

# RAZNOLIKOST PARAZITOIDSKIH KOMPLEKSA DOMAĆIH I STRANIH VRSTA LISNIH MINERA U HRVATSKOJ

## DIVERSITY OF PARASITOID ASSEMBLAGES OF NATIVE AND ALIEN LEAF MINERS IN CROATIA

Dinka MATOŠEVIĆ<sup>1</sup>, George MELIKA<sup>2</sup>

### Sažetak

U ovome radu istraživana je prilagodba autohtonih parazitoidskih kompleksa na novo unesene strane i invazivne vrste lisnih minera u fauni Hrvatske. Istraživani su parazitoidski kompleksi domaćih vrsta lisnih minera: *Phyllonorycter roboris*, *Phyllonorycter quercifoliella*, *Tischeria ekebladella* i *Phyllonorycter klemannella* i stranih vrsta *Phyllonorycter robiniella*, *Parectopa robinella*, *Phyllonorycter platani*, *Cameraria ohridella* i *Phyllonorycter leucographella*. Za svaki parazitoidski kompleks izračunat je koeficijent dominacije D, Shannonov indeks diverziteta H i ujednačenosti vrsta E te klaster analiza za usporedbu sličnosti između parazitoidskih kompleksa domaćih i stranih vrsta lisnih minera. Domaći lisni mineri *P. roboris/P. quercifoliella* i *T. ekebladella* imali su najraznolikije i najujednačenije parazitoidske komplekse. *P. klemanella* i *P. platani* su zbog dominacije monofagnih parazitoida imali znatno niže vrijednosti H i E. *P. roboris/P. quercifoliella*, *P. robiniella*, *P. leucographella*, *Pa. robiniella* i *T. ekebladella* imaju najbližnje parazitoidske komplekse. Između parazitoidskih kompleksa domaćih i stranih vrsta pokazane su sličnosti, što ukazuje na prilagodbu polifagnih parazitoida na novo unesene domaćine. Svi parazitoidi uzgojeni iz ovih uzoraka su generalisti, česte i brojne vrste na različitim vrstama lisnih minera reda Lepidoptera, kojima su domaćini drvenaste biljne vrste. Ovo istraživanje pokazalo je da će se nakon unosa, domaće vrste polifagnih parazitoida relativno brzo prilagoditi na novog domaćina, što će zasigurno imati utjecaj na gustoću njihovih populacija i eventualne štete. Ovakav tip prilagodbe mogući je model koji će se ponoviti kod drugih stranih i invazivnih vrsta u Hrvatskoj.

KLJUČNE RIJEČI: *Tischeria ekebladella*, *Parectopa robinella*, *Cameraria ohridella*, *Phyllonorycter* spp., indeksi diverziteta, polifagni parazitoidi, prilagodba, novi domaćin

### Uvod Introduction

Većinu herbivornih kukaca napada barem jedna vrsta parazitoida, a brojne su vrste koje napada cijeli kompleks (HAWKINS 1994). Lisni mineri imaju vrlo bogatu faunu parazitoida (HAWKINS i LAWTON 1987; HAWKINS 1994),

a većina tih vrsta su polifagni parazitoidi (ASKEW 1994). Kod roda *Phyllonorycter* parazitoidi su najvažniji čimbenik regulacije populacije (MEY 1991).

Strane i invazivne vrste su globalni problem te izravno i neizravno predstavljaju opasnost za stabilnost ekosustava, uključujući i one šumske (LOCKWOOD i sur. 2007; CSOKA

<sup>1</sup> Dr. sc. Dinka Matošević, dinkam@sumins.hr, Zavod za zaštitu šuma i lovno gospodarstvo, Hrvatski šumarski institut

<sup>2</sup> Dr. sc. George Melika, melikageorge@gmail.com, Budapest Pest Diagnostic Laboratory, Directorate of Plant Protection, Soil Conservation and Agri-environment, National Food Chain Safety Office, Budapest, Hungary

i sur. 2009; DAVIS 2009). Lisni mineri su uspješni kolonizatori novih područja i njihove populacije se brzo povećavaju nakon unošenja u nova staništa (GODFRAY i sur. 1995, GIRARDOZ i sur. 2007, ŠEFROVA 2003; MATOŠEVIĆ 2007; MATOŠEVIĆ i PERNEK 2011).

U procesu širenja u novo područje invazivne vrste izdvojene su iz kompleksa svojih autohtonih prirodnih neprijatelja, čime su u prednosti pred autohtonim vrstama područja koja koloniziraju (LOCKWOOD i sur. 2007; CSOKA i sur. 2009). No, autohtoni parazitoide tih novo koloniziranih područja prilagođavaju se na nove domaćine i utječu na dinamike njihovih populacija te se uspostavljaju novi parazitoidski kompleksi (GODFRAY i sur. 1995; CSOKA i sur. 2009). MEY (1991) iznosi tvrdnju da su parazitoide autohtonih *Phyllonorycter* vrsta preadaptirani na novounesene vrste istoga roda. Unašanje stranih vrsta u nova područja predstavlja priliku za proučavanje procesa prilagodbe autohtonih parazitoida na nove domaćine, čime se može predvidjeti uspjeh kolonizacije nove invazivne vrste. Kako se Europom posljednjih desetljeća proširilo nekoliko stranih vrsta lisnih minera, tako su i brojnija istraživanja procesa prilagodbe autohtonih parazitoida na te nove vrste (MEY 1991; GODFRAY i sur. 1995; GRABENWEGER 2003; GRABENWEGER i sur. 2005; STOJANOVIĆ i MARKOVIĆ 2005; GIRARDOZ i sur. 2006; VOLTER i KENIS 2006; GIRARDOZ i sur. 2007, KLUG i sur. 2008; CSOKA i sur. 2009; GRABENWEGER i sur. 2010;)

Hrvatska ima bogatu faunu lisnih minera drvenastog bilja (MATOŠEVIĆ i sur. 2008; MATOŠEVIĆ i sur. 2009), a sastavni dio te faune su strane i invazivne vrste u šumama i urbanim područjima (MATOŠEVIĆ 2007, MATOŠEVIĆ i PERNEK 2011). Do sada u Hrvatskoj nije bilo istraživanja parazitoidskog kompleksa domaćih vrsta lisnih minera i prilagodbe tih kompleksa na novo unesene strane vrste unesene unatrag nekoliko desetljeća.

Čimbenici koji utječu na bogatstvo vrsta parazitoida nekog herbivornog domaćina su stupanj taksonomske i ekološke sličnosti između potencijalnih domaćina (GODFRAY 1994; HAWKINS 1994). Tako su za ovo istraživanje odabrani ekološki i taksonomski slične vrste u šumskim ekosustavima i urbanom području.

