

Izvorni znanstveni članak  
*Original scientific paper*

Prispjelo - *Received*: 17.12.2003.  
Prihvaćeno - *Accepted*: 29.07.2003.

UDK: 630\* 459+414

Milan Pernek<sup>1</sup>, Boris Hrašovec<sup>2</sup>

## ISTRAŽIVANJE SELEKTIVNOSTI FEROMONSKIH PRIPRAVAKA I THEYSOHN® KLOPKI NAMIJENJENIH ULOVU SMREKINIH POTKORNJAKA

### THE RESEARCH OF SELECTIVITY OF PHEROMONE LURES AND THEYSOHN® BARRIER TRAPS BAITED FOR SPRUCE BARK BEETLES

#### SAŽETAK

U testiranju djelotvornosti feromonskih pripravaka i klopki namijenjenih smrekinim potkornjacima (*Ips typographus* L. i *Pityogenes chalcographus* L., Coleoptera; Scolytidae), važno mjesto zauzima selektivnost, odnosno svojstvo da pozitivan učinak feromonske klopke ne bude umanjen ulovom korisne predatorске i parazitoidne faune. Ovim se istraživanjem željelo vidjeti koliki je ulov predatorskih kornjaša u feromonskim klopkama s obzirom da uz ciljane vrsta potkornjaka predstavljaju najbrojniju skupinu u ulovima. Za provedbu pokusa korištena je klopka *Theysohn*® te komercijalni pripravci *Pheroprax*®, *Pheroprax-Ampula*®, *Chalcowit*®, *It-Ecolure*®, *PCIT-Ecolure*® i *Chalcoprax*®.

Ukratko su opisane najčešće vrste i porodice ulovljenih predatora potkornjaka. Rezultati ukazuju kako ulovi nepoželjnih vrsta kornjaša nisu problematični, osim u primjeru pripravka *Chalcowit*®. Komparativni rezultati ulova *Theysohn*® klopki kao kontrole, ukazuje na njihovu visoku selektivnost i povoljan dizajn za ulov ciljanih vrsta potkornjaka.

**Ključne riječi:** *Ips typographus*, *Pityogenes chalcographus*, feromonska klopka, selektivnost, antagonisti, predatori.

<sup>1</sup>Mr. sc. Milan Pernek, Šumarski institut, Jastrebarsko

<sup>2</sup>Dr. sc. Boris Hrašovec, Šumarski fakultet, Zagreb

## UVOD

### INTRODUCTION

U hrvatskom se šumarstvu od feromonskih pripravaka dostupnih tržištu najviše koriste oni namijenjeni smrekinim potkornjacima *Ips typographus* L. - smrekinom pitaru i *Pityogenes chalcographus* L. - šesterozubom smrekinom potkornjaku (Coleoptera; Scolytidae). U testiranju djelotvornosti ovih pripravaka važno mjesto zauzima svojstvo selektivnosti, odnosno pojava da istovremeni ulov njihovih prirodnih neprijatelja u određenoj mjeri smanjuje konačni uspjeh. Uglavnom se radi o predatorskim kornjašima (Coleoptera) i parazitoidnim opnokrilcima (Hymenoptera). Oni su privučeni istim mirisom iz feromonskog pripravka kao i potkornjaci, s time da za njih ovi predstavljaju kairomone (BORDEN 1977). Mnoga istraživanja u svijetu bave se problemom selektivnosti i nije rijedak slučaj da se baš radi ovog svojstva neki feromonski pripravci ne smatraju dovoljno dobrim za praktičnu uporabu suzbijanja populacija potkornjaka (BAIER 1994; LOBINGER & FEICHT 1998; PAVLIN 1991).

Temeljem rezultata provedenog istraživanja, PERNEK (2002) za lov smrekinih potkornjaka preporuča *Theysohn*® klopku, jer je pokazala višestruke prednosti u odnosu na druge testirane tipove klopki. Ovim se radom testira svojstvo selektivnosti te klopke u kombinaciji s različitim feromonskim pripravcima. Izdvojeno se analizira fauna kornjaša-predatora sakupljenih u zbirnim ulovima feromonskih klopki (zajedno s ciljanim vrstama potkornjaka). Sama količina prehrane neke predatorske vrste ne daje potpunu informaciju o njegovoj regulacijskoj sposobnosti. Uspješan i regulacijski važan predator mora imati sposobnost reakcije (pozitivna povratna sprega) na gustoću populacije domaćina koja može biti: brojčana (povećanje vlastite gustoće populacije) ili funkcijska (povećanje konzumacije). Ovo ima za posljedicu da među utvrđenim predatorima postoji tek manji broj vrsta koje su sposobne uspješno parirati porastu gustoće populacije njihova plijena. Poznavanje biologije i populacijske dinamike ovih kukaca nužan je preduvjet ispravnoj valorizaciji njihove uloge u šumskom ekosustavu. Stoga se u daljem tekstu daje kratki prikaz najčešće lovljenih predatora s aspekta njihove važnosti u prirodnoj regulaciji populacija potkornjaka. Ovaj rad ima za cilj utvrditi razinu selektivnosti za objektivno najučinkovitiji tip feromonske klopke, opremljene različitim feromonskim pripravcima i putem učešća neželjenog ulova dodatno vrednovati ukupni praktični učinak feromonske kompozicije u integriranoj zaštiti šuma.

## METODA RADA

### MATERIALS AND METHODS

Feromonske klopke tipa *Theysohn*® postavljene su u proljeće 1999. godine na lokalitetu Trakošćan. One su locirane na udaljenosti od 20m od rubnih stabala obližnje smrekove šume, s tim da je razmak između pojedinačnih klopki iznosio 15m. Pokus je postavljen u 4 ponavljanja, a udaljenost replikacija bila je 50m. U svakom ponavljanju postavljeno je 7 klopki u kojima se nalazio feromonski pri-

pravak te jedna bez feromona u svojstvu kontrole. Korištena su 4 feromonska pripravka za ulov smrekinog pisara (*Pheroprax*®, *Pheroprax-Ampula*®, *Chalcowit*®, *It-Ecolure*®) i 3 za šesterozubog smrekinog potkornjaka (*PCIT-Ecolure*®, *Chalco-prax*® i *Chalcowit*®).

Laboratorijska obrada tjedno sabranih, zamrznutih ili prosušenih uzoraka obavljena je u Šumarskom institutu Jastrebarsko.

