

Izvorni znanstveni članak
Original scientific paper

Prispjelo - *Received*: 24.06.2002.
Prihvaćeno - *Accepted*: 09.10.2002.

UDK: 630* 459+414 (*Ips typographus*)

Milan Pernek*

ANALIZA BIOLOŠKE UČINKOVITOSTI FEROMONSKIH PRIPRAVAKA I TIPOVA KLOPKI NAMIJENJENIH LOVU POTKORNJAKA *Ips typographus* L. i *Pityogenes chalcographus* L. (COLEOPTERA; SCOLYTIDAE)**

ANALYSIS OF BIOLOGICAL EFFICIENCY OF FEROMON
PREPARATIONS AND TYPES OF TRAPS USED FOR CAPTURING BARK
BEETLE (*Ips typographus* L. and *Pityogenes Chalcographus* L.
(COLEOPTERA; SCOLYTIDAE))

SAŽETAK

U radu se istražuje primjena metoda feromona kao zaštitna mjera protiv smrekinih potkornjaka- smrekin pisar- *Ips typographus* L. i šesterozubi smrekin potkornjak-*Pityogenes chalcographus* L. (Coleoptera; Scolytidae). Problemi koji nastaju njihovim napadom višestruki su, a zaštita je skupa. Od pojave prvih feromonskih pripravaka do danas pojavili su se novi koje se razlikuju primjerice po aktivnoj tvari i tehnologiji isparivanja, što izravno utječe na ulove i cijenu. Isto tako postoje različiti tipovi klopki. U ovom su radu ispitivani i izravno uspoređivani feromonski pripravci Pheroprax[®], Ipsowit[®], IT-Ecolure[®] i Pheroprax-Ampula[®] za *I. typographus*, te Chalcoprax[®], Chalcowit[®] i PCIT-Ecolure[®] za *P. chalcographus*, te klopke: Theysohn[®], improvizirana cjevasta, Ecotrap[®] i Theysohn[®] u sustavu. Istraživanje je obavljeno na lokalitetima Trakošćan i Papuk. U četirima podpokusima istraživala se biološka djelotvornost koja govori o količinskim i selektivnim ulovima. Rezultati trebaju praksi dati odgovore koje pripravke i koje klopke i kada koristiti ne bi li u borbi protiv potkornjaka bili uspješniji. Rezultati pokazuju kako su u I. generaciji najbolji pripravci Pheroprax i Pheroprax-Ampula za vrstu *I. typographus*, dok je u II. generaciji jednako dobar Ipsowit. Za vrstu *P. chalcographus* najbolji je pripravak Chalcoprax u I. generaciji, a u II. jednako je dobar Chalcowit. Sve feromonske klopke podjednako su dobro selektivne na predatorsku entomofaunu. Dokazano je kako su cjevaste klopke 2,5 puta lošije u I., odnosno 5,5 puta u II. generaciji. Isto tako Theysohn[®]

* Mr. sc. Milan Pernek, Šumarski institut, Jastrebarsko

** Skraćen Magistarski rad

klopka u sustavu od triju klopki postavljenih u zvijezdu pokazuje za 186% bolje rezultate ulova od klasičnog postavljanja.

Ključne riječi: *Ips typographus*, *Pityogenes chalcographus*, feromonska klopka, Pheroprax, Chalcoprax, Ipsowit, Chalcowit, IT-Ecolure, PCIT-Ecolure, Theysohn, Ecotrap

UVOD

INTRODUCTION

Sušna razdoblja tijekom 90- tih godina prošlog stoljeća najvažniji su uzrok fiziološkog slabljenja smrekovih kultura u Hrvatskoj. Ovakvi klimatski uvjeti otežavali su normalan razvoj umjetno podignutih šuma koje su se morale prilagodavati neodgovarajućem staništu, dok su uvjeti njihovih neprijatelja fitofaga poboljšavani. Rezultat toga bio je nagli porast populacija sekundarnih štetnika, naročito smrekinih potkornjaka *Ips typographus* L. i *Pityogenes chalcographus* L. (Coleoptera; Scolytidae). Velika ponuda pogodnog materijala i hrane, uz spomenute povoljne klimatske prilike, omogućili su njihovu naglu progradaciju te su napadi poprimali primarni karakter. U tom razdoblju primjerice u G.J. "Trakošćan" (Šumarija Ivanec) bilježi se realizacija uglavnom slučajnog glavnog prihoda 172% te čak 273% od propisanog predhodnog prihoda. Jak napad potkornjaka počeo je 1992. godine i trajao do 1996. Vrhunac napada bila je 1995. godina. Na Papuku je vrhunac napada dosegnut 1998. i 1999. godine, nakon kojih je smreka gotovo nestala iz nekih odjela.

Ovakav tijek, vrlo naglo sušenje stabala nakon pojave potkornjaka, redovito primjećuju šumari na terenu koji gospodare smrekovim šumama. Posljedica je sušenje smreke na većim površinama, povezane s problemom sanacije, zakorovljenja, pomlađivanja, propadanja drvne mase, pad cijene trupaca, nagrđivanje okoliša (naročito važno uz prometnice). WOOD (1982) smatra kako potkornjaci posredno ili neposredno prouzročuju 54% odumiranja četinjača.

Svi ovi problemi nameću pitanje jeli moralo doći do masovnih sušenja, odnosno jeli se moglo nešto bolje učiniti u smislu prevencije ili jesu li se iscrpile sve mogućnosti integrirane zaštite šuma ?

U suvremenu biotehničku metodu integrirane zaštite šuma spada uporaba feromonske klopke (VAUPEL 1996). U svijetu priznata već 20-tak godina, u nas još nije našla primjenu kao mjera zaštite šuma kojom se populacija potkornjaka može sniziti i do 80% (NIEMAYER et al. 1994). Tako primjerice ZUBER & BENZ (1992) pokazuju kako se trogodišnjim uzastopnim postavljanjem feromona Chalcoprax[®] broj ulova od 19.000 jedinki po klopki drastično smanjuje na 5.500, što se može smatrati učinkovitim smanjenjem napada.

Kako bismo mogli govoriti o dobrim i lošim stranama ove metode treba je obaviti testiranja na tržištu dostupnih pripravaka i tipova klopki. SCHMUTZENHOFFER (1993) govori kako treba istraživati i ocjenjivati feromonske klopke na ulove i selektivnost. Novija istraživanja (SCHMIDT et al.

1999) govore kako je središnji interes u borbi protiv potkornjaka razvoj boljih programa zaštite s ciljem redukcije populacije, gdje feromonska klopka ima svoje važno mjesto. Pri tome treba poznavati životni prostor i ekologiju kukaca, a osobito njihov potencijal. SCHOPF¹ na Entomološkom savjetovanju u Düsseldorfu 2001. godine prikazuje jedan od obračuna koji daju naslutiti vrijednost feromona u zaštiti šuma. 1m² kore smreke teoretski ima mjesta za materinske hodnike 200 ženki smrekinog pisara. Od njih u F1 generaciji nastaje 8.000 novih jedinki. Uz omjer spolova 1:1 to znači novih 4.000 ženki, koje trebaju 20m² kore za svoj razvoj, a dalje će razviti generaciju od 160.000 jedinki. 80.000 novonastalih ženki sada trebaju 400m² kore za svoj razvoj, što odgovara količini od 50 stabala. Drugim riječima od 200 ženki na početku u trećoj generaciji stradat će 50 stabala. U toj generaciji stvorit će se čak 3,2 milijuna novih jedinki koje trebaju 1.000 stabala za daljnji razvoj. Ovaj teoretski model ne uzima u obzir regulaciju broja jedinki bilo prirodnim neprijateljima ili sustavom otpornosti samog stabla, ali pokazuje veliki biotički potencijal štetnika.

Da gradacija potkornjaka neće jenjati bez poduzimanja represivnih mjera, a da ne dođe do sušenja veće količine stabala pokazuju primjeri u Nacionalnim parkovima "Harz" (NIEMEYER et al. 1995) i "Bayerischer Wald" u Njemačkoj, odnosno "Šumava" u susjednoj Češkoj (LWF 1998).

Izgleda kako su problemi s potkornjacima, naročito u umjetno podignutim šumama čiste smreke neminovni, jer će uvijek biti nepovoljnih čimbenika koji će značajnije djelovati na ekološku ravnotežu te tako pokrenuti lanac progradacije potkornjaka i sušenja stabala. Za praktičnog šumara ostaje pitanje što učiniti da do toga ne dolazi odnosno što kada je napad počeo. Činjenica je kako se smreka dosta umjetno unosila i još uvijek se unosi, a visoki troškovi uzgoja mogu biti uzaludni kada je šuma napadnuta u starosti od 40 ili 50 godina. Starije sastojine imaju veću iskoristivost drvne mase te se dio troškova vraća. Ali, i tu ostaju problemi, kao npr. provođenje plana, organizacija proizvodnje i sl. Jedino će pravovremeno i pravilno poduzimanje mjera zaštite omogućiti opstanak šume do njezine planirane sječe. Feromonska klopka unutar integrirane zaštite šuma može imati veliku važnost. Pitanje je koristiti jeftinije pripravke i klopke s oskudnijim ulovom ili je važno imati visoke ulove, paziti na selektivnost ulova itd.