*Phyllonorycter roboris* (Zeller), *Phyllonorycter quercifoliella* (Zeller) (obje vrste Lepidoptera, Gracillariidae) i *Tischeria ekebladella* (Bjerkander) (Lepidoptera, Tischeriidae) su autohtone i najbrojnije vrste minera na hrastovima lužnjaku (*Quercus robur* L.) i kitnjaku (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl., a *Phyllonorycter klemannella* (Fabricius) (Lepidoptera, Gracillariidae) je autohtoni lisni miner na crnoj johi (*Alnus glutinosa* L.) u Hrvatskoj (MATOŠEVIĆ 2007a; MATOŠEVIĆ i sur. 2008, MATOŠEVIĆ i sur. 2009). *Phyllonorycter robiniella* (Clemens) i *Parectopa robinella* (Clemens) (obje vrste Lepidoptera, Gracillariidae) su strane vrste lisnih minera na bagremu (*Robinia pseudoacacia* L.) i rasprostranjeni

su u šumama hrasta lužnjaka i kitnjaka gdje dolazi i bagrem (MATOŠEVIĆ 2007; MATOŠEVIĆ i PERNEK 2011). *Phyllonorycter platani* (Staudinger) (Lepidoptera, Gracillariidae), miner na platani (*Platanus x acerifolia* (Aiton) Willd) je već početkom 20. stoljeća počeo širenje i do danas je vrsta rasprostranjena u cijeloj Europi, uključujući i Hrvatsku (BOGAVAC 1959; ŠEFROVA 2001; MATOŠEVIĆ 2004; MATOŠEVIĆ 2007). *Cameraria ohridella* Deschka & Dimić (Lepidoptera, Gracillariidae), miner na divljem kestenu (*Aesculus hippocastanum* L.) je početkom 80-tih godina 20. stoljeća počeo invazivno širenje Europom (FREISE i sur. 2002), a prvi nalaz vrste u Hrvatskoj je onaj iz Zagreba 1989. godine (MACELJSKI i BERTIĆ 1995). *Phyllonorycter leucographella* (Zeller) (Lepidoptera, Gracillariidae), miner na vatrenom trnu (*Pyracantha coccinea* M. Roem.) se od 1970. godine širi Europom, a u Hrvatskoj je prvi puta vrsta registrirana 2002. godine (MATOŠEVIĆ 2004).

Ovo istraživanje imalo je nekoliko ciljeva: a) utvrditi da li su se na nove strane vrste u fauni lisnih minera Hrvatske prilagodili autohtoni parazitoide; b) utvrditi da li su ti parazitoide generalisti ili specijalizirane vrste; c) utvrditi da li domaće i strane vrste lisnih minera sličnih bioekoloških svojstava imaju slične parazitoidske komplekse.

## Materijali i metode rada

### Materials and methods

#### Lokaliteti i razdoblje istraživanja – Field sites

Lokaliteti sakupljanja uzoraka odabrani su glede staništa biljke domaćina lisnog minera: divlji kesten, platana i vatrene trn rasti u urbanom području te su listovi s minama sakupljeni na više lokaliteta na području Zagreba, u drvoredima i živicama.

Uzorci listova s minama s hrasta lužnjaka, bagrema i joha sakupljeni su u park šumama na području Zagreba i u šumi hrasta lužnjaka na području Jastrebarskog.

Ovo istraživanje odvijalo se tijekom 2004., 2005. i 2006. godine.

#### Sakupljanje uzoraka lisnih minera i uzgoj parazitoida – Leaf miner collections and parasitoid rearings

Za istraživanje su odabrane, po brojnosti mina, najzastupljenije vrste domaćih lisnih minera (MATOŠEVIĆ 2007a), *P. roboris*, *P. quercifoliella*, *T. ekebladella*, *P. klemannella* i strane vrste *P. robiniella*, *Pa. robiniella*, u šumskim sastojinama, te strane vrste *C. ohridella*, *P. leucographella* i *P. platani* u urbanim područjima-parkovima i drvoredima.

Listovi s minama su sakupljeni s donjeg dijela krošnje stabala (<2,5 m), a za minere *T. ekebladella*, *P. roboris* i *P. quercifoliella* i s mladih biljaka hrasta lužnjaka (biljke visine do

1 m). Kod vatrenog trna listovi su sakupljeni sa cijele visine grma. Intenzivan pregled biljaka domaćina lisnih minera rađen je tijekom vegetacijskog perioda, tijekom jeseni je sakupljano otpalo lišće s minama vrsta *T. ekebladella*, *P. roboris*, *P. quercifoliella*, a tijekom zime je sakupljano lišće s minama vrste *P. leucographella*.

Listovi su sakupljeni ovisno o biologiji lisnog minera, a nastojalo se sakupiti mine svake generacije u stadiju kukuljice. Mine nisu otvarane, nego su u entomološkom laboratoriju Hrvatskog šumarskog instituta listovi odvojeni prema vrsti lisnog minera i stavljeni u staklene boce začepljene s pokrovom od celulozne vate. Ukoliko su sakupljene mine prve generacije, boce su stavljane u laboratorij na sobnu temperaturu, a mine druge generacije u kojima kukuljica prezimljava stavljene su u natkriti vanjski insektarij, gdje su prezimile na vanjskim temperaturama.

Veličina uzoraka ovisila je o gustoći populacije svakog lisnog minera i iznosila je 2223 mine za *P. platani*, 2495 za *C. ohridella*, 595 za *P. roboris*/*P. quercifoliella*, 907 za *T. ekebladella*, 1690 za *Pa. robiniella*, 1249 za *P. robiniella*, 1869 za *P. klemannella* i 1245 za *P. leucographella*.

Mine vrsta *P. roboris* i *P. quercifoliella* nisu odvajane zbog velike sličnosti te mogućnosti točne determinacije vrste samo pomoću kukuljice i imaga. Kako se otvaranjem mine i manipulacijom kukuljice ne bi utjecalo na njezin daljnji razvoj, vrste su zajedno uzete u uzorak, jer ukoliko više od jedne vrste minera istoga roda (u ovom slučaju *P. roboris* i *P. quercifoliella*) žive na istom domaćinu, njihovi podaci mogu se kombinirati. Takvi domaćini obično imaju iste vrste parazitoidea (Askew 1980).

Determinaciju parazitoidea napravio je dr. sc. George Melika u Sistematskom parazitološkom laboratoriju, Tanakajd, Mađarska gdje su parazitoide i pohranjeni. Determinirani parazitoide prikazani su do razine porodice, roda i vrste po domaćinima.

Taksonomska klasifikacija lisnih minera rađena je prema GREGOR i PATOČKA (2001); PATOČKA i TURČANI (2005); DE PRINS i DE PRINS (2005), ELLIS (2007), FAUNA EUROPAEA (2011).

### Indeksi diverziteta – Diversity indices

Za svaki parazitoidski kompleks lisnog minera izračunat je koeficijent dominacije (D), Shannonov indeks diverziteta (H) i ujednačenosti vrsta (E). To su indeksi diverziteta koji daju bolju informaciju o sastavu neke zajednice od samog broja prisutnih vrsta, jer u obzir uzimaju i relativnu abundanciju različitih vrsta. U ovom istraživanju jednu zajednicu pretstavlja jedna vrsta domaćin tj. vrsta lisnog minera koja ima svoj parazitoidski kompleks.