Optičkim brojačem *Contador 220V/50 Hz-Pfeuffer* prebrojane su jedinke smrekinog pisara, a broj šesterozubog smrekinog potkornjaka utvrđen je metodom menzuriranja.

Za determinaciju svih kornjaša korišteni su ključevi (FREUDE i dr. 1965; GRÜNE 1979; PFEFFER 1995; REITER 1916), popisna lista reda Coleoptera (JELINEK 1993) te vlastita komparativna zbirka i dio zbirke Instituta za zaštitu šuma u Beču.

#### NAJZNAČAJNIJI KORNJAŠI PREDATORI SMREKINOG PISARA I ŠESTEROZUBOG SMREKINOG POTKORNJAKA

*THE MOST IMPORTANT COLEOPTERAN PREDATORS OF THE SPRUCE BARK  
BEETLES*

Postoji veliki broj zoofagnih kornjaša, od kojih su mnogi predatori potkornjaka. U tekstu koji slijedi ukratko su opisane tek one vrste koje redovito nalazimo u feromonskim klopkama. Izneseni podaci temeljeni su na literaturnim podacima i dosadašnjem iskustvu u provedbi različitih feromonskih istraživanja kod nas. Radi jasnijeg pregleda prikazat ćemo ih prema porodicama kornjaša kojima taksonomski pripadaju.

##### **Porodica Histeridae**

*Family Histeridae*

U Europi je poznato oko 100 vrsta iz ove porodice. Imago i larve su karnivori. Mnoge vrste žive pod korom stabala gdje se hrane larvama potkornjaka. Jako hitinizirano tijelo, koljenasta ticala te nepokriveni 6. i 7. segmenat zadka, značajke su ove porodice.

*Paromalus parallelepipedus* Hrbst. je crn, sjajan, tek 1,5-2,5mm veliki kornjaš koji ima usko i zaobljeno kompaktno tijelo s crvenim ticalima i nogama (Slika 1.). Živi pod korom stabala, najčešće tamo gdje se nalaze hodnici potkornjaka iz porodice Ipinae.

##### **Porodica Staphylinidae**

*Family Staphylinidae*

Mnoge vrste iz ove porodice su predatori. U literaturi se nabrajaju predatori potkornjaka *Placusa tachiporoides* Waltl., *Quedius* sp., *Nudobius lentus* Grav. (ZUMR 1983).

S preko 2000 vrsta, ova porodica kornjaša najbrojnija je u Europi. Njeni tipični predstavnici prepoznatljivi su po skraćenom pokrildu pa tako 4-5 zadnjih

tergita ostaje nepokriveno. Kao što je uobičajeno za predatore, imaju naprijed usmjerene i jake mandibule.

Determinacija vrsta kod ove je grupe kukaca vrlo teška. Za to treba specijalist koji sigurnu determinaciju može potvrditi tek preparacijom i usporedbom aedeagusa\*. Radi općenite ilustracije tipičnog predstavnika porodice u grafičkom prilogu prikazana je jedna od vrsta koja povremeno pridolazi u feromonskim lovnim klopka (Slika 2.).

### **Porodica Trogositidae**

*Family Trogositidae*

Prema nekim shvaćanjima porodica koja šire shvaćena obuhvaća i vrste iz posebne porodice Peltidae u Europi je zastupljena sa 10 vrsta raspoređenih u 9 rodova. Ličinke i odrasli oblici najvećeg broja vrsta žive u drvu već napadnutom gljivama truležnicama dok ima i vrsta koje žive kao predatori potkornjaka.

*Nemosoma elongatum* L. je kornjaš crne boje, izrazito duguljastog cilindričnog tijela, 2,5-3mm (Slika 3.). Glava ima osobit, duboki urez na čelu. Glava i vratni štit jednako su široki. Na prvoj trećini pokrivanja nalaze se žučkaste pjege. Ponekad se teško uočavaju, a rijetko nalazimo primjerke bez njih.

Imago i larva žive pod korom gdje se hrane manjim potkornjacima, naročito šesterozubim smrekinim potkornjakom.

### **Porodica Cleridae**

*Family Cleridae*

Imaga i ličinke su predatori ali ima i nekrofagnih vrsta. U središnjoj Europi zastupljeni su sa 29 vrsta među kojima se nalaze neke od najpoznatijih predatora potkornjaka.

*Thanasimus formicarius* L., mravasti kornjaš, je crno-bijelo-crveni kukac dugačak 7-10mm (Slika 4.), a njegova crvenkasta ličinka do 13mm. Imago i larva su vrlo važni predatori potkornjaka (WESLIEN i REGNADER 1992). Larva živi pod korom, a odrasli kukci rano u proljeće na kori traže potkornjake. Pritom imago mora stići na mjesto ubušivanja prije nego se potkornjaci zavuku pod površinu kore. Vrlo je aktivna i agresivna vrsta koja intenzivno traga za svojim plijenom. Radi svoje veličine i izrazitih predatorskih obilježja spada među najpoznatije grabežljivce poznate i širokom krugu šumara-specijalista u zaštiti šuma.

### **Porodica Nitidulidae**

*Family Nitidulidae*

Po biologiji pojedinih vrsta ovo je vrlo varijabilna skupina kornjaša. Mnogi autori ovu skupinu ne ubrajaju u predatore, jer za to ne postoje sigurni dokazi.

*Epurea pussila* Ill. crvenožuti, 2,3-3,5mm dugi kukac. Odozgo hrđast. 4. i 5. članak ticala jasno duži od širine. Žive u hodnicima gdje se larve i imaga prehranjuju potkornjacima.

*Epurea pygmaea* Gyll. 2,5-3,5mm dugi kukac, odozgo smeđe ili crvenkaste boje sa svjetlijim rubovima na pokrildu (Slika 5.). 4. i 5. članak ticala tek nezamjetno duži od širine.

*Ipidia quadrimaculata* Quems. je crni kornjaš dužine 4,5-5,5mm, duguljastog oblika, na pokrildu sa dvjema crvenkasto žutim mrljama (Slika 6.). Često se spominje kao predator potkornjaka.

*Pityophagus ferrugineus* L. je duguljasti, hrđasto crveni kukac, 4-6 mm. Vrh vratnog štita, glava i kraj pokrilda su tamniji. Vrlo često nalazimo ga u hodnicima potkornjaka.