Cilj ovog istraživanja bio je dobiti bolje spoznaje o feromonskoj klopki, odnosno odgovore na pitanja:

1. oja klopka, koji feromonski pripravak i koja kombinacija klopke i pripravka daju najbolje rezultate u kvantitativnom i kvalitativnom smislu u ulovu smrekinih potkornjaka;
2. dobivaju li se kombiniranjem triju barijernih klopki bolji rezultati ulova od klasično postavljenih kao što to navodi literatura (NIEMEYER et al 1994);

¹ Prof. dr. Axel Schopf, Institut za šumarsku entomologiju i fitopatologiju, Hasenauer str.46, Beč

3. daje li improvizirana cjevasta klopka, uobičajena u hrvatskom šumarstvu, zadovoljavajuće rezultate u praćenju, odnosno redukciji populacije potkornjaka;
4. provjeriti testiranje feromonskih pripravaka i klopki "rotacijskim blok pokusom", da se vidi jesu li rezultati različiti od primijenjene metode testiranja;
5. dobiti bolje spoznaje o kretanju populacija smrekinog pisara i šesterozubog smrekinog potkornjaka i razumijevanja disperzije i razloga prenamnožavanja;
6. kako feromonsku klopku unaprijediti i uključiti u koncept integrirane zaštite šuma.

MATERIJALI I METODA RADA

MATERIALS AND METHODS

U ovom radu su postavljene feromonske klopke u 1999. i 2000. godini, u Gospodarskoj jedinici "Trakošćan" (Šumarija Ivanec Uprava šuma Koprivnica) i 1999. godine u Gospodarskoj jedinici "Južni Papuk" (Šumarija Kamenska, Uprava šuma Požega). Na navedenim lokalitetima istraživanja postavljeno je nekoliko podpokusa (A, B, C, i D). U pokusu je korišteno ukupno 7 feromonskih pripravaka različitih proizvođača (Tablica 1.), te tri modela klopke. 4 pripravka služila su za ulov smrekinog pisara, a 3 za šesterozubog smrekinog potkornjaka.

Tablica 1. – Table 1.

Podaci o feromonima korišteni u pokusu
Data on pheromones used in the experiment

<i>Ips typographus L.</i>			
Naziv feromonskog pripravka <i>Pheromone preparation</i>	Skraćeni naziv korišten u pokusu	Proizvođač <i>Producer</i>	Godina proizvodnje <i>Year of production</i>
IPSOWIT	IPS	Witasek, Feldkirchen, Austrija	1998
IT-ECOLURE	IT	Fytofarm CZ s.r.o., Melnik, Češka	1998
PHEROPRAX	PH	Shell Agrar GmbH & Co. KG, Ingelheim am Rhein, Njemačka	1998
PHEROPRAX AMPULA	A	Shell Agrar GmbH & Co. KG, Ingelheim am Rhein, Njemačka	1998
<i>Pytiogenes chalcographus L.</i>			
CHALCOWIT	CA	Witasek, Feldkirchen, Austrija	1998
PCIT-ECOLURE	PCIT	Fytofarm CZ s.r.o., Melnik, Češka	1998
CHALCOPRAX	CH	Shell Agrar GmbH & Co. KG, Ingelheim am Rhein, Njemačka	1998

Korištene su sljedeće klopke: improvizirana cjevasta (tzv. Bakke), Theysohn[®], Ecotrap[®] i tri Theysohn[®] klopke u sustavu.



Fotografije 1-5 – Photo 1-5

Korištene klopke i feromoni u pokusu (1-klopka Theysohn[®]; 2-tri Theysohn klopke u sustavu; 3-klopka Ecotrap[®]; 4-improvizirana cjevasta klopka "Bakke"; 5-feromonski pripravci- gornji red za smrekinog pisa-
sara,-donji za šesterozubog smrekinog potkornjaka

*Traps and pheromones used in the experiment (1-trap Theysohn[®]; three Theysohn traps in the system;
3-trap Ecotrap[®]; 4-improvized tubular trap "Bakke"; 5-feromon preparations-upper row for Ips typograph-
hus L., lower row for Pityogenes chalcographus L.*

Na terenu su prvo pronađena mjesta za klopke. Pozicija pojedine klopke određena je po uputama proizvođača i vlastitim iskustvima. Tako su klopke postavljene na udaljenosti od smrekove šume, odnosno prve zdrave smreke 20m. Razmak između klopki bio je 15m. Razmak između ponavljanja iznosio je 50m. Visina postavljanja klopke od tla bila je kod klopke Theysohn – 1,3m; a kod Ecotrap i cjevaste – 1m.

POKUS A
EXPERIMENT A

Pokus je postavljen prema sljedećem rasporedu: 17.travnja 1999. godine u "Trakošćanu" te 20.travnja 1999. godine na "Papuku".

Na svakoj lokaciji postavljene su feromonske klopke u 4 ponavljanja, u kojima je bilo po 13 pozicija klopki.

Tablica 2. – Table 2.

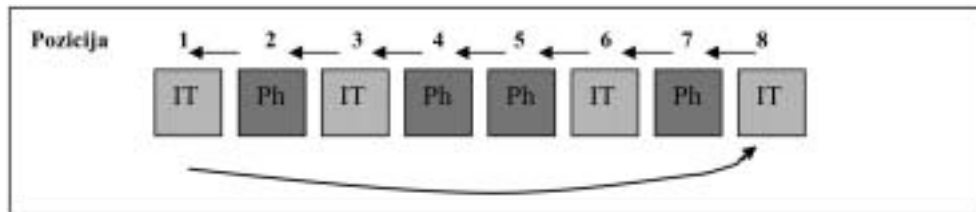
Shema pokusa A
Scheme of the experiment A

		TRETIRANJE-TREATING													
P O N A V L J A N J E R E P E A T I N G	T R A K O Š Ć A N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
		1	Ch/ E	Pc/ T	Pc/ E	Ca/ T	Ch/ T	Ip/ T	It/ T	K/ T	It/ E	Ph/ E	K/ E	A/ T	Ph/ T
		2	It/ T	Ch/ T	Ph/ T	Ch/ E	A/ T	Ph/ E	K/ E	Ip/ T	K/ T	Pc/ T	It/ E	Ca/ T	Pc/ E
		3	Ph/ T	Pc/ E	Ph/ E	It/ T	K/ E	A/ T	Ip/ T	Ch/ E	K/ T	Pc/ T	It/ E	Ch/ T	Ca/ T
	P A P U K	4	It/ E	K/ T	A/ T	It/ T	Ch/ E	Ca/ T	Ip/ T	Pc/ T	Ph/ E	Pc/ E	Ph/ T	K/ T	Ch/ T
		5	Ip/ T	Ph/ E	It/ T	Ch/ T	Ch/ E	Ca/ T	Pc/ E	It/ E	A/ T	Ph/ T	K/ E	K/ T	Pc/ T
		6	K/ E	Pc/ T	K/ E	Ca/ T	Pc/ E	Ph/ T	A/ T	It/ E	Ch/ E	It/ T	Ph/ E	Ch/ T	Ip/ T
		7	It/ E	Ph/ E	Pc/ T	A/ T	It/ T	Ch/ T	K/ E	Ph/ T	Ch/ E	K/ T	Ip/ T	Pc/ E	Ca/ T
	8	Ch/ T	It/ T	K/ E	Ip/ T	Ch/ E	Ph/ T	Pc/ T	Ph/ E	K/ T	Pc/ E	It/ T	Ca/ T	A/ T	

FEROMON-PHEROMONE / KLOPKA-TRAP
*Feromoni-Pheromones: Ch-Chalcoprax; It-IT-Ecolure; Ip-Ipsowit; Ph-Pheroprax; Pc-PCIT-Ecolure; Ca-Chalcowit; A-Pheroprax-Ampula; K-kontrola.
 Klopke-Traps: T-Theysohn; E-Ecotrap.*

POKUS B
EXPERIMENT B

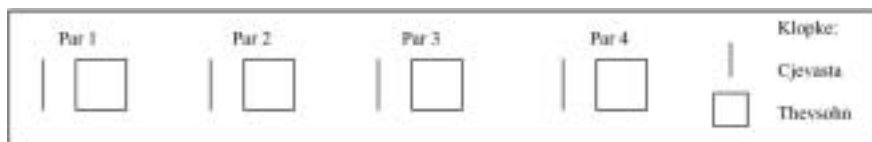
Ovaj Pokus je postavljen 15.travnja 2000. godine. Korištene su klopke tipa Theysohn, te feromoni Pheroprax (Ph) i IT-Ecolure (IT). Tjedno su feromoni rotirani (Slika 1) kako bi se smanjio varijabilitet mikropozicije.



