2005, Zreče, Slovenija. Ljubljana, Društvo za varstvo rastlin Slovenije, str. 132-133

Pivk A., Milevoj L., Mikuš T. 2005. Vpliv različnih dejavnikov na kostanjevega listnega zavrtača (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimić) na divjem kostanju. V: Izvlečki referatov 7. slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin, Zreče 2005. Društvo za varstvo rastlin Slovenije: 132

Radeghieri P. 2004. *Cameraria ohridella* (Lepidoptera, Gracillariidae) predation by *Crematogaster Scutillaris* (Hymenoptera, Formicidae) in northern Italy. Bulletin of Insectology, 57, 1: 63-64

Raimondo F., Ghirardelli L. A., Nardini A., Salleo S. 2003. Impact of the leaf miner *Cameraria ohridella* on photosynthesis, water relations and hydraulics of *Aesculus hippocastanum* leaves. Trees, 17: 376-382

Rogič R. 2003. Divji kostanji ne bodo umrli! Kras, 57: 42-45

Salleo S., Nardini A., Raimondo F., Lo Gullo M. A., Pace F., Giacomich P. 2003. Effects of defoliation caused by the leaf miner *Cameraria ohridella* on wood production and efficiency in *Aesculus hippocastanum* growing in north-eastern Italy. Trees, 17: 367-375

Sengonca Von C., Arnold C., Blaeser P. 2002. Befall, Ausbreitung und Generationenzahl der Roßkastanien-Miniermotte *Cameraria ohridella* DESCHKA & DIMIĆ im Bonner Raum. Forstwissenschaftliches Centralblatt, 121: 171-178

Simova-Tošič D., Filov S. 1985. Prilog poznavanju minera divljeg kestena. Zaštita bilja, 36, 3: 235-239

Svatoš A., Kalinová B., Hrdý I., Kuldová J., Steinz L. 2004. Semiochemicals in control of *Cameraria ohridella*? V: *Cameraria ohridella* and other invasive leaf-miners in Europe. 1st International *Cameraria* Symposium, Praga, 24.-27. marec 2004. Praga, Institute of Organic Chemistry and Biochemistry ASCR, Department of Natural Products: 41

Tivoli. Program ureditve. 1972. Rast Ljubljana: 23 str.

Tivoli. Ljubljanski mestni park. 1994. Ljubljana, ČZP Kmečki glas:124 str.

Volter L. 2004. Adoption of two different invasive Gracillariidae by nativ parasitoids: Why such differences? V: *Cameraria ohridella* and other invasive leaf-miners in Europe. 1st

International *Cameraria* Symposium, Praga, 24.–27. marec 2004. Praga, Institute of Organic Chemistry and Biochemistry ASCR, Department of Natural Products: 47

Walczak U., Baraniak E., Zduniak P. 2004. Effects of distance and mechanical methods on population density of *Cameraria ohridella* (Lepidoptera, Gracillariidae): an example of small town. V: *Cameraria ohridella* and other invasive leaf-miners in Europe. 1st International *Cameraria* Symposium, Praga, 24.–27. marec 2004. Praga, Institute of Organic Chemistry and Biochemistry ASCR, Department of Natural Products: 48

Zelenko K. 1999. Razširjenost in življenjski cikel listnega zavrtača divjega kostanja (*Cameraria ohridella* Dechka in Dimić, 1986) v Sloveniji (Lepidoptera: Lithocolletidae). Diplomsko delo. Univerza v Mariboru, Pedagoška fakulteta, Oddelek za biologijo, 42 str.

Zelenko K., Devetak D., Stelzl M. 1999. Horse-chestnut leafminer (*Cameraria ohridella* Deschka and Dimić, 1986) in Slovenia (Insecta, Lepidoptera, Lithocolletidae). *Annales, Series historia naturalis*, 9, 1(15): 81–85

Zunke U., Fernandez-Nunez M., Ilmberger N., Hofmeier M., Konitz K. et Doobe G. 2003. *Cameraria ohridella*, das HAM-CAM-Projekt 2002/03 in Hamburg. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes*, 55, 10: 227–234

ZAHVALA

Zahvaljujem se prof. dr. Lei Milevoj za mentorstvo diplomske naloge in za pomoč pri pisanju člankov.

Zahvaljujem se vsem ostalim sodelavcem Katedre za entomologijo in fitopatologijo, ki so na kakršen koli način pomagali pri poskusu, ki ga obravnava moja diplomska naloga.

Hvala ga. Marjetki Celar za posredovanje informacij o parku Tivoli in za dovoljenje za izvedbo poskusa v Tivoliju.

Zahvala staršem za pomoč pri študiju in vsem prijateljem, ki so mi stali ob strani.