### **Porodica Rhizophagidae**

#### *Family Rhizophagidae*

Ova porodica broji 14 vrsta koje su se nekad svrstavale u porodicu *Nitidulidae*. To su duguljasti kukci, dužine 2,5-5,5mm koji većinom žive pod korom gdje se hrane jajima, larvama i kukuljicama potkornjaka.

*Rhizophagus ferrugineus* L., 3,5-4mm dugačak smeđi do hrđastocrveni kukac. 3. članak ticala gotovo dvostruko duži od 2. članka. Vratni štitić širi od glave (Slika 7.).

*Rhizophagus dispar* Payk. dugačak je 3-4mm, nešto je svjetliji od prijašnje vrste (Slika 8.). Pokrilje je prema nazad jasno suženo. Vratni štitić jasno je širi od dužine, dok je glava neznatno šira od svoje dužine. Živi kao karnivor pod korom listača i četinjača.

*Rhizophagus grandis* Gyll. dugačak je 4,5-5,5 mm, hrđastosmeđ, sa slabim i nepravilnim postranim linijama na pokrildu. Vratni štitić nešto je duži od svoje širine. Naročito se spominje kao neprijatelj potkornjaka *Dendroctonus micans* L.

### **Porodica Cucujidae**

#### *Family Cucujidae*

U središnjoj Europi poznato je 19 rodova u koje je svrstano 49 vrsta iz ove porodice (uključivo i one koje se ponekad navode kao zasebna porodica *Silvanidae*). Uglavnom su izrazito dorzoventralno spljoštena tijela i imaju raznolik način prehrane, a mnoge vrste žive pod korom stabala.

*Uleiota planata* L., crno-smeđi kukac, 4,5-5,5mm, s fino bradavičasto obraslim pokrildom (Slika 9.). Odozgo je tamnosmeđe boje, ponekad s plavkastim nahunom. Pokrilje ima paralelno prema rubu oštro uzdignuta uzdužna rebra, a između njih je ravno. Noge su žutosmeđe isto kao i ticala koja su duga kao tijelo. Vratni štitić na rubu je fino nazubljen. Prednji rubovi se ističu s 2-3 oštra zubića.

Ovo je općenito karnivorna vrsta kukca.

### **Porodica Cerylonidae**

#### *Family Cerylonidae*

Pripadnici ove porodice žive ispod kore stabala, u trulom drvu, lišajskom pokrovu i listincu. Izdvojeni su iz bliske porodice *Colyiididae*.



*Cerylon histeroides* F. je kornjaš veličine 1,8-2,3mm, crne, rjeđe hrđastocrvene boje (Slika 10.). Živi pod korom gdje lovi potkornjake. Zbog svog kompaktnog tijela i dlakave gornje strane podsjeća na pripadnika porodice Histeridae po kojoj je i dobio ime.

**Porodica Colydiidae**  
*Family Colydiidae*

U srednjoj Europi poznato je 39 vrsta smještenih u 21 rod ove porodice. Vrlo su varijabilna oblika i žive u različitim staništima, najčešće u i u blizini raspadajućeg drva ili šumskog listinca.

*Ditoma crenata* F. je 2,6-3,5mm veliki crveni kukac crne glave i poprečne crne pruge na pokrildju. Prepoznatljiv je po uzdužnim rebrima na pokrildju (Slika 11.). Imago i larve se, osim potkornjacima, hrane i drugim kukcima.

#### **Porodica Salpingidae** *Family Salpingidae*

Nekada je ova porodica taksonomski shvaćana kao podporodica porodice Pytidae. Opća obilježja pripadnika ove grupe kukaca su: sjajno i duguljasto-cilindrično tijelo, glava izdužena poput rila na kojoj se nalaze polukuglaste oči i jednostavna ticala.

*Salpingus* sp. smeđe, kestenjaste boje i nešto kraće glave. Predator je potkornjaka iz podporodice Ipiniae.

*Vincenzellus ruficollis* (Panz.) ima glavu i vratni štitić smeđe boje dok je pokrildje metalno plave boje. Veličine je 2,5-3,5mm (Slika 12). U pravilu živi pod korom bjelogoričnog drveća.

*Rhinosimus planirostris* Fabr. je 3-3,5mm veliki kukac, tamnozeleno boje s brončanim sjajem. Ima naročito izduženu glavu poput rila. Općenito ga se smatra neprijateljem potkornjaka.

## **REZULTATI**

### *RESULTS*

U feromonskim klopka namijenjenim ulovu smrekinog pisara ulovljeno je 82.050 jedinki dok je broj neciljanih vrsta kukaca iznosio 994 ili 1,21%, od čega na predatorske kukce otpada 428, ili 0,5%. Isto tako, ukupno je ulovljeno 54.866 jedinki šesterozubog smrekinog potkornjaka, od toga neciljanih vrsta 924 ili 1,68%, pri čemu je 560 (1,02%) od neciljanih vrsta spadalo u grupu predatora.

Od ulova ostale entomofaune koji nisu navedeni u Tablici 1, zabilježen je najveći broj kukaca iz reda Coleoptera i to porodica: Liodidae, Elateridae, Lathrididae i Cisidae (Tablica 2).

Osim njih u klopka su bili najčešći redovi Colembola i Hymenoptera, ulovi kojih nisu detaljnije analizirani.

## RASPRAVA DISCUSSION

Prirodnim neprijateljima potkornjaka smatramo sve organizme insektivore koji više ili manje reduciraju njihovu populaciju. To su različite vrste ptica, kukci predatori i parazitoide, nematode, bakterije, gljive, praživi. Mnoge vrste još nisu

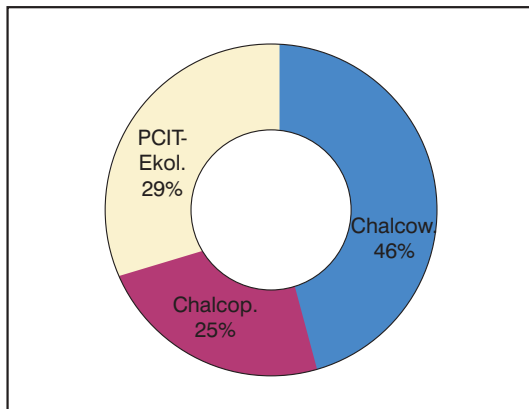
Tablica 1. - Table 1

Popis ulovljenih svojti predatora potkornjaka prema feromonskim pripravcima.  
 The list of trapped predatory taxa sorted by pheromone lures.