Slika 1. – Figure 1.
 Shema pokusa B – Scheme of the experiment B

POKUS C
 EXPERIMENT C

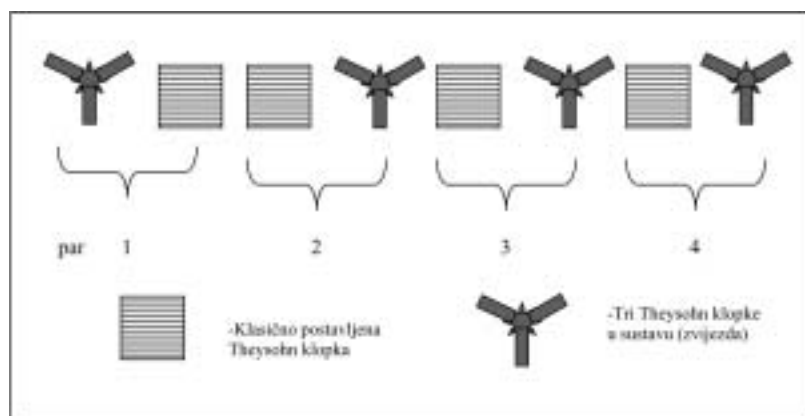
Pokus je postavljen u Trakošćanu 15. travnja 2000. godine, s ciljem uspoređivanja učinkovitost cjevaste naspram Theysohn® klopki. U tu svrhu korišten je feromon Pheroprax, a klopke su postavljene u parovima u 4 ponavljanja (Slika 2).



Slika 2. – Figure 2.
 Shema pokusa C – Scheme of the experiment C

POKUS D
 EXPERIMENT D

Pokus je postavljen 23. travnja 2000. godine u "Trakošćanu", s ciljem uspoređivanja učinkovitosti Theysohn naspram sustava triju Theysohn klopki. Također je korišten feromon Pheroprax te parovi klopki u 4 ponavljanja (Slika 3.)



Slika 3. – Figure 3.
 Shema pokusa D – Scheme of the experiment D

REZULTATI

RESULTS

POKUS A

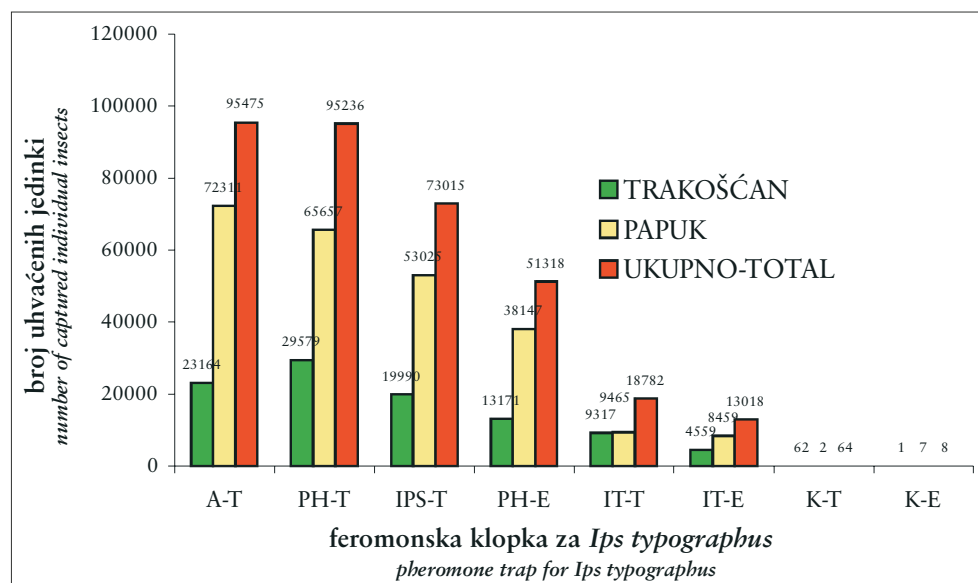
EXPERIMENT A

Ukupno je obrađeno 2.184 uzoraka i izbrojeno 696.235 ciljanih vrsta kukaca. Od toga na smrekinog pisara otpada 346.916 jedinki, a na šesterozubog potkornjaka 349.319.

Tablica 3. – Table 3.

Ukupni ulovi smrekinog pisara u pojedinim feromonskim klopka
 Summary captured bark beetle

	A-T	IPS-T	IT-E	IT-T	PH-E	PH-T	K-E	K-T
TRAKOŠĆAN	23164	19990	4559	9317	13171	29579	1	62
PAPUK	72311	53025	8459	9465	38147	65657	7	2
UKUPNO	95475	73015	13018	18782	51318	95236	8	64

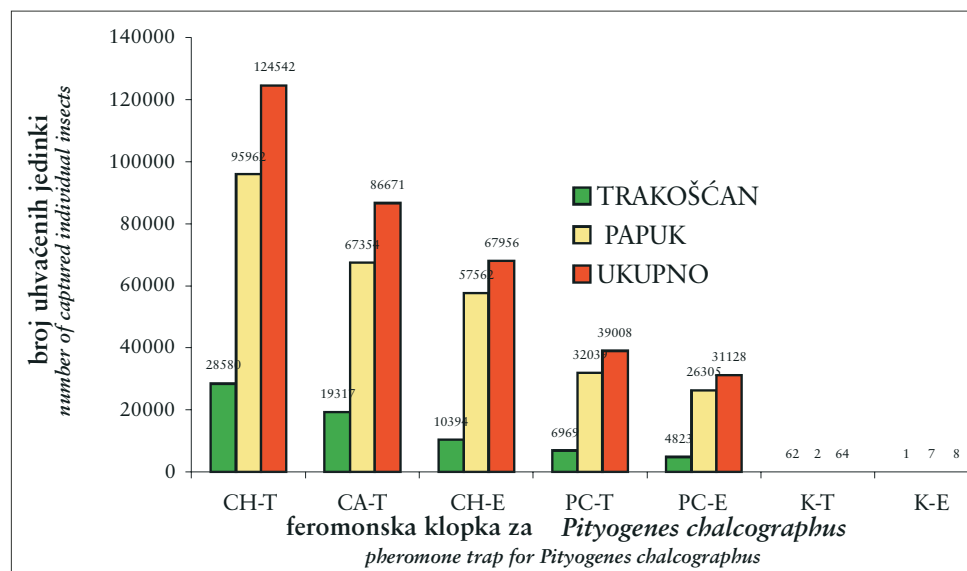


Grafikon 1. – Graph 1.
 Ulovi vrste *Ips typographus* u pokusu A
Ips typographus captured in experiment A

Tablica 4. – Table 4.

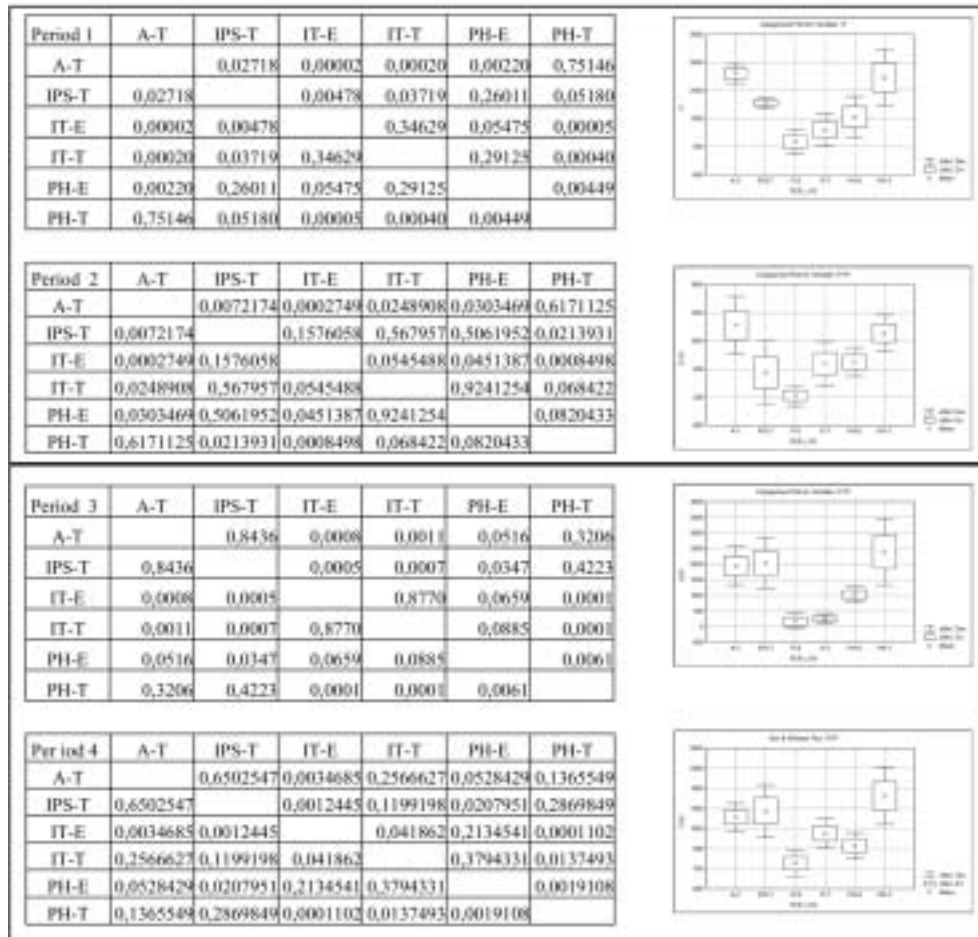
Ukupni ulovi šesterozubog smrekinog potkornjaka u pojedinim feromonskim klopama
Summary captured bark beetle