Koeficijent dominacije D parazitoidskog kompleksa računa se:  $D = 100(S_s/S)$  gdje  $S_s$  označava ukupan broj primjeraka

pojedine vrste parazitoidea, S ukupan broj svih jedinki parazitoidea jedne vrste lisnog minera (HRAŠOVEC 1997, LEWIN i SMOLINSKI 2006).

Shannonov indeks diverziteta H korišten je za objašnjavanje raznolikosti vrsta unutar parazitoidskog kompleksa jedne vrste lisnog minera. Taj se indeks računa:  $H = -\sum p_i \log p_i$  gdje je N = ukupni broj nađenih individua svih vrsta parazitoidea jednog domaćina,  $n_i$  = broj jedinki jedne vrste parazitoidea,  $p_i$  = odnos ( $n_i/N$ ) (ASKEW 1980).

Shannonov indeks E je indeks ujednačenosti vrsta unutar neke zajednice, a u ovom istraživanju primijenjen je za računanje ujednačenosti vrsta parazitoidea unutar jedne vrste lisnog minera. Taj indeks se računa:  $E = H/\log s$  gdje je H = Shannonov indeks diverziteta, s = broj nađenih vrsta parazitoidea jednog domaćina (ASKEW 1980).

Klaster analiza za usporedbu sličnosti između parazitoidskih kompleksa domaćih i stranih vrsta napravljena je pomoću softvera Statistica 6.1, Statsoft.

## Rezultati rada Results

Ovo istraživanje temelji se na usporedbi faune parazitoidea različitih domaćina. Rezultati su dobiveni na temelju ukupnih podataka o vrstama parazitoidea dobivenih iz masovnog uzgoja mina svakog domaćina, sakupljenih s različitih lokaliteta u različito vrijeme. Zbog ovakvog načina uzgoja parazitoidea, ovo istraživanje ne daje detaljan uvid u sezonski raspored vrsta unutar parazitoidskog kompleksa, postotak parazitiranosti i stvarni utjecaj parazitoidea na mortalitet domaćina, nego samo uvid u kvalitativni sastav parazitoidskog kompleksa svake istraživane vrste lisnog minera.

U Tablici 1 prikazan je koeficijent dominacije (D) za svaku nađenu vrstu parazitoidea prema domaćinima, a to su vrste lisnih minera. Za svaku vrstu lisnog minera navedene su i biljka domaćin, tip mine i broj generacija godišnje, što su bitne karakteristike za interpretaciju podataka.

Tablica 2 prikazuje vrijednosti Shannonovog indeksa diverziteta H i Shannonovog indeksa ujednačenosti vrsta E za parazitoidske komplekse istraživanih lisnih minera, a poredani su od najvećeg prema najmanjem H. Vrijednosti za *P. roboris* i *P. quercifoliella* prikazani su zajedno zbog velike sličnosti mina, a ukoliko više od jedne vrste istog minera istoga roda žive na istom domaćinu, njihovi podaci mogu se kombinirati, jer takvi domaćini obično imaju iste vrste parazitoidea (ASKEW 1980).

Slika 1 prikazuje grupiranje vrsta minera prema sličnosti njihovih parazitoidskih kompleksa. Klaster analiza povezuje parove domaćina prema sličnosti, a kao varijabla za klasifikaciju korišten je broj i vrsta parazitoidea po domaćinu.

**Tablica 1:** Koeficijent dominacije (D) za nađene vrste parazitoida za lisne minere domaćine tijekom istraživanja od 2004–2006. godine

Table 1 Domination index (D) of parasitoid species found for researched leafminer species 2004–2006

Vrsta lisnog miner / Leaf miner species	Phyllonorycter platani	Cameraria ohridella	P. roboris/ P. quercifolia	Tischeria ekebladella	Parectopa robinella	Phyllonorycter robinella	Phyllonorycter klemmella	Phyllonorycter leucographella
Biljka domaćin / Host plant	Platanus x acerifolia.	Aesculus hippocastanum	Quercus sp.		Robinia pseudoacacia		Alnus glutinosa	Pyracantha coccinea
Donjopovršinska (D) ili gornjopovršinska (G) mina Lower (D) or upper surface(G) mine	D	G	D	G	G	D	D	G
Broj generacija godišnje / Number of generations per year	3	3	2	2	2	2	2	2
Vrsta parazitoida / Parasitoid species	Koeficijent dominacije (D) / Domination index (D)							
<b>Chalcidoidea</b>								
<b>Encyrtidae</b>			4.64	6.57			72.29	
<b>Eulophidae: Eulophinae</b>								
<i>Cirrospilus lynceus</i> (Walker)	0.38		7.95	4.38			1.20	3.16
<i>Cirrospilus</i> sp.		0.61						1.05
<i>Elachertus</i> sp.	0.19			0.73	11.11			
<i>Phygadeuon pectinicornis</i> (L.)			3.97		11.11	5.15	5.06	
<i>Phygadeuon agraulis</i> (Walker)			1.32	1.46				
<i>Phygadeuon</i> sp.	3.01	12.16	0.66	13.87	11.11		0.72	3.16
<i>Sympiesis sericeicornis</i> (Nees)	0.56	0.61	13.25	0.73		7.22	4.58	
<i>Sympiesis gordius</i> (Walker)						1.03		
<i>Sympiesis</i> sp.	0.56		1.99			1.03	0.48	
<b>Eulophidae: Entedoninae</b>								
<i>Achrysocharoides cilla</i> (Walker)			14.57			79.38		
<i>Chrysocharis pentheus</i> (Walker)	0.38	1.52	23.84	9.49			1.45	2.11
<i>Chrysocharis</i> sp.				8.76				
<i>Closterocerus trifasciatus</i> (Westw.)	0.19	16.41		15.33	33.33			
<i>Closterocerus formosus</i> (Westw.)	1.51		1.32					
<i>Closterocerus</i> sp.	0.56	0.91	9.27	3.65	5.56		1.45	15.79
<i>Pediobius pyrgo</i> (Walker)			0.66					
<i>Pediobius saulius</i> (Walker)	60.45	30.09	1.99	2.19			0.48	7.37
<b>Eulophidae: Tetrastichinae</b>								
<i>Aprostocetus</i> sp.			1.99	1.46			0.48	
<i>Baryscapus nigroviolaceus</i> (Nees)		0.91	0.66			2.06		
<i>Minotetrastichus frontalis</i> (Nees)	8.85	35.56	3.97	21.90	22.22	4.12	4.82	2.11
<i>Minotetrastichus platanellus</i> (Mercet)	21.28							
<b>Eupelmidae: Eupelminae</b>								
<i>Eupelmus urozonus</i> (Dalman)		1.22	0.66					
<i>Eupelmus</i> sp.				0.73				
<b>Ormyridae</b>								
<i>Ormyrus</i> sp.				2.74				
<b>Pteromalidae: Pteromalinae</b>								
<i>Pteromalus</i> sp.	1.13							
<b>Torimidae: Toriminae</b>								

