

Izvorni znanstveni članak
Original scientific paper

Prispjelo - *Received*: 10. 05. 2006
Prihvaćeno - *Accepted*: 09. 10. 2006.

UDK: 630*459+.414

Milan Pernek*, Dinka Matošević*, Boris Hrašovec**

ISTRAŽIVANJE FEROMONA I KLOPKI ZA PROGNOZU JELOVOG POTKORNJAKA *PITYOKTEINES CURVIDENS* GERMAR (COLEOPTERA, SCOLYTIDAE)

INVESTIGATION OF PHEROMONES AND TRAPS FOR PROGNOSIS OF THE FIR BARK BEETLE *PITYOKTEINES CURVIDENS* GERMAR (COLEOPTERA, SCOLYTIDAE)

SAŽETAK

Zbog učestalih problema s potkornjacima posljednjih godina u Hrvatskoj, postavlja se pitanje njihovog učinkovitog suzbijanja. U koncept integrirane zaštite šuma sve više se nastoji uvesti ekološki prihvatljive metode zaštite, kakve su primjerice feromonske klopke. U obavljenom istraživanju feromonski pripravak *Curviwit*[®], deklariran kao feromon jelovog krivouzubog potkornjaka *Pityokteines curvidens*, testiran je u kombinaciji s klopkama Theysohn[®] i IPM[®]. Cilj ovog rada bio je dobiti spoznaje o mogućnostima primjene feromonske klopke za ulov jelovih potkornjaka. Rezultati ulova u klopkama ukazuju kako let proljetne generacije *P. curvidens* ovisi o kretanju srednje dnevne temperature koja mora postići 10°C. Rojenje počinje početkom travnja, a glavni let i najveći ulov u klopkama dostignu se krajem travnja i početkom svibnja. Nakon najvećih ulova kukaca sljedeći nagli pad, a ulovi nakon tog vrlo su niski i nakon ljetne zamjene feromona. Broj ulovljenih mužjaka u klopkama u početku rojenja višestruko je veći od ženki, ali se pri najvećim ulovima izjednačava na 1:1.

Ključne riječi: jelovi potkornjaci, *Pityokteines* spp., *Pityokteines curvidens*, *Curviwit*, feromonska klopka, IPM, Theysohn

UVOD I CILJ ISTRAŽIVANJA

INTRODUCTION AND RESEARCH AIM

Sušenje jele (*Abies alba* Mill.) ima vrlo kompleksne i isprepletene uzroke (PRPIĆ i dr. 2001). Jedan od njih svakako je i prenamnoženje potkornjaka koje

* Šumarski institut, Jastrebarsko, Cvjetno naselje 41, 10450 Jastrebarsko

** Šumarski fakultet, Zagreb, Svetošimunska 25, 10000 Zagreb

obično sljedi nakon fiziološkog stresa prouzročenog sušom ili nagomilavanjem veće količine pogodnog neokoranog materijala nakon izvala ili lomova. Za razliku od mnogih negativnih čimbenika stresa (klima, polutanti) na koje ne možemo utjecati, protiv potkornjaka se mogu poduzimati preventivne i represivne zaštitne mjere čiji je osnovni cilj održavanje populacija na niskim razinama. Feromonske klopke u svrhu praćenja populacija (motrenje) kako u svijetu, tako i u nas imaju svoju primjenu naročito za smrekove potkornjake (*Ips typographus* L. i *Pityogenes chalcographus* L.; Coleoptera: Scolytidae). Kako rabiti feromone za jelove potkornjake, predmet je ovog istraživanja.

Iz roda krivozubih potkornjaka (*Pityokteines* spp.) na jeli opisane su tri palearktiske vrste koje dolaze u Hrvatskoj: *P. curvidens* Germar, *P. spinidens* Reitter i *P. vorontzowi* Jakobson (PFEFFER 1995). Četvrta palearktička vrsta *P. marketae* Knizek do sad nije evidentirana u Hrvatskoj.

