

Pregledni članak
Review paper

Prispjelo - *Received*: 23.04.2001.
Prihvaćeno - *Accepted*: 15.10.2001.

UDK: 630*41(001)

**Boris Liović, Sanja Novak-Agbaba,
Dinka Matošević, Milan Pernek, Miljenko Županić***

RAZMIŠLJANJA O UNAPRJEĐENJU METODA ZAŠTITE ŠUMA I UTVRĐIVANJA GUSTOĆE POPULACIJE ŠTETNIKA

*CONTRIBUTION TO IMPROVEMENT OF FOREST PROTECTION
METHODS AND DETERMINATION OF PEST POPULATION DENSITY*

SAŽETAK

Šuma je opterećena mnogobrojnim i različitim utjecajima koji joj smanjuju vitalitet. Često sinergističko djelovanje nekoliko činitelja dovodi do odumiranja drveća na manjim ili većim površinama.

Većina znanstvenika kao najznačajniji stresni čimbenik, pored klimatskih ekstrema navode biljne bolesti i štetnike. U lancu međusobne povezanosti stresnih čimbenika biljne bolesti i štetnici su jedina karika na koju čovjek može utjecati znatnije, i u dovoljnoj mjeri da postigne osjetno poboljšanje. Zbog toga se tretiranja pesticidima nameće kao racionalno rješenje, a u šumarskoj praksi u Hrvatskoj provodi se već nekoliko desetaka godina.

Usprkos velikoj razlici u cijeni, današnja tendencija u primjeni pesticida u šumarstvu Hrvatske potpuna je zamjena piretroida, odnosno neselektivnih insekticida, biotehničkim i biološkim. Zbog velike razlike u cijeni trenutačno se biološkim i biotehničkim pripravcima tretiraju samo osjetljivi šumski ekosustavi uz jezera, potoke i rijeke ili uz naseljena mjesta i posebno zaštićena prirodna područja, dakle manji dio od ukupno tretirane površine.

U šumarstvu se pepelnica vrlo često tretira prerano, iako to nije potpuno opravdano u šumskim rasadnicima i sastojinama. U rano proljeće (početak travnja) uvjeti za razvoj pepelnice nisu optimalni pa rano tretiranje nije ekonomski niti ekološki opravdano. Kada su uvjeti za razvoj pepelnice optimalni (temperatura 26° do 28°C i velika vlažnost zraka) treba češće obilaziti šumske sastojine i na prvu pojavu pepelnice organizirati zaštitno (kurativno) tretiranje.

U radu su pokazane mogućnosti uvođenja feromona u svrhu boljeg praćenja populacija štetnih kukaca. To može uveliko pojednostaviti utvrđivanje nivoa populacije borovog četnjaka, a kod mrazovaca zamijeniti nepraktičnu i skupu metodu ljepljivih prstenova. Feromoni se također primjenjuju protiv potkornjaka.

* Svi: Šumarski institut, Jastrebarsko

Kod smrekinog potkornjaka (*Ips typographus* L.) važna je sama klopka u koju se hvataju imaga privučena mirisom feromonskog pripravka. Ispitivanja različitih modela su u tijeku, a sustav triju klopki, tipa *Thysohm*, pokazuje prosječno 1,9 puta bolje ulove od klasičnog postavljanja jedne barijerne klopke.

Zamjena klasičnih diza sa mikronerima i drugim suvremenim mlaznicama koje u spektru kapljica imaju najviše *onih najiskoristivijih* (20 – 50 μm) povećava efikasnost prskalica što ima i ekonomske i ekološke prednosti. U idućem razdoblju provjerit ćemo koje su prskalice i dize najekonomičnije, ekološki i tehnološki najprihvatljivije za primjenu fungicida za zaštitu hrastovog podmladka i ponika od pepelnice.

Ključne riječi: pesticidi, gustoća populacije, feromoni, *Ips typographus*, *Pityogenes chalcographus*, *Geometridae*, *Scolytidae*, *Thaumatopoea pityocampa*, *Microsphaera alphitoides*, mikroneri

UVOD

INTRODUCTION

Vitalitet šume narušen je različitim čimbenicima, a često sinergističkim djelovanjem nekoliko njih dolazi do odumiranja šume na većim ili manjim površinama. Naravno, i jedan stresni čimbenik kada njegova jačina, trajanje ili učestalost prijeđu prag tolerancije drveća može samostalno izazvati sušenje.

Nekoliko je čimbenika koji se provlače kroz sve teorije koje pokušavaju objasniti uzroke i proces sušenja. BLANK, 1997; NOVOTNY, SUROVEC, 1992; OLEKSYN, PRZYBIL, 1987 i SCHLAG, 1994, navode stres prouzročen dugotrajnom sušom, kasnim mrazom te napadom štetnika i biljnih bolesti kao najvažnijim uzročnicima propadanja šuma. Uspoređivanje velikog broja sušenja indicira sljedeću etiologiju: nastavljajući se na stresni čimbenik koji prouzrokuje promjene u fiziologiji i strukturi drveta, sekundarni štetni organizmi, od kojih se drvo inače može



Fotografija 1. - Photograph 1
Šuma hrasta koju su obrstile gusjenice kukavičjeg suzika – novom listu prijeti pepelnica
Oak forest browsed by the tent caterpillar – a new leaf is threatened by powdery mildew

obraniti, uzrokom su njegove smrti (HUSTON 1986, WARGO 1985).