Vrsta Species	Porodica- Family	Pheroprax Ampula	Ipsowit	It-Ekolure	Pheroprax	Chalcowit	Chalcoprax	PCIT-Ekolure	Kontrola
<i>Carabidae</i>	CARABIDAE	9	7	2	16	8	11	9	1
<i>Amara</i>	CARABIDAE	1				4		4	
<i>Clivina</i>	CARABIDAE		2		1				
<i>Dromius quadrimaculatus</i>	CARABIDAE		1	1					
<i>Stenolophus teutonus</i>	CARABIDAE	1				1		1	
<i>Anisodactylus</i>	CARABIDAE		1		2		2		
<i>Liodopria sp.</i>	LIODIDAE	1						1	
<i>Anisotoma humeralis</i>	LIODIDAE			1					
<i>Liodidae</i>	LIODIDAE	1			2				
<i>Staphylinidae</i>	STAPHYLINIDAE	32	65	30	88	42	41	29	5
<i>Nemasoma elongatum</i>	TROGOSITIDAE	4	5	5	2	150	66	77	1
<i>Thanasimus formicarius</i>	CLERIDAE					1			
<i>Eपुरaea sp.</i>	NITIDULIDAE	2	2	1		12	4	8	
<i>Pityophagus ferrugineus</i>	NITIDULIDAE					1			
<i>Cyčbramus luteus</i>	NITIDULIDAE		1	1		1			
<i>Ipidia quadrimaculata</i>	NITIDULIDAE		1				1		
<i>Nitidulidae</i>	NITIDULIDAE		4	4			1		1
<i>Rbizophagus grandis</i>	RHYZOPHAGIDAE				1				
<i>Rbizophagus ferugineus</i>	RHYZOPHAGIDAE	2	1	4		2	1		
<i>Rbizophagus dispar</i>	RHYZOPHAGIDAE					1	1		
<i>Uleiota planata</i>	CUCUJIDAE	2	2	4	14	7	5	11	
<i>Pediacus depressus</i>	CUCUJIDAE	7	10	3	5	14	3	2	4
<i>Cerylon sp.</i>	CERYLONIDAE	11	28	15	32	9	9	20	3
<i>Ditoma crenata</i>	COLYDIIDAE			1	1	3	2	3	
<i>Vincenzellus ruficollis</i>	SALPINGIDAE	2	1		1				1
<i>Salpingus</i>	SALPINGIDAE			2					
<i>Rbinosimus ruficollis</i>	SALPINGIDAE		1			1			
<i>Lissodema</i>	SALPINGIDAE								

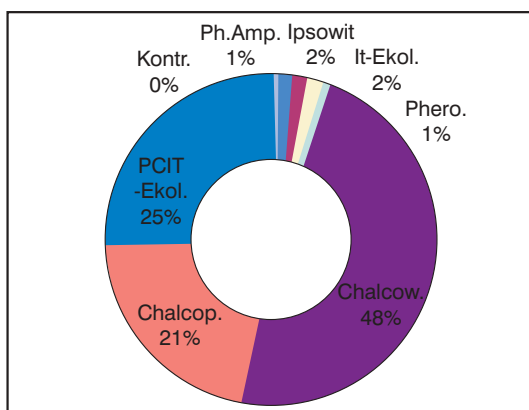


poznate, a neke su u fazi istraživanja. Stoga je često vrlo teško odgovoriti na pitanje u kojoj mjeri pojedini neprijatelji potkornjaka utječu na mortalitet ili na slom populacije. Manjkaju detaljnije spoznaje o njihovoj biologiji i ekologiji.



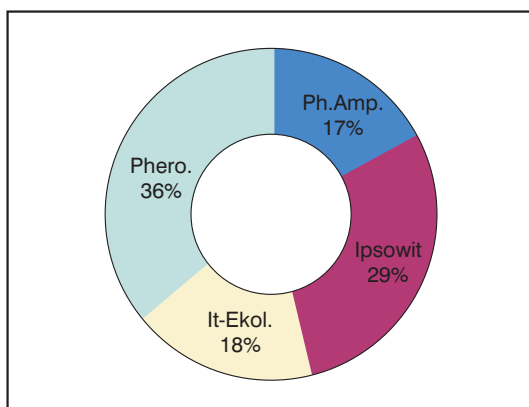
Grafikon 1. - Ulovi predatorske entomofaune prema feromonskom pripravku (testirani pripravci za ulov *P. chalcographus*).

Graph 1 - Total catches of predatory fauna distributed by pheromone lures for *P. chalcographus*.



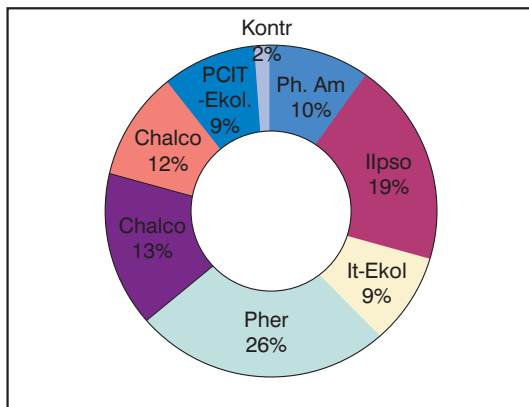
Grafikon 2. - Ulovi predatora *N. elongatum* prema svim testiranim feromonskim pripravcima.

Graph 2 - Catches of *N. elongatum* distributed by all tested pheromone lures.