Feromoni za vrste *P. curvidens* i *P. vorontzowi* otkriveni su još krajem 70-tih godina prošlog stoljeća (HARRING i dr. 1975; HARRING i MORI 1977; HARRING 1978). Sve tri vrste produciraju ipsenol i ipsendiol. Pri testiranju učinkovitosti sintetiziranih pripravaka, utvrđeno je kako formulacija koja sadržava ipsenol nije bioaktivna za *P. spinidens* (HARRING 1978; PERNEK i HRAŠOVEC 2005). Bioaktivnost za *P. curvidens* ispitana je i dokazana (PERNEK i HRAŠOVEC 2005).

Glede problema s potkornjacima u Hrvatskoj i sve izraženijim trendovima uvođenja ekološki prihvatljivih mjera zaštite, cilj ovog rada bio je dobiti nove spoznaje o mogućnostima primjene feromonske klopke za jelove potkornjake.

MATERIJALI I METODA RADA

MATERIALS AND METHOD OF WORK

Pokus je postavljen u više odjela na Litoriću (Šumarija „Vrbovsko“, Uprava šuma podružnica „Delnice“) i trajao je 2 godine (2004.-2005.). U objema godinama korištena su dva tipa klopki: *Theysohn*[®] i *IPM*[®], a u 2005. dodana je još modificirana *Theysohn*. Kako klasična *Theysohn* klopka nije predviđena za hvatanje kukaca tekućinom (voda+deterdžent) kao *IPM*, modificirana je na način da su u posudici začepljeni odvodi. Nakon toga u nju se stavila tekućina medij u koju su se hvatali kukci. Klopke su postavljene na razmaku minimalno 15m od šume i između njih. U 2004. godini postavljeno je ukupno 20 (Tablica 1.), dok je u 2005. postavljeno 15 feromonskih klopki (Tablica 2.)

U pokusu je u svim klopkama korišten feromonski dispencer trgovačkog imena *Curviwit*[®] (Witasek, Feldkirchen, Austrija), deklariran kao feromon potkornjaka *P. curvidens*, s aktivnim komponentama metilbutenol i ipsenol (2-metil-6-metililen-2, 7-oktadien-4-ol) i hlapljenjem („ratio rate“) 1mg/dan pri 24°C. Feromonski dispencer je u 2004. godini postavljen 31. ožujka i zamijenjen novim 31. lipnja, a u 2005. 30. ožujka, a zamijenjen 7. srpnja. Klopke su kontrolirane i pražnjene svakih 7-8 dana. Ulovljeni potkornjaci konzervirani su u etanolu (50%) te su

Tablica 1. Raspored klopki u pokusu 2004. godine
 Table 1. Distribution of traps in the experiment in 2004

Pozicija <i>Position</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Klopka <i>Trap</i>	T	IPM	T	IPM	T	IPM	T	IPM	T	IPM	T	IPM	T	IPM	T	IPM	T	IPM	T	IPM

T-Theysohn klopka, IPM-IPM klopka

Tablica 2. Raspored klopki u pokusu 2005. godine
 Table 2. Distribution of traps in the experiment in 2005

Pozicija <i>Position</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Klopka <i>Trap</i>	T	IPM	TM	T	IPM	TM	T	IPM	TM	T	IPM	TM	T	IPM	TM

T-Theysohn klopka, TM-Theysohn -modificirana, IPM-IPM klopka

dalje laboratorijski analizirani. Laboratorijska analiza obuhvatila je determinaciju potkornjaka prema vrstama i spolovima.