	CA-T	CH-E	CH-T	PC-E	PC-T	K-E	K-T
TRAKOŠĆAN	19317	10394	28580	4823	6969	14	0
PAPUK	67354	57562	95962	26305	32039	0	0
UKUPNO	86671	67956	124542	31128	39008	14	0



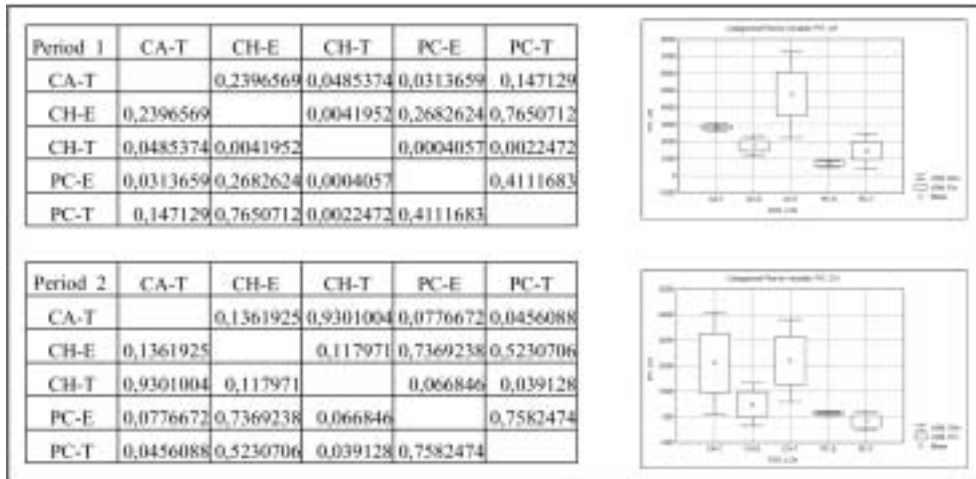
Grafikon 2. – Graph 2.
Ulovi vrste *Pityogenes chalcographus* u pokusu A
Pityogenes chalcographus captured in experiment A

Nakon analize varijance koja je pokazala kako postoje razlike između testiranih feromonskih pripravaka i klopki, proveden je LSD-test, koji je obavljen po periodima, a koji su određeni prema distribuciji populacije pojedinog potkornjaka te po lokalitetima. Kako su rezultati gotovo identični po lokalitetima, ovdje su prikazani samo za "Trakošćan". Za *I. typographus* određena su 4 perioda: 1.) 4.5.-3.6.1999.; 2.) 10.6.-16.6.1999.; 3.) 22.7.-4.8.1999.; 4.) 8-24.9.1999. Kao što je vidljivo (Slika 4.) u periodima 1 i 2 Pheroprax i Ampula razlikuju se od ostalih feromona, dok se u periodima 3 i 4 (tj. nakon mijenjanja feromona) njima priključuje Ipsowit.



Slika 4. – Figure 4.
 LSD-test po periodima distribucije *I. typographus* u Trakošćanu
 LSD-test by distribution periods for *I. typographus* in Trakošćan

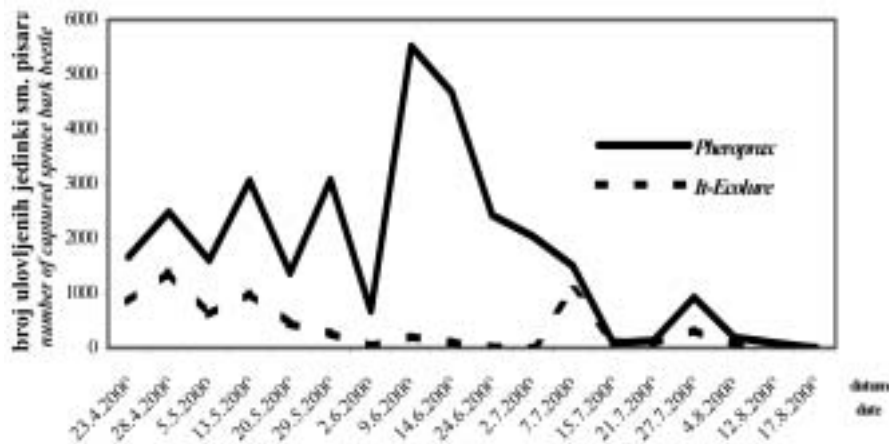
Distribucija za *P. chalcographus* je podijeljena u dva perioda: 1. 6.5.-16.6.1999. 2. 22.6-25.9.1999. U prvom periodu od ostalih pripravaka isticao se Chalcoprax, dok mu se u drugom pridružuje i Chalcowit.



Slika 5. – Fig. 5.
 LSD-test po periodima distribucije *P. chalcographus* u Trakošćanu
 LSD-test by distribution periods for *P. chalcographus* in Trakošćan

POKUS B
 EXPERIMENT B

Ukupno je ulovljeno sa Pheropraxom 31.520, a sa IT-Ecolurom 6.616 jedinki smrekinog pisara. Po datumima sabiranja ulov je prikazan grafički (Graf 3).



Grafikon 3. – Graph 3.
 Ulovi smrekinog pisara po datumima sabiranja u pokusu rotiranja feromona (POKUS B)
 Spruce bark beetle captured - by dates of collecting in the pheromone rotation experiment (EXPERIMENT B)

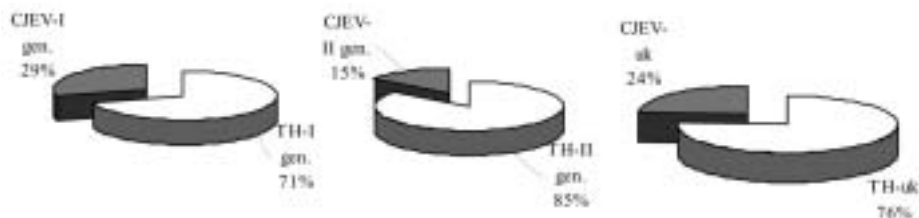
POKUS C
EXPERIMENT C

Zbrajanjem ulova iz pregledanih 144 uzoraka dviju različitih klopki dobiveni su sljedeći rezultati:

Tablica 5. – Table 5.

Zbrojeni ulovi pisara po klopka i ponavljanjima (POKUS C)
Summed quantity of captured spruce bark beetle by traps and repetitions (EXPERIMENT C)

datum	TH-1	CJEV-1	TH-2	CJEV-2	TH-3	CJEV-3	TH-4	CJEV-4
23.4.2000.	1950	500	1700	880	1750	880	1700	400
28.4.2000.	1450	450	1200	700	2300	650	1250	600
5.5.2000.	480	150	550	130	500	200	450	150
13.5.2000.	800	600	800	380	1350	700	900	650
20.5.2000.	700	650	500	250	1000	480	500	500
29.5.2000.	890	180	930	40	1650	420	150	95
2.6.2000.	170	15	230	15	420	200	150	9
9.6.2000.	1300	28	1300	0	1500	250	1200	3
14.6.2000.	1100	0	1070	0	950	0	970	0
23.6.2000.	550	700	800	400	650	400	550	0
2.7.2000.	600	700	800	69	700	150	500	0
7.7.2000.	400	150	350	0	450	180	300	0
15.7.2000.	58	0	22	0	57	0	45	0
21.7.2000.	44	0	63	10	80	43	52	0
27.7.2000.	559	0	246	0	403	75	235	0
4.8.2000.	100	0	35	0	210	0	42	0
12.8.2000.	0	0	0	0	0	0	0	0
17.8.2000.	0	0	0	0	0	0	0	0
UKUPNO:	11151	4123	10596	2874	13970	4628	8994	2407
UKUPNO THEYSOHN: 44711		UKUPNO CJEVASTA: 14032			SVEUKUPNO 58743			



Grafikon 4. – Graph 4.

