

ŠTETNICI SJEMENA I NJIHOV UTJECAJ NA OBNOVU ŠUMA U HRVATSKOJ

SEED PESTS AND THEIR IMPACT ON REFORESTATION EFFORTS IN CROATIA

Boris HRAŠOVEC, Josip MARGALETIĆ*

SAŽETAK: Štetnici šumskog sjemena mogu značajno umanjiti prirodnu obnovu i otežati umjetno podizanje šuma u današnjem šumarstvu. U radu se iznose rezultati do kojih smo došli višegodišnjim istraživanjima ove usko specijalizirane grupe štetnih insekata.

Istraživanja su obuhvatila tipične šumske zajednice hrasta lužnjaka, šume bukve i jele te obalnog i otočnog pojasa hrasta crnike. Glavnina istraživanja usmjerena je na problematiku hrasta lužnjaka. Gubitak žira uslijed napada seminifagnih insekata iznosio je od 4% do 25%. Značajne su ponegdje bile i štete od šumskih glodavaca (do 18%). Utvrđene su 4 vrste žirotoča iz roda *Curculio* s vrstom *C. glandium* kao najzastupljenijom.

Od prirodnih neprijatelja ovih vrsta, kao najvažnija utvrđena je entomopatogena gljivica *Metarrhizium anisopliae*. Fenološka istraživanja otkrila su prilagodljivost ovih vrsta promjenjivim uvjetima uroda žirom. Različit postotak ostanka dijelova populacije u stadiju dijapauze utvrđen je višegodišnjim praćenjem terenskih klopki.

Rezultati istraživanja štetnika češera i sjemena jele, smreke i crnog bora, također otkrivaju entomofaunu, već poznatu za ove vrste, ali u nešto drukčijoj brojnosti i postotnom udjelu.

Istraživanja u biologiji, mogućnosti kontrole brojnosti i utjecaja ovih štetnika na količinu i kakvoću uroda, i dalje se kontinuirano provode.

UVOD

Šumski štetnici u stanju su ozbiljno ugroziti prirodnu obnovu i onemogućiti silvikulturalne mjere u modernom šumarstvu. Višegodišnje istraživanje započeto 1989. godine usredotočeno je na grupu organizama razarača sjemena najvažnijih vrsta drveća u Hrvatskoj. Radovi na obnovi lužnjakovih šuma oslanjaju se u znatnoj mjeri na kvalitetno i bogato plodonošenje, odnosno na odavna poznat fenomen periodičnog bogatog uroda žirom (Sikora 1984; Prpić 1987; Starčević 1990; Matić 1993, 1994; Matić i dr. 1994). Temeljni preduvjet za dovršenje ophodnje, tj. solidno formiran hrastov podmladak, sve je teže ostvariv. Prirodno plodonošenje, pa i sjetva sjemena, često ne daju zadovoljavajuće rezultate. U šumskim se rasadnicima također javlja velika

potreba za kvalitetnim sjemenom, glede činjenice da na mnogim terenima obnova mora realizirati već školovanim hrastovim sadnicama. Grube procjene kreću se između 2000 i 2500 tona hrasta lužnjaka i kitnjaka za potrebe hrvatskog šumarstva¹. Godine bogatih uroda, kakve bi zadovoljile ove potrebe, vrlo su neredovite, a u preostalim, slabijim godinama, slabe je kvalitete i napadnut znatnim brojem različitih štetnika. Upravo u ova-kvoj situaciji višegodišnjih nizova godina slabih ili nikakvih uroda žira (i sjemena ostalih vrsta), posebno je naglašena važnost štetnika sjemena (Kristek 1973; Spaić i Glavaš 1988; Mikloš 1991). To je ujedno i razlog zbog kojeg smo pokrenuli sveobuhvatna istraživanja ove specifične grupe šumskih štetnika. Težište istraživanja provedeno je na štetnicima žira hrasta lužnjaka, među kojima su pipe iz roda *Curculio* L.² (Coleoptera, Curculionidae) zauzele najvažnije mjesto (Hrašovec, Glavaš i Diminić 1993).