REZULTATI

RESULTS

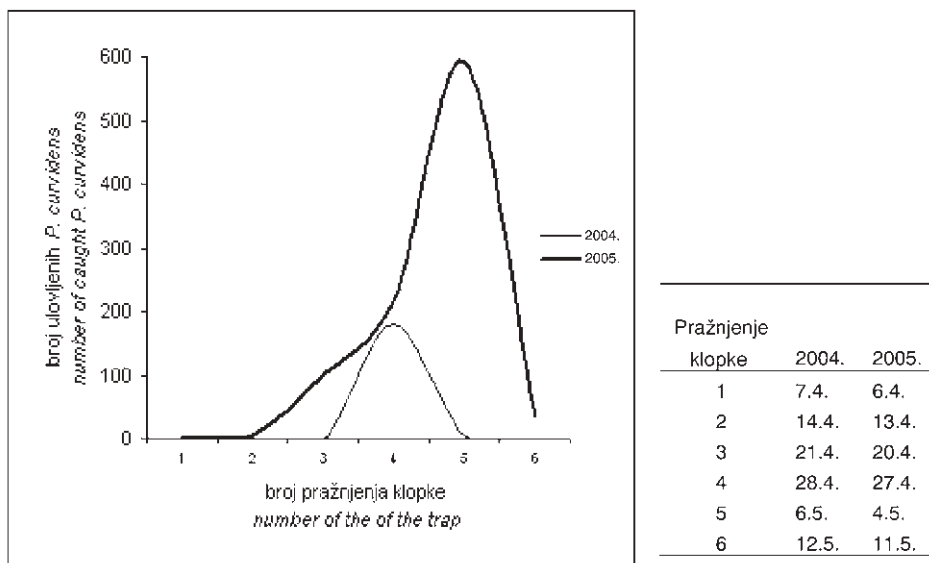
U 2004. godini ulovljeno je ukupno 3.854 jedinki *P. curvidens* u 20 klopki, dok je u 2005. taj broj narastao na 20.259 u samo 15 klopki. Prosječni ulovi za *Theysohn* klopku bili su u 2005. godini sedmerostruko veći u odnosu na 2004., dok je kod *IPM* ta razlika bila četverostruka.

U objema pokusnim godinama prvi kukci se u klopka pojavljuju odmah u prvom tjednu nakon postavljanja, a glavni ulov se događa nakon što se srednja dnevna temperatura zraka približila vrijednosti od 10°C. Kako je ulov do sredine svibnja u 2004. godini iznosio 98% od ukupnog ulova, a u 2005. 94% (Tablica 3.) treba ga smatrati relevantnim za istraživačku godinu te na temelju tih podataka donositi zaključke. Nakon spomenutog perioda i nakon zamjene feromona ulovi nisu bili značajni (Tablica 3.).

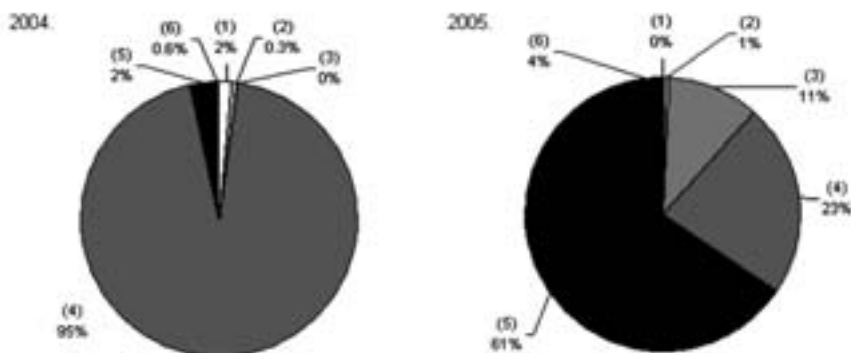
Prosječni ulovi po klopka značajno su se razlikovali po godinama (Grafikon 1.), pri čemu je prosječno po klopki u 2005. godini ulovljena peterostruka količina u odnosu na 2004. Razlika u ulovima je postojala i u distribuciji po tjednima pražnjenja klopki. Tako je u 2004. godini u tjednu između 21.-28.04.2004.