Ulovi pisara s cjevastim i Theysohn klopka po generacijama potkornjaka (POKUS C)
Bark beetle captured with tubular and Theysohn traps – by bark beetle generations (EXPERIMENT C)

Tablica 6. – Table 6.

Wilcoxonov test parova pokazuje značajnu razliku između klopki u Pokusu C
Wilcoxon's test of pairs shows significant difference between traps in Experiment C

	N	T	Z	p-razina p-level
TH1&CJEV1	18	10,5	2,9732542	0.0029488
TH2&CJEV2	18	0	3,5161963	0.0004384
TH3&CJEV3	18	0	3,5161963	0.0004384
TH4&CJEV4	18	0	3,4077711	0.0006558

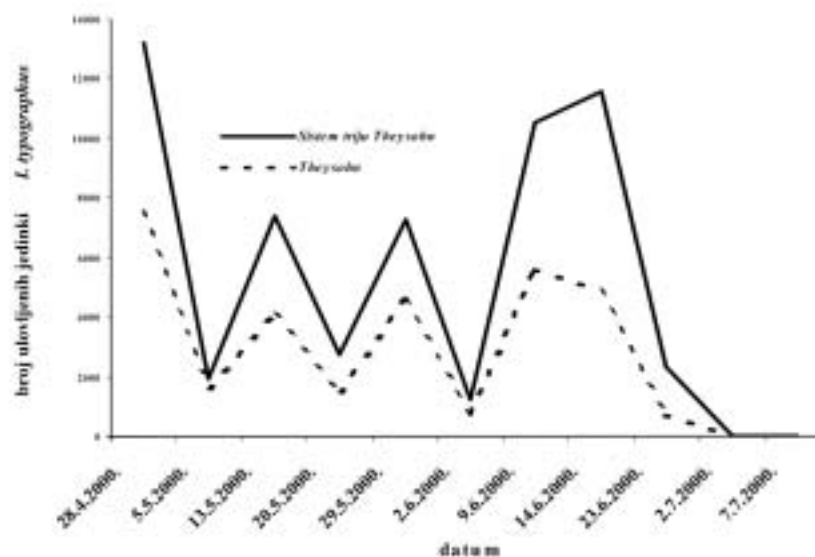
POKUS D
EXPERIMENT D

Prebrojavanjem 88 uzoraka ulova smrekinog pisara dobiveni su slijedeći podaci:

Tablica 7. – Table 7.

Ukupni ulovi smrekinog pisara Theysohn i Theysohn klopki u sustavu (POKUS D)
Summary captured bark beetle in Theysohn and Theysohn trap in the system (EXPERIMENT D)

datum date	ZV.SIS. 1	TH-1	ZV.SIS. 2	TH-2	ZV.SIS. 3	TH-3	ZV.SIS. 4	TH-4
28.4.2000.	4000	2500	4500	2000	3000	1750	1700	1250
5.5.2000.	700	330	550	350	230	500	450	450
13.5.2000.	2600	1500	1500	1500	2000	700	1250	300
20.5.2000.	800	500	600	500	650	300	700	200
29.5.2000.	2600	1950	1850	1850	1700	600	1110	150
2.6.2000.	420	250	320	250	250	170	230	110
9.6.2000.	4000	1900	2600	1500	2700	1000	1210	1200
14.6.2000.	4000	1500	3500	1450	2200	950	1850	970
23.6.2000.	600	300	700	150	700	150	300	100
2.7.2000.	0	0	5	0	0	0	4	0
7.7.2000.	0	0	0	0	0	0	0	0
UKUPNO:	19720	10730	16125	9550	13430	6120	8804	4730
	UKUPNO ZV.SIS.: 58079		UKUPNO THEYSOHN: 31130			SVEUKUPNO: 89209		



Grafikon 5. – Graph 5.

Distribucije ulova smrekinog pisara u lovkama tipa Theysohn- klasično postavljene i u sustavu (POKUS D)
Distribution of captured spruce bark beetle in Theysohn traps – installed classically and in the system (EXPERIMENT D)

Tablica 8. – Table 8.

Wilcoxonov test parova pokazuje značajnu razliku između testiranih klopki u Pokusu D
Wilcoxon's test of pairs shows significant difference between traps tested in Experiment D

	N	T	Z	p-razina
ZV SIS 1 & TH 1	17	0	3,1797974	0,0014752
ZV SIS 2 & TH 2	17	0	3,0594118	0,0022196
ZV SIS 3 & TH 3	17	5	2,830369	0,0046523
ZV SIS 4 & TH 4	17	0	3,1797974	0,0014752

NECILJANA ENTOMOFAUNA

NON-TARGED ENTOMOFAUNA

Tablica 9. – Table 9.

Neciljana predatorska entomofauna u ulovima (POKUS A)
Non-targeted predatory entomofauna in the catch (EXPERIMENT A)

	THEYSOHN								ECOTRAP					UKUPNO
	PH-Ampula	Ipsowit	IT-Ecolure	Phero-prax	Chalco-wit	Chalco-prax	PCIT-Ecolure	Kontrola	IT-Ecolure	Phero-prax	Chalco-prax	PCIT-Ecolure	Kontrola	
LIODIDAE	19	16	17	21	24	12	20	0	4	37	28	38	22	258
STAPHYLINIDAE	32	65	30	88	42	41	29	5	41	66	140	78	152	809
TROGOSITIDAE	4	5	5	2	150	66	77	1	4	2	191	94	2	603
CLERIDAE	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
NITIDULIDAE	2	8	6	0	14	6	8	1	4	15	9	7	3	83
RHYZOPHAGIDAE	2	1	4	1	3	2	0	0	1	4	1	1	3	23
CUCUJIDAE	9	12	7	19	21	8	13	4	20	23	27	23	28	214
CERYLONIDAE	11	28	15	32	9	9	20	3	8	25	9	30	23	222
COLYDHIDAE	0	0	1	1	3	2	3	0	5	0	0	0	0	15
	79	135	85	164	267	146	170	14	87	172	405	271	233	2228

RASPRAVA

DISCUSSION

Testiranje feromona i klopki pokazalo je kako postoje bitne razlike u ulovima pojedinih pripravaka i izvedbi klopki. Rezultati laboratorijske obrade to naznačuju, a statistička analiza daje nešto dublji uvid u učinkovitost feromona. Cilj ovog rada bio je pokazati te razlike u kvantitativnom i kvalitativnom smislu pa je posebno obrađena predatorska entomofauna. Statistička obrada tog dijela nije obavljena, jer podaci nisu usustavljeni po datumima i ponavljanjima. Kao rezultat kvalitativne obrade dan je popis ulovljenih ostalih Coleoptera u pojedinim feromonskim klopkama.

Testirani feromoni Pheroprax i IT- Ecolure te klopke Theysohn i Ekotrap i njihove kombinacije pokazale su kako je Pheroprax i Theyson bolji feromon, od-

nosno klopka, bez obzira kako ih kombinirali. Isto se može reći za Chalcoprax i Theysohn u odnosu na PCIT-Ekolure i Ecotrap. ŠVESTKA (1996) također dobiva 30% bolje rezultate Theysohnom u odnosu na Ekotrap klopku. Isto tako Pheroprax je najbolji feromon u njegovom pokusu.

Testiranja feromona obično se obavljaju u tzv. rotacijskim pokusima, što znači kako se feromonima u nekom zadanom vremenskom periodu ili nakon doseguća određenog broja jedinki u ulovu mijenja pozicija. Time se nastoji izbjeći vrlo važan izvor varijabiliteta, a to je mikrostanište. Poznato je kako se kukci orijentiraju u prostoru prvo prema feromonskom mirisu (buké), a onda prema silueti i boji klopke. Teoretski se kod postavljanja klopki može dogoditi da realno slabiji feromon bude u boljem položaju na nalet potkornjaka te u apsolutnom iznosu ima veći ulov od realno jačeg. U ovim testiranjima problem se pokušao riješiti velikim brojem ponavljanja (POKUS A). U pokusu je korišteno 8 ponavljanja koje su trebale dati sigurnost kako je svaka feromonska klopka došla i u vrlo dobru i u vrlo lošu poziciju. Kako bismo bili sigurni u ovo, u 2000. godini pokus je za dva feromona ponovljen uz tjednu rotaciju feromonskog pripravka u istim klopkama (Theysohn; Pokus B). Isto tako zbog loših rezultata IT-Ecolura prve godine, druge nisu zarezivani, već su u dva slučaja zamijenjeni novim. Pheroprax se u svim slučajevima pokazao višestruko boljim.