* Mr. sc. Boris Hrašovec, Josip Margaletić dipl. inž., Zavod za zaštitu šuma i lovstvo, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

¹ Osobna komunikacija sa djelatnicima "Hrvatskih šuma".

² *Balaninus* (Sam.) Germ.

MATERIJALI I METODE

Pokusne plohe postavljene su u nizinskim hrastovim šumama, miješanim bukovo-jelovim, te čistim jelovim šumama Gorskog kotara i u pojasu submediteranskih i mediteranskih šuma i njihovih degradacijskih stadija. Na trajno definiranim, ali i promjenjivim pokusnim površinama, obavljen je čitav niz različitih ekoloških istraživanja. Sukladno štetniku i njegovom načinu života, odnosno razvojnom stadiju, upotrijebljeno je više metoda utvrđivanja brojnosti populacije. Kod istraživanja mišolikih glodavaca korištene su gotove klopke (živolovke i mrtvolovke), postavljene u sastojini po međunarodnim metodama (pravokutna, "Y" i metoda transekta) za praćenje promjena u brojnosti populacija i determinaciju nazočnih vrsta (Gurnell i Flowerdew 1994; Barnett i Dutton 1995). Njihov štetni utjecaj kvantificiran je analizom zubnih otisaka na oštećenom žiru sahranom na pokusnim ploham (Tvrtković 1993). Ličinke i odrasli oblici štetnih pipa i leptira sabirani su kopanjem zemljanih proba oblika prizme, dimenzija 25x25x30 cm. Analiza ovako oblikovanih uzoraka obavljena je na terenu, dok su izdvojeni primjerci dopremani u laboratorij na dalju obradu. Izlazak potpuno formiranih kornjaša žirotoča praćen je na posebno izrađenim lovnim okvirima s mrežom sitnog oka (manje od 3 mm), a njihov kasniji boravak u sastojini praćen je na nekoliko načina (Slika 1.). Korištene su sve klasične metode kolekcioniranja: od stresanja štapom, hvatanja rukom, lova na umjetno svjetlo, hvatanja pomoću ljepljivih pojaseva, pa do tretiranja pokusnih stabala kontaktnim insekticidima. U laboratoriju je obavljena

determinacija vrsta, uzgoj pojedinih razvojnih stadija, te izrada fotodokumentacije. U dosadašnjem radu sakupljen je značajan broj primjeraka iz različitih šumskih ekosustava, koji je većim dijelom prepariran i može služiti u komparativne svrhe. Posebno izdvajamo kontrolirane pokušaje operativnog suzbijanja žirotoča uz pomoć aviona. Na posebno odabranim površinama izvršen je u dva navrata tretman sintetičkim piretroidom u količini 0,1 l/ha. Sredstvo (Fastac SC) je razrijeđeno u vodi i u dozi radne tekućine 17-25 l/ha, metodom atomiziranja unešeno u krošnje odabranih sastojina.



Slika 1 Lovni okvir (dolje lijevo: netom izašao imago *Curculio elephas*).
Figure 1 Forest floor trap (insert: freshly emerged *Curculio elephas* acorn weevil).

REZULTATI RADA

Opseg šteta na žiru hrasta lužnjaka

Štetni razmjeri na lužnjakovom žiru varirali su u istraživanom razdoblju. Rezultati analize žira iz 1991. ukazuju na prosječni gubitak žira (onog koji je uspješno prošao fazu zametanja) od 59%. Neoštećeno je prema našim podacima u istraživanom području³ preostalo tek 41% žira. Od štetnih čimbenika koji su napali žir na prvom su mjestu žirotoči roda *Curculio* (25%), iza njih slijede šumski glodavci (18%), zatim leptiri iz porodice savijača (12%), te još neki manje značajni čimbenici, među kojima možemo izdvojiti kao potencijalno opasnu osu šiškariću *Andricus quercus calicis* (Burgsd.).

³ Šume Jastrebarskog luga pokraj Jastrebarskog, Turopoljskog luga pokraj Velike Gorice, Varošskog luga pokraj Vrbovca, te Zdenačkog gaja pokraj Grubišnog polja.