Tablica 1: nastavak

Table 1 continued

Vrsta lisnog minera / Leaf miner species	<i>Phyllonorycter platani</i>	<i>Cameraria ohridella</i>	<i>P. roboris/ P. quercifoliella</i>	<i>Tischeria ekebladella</i>	<i>Parectopa robinella</i>	<i>Phyllonorycter robinella</i>	<i>Phyllonorycter klemannella</i>	<i>Phyllonorycter leucographella</i>
Biljka domaćin / Host plant	<i>Platanus x acerifolia.</i>	<i>Aesculus hippocastanum</i>	<i>Quercus sp.</i>		<i>Robinia pseudoacacia</i>		<i>Alnus glutinosa</i>	<i>Pyracantha coccinea</i>
Donjopovršinska (D) ili gornjopovršinska (G) mina Lower (D) or upper surface(G) mine	D	G	D	G	G	D	D	G
<i>Torymus sp.</i>				1.46				
<b>Ichneumonoidea</b>								
<b>Braconidae</b>				3.31	5.56			
<i>Ascogaster sp.</i>				0.73				
<i>Apanteles sp.</i>			1.99	4.38			6.02	65.26
<b>Braconidae: Macrocentrinae</b>	0.19							
<b>Ichneumonidae</b>								
<i>Diadegma sp.</i>				0.73				
<i>Gelis sp.</i>							0.24	
<b>Ceraphronoidea: Ceraphronidae</b>			1.99					
Ukupni broj parazitoida / Total number of parasitoids	531	329	151	146	18	112	415	105
Ukupni broj vrsta parazitoida / Total number of parasitoid species	15	10	20	21	7	7	14	8
Ukupni broj mina / Total number of mines	2223	2495	595	907	1690	1249	1869	1245

## Rasprava Discussion

Iz rezultata je vidljivo da svaki od promatranih lisnih minera ima određeni parazitoidski kompleks (Tablica 1).

Ukupno je nađeno 28 taksona parazitoida nadporodice Chalcidoidea (16 determiniranih do razine vrste, 10 do razine roda i 2 do razine porodice), 4 taksona nadporodice Ichneumonidae (sva 4 determinirana do razine roda) (Tablica 1). To odgovara istraživanju HAWKINSA (1994) koji navodi da u parazitoidskim kompleksima lisnih minera dominiraju parazitoidi nadporodice Chalcidoidea. Većina nađenih vrsta su generalisti, česte i brojne vrste na različitim vrstama lisnih minera reda Lepidoptera (ASKEW, SHAW 1979a; ASKEW, SHAW 1979b; CSOKA i sur. 2009). Nađeni parazitoidski kompleksi istraživanih vrsta su slični onima drugih istraživanja u Europi (MEY 1991, GODFRAY i sur. 1995 za *P. leucographella*; GIBOGINI i sur. 1996, STOJANOVIĆ I MARKOVIĆ 2005, CSOKA i sur. 2009 za *Pa. robinella* i *P. robinella*; MEY 1991, GODFRAY i sur. 1995; GIRARDOZ i sur. 2007 za *P. platani*; GIRARDOZ i sur. 2007, GRABENWEGER 2003; GRABENWEGER i sur. 2005, GIRARDOZ i sur. 2006, VOLTER I KENIS 2006 za *C. ohridella*).

Tablica 2: Shannonov indeks diverziteta (H) i ujednačenosti vrsta (E) za parazitoidske komplekse istraživanih lisnih minera, poredani od najvećeg prema najmanjem H

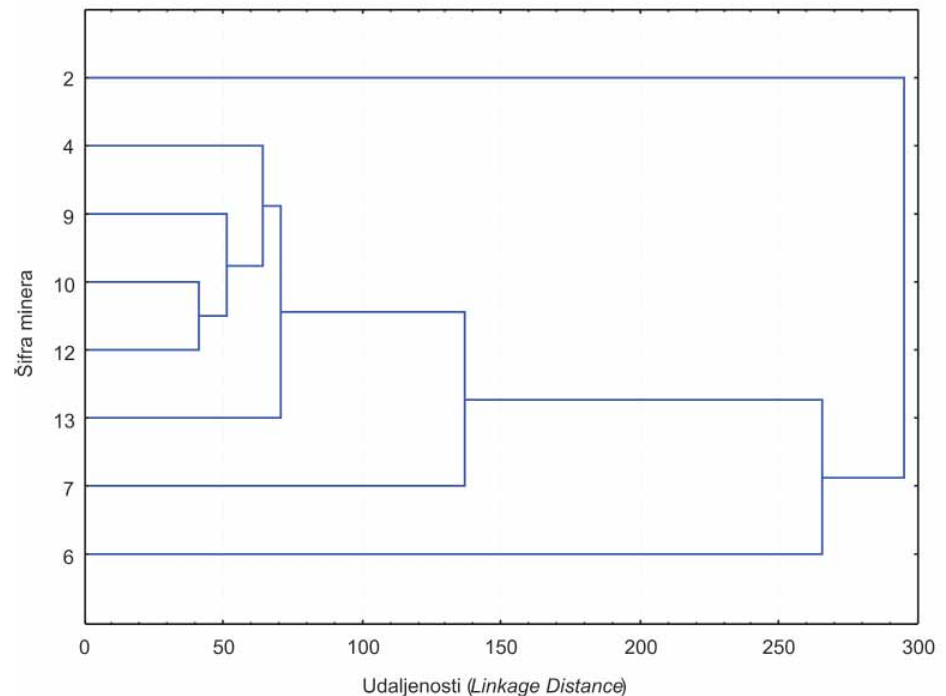
Table 2: Shannon's diversity index (H) and Shannon's evenness of species (E)

Vrsta lisnog minera / Leaf miner species	H	E
<i>Phyllonorycter roboris / P. quercifoliella</i>	2,460	0,821
<i>Tischeria ekebladella</i>	2,415	0,821
<i>Parectopa robinella</i>	1,754	0,901
<i>Phyllonorycter leucographella</i>	1,675	0,805
<i>Cameraria ohridella</i>	1,547	0,672
<i>Phyllonorycter platani</i>	1,270	0,469
<i>Phyllonorycter klemannella</i>	1,181	0,426
<i>Phyllonorycter robinella</i>	0,832	0,427

HAWKINS (1994) i GODFRAY (1994) iznose dvije hipoteze na temelju kojih se može odrediti jačina interakcije parazitoida i domaćina. Hawkinsova »hipoteza osjetljivosti« kaže da je primarni čimbenik koji utječe na broj vrsta parazitoida osjetljivost domaćina koja se opisuje kao mjera sakrivenosti domaćina u biljnim dijelovima u kojima žive.

**Slika 1:** Dendrogram dobiven klaster analizom prikazuje grupiranje vrsta minera prema sličnosti njihovih parazitoidskih kompleksa. Šifre lisnih minera su: 2-*Phyllonorycter klemannella*, 4-*Phyllonorycter leucographella*, 6-*Phyllonorycter platani*, 7-*Cameraria ohridella*, 9-*Phyllonorycter roboris/Phyllonorycter quercifoliella*, 10-*Tischeria ekebladella*, 12-*Parectopa robinella*, 13-*Phyllonorycter robinella*

**Figure 1:** Dendrogram from cluster analyses shows grouping of leaf miner species according to the similarities of their parasitoid assemblages. Numbers for leaf miner species: 2-*Phyllonorycter klemannella*, 4-*Phyllonorycter leucographella*, 6-*Phyllonorycter platani*, 7-*Cameraria ohridella*, 9-*Phyllonorycter roboris/Phyllonorycter quercifoliella*, 10-*Tischeria ekebladella*, 12-*Parectopa robinella*, 13-*Phyllonorycter robinella*



Bogatstvo vrsta parazitoida povećava se prema sljedećem nizu hranidbenih niša: ektofagni kukci – savijači – lisni mineri, odnosno pada prema nizu lisni mineri – drvaši/koraši – kukci na korijenju.

