

## FEROMONSKE KLOPKE – SUVREMENA BIOTEHNIČKA METODA U INTEGRALNOJ ZAŠTITI ŠUMA OD POTKORNJAKA

### FEROMONE TRAPS – MODERN BIOTECHNICAL METHOD IN INTEGRATED BARK BEETLE MANAGEMENT

Boris HRAŠOVEC

*SAŽETAK: U radu se iznose osnovni podaci o principu djelovanja, načinu i vremenu postavljanja te uloži feromonskih klopki za lov potkornjaka u uvjetima modernog šumarstva. Već niz godina ova je metoda široko prihvaćena u Europi i Sjedinjenim Američkim Državama, a u Hrvatskoj se također već ukorijenila. Bazirana na saznanjima iz opće entomologije te fiziologije, endokrinologije i etologije kukaca, ova metoda predstavlja primjer moguće manipulacije populacijama štetnih i po šumu opasnih kukaca u svrhu smanjenja njihova broja. Najvažnije je da pritom ne djelujemo nepovoljno niti na jednu drugu skupinu živih bića u šumi, već usko selektivnim zahvatom uklanjamo prekobrojnu i time opasnu entomofaunu. Osim ograničenih mogućnosti suzbijanja potkornjaka još je veće značenje ove metode u praćenju njihova rojenja i intenzitetu pojave.*

#### BIT DJELOVANJA FEROMONSKE KLOPKE

How pheromone trap works

Djelovanje feromonskih klopki bazira se na pojavi koja je zamijećena kod nekih vrsta kukaca, a posebice kod porodice potkornjaka (*Scolytidae*). Kod ovih se vrsta razvio poseban oblik prilagodbe na stanišne uvjete raspršenog rasporeda stabala podesnih za njihov razvoj. Još uvijek u znanosti postoji nedoumica o inicijalnom napadu i širenju potkornjaka u sastojini. Sigurno je da su to kukci sekundarnog karaktera i da se uspješno mogu naseliti tek na prethodno fiziološki oslabljeno stablo (od praktički bilo kojeg abiotskog ili biotskog čimbenika). Upitan je način njihova pronalaska takvih stabala u sastojini. Pokušaji znanstvenika da objasne ovu pojavu, kreću se od istraživanja mirisnih komponenti koje u zrak ispuštaju bolesna stabla, a kukci ih mogu prepoznati, pa do mjerenja ultrazvučnih i elektromagnetskih zračenja koje kukci mogu registrirati te na taj način odabrati podesno stablo za svoj razvoj. Sasvim je drukčija hipoteza »slučajnog napada«, pri čemu se zimska imaga izvuku iz svojih skrovišta, razlete po šumi i nasumce pokušaju ubušiti u prva stabla na koja slete. Pritom ih veliki broj u tome ne uspije i ugine. Sudbina čitave populacije ovisi o manjem broju »sretnih« primjeraka koji slete na

podesno, fiziološki oslabljeno stablo. Tada dolazi do pojave koja je otkrivena prije nešto više od dvadesetak godina, zahvaljujući kojoj potkornjaci mogu preživjeti u uvjetima kada ima malo bolesnih stabala i kada su ona raspoređena rastrkano po sastojini. Ista pojava pomaže im u velikoj mjeri u brzom rastu populacije kada postaju opasni članovi ekosustava i šumari moraju poduzimati opsežne mjere sa svrhom njihova suzbijanja.