Utvrđeni štetnici žira hrasta lužnjaka*Mišoliki glodavci*

Između više vrsta kolekcioniranih sitnih glodavaca, najkonzistentnija pojava zapažena je kod dvije vrste: žutogrlog šumskog miša (*Apodemus flavicollis* Melchior) i šumske voluharice (*Clethrionomys glareolus* Schreber) (Rodentia, Muridae). Ovdje posebno ističemo važnost žutogrlog šumskog miša, za čije je populacije utvrđeno da već kod 20% pojave u klopka postoji potreba za suzbijanjem, dok kod 30% pojave predstavljaju veliku opasnost za žir u sastojini (Crnković 1982). Njihova štetna uloga započinje u jesenskim mjesecima kada se hrane otpalim žirom. Pritom ostavljaju dijelove žira i kupula prema kojima se može utvrditi nazočnost vrsta. Postoji međutim i njihova pozitivna uloga preko ukopavanja žira u njihove podzemne nastam-

be, nakon čega dio žira ostaje "zaboravljen". Osim toga u nekim je istraživanjima dokazano i selektivno hranjenje žirom koji je već napadnut od žirotoča (Marquis, Eckert, i Roach 1976; Semel i Anderson 1988), međutim oba navedena ekološka aspekta nismo dosada obuhvatili svojim istraživanjem.

Savijači i štetni opnokrilci

Dvije su najbrojnije vrste leptira savijača (Lepidoptera, Tortricidae) utvrđene ovim istraživanjem: *Cydia amplana* Hb. i *C. splendana* Hb. Obje su vrste zabilježene na žiru hrasta lužnjaka. Veličina šteta varirala je s obzirom na lokalitete, a u najgorem je slučaju iznosila do 12% uroda. Oko 4% šteta na žiru pripisali smo "ostalim" vrstama među kojima se posebno izdvajala hrastova osa šiškarica *A. quercus calicis* (Burgsd.) (Hymenoptera: Cynipidae). Njihova relativna abundanca jako je varirala prema lokalitetima i tijekom godina istraživanja, a posebno je dobivala na značenju kod situacija s minimalnim urodom žira. Tada je gotovo sav žir bio napadnut od ove vrste⁴.

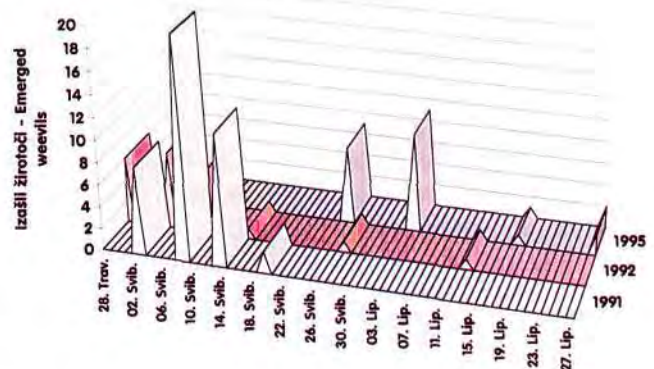
Pipe - razarači žira

Na istraživanom području utvrđene su četiri vrste: *Curculio glandium* Marsh., *C. elephas* Gyll., *C. venosus* Grav. i *C. villosus* F. Prve tri štetne su za žir hrasta lužnjaka, dok se treća razvija u šiškama ose šiškarice (*Biorhiza terminalis* F.). Redukcija je dosizala ponekad i više od 1/4 uroda. Najveći dio šteta uzrokovala je vrsta *C. glandium*. Larvalni stadij temeljito je proučen, posebice onaj dio koji ova vrsta provede u tlu. Analiza zemljanih uzoraka načinjena je na terenu uz veliku pozornost, čime je postignut visok stupanj sigurnosti u shvaćanju njenog ciklusa razvoja, pa i prirodne strategije razvoja populacije. Ličinke su u tlu nalažene kroz čitavo trajanje istraživanja i na svim lokalitetima tijekom čitave godine. Odrasle ličinke izlaze iz otpalog žira u relativno kratkom vremenskom intervalu i odmah se ukopavaju u šumsko tlo ispod krošanja hrastova u čijem žiru su se razvijale. Što brže izvedu silazak u tlo, manje su izložene napadu prirodnih neprijatelja. Gotovo 75% ličinki zaustavlja se na dubini između 5 i 15 cm. Samo oko 20% ličinki ukopava se pliće od 5 cm, dok ostatak silazi dublje od 15 cm. Ovakav dubinski raspored ličinki objašnjavamo potrebom za uporabom najpovoljnije prostorne niše. Najveći broj ličinki nalazi se upravo toliko duboko da izbjegne većinu prirodnih neprijatelja i nepovoljnih klimatskih čimbenika, a dovoljno plitko da se odrasli insekt bez većih problema probije na površinu kada za to dođe vrijeme. Prostorni raspored u tlu nije se mijenjao tijekom vremena, što ukazuje na statičnost jednom ukopanih ličinki. To je posve razumljivo kad uzmemo u obzir da boravak u tlu kori-