Ova hipoteza nastavak je istraživanja ASKEWA i SHAWA (1986) koji obrazlažu da bogatstvo parazitoida ovisi o »dostupnosti» i »uočljivosti» domaćina.

Godfrayeva hipoteza "homogenosti domaćina" (GODFRAY 1994) je nešto različita od Hawkinsove "hipoteze osjetljivosti" i ona kaže da se hranidbene niše razlikuju u svojoj homogenosti. Ta homogenost može biti ekološka ili taksonomska. On navodi da su lisni mineri zbog svog načina života i ishrane ekološki vrlo homogeni, što je dodatno potvrđeno i taksonomskom homogenošću jer većina vrsta spada u relativno mali broj porodica. Korisna je i usporedba s drugim endofitskim kukcima. Ose šiškarice (Hymenoptera, Cynipidae) su članovi velike taksonomski homogene grupe, ali velika varijabilnost u morfologiji šiški vodi k ekološkoj heterogenosti. ASKEW (1980) je uočio da na parazitoidske komplekse osa šiškarica utječu raznolikost veličine i oblika šiški, a takav tip raznolikosti ne utječe na lisne minere, jer među minama uglavnom vlada uniformnost. Ekološka homogenost domaćina omogućuje slobodnu razmjenu parazitoida između njih (HAWKINS 1994).

Na ove dvije hipoteze nadovezuje se i Askewova hipoteza (ASKEW 1980) po kojoj na stablima žive bogati i taksonomski slični kompleksi herbivornih kukaca u odnosu na zeljaste biljke. Takvi kompleksi privlače bogatu faunu parazitoida. Parazitoidi generalisti mogu napadati većinu vrsta, čime se povećava bogatstvo parazitoida svake pojedine vrste.

Na temelju Shannonovog indeksa diverziteta H (Tablica 2) vidljivo je da vrste *P. roboris/P. quercifoliella* imaju najraznolikiji parazitoidski kompleks. Po vrijednosti indeksa odmah iza njih nalazi se vrsta *T. ekebladella*. Ova se raznolikost parazitoidskog kompleksa može tumačiti time što su to mineri koji dolaze na hrastovima (lužnjaku i kitnjaku) koji imaju bogatu faunu lisnih minera roda *Phyllonorycter*. Dosadašnjim istraživanjem faune lisnih minera na hrastovima u Hrvatskoj je nađeno 14 vrsta lisnih minera (12 vrsta reda Lepidoptera i po 1 vrsta reda Coleoptera i Hymenoptera) (MATOŠEVIĆ i sur. 2008; MATOŠEVIĆ i sur. 2009). GREGOR i PATOČKA (2001) na listopadnim europskim hrastovima opisuju 15 vrsta roda *Phyllonorycter*. U ovom se primjeru mogu primijeniti Godfrayeve i Askewove hipoteze – radi se o biljci domaćinu koja je stablo s većim brojem vrsta lisnih minera koji su taksonomski i ekološki slični, i među njima dolazi do slobodne razmjene parazitoida. *P. roboris/P. quercifoliella* i *T. ekebladella* imaju najveći Shannonov indeks ujednačenosti vrsta (E) (Tablica 2). Ovi mineri nemaju niti jednu vrstu monofagnih, usko specijaliziranih parazitoida, a vrijednost koeficijenta E pada s prisutnošću većeg broja monofagnih parazitoida (ASKEW 1980). Svi mineri njihovog parazitoidskog kompleksa su polifagni parazitoidi generalisti koji napadaju većinu vrsta lisnih minera. Na veličinu koeficijenta H i E, odnosno na raznolikost parazitoidskog kompleksa utječe i to što su *P. roboris/P. quercifoliella* i *T. ekebladella* vrste koje su domaće u fauni lisnih minera Hrvatske i imaju stabilne parazitoidske komplekse. Iako navedeni mineri nemaju slične oblike i položaje mina (*T. ekebladella* ima gornjopovršinsku okruglastu minu, a *P. roboris/P. quercifoliella* donjopovršinsku šatorastu minu)

(MATOŠEVIĆ 2007), parazitoidski kompleksi su po svom sastavu, raznolikosti i ujednačenosti vrsta vrlo slični. Na temelju ovih podataka može se pretpostaviti da slične parazitoidske komplekse, njihovu raznolikost i ujednačenost vrsta imaju i druge vrste roda *Phyllonorycter* i *Tischeria* na hrastovima u Hrvatskoj.

*P. klemannella* je tijekom istraživanja bio najčešća domaća vrsta lisnog минера na johama. U odnosu na vrste *P. roboris*/*P. quercifoliella* i *T. ekebladella*, ovaj miner ima znatno niži Shannonov koeficijent diverziteta H i najniži koeficijent ujednačenosti vrsta E zbog izuzetne dominacije vrsta porodice Encyrtidae u uzorku (Tablica 1). ASKEW (1980) navodi jednu vrstu porodice Encyrtidae kao specifičnog parazitoida roda *Phyllonorycter* na johama.

*P. leucographella* i *C. ohridella*, dvije strane vrste u fauni lisnih minera Hrvatske imaju veće indekse diverziteta od domaće vrste *P. klemannella* i vrste *P. platani*, koja je već više od 50 godina prisutna u fauni minera Hrvatske (BOGAVAC 1959; ŠEFROVA 2001; MATOŠEVIĆ i sur. 2009). Ta se činjenica može tumačiti time što *P. platani* ima monofagnu specifičnu vrstu parazitoida *Minotetrastichus platanellus* (Mercet) (koeficijent dominacije 21,28 te najdominantniju vrstu *Pediobius saulius* (Walker) (izuzetno polifagan parazitoid) sa koeficijentom dominacije 60,45) (Tablica 1). Niti *P. leucographella* niti *C. ohridella* nemaju specifičnih parazitoida, nego se njihov parazitoidski kompleks sastoji isključivo od polifagnih parazitoida koji napadaju i druge vrste lisnih minera. *P. robiniella* također ima niski koeficijent ujednačenosti vrsta zbog parazitoida *Achrysocharoides cilla* (Walker) koji je bio najdominantiniji u uzorku (Tablica 1).