Tablica 3. Ulov potkornjaka *P. curvidens* u feromonskim klopka u 2004. i 2005. godini
 Table 3. Catches of *P. curvidens* in pheromone traps in 2004 and 2005

Ulovi/catches 2004.	Ukupno/total	%	Ulovi/catches 2005.	Ukupno/total	%
do 12.5.	3796	98	do 11.5.	19036	94
12.5. - 1.8.	58	2	11.5. - 27.7.	1223	6
Ukupno/ total	3854	100	Ukupno/total	20259	100



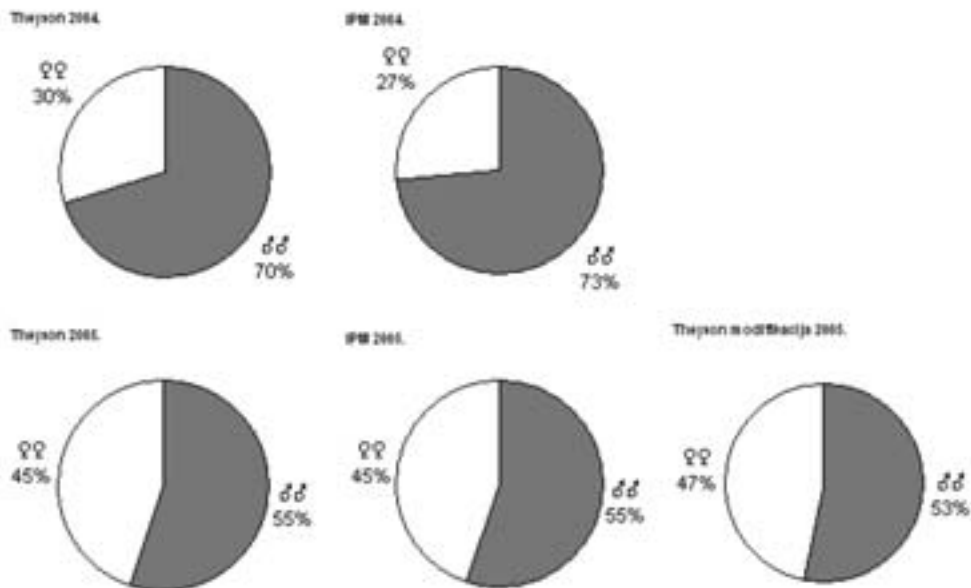
Grafikon 1. Prosječni ulovi feromonskih klopki
 Graph 1. Mean catches in pheromone traps



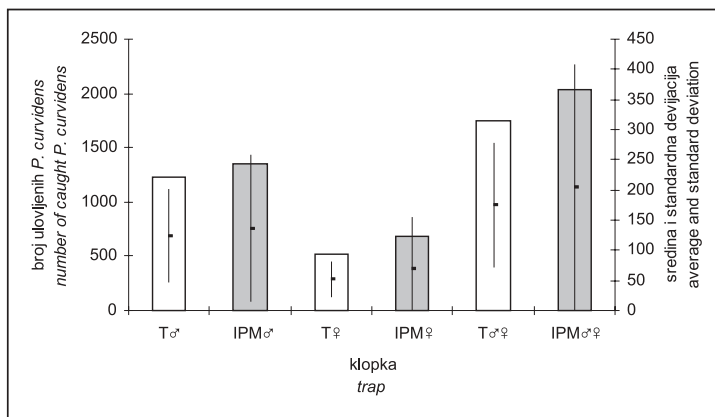
Grafikon 2. Postotak ulova u klopkama u odnosu na ukupni ulov kroz šestotjedno praćenje
 (brojevi u zagradi označavaju tjedan pražnjenja klopke)
 Graph 2. Percentages of catches in the trap the total catch during six week
 (numbers in the bracket shows the week of trap emptying)

(4. pražnjenje klopke) uhvaćeno 95% ulova, a 2005. značajni ulovi bili su distribuirani kroz tri tjedna, 20.04.-04.05. (3., 4. i 5. pražnjenje klopki) s kulminacijom 04.05. kad je ulovljeno 63% kompletnog šestotjednog ulova (Grafikon 2.).

U 2004. godini ulov $\sigma\sigma$ u klopkama bio je značajno viši od ♀♀ ($\sigma\sigma:\text{♀♀}=3:1$), dok to nije bio slučaj u 2005. kad je omjer spolova ulovljenih jedinki bio približno 1:1 (Grafikon 3.).