ste za medij u kojem će proći kroz najintenzivnije procese metamorfoze. Isto tako, utvrđen je i insularan raspored svih razvojnih stadija u tlu, a koji je najuže povezan s plodonošenjem pojedinih hrastova.

Stadij kukuljice proučavan je na terenu i u laboratoriju. Prve kukuljice nalažene su u zemljanim probama početkom srpnja, a posljednje su iskopavane početkom rujna. Utvrdili smo da je kukuljica najkraći razvojni stadij kod istraživanih populacija. Zanimljiva je činjenica koja se redovno potvrđivala na terenu i u laboratoriju, da nijedan novonastali imago (razdoblje kolovoz - rujna) nije još iste godine izašao iz tla. Ovo je proturječno sa dosadašnjim podacima o postojanju jednogodišnjih generacija. U našim istraživanjima nismo utvrdili niti jedan izlazak imaga iz tla u ljetnom razdoblju. U tipičnim hrastovim nizinskim šumama tlo je tada obično suho i vrlo tvrdo, a žir je već postigao skoro pune dimenzije i nema više vremena, a niti razloga za izlazak imaga iz tla.

Razvojni stadij imaga motren je na više načina. Jedan od najbitnijih podataka o ekologiji vrste, vrijeme njenog prelaska iz faze mirovanja u aktivnu fazu u nadzemnoj šumskoj etaži, dobiven je posredstvom lovnih okvira koji su postavljani na više lokacija tijekom razdoblja istraživanja. Izlazak imaga u sastojini događao se isključivo u proljetnim mjesecima. Slika 2. prikazuje rezultat hvatanja imaga na tri klopke postavljene u istoj sastojini u tri različite godine. Uočava se sličnost



Slika 2 Dinamika izlaska žirotoča zabilježena na tri lovna okvira 1991., 1992 i 1995. godine.

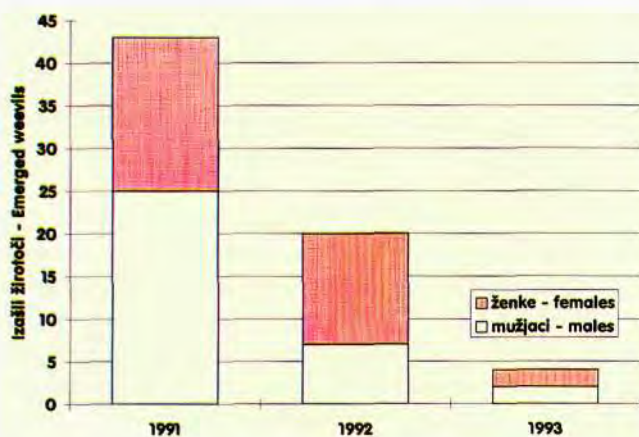
Figure 2 Emergence period of acorn weevils recorded on three forest floor traps in years 1991, 1992 and 1995.

između dvije uzastopne godine (većina kornjaša izašla je do kraja prve polovice svibnja), dok je 1995. izlazak pomaknut na početak lipnja. Drugi važan rezultat dobiven pomoću lovnih okvira bio je podatak o trajanju životnog ciklusa, odnosno način cijepanja populacije u nekoliko višegodišnjih serija⁵. Do ovog smo podatka do-

⁴ Napominjemo da se radi o ekstremno malenim količinama žira kada nije vrijedio postotni odnos štetnih vrsta koji je izložen u ovome radu.