Uspješnim ubušivanjem potkornjaka u koru i drvo stabla, u srednjem crijevu kukca biosintetski nastaju kemijske tvari koje lako hlape iz izbačenih ekskremenata (»piljevine« koja sipi iz ubušnog otvora) i šire se zrakom (Slika 1.). Ostatak populacije koji »luta« sastojinom u potrazi za prikladnom hranom i odlagalištem jaja tada dobiva mirisni putokaz prema traženom cilju i vrlo se brzo i precizno pridružuje »izvidnici« koja neprestano producira markirajuću tvar i odašilje je u okoliš. Broj uspješnih ubušivanja u oslabljeno stablo vrlo brzo raste, a samim tim intenzivira se širenje mirisne tvari koja djeluje na većem prostoru i ubrzo više nema slučajnog ubušivanja i rasipanja individua, već svaki potkornjak neovisno o spolu točno znade



Slika 1. Žestok napad crnogoričnog ljestvičara (*Xyloterus lineatus*) na vjetrom izvaljenim jelovim stablima.  
Heavy attack of striped ambrosia beetle (*Xyloterus lineatus*) on windfelled fir trunks.

gdje se u sastojini nalaze prikladna stabla za njihov razvoj.<sup>1</sup>

Ova pojava mirisne komunikacije nepobitno je dokazana, a kemijski nositelj informacije dobiva naziv *feromon* (u znanstvenim krugovima nekada *kairomon*, a danas sve češće *semiokemikalija*). Kod potkornjaka feromoni predstavljaju orijentacijsku tvar na koju po-

zitivno reaguju podjednako ženke i mužjaci pa ih se naziva populacijskim ili agregacijskim feromonima. Postoje i drugi principi nastanka feromona kao i njihova različita djelovanja na ponašanje kukaca, no jedinstveno im je da djeluju u izuzetno malenim koncentracijama, da su često specifični na razini vrste i da ih kukci mogu nepogrešivo razabrati u obilju drugih tvari. Vrlo je važna pritom činjenica da kukci nisu svjesna bića te da im je hijerarhijski najvažniji osjet mirisa. To ima za posljedicu da na feromone reaguju jednoznačno što ih čini upravljivima i predvidivima u ponašanju. Primijenjenoj znanosti ovime se nudi mogućnost manipuliranja populacijama potkornjaka.

Kontroliranim ispuštanjem feromona na prikladno odabranim mjestima u sastojini, šumari su dobili novu metodu kontrole njihove pojave i brojnosti te zaštite ugroženih stabala odvlačenjem glavnine populacije potkornjaka u postavljene klopke.

<sup>1</sup> Zanimljivo je spomenuti da je prag osjetljivosti kukaca na mirisne tvari izuzetno nizak te da je elektroantennografskim mjerenjima utvrđena percepcija u količini od samo nekoliko molekula. Osim izuzetne osjetljivosti izraženo je i svojstvo species-specifičnosti tj. pojave da jedna vrsta može točno prepoznati miris pripadnika svoje vrste bez obzira na prisutnost mnogih drugih mirisa. Ovo je svojstvo posebno uočljivo kod reda leptira (*Lepidoptera*) gdje je mehanizam mirisne komunikacije kukaca nešto drukčiji nego kod potkornjaka.

## OSNOVNE IZVEDBE FEROMONSKIH KLOPKI

### Basic designs of bark beetle

U našoj operativi, a i u većini zemalja koje se koriste ovom metodom kontrole štetnika najbolje je poznata tzv. »Bakkeova« klopka<sup>2</sup> (Slika 2.) Vrlo jednostavnog oblika i praktična za uporabu, ova se klopka i danas rabi pretežno za lov smrekinog pisara (*Ips typographus*). U novije vrijeme sve su češće klopke četvrtastog oblika (Slika 3.) koje se sve više upotrebljavaju kako za smrekinog pisara tako i za lov šestozubnog smrekinog potkornjaka (*Pityogenes chalcographus*) i crnogoričnog ljestvičara (*Xyloterus lineatus*). Oba oblika klopki izrađuju se od plastike što ih čini prikladnim za terensku uporabu i otpornim na djelovanje atmosferilija. Što se tiče boje plastike, postoje izvedbe u bijeloj i sivoj, odn. crnoj boji, s time da pretežu tamno obojene klopke čija je učinkovitost ulova veća, posebice na svjetlijim položajima. Na crne klopke smanjen je i dolet korisne parazitske entomo-faune. U unutrašnjost klopke (ako postoji šupljina kao u slučaju ove dvije klopke) stavlja se njen najvažniji dio – feromonski dispenzer<sup>3</sup>, koji se ne smije otvarati već se tkaninasti uložak (obično zelene ili bijele boje) zajedno s neoštećenom polietilenskom vrećicom ulaže