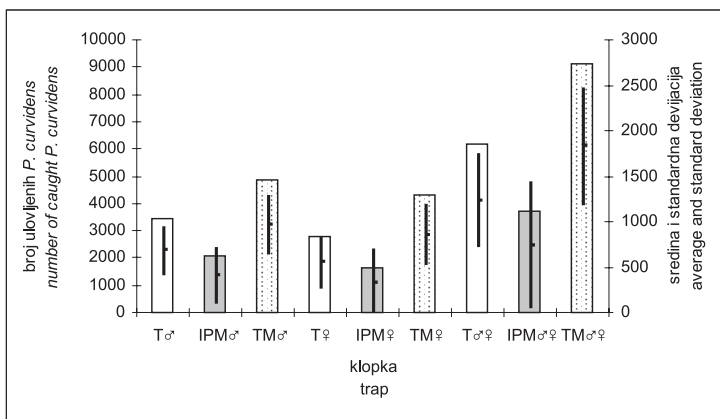


Grafikon 3. Omjer spolova ulova u različitim klopkama u 2004. i 2005. godini
 Graph 3. Sex ratio of catches in different traps in 2004 and 2005



Grafikon 4. Ukupni i prosječni ulovi *P. curvidens* prema spolovima i tipu klopke u 2004. godini
 Graph 4. Total and average catches of *P. curvidens* according to sex and type of trap in 2004

U 2004. godini između dvaju tipova klopki (*Theyson*, *IPM*) nije bila značajna razlika u ulovima ni ukupno ni po spolovima (Grafikon 4.). Usporedbom istih klopki u 2005. godini vidljivo je kako su *Theysohn* klopke pokazale bolje rezultate. Modifikacijom klopke *Theysohn* postignuti su daleko najbolji rezultati ulova (Grafikon 5.).



Grafikon 5. Ukupni i prosječni ulovi *P. curvidens* prema spolovima i tipu klopke u 2005. godini
Graph 5. Total and average catches of *P. curvidens* according to sex and type of trap in 2005

RASPRAVA

DISCUSSION

Jelovi potkornjaci roda *Pityokteines* smatraju se ranim potkornjacima, što znači kako reagiraju na niže temperaturne vrijednosti nego kasni (npr. smrekovi potkornjaci). Iz ulova u feromonskim klopka, vidljivo je kako su prvi kukci letjeli početkom travnja i iako je maksimalna temperatura zraka u nekim danima u tom periodu iznosila i preko 15°C, srednja dnevna temperatura je zbog hladnih noći bila ispod 10. Tek kad je prijeđen ovaj prag počinje masovni pokret populacije iz zimskog mirovanja. Odmah nakon toga u roku 1-3 tjedna događaju se glavni ulovi u feromonskim klopka, što ukazuje na nagli početak, ali i završetak rojenja. Iako jelovi potkornjaci prezimljavaju u svim stadijima (PERNEK 2005), izgleda kako je adultni (imago) najčešći prezimljujući stadij jer drugi ne bi imali vremena za svršetak razvoj kako bi krajem travnja letjeli.

Naglo povećanje ulova može se povezati sa značajno jačim napadom potkornjaka na Litoriću, gdje je 2005. sanitarno posječeno otprilike kao u tri godine ranije zajedno (prema Izvješću DPS¹ za 2005. godinu).

Razlika u ulovima je postojala i u distribuciji ulova po tjednima pražnjenja klopki. Tako je u 2004. godini u 4. tjednu uhvaćeno 95% ulova, a 2005. značajni ulovi bili su distribuirani nakon 3., 4. i 5. pražnjenja klopki (Grafikon 2.).