Neki znanstvenici na prvo mjesto kao stresni čimbenik navodi biljne bolesti i štetnike (GAMBINI 1972; MAGNOLER, CAMBINI 1973; WARGO 1979; HUSTON 1986; HARTMANN, BLANK 1998). Osobito je negativno djelovanje

Tablica 1.- Table 1.

Prikaz tretiranih površina po vrstama štetnika i uporabljenih insekticida
Presentation of treated areas accordin to pest species and insecticides used

godina Year	vrsta štetnika Pest species	tretirano (ha) Treated	pripravak Preparation
1996.	borov četnjak	686	Foray
	jasenova pipa	403	Fastac
	štetnici topole	194	Lebaycid
	smrekina lisna osa	66	Decis, Fastac
Ukupno		1349	
1997.	borov četnjak	714	Du Dim, Nomolt, XRD
	borov četnjak	73	Fastac
	borov četnjak	150	Foray
	topole	94	Lebaycid
ukupno		1031	
1998.	borov četnjak	544	Foray
	zlatokraj i suznik	12988	Fastac, Sherpa, Decis
	jasenova pipa	70	Decis
	hrastov savijač	153	Decis
	hrastova osa listarica	153	Decis
	topolina zlatica	5	Fastac
ukupno		13913	
1999.	suznik, zlatokraj	14263	Fastac
	suznik, zlatokraj	210	Foray
	kukavičji suznik	132	Mimic, Dimilin
	hrastov četnjak	482	Fastac
	mrazovci	815	Fastac
	borov četnjak	1367	Foray
	borov četnjak	40	Mimic
ukupno		17309	
2000.	mrazovci	3113	Karate, Icon
	mrazovci	284	Mimic ULV
	kukavičji suznik	3974	Karate EC, Icon
	borov četnjak	199	Foray
	borov četnjak	332	Mimic ULV
	hrastov četnjak	90	Fastac
ukupno Total		7992	

izraženo ako se stresni čimbenici ponavljaju iz godine u godinu i kada se nadovezuju jedan na drugog (Fotografija 1.).

U šumama hrasta lužnjaka nalazimo upravo takvu povezanost gdje se gljivična bolest pepelnica nastavlja na golobrst larvi kukavičjeg suznika, zlatokraja, mrazovaca, hrastova savijača, hrastovih osa listarica i drugih. Nakon takvog međusobno povezanog djelovanja štetnika i bolesti, štete i sušenja šuma su najizraženiji.

U lancu međusobne povezanosti stresnih čimbenika biljne bolesti i štetnici jedina su karika na koju čovjek znatnije, i u dovoljnoj mjeri da postigne osjetno poboljšanje, može utjecati. Iz tog se razloga tretiranje pesticidima, u okviru integrirane zaštite šuma, trenutačno nameće kao najučinkovitije rješenje (Tablica 1.).

ŠIRA PRIMJENA BIOLOŠKIH I BIOTEHNIČKIH PESTICIDA

MORE EXTENSIVE APPLICATION OF BIOLOGICAL AND BIOTECHNICAL PESTICIDES

Od 1947. godine provodi se uporaba pesticida za zaštitu šuma od štetnika na većim površinama u Hrvatskoj. Tada je obećavajući insekticid DDT prvi put upotrijebljen da bi do 1980. godine bilo provedeno 15 godišnjih akcija na ukupnoj površini od 115.000 ha. Upotreba mu je zabranjena ili ograničena u šumarstvu davne 1972. godine (HARAPIN, ANDROIĆ 1996.) kada se došlo do spoznaje da pored vrlo visoke djelotvornosti ima mutagena i teratogena svojstva te je dugotrajno perzistentan u tlu. Nakon toga za suzbijanja se rabe ekološki nešto povoljniji Dipterex i Avisol DM. U isto se vrijeme počinje testirati biološke pripravke kojima osnovu čine proteinski kristali bakterije *Bacillus thuringiensis* Berliner (Baktukal, Dipel, Thuricide, Forey i dr.) te biotehnički pripravak Dimilin. Zajedničko im je svojstvo vrlo niska otrovnost za sisavce i druge životinje, selektivnost te visoka djelotvornost. Krajem 90 -ih testira se insekticid Mimic, pripravak iz nove skupine M. A. C. (Moulting Accelerating Compounds) insekticida koji ubrzavaju odnosno induciraju presvlačenje gusjenica .

Paralelno s njima testiraju se i u praksu uvode sintetički piretroidi (Decis, Fastac, Karate Icon i dr.) (Tablica 2.). Svi su piretroidi neselektivni, vrlo visoke djelotvornosti (otrovnosti), relativno kratke perzistentnosti u tlu i niske cijene što im

Tablica 2.-Table 2.