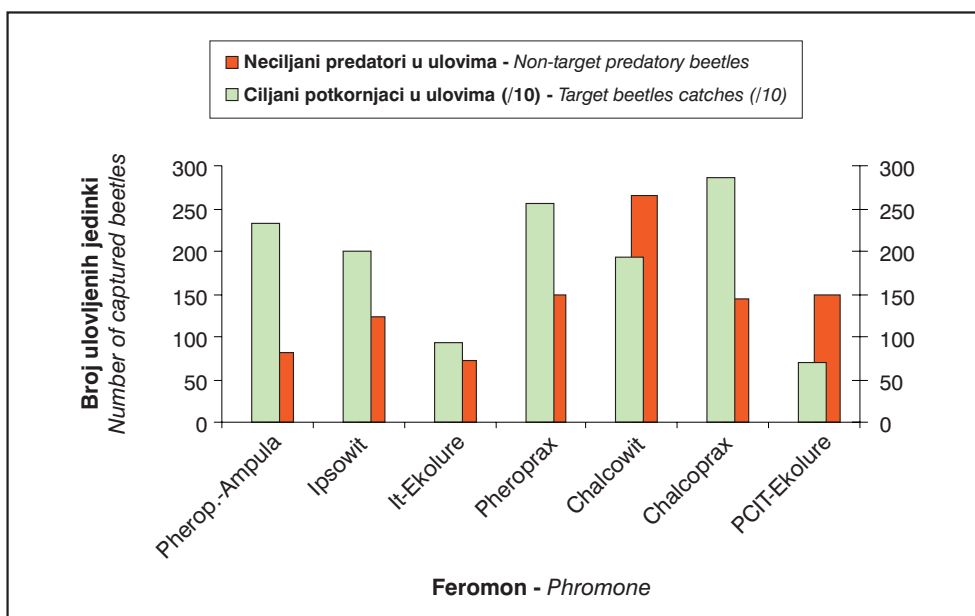
Grafikon 3. - Ulovi predatorske entomofaune prema feromonskom pripravku (testirani pripravci za ulov *I. typographus*).

Graph 3 - Total catches of predatory fauna distributed by pheromone lures for *I. typographus*.



Grafikon 4. - Ulovi predatora iz porodice Staphylinidae prema svim testiranim feromonskim pripravcima.

Graph 4 - Catches of staphylinid beetles distributed by all tested pheromone lures.



Grafikon 5. - Ulovi ciljanih i neciljanih vrsta po svim testiranim feromonskim pripravcima.

Graph 5 - Catches of target and non-target beetles distributed by all tested pheromone baits.

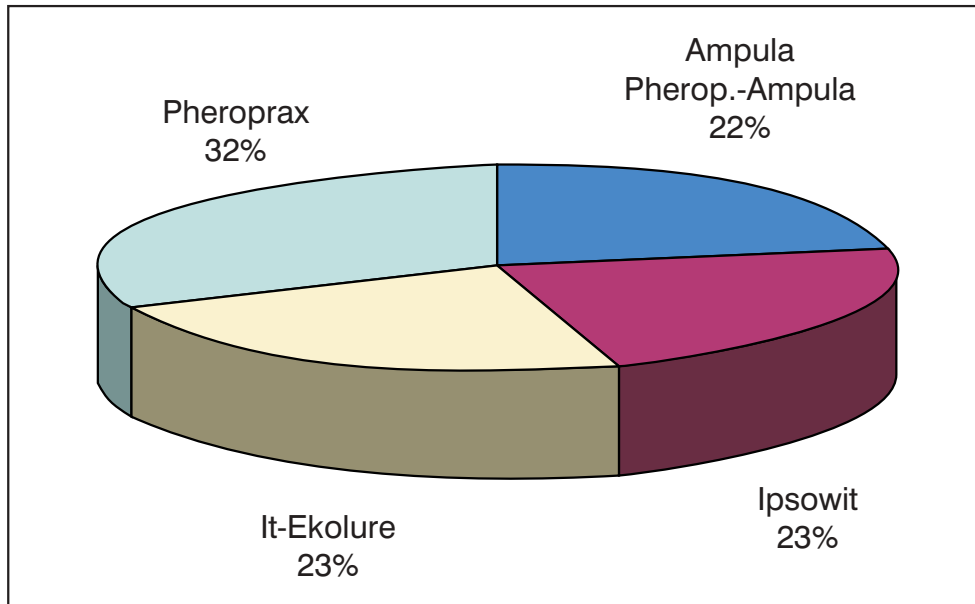
U uvjetima progradacije populacije potkornjaka ekološki je balans narušen. Jedan od mehanizama prirodne uspostave ravnoteže jest povećanje populacije njihovih prirodnih neprijatelja koji se javlja kao jedan od mehanizama homeostaze. Taj reduktivni segment postaje sve jači te značajno sudjeluje u slamanju populacije potkornjaka. Iako rast i pad neke štetne populacije kukaca ovise o mnogim čimbenicima, činjenica je kako su prirodni neprijatelji vrlo važni te je potrebno učiniti sve da se očuvaju i ne unište u različitim pokušajima integrirane zaštite šuma. Ovaj se princip mora poštovati i kod uporabe feromona.

Tablica 2. - Table 2

Ulov neciljane nepredatorske faune kornjaša.  
*Catches of non-target non-predatory beetles.*