PRILOGA A
Ulov metuljkov *Cameraria ohridella*

Priloga A1: Ulov metuljkov *Cameraria ohridella* v posameznih vabah in povprečen ulov v letu 2003.

Datum vzorčenja	Vaba				Povprečen ulov
	1	2	3	4	
22.5.	250	536	604	1189	645
26.5.	264	316	294	801	419
29.5.	80	121	102	49	88
3.6.	53	75	69	112	77
6.6.	48	32	71	59	53
9.6.	52	43	48	61	51
12.6.	30	34	74	45	46
16.6.	432	128	1104	0	555
19.6.	1628	1316	1211	1563	1430
24.6.	3925	2113	2592	2377	2752
26.6.	3859	3733	2821	2649	3266
30.6.	3508	2998	2361	3416	3071
4.7.	2889	2716	3253	2663	2880
7.7.	3125	2338	2036	2751	2563
10.7.	1688	1462	1183	2215	1637
13.7.	989	935	829	1415	1042
17.7.	697	613	501	949	690
21.7.	446	615	508	786	589
24.7.	39	103	208	145	124
27.7.	216	208	598	401	356
1.8.	715	836	1348	500	850
4.8.	420	480	395	385	420
7.8.	1116	1432	2108	1698	1589
11.8.	1892	2314	2556	2313	2269
15.8.	1198	2198	2002	4666	2516
19.8.	2492	1812	3673	6484	3615
23.8.	2724	2541	3284	7855	4101
25.8.	2995	2625	4219	6371	4053
28.8.	3628	3900	4671	4669	4217
1.9.	2129	4261	5539	5890	4455
4.9.	1913	4167	5266	4141	3872
8.9.	6247	4996	8983	6247	6618
11.9.	255	252	258	203	242
15.9.	577	657	1035	933	801
18.9.	373	245	325	465	352
22.9.	185	284	672	360	375
25.9.	50	60	42	12	41
29.9.	30	22	37	20	27

Priloga A2: Ulov metuljkov *Cameraria ohridella* v posameznih vabah in povprečen ulov v letu 2004.

Datum vzorčenja	Vaba				Povprečen ulov
	1	2	3	4	
23.4.	0	1	25	0	7
27.4.	6	8	117	66	49
30.4.	38	64	0	233	84
3.5.	45	66	1003	207	330
6.5.	32	24	1216	141	353
10.5.	98	60	1332	398	472
13.5.	115	104	2131	559	727
17.5.	154	128	1098	812	548
20.5.	162	118	1638	669	647
24.5.	48	56	601	211	229
27.5.	36	32	180	58	77
31.5.	38	101	361	234	184
3.6.	36	32	180	58	77
7.6.	38	66	71	25	50
8.6.	78	165	74	72	97
12.6.	31	18	62	43	39
15.6.	128	312	198	319	239
18.6.	866	1015	761	991	908
21.6.	899	1002	642	726	817
24.6.	645	354	711	295	501
28.6.	164	485	622	562	458
2.7.	45	38	56	105	61
5.7.	173	123	72	451	205
8.7.	501	327	1003	1694	881
12.7.	338	884	495	1965	921
15.7.	720	327	360	3153	1140
19.7.	1278	609	424	4236	1637
22.7.	1990	907	615	3959	1868
26.7.	1373	751	396	2597	1279
29.7.	1397	917	2460	4743	2379
2.8.	1438	1527	1720	3719	2101
5.8.	815	783	721	1659	995
9.8.	141	502	352	440	359
12.8.	242	293	168	183	222
16.8.	174	175	218	344	228
19.8.	211	394	543	518	417
23.8.	398	722	550	857	632
26.8.	55	1143	150	1353	675
30.8.	131	1107	341	1443	756

se nadaljuje

Nadaljevanje priloge A2.

Datum vzorčenja	Vaba				Povprečen ulov
	1	2	3	4	
2.9.	585	361	176	1029	538
6.9.	452	665	178	726	505
9.9.	442	688	122	472	431
13.9.	5	192	45	207	112
15.9.	44	112	24	132	78
20.9.	8	21	4	22	14
23.9.	3	5	27	8	11
27.9.	0	10	15	3	7
30.9.	0	3	18	2	6
4.10.	2	2	7	1	3
7.10.	3	0	2	2	2
11.10.	2	1	0	0	1
14.10.	0	1	0	3	1

PRILOGA B

Povprečna napadenost listov (%) zaradi kostanjevega listnega zavrtača (*Cameraria ohridella*) v letu 2003.