Neke značajke insekticida koji se primjenjuju u zaštiti šuma *Some characteristics of insecticides applied in forest protection*

Preparat <i>Preparation</i>	Aktivna tvar <i>Active matter</i>	Doza/ha <i>Dose/ha</i>	LD ₅₀ /mg/kg <i>LD₅₀/mg/kg</i>	Vrijeme poluraspada <i>Semi-decomposition time</i>	Korisna entomofauna <i>Useful entomofauna</i>
Aerosol DDT	DDT	3 l	50	15-20 god.	Neselektivan
Avisol DM	Triklorfon+ Malation	2 kg	250 1375	Nije Perzistentan	Neselektivan
Karate	Lambda cihalotrin	0,2 l	923	= 30 dana	Neselektivan
Fastac	Alfacermetrin	0,13 l	64	= 30 dana	Neselektivan
Mimic	Tebufenozid	0,35 l	5000	30 dana	Selektivan
Dimilin	Diflubenzuron	0,12 l	2100	30 dana	Selektivan
Foray	Proteinski kristali	2,5 l	5000	= 30 dana	Selektivan

danas još uvijek donosi primat kod aviotretiranja kontinentalnih hrastovih šuma. Njihova je cijena znatno povoljnija od biotehničkih, a još više od bioloških insekticida. Tretiranje biotehničkim insekticidima je 3 puta, a biološkima 5 puta skuplje od tretiranja piretroidima.

Usprkos velikoj razlici u cijeni, današnja tendencija u primjeni insekticida u šumarstvu Republike Hrvatske potpuna je zamjena piretroida, odnosno neselektivnih insekticida, biotehničkim i biološkim pripravcima. Zbog velike razlike u cijeni pripravaka, trenutačno se u kontinentalnom dijelu Hrvatske biološkim i biotehničkim pripravcima tretiraju samo osjetljivi ekosustavi uz jezera, potoke i rijeke, u blizini naseljenih mjesta i posebno zaštićena prirodna područja, dakle relativno male površine šuma (Tablica 3.). U Dalmaciji i Primorju se već dugi niz godina, zbog razvijenog turizma i osjetljivog ekosustava, primjenjuju samo biološki i biotehnički insekticidi.

Tablica 3.- Table 3.

Udio pojedinih skupina insekticida u zaštiti šuma od 1996. do 2000. godine
Share of particular insecticide groups in forest protection from 1996 to 2000

Vrsta pesticida <i>Pesticide</i>	Kontinent <i>Continental region</i>		Primorje <i>Maritime region</i>		Ukupno <i>Total</i>	
	ha	%	ha	%	ha	%
Biološki	210	1	2946	72	3156	8
Biotehnički	416	1	1086	26	1502	3
Piretroidi	36863	98	73	2	36936	89
Ukupno	37489	100	4105	100	41594	100

Isto tako, u smislu održanja biološke raznolikosti, koja je u Hrvatskoj dosta izražena zbog različitih biotopa i općenito zaštite prirode, treba postrožiti kriterije kod određivanja površina za zaštitu insekticidima. U tom su smislu, svakako na prvom mjestu po prioritetu za zaštitu, šume koje su prethodne godine bile jače obrštene i sjemenske sastojine.

Smisao zaštite šuma nije u iskorjenjivanju štetnika, već u držanju njegove brojnosti na podnošljivoj razini što se postiže pravilnom dozacijom i koncentracijom insekticida, vremenom tretiranja te raznim drugim postupcima u okviru integrirane zaštite šuma.

RACIONALIZACIJA SUZBIJANJA BOROVOG ČETNJAKA

RATIONALISATION IN THE CONTROL OF PINE PROCESSIONARY MOTH

Borov četnjak gnjezdar (*Thaumetopoea pityocampa* Schiff., Lepidoptera: *Thaumetopoeidae*) najvažniji je štetnik u mediteranskim borovim šumama koji ima potencijal stvaranja vrlo jakih populacija i izazivanja golobrsta (Fotografija 2.). Na prosvjetljenim krošnjama koje su brstile gusjenice četnjaka nalaze se svijet-



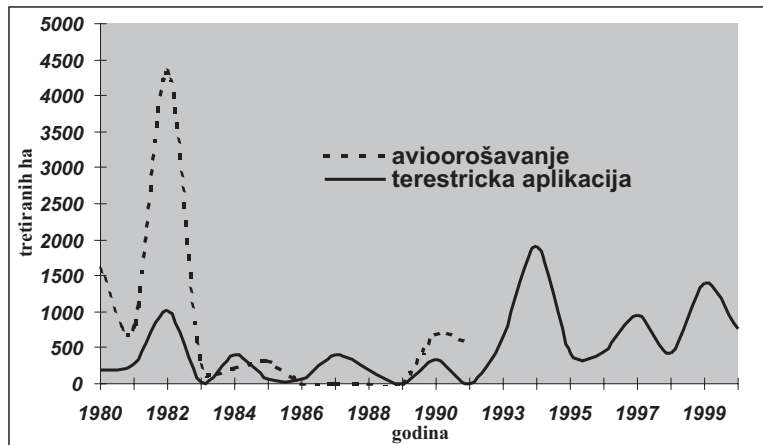
Fotografija 2. –*Photograph 2*
Narušena estetska funkcija stabla
Disrupted esthetic function of a tree

losivi zapreci. Stabla potpuno obrštenih borova teško se oporavljaju, a sastojine ne ispunjavaju općekorisnu funkciju šume. Crvenilo i osip na koži posljedica su dodira s “otrovnim dlačicama” gusjenica koje vjetar lako raznosi.