JAKUŠ (1998) je u Slovačkoj ispitivao metode zaštite smrekovih šuma barijernim klopka, koristeći Pheroprax i IT-Ecolure. IT-Ecolure je bio manje učinkovit od Pheropraxa, naročito u prvom dijelu pokusa (do druge generacije). Nakon toga ulovi tih feromona gotovo su izjednačeni. Ovaj rezultat nije se potvrdio u našim istraživanjima, već je pokazao suprotno, puno lošiji ulov nakon druge generacije potkornjaka. Razlozi za toliko različiti rezultat mogu biti višestruki, a najvjerojatniji je da je postojala razlika u serijama feromonskih pripravaka. Druga je mogućnost razlika u geografskim područjima istraživanjima. Treba spomenuti kako su u našem pokusu korišteni feromonski pripravci iz komercijalne uporabe (J.P. "Hrvatske šume").

U Pokusu A je osim spomenutih kombinacija, testirano ukupno 11 sustava feromonskih klopki, od čega 6 za smrekinog pisara, a 5 za šesterozubog potkornjaka. Za smrekinog pisara situacija efikasnosti pojedinog feromona može se poredati kako sljedeći:

1. PH-T i A-T--
3. IPS-T--
4. PH-E--
5. IT-T--
6. IT-E;

a za šesterozubog smrekinog potkornjaka:

- 1.CH-T--
- 2.CA-T--
3. CH-E--
4. PC-T--
5. PC-E.

Za preporuku praksi međutim nije samo bitan ukupni ulov kroz cijelu sezonu nego i po generacijama. Statistička analiza omogućuje podjelu distribucije ulova potkornjaka prema karakterističnim fazama generacija koje su ovdje nazvane periodima. Za smrekinog pisara imali smo po 4 perioda, dok za šesterozubog potkornjaka 2 u Trakošćanu i 3 u Požezi. Analiza je pokazala kako za smrekinog pisara u I. generaciji i u sestrijskim generacijama uopće nije važno da li koristiti Phe-

roprax ili Ph-Ampulu, dok se u II. generaciji može koristiti i Ipsowit i Pheroprax u Theysohn klopki. Kod šesterozubog potkornjaka Chalcoprax nije imao konkurenciju u I. generaciji, dok se za II. generaciju može koristiti jednako dobar Chalcowit. Chalcoprax u Ekotrapu pokazao je također, što se ulova tiče, značajno različit rezultat, međutim kod njega se treba promatrati slabija selektivnost te iz tog gledišta donositi odluku o primjeni.

Rezultati inozemnih autora slični su kada bismo promatrali ukupne ulove (DAUTBAŠIĆ & ČABRAVDIĆ 2001; PFISTER 1999).

Analiza podataka neciljanih ulova s "Papuka" iz tehničkih razloga nije obavljena, ali i zbog same upitnosti primjene feromonskih klopki u takvoj gradacijskoj fazi, što je zaključak ovih pokusa, materijal je obrađen samo za lokalitet "Trakošćan". Ukupno je u feromonskim klopka namijenjenim smrekinom pisaru ulovljeno 114.851 jedinki, dok je broj neciljnih vrsta kukaca iznosio 1.680 ili 1,44%, od čega na predatorske kukce otpada 722 ili 0,62%.

Kod smrekinog pisara gotovo nema podataka u literaturi o visokim ulovima predatora i parazitoida, osim u cjevastim klopka (PAVLIN 1994). Cjevaste klopke su se u tim istraživanjima pokazale kao problematične glede predatora *Thanasimus formicarius* L. (Coleoptera; Cleridae) (ZUMR 1983). Ovo je vrlo bitno, jer je prema mnogim autorima to regulacijska vrsta koja konzumira prosječno 0,4-1,4 pisara na dan (PUCHEGGER 1987). Od ukupnog ulova predatora u cjevastim klopka udio spomenutog kornjaša je bio 32%. Usporede li se rezultati ulova, onda se vidi kako ovaj predator gotovo ne dolazi niti u Theysohn niti u Ekotrap klopki. Pa čak i da dolaze u većem broju dovoljno su veliki i karakteristično obojeni pa se lako primijete i izbace iz klopki, što kod cjevastih uglavnom nije moguće.

Rhizophagus vrste (Coleoptera; Rhizophagidae) kao i ova prijašnja imaju prema nekim autorima regulacijsku funkciju populacije pisara (WESLIEN & RIGNANDER 1992; NIERHAUS-WUNDERWALD 1993). KUBITZ (1992) je u feromonskim klopka ulovio 7 vrsta iz roda *Rhizophagus* i utvrdio da ti ulovi nisu značajni. Isto možemo reći i za naša istraživanja, gdje je udio *Rhizophagus* vrsta od ukupnog ulova smrekinog pisara bio zanemariv (0,0002%).

Šesterozubog smrekinog potkornjaka ulovljeno je ukupno 73.067, a nepoželjnih vrsta 2.093 ili 2,78%, od čega 845 ili 1,12% predatora. Slične rezultate dobivaju BABUDER et al (1996) koji su ulovili 1,4-1,6% neciljane entomofaune. SCHMIDT et al (1999) dobivaju još manje neciljane ulove (manje od 1%).

Slično kao KRETSCHMER (1991) u obavljenom pokusu dobiveni su visoki ulovi nekih kukaca koji nemaju kairomonsku vezu prema potkornjacima. Prije svega treba spomenuti visoke ulove vrste iz reda: Colembola i porodica Elateridae, Histeridae, Mycetophagidae, Mordelidae. U ukupnim ulovima klopka Ekotrap lovi sa 6 od 13 klopki 51% svih predatora. Pri tome u kontroli čak 10%. Od ukupnog ulova značajnog predatora *Nemasoma elongatum* L. (Coleoptera; Trogozitidae) hvataju gotovo samo dvije klopke- Chalcowit u Theysohnu i Chalcoprax u Ekotrapu preko 50%. Međutim, teško je govoriti o preferiranju pojedinog feromona ili klopke. PCIT je i u jednoj i u drugoj klopki pokazao podjednako pre-

feriranje. U kontroli Ekotrapa nema niti jedne uhvaćene jedinke spomenutog predatora, dok je u kombinaciji sa Chalcopraxom iznadprosječan. Istovremeno Chalcoprax u Theysohnu ne daje iznadprosječne ulove. ROEDIGER (1988) dobiva vrlo visoke ulove ovog predatora (2,8%) ali samo u početnom periodu lova, jer kasnije oni postaju toliko niski u odnosu na ukupni ulov da se mogu zanemariti.

U pokusu C je statistička obrada četiriju parova Theysohn i improvizirane cjevaste klopke pokazala vrlo visoku značajnost količine ulova. Stoga je neupitno, bez da se komentira problem selektivnosti, kako je ulov i efektivnost Theysohn klopke višestruko veći.

U pokusu D pokazala se značajna razlika između Theysohn i kombiniranih Theysohn klopki. Kombinirane klopke u zvijezdu pokazale su 1,2-3,3 puta bolje ulove, odnosno prosječno povećanje od 186%. ROEDIGER (1988) dobiva povećanje od 183%. DIMITRI et al. (1986) dobivaju prosječno povećanje za 153%. U ovom pokusu uzeta je u obzir samo I. generacija, jer je na lokalitetu postavljanja klopki došlo do jačeg zarašćivanja korova (preko 1,5m u visinu) ispred lovne fronte tako da nije bilo ulova u daljnjoj sezoni. Ovaj problem, koji se slučajno pokazao, ima praktičnu vrijednost. Ispred klopki bitno je održavati prilaz na nekoliko metara, kako bi ciljani kukci u naletu jasno prepoznali siluetu. Drugi razlog je bolje isparavanje i širenje feromonskog mirisa.

NEKE PREPORUKE ZA PRAKSU

SOME SUGGESTIONS FOR THE PRACTICE

Kako je pokazalo dvogodišnje iskustvo s feromonskim pripravcima, uz dobivene spoznaje o njihovoj efikasnosti, mogu se dati empirijski zaključci i preporuke radnji koje bi praktičan šumar morao učiniti da bi u borbi protiv potkornjaka bio uspješan.

