

# Prilog poznavanju bioekologije insekata iz roda *Balaninus* Germ., štetnika žira hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.)

---

Hrašovec, Boris

Source / Izvornik: **Glasnik za šumske pokuse: Annales pro experimentis foresticis, 1993, 29, 1 - 38**

Journal article, Published version

Rad u časopisu, Objavljena verzija rada (izdavačev PDF)

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:108:985490>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-28**



Repository / Repozitorij:

[University of Zagreb Faculty of Forestry and Wood Technology](#)



BORIS HRAŠOVEC

**PRILOG POZNAVANJU BIOEKOLOGIJE  
INSEKATA IZ RODA *BALANINUS* Germ.,  
ŠTETNIKA ŽIRA HRASTA LUŽNJAKA  
(*QUERCUS ROBUR* L.)**

**BIOLOGY OF THE INSECTS OF THE GENUS  
*BALANINUS* Germ., AN ACORN PESTS OF  
PEDUNCULATE OAK (*QUERCUS ROBUR* L.)**

Prispjelo: 8. 5. 1992.

Prihvaćeno: 1. 10. 1992.

Rod *Balaninus* Germ. (*Curculio* L.) značajan je s gledišta zaštite šuma zbog svoje sposobnosti da napadne i uništi i do dvije trećine godišnjega uroda lužnjakova žira.

Na istraživanom području gornje Posavine u najvećoj brojnosti javila se vrsta *B. glandium* Mrsh. U mnogo manjoj brojnosti utvrđene su još i vrste *B. elephas* Gyll., *B. venosus* Grav. i *B. villosus* Fabr. Na sabranom biološkom materijalu obavljena su mjerenja tjelesnih dimenzija po pojedinim razvojnim stadijima. Detaljnim praćenjem populacije za njezina boravka u tlu utvrđeno je vrijeme i trajanje kukuljenja te eklozija imaga. Nakon kukuljenja, koje je nastupilo u srpnju i kolovozu, kornjaši nisu napuštali svoje komorice u tlu, već su u stanju mirovanja čekali dolazak proljeća. Izlazak imaga iz tla uspješno je praćen u svibnju uz pomoć površinskih klopki s plastičnom mrežom.

Na pokusnim plohama utvrđen je najmanje dvogodišnji ciklus razvoja s mogućnošću trogodišnjega i višegodišnjega razvoja. Na terenu i u laboratoriju nije utvrđen ni jedan slučaj jednogodišnje generacije.

**Ključne riječi:** *Balaninus* Germ., *Curculio* L., *Quercus robur* L., žir, žirotoč, bioekologija, štete, gornja Posavina, Hrvatska

**UVOD - INTRODUCTION**

U kompleksnom procesu propadanja hrastovih sastojina sve je izraženiji problem prirodne, ali i umjetne obnove šumskih sastojina na kojima se hrast lužnjak (*Quercus robur* L.), kao najvrednija vrsta, čini se, ubrzano suši. Osnovni preduvjet

uspješnog pomlađivanja svakako je tvorba dovoljne količine zdravoga i kvalitetnoga sjemena. Problem plodonošenja poznat je u šumarstvu već dugi niz godina. Tako dvadesetih godina ovoga stoljeća Petračić (1926) konstatira da se na tržištu teško može doći do lužnjakova žira, koji je uz to i slabe kvalitete. Spaić (1974) uočava stagnaciju uroda žira, koji drži temeljnim preduvjetom obnove sastojina. O problemima prirodne obnove lužnjakovih šuma u uvjetima slabog i neredovitog uroda žira govore Sikora (1984), Maksimović (1983), Prpić (1987) i Starčević (1990). Razmatrajući problem nestašice žira Mikloš (1991) zaključuje da je »sigurno samo to da proizvodnja često nije u stanju zadovoljiti potražnju« te da je »potrebno temeljitije istražiti i po mogućnosti otkloniti uzroke slabog uroda žira i tako povećati proizvodnju«.

O uzrocima neredovitoga, a k tomu i slabog uroda žira postoje različita, često i oprečna mišljenja. Kao opće, biološko svojstvo vrste navodi se da hrast lužnjak obilnije rodi svake treće do pete godine (Jovanović & Vukičević 1983). Negativno djelovanje ekstremna klimatskih elemenata i pojava (suša, mraz, tuča i dr.) često remeti normalnu periodičnost uroda žira. U novije vrijeme slab urod žira povezuje se i s onečišćenjem atmosfere (Prpić 1987). Mikloš (1991) navodi da su »dva osnovna uzroka slabe fruktifikacije hrasta lužnjaka: izostanak cvatnje i prijevremeno otpadanje sjemena«. Masovna i česta pojava nekih šumskih štetnika, posebno mrazovaca (Lep., Geometridae), po mišljenju Spaića (1974), također ima utjecaja na smanjenu produkciju žira. Uz takav posredan način štetnog djelovanja uništenjem lisne mase vrlo je značajan i neposredan utjecaj štetnih insekata i gljiva na urod sjemena, i to u svim etapama njegova razvitka – od cvjetnog pupa do potpuno formiranog žira. Spaić & Glavaš (1988) daju popis različitih biotskih uzročnika, među kojima se nalaze brojni predstavnici skupine tzv. »ranih štetnika«: savijači (Lep., Tortricidae), grbice (Lep., Geometridae), ose listarice (Hym., Tenthredinidae) te ose šiškarice (Hym., Cynipidae). O ranim šumskim štetnicima piše Mikloš (1988) i kaže da »osim lisnih pupova rani štetnici uništavaju i cvjetne, što može veoma nepovoljno djelovati na fruktifikaciju stabala«. Sam žir, od formiranja zámeka do otpadanja sa stabla, neprestano je izložen štetnom djelovanju različitih biogenih čimbenika. Od patogenih gljiva navode se: *Ophiostoma* spp., *Penicillium* spp. te vrsta *Gloeosporium quercinum* West., dok se od štetnih životinja spominju: ptice, šumski glodavci, divljač i insekti (Spaić & Glavaš 1988; Maksimović i dr. 1982; Maksimović 1983; Baganich 1974).

Osobito važnu ulogu među štetnim čimbenicima imaju insekti koji su se specijalizirali za prehranu žirom pa ih stoga i nazivamo razaračima žira ili žirotočima. Pod pojmom razarača žira razumijevamo insekte čiji je životni ciklus vezan za žir te ga, hraneći se, djelomično ili potpuno uništavaju (Mikloš 1991).

Iz porodice osa šiškarica (Hym., Cynipidae) na žiru se često javlja vrsta *Cynips quercus calicis* Burgs., čija ženka polaže jaja u zametak žira. Prehranom ličinke dolazi do bujanja tkiva kupule, odnosno stvaranja šiške. S vremenom gotovo čitav žir može biti obavijen i ugušen šiškom (Cecconi 1924; Kovačević 1956; Živojinović 1970). Prema istraživanjima Maksimovića i dr. (1982) postotak oštećenog žira od te ose kretao se između 1.5% i 13.4% u odnosu na ukupnu količinu dozreloga žira. Navode se i mogućnosti znatnijih oštećenja žira (do 31%) (Nüsslin 1927).

Red leptira zastupljen je s nekoliko vrsta iz porodice savijača (Tortricidae). *Cydia splendana* Hb. i *Cydia amplana* Hb. dva su leptira čije se gusjenice razvijaju

hraneći se endokarpom hrastova žira. Veličina šteta izazvana tim insektima može dosegnuti 25-30%, ponekad čak i do 2/3 ukupnog uroda žira (Sorauer 1953; Maksimović i dr. 1982; Gál & Bürgés 1987a, b).

Posebno mjesto među insektima-razaračima žira pripada kornjašima roda *Balaninus* Germ. (Col., Curculionidae). Tu neveliku skupinu insekata nazivamo, zbog njihova osobita načina života, »žirotoči« ili »plodotoči« (Kovačević 1956). Prvi po važnosti, što se tiče lužnjakova žira, svakako je *Balaninus glandium* Marsh., vrsta na koju se najčešće i odnosi naziv »žirotoč« s. str. Najbrojnija vrsta europskih šuma već je spomenuti *B. glandium* (Mikloš 1991), pa je i razumljiva pozornost koja mu je posvećena u različitim istraživanjima domaćih i stranih autora. U Mađarskoj sudjelovanje te vrste unutar roda *Balaninus* iznosi 66%. Ondje je često oštećeno 70-75% ukupnog uroda, ponekad i 90%. U ostalim zemljama istočne i jugoistočne Europe oštećenja su također znatna, u Slovačkoj 90-100%, u Poljskoj 50-70%, dok se u SSSR-u oštećenja penju do 3/4 uroda žira (Schwenke 1974). Prema istraživanjima Maksimovića i dr. (1982) štete koje je uzrokovao *B. glandium* kretale su se godišnje između 19.7% i 37.3% u odnosu na ukupan urod lužnjakova žira. Uz tu vrstu na različitim hrastovima, pa tako i na žiru hrasta lužnjaka, javljaju se prema raznim izvorima još i ove vrste: *Balaninus elephas* Gyll., *Balaninus nucum* L., *Balaninus pellitus* Boh., *Balaninus propinquus* Desbr., i *Balaninus venosus* Grav. (Novak 1952; Ruperez 1960; Schwenke 1974; Bürgés & Gál 1981, b; Vazquez i dr. 1990).

## SISTEMATSKI PRIKAZ I RAŠČLANJENOST RODA *BALANINUS* Germ. TAXONOMY OF THE GENUS *BALANINUS* Germ.

Pripadnici roda *Balaninus* nisu u sistematskom smislu tijekom posljednjega stoljeća bitno mijenjali svoj položaj unutar vrlo opsežne porodice pipa ili rilaša (Curculionidae).