Kako bi se turističko-estetska funkcija mediteranskih šuma održala te spriječila urtikarija, prišlo se suzbijanju ovog štetnika pesticidima. Ona su od 1978. godine provodila avioaplikacijom biološkim i biotehničkim insekticidima cijelih sastojina što je znalo biti i nekoliko tisuća hektara (Dijagnozno-prognozna služba, Šumarski institut Jastrebarsko). Danas se, zbog razvijenog turizma i osjetljivog ekosustava, primjenjuju isključivo ekološki povoljnije selektivne insekticide. Terestrički se tretiraju samo rubovi sastojina uz prometnice, naselja i turističke objekte što godišnje iznosi nekoliko stotina hektara (Grafikon 1.).

Dodatni razlog, koji opravdava terestričko tretiranje samo ruba šume, je činjenica iz bioekologije vrste, da je svjetloljubiva (SCHWENKE 1978; DEMOLIN 1969) te se veći dio populacije nalazi na rubu sastojine. Isto tako mogući gubitak prirasta drvene mase zbog golobrsta unutar sastojine je u gospodarskom smislu zanemariv zbog vrlo niske cijene, odnosno slabog plasmana drveta bora na tržištu.

Takvim načinom zaštite cijeli je postupak racionaliziran u ekonomskom i ekološkom smislu. U odnosu na aviotretiranje većih površina, troše se puno manje količine insekticida te se time daje prostor primjeni skupljih, ali ekološki znatno prihvatljivijih biotehničkih i bioloških pripravaka.



Grafikon 1.- Graph 1.

Zaštitne mjere protiv borovog četnjaka koje su rađene između 1980. i 2000. godine
Protection measures against pine processionary moth carried out between 1980 and 2000

PROBLEM PRERANOG TRETIRANJA PEPELNICE

PROBLEM OF PREMATURE TREATMENT OF POWDERY MILDEW

Hrastova je pepelnica učestala i najrasprostranjenija bolest hrastovih šuma. Uzročnik je gljiva *Microsphaera alphitoides* Griff. et Maubl.. Napada sve dobne



Fotografija 3.- Photograph 3

Jaki napad pepelnice na hrastovom poniku
Severe attack of powdery mildew on oak second growth

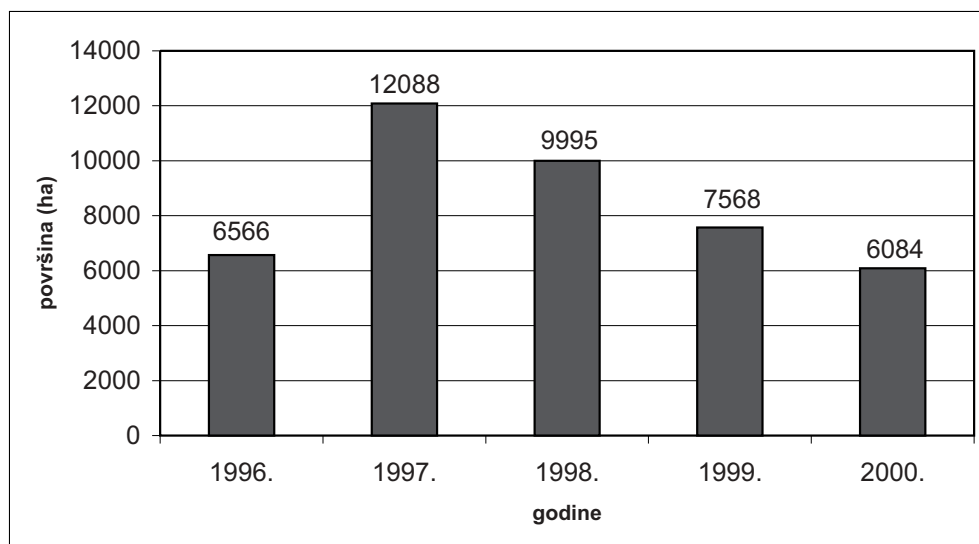
razrede i gotovo sve vrste hrastova, a osobito kitnjak i lužnjak. Najveće štete čini na poniku jer mu smanjuje vitalitet i visinski prirast (Fotografija 3.).

Ponik oslabljuje tako što mu haustorijama crpi hraniva iz lista i tako što prekrivajući list svojim vegetativnim tijelom (ektoparazit) smanjuje asimilaciju. Takve oslabljene biljke više godina ostaju u zoni konkurencije korova pa je i njihovo preživljenje znatno manje.

U procesu sušenja šuma napad pepelnice izrazito je štetan za odrasle sastojine ako se nadoveže na golobrst gusjenica nekog štetnika. Mladi list sada se razvija u vrijeme kada su uvjeti za rast gljive idealni, odnosno infekcijski potencijal konidija vrlo je visok. Često se mladi list ne uspije ni razviti, a pepelnica ga uništi.

Pepelnica se zbog toga dugi niz godina tretira pripravcima na bazi sumpora i s nekoliko sistemskih fungicida koji se na istoj površini izmjenjuju, kako bi se odgodila pojava rezistentnosti.