Na lokalitetima postavljanja pokusa nije samo bio postavljen eksperiment, već se radilo o vrlo gustoj mreži feromonskih klopki. Ishod za šumu bio je različit. Dok u "Trakošćanu" možemo govoriti o uspješnoj primjeni, na "Papuku" nije došlo do zaustavljanja napada, iako su ulovi bili izuzetno visoki. Razlog tome treba tražiti u prekasno poduzetim mjerama, ali i u vrlo lošem staništu za smreku. Štete koje je tamo prouzročio veliki napad potkornjaka koji nije bio samo direktan, o čemu je već bilo riječi, već je velik broj sušaca i njihovo sanitarno obaranje otvorio šumu prema susjednoj šumi bukve koja je time ostala bez zaštitnog pojasa. Olujno nevrijeme 23. 6. 1999. godine prouzročilo je tada izvale prvih redova stabala bukve, a kroz tako napravljene prolaze jak je vjetar ušao dublje u šumu. Ipak se ne preporuča postavljanje feromonske klopke u tako uzmaklom stadiju napada, jer tada više ne mogu imati značajnu ulogu. Slično preporučuju drugi autori (DIMITRI 1987; SCHMUTZENHOFFER 1993). Kod korištenja feromonske klopke mora se paziti da se koristi stručno, intenzivno i u pravo vrijeme uz sve druge mjere integrirane zaštite. To znači kako je razmak od najbliže zdrave smreke minimalno 20m, razmak od klopke do klopke 100m i redovito praćenje i

pražnjenje. Praćenje broja uhvaćenih jedinki važno je da nas informira u kakvom je stanju populacija potkornjaka. Intenzivno znači ako je broj u klopki veći od 1.500 ulovljenih jedinki tjedno, morala bi se pregledati šuma na ubušivanja (curenje smole, piljevina, ulazna rupica kad se skine ljuska) i izdvajati stabla koja treba obarati i poduzeti daljnje mjere (skidanje kore, prskanje insekticidom ili spaljivanje kore, okoravanje panjeva itd.). U ovakvom slučaju treba zgušnjavati mrežu feromonskih klopki, a po mogućnosti koristiti sustav triju klopki. Na vrijeme znači kako su napadnuta stabla na vrijeme primijećena i izdvojena, izvezena iz šume.

Theysohn klopke su skuplje, ali treba imati na umu kako nije samo trošak klopke vezan uz zaštitu feromonskim klopkama. Svakako je upitna poraba cjevastih klopki, jer su njihovi ulovi preniski, naročito nakon II. generacije kada je udio od ukupnog ulova pao sa 29 na 15%. Dalje, ova klopka traži češće preglede, čišćenja i nadopunjavanje borne kiseline, a time više vremena potrebnog za održavanje.

Prema proračunu DIMITRI et al. (1986) cijena servisiranja triju Theysohn klopki u sustavu, u odnosu na pojedinačnu povećava se tek 30-40%, a sam trošak nabave još dviju klopki u ukupnim troškovima sudjeluju s povećanjem od 14-19%.

Svako površno postupanje s feromonskim klopkama, kao i loša higijena, imaju za rezultat neuspjeh kojeg je onda najlakše pripisati samoj klopki, odnosno metodi. Za daljnju stručnu raspravu ostaje pitanje jeli uvijek sjeći stabla iz kojih je većina kukaca izašla (izlazne rupe), jer su niše specifičnih i nespecifičnih parazitoida (korisnih kukaca).

ZAKLJUČCI

CONCLUSIONS

1. Najbolje rezultate ulova smrekinog pisara (*Ips typographus* L.) dao je feromon Pheroprax i klopka Theysohn, koja je ujedno bila najbolja kombinacija u pokusu.
2. Pheroprax-Ampula je pokazala slične i djelomično bolje rezultate od drugih feromona u testu, ali nije bila funkcionalna kroz čitavo razdoblje lovljenja te je tijekom druge generacije treba mijenjati.
3. U prvoj generaciji potkornjaka primjene feromona za smrekinog pisara nema boljeg pripravka od Pheropraxa, dok se u drugoj može koristiti jednako dobar Ipsowit.
4. U prvoj generaciji potkornjaka primjene feromona za šesterozubog smrekinog potkornjaka nema boljeg pripravka od Chalcopraxa, dok se u drugoj može koristiti jednako dobar Chalcowit.
5. Najbolje rezultate ulova malog šesterozubog smrekinog potkornjaka dao je feromon Chalcoprax i klopka Theysohn koja je ujedno bila najbolja kombinacija u pokusu.

6. Feromon PCIT-Ecolure je lovio kombinirano i smrekinog pisara i smrekinog šesterozubog potkornjaka te s tog gledišta dao dobre rezultate. Osim njega, ulovi Calcowita također su sadržavali velik broj smrekinog pisara.
7. Theysohn klopke u odnosu na improvizirane cjevaste pokazale su višestruko bolje rezultate u I.generaciji potkornjaka 2,5, a u II. 5,5.puta.
8. Sustav triju klopki Theysohn pokazao je, u odnosu na klasično pojedinačno postavljenu klopku Theysohn, prosječno 186% bolje ulove u prvoj generaciji.
9. Ukupan ulov smrekinog pisara u "Trakošćanu" u 1999. godini iznosio je 114.851 jedinki, broj neciljane entomofaune iznosio je 1.680 ili 1,44%, a predatora 722 ili 0,62% od ukupnog ulova.
10. Ukupan ulov malog šesterozubog smrekinog potkornjaka u "Trakošćanu" u 1999. godini iznosio je 73.087 jedinki. Broj neciljane entomofaune iznosio je 2.093 ili 2,78%, a predatora 845 ili 1,12% od ukupnog ulova.
11. Na "Papuku" je ukupno ulovljeno 269.142 jedinki smrekinog pisara te 284.839 jedinki malog šesterozubog smrekinog potkornjaka.
12. Testirani feromonski pripravci pokazali su zadovoljavajuću selektivnost prema predatorima i ostaloj neciljanoj entomofauni.
13. Theysohn klopke pokazale su zadovoljavajuću selektivnost prema predatorima i ostaloj neciljanoj entomofauni, dok je kod Ekotrpa mnogo manja.
14. Od neciljane entomofaune u ulovima determinirano je 4.906 jedinki, uglavnom iz reda kornjaša (Coleoptera). Od kornjaša su ukupno nađene 43 porodice sa 4.303 jedinki. Nisu brojane niti determinirane jedinice reda Lepidoptera i razreda Arachnida, jer je njihov broj u ulovima bio oskudan ili su puštani van.
15. Visoke ulove od determinirane, a neciljane entomofaune imali su redovi Coleoptera (Elateridae, Mycetophagidae, Mordelidae) i Colembola.
16. Od predatora su značajnije bili zastupljeni porodica Liodidae, Staphylinidae, Trogositidae- (*Nemasoma elongatum*), Nitidulidae i Rhyzophagidae. Važni predator vrsta *Nemasoma elongatum* pokazao je preferiranje feromona Chalcowit i Chalcoprax, dok je PCIT-Ecolure u tom smislu bio selektivniji.
17. Ulovi iz porodice Staphylinidae nisu determinirani po vrstama pa zaključak o preferiranju pojedine klopke nije moguć, ali se njihov ukupan ulov ne može smatrati problematičnim.
18. Od neciljane entomofaune nisu obrađeni parazitoidi porodice Hymanoptera i ostaje za daljnje istraživanje.
19. U zadnjem stadiju gradacije ne preporuča se postavljanje feromonske klopke.
20. Kod jačanja napada potkornjaka koristiti sustav triju Theysohn klopki i najučinkovitije feromone.
21. Posebnu pažnju treba posvetiti potkornjacima nakon sušnih godina ili razdoblja, poslije snjegoloma, ledoloma ili vjetroizvala. Kako bi se spriječio kalamitet pregledavati šume glede prisutnosti potkornjaka i rigorozno održavati šumsku higijenu.

ZAHVALA

ACKNOWLEDGEMENT

Na pruženoj pomoći u realizaciji ovog rada zahvaljujem se Šumarijama "Ivanec" i "Kamenska", Zavodu za gozdojve Ljubljana, Forstliche Bundesversuchsanstalt Beč te tvrdkama M-Plus Maribor i Fytofarm Melnik. Hvala dugujem dr. Miroslavu Harapinu, mr. Borisu Lioviću i mr. Ivanu Pilašu. Najveće hvala mentoru dr. Borisu Hrašovcu na svekolikoj pomoći.

LITERATURA

REFERENCES

- BABUDER G., F. POHLEVEN, S. BRELIH, 1996: 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.
- DAUTBAŠIĆ M., A. ČABRAVDIĆ, 2001: Upotreba agregacionih feromona za kontrolu i suzbijanje potkornjaka (Scolytidae) smrče u Bosni i Hercegovini. Radovi Šumarskog fakulteta Univerziteta Sarajevo, 19-33.
- DIMITRI L., 1987: Bedingungen für den erfolgreichen Pheromoneinsatz. AFZ 9/10.
- DIMITRI L., E. KOENIG, H. NIEMEYER, 1986: Der Dreifallenstern. Eine Möglichkeit zur Steigerung der Effektivität von Borkenkäferfallen. Der Forst und Holzwirt 41, 171-173.
- JAKUŠ R., 1998: A method for the protection of spruce Stands against *Ips typographus* by the use of barriers of pheromone traps in north-eastern Slovakia. Anz. schädlingskde., Pflanzenschutz, Umweltschutz 71, 152-158.
- KRETSCHMER K., 1991: Über die Problematik der Beifänge beim Einsatz von Aggregationsspheromonen. Mitt. Biol. Bundesanst. für Land- und Forstw. 267, 101-110.
- KUBITZ D., 1992: Occurrence of predators from the genus *Rhizophagus* Herbst (Col., Rhizophagidae) in pheromone traps. J. Appl. ent. 113, 525-531.
- NIEMEYER H., G. WATZEK, J. ACKERMANN, 1994: Verminderung von Stehendbefall durch Borkenkäferfallen. AFZ 4: 190-192.
- NIEMEYER, H., J. ACKERMANN, G. WATZEK, 1995: Eine ungestörte massenvermehrung des Buchdruckers (*Ips typographus*) im Hochharz. Forst und Holz 8/1995, 239-243.
- NIERHAUS-WUNDERWALD D., 1993: Die natürlichen Gegenspieler der Borkenkäfer. Wald und Holz 1/93, 8-14.
- PAVLIN R., 1994: Problem selektivnosti sintetičnih feromonov. Zbornik lesarstva, 38, 126-160.
- PFISTER A., 1999: Borkenkäfer 1998. Käferflug und Kontrolle der Käferentwicklung. www.fbva.bmlf.gv.at.
- PUCHEGGER F., 1987: Entwicklung einer Zuchttechnik für den Ameisenbündelkäfer *Thanasius formicarius*. Dipl. Arbeit, Institut für Forstschutz und Forstentomologie. Univ. f. Bodenkultur, Wien.
- ROEDIGER K., J. 1988: Überwachung des Kupferstechers mit Chaloprax 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.