Porodica pipa jedna je od 6 porodica koje tvore natporodicu Rhynchophora (Polyphaga) (Schmidt 1970). U tu porodicu spada oko 35 000 vrsta, a od toga u nas dolazi preko 1000 vrsta (Kovačević 1956).

U taksonomskom smislu rod *Balaninus* nije pretrpio značajnije promjene. Pojedini autori pridjeljuju sistematskim kategorijama višim od roda različite nazive, ali u definiranju samog roda gotovo svi su jedinstveni. Njime obuhvaćaju iste vrste, a i broj im je isti. U novije vrijeme promijenjen je naziv roda pa se ponovno upotrebljava stari izvorni naziv *Curculio* Linné (Freude i dr. 1983). On se dijeli u dva podroda. Prvi, *Curculio* s. str. ustvari je dosadašnji rod *Balaninus* Germ., dok je drugi, bivši samostojni rod *Balanobius* Jekel. Uz to, kao deveta, nova vrsta, spominje se *B. propinquus* Desbr. Osim te promjene naziva, zbog dugogodišnje upotrebe i lakše razumljivosti, primijenjena je starija nomenklatura i klasifikacija prema Kuhn u (1913).

Fam.: Curculionidae

Subfam.: Tychiinae

Tribus: Tychiini

Genus: *Balaninus* Sam.

Species: *B. villosus* F.

*B. elephas* Gyll.

*B. pellitus* Boh.

*B. pellitus* ab. *sericeus* Desbr.

*B. venosus* Grav.

*B. nucum* L.

*B. glandium* Mrsh.

*B. rubidus* Gyll.

*B. rubidus* ab. *rubricolis* Westh.

*B. cerasorum* Hbst.

## PREGLED VRSTA - SPECIES REVIEW

Vrste ovog roda, bez obzira na kontinente na kojima ih nalazimo, zahvaljujući svojoj osobitoj građi lako su prepoznatljive. Među kornjašima plodotočcima to su najkрупnije vrste (5-9 mm). Prema prehrani možemo ih svrstati u oligofage s izraženom sklonošću prema plodovima pojedinih vrsta šumskog drveća i grmlja. Areali su im uglavnom povezani s rasprostranjenošću omiljene biljke hraniteljice. Među njima ima nekoliko vrsta koje se rado hrane žirom pa su stoga i najzanimljivije sa stajališta ovog rada.

*Balaninus elephas* Gyll. (*B. mastodon* Jekel, *B. propinquus* Desbr.) jedna je od najkрупnijih europskih vrsta ovog roda. Nalazimo je u zapadnoj Aziji, sjevernoj Africi te toplijim područjima istočne i južne Europe. Glavna hrana njezinih ličinki plodovi su pitomog kestena ali dolazi i na žiru različitih vrsta hrastova (Schwenke 1974; Bürgés & Gál 1981a, b; Vazquez i dr. 1990), posebno na žiru cera (Sorauer 1954). Kao štetna vrsta poznata je u Francuskoj, Portugalu, Španjolskoj, Italiji, Bugarskoj, Ukrajini, Turskoj (Schwenke 1974) te Mađarskoj (Bürgés & Gál 1981a, b).

*Balaninus pellitus* Bohem. (*B. sericeus* Desbr.) javlja se također kao štetnik hrastova žira i plodova lijeske u Slovačkoj, Ukrajini, Poljskoj i Siciliji (Sorauer 1954; Schwenke 1974). Postoje podaci da može napadati i bukvu (Ceconi 1924).

*Balaninus venosus* Grav. spada među manje poznate razarače hrastova žira. Kao značajniji štetnik javlja se na području istočne Europe (Schwenke 1974), male Azije, Kavkaza i sjeverne Afrike (Freude i dr. 1983). Može se hraniti i bukvicom (Reitter 1916).

*Balaninus villosus* Fabr. (*B. cordifer* Geoffr.) zanimljiva je vrsta ne zbog svoje štetnosti već više zbog svog posebnog načina života. Njezine ličinke razvijaju se u šiškama jedne od hrastovih osa šiškarica (Cynipidae: *Biorhiza terminalis* F.). Rasprostire se čitavom Europom (osim njezina sjevernog dijela) i sjevernom Afrikom (Freude i dr. 1983).

*Balaninus nucum* Lin. dobro je poznata vrsta, širokog područja rasprostranjenosti. Njezin areal obuhvaća zapadnu Aziju, sjevernu Afriku i čitavu kontinentalnu Europu uključivši i Veliku Britaniju (Sorauer 1954; Schwenke 1974; Freude i dr. 1983). Kako najradije napada lijesku, u narodnom nazivlju imenovan je »ljeskotočem«. To ne znači da ga nećemo pronaći i na drugom bilju. Prema literaturi dolazi na različitim vrstama hrastova, pitomom kestenu, običnom orahu,

na više vrsta jasena, običnoj johi, brezi i nekim vočkama (Schwenke 1974; Dimić & Beš 1977; Vrabli dr. 1979).

*Balaninus glandium* Mrsh. (*B. turbatus* Gyll., *B. tessellatus* Desbr.) svakako je najinteresantnija vrsta koja se javlja kao štetnik hrastova žira, pa se naziv »žirotoč« najčešće i odnosi na toga kornjaša. U daljem tekstu pojam »žirotoč« označavat će upravo tu vrstu. Žirotoč dolazi na širokom prostoru srednje, zapadne i istočne Europe. Nalazimo ga preko Ukrajine sve do Dalekog istoka. Ima ga na Kavkazu, a obitava na prostorima sjeverne Afrike (Schwenke 1974; Freude i dr. 1983). Veličina imaga kreće se od 4 do 8 mm. Ticala su rijetko i prilleglo dlakava s uskom kijačicom. Tijelo je prekrivo žutim, žutosmeđim ili smeđim ljušticama u obliku nepravilnih pjega. Rilo i djelomice noge svjetlije su boje. Kod mužjaka rilo jedva dosiže duljinu pokrivanja, dok je kod ženke ono jednako duljini tijela. Uzduž unutarnjeg ruba pokrivanja nema uspravljenih dlaka kao kod ljeskotoča (Henschel 1895; Kuhnt 1913; Reitter 1916; Portevin 1935; Schimitschek 1955a, b; Tanasijević & Ilić 1969; Živojinović 1970). Prva imaga javljaju se u šumi u proljeće na cvatućim hrastovim i drugim biljkama, gdje dolazi do dopunske prehrane (Schwenke 1974). Rojenje se s obzirom na lokalitete zbiva u različito doba godine. Započinje najranije u svibnju i proteže se do srpnja. Ima podataka o ulovljenim kornjašima na kraju rujna (Tadić 1974, 1979). Imaga se koncentriraju na stablima s većom količinom žira i na osunčanim stranama krošnje. Ženka odlaze jaja u mlade do 1 cm velike žireve, progrizajući svojim rilom površinu ploda najčešće kroz kupulu. Jaje smješta između ili u samo tkivo kotiledona. U jedan plod polaže obično dva jajeta. Taj se broj u jeku rojenja penje na 5-6 komada po žiru (u godinama jakog napada čak i do 10 komada). Ipak, svoj razvoj u jednom žiru uglavnom mogu u potpunosti završiti samo dvije ličinke. Razlog tomu je unutarvrсна konkurencija. Unutrašnjost žira može do kraja razvoja ličinaka biti potpuno razorena tako da se pod perikarpom nalazi samo hrpica izmeta. S druge strane napadnuti žir, posebno ako se radi o krupnijem primjerku, može čak zadržati i sposobnost klijanja. Odrasle ličinke izgrizaju u ljusci okrugli otvor i izvlače se van. Dotada napadnuti žir već je pao na tlo i ličinke se odmah počinju ubušivati u zemlju (Moffet 1989). Veći dio ličinaka zaustavlja se na dubini od 5 do 10 cm, a najdublje do 50 cm. Tu prezimljavaju u iznutra izglađenim zemljanim komoricama. Ličinke su osjetljive na niske temperature i kod jakih mrazova plitko ukopani primjerci mogu uginuti. Dio ličinaka može ostati u stanju dijapauze i do 3 godine. Najveći dio populacije kukulji se idućega ljeta, nakon čega odrasli kornjaši izlaze na površinu. Gustoća populacije postiže svoj maksimum u jesen i tada ona može premašiti 40 ličinaka po m<sup>2</sup> (Schwenke 1974). Razvoj ličinaka u žiru traje 43 do 49 dana, računajući tu i 15 dana embrionalnog razvitka. Zdrav i zreo žir počinje otpadati u prvoj dekadi kolovoza, kada je većina oštećenoga žira već otpala sa stabala (Maksimović i dr. 1982).

Kao reduktivni čimbenici navode se: *Calosoma sycophanta* L., *Carabus granulatus* L., *Staphylinus caesareus* Ced., *Lacon murinus* L., *Pimpla nucum* Ratz., *P. calobata* Grav., *Orthocentrus nigristerus* Rudn., *Ephialtes ventricosus* Tschek. (Schwenke 1974). Ulogu regulatora populacije žirotoča imaju i neke ptice (Ceballos 1969).