Površine na kojima je hrastov podmladak tretiran fungicidima za zaštitu od pepelnice u zadnje četiri godine, prikazane su na Grafikonu 2.



Grafikon 2. - *Graph 2*
Hrastov podmladak tretiran fungicidima protiv pepelnice
Oak second growth treated by fungicides against powdery mildew

U šumskoj sastojini podmladak treba tretirati dva do tri puta u periodu najjače opasnosti od zaraze pepelnicom (svibanj, lipanj). No, prema analizama datuma prskanja utvrđeno je kako se na nekim područjima sa zaštitom počinje već krajem ožujka, dakle prerano, kada nijedan od uvjeta za jači razvoj pepelnice nije ostvaren. Isto tako zaštita se produžava sve do kraja rujna. Tada je razvoj konidija znatno slabiji pa su sekundarne zaraze znatno rjeđe (GLAVAŠ 1999). Prema tome, ne-

potrebno je provoditi tretiranja fungicidima u rano proljeće prije pojave simptoma zaraze, kao i u kasno ljeto.

U rasadniku se tretira fungicidima od sredine travnja do kraja rujna. Smatra se kako treba smanjiti broj tretiranja i ograničiti se na tretiranje biljaka u periodu kada su najosjetljivije, to jest kada je list mlad i nježan. Čak bi i u rasadniku trebalo izbjegavati prerano tretiranje. Nepotrebno rasipanje fungicida može se izbjeći redovitim praćenjem pojave pepelnice, što ne bi trebao biti problem zbog blizine objekta te brzim reagiranjem na prve simptome zaraze.

Pojavu pepelnice u šumi važno je redovito pratiti, kao i vremenske prilike, temperaturu i vlažnost zraka te pojavu prvih simptoma pepelnice kako bi se točno odredio početak provođenja mjera zaštite. Za razvoj pepelnice treba vlažno i toplo vrijeme kada se temperature kreću od 26 do 28°C. Kod tretiranja hrastovog podmladka u šumi ne bi trebalo provoditi preranu zaštitu od pepelnice, već treba tretirati kod prve pojave zaraze.

Takvim pristupom uštede se velika novčana sredstva i smanje onečišćenja okoliša.

PREDNOSTI PRIMJENE FEROMONA ZA ODREĐIVANJE GUSTOĆE POPULACIJE BOROVOG ČETNJAKA I MRAZOVACA

ADVANTAGES OF PHEROMONE APPLICATION FOR DETERMINATION OF DENSITY OF PINE PROCESSIONARY MOTH AND WINTER MOTHS

U šumarstvu Hrvatske već se dugi niz godina primjenjuju feromoni za određivanje nivoa populacije potkornjaka. U budućim istraživanjima treba primijeniti slične metode za utvrđivanje nivoa populacije borovog četnjaka gnjezdara i mrazovaca. Kod borovog četnjaka gnjezdara gustoća populacije može se odrediti sakupljanjem, odnosno utvrđivanjem broja jajnih legala, što se može provoditi samo na niskim stablima ili brojanjem zapredaka što je prekasno da bi se organizirala akcija suzbijanja (iako se ova zadnja metoda kod slabije zaraze može prihvatiti kao dobra). U svrhu pronalaženja optimalnih metoda za utvrđivanje populacijskog nivoa borovog četnjaka, treba testirati feromone i feromonske klopke te utvrditi odnos između broja ulovljenih leptira i broja zapredaka na stablu.

Mrazovci (Lepidoptera: *Geometridae*) već dugi niz godina spadaju među nekoliko najvažnijih štetnika defolijatora hrasta. Klasična metoda utvrđivanja nivoa populacije mrazovaca temelji se na ulovu beskrilnih ženki ili onih sa zakržljanim krilima, na putu prema vrhu stabla. U tu svrhu na prsnoj visini debla otešemo vanjski dio kore te nanesimo tanki sloj posebnog ljepila. Vrlo se često pri tesanju kore nepažnjom ili nemarom oteše kora sve do kambija, čime se stvaraju uvjeti za razvoj štetnih organizama. Ljepilo se sporo suši i ne ispire kišom. Cijeli postupak nanošenja ljepila i gotovo svakodnevnog praćenja ulova vrlo je intenzivno i skupo pa se već neko vrijeme razmišlja o unaprjeđenju metode.

Metoda utvrđivanja nivoa populacije mrazovaca seksualnim feromonima kojima se love mužjaci trebala bi olakšati rad, smanjiti troškove i povećati pouzda-

nost procjene. Istraživanjima treba utvrditi broj ulovljenih leptira po klopki, čije gusjenice mogu obrstiti 50% ili više lisne mase u proljeće iduće godine. To je kritični nivo koji WARGO 1979 i CAMPBELL 1979 navode kao prag nakon kojega dolazi do novog listanja u istoj vegetaciji, što jako iscrpljuje biljku i čini je podložnom napadu bolesti. Prema njima manji intenzitet brštenja može se tolerirati, jer će drveće zadržati ostatak lišća do jeseni.

Pored toga, broj ulovljenih leptira s feromonskom klopkom treba dovesti u vezu s do sada korištenom veličinom za procjenu nivoa populacije, tj. brojem ženki po centimetru opsega stabla.