Iz dendrograma na temelju klaster analize (Slika 1) vidljivo je da *P. roboris*/*P. quercifoliella*, *P. robiniella*, *P. leucographella*, *Pa. robiniella* i *T. ekebladella* imaju najbliži kompleks. Vrlo su slični kompleksi *T. ekebladella* (domaća vrsta) i *Pa. robiniella* (strana vrsta) što se vjerojatno može protumačiti činjenicom da obje vrste imaju mine s gornje strane lista i da su sakupljane na lokalitetima gdje zajedno rastu i hrast i bagrem. Parazitoidi generalisti mogu slobodno prelaziti s vrste na vrstu jer traže sličan tip mina (gornjopovršinske bijele mine). Velika udaljenosti vrsta *P. klemannella* i *P. platani* može se tumačiti prisutnošću specifičnih monofagnih vrsta parazitoida i to u velikom broju u uzorcima (Tablica 1). Zanimljivo je promotriti i sličnost parazitoidskih kompleksa autohtonih vrsta (*P. roboris*/*P. quercifoliella*, *T. ekebladella*) i novounesenih stranih vrsta. Kompleksi pokazuju sličnosti, što ukazuje na pojavu prilagodbe polifagnih parazitoida na novounesene domaćine, u ovom primjeru *P. leucographella*, *P. robiniella*, *Pa. robiniella* i u nešto manjoj mjeri *C. ohridella*. Svi parazitoidi uzgojeni iz ovih uzoraka su generalisti, česte i brojne vrste na različitim vrstama lisnih minera reda Lepidoptera kojima su domaćini drvenaste biljne vrste (ASKEW i SHAW 1979a,

ASKEW i SHAW 1979b; MEY 1991; GIRARDOZ i sur. 2007; CSOKA i sur. 2009). Svi uzorci *P. robiniella* i *Pa. robiniella* uzimani su na lokalitetima u ili u blizini hrastovih šuma u kojima su vrste rodova *Phyllonorycter* i *Tischeria* vrlo česte i brojne. Dendrogram pokazuje velike sličnosti između parazitoidskih kompleksa ovih vrsta. Jedina je razlika što je raznolikost vrsta parazitoida na hrastovim lisnim minerima bila veća nego na bagremovim minerima (Tablica 2). Vjerojatno su neke vrste parazitoida bolje specijalizirane na hrastove minere i još nije došlo do popune izmjene parazitoida među različitim domaćinima.

Ovim istraživanjem registrirano je 10 vrsta parazitoida minera *C. ohridella*, što se prema nađenim vrstama (kvalitativno) poklapa s istraživanjima drugih autora (GRABENWEGER i LETHMAYER 1999; FREISE i sur. 2002; BALASZ i sur. 2002; DAUTBAŠIĆ i FESTIĆ 2005; GIRARDOZ i sur. 2006, GIRARDOZ i sur. 2007), a posebice GRABENWEGER i sur. (2005) koji parazitoidski kompleks istražuju i na uzorcima iz Hrvatske (Zagreb, Bjelovar i Pula). GRABENWEGER i sur. (2005) registriraju 7 vrsta parazitoida za lokalitet Zagreb, što je najbolje usporediv podatak za ovo istraživanje i po lokalitetu i po duljini istraživanja (3 godine). Ovim istraživanjem nađene su vrste *Baryscapus nigroviolaceus* (Nees), *Chrysocharis pentheus* (Walker) i *Closterocerus trifasciatus* (Westw.) koje GRABENWEGER i sur. (2005) ne registriraju za područje Zagreba. Vrsta *B. nigroviolaceus* registrirana je još kod 2 vrste roda *Phyllonorycter* (*P. roboris*/*P. quercifoliella*, *P. robiniella*), što bi moglo ukazivati na prilagodbu ove vrste parazitoida na vrstu *C. ohridella*. Ovim istraživanjem se potvrđuju rezultati istraživanja VOLTER i KENIS (2006), GIRARDOZ i sur. (2007) i GRABENWEGER i sur. (2010) koji navode da je osnovna razlika između parazitoidskog kompleksa vrste *C. ohridella* na Balkanu i u ostalim europskim zemljama veća prisutnost vrste *P. saulius* na Balkanu koji uzrokuje i nešto veću parazitiranost vrste nego drugdje u Europi. *P. saulius* je i u ovom istraživanju bio druga najbrojnija vrsta u uzorcima (nakon vrste *Minotetrastichus frontalis* (Nees)) s koeficijentom dominacije 30,09.

Uspoređujući parazitoidske komplekse domaćih vrsta roda *Phyllonorycter* i stranih vrsta s različitim morfološkim obilježjima mine (*Pa. robiniella* i *C. ohridella*), vidljivo je da će se na strane, novounesene vrste prvo prilagoditi ekstremno polifagne vrste parazitoida i da će se taj parazitoidski kompleks postupno širiti na druge polifagne vrste. Monofagne specijalizirane vrste (npr. *Minotetrastichus platanellus*) će vremenskim odmakom slijediti areal svog domaćina (MEY 1991; GODFRAY i sur. 1995) ili će biti unesene zajedno s domaćinom (PERNEK i MATOŠEVIĆ 2009).

To potvrđuju i istraživanja GODFRAY et al. (1995) koji istražuju parazitoidski kompleks novo unesene vrste u Englesku, *P. leucographella*. Na toj se vrsti u manje od 10 go-

dina stvorio parazitoidski kompleks, koji se ne razlikuje od onoga autohtonih domaćina istoga roda što potvrđuje i ovo istraživanje, jer i u Hrvatskoj *P. leucographella* ima vrlo sličan parazitoidski kompleks onome kod autohtonih lisnih minera (Tablica 1, Slika 1), a po vrijednosti Shannonovog indeksa diverziteta vrsta H i indeksa ujednačenosti vrsta E nalazi se odmah iza *P. roboris*/*P. qercifoliella* i *T. ekebladella* (Tablica 2).

## Zaključak

### Conclusion

Strane i invazivne vrste smatraju se jednim od značajnih štetnih čimbenika u različitim ekosustavima (LOCKWOOD i sur. 2007). Ovo istraživanje pokazalo je da domaći i strane vrste lisnih minera imaju raznolike parazitoidske komplekse i da će se nakon unašanja na novog domaćina relativno brzo prilagoditi domaći vrste polifagnih parazitoida. To će sigurno imati utjecaj na gustoću njihovih populacija i eventualne štete. Ovakav tip prilagodbe je mogući model koji će se ponoviti kod drugih stranih i invazivnih vrsta u Hrvatskoj.

## Zahvala

### Acknowledgment

Autori zahvaljuju Blaženki Ercegovac na pomoći pri uzgoju parazitoida i Hrvoju Marjanoviću na pomoći pri izradi dendrograma klaster analize.