O važnosti žirotoča možemo zaključivati iz različitih izvora. Iz pojedinih istraživanja izlazi da je u hrastovim šumama to najčešća vrsta roda *Balaninus*

(Schwenke 1974). U istraživanju koje su proveli Maksimović i dr. (1982), proučavajući štetnu faunu u sjemenskoj sastojini hrasta lužnjaka, doznajemo da je najbrojnija štetna vrsta među insektima bio upravo žirotoč, koji je 1980. godine uzrokovao smanjenje uroda za 37.3%. Tijekom trogodišnjeg istraživanja njegova štetnost, izražena u postotku; nije padala ispod 20%.

*Balaninus cerasorum* Hrbst. (*B. betulae* Steph., *B. Herbsti* Germ.) vrsta je o kojoj ima vrlo malo podataka. Obitava u srednjoj i djelomice sjevernoj Europi (Freude i dr. 1983). Spada među najmanje predstavnike roda (3-4.3 mm). Prema literaturi oštećuje češeriće johe, cvatove i sjeme breze te plodove trešnje i crnog trna (Sorauer 1954; Schwenke 1974; Freude i dr. 1983).

*Balaninus rubidus* Gyll. (*B. rubricolis* Westh.) zadnja je vrsta koju spominju srednjoeuropski determinacijski ključevi. Imaga napadaju različite vrste vrba i breza (Schwenke 1974).

Na kraju navodim još neke izvanuropske vrste roda *Balaninus* (odn. *Curculio* s. str.). U Sjevernoj Americi dolaze: *C. auriger* Casey, *C. proboscideus* F i *C. rectus* Say na plodu američkih vrsta pitomog kestena; *C. nasicus* Say i *C. uniformis* J. na žiru američkih vrsta hrastova; *C. obtusus* Harrington na plodu lijeske te *C. caryae* Horn. na plodu američkog hickori drveta. U Kini se kao štetnik raznih vrsta pitomog kestena javlja *C. Haroldi* Faust, dok u Japanu na pitomom kestenu i hrastu dolazi više vrsta tog roda (Sorauer 1954).

## PODRUČJE ISTRAŽIVANJA RESEARCH AREA

Pokusni objekti smješteni su u gornjoj Posavini. U širem smislu to je zapadni rub Panonske zavale. Ta geomorfološka cjelina na sjeverozapadu dolinom rijeke Save prodire u Sloveniju, na jugu dosiže ponegdje rijeku Kupu, na sjeveru prelazi u južni dio Zagorja, a na istoku zahvaća sliv srednjeg toka rijeke Lonje. U cjelini na tom području prevladava dolinski reljef, velikim dijelom brežuljkast (do 200 m n.v.), manjim niskobrdovit (200-600 m n.v.), a najmanjim visokobrdovit (600-1000 m n.v.) (Kovačević i dr. 1972).

## PODNEBLJE - CLIMATE

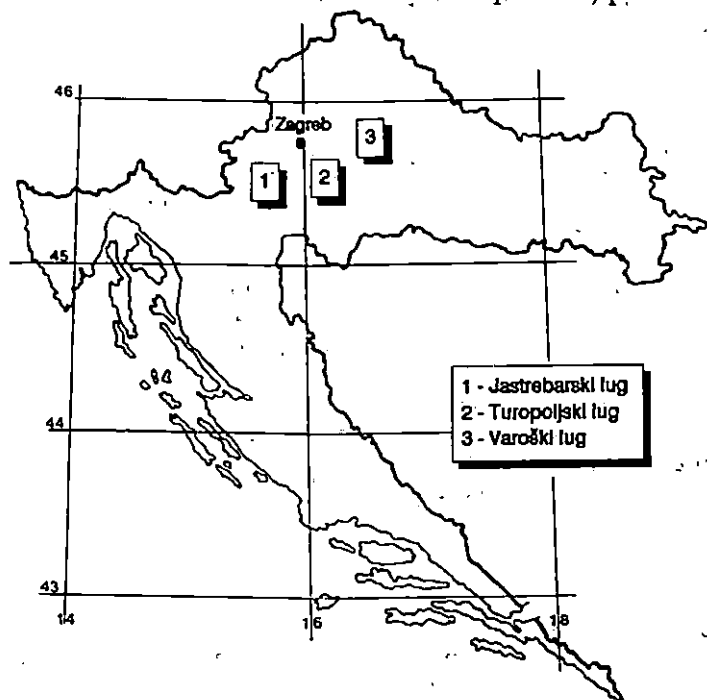
Prema Köppenovoj klasifikaciji sva tri pokusna objekta nalaze se u klimatskoj zoni C-umjerenom tople klime. Isti autor podrobnije definira tip klime na tom području izrazom Cfwbx<sup>3</sup>, čije je značenje sljedeće: temperatura najhladnijeg mjeseca kreće se između -3 i +18 °C; ljeta su svježja s mjesečnom temperaturom najtoplijeg mjeseca ispod 22 °C; padaline su jednoliko razdijeljene na cijelu godinu, ali najsuši dio godine pada u hladno godišnje doba; maksimumu količine padalina koji se pojavljuje početkom toplog dijela godine pridružuje se maksimum u kasnoj jeseni. Prema Thornthwaiteovoj klasifikaciji područje istraživanja prostire se u području vlažne (humidne) klime (Bertović 1975).

## POKUSNI OBJEKTI EXPERIMENTAL PLOTS

Pri odabiru pokusnih objekata trebalo je pronaći reprezentativne lužnjakove šume zrele dobi i minimalnog uroda žirom u razdoblju koje je prethodilo istraživanju. U takvim je sastojinama bilo realno očekivati da će gustoća populacije žirotoča biti dostatna za potrebe istraživanja. Odabrana su tri pokusna objekta: Jastrebarski lug, Turopoljski lug i Varoški lug (slika 1).

### Jastrebarski lug

Dvadesetak kilometara jugozapadno od Zagreba, između rijeke Kupe na jugu i Žumberka na sjeveru, prostiru se šumske površine Jastrebarskog, Draganičkog, Rečićkog i Pisarovinskog luga. Jastrebarski lug, sa svojih 2685 ha, samo je najsjeverniji dio te prostrane šumovite cjeline. Pokusna ploha postavljena je u 9b odjelu/odsjeku te gospodarske jedinice. Tu se u nizu nalazi nekoliko odjela pojedinačne površine preko 30 ha i starosti 110 godina. Šumska zajednica na tom, kao i na ostalim objektima, opisana je kao šuma hrasta lužnjaka s velikom žutilovkom (*Genisto elatae-Quercetum roboris* Ht. 1938). Ta se fitocenoza prostire prostranim ravnicama slivnih područja rijeke Save, Kupe i Drave i njihovih pritoka. Dolazi na terenima nekoliko metara iznad normalnog vodostaja rijeka i periodično je plavljena. Raste na mineralno-močvarnom, slabije ili jače kiselom tlu, na pseudoglejnom, odnosno podzolastom, slabo kiselom do neutralnom tlu. Na pokusnoj površini u 9b odjelu



Sl. - Fig. 1. Položaj pokusnih objekata - Position of experimental plots



razvijena je njezina subasocijacija s drhtavim šašem (*Genisto elatae-Quercetum roboris caricetosum brizoides* Ht. 1938). Ta je subasocijacija česta u pokupskom bazenu i upravo je na tom lokalitetu prvi put opisana (H o r v a t 1938 apud R a u š 1987)..

Pokusna ploha leži na automorfnom tlu tipa podzolastog pseudoglej-glejnog terasnog tla. Prema istraživanju Instituta za pedologiju i tehnologiju tla Poljoprivrednog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu (K o v a č e v i ć i dr. 1972) tekstura tog tla pretežno je praškasto-ilovasta u gornjem, a praškasto-glinasto-ilovasta u iluvijalnom horizontu. Oglejavanje je uzrokovano gornjom vodom i umjerenog je stupnja. Humoznost tih tala je znatna, pa je s time u vezi i visok retencijski kapacitet za vodu. Na dubini 10-13 cm humusno-akumulativni ( $A_1$ ) pothorizont prelazi u svjetliji, eluvijalni pothorizont podzolastih tipova tala ( $A_{3g}$ ) s karakterističnim žučkastim, rdastim i plavkastim pjegama. To je tipični pothorizont tala koja su pod utjecajem prekomjernog vlaženja stagnirajućom vodom.

Na pokusnoj je plohi bilo dosta štetnih glodavaca. Radilo se o miševima koji su desetkovali zdravi, otpali žir (štete do 30%). Osim žirotoča u proljeće 1991. g. bilježimo i prilično jak napad hrastove ose listarice (*Apethymus abdominalis* Lep.). Na žiru su također utvrđene vrste *Cydia* sp. te osa *C. quercus calicis*. Stanje uroda žira na tom je objektu u tijeku istraživanja kao i prije njega bilo najpovoljnije. Za razvoj žirotoča tu su u trofičkom pogledu vladali najpovoljniji uvjeti.

### Turopoljski lug

Južno od Zagreba, u blizini Velike Gorice, na preko 4000 ha površine prostire se uz desnu obalu rijeke Odre Turopoljski lug. Upravo u središnjem dijelu toga šumskog kompleksa, u 63. odjelu postavljena je druga pokusna ploha. U fitocenološkom smislu tu također nalazimo šumu hrasta lužnjaka s velikom žutilovkom i drhtavim šašem (R a u š & V u k e l i ć man.). Zbog hidrotehničkih i cestovnih zahvata smanjena je učestalost poplava i u sloju drveća češće se javlja obični grab.