VRIJEDNOST NOVIH TIPOVA I NAČINA POSTAVLJANJA FEROMONSKIH KLOPKI U BORBI PROTIV POTKORNJAKA

*THE VALUE OF NEW TYPES AND TECHNIQUES OF SETTING PHEROMONE TRAPS IN
THE STRUGGLE AGAINST BARK-BEETLES*

Potkornjaci (Coleoptera: Scolytidae) na smreci su kukci sekundarne štetnosti, što znači kako napadaju fiziološki oslabljena stabla. Od velikog broja vrsta potkornjaka na smreci se uglavnom spominju smrekin pisar ili osmerozubi smrekin potkornjak (*Ips typographus* L.) i mali šesterozubi smrekin potkornjak (*Pityogenes chalcographus* L.) koji vrlo često dolaze zajedno. Oni imaju sposobnost brzog razvoja populacija u kratkom vremenu. Kad se smrekova šuma nalazi u eko-balansu, štete od ovih vrsta neznatne su. Opasnost nastaje kad je klima pogodna za razvoj populacije (suho i toplo vrijeme), zatim kad ima dostatnog materijala pogodnog za razvoj (velik broj fiziološki oslabljenih stabala zbog suše, onečišćivanja i sl.) ili kad veće količine dijelova smrekinog stabla ili neke druge četinjače s korom ostaju u šumi kao posljedica vjetroizvala, vjetroлома, snjegoloma, ledoloma, loše šumske higijene. Kad se poklope ovi čimbenici, nastaje predispozicija za veliki napad potkornjaka.

Još u 18 st. šumari su koristili lovna stabla kao način preventivne redukcije populacije potkornjaka. Ovo je bila vrlo skupa i naporna metoda koja je često završila slabim uspjehom.

Pripravak *Pheroprax* je krajem sedamdesetih bio veliki preokret u borbi protiv potkornjaka. Radilo se o sintetiziranom feromonu koji imitira originalni egzohormon potkornjaka, kojim on u prirodi uspostavlja populacijsku komunikaciju (populacijski feromon). Služio je za praćenje brojnosti populacije i za suzbijanje potkornjaka. S feromonom su se nudila različita rješenja klopke. Najčešće se koristila cjevasta klopka poznata pod imenom Bakkeova klopka. Kasnije se sve više koristila barijerna klopka (Theysohn, Ekotrap i sl.) pojedinačno ili u kombinacijama.

Od početka osamdesetih do danas provedena su mnoga istraživanja, a kvaliteta i kvantiteta ulova stalno je popravljana. Danas ovu metodu treba shvatiti kao neodvojiv dio integriranog sustava zaštite i s tim u svezi provoditi primjenu i istraživanje feromona. To znači kako feromonska klopka nije univerzalno sredstvo kojim se rješava problem potkornjaka. Davanje velike važnosti feromonskoj



Fotografija 4. - *Photograph 4*

Različite vrste klopki protiv potkornjaka (A: Theysohn; B: Kombinirane Theysohn; C: Improvizirana cjevasta; D: Ecotrap)
Different types of traps for bark-beetles (A. Theysohn; B: Combined Theyson; C. Improved tubular; D: Ecotrap)

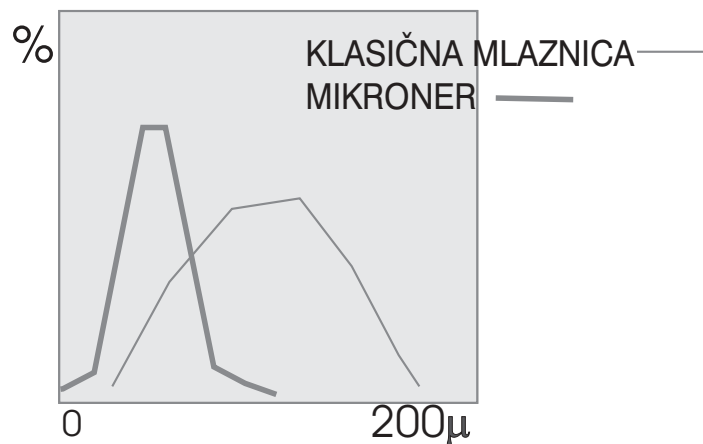
klopki kao profilaktičkoj ili represivnoj mjeri, može biti opasno, jer nepravilno i bezrazložno postavljene klopke mogu izazvati neželjeni učinak. Tako se npr. iz daljine mogu privući potkornjaci te povećati njihova brojnost i opasnost za šumu. BOTTERWEG (1982) govori o udaljenosti koju potkornjaci mogu proći u potrazi za pogodnim materijalom, koja iznosi prosječno 7 km, a maksimalno čak 14 km.

Preliminarna istraživanja pokazuju kako su ulovi Theysohnovih klopki višestruko veći kada se koristi isti feromon i tri klopke u kombinaciji, kakva je prikazana na Fotografiji 4d. U tim su istraživanjima u prvoj generaciji šesterozubog smrekinog potkornjaka utvrđeni 1,2-3,3 puta (prosječno 1,9 puta) bolji ulovi u kombiniranim klopka. Ovi relativni iznosi nešto su slabiji nego u istraživanjima DIMITRI-ja i dr. (1986), s tim kako treba napomenuti da su naši rezultati dobiveni u latentnoj fazi štetnika, tj. kada je populacija manja. Troškovi postavljanja i servisiranja takvih klopki nisu mnogo veći te se može preporučiti naročito u fazi gradacije, kada se taj odnos vjerojatno povećava.