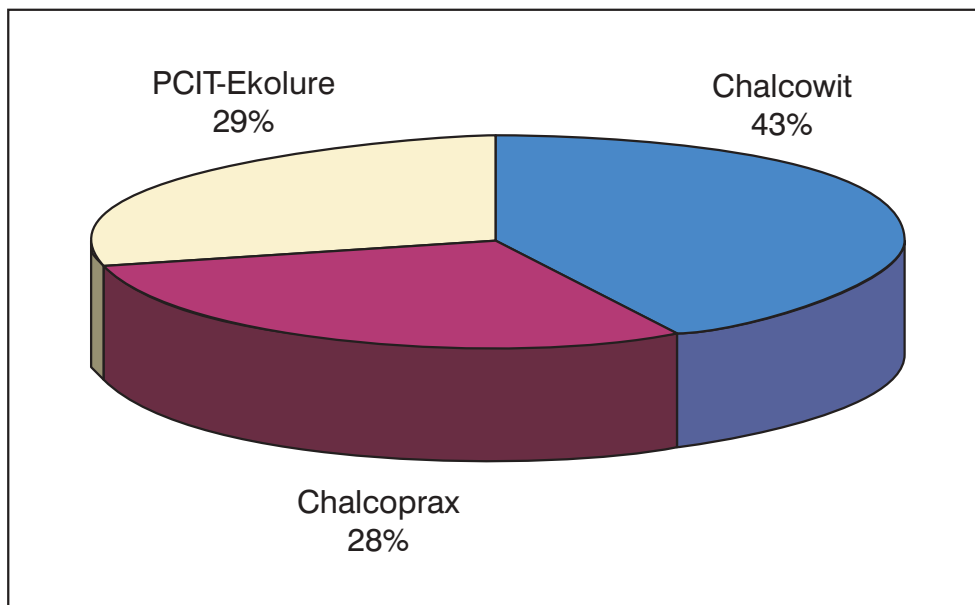
vrsta <i>species</i>	porodica <i>family</i>	T-A	T-IPS	T-IT	T-PH	T-CA	T-CH	T-PCIT	T-K	ukupno <i>total</i>
POLYPHAGA										
STAPHYLINOIDEA										
Agathidium	LIODIDAE	14	15	15	16	23	11	16		110
Anisotoma	LIODIDAE	3	1	1	3	1	1	3		13
Liodopria	LIODIDAE	1						1		2
Anisotoma humeralis	LIODIDAE			1						1
Liodidae	LIODIDAE	1			2					3
ELATEROIDEA										
Calosirus purpureus	ELATERIDAE									0
Athous	ELATERIDAE			2						2
Ampedus-ev.ferugineus	ELATERIDAE	1	2	13	1	5	5	9	1	37
Melanotus	ELATERIDAE	16	2	5	8	1	2	5	2	41
Cardiophorus	ELATERIDAE									0
Denticollis	ELATERIDAE						1			1
Calosirus castaneus	ELATERIDAE		1	1						2
Elateridae	ELATERIDAE	1	6	4	5	6	13	1		36
Corymbites bipustulatus	ELATERIDAE		1	1		1				3
Agriotes	ELATERIDAE							1		1
Hypogamus cinctus	ELATERIDAE		1							1
Synaptus filiformis	ELATERIDAE				1					1
CUCUJOIDEA										
Lathridius	LATHRIDIIDAE	12	9	28	13	7	6	12	1	88
Lathridius nodifer	LATHRIDIIDAE		1							1
Corticarina	LATHRIDIIDAE	2	1	1	8	1		1	2	16
Corticaria	LATHRIDIIDAE	6	2	12	16	3	1	9	1	50
Enicmus	LATHRIDIIDAE	6	8	4	2	11	1	4	1	37
TENEBRIOIDEA										
Cisidae	CISIDAE	7	5	10	11	3	9	4	1	50
UKUPNO		83	67	103	106	75	65	81	10	590

Usporedimo li dobivene rezultate sa sličnim istraživanjima u inozemstvu (domaćih istraživanja u tom smislu još nije bilo), možemo uočiti veliku podudarnost, kako u pregledu vrsta tako i u kvantitativnim međuodnosima i učinku pojedinih komercijalno dostupnih feromonskih pripravaka. BABUDER i dr. (1995) navode ulove od 1,4-1,6% neciljane entomofaune od cjelokupnih ulova ciljane vrste potkornjaka, u ovom slučaju smrekinog pisara i crnogoričnog ljestvičara (*Xyloterus lineatus* Oliv.). SCHMIDT i dr. (1999) dobivaju male neciljane ulove (manje od 1%). Od neželjnih ulova spominje se 252 vrste iz 49 porodica kukaca, od kojih se može izdvojiti 10 vrsta koje su preferirale pojedine feromonske klopke (prema načelu "kairomonskog navođenja"). Udio nepoželjnih vrsta u ukupnom ulovu iznosio je 0,6-0,7%, što autori ne smatraju problematičnim.



Grafikon 6. - Udio nepredatorskih kornjaša prema feromonskim pripravcima namijenjenim ulovu vrste *I. typographus*

Graph 6 - Catches of non-predatory beetles distributed by pheromone lures for *I. typographus*.



Grafikon 7. - Udio nepredatorskih kornjaša prema feromonskim pripravcima namijenjenim ulovu vrste *P. chalcographus*

Graph 7 - Catches of non-predatory beetles distributed by pheromone lures for *P. chalcographus*

Kod smrekinog pisara gotovo nema podataka u literaturi o visokim ulovima predatora i parazitoida, osim u cjevastim klopka (VAUPEL i VITE 1984; PAVLIN 1992). Cjevaste klopke pokazale su se kao problematične glede predatora *T. formicarius* L. Ovo je vrlo bitno kada se zna da je to važan regulacijski kukac, koji prosječno konzumira 0,4-1,4 jedinki smrekinog pisara na dan (PUCHEGGER 1987). Od ukupnog ulova predatora u cjevastim klopka, udio spomenutog kornjaša penjao se do 32%. Značajno je za primijetiti kako je u testiranom tipu *Theysohn*® naletne barijerne klopke u provedenom vlastitom istraživanju ulov ovog vrlo značajnog kornjaša bio neusporedivo manji od spomenutih rezultata s cjevastim klopka. Glede tehničke izvedbe *Theysohn*® klopke (tzv. “suha” klopka), uz preduvjet njena redovita obilaska, moguće je relativno krupne i živo obojene jedinke mravastog kornjaša izdvojiti i žive vratiti u okoliš, što nije moguće kod različitih izvedbi cjevastih, tzv. “mokrkih” klopki.

*Rhizophagus* vrste također imaju, prema nekim autorima, regulacijsku funkciju populacije pisara (WESLIEN i REGNANDER 1992; NIERHAUS-WUNDERWALD 1993). KUBITZ (1992) je primjerice u feromonskim klopka ulovio 7 vrsta iz roda *Rhizophagus* i zaključio kako ulovljena količina nije značajna. Slično možemo ustvrditi i na temelju vlastitog istraživanja, gdje je udio *Rhizophagus* vrsta, od ukupnog ulova smrekinog pisara, bio vrlo nizak (0,0002%).

ROEDIGER (1988) u svome istraživanju dobiva vrlo visoke ulove predatora *N. elongatum* L. (2,8%), ali samo u početnom razdoblju lova. Kasnije ulovi postaju toliko niski u odnosu na ukupni ulov, da ih autor smatra zanemarivo malenim.

Zanimljiv je i polemičan rad BAIER-a (1994) koji je promilne vrijednosti ulova vrste *N. elongatum* L. izložio kritičkoj analizi. U 14 klopki opremljenih pripravkom *Chalcoprax*® ulovio je ukupno 1.161.544 jedinki šesterozubog potkornjaka te 2.870 jedinki vrste *N. elongatum* L., što predstavlja 2,47 promila u odnosu na ciljanu vrstu potkornjaka. Kako jedna ženka ovog predatora odlaže po 150 jaja te kako njegove larve žderu u svim stadijima prosječno 44,7 šesterozubih potkornjaka, a svaki imago za hranu prosječno treba 1-3 imaga na dan, autor dolazi do brojke od 6.951 požderanih jedinki šestozubog smrekina potkornjaka. To je teoretski broj jedinki ovog potkornjaka koje uništava jedan par *N. elongatum* L. To nadalje znači kako 1.000 parova uništava gotovo 7 milijuna jedinki šesterozubog smrekinog potkornjaka.