Pokusna površina Turopoljskog luga leži na hidromorfnom tlu tipa mineralno-močvarnog glej-pseudoglejnog tla na postdiluvijalnim ilovinama i glinama. Ta tla nalazimo na ravnom reljefu, nešto povišenom od središnjega poplavnog pojasa. Prekomjerno vlaženje i ovdje je uvjetovano gornjom, pretežno vlastitom oborinskom vodom. Teksturna građa gornjih horizonata uglavnom je praškasto-glinasto-ilovasta. Za potrebe istraživanja posebno su bila zanimljiva fizikalna svojstva tla koja su na tom lokalitetu nepovoljna. Ona se očituju velikim vodnim retencijskim kapacitetom, niskim kapacitetom za zrak i malom vodopropusnosti (K o v a č e v i ć i dr. 1972). Profiliranost do dubine od 30 cm slična je kao i u prethodnom tipu tla.

Sastojina je visokoga uzgojnog oblika preko 80 godina stara, stablimične strukture i prekinutog sklopa. Na pokusnoj površini također su zapažene štete od sitnih glodavaca, ali manjega intenziteta. Na žiru su zabilježeni isti štetnici kao i u Jastrebarskom lugu.

### Varoški lug

Treći pokusni objekt, Varoški lug, nalazi se 40-ak kilometara istočno od Zagreba (zračne udaljenosti) i pripada sjeveroistočnom rubu gornjoposavske regionalne cjeline. Trudom i nastojanjima, ponajviše vrbovečkih šumara, Varoški lug je upisan u registar zaštićenih objekata prirode u Hrvatskoj. Pokusna ploha postavljena

je u 16. sjemenskom odjelu, starosti preko 140 godina. U vegetacijskom smislu i tu je zastupljena šuma hrasta lužnjaka s velikom žutilovkom i drhtavim šašem.

Tlo Varoškog luga kartirano je kao automorfno tlo tipa podzolasto-pseudoglej-  
glejnoga dolinskog tla. Tekstura je praškastoilovasta u eluvijalnom, a praškasto-gli-  
nasto-ilovasta u iluvijalnom horizontu. Retencijski kapacitet za vodu je osrednji, ali  
je kapacitet za zrak nizak, a vodopropusnost mala (K o v a č e v i ć i dr. 1972).

Prilikom postavljanja pokusa na površini tla nalazili smo vrlo male količine  
žira. Cijeli pokus bio je vezan za manji broj stabala s kojih je palo nešto žira.  
Posebno je interesantno pripomenuti da u razdoblju istraživanja također nije bilo  
uroda žira. Manje količine pale su 1991, dok je prethodna sezona (1990) ostala  
praktično bez uroda. Trofički uvjeti za razvoj žirotoča bili su tako u razdoblju  
istraživanja, kao i nekoliko godina prije početka istraživanja, vrlo ograničeni.

Iz opisa pokusnih objekata može se zaključiti da su ovim istraživanjem bile  
obuhvaćene zrele hrastove sastojine jednakoga flornog sastava i ekološko-gosudar-  
skog tipa. Na svim objektima vladali su podjednaki stajbinski uvjeti. Određeno  
odstupanje zapaža se na pokusnoj plohi Turopoljskog luga, gdje je i opće zdrav-  
stveno stanje sastojine najslabije. Što se tiče uroda žira, najpovoljnije stanje bilježimo  
u Jastrebarskom lugu. Na drugom mjestu je Turopoljski lug, dok su najnepovoljnije  
prilike vladale u Varoškom lugu.

## METODE RADA MATERIALS AND METHODS

Razdoblje istraživanja trajalo je od listopada 1989. do rujna 1991. g. Na  
pokusnim objektima primijenjena je ista metodologija, u kojoj su podjednako bile  
zastupljene terenske i laboratorijske metode rada.

### Terenske metode – Field methods

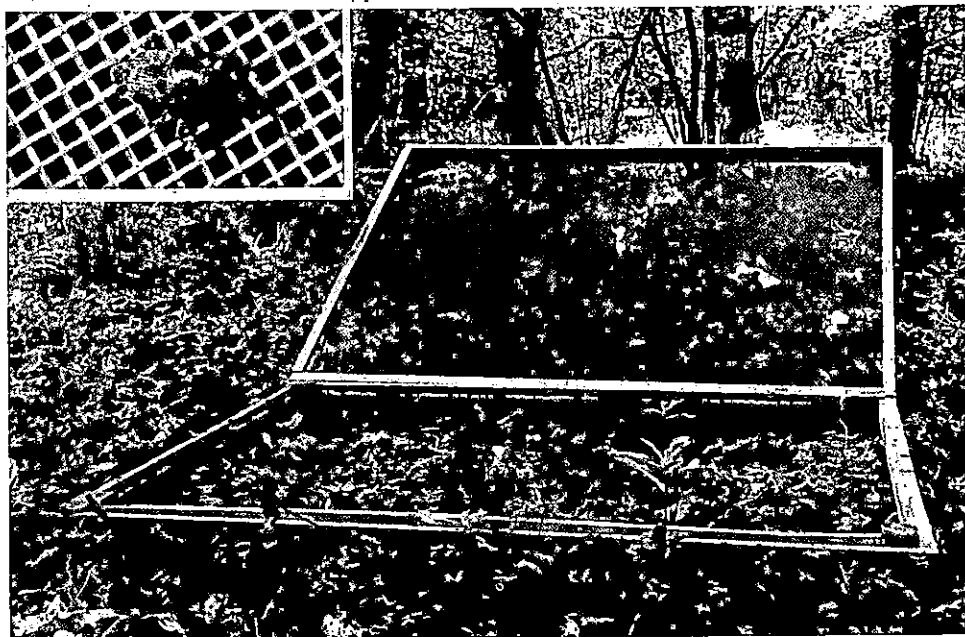
#### Iskopavanje uzoraka tla – Soil probe analysis

Dio života koji žirotoči provode u tlu praćen je analizom iskopanih uzoraka  
tla. Prilikom svakog izlaska na pokusnu površinu iskopavano je 16 zemljanih proba  
(pojedinačnih dimenzija  $25 \times 25 \times 30$  cm), što u prostornim jedinicama iznosi  $0.3 \text{ m}^3$   
zemlje. Probe su iskopavane ispod oštećenog žira, što je znatno povećalo uspješnost  
nalaza ličinaka, kukuljica ili odraslih kornjaša. Nakon iskopavanja, još na terenu,  
svaka je proba detaljno pregledana. Iskopana prizma razrezana je po dubini na tri  
dijela. Svaki od slojeva pretražen je zasebno. Pritom je dubina nalaza procjenjivana  
prema sljedećoj ljestvici: 0–5 cm, 5–10 cm, 10–15 cm, 15–20 cm, 20–25 cm i 25–30  
cm. Učestalost izlaska na teren i skupljanja uzoraka bila je dva puta mjesečno na  
svakom pokusnom objektu.

#### Lov imaga na drvene okvire – Weevil trapping by wooden frames covered with extra fine mesh net

Radi skupljanja izlazećih imaga načinjene su površinske klopke od drvenih  
okvira prekrivenih plastičnom mrežom sitnog oka. Izrađeno je ukupno 8 okvira u  
dvije dimenzije. Četiri okvira pokrivala su površinu od po  $1 \text{ m}^2$  ( $100 \times 100$  cm), a

četiri površinu od po 1.5 m<sup>2</sup> (100 × 150 cm). Po dva okvira (jedan veći i jedan manji) postavljena su na pokusnim objektima Turopoljski i Varoški lug, dok su ostala četiri postavljena na pokusnom objektu Jastrebarski lug. Veličina oka plastične mreže (2-4 mm) nije omogućavala prolaz ni najmanjim primjercima *Balaninus* sp. (slika 2)<sup>1</sup>. Pregled i skupljanje imaga na mreži okvira obavljani su rano ujutro dok su insekti još bili tromi od hladnoće.



Sl. - Fig. 2. Postavljeni i otvoreni okvir za lov izlazećih imaga (detalj: imago na pokrovnoj mreži) - Wooden frame trap in position for collecting emerged acorn weevils (detail: adult weevil clinging on plastic net cover)

### Lov imaga na ljepljive prstenove - Sticky belt traps

Ljepljivi prstenovi trebali su poslužiti u proljeće za lov izlazećih imaga odnosno u jesen za lov kornjaša na silasku sa stabala. Prstenovi su postavljeni 1. 02. 1991. na šest stabala u Jastrebarskom lugu, a pregled je obavljan pri svakom izlasku na teren tijekom 1991. god.

### Lov imaga na umjetne niše - Weevil collecting with artificial niches

Ova je metoda služila kao dopuna prethodno opisanoj metodi. Umjetne niše od valovite kartonske ljepenke omotane su u obliku plašta oko debala. Plaštevci su bili široki 20, 25 i 30 cm, a postavljeni su samo u Jastrebarskom lugu početkom rujna 1990. Ukupno je postavljeno 12 umjetnih niša, a njihov se pregled (otvaranjem) protegnuo do lipnja 1991.

<sup>1</sup> Sve je fotografije snimio autor.

### Skupljanje imaga u prirodi – Adult collecting in free nature

Kao dopunska kontrolna metoda poslužilo je najjednostavnije skupljanje vrsta roda *Balaninus* u slobodnoj prirodi i na pokusnim objektima i izvan njih, ali na užem području istraživanja.

### Skupljanje oštećenoga žira – Collecting of damaged and infected acorn

U razdoblju otpadanja žira sa stabala na pokusnim površinama u više je navrata skupljan otpali žir na pokusnim objektima gdje je bilo uroda. Skupljanje je provedeno na površinama od približno dva hektara.