MIKRONERI I DRUGE SUVREMENE MLAZNICE ZA TERESTRIČKU PRIMJENU PESTICIDA

MIRCONERS AND OTHER MODERN JETS FOR TERRESTRIA APPLICATION OF PESTICIDES

Optimalna metoda za aplikaciju pesticida mora, uz djelotvornost, zadovoljiti dva zahtjeva – da je cijenom prihvatljiva i da je što manje štetna za ekosustav. Pravilnu aplikaciju čini nekoliko čimbenika od kojih je najvažniji oprema. Zastarjela i nedovoljno dobro održavana oprema nema mogućnost aplikacije pesticida uz smanjeni utrošak vode (ULV ili VLV aplikacija). Mesingane mlaznice dugo se ne mijenjaju tako da im je zbog erozije povećan otvor, a time i protok (l/min). Prema



Grafikon 3. - Graph 3
Spektar kapljica klasične dize i mikronera
Spectar of drops in classical nozzle and microne

testu, u kojem je kao medij korištena 2,5 % -tna suspenzija kaolina u vodi, protok mesingane mlaznice nakon 60 sati rada kod pritiska od 3 bara povećan je za 30,4 %. Pri istim uvjetima kod čelične mlaznice protok je povećan 16,1%, a kod plastične kematal mlaznice samo 5 %. Spektar kapljica, kod starih istrošenih mlaznica, širokog je raspona tako da je dio sitnih podložan driftu, a dio krupnih kapljica odbija se od lišća i pada na tlo. Dakle, u oba slučaja govorimo o gubitku pesticida odnosno povećanom onečišćenju prirode i smanjenoj ekonomičnosti.

Zamjena klasičnih diza mikronerima ili kvalitetnijim mlaznicama koje u spektru kapljica imaju najviše onih najiskoristivijih (Grafikon 2.) u rasponu od 20 – 50 μm (BARRY i dr. 1977) povećava efikasnost prskalica, što ima ekonomske i ekološke prednosti.

Treba istražiti koje su prskalice i dize ekološki, tehnološki i ekonomski najprihvatljivije za primjenu fungicida za zaštitu hrastovog podmladka i ponika od pepelnice.

LITERATURA

REFERENCES

- ANDROIĆ, M. 1964.: Pokusi suzbijanja gubara (*Limantria dispar* L.) u prirodi domaćim preparatom *Bacillus thuringiensis*. Rezultati naučnih istraživanja u akciji suzbijanja gubara (*Lymantria dispar* L.). Poslovno udruženje šumsko privrednih organizacija, Zagreb.
- BARRY, J. W., W. M. CIESLA, M. Jr. TYSOWSKY, R. B. EKBLAD, 1997: Impact of insecticide particles on western spruce budwormlarvae and douglas fir needles. J. Econ. Ent. 70 (3) 387-388
- BLANK, R. 1997: Ringporichkeit des Holzes und hasfige Entlaubung durch Insekten als spezifische Risikofaktoren der Eichen. Forst und Holz. Goettingen.
- BOTTERWEG, J.E. 1982: Dispersal and flight in relation of sex. Z. ang. ent.
- CAMPBELL, R.W. 1979: Gipsy moth: Forest influence. Agriculture information buletin No. 423
- DEMOLIN, G. 1969: Bioecologia de la «procesionaria del pino» *Thaumathopoea pityocampa* Schiff. Incidencia de los factores climaticos. Plagas forestales Num.23, 9-24.
- DIMITRI, L., E. KOENIG, H. NIEMEYER, O. VAUPEL, 1986: Der Dreifallenstern: Eine Möglichkeit zur Steigerung der Effektivität von Borkenkäferfallen. Der Forst- und Holzwirt 7: 171-173.
- GAMBINI, A. 1972: Effects of defoliation caused by insects on the increment and tissue development of *Quercus suber* I. Anatomical and histological experiments on the xylem. Memoria, Stazione Sperimentale del Sughero, Tempio Pausania.
- GLAVAŠ, M. 1999: Gljivične bolesti šumskoga drveća. Zagreb.
- HARAPIN, M., M. ANDROIĆ, 1996: Sušenje i zaštita šuma hrasta lužnjaka. Hrast lužnjak u Hrvatskoj 227-257. Vinkovci – Zagreb.
- HOUSTON D. R., 1986: Recognizing and managing diebacks / declines. Proceedings: Integrated pest management symposium for northern forests. MADISON 153-166.
- KOVAČEVIĆ, Ž. 1964: Rezultati suzbijanja gubara sniženim dozama insekticida u šumi Brezovica u okolici Siska u 1964. godini. Rezultati naučnih istraživanja u akciji suzbijanja gubara (*Lymantria dispar* L.). Poslovno udruženje šumsko privrednih organizacija, Zagreb.