⁵ Na samom početku istraživanja utvrđena je mogućnost prevladavanja dvogodišnje i nepostojanje jednogodišnje generacije žiročeta (Hrašovec 1993).

šli pomoću trajno postavljanih okvira koje smo tijekom istraživanja popravljali i održavali ih funkcionalnim kroz cijelu godinu (Slika 3). Prema našim saznanjima 64% populacije prolazi dvogodišnji ciklus razvoja, 30% ima trogodišnji ciklus, a najviše 6% jedinki ima četverogodišnji ciklus razvoja. Moguće je da vrlo malen postotak individua za potpuni ciklus razvoja treba i više od četiri godine, što nismo zabilježili našim istraživanjem. Omjer spolova nije se znatno mijenjao u praećnim serijama izlazećih imaga. Utvrđene su vrijednosti seksualnog indeksa za 1991. (0,47), 1992. (0,65) i 1993. (0,5).



Slika 3 Izlazak imaga žirotoča na trajnim lovnim okvirima u trogodišnjem razdoblju.

Figure 3 Emergence of acorn weevils on permanent forest floor traps in a three year period.

Aktivnost imaga u krošnjama praćena je metodom opservacije dostupnih hrastovih grana, kao i trenutnim insekticidnim tretmanom odabranih primjernih stabala u razdoblju nastanka prvih šteta na žiru. Vrijeme od izlaska imaga iz tla pa do nastanka prvih šteta (bušenje žira i prva odlaganja jaja) ostaje i nadalje predmetom nagaćanja. Istraživanjem nismo utvrđili kuda odlaze imaga žirotoča nakon što u svibnju (lipnju) napuste tlo. Na rastućem žiru se koncentriraju i poćinju sa štetnim djelovanjem tek početkom kolovoza.

Usporedo sa praćenjem bioekologije žirotoča, započelo se i sa pokusnim akcijama tretiranja sastojina iz zraka sa svrhom uništavanja ovih štetnika u razvojnom stadiju imaga. Prva aviotretiranja obavljena su u proljeće 1993. godine (2400 ha u jednom tretmanu), dok je 1995. godine nad odabranim hrastovim šumama obavljeno dvostruko tretiranje tijekom razdoblja sazrijevanja žira⁶. Obrada rezultata je u tijeku i trebala bi pokazati kakva je uspješnost provedenih mjera zaštite.

⁶ Područje Uprava šuma Bjelovar i Vinkovci, prema osobnom kontaktu i pisanim materijalima mr. B. Braćića i dipl. ing. M. Šimunića. Cijeli je rad na represivnim metodama obavljan u suglasju i pod vodstvom Odjela za uzgoj i zaštitu šuma Šumarskog instituta u Jastrebarskom (dr. M. Harapin).

Posebnu pozornost posvetili smo istraživanju parazitskog kompleksa štetnih pipa. Do sada nemamo rezultata među insekatskom predatorskom i parazitskom entomofaunom, ali smo došli do zanimljivih rezultata kod skupine entomopatogenih gljiva. Na svim istraživanim lokalitetima utvrđili smo veću ili manju prisutnost gljive *Metarrhizium anisopliae* (Metsch.) Sor. (Hyphomycetes) (Glavaš, Hrašovec i Diminić 1993). U terenskim uzorcima mortalitet lićinki, kukuljica i imaga žirotoča nije prelazio 3%. U laboratorijskom je uzgoju dolazilo i do 100% mortaliteta. Razlog može biti u ometanju prirodnog zakopavanja lićinki i stvaranju povoljnijih prilika za razvoj ove entomopatogene gljive. No, postoji i vrlo realna mogućnost da je u terenskim uzorcima podcijenjeno njeno pravo djelovanje, obzirom da se napadnuti žirotoći raspadaju i postaju teško uočljivi pri pregledu zemljanih uzoraka. Daljnje istraživanje trebalo bi polučiti nove spoznaje o pravoj ulozi ove gljive i mogućnostima njene primjene u biološkoj kontroli žirotoča.