## Literatura

### References

- Askew, R. R. 1980: The diversity of insect communities in leaf-mines and plant galls. *J Anim Ecol* 49, 817–29.
- Askew, R. R. 1994: Parasitoids of leaf-mining Lepidoptera: What determines their host range? *Parasitoid Community Ecology* (ed. by B. A. Hawkins and W. Sheehan), pp. 177 – 204. Oxford University Press, New York.
- Askew, R. R.; M. R. Shaw, 1979a: Mortality factors affecting the leaf-mining stages of *Phyllonorycter* (Lepidoptera, Gracillariidae) on oak and birch 1. Analysis of the mortality factors. *Zool J Linn Soc-Lond*, 67:31–49.
- Askew, R. R.; M. R. Shaw, 1979b: Mortality factors affecting the leaf-mining stages of *Phyllonorycter* (Lepidoptera, Gracillariidae) on oak and birch. 2. Biology of parasite species. *Zool J Linn Soc-Lond*, 67: 51–64.
- Askew, R. R., M. R. Shaw, 1986: Parasitoid community structures: their size, structure and development. In *Insect Parasitoids*, ed. J. Waage & D. Greathead, Academic Press, 225–264, London.
- Balasz, K., S. Thuroczy S., G. Ripka, 2002: Parasitoids of horse chestnut leaf miner *Cameraria ohridella* Deschka et Dimic, 1986. *Parasitic Wasps: Evolution, Systematics, Biodiversity and Biological Control* (ur: G. Melika, C. Turoczy). 405–412.
- Bogavac, M., 1959: Platanov miner – *Lithocolletis platani* Stgr. (Lepidoptera, Gracillariidae). *Zaštita bilja* 51/1959, Beograd.
- Csóka G., Z. Péntzes, A. Hirka, I. Mikó, D. Matošević, G. Melika, 2009: Parasitoid assemblages of two invading black locust leaf miners, *Phyllonorycter robiniella* and *Parectopa robiniella* in Hungary. *Periodicum Biologorum* Vol. 111, No 4, 405–411., Zagreb.
- Dautbašić M, H. Festić, 2005: Istraživanje parazitoidskog kompleksa *Cameraria ohridella* Deschka & Dimic, 1986 (Lepidoptera, Gracillariidae) u Bosni i Hercegovini. *Radovi Poljoprivrednog fakulteta Univerziteta u Sarajevu*, God. L, br 55/2005, 7–12
- Davis, M. A., 2009: *Invasion biology*. Oxford University Press, 244 str., Oxford.
- De Prins W., J. De Prins, 2005: Gracillariidae (Lepidoptera). *World Catalogue of Insects* 6: 502 str.
- Ellis W. N., 2007: *Nederlandse bladmineerders/Dutch Leafminers*, dostupno na <http://bladmineerders.nl>, 15/5/2012.
- Fauna Europaea, 2011: *Fauna Europaea version 2.4*. dostupno na <http://www.faunaeur.org>, 15/5/2012.
- Freise, J. F., W. Heitland, I. Tosevski, 2002: Parasitism of the horse chestnut leaf miner, *Cameraria ohridella* Deschka and Dimic (Lep., Gracillariidae), in Serbia and Macedonia. *Anz. Schädlingkunde* 75, 152–157.
- Gibogini, B.; A. Alma, A. Arzone, 1996: Ricerche bio-etologiche su Imenotteri della biocenosi di *Phyllonorycter robiniellus* (Clemens) (Lepidoptera, Gracillariidae). *Boll. Zool. agr. Bachic. Ser. II*, 28 (1), 1996: 13–22.
- Girardoz, S., M. Kenis, D. L. Quicke, 2006: Recruitment of native parasitoids by an exotic leaf miner, *Cameraria ohridella*: host-parasitoid synchronization and influence of the environment *Agric For Entomol* 8, 49–56.
- Girardoz, S., L. Volter, R. Tomov, D. L. J. Quicke, M. Kenis, 2007: Variations in parasitism in sympatric populations of three invasive leaf miners. *J Appl Entomol* 131 (9–10), 603–612.
- Godfray, H. C. J., 1994: *Parasitoids: Behavioral and Evolutionary Ecology*. Princeton University Press, 461 str., Princeton.
- Godfray, H. C. J., D. J. L.; Agassiz, D. R. Nash, J. H. Lawton, 1995: The recruitment of parasitoid species to two invading herbivores. *J Anim Ecol* 64, 393–402.
- Grabenweger, G., 2003: Parasitism of different larval stages of *Cameraria ohridella*. *BioControl* 48: 671–684.
- Grabenweger G., C. Lethmayer 1999: Occurrence and phenology of parasitic Chalcidoidea on the horse chestnut leafminer *Cameraria ohridella* Deschka & Dimic (Lep. Gracillariidae). *J Appl Ent* 123, 257–260.
- Grabenweger, G., N. Avtzis, S. Girardoz, B. Hrasovec, R. Tomov, M. Kenis, 2005: Parasitism of *Cameraria ohridella* (Lepidoptera, Gracillariidae) in natural and artificial horse-chestnut stands in the Balkans. *Agric For Entomol*. 7, 291–296.
- Grabenweger G., P. Kehrl, I. Zweimüller, S. Augustin, N. Avtzis, S. Bacher, J. Freise, S. Girardoz, S. Guichard, W. Heitland, C. Lethmayer, M. Stolz, R. Tomov, L. Volter, M. Kenis, 2010: Temporal and spatial variations in the parasitoid complex of the horse chestnut leafminer during its invasion of Europe. *Biol Invasions* 12:2797–2813.
- Gregor, F., J. Patočka 2001: Die Puppen der mitteleuropäischen Lithocolletinae (Insecta: Lepidoptera: Gracillariidae). *Mitt. internat. entomol. Ver. Supplement VIII*. Frankfurt a. M.