### Laboratorijske metode – Laboratory methods

Pregled i izmjera skupljenih ličinki, kukuljica i imaga – Analysis of collected larvae, pupae and adult weevils

Ličinke, kukuljice i imaga vrsta roda *Balaninus* pregledavani su i mjereni u živom stanju s obzirom na to da gotovo nikada nije prošlo više od 24 sata od vremena nalaza do vremena laboratorijske obrade. Ličinke su na terenu skupljane metodom kopanja zemljanih uzoraka i u laboratorij su dopremane u posebnim posudama s oznakom dubine na kojoj su nađene. U posude je stavljana i zemlja da bi se donekle sačuvali mikroklimatski uvjeti za vrijeme transporta (ovdje je vjerojatno bila najvažnija zračna vlaga). Svaka ličinka izvagana je na apotekarskoj mehaničkoj vagi uz preciznost izmere od 2 mg. Nakon vaganja ličinkama je pomičnom mjerkom mjerena širina glavine čahure. Taj je posao obavljan pod stereoskopskim povećanjem (16×). Preciznost mjerenja kretala se u granicama od  $\pm 0.05$  mm. Tim postupkom ličinke nisu pretrpjele nikakve ozljede. Iskopane kukuljice vagane su na isti način kao i ličinke. Kukuljice tih kornjaša pripadaju tipu »pupa libera« i nemaju jače hitiniziranih dijelova. Pomičnom mjerkom mjerena je duljina tijela te duljina rila (od vrha glave do kraja rila). Imaga koja su skupljana na različite načine (zemljane probe, okviri, ljepljivi prstenovi) prolazila su sličan postupak obrade. U većini se radilo o živim jedinkama pa su mjerenja bila vrlo slična onima na kukuljicama. To znači da su prvo vagane (izuzev uginulih primjeraka), nakon čega je pomičnom mjerkom mjerena duljina tijela bez rila.

### Pregled otpalog i oštećenog žira – Analysis of infected acorn

U više navrata s terena je u laboratorij dopreman otpali žir i pregledavan pod stereoskopskim povećalom da bi se mogli utvrditi početni i katkad dobro skriveni znaci napada žirotoča. Na jednom dijelu oštećenoga žira istraživana je embrionalni i postembrionalni razvoj vrsta roda *Balaninus*. Posebno je evidentiran i izdvajan žir oštećen od drugih biotskih čimbenika.

### Uzgoj imaga u insektarijima – Rearing adult weevils in entomological cages

Živi i odrasli kornjaši, skupljeni na razne načine, nakon obavljenih mjerenja stavljeni su u insektarije radi daljnjega promatranja. Kao insektariji su upotrijebljeni plastični cilindri promjera 21 cm i visine 36 cm, začepljeni s gornje strane metalnom

mrežom vrlo sitnog oka ( $\leq 0.5$  mm). Kornjaši su hranjeni biljnom hranom iz njihova prirodnog okoliša. To znači da su u jesen stavljeni hrastovi izbojci s nježnim i mladim lišćem, svježi otpali ili sa stabala skinuti žir. Tijekom proljeća i ljeta u insektarije su stavljeni hrastovi, grabovi i lijeskovi izbojci u svim fazama pupanja i listanja. Uz svaki insektarij vođen je zasebni dnevnik u koji su bilježene primjedbe vezane za ponašanje unesenih imaga.

#### Uzgoj ličinaka u tlu – Rearing larvae in soil containers

Dio ličinaka nakon mjerenja stavljan je u zemlju radi nastavka njihova razvoja s namjerom dobivanja imaga. Upotrijebljena je originalna zemlja s pokusnih objekata. Najbolji uspjeh preživljavanja postignut je u staklenim nepropusnim posudama zatvorenog dna bez naknadnih vlaženja.

#### Determinacija skupljenoga biološkog materijala – Taxonomical identification of collected fauna

Determinacija je obavljena do razine vrste samo kod odraslih kornjaša, dok su ličinke i kukuljice evidentirane samo kao vrste roda *Balaninus*. U determinaciji su upotrijebljeni različiti determinatori (K u h n t 1913; R e i t t e r 1916; P o r t e v i n 1935; F r e u d e i dr. 1983), dok su kao komparativni materijal korištene entomološke zbirke Hrvatskoga prirodoslovnog muzeja (posebice zbirke: I. von Igalffy, K. Igalffy, R. Weingärtner, V. Redenšek, A. Korlević i P. Novak).

#### Preparacija skupljenih insekata – Preserving and mounting of collected weevils

Odrasli kornjaši preparirani su tehnikom suhe preparacije, dok su ličinke i kukuljice preparirane metodom mokre preparacije u ksilolu i terpentinskom ulju (S c h m i d t 1970). Preparirane ličinke i kukuljice lijepljene su na kartončiće i ulagane u entomološke kutije zajedno s prepariranim kornjašima.

## REZULTATI RADA – RESULTS

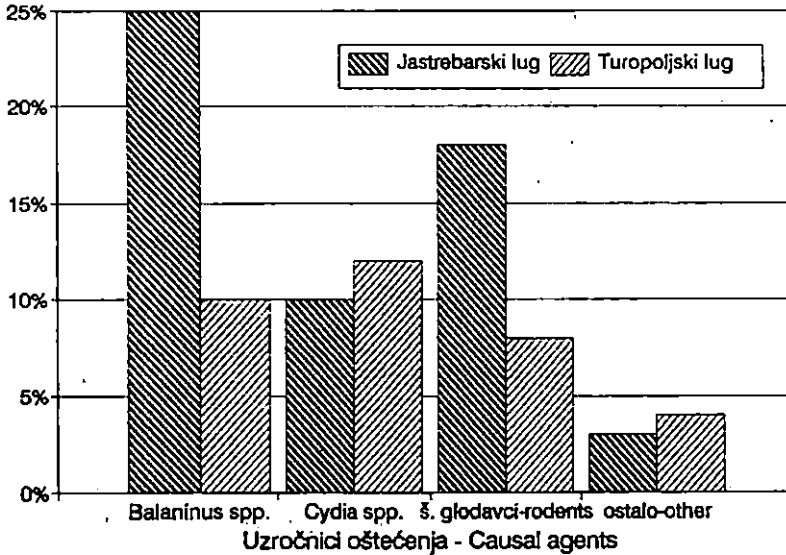
#### Veličina šteta – Amount of damage

Razmjeri štetnog djelovanja žirotoča utvrđivani su pregledom skupljenoga otpaloga žira u 1990. godini. Oštećeni žir evidentiran je pri pojedinačnom pregledu. Najvećim dijelom žir je pohranjivan u insektarije na dovršenje razvoja ličinaka. Po isteku sezone izlaska ličinaka iz žira prebrojan je žir s izlaznim rupama. Na pojedinim lokalitetima bile su značajne štete od drugih štetnih organizama, pa su i one bilježene. Posebno su izdvojene štete od sitnih glodavaca (u Jastrebarskom lugu od miševa) i savijača, dok su pod kategorijom »ostali« svrstane biljne bolesti i neki endogeni uzročnici propadanja zametka i mladog žira (T u c o v i ć & J o v a n o v i ć 1975). Razdvajanje šteta od žirotoča i savijača obavljano je prilikom otvaranja žira determinacijom ličinaka, a ostatak na temelju morfoloških razlika izlaznih rupa na oštećenom žiru (slika 3). Oštećenja od glodavaca također su bila prepoznatljiva, a sastojala su se u djelomično ili potpuno oglodanim plodovima. Pregledano je ukupno 935 komada žira (620 iz Jastrebarskog luga i 315 iz Turopoljskog luga). U

Varoškom lugu tijekom istraživanja nije bilo uroda žira tako da s tog lokaliteta i nema podataka o veličini šteta. Treba istaknuti da se dobiveni rezultati odnose samo na žir, dok moguće štete na cvjetnim pupovima nisu bile obuhvaćene ovim istraživanjima. Ukupne štete kreću se od 56% u Jastrebarskom lugu do 34% u Turopoljskom lugu, a štete pripisane vrstama roda *Balaninus* kreću se od 10 do 25% (slika 4). Osobito su izražene bile štete od miševa u Jastrebarskom lugu (18%). Štete od viših životinja (ptice i divljač), koje su sasvim sigurno prisutne, također nisu bile obuhvaćene ovim istraživanjem.



Sl. - Fig. 3. Oštećeni žir s izlaznim rupama (okrugle: *Balaninus* spp., ovalne: *Cydia* spp.) - Damaged acorn with exit holes (orbicular: *Balaninus* spp., elliptical: *Cydia* spp.)