Štetnici sjemena ćetinjaća

Analiza štetnika sjemena naših najvaćnijih vrsta ćetinjaća započela je 1992. godine. Sveobuhvatno sabiranje uzoraka ćešera obavljeno je dvije godine kasnije. To je bila godina punog uroda obiće jele, pa je najveći uzorak naćinjen na ovoj vrsti. Poćetni uzorak predstavljali su još neraspadnuti ćešeri jele iz ćitave Hrvatske (1099 kg. u prosušanim stanju). Na njima je utvrđena prisutna entomofauna konofaga⁷, a na istrušenom sjemenu (166 kg) utvrđena je prisutnost seminifaga⁸ i konoseminifaga. U prostorima trušnice u Jastrebarskom⁹



Slika 4 Oštećeni jelov ćešer s izlaznim rupama i ekskrementima gusjenice plamenca smrekovih ćešera *Dioryctria abietella* (lijevo gore: *Barbara herrichiana*, desno dolje: *Dioryctria abietella*).

Figure 4 Damaged fir cone with exit hole and caterpillar frass from pyralid moth *Dioryctria abietella* (left insert: *Barbara herrichiana*, right insert: *Dioryctria abietella*).

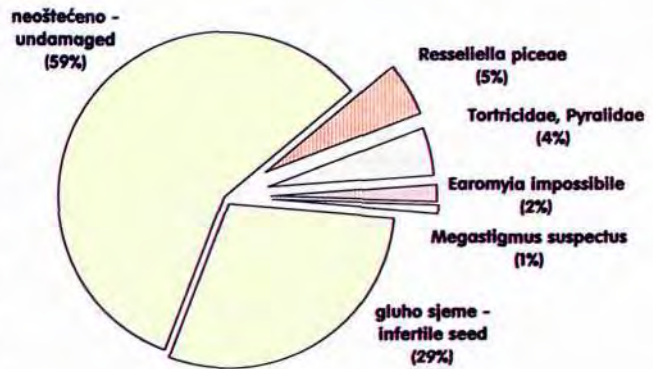
⁷ Štetnici koji se hrane tkivom ćešera.

⁸ Štetnici koji se isključivo hrane sjemenom.

⁹ Zalaganjem dr. J. Graćana, dipl. ing. Ź. Oreskovića i dipl. ing. V. Rotha.

iz dopremljenih češera jele izdvajani su uzorci na kojima je utvrđivana prisutnost krupnih štetnika kono- i seminifaga (Slika 4). Kasnijom determinacijom na ovaj su način utvrđene sljedeće vrste: *Dioryctria abietella* Den. et Schiff. (Lepidoptera, Pyralidae), *Barbara herrichiana* Obr. (Lep., Tortricidae) i *Earomyia impossibile* Morge (Diptera, Lonchaeidae). Sljedeća faza uzorkovanja načinjena je na neotkriljenom otrušenom sjemenu gdje smo sa 19 dostupnih lokaliteta iz čitave Hrvatske uzeli oko 1 litru sjemenki. Iz te smo količine brojanjem izdvojili 1000 sjemenki, na kojima je disekcijom utvrđena prisutna entomofauna seminifaga. Rezultati potvrđuju poznatu činjenicu o velikoj količini gluhog sjemena, ali ukazuju i na određen značaj štetne entomofaune. Utvrđene su vrste koje navodimo prema brojnosti kako slijedi: *Resseliella piceae* Seit. (Diptera, Cecidomyiidae), *D. abietella*, *B. herrichiana*, *E. impossibile* i *Megastigmus suspectus* Borr. (Hymenoptera, Torymidae) (Slika 5). Potrebno je naglasiti da je ova kva slika napada utvrđena u godini bogatog uroda, pa je stoga umanjnjen značaj svih ovih štetnika. Sasvim je sigurno da u godinama slabijih uroda koje slijede njihove populacije u većoj mjeri oštećuju sjeme i češere jele.

Na češerima i sjemenu ostalih četinjača (obična smreka) prisutna je bila također vrsta *D. abietella* uz koju su utvrđene *Ernobius abietis* Fabr. (Coleoptera, Anobiidae) i *Laspeyresia strobillella* L. (Lepidoptera, Tortricidae) te *Pissodes validirostris* Gyll. (Coleoptera, Curculionidae) na crnom boru.