- Hawkins, B. A. 1994: Pattern and Process in Host-Parasitoid Interactions. Cambridge University Press. Cambridge.
- Hawkins, B. A., Lawton, J. H. 1987: Species richness for parasitoids of British polyphagous insects. *Nature*, 326, 417–423.
- Hrašovec, B. 1997: Entomofauna češera obične jele (*Abies alba* Mill.), obične smreke (*Picea abies* Karst) i crnoga bora (*Pinus nigra* Arn.) na području Hrvatske. Disertacija. Šumarski fakultet Zagreb.
- Klug T., R. Meyhöfer, M. Kreye, M. Hommes, 2008: Native parasitoids and their potential to control the invasive leafminer, *Cameraria ohridella* DESCH. & DIM. (Lep.: Gracillariidae). *Bulletin of Entomological Research* 98, 379–387.
- Levin, I., A. Smolinski, 2006: Rare, threatened and alien species in the gastropod communities in the clay pit ponds in relation to the environmental factors (The Ciechanowska Upland, Central Poland). *Biodiversity & Conservation* 15: 3617–3635.
- Lockwood, J. L., M. F. Hoopes, M. P. Marchetti, 2007: Invasion ecology. Blackwell Publishing, 304 str.
- Maceljki, M., D. Bertić, 1995: Kestenov moljac miner – *Cameraria ohridella* Deschka&Dimić (Lep., Lithocolletidae) – novi opasni štetnik u Hrvatskoj. *Fragmenta phytomedica et herbológica*, Vol. 23 No. 2, 9–18.
- Matošević, D., 2004: Štetni kukci drvenastih biljnih vrsta zelenila Zagreba. *Rad. Šumar. inst. Jastrebar.* 39(1), 37–50.
- Matošević, D., 2007: Prvi nalaz vrste *Phyllonorycter issikii* i rasprostranjenost invazivnih vrsta lisnih minera iz porodice Gracillariidae u Hrvatskoj. *Rad. Šumar. inst. Jastrebar.* 42(2):127–142., Jastrebarsko.
- Matošević, D., 2007a: Lisni mineri drvenastog bilja u Hrvatskoj i njihovi parazitoide. Disertacija. Šumarski fakultet Zagreb.
- Matošević, D., 2007b: Neke biološke osobitosti lisnih minera. *Rad. – Šumar. inst. Jastrebar.* 42 (1): 47–66., Jastrebarsko.
- Matošević, D., M. Pernek, M. Županić 2008: Fauna lisnih minera na hrastovima (*Quercus* spp.) u Hrvatskoj i njihova štetnost. *Šumarski list* 11–12, CXXXII, 517–527, Zagreb.
- Matošević, D., M. Pernek, T. Dubravac, B. Barić 2009: Istraživanje faune lisnih minera drvenastog bilja u Hrvatskoj. *Šumarski list* 7–8, CXXXIII, 381–390, Zagreb.
- Matošević, D., M. Pernek, 2011: Strane i invazivne vrste fitofagnih kukaca u šumama Hrvatske i procjena njihove štetnosti. *Šumarski list, Šumarski list – Posebni broj* (2011), 264–271, Zagreb.
- Mey W. 1991: Über die bedeutung autochtoner Parasitoidkomplexe bei der rezenten Arealexpansion von vier *Phyllonorycter*-Arten in Europa (Insecta, Lepidoptera, Hymenoptera). *Mitt. Zool. Mus. Berl.* 67 (1991) 1, 177–194.
- Patočka, J., M. Turčani, 2005: Lepidoptera pupae. Central European Species. Apollo Books.
- Stojanović, A., Č. Marković, 2005: Parasitoid complex of *Phyllonorycter robiniella* (Clemens, 1859) (Lepidoptera, Gracillariidae) in Serbia. *J Pest Sci* 78: 109–114.
- Pernek M., D. Matošević, 2009: Bagremova muha šiškarica (*Obolodiplosis robiniae*) – novi štetnik bagrema i prvi nalaz parazitoide *Platygaster robiniae* u Hrvatskoj. *Šumarski list* br. 3–4, CXXXIII, 157–163., Zagreb.
- Šefrova, H., 2001: *Phyllonorycter platani* (Staudinger) – a review of its dispersal history in Europe (Lepidoptera, Gracillariidae). *Acta univ. agric. et sivic. Mendel. Brun., IL, No. 5*, 71–76.
- Šefrova, H. 2003: Invasions of Lithocolletinae species in Europe – causes, kinds, limits and ecological impact (Lepidoptera, Gracillariidae). *Ekologia (Bratislava)*, Vol. 22, No. 2, 132–142.
- Volter, L., M. Kenis, 2006: Parasitoid complex and parasitism rates of the horse chestnut leafminer, *Cameraria ohridella* (Lepidoptera: Gracillariidae) in the Czech Republic, Slovakia and Slovenia, *Eur J Entomol* 103: 365–370.

## Summary

Leaf miners support rich parasitoid assemblages and majority of these parasitoid species are generalists. Alien and invasive species are global problem and pose direct and indirect threat to ecosystem stability. Leafminers are very successful invaders and they build up their populations soon after establishment in a new area. Invaders escape from their native parasitoids and have competitive advantage over native species in new area. Native parasitoids adapt to new host and new parasitoid assemblages are established. Croatia has rich native leafminer fauna with recently added alien and invasive species. *Phyllonorycter roboris*, *Phyllonorycter quercifoliella*, *Tischeria ekebladella* on *Quercus robur* and *Q. petraea*, *Phyllonorycter klemannella* on *Alnus glutinosa* are native leafminers. *Phyllonorycter robiniella*, *Parectopa robinella* on *Robinia pseudoacacia*, *Phyllonorycter platani* on *Platanus* sp., *Cameraria ohridella* on *Aesculus hippocastanum* and *Phyllonorycter leucographella* on *Pyracantha coccinea* are recently introduced invasive species in Croatia.

In this research we tested the following hypotheses: a) native parasitoids have adapted to new hosts, b) these parasitoid species are generalists, c) native and alien species of leafminers with similar bioecological characteristics have similar parasitoid assemblages.

The sites of research were chosen according to the host plant sites, in forests and parks in Croatia. The research was carried out from 2004–2006. Leaves with mines were collected and kept in glass containers in outside insectary until emergence of parasitoids. For each parasitoid assemblage the diversity indices were calculated: Domination index (D), Shannon's diversity index H and evenness of species E. Cluster analyses for comparison of similarities of parasitoid assemblages was done.

In total, 28 taxa of parasitoids from the superfamily Chalcidoidea and 4 taxa from the superfamily of Ichneumonoidea have been found (Table 1). Table 1 shows domination index (D) for parasitoid species found for a host leaf miner. This research compares the parasitoid assemblages of different species of leafminers, the results have been obtained after mass rearings of parasitoids from different localities and different collection times and it does not give detailed insight into parasitism percentages and the seasonal distribution of parasitoid species within a parasitoid assemblage. Table 2 shows values of Shannon's diversity index H and evenness of species E, and Figure 1 shows dendrogram from cluster analyses grouping leaf miner species according to the similarities of their parasitoid assemblages.

The majority of parasitoid species found are generalist species found on other species of leaf miners from the order Lepidoptera. *P. roboris*/*P. quercifoliella* have the most diverse parasitoid assemblage (the highest H value) (Table 2) followed by *T. ekebladella*. Oaks support rich fauna of taxonomically and ecologically similar leaf miner species and free exchange of parasitoids is enabled among them. All the parasitoid species found on these leafminers are generalist. They also have the highest E value (Table 2) because they lack specific monophagous parasitoid species. *P. klemannella* has lower diversity indices H and E because of the dominance of specific parasitoids from Encyrtidae family. *P. platani* has two dominant parasitoid species *Minotetrastichus platanelus* and *Pediobius saulius*. Dendrogram shows that *P. roboris*/*P. quercifoliella*, *P. robiniella*, *P. leucographella*, *Pa. robiniella* i *T. ekebladella* have similar parasitoid assemblages. Very similar are *T. ekebladella* and *Pa. robiniella*, both host species grow on the same sites together (oak and black locust) and generalists can search for similar mines: white upper surface leaf mines. The greater linkage distance between *P. klemannella* i *P. platani* can be explained with the dominance of specific monophagous parasitoid species in the assemblage. The similarities between parasitoid assemblages of native (*P. roboris*/*P. quercifoliella*, *T. ekebladella*) and alien (*P. leucographella*, *P. robiniella*, *Pa. robiniella*, *C. ohridella*) leaf miner species show that the native generalist parasitoids have adapted to new hosts. Ten species of parasitoids have been found on *C. ohridella*, with *Pediobius saulius* and *Minotetrastichus frontalis* as two dominant species (Table 1). This research has shown that invasive leaf miner species in Croatia have recruited a parasitoid community similar to the native leaf miner species and that this process has occurred quite rapidly.

---

KEY WORDS: *Tischeria ekebladella*, *Parectopa robinella*, *Cameraria ohridella*, *Phyllonorycter* sp., diversity indices, polyphagous parasitoids, adaptation, new host