M. Pernek, 2002: Analiza biološke učinkovitosti feromonskih pripravaka i tipova klopi namjenjenih lovu...
Rad. Šumar. inst. 37 (1): 61-83, Jastrebarsko

- SCHMUTZENHOFER H., 1993: Erfahrungen mit dem aggregationspheromon des Kupferstechers, *Pityogenes chalcographus* L. (Col., Scolytidae). Centralblatt für das gesamte Forstwesen 110, 21-36.
- ŠVESTKA M., 1996: Efektivni využití feromonových lapačů proti lykožroutu smrkovému. Lesnická práce 2. 48-49.
- VAUPEL O., G. ZIMMERMANN, 1996: Orientierende Versuche zur Kombination von Pheromonfallen mit dem insektenpathogenen Pilz *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. gegen die Borkenkäferart *Ips typographus* L. (Col., Scolytidae). Anz. Schädlingskde., Pflanzenschutz, Umweltschutz 69, 175-179.
- 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.
- WOOD D., 1982: The role of pheromones, allomones and kairomones in the host selection and colonisation behavior of bark beetles. Ann. Rev. of Ent. 27, 411-446.
- ZUBER M., G. BENZ, 1992. Untersuchungen über das Schwärmeverhalten von *Ips typographus* L. und *Pityogenes chalcographus* L. (Col., Scolytidae) mit Pheromonpreparaten Pheroprax und Chalcoprax. J. Appl. Ent. 113, 430-436.
- 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.
- ***LWF 1998: Borkenkäfer problematik im Nationalpark Bayerischer Wald. Freising, str. 47.

ANALYSIS OF BIOLOGICAL EFFICIENCY OF PHEROMONE
PREPARATIONS AND TYPES OF TRAPS USED FOR CAPTURING BARK
BEETLE (*Ips typographus* L. AND *Pityogenes chalcographus* L.
(COLEOPTERA; SCOLYTIDAE))

Summary

Dry periods in the 90s of the last century were the primary cause of physiological weakening of spruce cultures in Croatia. Such weather conditions hindered normal development of artificially established forests, which had to adapt to inadequate habitats, while the conditions for their enemies - phytophaga were improved. This resulted in a rapid increase of populations of secondary pests, spruce bark beetle (*Ips typographus* L. and *Pityogenes chalcographus* L.) in particular (Coleoptera; Scolytidae). Abundant supply of favourable material and food, alongside with mentioned favourable weather conditions, facilitated their rapid progradation and, thus, their attacks acquired primary character. Management unit "Trakošćan" (Forest enterprise Ivanec), for example, recorded for that period mainly random realisation of principal income of 172% and as much as 273% of the prescribed previous income. Severe bark beetle attack began in 1992 and lasted until 1996. The peak of attack was in 1995. The peak of attack on Papuk was reached in 1998 and 1999, which resulted in the disappearance of spruce from some sections.

The problems which arise from the attacks are manifold and the control measures are expensive. From the appearance of first pheromone preparations to date, there have been some new preparations which are different in their active matter and evaporation technology, which has a direct impact on the summary capture and price. Likewise, there are various types of traps. This paper investigated and directly compared pheromone preparations Pheroprax[®], Ipsowit[®], IT-Ecolure[®] and Pheroprax-Ampula[®] for *I. typographus*, and Chalcoprax[®], Chalcowit[®] and PCIT-Ecolure[®] for *P. chalcographus*, and traps: Theysohn[®], improvised tubular, Ecotrap[®] and Theysohn[®] within the system. The research was carried out on localities Trakošćan and Papuk. In four sub-experiments, biological efficiency, which illustrates quantitative and selective capture, was investigated. The results should resolve questions related to the choice of preparations and traps and their timing in the field work, so as to facilitate successful bark beetle control measures.

Testing of pheromones and traps showed that there are significant differences in the capture of specific preparations and traps. Predatory entomofauna has been processed separately and statistical processing of that part has not been carried out due to the fact that the data were not systematized by dates and repetitions. A list of other captured Coleoptera in particular pheromone traps has been provided as a result of qualitative processing.

Tested pheromones Pheroprax and IT-Ecolure and traps Theysohn and Ekotrap and their combinations showed that Pheroprax is a better pheromone and that Theyson is a better trap regardless of possible combinations. The same can be said of Chalcoprax and Theysohn in relation to PCIT-Ecolure and Ecotrap.

A total of 11 systems of pheromone traps has been tested in Experiment A, in addition to mentioned combinations; out of which number 6 were for *Ips typographus* L. and 5 for *Pityogenes chalcographus* L. The efficiency of specific pheromones for *Ips typographus* L. can be shown as follows:

1. PH-T and A-T--
3. IPS-T--
4. PH-E--
5. IT-T--
6. IT-E;

and for *Pityogenes chalcographus* L:

1.CH-T-- 2.CA-T-- 3. CH-E-- 4. PC-T-- 5. PC-E.

It is not only summary capture during the whole season that is important for practical recommendations, but also summary capture by generations. Statistical analysis facilitates the division of bark beetle capture by characteristic generation phases, which are here called periods. There were 4 periods for spruce bark beetle and 2 in Trakošćan and 3 in Požega for Pityogenes chalcographus L. The analysis for spruce bark beetle in I generation and sister generations showed that it was irrelevant whether Pheroprax or Ph-Ampulu were used, while Ipsowit and Pheroprac in Theysohn trap can be used in the second generation. Chalco-prax was the only pheromone to be used for the I generation of Pityogenes chalcographus L., while a similarly good preparation, Chalcowit, can be used for II generation. Chalco-prax in Ekotrap also exhibited insignificantly different results with reference to capture. However, its weaker selectiveness should be considered and decisions for applications should be made from that viewpoint.

The data analysis of non-targeted capture from Papuk has not been published for technical reasons but also for questionable application of pheromone traps in such graduation phase, which is a conclusion of these experiments. Only the materials for locality Trakošćan have been processed. Summary capture of spruce bark beetle in pheromone traps was 114.851 individual insects, out of which number 722 or 0,62% is predatory insects.

Summary capture of Pityogenes chalcographus L was 73.067, and non-targeted species 2.093 or 2,78%, out of which number 845 or 1,12% of predators.

The share of mentioned Coleoptera - Thanasimus formicarius L. in summary capture of predators in tubular traps was 32%. Comparison of capture results shows that this predator is neither to be found in Theysohn nor in Ecotrap trap, and even if they were, they are big enough and distinctly coloured and can be easily detected and taken out of the traps, which is mainly not possible with tubular traps.

Species Rhizophagus (Coleoptera; Rhizophagidae), as well as the species mentioned earlier, have a regulatory function for bark beetle population, according to some authors (WESLIEN & RIGNANDER 1992, NIERHAUS-WUNDERWALD 1993). Their share in summary capture of spruce bark beetle was 0,0002%, which is an irrelevant quantity.

Statistical processing of four pairs of Theysohn and improvised tubular trap in experiment C showed a very high significance of quantity of capture. It is thus certain that the capture and efficiency of Theysohn trap is manifoldly bigger, provided we neglect the issue of selectiveness.

Experiment D showed significant difference between Theysohn and combined Theysohn traps. Star-combined traps showed 1,2-3,3 times better capture results, i.e. average increase of 186%. ROEDIGER (1988) reported and increase of 183%. DIMITRI et al. (1986) reported an average increase of 153%.

Key words: *Ips typographus, Pityogenes chalcographus, pheromone trap, Pheroprax, Chalco-prax, Ipsowit, Chalcowit, IT-Ecolure, PCIT-Ecolure, Theysohn, Ecotrap*