Kada bismo ovaj obračun primijenili na vlastiti pokus, niti jedna feromonska kompozicija za ulov šesterozubog smrekinog potkornjaka ne bi zadovoljila očekivanja pa čak i kod vrlo nepovoljnog omjera spolova uhvaćenih jedinki predatora. Ovaj obračun, međutim, ne uzima mnoge važne čimbenike koji djeluju na populacije obaju vrsta kukaca. Prema istraživanju kojeg je obavio WIGGER (1994), nije moguće tvrditi kako postoji izrazita funkcijska reakcija ovog predatora, koja je potrebna za regulacijsku vrstu potkornjaka. Uz postupno povećanje dostupne hrane, nije se povećala proždrljivost *N. elongatum* L. u laboratorijskim uvjetima.

Prikazani ulov ostale nepredatorske entomofaune može se objasniti sa biologijom pojedinih vrsta čiji je život u većoj ili manjoj mjeri vezan za potkornjake. Tako karnivorne vrste trčaka (Carabidae) reagiraju na feromonski pripravak pre-

poznajući ga kao kairomon. Kukci iz porodice Liodidae žive od gljiva truležnica i plijesni. Jedinke te porodice iz roda *Agathidium* sp., koje su i najvećim dijelom hvatane u klopama, pripadaju plemenu Agathidiini. Ovi kornjaši žive nadzemnim životom u potrazi za gljivicama koje često pridolaze na stablima u kojima su bili ubušeni potkornjaci. Očita je dakle povezanost s populacijama ciljanih vrsta potkornjaka i još jedan primjer višeznačne mirisne informacije kod biološki različitih grupa kukaca. Cisidae žive u hodnicima potkornjaka hraneći se gljivama. Hvatane jedinke iz porodice Lathridiidae pripadaju najvećim dijelom rodovima *Enicmus*, *Corticaria* i *Lathridius*. I ovdje se radi o vrstama koje naseljavaju hodnike potkornjaka u potrazi za hranjivim gljivama. Kod svih skupina hvatane neciljane faune kornjaša vidljiva je povezanost s populacijama potkornjaka putem reakcije na sekundarne mirisne tvari potkornjaka i/ili primarne mirisne tvari napadnutog ili oslabjelog stabla (smreke). U tome se ipak uočavaju određene razlike kod pojedinih komercijalnih pripravaka i baš na temelju njih treba dodatno korigirati eventualni izbor pripravka kod uporabe ove biotehničke metode u neposrednoj redukciji populacije potkornjaka.

## ZAKLJUČAK

### CONCLUSION

Svi testirani feromonski pripravci, osim pripravka *Chalcowit*®, pokazali su povoljno svojstvo visoke selektivnosti prema predatorskoj entomofauni.

Pripravak *Chalcowit*® imao je začajno više ulova predatora *N. elongatum* L.

Vrste iz porodice Staphylinidae mogu se smatrati predatorima i jednako su bile raspoređene po feromonskim klopama te se ne mogu sa sigurnošću razlučiti eventualne razlike u selektivnosti pojedinih pripravaka.

Ulovi svih ostalih predatora bili su niski i mogu se smatrati slučajnim.

Visoki ulovi nepredatorskih vrsta kukaca iz reda Coleoptera zabilježeni su iz porodica Liodidae, Elateridae, Lathridiidae, Cisidae.

Nepredatorski kornjaši nisu pokazali preferiranje pojedinog feromonskog pripravka, što je djelomično razumljivo glede vjerojatne prisutnosti primarnih tvari (terpena) stabla smreke koji se u pravilu ugrađuju u sintetičke pripravke radi povećanja njihova učinka.

Barijerne naletne klopke tipa *Theysohn*® sa gledišta selektivnosti mogu se smatrati potpuno selektivnim i stoga apsolutno primjenjivim u programima suzbijanja testiranih vrsta potkornjaka.

U svrhu neprestane valorizacije novih tipova klopki i sintetičkih feromonskih pripravaka, treba obnavljati testiranja učinkovitosti, ali i selektivnosti i to osobito u slučaju kad se radi o proizvodima namijenjenim suzbijanju i/ili nadzoru populacija ostalih, manje istraženih vrsta potkornjaka.