Slika 5 Štete na sjemenu jele u 1994. godini (godina bogatog uroda u sjeverozapadnoj Hrvatskoj).

Figure 5 Common fir seed loss by seed pests (1994 mast year in NW Croatia).

RASPRAVA I ZAKLJUČCI

Provedenim istraživanjem obuhvaćene su najvažnije šumske vrste drveća s gledišta njihove ekonomske i ekološke uloge u Hrvatskom šumarstvu. Osim toga primat je dan trenutno najugroženijim vrstama (hrast lužnjak i obična jela). Provedeno je istraživanje štetnika sjemena kao jednog od najvažnijih čimbenika koji sudjeluje u smanjenju uroda i ometanju prirodne, a posebno i umjetne obnove naših šuma.

Rezultati do kojih smo došli prilikom višegodišnjeg praćenja populacija žirotoča, upućuju na donošenje određenih zaključaka.

1. U uvjetima istraživanog područja (gornja Posavina) najvažnija je s gledišta štetnosti bila vrsta *C. glandium*. U pojedinim godinama njeno štetno djelovanje uzrokovalo je gubitak od 25% uroda. Uz mišolike glodavce (žutogrlog šumskog miša i šumske voluharice), te plodotočce - savijače (*Cydia amplana* i *C. splendana*), u sastojini je od ukupnog uroda ostajalo tek 41% žira.

2. Rezultati istraživanja bioekologije žirotoča ukazuju na iznimno dobru prilagođenost vrste osciliraju-

ćim i nesigurnim urodima žira. Postojanje više kohorti, iste roditeljske populacije sa dvo-, tro-, pa i višegodišnjim razvojnim ciklusom, osigurava ovim vrstama preživljavanje i u vrlo nepovoljnim trofičkim uvjetima. Stoga je njena važnost još veća, ako pretpostavimo da ćemo i nadalje imati problema sa dostatnim urodima hrasta lužnjaka.

3. Utvrđeno vrijeme izlaska žirotoča u razdoblju travanj - svibanj - lipanj, s maksimumom u mjesecu svibnju, ima značajnu prognostičku vrijednost, a korištena metoda lovnih okvira može praktično poslužiti u idućim operativnim radovima.

4. Početna pokusna suzbijanja i istraživanje bioloških agensa u borbi protiv žirotoča, kao i inozemna iskustva, upućuju na još neiskorištene mogućnosti kontrole brojnosti ovih štetnika.

5. Rezultati istraživanja štetnika sjemena jele pokazuju tipični spektar konofagnih i seminifagnih insekata, čije štetno djelovanje u sprezi sa smanjenim učešćem zametnutog sjemena može predstavljati prepreku u budućem intenzivnom uzgoju i obnovi ove četinjače.