- HARTMANN, G., R. BLANK, 1998: Features of a new outbreak of oak decline in northwestern Germany. Proceedings of a workshop of the IUFRO working party – Disease/Environment interactions in forest decline. Viena
- MAGNOLER, A., A. CAMBINI, 1973: Radial growth of Cork Oak and the effects of defoliation caused by larvae of *Lymantria dispar* and *Malacosoma neustria*. Boletim do Instituto dos Productos Florestais, Cortica.
- NOVOTNY, SUROVEC 1992: The effects of defoliation on oak decline. Acta-Instituti- Forestalis-Zvolensis, Banska Stiavnica.
- OLEKSYN, J., K. PRZYBIL, 1987: Oak decline in the Soviet Union- scale and hypotheses. European Journal of Forest Pathology. Hamburg- Berlin.
- SCHLAG, M. G., 1994: Das europaische Eichensterben und seine Ursachen- von einem phytopathologischen Standpunkt aus gesehen. Centralblatt fuer das gesamte Forstwesen, Wien.
- SCHWENKE, W. 1978: Die Forstschaedlinge Europas, 3. Band. Paul Parey, Hamburg- Berlin.
- SPAIC, 1964: Pokusi suzbijanja gusjenica prskanjem šuma iz aviona. Rezultati naučnih istraživanja u akciji suzbijanja gubara (*Lymantria dispar* L.). Poslovno udruženje šumsko privrednih organizacija, Zagreb.
- WARGO P. M., 1985: Interaction of stress and secondary organisms in decline of forest trees. Proceedings : Air pollutants effects on forest ecosystems. May 1985, St. Paul, Mn. USA. 75 – 86
- WARGO P. M. 1979: Defoliation: How it weaknes a tree. Proceedings: Midwestern chapter, Internacional shade tree conference. February 1979. Clayton, Missouri. USA.
- * LUMARK, Agricultural sprayer components, Handbook & buyers guide No. 2/E

CONTRIBUTION TO IMPROVEMENT OF FOREST PROTECTION METHODS AND DETERMINATION OF PEST POPULATION DENSITY

Summary

The forest is burdened with different and numerous effects which weaken its vitality. Often synergetic activity of several factors results in forest dieback on larger or smaller areas. Obviously, even one of these stress factors, when its intensity, duration or frequency, exceeds the threshold of tolerance of the tree, can alone, cause dieback. Many scientists rank plant diseases and pests as the main stress factor. Negative activity is especially marked if the stress factors occur successively from year to year and are connected with each other. In the whole chain of interactive process of stress factors, plant diseases and pests are the links on which man can have an effect to a considerable degree. For this reason, pesticide treatment appears to be the only rational solution, which has been practised in forestry for several decades.

In spite of difference in costs, the tendency today in the application of insecticides in Croatian forestry completely substitutes of pyrethroids and other nonselective insecticides, by biotechnical and biological preparations. Due to the great difference in price of biological and biotechnical preparations, only sensitive ecosystems near lakes and rivers, in the vicinity of populated places and nature areas under special protection, are treated, i.e. only a small parts of forests are treated.

*The Pine processionary moth (*Thaumetopoea pityocampa* Schiff.) is the most important pest in Mediterranean pine forests, which has a potential of creating very strong populations causing defoliation. Investigations in the future should be directed towards more practical, reliable and more timely prognostic methods for infection intensity.*

For several years winter moths have been one of the most important pests in oak defoliation. A method for determining the level of winter moths population by sexual feromones which are used for trapping males, should help in the process of work, decrease costs and increase assessment reliability.

Investigations should determine the critical numbers of captured moths per trap which can browse/defoliate 50% or more of the leaf mass.

*Bark beetles on spruce are beetles causing a secondary damage, which means that they attack physiologically weak trees. Out of the many species of bark beetles on the spruce, the typographer beetle, or 'eight-tooth spruce bark beetle' (*Ips typographus* L.) and 'small six-tooth spruce bark beetle' (*Pityogenes chalcographus* L.) are significant. Today feromone traps are extensively used for observation and control. Preliminary investigations show that the catches in Theysohn traps are several times greater when the same feromone is used and three traps are used. With regard to the first generation of the 'six-tooth spruce bark beetle' (*Pytyogenes chalcographus* L.) 1.2 - 3.3 times (on average 1.9 times) better catches were determined in the combined traps.*

In forestry powdery mildew is often treated prematurely, although this is not entirely justified in forest stands and nurseries. In early spring (beginning of April) conditions for the development of powdery mildew are not optimal, and consequently every early preventive treatment is neither economically nor ecologically justified. When the conditions for the development of powdery mildew are optimal (temperature of 26°- 28° C plus great air humidity) forest stands should be more frequently observed and at the first sign of powdery mildew treatment should be carried out. Substitution of classical nozzles by microners, which

in the spectrum of particles have the majority of the most useful ones (20-50 microns of mm), increases the efficacy of the sprayers, with economic and ecological advantages. Further investigations are directed to checking of the sprayers and finding out optimal combinations, particularly with regard to the protection of oak second growth from powdery mildew attack.

Key words: pesticides, population density, microners, feromones, Ips typographus, Pityogenes chalcographus, Geometridae, Scolytidae, Thaumtopoea pityocampa, Microsphaera alphitoides.