Sl. - Fig. 4. Veličina šteta po uzročnicima i pokusnim objektima - Amount of damage related with causal agents and experimental plots

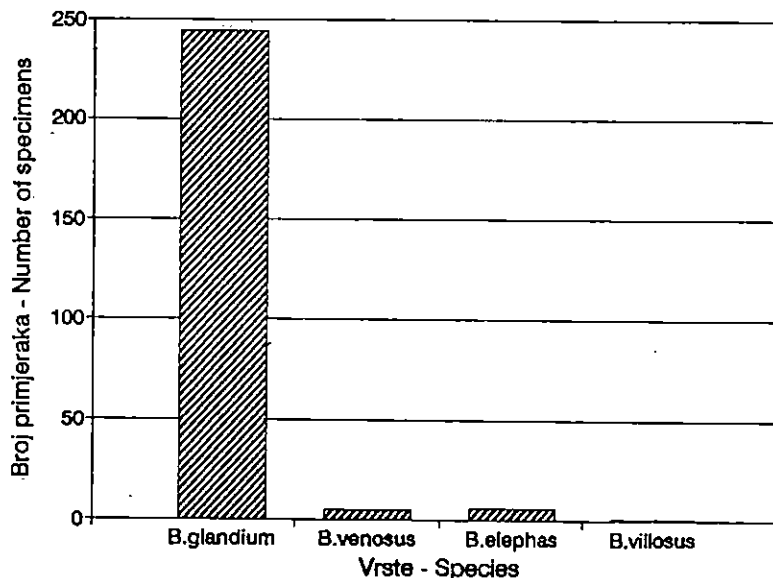
### Sudjelovanje vrsta – Species composition

Determinacija je obavljena samo na odraslim kornjašima. Determinirano je ukupno 256 imaga (tablica 1). Determinacijom su utvrđena 244 primjerka *B.*

	<i>B. glandium</i>	<i>B. venosus</i>	<i>B. elephas</i>	<i>B. villosus</i>
Jastrebarski lug	197	2	0	1
Turopoljski lug	44	0	0	0
Varoški lug	3	3	6	0

Tab. 1. Broj determiniranih vrsta po pokusnim objektima – Number of identified species regarding experimental plots

*glandium*, 5 primjeraka *B. venosus*, 6 primjeraka *B. elephas* i jedan primjerak *B. villosus* (slika 5). Već na prvi pogled vidi se da se u ovom istraživanju s daleko



Sl. - Fig. 5. Broj determiniranih vrsta – Number of identified species

najvećom brojnošću javila vrsta *B. glandium*, dok sporadično dolaze *B. venosus*, *B. elephas* i *B. villosus*. Različitu sliku vidimo u Varoškom lugu, u kojemu je inače skupljeno najmanje kornjaša. U njemu je utvrđena podjednaka gustoća populacija dviju vrsta: *B. elephas* i *B. glandium*. Iako nedeterminiran, ostatak skupljenog materijala (ličinke i kukuljice) s velikom dozom vjerojatnosti prati takav odnos populacija. Svi dobiveni rezultati u ovome radu odnose se prema tomu na vrstu *B. glandium*. Tek u pojedinim slučajevima kada je riječ o nekoj drugoj vrsti, to će biti posebno naglašeno.

## Razvojni stadiji – Development stages

### Jaje – Egg

Rezultati vezani za stadij jajeta dobiveni su na temelju pregleda skupljenoga otpaloga žira. Otvaranjem zaraženoga žira pod binokularnim povećalom nalažena su jaja vrsta roda *Balaninus*. Jaje je poluprozirno, bijele boje, s jedne strane blago ušiljeno (oblikom podsjeća na limun) (slika 6). Mjerenjem desetak primjeraka utvrđene su ove dimenzije: duljina 0.7 mm, širina 0.5 mm ( $\pm 0.05$  mm). Jaja su



Sl. - Fig. 6. Ženka žirotoča pri izgrizanju endokarpa – (detalj: jaje *B. glandium*) - Weevil female feeding with nutmeat (detail: *B. glandium* egg)

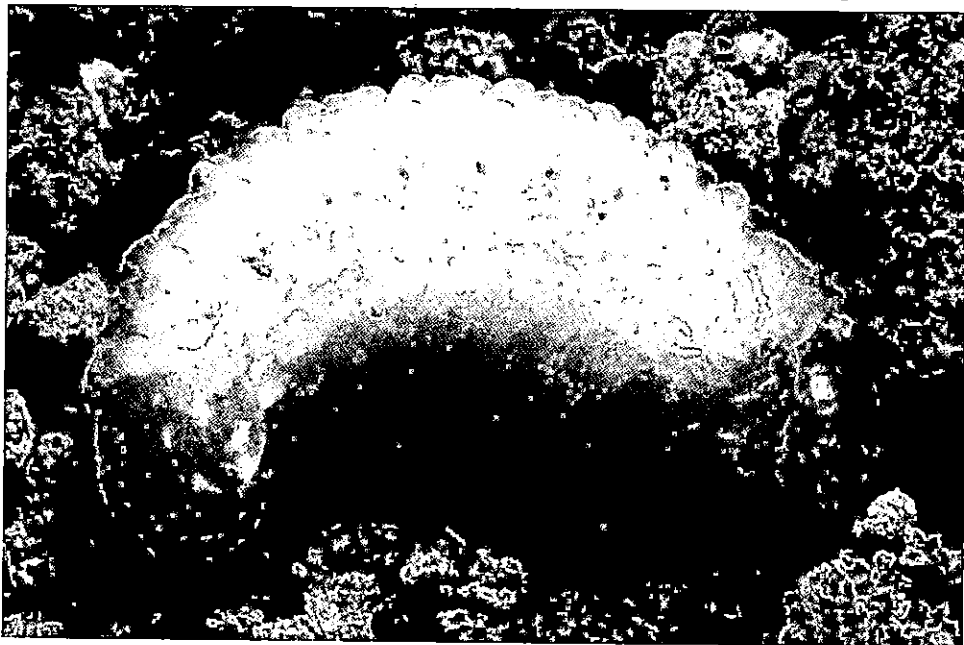
pronalazena u različitim dijelovima žira, od same kupule (s unutrašnje strane) pa do sredine endokarpa. Redovito su bila okružena maceriranim, izgrizanim i oštećenim biljnim tkivom. Oštećeni žir s uložnim jajetom teško se razlikuje od neoštećenoga bez detaljnog pregleda. Gotovo siguran znak napada žirotoča i uložnih jaja jesu tamne točkice vidljive s vanjske strane kupule. To su ustvari mjesta progriža razmjerno tvrde ljuske egzokarpa. U takvu žiru progriženo je često i nekoliko kanalića, da bi se na završetku nekih nalazilo po jedno jaje. Promatrajući imaga u insektarijama, bilo je moguće pratiti ženku kako progriža ljusku i s lakoćom izgriza unutrašnjost žira. Svoje savitljivo rilo sposobna je u potpunosti zarinuti u žir naizmjenično pomičući glavu lijevo-desno (slika 6). Iako je u insektarije u više navrata stavljan žir (u svim veličinama i dobima) polaganje jaja u laboratorijskim uvjetima nije zabilježeno. Nije utvrđen način ulaganja jajeta u unutrašnjost žira. Razdoblje polaganja jaja također nije točno utvrđeno, no može se o njemu zaključivati posredno iz pregleda otpaloga žira. Prva jaja u žiru pronađena su početkom



srpnja 1990. Već koncem istog mjeseca u skupljenom žiru više nisu nalažena jaja. Razdoblje od ulaganja jajeta u žir do eklozije ličinki nije točno utvrđeno, ali vremenska razlika između prvih nalaza jajeta i prvih nalaza ličinki na istom lokalitetu, upućuje na približni razmak od dva tjedna.

#### Ličinka – Larva

Ličinke su skupljene na dva načina: pretraživanjem zemlje i pregledom otpaloga žira. Prilikom laboratorijske obrade posvećena je pažnja i njihovoj morfologiji. One pripadaju tipu tercijarnih apodnih ličinki. Površina tijela prekrivena je rijetkim dlačicama smeđe boje. Kožni skelet je mekan i elastičan. Izuzetak čini jače hitinizirana glava sjajnosmeđe boje. Na glavi se jasno razaznaju dijelovi usnog ustroja za grizenje i žvakanje, posebno su uočljive snažne mandibule. Tijelo je mliječnožute boje. Na pronotumu postoji smeđe hitinizirano polje. Na pleurama je sa svake strane vidljivo 9 tamnih točaka (stigme). Za ličinke je značajan srpasto zavnut položaj u kojemu ih najčešće nalazimo (slika 7). Iz zemljanih proba ukupno je skupljeno 747

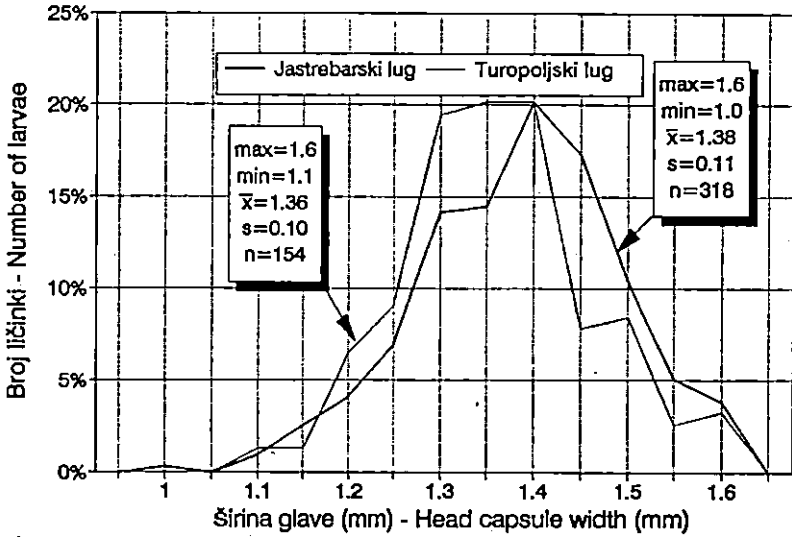


Sl. - Fig. 7. Ličinka *B. glandium* - *B. glandium* larva

ličinki *Balaninus* sp. Najviše (410) potječe iz Jastrebarskog luga. Slijede Turopoljski lug (188) i na kraju Varoški lug (149).