u unutrašnjost klopke. Molekule feromona polako hlapu prodirući kroz polietilensku stijenku koja djeluje kao gusto sito, sprečavajući prebrzo hlapljenje i gubitak djelotvornosti aktivne tvari. Privučeni mirisom, potkornjaci slijeću na površinu klopke, ulaze u unutrašnjost i padaju na dno gdje ostaju konzervirani do obilaska osobe zadužene za sabiranje imaga i vođenje brige oko postavljanja i održavanja klopki. Kao konzervans se može koristiti slabo hlapiva borna kiselina (u praksi ima i dobrih iskustava s deterđentom razmućenim u vodi). Redovnim obilaskom klopki (svakih nekoliko dana), može se dobiti realna slika dinamike njihova rojenja, dok je za potrebe evidencije gustoće njihove populacije dovoljna i manja učestalost sakupljanja ulovljenih imaga. Uredno sakupljena imaga potrebno je izbrojati (najčešće se koristi volumetrijska metoda – odnos broja imaga po jedinici volumena), a po potrebi osušiti ili konzervirati u 75% alkoholu i poslati nadležnoj službi.

Klopke se mogu postavljati pojedinačno (najčešće u našoj praksi) ili u skupinama oblika slova »Y«, čime se postiže optimum iskorištenja klopke posebno u uvjetima visokih gustoća populacija potkornjaka (Slika 4.). Važan je i odabir mjesta postavljanja klopke, odnosno udaljenost do obližnjih stabala. Treba paziti da klopka oko koje se roji veliki broj potkornjaka ne postane

<sup>2</sup> Nazvana tako po Norveškom znanstveniku A. Bakkeu, pioniru istraživanja ove vrste na potkornjacima sjeverne Europe.

<sup>3</sup> Plastična polietilenska vrećica u kojoj se nalazi komadić tkanine natopljen feromonom.

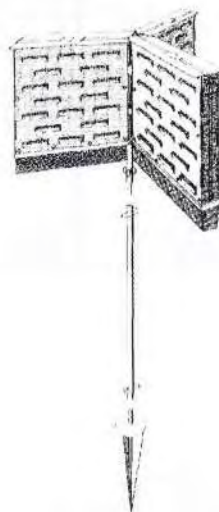


Slika 2. Feromonska klopka cjevastog oblika («Bakke-ova» ili «Norveška» klopka).  
»Bakke« or »Norwegian« type funneltrap desig.



Slika 3. Feromonska klopka marke »Theysohn«.  
»Theysohn« pheromone trap.

uzrokom napada istih tih potkornjaka radi premale udaljenosti između klopke i stabala. Ta se udaljenost kreće od 5 m u starim sastojinama, do preko 15 m u mladim (u situaciji povećane opasnosti i preko 40 m!). Kada se radi o klopki kojom štitimo složaj trupaca od napada potkornjaka drvaša (recimo crnogoričnog ljestvičara) udaljenost od složaja mora iznositi do 50 m. Mjesto na kojem ćemo postaviti klopku u svrhu utvrđivanja brojnosti potkornjaka također ne bi trebalo biti pod neposrednim sunčevim osvjetljenjem, jer se radi tamne boje klopke feromonski disperzer previše zagrijava i hlapljenje feromona je prebrzo. Gustoća postavljanja klopki kod praćenja populacija potkornjaka varira od njihove brojnosti i ugroženosti sastojina prema njihovom napadu (monokulture nasuprot mješovitim crnogorično-bjelogoričnim sastojinama), a kreće se od 50 m na više. U našim uvjetima, gustoća postavljanja klopki je daleko manja jer je i opasnost od jačeg napada potkornjaka manja, ali u uvjetima dugotrajnog stresa (npr. sušnih godina), te kroničnog slabljenja