U 2004. godini ulov ♂♂ u klopka bio je značajno viši od ♀♀ (♂♂: ♀♀ = 3:1), dok to nije bio slučaj u 2005. kad je omjer spolova ulovljenih jedinki bio približno 1:1 (Grafikon 3). Veći broj ulova ♂♂ u klopka vezan je najvjerojatnije uz primarne komponente u feromonskom pripravku na kojeg ne reagiraju ♀♀ jer nisu pionirski kukci. Poznato je kako kod poligamnih vrsta, u koje spadaju potkornjaci

¹ Dijagnostno-prognozna služba, Šumarski institut, Jastrebarsko

roda *Pityokteines*, mužjaci prvi dolaze na stablo domaćina, ubuše se, pripremaju bračnu komoricu i tek tad ispuštaju feromone koji privlače ženke radi parenja, ali i druge mužjake radi okupljanja populacije (agregacija) (THALENHORST 1958; GRIES 1984). U 2005. godini ukupni omjer čini se nije u skladu s tim fenomenom. Kad međutim promatramo ulove malo detaljnije prema Grafikonu 3., postaje vidljivo kako u početnim većim ulovima, koji su bili po količini slični onim iz 2004. godin, omjer spolova iznosi upravo 3:1 nakon trećeg pražnjenja (20.4.2005.), nakon četvrtog postaje 2:1, da bi tek ogromnim ulovom iz petog pražnjenja omjer za čitav period pao na 1:1. Upravo su ulovi petog pražnjenja klopke (4.5.2005.) imali omjer 1:1, a kako je taj ulov iznosio 63% ukupnog ulova, utjecao je na ukupni omjer spolova. Kako pojasniti ovu činjenicu? Malo je vjerovatno da se razvila sestrinska generacija koja je „izravnala“ omjer. Kao što je već gore navedeno $\sigma\sigma$, kao pioniri prvi slijeću, što objašnjava njihov veći ulov u početku. Poznato je kako kukci u disperziji nakon izlaska iz kore ne lete odmah prema izvoru feromona, već jedno vrijeme lete i troše nagomilanu energiju iz dopunskog žderanja u cilju što bolje disperzije populacije. To je uzrokom pomaka u vremenu izlazak-pronalazak domaćina. Poznato je i kako kod *Pityokteines* vrsta prezimljavaju svi stadiji i kako uz imago prezimljava veliki broj kukuljica (MAKSYMOW 1950; PERNEK 2005). Jedan dio imaga prezimi kao nedozreli kukac žute boje koji nije sposoban letjeti. To su nedozrele jedinke koje sazriju nakon dopunske ishrane koja traje oko 20 dana (MAKSYMOW 1950). Isto se tako iz prezimljavajućih kukuljica razvijaju imaga koja započinju dopunsku ishranu. Kukci nakon izlaska iz zimskog skloništa uvijek imaju omjer spolova 1:1 (MAKSYMOW 1950; PERNEK 2005). Dakle, vremenskom sinkronizacijom razvijeno je više dozrelih stadija koji lete i orijentiraju se prema feromonima. To se u 2005. godini dogodilo početkom svibnja kad je zabilježen najveći ulov i to upravo jednakih količina $\sigma\sigma$ i $\text{♀}\text{♀}$. Nije poznato zašto se to nije dogodilo u 2004. godini.

U 2004. godini između dvaju tipova (*Theyson*, *IPM*) klopki nije bila značajna razlika u ulovima ni ukupno ni po spolovima (Grafikon 4.). Usporedbom istih klopki u 2005. godini, vidljivo je kako su *Theyson* klopke pokazale bolje rezultate. Modifikacijom klopke *Theysohn* postignuti su daleko najbolji rezultati ulova (Grafikon 5.).

Nakon spomenutog perioda i nakon zamjene feromona ulovi nisu bili značajni, što upućuje na nedostatke feromona ili znatno manje rojenje ljetne generacije te bi trebalo obaviti dodatno istraživanje.