LITERATURA - REFERENCES

- Barnett, A. i Dutton J. (1995): Small Mammals (excluding bats) - Expedition Field Techniques, Expedition Advisory Centre, Royal Geographic Society, 125 str., London.
- Glavaš, M., Hrašovec, B. i Diminić, D. (1993): Važnost mikroza šumskih insekata s posebnim osvrtom na zeleni muskardin žirotoča, Glasnik za šumske pokuse, posebno izdanje 4, str. 381-389, Zagreb.
- Gurnell, J. i Flowerdew, J.R. (1994): Live Trapping Small Mammals - A practical Guide, The Mammal Society, Occasional Publication No. 3, 36 str, London.
- Hrašovec, B. (1993): Prilog poznavanju bioekologije insekata iz roda *Balaninus* Germ., šetnika hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.), Glasnik za šumske pokuse 29, str. 1-38, Zagreb.
- Hrašovec, B., Glavaš, M. i Diminić, D. (1993): Istraživanje populacije šetnika hrastova žira i drugog šumskog sjemena, Glasnik za šumske pokuse, posebno izdanje 4, str. 213-222, Zagreb.
- Kristek, J. (1973): The damage to acorns by forest insects, Lesnictvi 19:11, str. 1029-1054.
- Marquis, D.A., Eckert, P.L. i Roach, P.A. (1976): Acorn weevils, rodents and deer all contribute to oak-regeneration difficulties in Pennsylvania, USDA Forest Service Research Paper, Northeastern Forest Experiment Station, No. NE-356, 5 str.
- Matić, S. (1993): Brojnost pomlatka glavne vrste drveća kao temeljni preduvjet kvalitetne obnove, podizanja i njege šuma, Glasnik za šumske pokuse, posebno izdanje 4, str. 365-380, Zagreb.
- Matić, S. (1994): Prilog poznavanju broja biljaka i količine sjemena za kvalitetno pomlađivanje i pošumljavanje, Šumarski list 3-4, str. 71-78, Zagreb.
- Matić, S., Prpić, B., Rauš, Š. i Seletković, Z. (1992): Obnova šuma hrasta lužnjaka u šumskom gospodarstvu Sisak, Glasnik za šumske pokuse 30, str. 299-336, Zagreb.
- Mikloš, I. (1991): Onečišćenje zraka i urod žira u našim šumama hrasta lužnjaka, Šumarski list 3-5, str. 151-162, Zagreb.
- Prpić, B. (1987): Ekološka i šumsko-uzgojna problematika šuma hrasta lužnjaka u Jugoslaviji, Šumarski list 1-2, str. 41-52, Zagreb.
- Semel, B. i Anderson, D.C. (1988): Vulnerability of acorn weevils (Coleoptera: Curculionidae) and attractiveness of weevils and infested *Quercus alba* acorns to *Peromyscus leucopus* and *Blarina brevicauda*, American Midland Naturalist 119, str. 385-393.
- Sikora, J. (1984): Dosadašnja dostignuća i mogućnosti unapređenja gospodarenja nizinskim šumama, Diskusija, Glasnik za šumske pokuse, posebno izdanje 1 (separatum): str. 144-145, Zagreb.
- Spaić, I. i Glavaš, M. (1988): Uzročnici šteta na hrastu lužnjaku u Jugoslaviji, Glasnik za šumske pokuse 24, str. 199-224, Zagreb.
- Starčević, T. (1990): Prirodna obnova lužnjakovih sastojina u uvjetima slabog i neredovitog uroda sjemenom, Glasnik za šumske pokuse 26, str. 351-359, Zagreb.
- Tvrčković, N. (1993): Upoznajmo puhove, Lovački vjesnik 9, str. 41, Zagreb.

SUMMARY: Seed pests can significantly lessen natural regeneration and hamper silvicultural reforestation practices in modern forestry. The most important pests are highly specialized forest insects that thrive on tree seed crops. Our research focused on seed pests of the most important forest tree species in Croatia. Surveys were made in typical forest communities including lowland oak forests, mixed fir and beech stands and the Mediterranean belt of holm oak forest. Major research emphasis was on acorn pests from lowland forests of pedunculate oak, *Quercus robur*.

Losses of acorn crops due to seminiphagous insects ranged from 4% to 25%. In some areas small rodents were equally important, causing acorn losses up to 18%. Four species of acorn weevils were identified. The most numerous was *Curculio glandium* Marsh. Extensive ground surveys for buried larvae revealed their spatial distribution and provided details of their biology. Field trials were used to evaluate protection measures for applied control. The entomopathogenic fungus *Metarrhizium anisopliae* (Mitach.) Sor., was the most consistent natural suppression agent throughout the study area. Soil dwelling larvae of *Curculio* species were killed by this widely distributed fungus, which often reduced their populations to non-pest levels. Other acorn pests included *Cydia splendana* Hb., *C. amplana* Hb. and *Andricus quercus calicis* Burgs.

Conifer cones and seed were attacked by several species of conophagous and seminiphagous insects: *Dioryctria abietella* Den. et Schiff., *Barbara herichiana* Obr., *Megastigmus suspectus* Borr., *Earomyia impossibile* Morge and *Resseliella piceae* Seit. on common silver fir; *Ernobius abietis* Fabr., *Laspeyresia strobilella* L. on common spruce, and *C. strobilella* and *Pissodes validirostris* Gyll. on Austrian pine cones.

Further investigation on the biology, potential of biological control and the effects of crop size are continuing for these seed pests.