Slika 4. Način postavljanja »Theysohn« klopki u sastavljenu klopku oblika zvijezde odn. slova »Y«.  
Combined use of three »Theysohn« traps in »Y« position.

vitaliteta stabala i posebice u akutnim stresnim situacijama (snjegoizvale, snjegolomi, vjetroizvale i dr.) jav-

lja se potreba za postavljanjem dodatnih klopki i lovnih mjesta.

## GLAVNE VRSTE POTKORNJAKA PRAĆENIH NA LOVNIM KLOPKAMA

Main species of bark beetles monitored  
by pheromone traps

U Hrvatskoj se kao i većem dijelu Europe feromonskim klopkami prate tri osnovna potkornjaka, štetnika obične smreke i jele. Iako kao zemlja jugoistoka Europe jednim dijelom imamo osobenu problematiku u smislu nama svojstvenih i važnih štetnika (posebice jele kao najvažnije ekonomske četinjače), radi tehničkih poteškoća oko skupih analiza i sinteza feromonskih preparata, pratimo one vrste koje su najzanimljivije Europskim šumarima. Sigurno je da bi od posebnog interesa bilo praćenje kretanja gustoće populacije ne-

kih drugih vrsta potkornjaka, a metoda korištenja feromona u svrhu zaštite vrijednih vrsta nizinskih šuma brzo bi našla procjenu svoje učinkovitosti (npr. kod skupine hrastovih potkornjaka iz rodova *Xyloterus* i *Xyleborus* koji uzrokuju znatne novčane gubitke na najvrednijim drvnim sortimentima). Donosimo ovdje neke osnovne naputke oko postavljanja i manipulacije klopkami za tri vrste crnogoričnih potkornjaka koje se trenutno prati u Republici Hrvatskoj (Tablica 1.).

*Osnovni podaci o postavljanju feromonskih klopki za praćenje populacija potkornjaka u Hrvatskoj (preuzeto sa komercijalnih pakovanja preparata i iz literaturnih izvora).*

Basic data on pheromone trap management while monitoring bark beetles populations in Croatia (taken from commercial leaflets and scientific references).

Tablica 1

Vrsta potkornjaka	Smrekin pisar ( <i>Ips typographus</i> )	Šestozubi smrekin potkornjak ( <i>Pityogenes chalcographus</i> )	Crnogorični ljestvičar ( <i>Xyloterus lineatus</i> )
Naziv agregacijskog feromona	PHEROPRAX®	CHALCOPRAX®	LINOPRAX®
Vrijeme postavljanja klopke (obnavljanja feromonskog dispenzera)	I rojenje: konac ožujka-travanj II rojenje: konac lipnja-srpanj	I rojenje: konac ožujka-travanj II rojenje: konac lipnja-srpanj	I rojenje: konac veljače-ožujak II rojenje: konac svibnja-lipanj
Vrsta klopke	Cijevasta, četvrtasta, po tri četvrtaste u položaj "Y"	Četvrtasta, po tri četvrtaste u položaj "Y"	Četvrtasta, po tri četvrtaste u položaj "Y"
Udaljenost od obližnjih stabala	10 m u zdravoj sastojini 15 m u ugroženoj sastojini (20-40 m u stresnim uvjetima)	5-10 m u starijoj sastojini 10-15 m u mladoj sastojini	40 m u unutrašnjost sastojine, do par metara od stabala (npr. na površini predviđenoj za sječu) 30-50 m od složaja trupaca koje štitimo
Broj potkornjaka u 1 ml	1ml ≅ 40 imaga	1ml ≅ 400 imaga	1ml ≅ 130 imaga