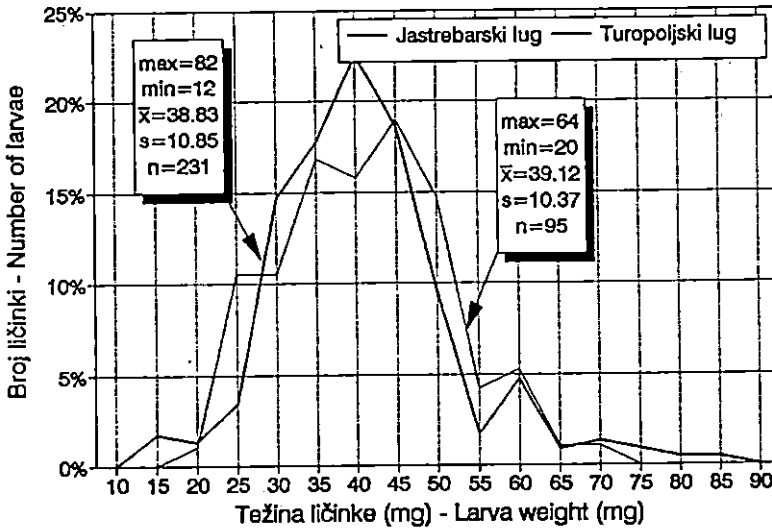
Na 596 ličinki izmjerena je širina glavine čahure i vagnute su 432 ličinke. Širina glavine čahure kreće se u Jastrebarskom lugu 1.0–1.6 mm. U Turopoljskom lugu ona iznosi 1.1–1.6 mm, dok ta veličina u Varoškom lugu varira između 1.1 i 1.85 mm (slika 8). Težina ličinki u Jastrebarskom lugu varira od 12 do 82 mg ( $\bar{x}$  = 38.83 mg,  $s$  = 10.85 mg). U Turopoljskom lugu te vrijednosti kolebaju od 20 do 69 mg ( $\bar{x}$  = 39.12 mg,  $s$  = 10.37 mg) (slika 9).

Prema brojnim navodima iz literature vrste *B. glandium* i *B. elephas* razlikuju se po svojim dimenzijama. Uz pretpostavku da velika većina (preko 95%) ličinkama iz Jastrebarskog i Turopoljskog luga pripada vrsti *B. glandium*, onda slijedi da širina glavine čahure kod odraslih ličinkama te vrste ne prelazi širinu od 1.6 mm. Ta dimenzija kod vrste *B. elephas* vrlo vjerojatno može poprimiti manje vrijednosti od postavljene granice (1.6 mm), no sasvim je sigurno da pretežu veće dimenzije. Širina glavnih čahura prelazila je 1.6 mm (do 1.85 mm) jedino u Varoškom lugu, dakle na objektu gdje je bila podjednaka brojnost tih dviju vrsta. Nadalje, usporedbom dobivenih podataka populacija ličinkama iz Jastrebarskog i Turopoljskog luga, a pod razumnom pretpostavkom da je riječ o istoj vrsti (vezano na brojčani odnos determiniranih vrsta po imaginarnom stadiju), uvidamo da se populacije podudaraju u izmjerenim veličinama (slika 8. i slika 9). Različito stanje uroda žirom nije se odrazilo na dimenzije jedinki tih dviju populacija.



Sl. - Fig. 8. Distribucija relativnih frekvencija širine glavine čahure ličinkama *B. glandium* na dva pokusna objekta - Relative frequencies of *B. glandium* larvae head capsules width on two experimental plots

Na pokusnim objektima u više je navrata skupljan otpali žir i analiziran u laboratoriju pod binokularnim povećalom. Pritom su u žiru nalažene ličinke razne dobi i u različitim larvalnim stadijima. Na nekolicini je izmjerena širina glavine čahure, koja je varirala kod vrste *B. glandium* od 0.35 mm (najmanje) do 1.55 mm. Na ličinkama izvađenim iz tla ta vrijednost nikada nije iznosila manje od 1.0 mm, što govori da se širina glavine čahure posljednjega larvalnoga stadija ne spušta ispod te vrijednosti. Navedena vrijednost od 0.35 mm zabilježena je u nekoliko navrata, s time da je u jednom slučaju ličinka još bila napola zarobljena jajnim korionom. Najveća širina glave, a još uvijek ispod dimenzije posljednjega larvalnoga stadija, iznosila je 0.8 mm. Između tih dviju vrijednosti bilježene su različite međuvrijednosti. Broj larvalnih stadija vezan je u velikoj mjeri na stalnost širine glavine čahure pojedinih larvalnih stadija, neovisno o stanišnim uvjetima. Sličnim metodama istraživanja služe se i drugi istraživači (A n d r o i ć 1957; S p a i ć 1966). Kako je praćenje



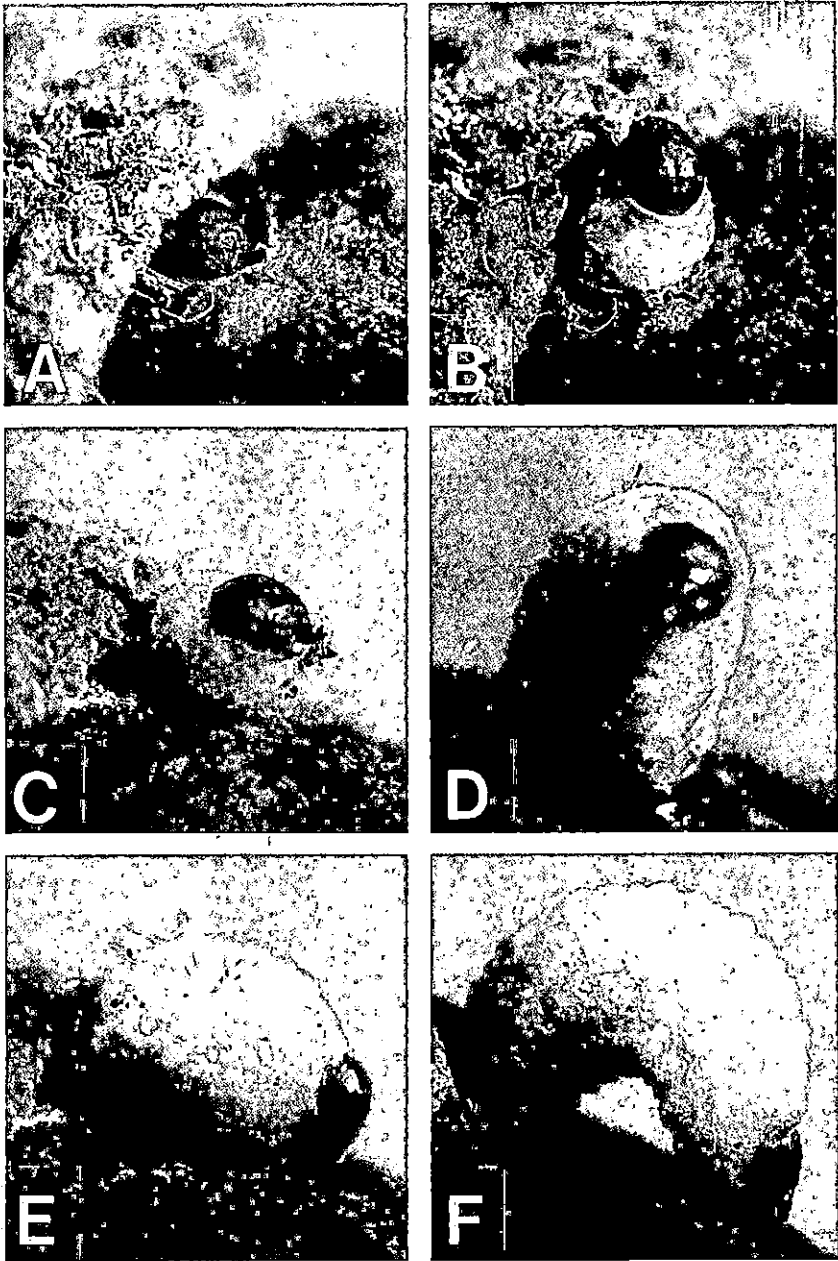
Sl. - Fig. 9. Distribucija relativnih frekvencija težine ličinki *B. glandium* na dva pokusna objekta - Relative frequencies of *B. glandium* larvae weight on two experimental plots

presvlačenja ličinka u žiru otežano zbog osjetljivosti ličinka, a pronalaženje odbačenih larvalnih egzuvija nemoguće s raspoloživom tehnikom, pokušalo se do tih podataka doći mjerenjem pronađenih ličinki. Sa sigurnošću se može ustvrditi da su evidentirani samo prvi i posljednji larvalni stadij. Između ta dva krajnja larvalna stadija postoji vjerojatno još jedan stadij, što bi odgovaralo dosadašnjim navodima literature (Schwenke 1974; Maksimović i dr. 1982). Analiza većeg broja izmjerenih širina glavine čahure pokazala bi kroz koliko točno larvalnih stadija prolaze ličinke žirotoča tijekom svog boravka u žiru.