U pokusu su u osnovi upotrebljavana dva tipa klopke u trima izvedbama. *IPM* i modificirana *Theysohn* klopka imaju u posudici tekućinu u koju padaju kukci nakon što udare o barijeru tijela klopke. U tekućini kukci vrlo brzo ugibaju. Posve je drukčije u *Theysohn* klopki gdje potkornjaci mogu duže živjeti i tražiti izlaz. Jedan dio ulovljenih kukaca očito uspijeva naći izlaz iz klopke. To međutim ne objašnjava znatno bolji rezultat *Theysohn* pred *IPM* klopkom. Tu je „suha“ klopka bila bolja u 2005. godini, dok je u 2004. imala lošiji količinski ulov. *Theysohn* klopke su manje-više najčešće korištene protiv potkornjaka u Europi. *IPM* klopke su razvijene u SAD-u, predviđene i konstruirane više za cvilidrete (*Cerambycidae*). Pret-

postavljamo kako su *Theysohn* klopke u stanovitoj prednosti pred drugim klopka-ma radi dizajna koji omogućuje optimalno isparivanje feromona i dobru siluetu za potkornjake. Nedostatak je, kako je vidljivo iz ovog rada, izlazak određene količine kukaca iz klopke. Taj problem se može riješiti modifikacijom opisanom u ovom radu.

Istraživanja treba nastaviti korištenjem dobivenih saznanja te na temelju podataka izraditi strategiju praćenja ili eventualnog suzbijanja jelovih potkornjaka primjenom feromonskih klopki ili kombinacijom feromonskih pripravaka s lov-nim stablima.

ZAKLJUČAK

CONCLUSION

Iz dvogodišnjeg istraživanja feromonskih klopki za jelove potkornjake mogu se izvesti sljedeći zaključci:

- Klopke za jelove krivozube potkornjake treba postaviti najkasnije početkom travnja jer najveće ulove treba očekivati krajem travnja i početkom svibnja.
- Od testiranih klopki u pokusu najbolje količinske ulove postiže modificirana *Theysohn* klopka.
- Nakon naglog pada u ulovima krajem travnja ili početkom svibnja, iz klopki treba otkloniti feromone kako ne bi lovili nepoželjne kukce, naročito korisne ili ri-jetke vrste.
- Omjer spolova u klopka-ma u početku je 3:1, da bi u periodu najvećeg ulova iz-nosio 1:1, što se poklapa s prirodnim omjerom spolova.
- Istraživanja treba nastaviti u skladu s dobivenim rezultatima i usporedbom učin-kovitosti klopki i lovnih stabala.

LITERATURA

REFERENCES

- GRIES, G., 1984: Zur Bedeutung des Reifungsfrasses für die Dispersion des Kupferstechers (*Pityogenes chalcographus* L., Col., Scolytidae und zum Dispersionsverhalten. Dissertation der Georg-August Universität in Göttingen.
- HARRING, C.M., 1978: Aggregation pheromones of the European fir engraver beetles *Pityok-teines curvidens*, *P. spinidens*, and *P. vorontzowi* and the role of the juvenile hormone in pheromone biosynthesis. Z. Angew. Entomol 82: 281-329.
- HARRING, C.M., J.P. VITE, P.R. HUGHES, 1975: Ipsenol, der Populationslockstoff des Krummzahnigen Tannenborkenkäfers. Naturwissenschaften 62: 488.
- HARRING, C.M., K. MORI, 1977: *Pityokteines curvidens* Germ. (Coleoptera, Scolytidae): Aggregation response to optically pure ipsenol. Z. Angew. Entomol. 82: 321-329.
- MAKSYMOW, J., 1950: Untersuchungen über den krummzahnigen Weißtannenborkenkäfer *Ips curvidens* Germ. während seiner Massenvermehrung 1947-49 in der Schweiz. Mittei-