Št. listov	Meseci vzorčenja			
	junij	julij	avgust	september
I 1/1	0,4	2,7	19,3	67,5
I 1/2	0,7	4,4	16,1	77,5
I 1/3	0,0	6,4	27,0	86,2
I 1/4	0,2	3,4	24,0	41,8
I 2/1	0,0	0,3	23,8	62,7
I 2/2	1,5	3,6	24,1	54,4
I 2/3	1,9	2,0	22,7	50,4
I 2/4	0,9	1,2	23,9	61,8
I 3/1	1,6	0,8	19,7	67,8
I 3/2	2,7	2,1	13,2	62,7
I 3/3	1,6	1,6	7,2	52,9
I 3/4	1,6	0,5	12,8	28,9
I 4/1	6,6	0,6	11,8	62,2
I 4/2	1,3	1,2	15,4	63,2
I 4/3	2,2	0,1	8,0	77,3
I 4/4	1,6	0,7	27,9	58,1
I 5/1	2,2	0,2	6,1	50,9
I 5/2	0,0	1,3	10,8	44,8
I 5/3	0,9	0,3	7,3	51,3
I 5/4	0,0	0,4	8,4	42,9
II 1/1	2,8	4,5	35,7	90,0
II 1/2	0,5	1,9	16,7	68,7
II 1/3	0,0	5,1	24,9	75,4
II 1/4	0,0	3,4	43,2	93,2
II 2/1	3,2	4,6	27,6	85,1
II 2/2	0,0	4,0	22,2	67,0
II 2/3	0,3	4,1	17,8	77,5
II 2/4	0,5	2,2	21,7	76,6
II 3/1	0,0	0,8	51,7	78,4
II 3/2	0,0	3,6	25,9	93,2
II 3/3	0,3	3,1	30,8	75,2
II 3/4	0,5	3,9	24,9	80,8
II 4/1	0,0	7,4	29,2	36,5
II 4/2	0,6	2,3	18,5	36,5
II 4/3	0,1	5,3	17,1	78,4
II 4/4	0,0	3,6	13,2	75,6
II 5/1	1,1	11,1	19,1	83,5
II 5/2	0,3	7,9	30,2	85,0
II 5/3	0,6	4,0	18,8	70,9
II 5/4	0,5	3,3	33,5	65,4

se nadaljuje

Nadaljevanje priloge B.

Št. listov	Meseci vzorčenja			
	junij	julij	avgust	september
III 1/1	2,0	1,8	29,8	74,9
III 1/2	2,9	4,5	25,0	73,6
III 1/3	2,0	3,0	26,6	71,2
III 1/4	0,7	2,1	29,1	54,5
III 2/1	3,7	3,2	11,1	98,0
III 2/2	1,4	2,6	29,0	96,9
III 2/3	3,0	1,6	18,2	99,6
III 2/4	4,6	0,3	9,3	82,2
III 3/1	3,0	0,7	65,0	37,2
III 3/2	0,2	2,6	40,5	41,3
III 3/3	1,3	1,1	62,7	28,0
III 3/4	2,4	2,7	58,8	51,2
III 4/1	1,7	2,0	35,6	99,9
III 4/2	1,7	0,2	24,8	100,0
III 4/3	2,0	1,7	16,5	95,9
III 4/4	1,6	0,7	35,0	71,8
III 5/1	0,8	1,6	26,1	39,3
III 5/2	1,6	1,8	24,7	64,9
III 5/3	1,5	2,1	28,0	83,2
III 5/4	0,7	2,0	16,4	70,0
povpr.	1,3	2,6	24,4	68,2
max	6,6	11,1	65,0	100,0
min	0,0	0,1	6,1	28,0

PRILOGA C
Statistična analiza

Priloga C1: Analiza variance med obravnavanji za junij 2003

Vir variabilnosti	VKO	SP	SKO	F(izrač)	P-vrednost	F(krit)
Med obravnavanji	19,0827	2	9,5414	6,9442	0,0020	3,1588
Znotraj obravnavanj	78,3184	57	1,3740			
Skupaj	97,4011	59				

Priloga C2: Analiza variance med obravnavanji za julij 2003

Vir variabilnosti	VKO	SP	SKO	F(izrač)	P-vrednost	F(krit)
Med obravnavanji	83,4632	2	41,7316	13,5301	0,0000	3,1588
Znotraj obravnavanj	175,8087	57	3,0844			
Skupaj	259,2720	59				

Priloga C3: Analiza variance med obravnavanji za avgust 2003

Vir variabilnosti	VKO	SP	SKO	F(izrač)	P-vrednost	F(krit)
Med obravnavanji	2089,7688	2	1044,8844	7,9875	0,0009	3,1588
Znotraj obravnavanj	7456,4216	57	130,8144			
Skupaj	9546,1904	59				

Priloga C4: Analiza variance med obravnavanji za september 2003

Vir variabilnosti	VKO	SP	SKO	F(izrač)	P-vrednost	F(krit)
Med obravnavanji	3048,2909	2	1524,1454	4,7426	0,0124	3,1588
Znotraj obravnavanj	18318,1985	57	321,3719			
Skupaj	21366,4893	59				