## ZAKLJUČAK

### Conclusion

Potrebno je naglasiti da uporaba feromonskih klopki usprkos svojoj uspješnosti i izvanrednoj prikladnosti u uvjetima zaoštavanja unošenja štetnih tvari u okoliš ipak ne rješava u potpunosti probleme zaštite šuma od napada potkornjaka. Ona omogućuje relativno jednostavan i jeftin uvid u prostoran i vremenski raspored određenih vrsta potkornjaka, ali ne uspijeva

precizno odrediti njihovu gustoću populacije. Vrijeme i intenzitet rojenja mogu se u potpunosti i točno odrediti kao i još neki parametri populacije (seksualni indeks, fertilitet, i dr.) no ulovom samo ciljanih vrsta gubimo spoznaju o ostalim štetnim i pritajenim vrstama potkornjaka koji žive u šumskom ekosustavu.

Tako se i ovdje potvrđuje pravilo integralne uporabe svih dostupnih metoda u borbi protiv štetnog djelovanja kukaca. U slučaju potkornjaka to znači nastavak prakse obaranja određenog broja lovnih stabala

u koja će se ubušiti ne samo potkornjaci za koje imamo sintetske surogate – feromone, već i ostatak vrsta među kojima u nadolazećim vremenima može doći do masovnije pojave nekih koje nisu do sada činile značajnije štete.

#### LITERATURA – References

- Christiansen, E., Waring, R. H. & A. A. Berryman (1987): Resistance of Conifers to Bark Beetle Attack: Searching for General Relationships, *Forest Ecology and Management*, 22:89–106.
- Drumont, A., Gonzalez, R., Nathalie de Windt, Grégoire J. C., De Proft M. & E. Seutin (1992): Semiochemicals and the integrated management of *Ips typographus* (L.) (Col. Scolytidae) in Belgium, *Journal of Applied Entomology*, 114:333–337.
- Niemeyer, H. (1992): Monitoring *Ips typographus* and *Pityogenes chalcographus* (Col., Scolytidae) in Lower Saxony and Schleswig–Holstein, *Journal of Applied Entomology*, 114:98–102.
- Titovšek, J. (1993): Lubadarji lahko uničijo gozdove. ZDIT – Gozdarska založba, DELO, Ljubljana.
- Titovšek, J. (1993): Pršice in žuželke – moteči dejavniki na gozdnem drevju v Sloveniji, *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 42:67–84.
- Titovšek, J. (1994): Gradacije škodljivih gozdnih insektov v Sloveniji. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 43:31–76.
- Zahradník, P., J. Liška & J. Žďárek (1993): Feromony hmyzu v ochraně lesa, Ministerstvo zemědělství České republiky, Česká zemědělská tiskárna, Praha.
- Weslien, J. (1992): Monitoring *Ips typographus* (L.) populations and forecasting damage, *Journal of Applied Entomology*, 114:338–340.
- Grupa autora (1992): Überwachung und Bekämpfung von Borkenkäfern der Nadelbaumarten, Auswertungs und Informationsdienst für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, G. Kaiser, Essen.

*SUMMARY: Bark beetles play important role in various types of forest ecosystems. Though they are secondary in their capability to attack forest trees, when favourable conditions occur they can build massive outbreaks and cause significant damage. Croatian foresters have used all available IPM measures including world-wide use of pheromones for monitoring and suppressing outbreaks of most important conifer bark beetle species. Explanation of chemical stimuli communication among bark beetles is given in this paper. Basic designs and most widely used pheromone traps in Croatia are funneltraps based on Bakke's trap. Hollow rectangular traps (Theysohn) are sometimes also been used. Fundamental data on managing pheromone traps for three bark beetle species is given in a tabular way. Being species-specific in their activity, pheromone traps have certain drawbacks in forest protection measures because they trace only several nowadays important pests. This is why classical methods (trap log fellings) should not be abandoned but used together with modern pheromone techniques in future.*