- lungen der schweizerischen Anstalt für das forstliche Versuchswesen, Band 26, Heft 2, S. 499-584
- PRPIĆ, B., Z. SELETKOVIĆ, P. JURJEVIĆ, 2001: Sušenje jela i promjene „kemijske klime“, 299-312. U: P r p i ć, B. (ur.): Obična jela u Hrvatskoj. Akademija šumarskih znanosti, pp. 879.
- PERNEK, M., 2005: Prirodni neprijatelji jelovih potkornjaka roda *Pityokteines* (Coleoptera, Scolytidae) u Hrvatskoj s naglaskom na patogene. Disertacija. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 216 pp.
- PERNEK, M., B. HRAŠOVEC, 2005: Istraživanje feromonskih pripravaka i klopki namijenjenih ulovu jelovih krivozubih potkornjaka. Rad. Šumar. Inst. 40(1): 31-42.
- PFEFFER, A., 1995: Zentral- und westpaläarktische Borken- und Kernkäfer. Naturhistorisches Museum Basel.
- THALENHORST, W., 1958: Grundzüge der Populationsdynamic des Grossen Fichtenborckenkäfers *Ips typographus* L. Schriftenr. Forstl. Fak. Univ. Göttingen 21.

INVESTIGATION OF PHEROMONES
AND TRAPS FOR PROGNOSIS OF THE FIR BARK BEETLE
PITYOKTEINES CURVIDENS GERMAR
(COLEOPTERA, SCOLYTIDAE)

Summary

Because of frequent problems with the bark beetle over the last few years in Croatia, the question of their effective control has been raised. Within the concept of integrated protection of the forests attempts to introduce ecologically acceptable methods of protection have increased, such as for example pheromone traps. In the published investigation the pheromone preparation Curviwit, declared as pheromone of the fir bark beetle Pityokteines curvidens, was tested in combination with Theysohn® and IPM® traps. The aim of this study was to obtain knowledge on the possibilities of applying pheromone traps to catch the fir bark beetle.

*The experiment was set up in several compartments at Litorić (Forestry Office "Vrbovsko", Forest Administration Branch Office "Delnice") for a period of two years (2004-2005). In both experimental years two types of traps were used: Theysohn® and IPM®, and in 2005 a modified version of Theysohn was added. In the experiment a pheromone dispenser was used in all traps under the name Curviwit® (Witasek, Feldkirchen, Austria) declared as pheromone of bark beetle *P. curvidens*, with active components methylbutenol and ipsenol (2-methyl-6-methylen-2, 7-oktadien-4-ol) and with evaporation ("ratio rate") 1mg/day at 24°. In 2004 the pheromone dispenser was placed on 31st March and replaced with a new one on 31st June, and in 2005 placed on the 30th March and replaced on 7th June. The traps were controlled and emptied every 7-8 days. The bark beetles trapped were conserved in ethanol (50%) and later analysed in the laboratory. Laboratory analysis included determination of the bark beetles according to species and sex.*

*The results of the catch in the traps indicate that the flight of the spring generation of *P. curvidens* depends on the daily temperature, which must reach 10°C. Swarming begins at*

the beginning of April and the main flight and greatest catch in the traps is achieved at the end of April and beginning of May. After the greatest catch of insects there follows a sudden decrease and the catch is later very low after the change of pheromones in the summer. The number of male beetles caught in the traps at the beginning of swarming is several times greater than of the females, although during the greatest catches it becomes equal at 1:1.

From the two-year investigation of pheromone traps for the fir bark beetle, the following conclusions can be made:

- 1. The traps for the fir bark beetle *Pityokteines curvidens* germar should be placed at the latest at the beginning of April, because the greatest catch can be expected at the end of April and beginning of May.*
- 2. Of the tested traps in the experiment the best catches were achieved with the modified Theysohn trap.*
- 3. After the sudden decrease in the catches at the end of April or beginning of May pheromone should be removed from the traps in order not to catch undesired insects, particularly useful or rare species.*
- 4. The ratio of the sexes in the traps was initially 3:1, and later in the period of the greatest catch it amounted to 1:1, which corresponds with the natural ratio of sexes.*
- 5. The investigation should be continued in accordance with the obtained results and comparison of the traps and relevant catch trees.*

*Key words: fir bark beetles, *Pityokteines* spp., *Pityokteines curvidens*, Curviwit, pheromon trap, IPM, Theysohn*