## LITERATURA

### REFERENCES

- BABUDER, G., F. POHLEVEN, S. BRELIH, 1995: Selectivity of synthetic aggregation pheromones Linoprax and Pheroprax in the control of the bark beetles (Coleoptera, Scolytidae) in a timber storage yard. *J. Appl. Ent.* 120, 131-136.
- BAIER, P., 1994: Untersuchungen zur abundanzdynamischen Relevanz der Beifänge von *Nemosoma elongatum* L. (Col., Ostomidae) in Chalcoprax beköderten Flugbarierfallen für *Pityogenes chalcographus* L. (Col., Scolytidae). *Z. ang. Ent.* 117, 51-57.
- BORDEN, J. H., 1977: Behavioral response of Coleoptera to pheromones, allomones and Kairomones. U: *Chemical Control of Insekt Behavior*. Urednik: H.H. Shorey i J.J. McKelvey, Jr. New York: John Wiley and Sons, 169-198.
- FREUDE, H., K. W. HARDE, G. A. LOHSE, 1965: Die Käfer Mitteleuropas. Band I-IX. Goecke & Evers. Krefeld.
- GRÜNE, S., 1979: Brief Illustrated Key to European Bark Beetles. Verlag M. & H. Schaper Hannover.
- KUBITZ, D., 1992: Occurrence of predators from the genus *Rhizophagus* Herbst (Col., Rhizophagidae) in pheromone traps. *J. Appl. ent.* 113, 525-531.
- JELINEK, J., 1993: Check-list of Czechoslovak Insects IV. *Folia Heyrovskyana*, Praha. 172 pp.
- LOBINGER, G., E. FEICHT, 1998: Schwärmverhalten und Abundanzdynamik der Erzwespe *Karpinskiella pitiophthori* (Boucek) (Hym., Pteromalidae), eines Parasitoiden des Kupferstechers (*Pityogenes chalcographus* L., Col., Scolytidae), *Anz. Schädlingskunde, Pflanzenschutz, Umweltschutz* 72/3, 65 – 7.
- NIERHAUS-WUNDERWALD, D., 1993. Die natürlichen Gegenspieler der Borkenkäfer. *Wald und Holz* 1/93, 8-14.
- PAVLIN, R., 1991: Problem selektivnosti sintetičnih feromonov. *Zbornik lesarstva* 38, 126-160.
- PAVLIN, R., 1992: Obvladovanje knaverja (*Ips typographus*) in šesterezobega smrekovega lubadarja (*Pityogenes chalcographus*) s pastmi in sintetičnimi feromoni. *Gozdarski vestnik* 2/92, 394-408.
- PERNEK, M., 2002: Analiza biološke učinkovitosti feromonskih pripravaka i tipova kloпки namijenjenih lovu potkornjaka *Ips typographus* L. i *Pityogenes chalcographus* L. (Coleoptera; Scolytidae). *Rad. Šumar. inst.* 37(1): 61-83, Jastrebarsko.
- PFEFFER, A., 1995: Zentral- und westpaläarktische Borken- und Kernkäfer. *Naturhistorisches Museum Basel*.
- PUCHEGGER, F., 1987: Entwicklung einer Zuchttechnik für den Ameisenbündelkäfer *Thanasimus formicarius*. *Dipl. Arbeit, Institut für Forstschutz und Forstentomologie. Univ. f. Bodenkultur, Wien*.
- REITER, E., 1916: *Fauna Germanica. Die Käfer des Deutschen Reiches I-V Band.* K. g. Lutz Verlag. Stuttgart.
- ROEDIGER, K. J., 1988: Überwachung des Kupferstechers mit Chalcoprax. *Gesunde Pflanzen* 40. Jahrg. Heft 5, 192-193.
- SCHMIDT, G. H., L. SCHMIDT, H. MUCHA, 1999: Fängigkeit von differenziert bestückten Borkenkäferferomonfallen in einem niedersächsischen Forstgebiet bei Hannover während der Jahre 1992 und 1993. *Anz. Schädlingskunde/J. Pest Science* 72, 137-152.
- VAUPEL, O., J. P. VITE, 1984: Empfehlungen zum Einsatz von Borkenkäferfallen. *AFZ* 39, 864-865.
- WESLIEN, J., J. REGNANDER, 1992: The influence of natural enemies on brood production in *Ips typographus* (Col., Scolytidae) with special reference to egg-laying and predation by *Thanasimus formicarius* (Col., Cleridae). *Entomophaga* 37. 333-342.

- WIGGER, H., 1994: Die Reaktion der Frasskapazität des Borkenkäfferräubers *Nemosoma elongatum* L. (Col., Ostomidae) im Imaginalstadium auf unterschiedliches Beuteangebot in künstlichen Gängen. Anz. für Schädlingsk., Pflanzensch., Umweltsch. 67, 8-13.
- ZUMR, V., 1983: Effect of synthetic pheromones Pheroprax on the coleopterous predators of the spruce bark beetle *Ips typographus* L. Z. ang. Ent. 95, 47-50.

## THE RESEARCH OF SELECTIVITY OF PHEROMONE LURES AND THEYSOHN® BARRIER TRAPS BAITED FOR SPRUCE BARK BEETLES

### Summary

Among the commercially available bark beetle pheromones those which target spruce bark beetles, namely eight-toothed (*Ips typographus*) and small six-toothed spruce bark beetle (*Pityogenes chalcographus*) are applied in Croatian forest protection schemes. Since new products are emerging at a steady rate the need for continuous testing seems logical and well supported. Not only the efficiency of the new products tested but also the feature of selectivity and capability of not attracting the beneficial group of predators and parasitoids of the target bark beetle species. This aspect of various pheromone products, potentially interesting to Croatian operative forestry, was the focal point in the following research.

Presented results refer to a total of 7 tested pheromone products targeting the above mentioned bark beetle species. They were all mounted in Theysohn® flight barrier panel traps. The experiment was conducted in 1999. on the Trakošćan locality (NW Croatia). Traps were mounted in the forest edge zone, some 20 meters away from the edge trees and in the surrounding meadow. There were 4 replications with 50 meters distance in between. Tested pheromones were: Pheroprax®, Pheroprax-Ampula®, Chalcowit®, It-Ecolure®, PCIT-Ecolure®, Chalcoprax® and Chalcowit®. Counting of the numerous target spruce bark beetles was done with the aid of an automatic Contador counter and in the case of *P. chalcographus* volumetric method was applied. All predatory fauna was analyzed individually and taxonomically identified with the aid of available keys and referential collections.

Similar to other studies the list of caught non-target beneficials (Table 1) represents a typical picture of what is caught in pheromone traps baited with attractants of conifer bark beetle species. Table 2 lists the same for the non-target non-predatory species. Aside from these there were occasional frequent catches of other orders like Collembola and Hymenoptera, the results of which are not presented in this paper. Compared with many other research results and majority of similar experiments all pheromone products, except Chalcowit®, performed acceptably in view of selectivity. Only Chalcowit® had a significantly higher number of trapped *Nemosoma elongatum* which might be interpreted as a serious hampering feature since some researchers consider this species one of several most important naturally occurring regulator species for *P. chalcographus*. Family Staphilinidae had its member species distributed evenly among the tested pheromones so no conclusive analysis could be performed regarding possible differences among those lures. Catches of all other predatory species were low and can be regarded as non-significant. A higher number of trapped beetles was recorded among families: Liodidae, Elateridae, Lathridiidae and Cidae. Non-predatory, non-target beetles revealed no preference for any tested pheromone blend, which might be interpreted as their general attraction to the kairomonal components that are generally added to the pheromone product in order to increase the attractiveness effi-



*ciency. Flight barrier traps of the Theysohn® design performed well with regard to selectivity, as well as efficiency in target beetle trapping and can be used safely in monitoring and suppression activities in future forest protection programs in Croatian conifer forests.*

*In conclusion it should be underlined that the constant need for retesting current, and evaluation of new, pheromone products and trap designs is necessary. It constitutes a premise for reliable use of this modern means in forest pest management programs.*

*Key words: Ips typographus, Pityogenes chalcographus, pheromone trap, selectivity, antagonists, predators.*