U jednom žiru utvrđeno je najviše do 4 ličinke. U istom žiru često su opažane gusjenice *Cydia* sp. koje su zajedno s ličinkama žirotoča uništavale endokarp. Ekskrementi savijača zrnatog su izgleda i povezani nitima pređe, dok su ekskrementi žirotoča bez naročitog oblika. Duljina boravka ličinka žirotoča u žiru nije točno utvrđena, ali razdoblje od nalaza prvih položenih jaja (početkom srpnja 1990) do izlaska prvih ličinka iz žira bilo je kraće od mjesec dana. Posebna pozornost posvećena je izlasku odraslih ličinka iz žira. Ličinka započinje izgrizati izlazni otvor s unutrašnje strane žira, najčešće na polovici duljine žira. Snažnim mandibulama postupno stanjuje perikarp da bi konačno probila površinu stijenke. Izlaznu rupu proširuje kružnim izgrizanjem sve dok ne izbuši dovoljan otvor za izvlačenje glave. Trajanje te faze (proširivanja otvora) trajalo je u laboratorijskim uvjetima između 3 i 15 minuta (opažanja na 17 ličinka). Izlazna rupa okruglog je oblika (slika 3) i po tome se razlikuje od ovalne izlazne rupe *Cydia* sp. Čim ličinka izgrize dovoljno prostranu izlaznu rupu, započinje njezino izvlačenje iz unutrašnjosti žira. Ta faza traje vrlo kratko, gotovo »munjevito«. Ni jednoj od ličinki nije trebalo više od 2 minute za potpuno izvlačenje iz žira. Pritom izlazak se doima vrlo »dramatičnim« s obzirom na to da ličinka mišićnim kontrakcijama mora svoje krupno tijelo progurati kroz relativno uski otvor na ljusci žira (slika 10). Tijekom toga kratkotrajnog procesa ni jednom se nije dogodilo da bi ličinka na pola puta prekinula izlazak

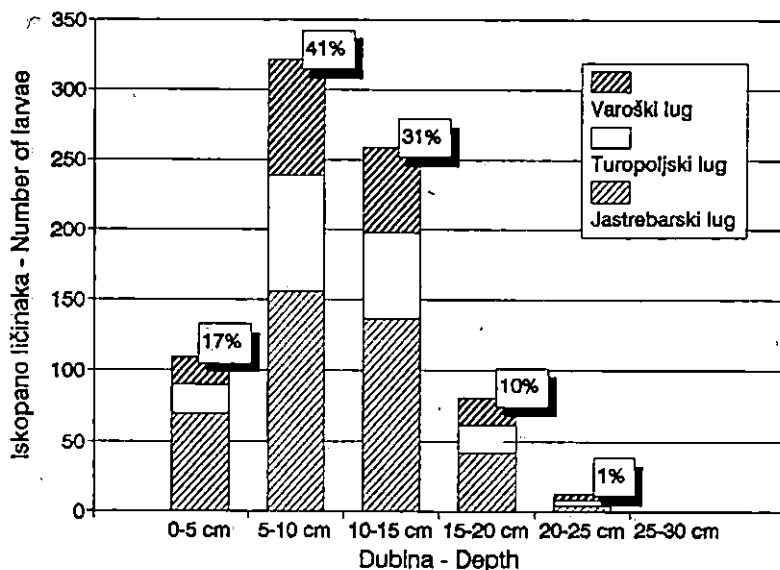
ili se vratila u unutrašnjost žira. Upadljiva je brzina kojom su ličinke obavljale tu promjenu prostorne niše. Objasnjenje toj pojavi nalazim posve prirodnim. Izlaskom iz svoga malenoga, ali sigurnoga skloništa ličinke se izlažu opasnosti od napada predatora i, posebno, parazita. Brzim izlaskom iz žira i spuštanjem u dubinu tla ličinke smanjuju rizik pogibelji kojemu su se morale izložiti.

Najveći broj ličinaka sakupljen je pretraživanjem zemljanih proba. Ličinke su u tlu pronalazene tijekom čitava razdoblja istraživanja. Nije bilo ni jednog izlaska na teren bez nalaza ličinaka. Ličinke se u tlo zavlače odmah po izlasku iz žira. Ta je pojava redovito bilježena prilikom stavljanja ličinaka na površinu tla u posudama za uzgoj ličinaka. U svom silasku u tlo ličinke su se zaustavljale na različitim dubinama. Upadljiva je pravilnost rasporeda ličinaka u dubinskim slojevima tla. Na sva tri lokaliteta najviše ličinaka pronađeno je na dubini 5-10 cm (slika 11). Brojnost se smanjuje prema plićim, ali i prema dubljim slojevima tla. Na dubini od preko 25 cm više nisu nalažene ličinke. Gotovo 3/4 svih ličinaka pronađeno je na dubini 5-15 cm. U tlu ličinka formira komoricu, šupljinu oblika ovalne kapsule. Dimenzije komorice otprilike su za 50-80% veće od dimenzija ličinke. Unutrašnjost komorice je glatka i, osim same ličinke, u njoj nikad nisu nađeni stari larvalni svlakovi. Isto tako nije utvrđena ni prisutnost ekskremenata. Komorice su uglavnom okomitog položaja, a ličinke su u njima položene uspravno glavom prema gore. Sve upućuje na to da ličinke unutar svojih komorica provode pritajeni život. Razdoblje u tlu ličinke, prema tomu, provedu u dijapauzi. To potvrđuje i analiza broja nađenih ličinaka po jednoj probi. Distribucija frekvencija nađenog broja ličinaka po jednoj probi odgovara Poissonovoj distribuciji. Omjer varijance i aritmetičke sredine upućuje na insularni raspored ličinaka (W o o l f 1968; A n d r o i ć 1970). Uzrok tomu jest pojava da jednom ukopane ličinke ne mijenjaju svoj položaj u horizontalnom smislu. Podaci o dubini nalaza ličinaka također govore o bioekologiji tih vrsta. Prvo, zapaža se da nema nalaza ličinaka na dubini većoj od 25 cm. Najveći broj ličinaka nalažen je na dubini 5-15 cm. Može se reći da je najveća vjerojatnost nalaza na dubini 10 cm (slika 11). To je sasvim sigurno u vezi s fizikalnim svojstvima tla. Budući da je na svim lokalitetima zastupljeno isto ili vrlo slično tlo te da se u klimatskom pogledu pokusni objekti ne mogu značajnije razdvojiti, ne čudi isti dubinski raspored ličinaka u Jastrebarskom, Turopoljskom i Varoškom lugu (slika 11). Čak i u Turopoljskom lugu, gdje u tlu vladaju najnepovoljniji uvjeti, ličinke se zaustavljaju jednako duboko kao i na ostalim lokalitetima. Zbijeno tlo pokazuje svoja nepovoljna svojstva na više načina (npr. iznimnom tvrdoćom u ljetnom razdoblju). Može se očekivati da veće razlike u fizikalnim svojstvima tla utječu na ličinke koje izlaze iz žira i probijajući se kroz tlo silaze do određene dubine na dijapauziranje. Tako osobit raspored ličinaka zasigurno ima svoje biološko opravdanje. Radi se o najpovoljnijem smještaju za uspijevanje populacije. Najveći broj ličinaka smješten je ispod razine površinskog humusno-akumulativnog ( $A_1$ ) pothorizonta. To znači da su time najvećim dijelom pošteđene od djelovanja nepovoljnih utjecaja abiocena i žive prirode (posebno od pojave sriješi ili golomrazice). Aktivnost faune tla (paraziti i predatori) odvija se većinom u površinskom sloju tla. Prema tomu može se reći da ličinke idu toliko duboko koliko je dovoljno da se zaštite od spomenutih štetnih čimbenika. Ista slika dubinskog rasporeda ličinaka u različitim godišnjim razdobljima potvrdila je i njihovu vertikalnu stabilnost. Iz svega slijedi da jednom ukopane ličinke u svojim komoricama miruju očekujući uvjete povoljne za kukuljenje i ekloziju imaga. Pritom se ne hrane (kao što je to slučaj s nekim



Sl. - Fig. 10. Izlazak-ličinke iz žira - Weevil larva emerging from acorn

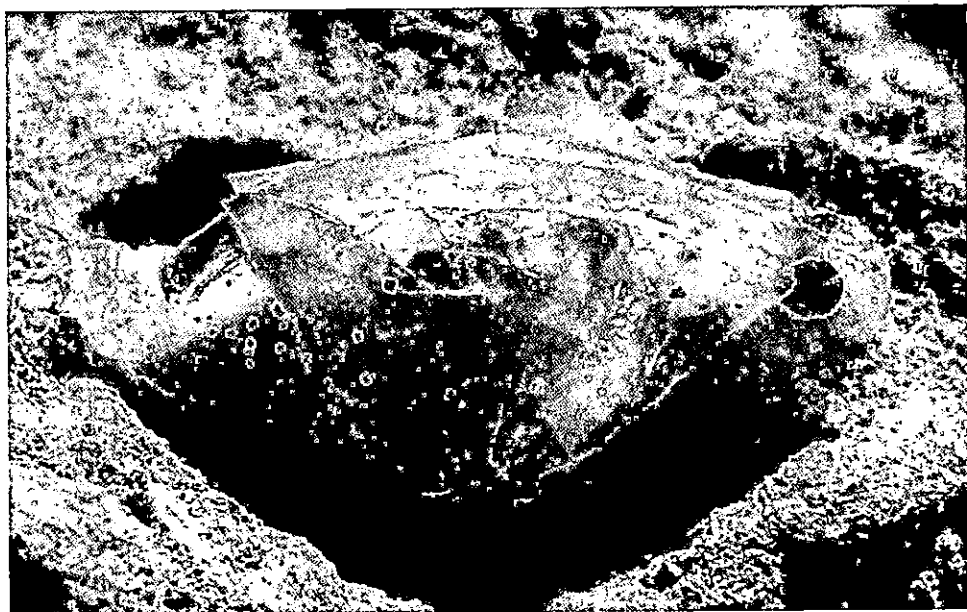
kurkulionidnim ličinkama koje također žive u tlu izgrizajući korjenčiće, npr. *Otiorrhynchus* spp.).



Sl. - Fig. 11. Broj iskopanih ličinka po dubinskim razredima i pokusnim objektima - Number of dug out larvae in relation to depth classes and experimental plots

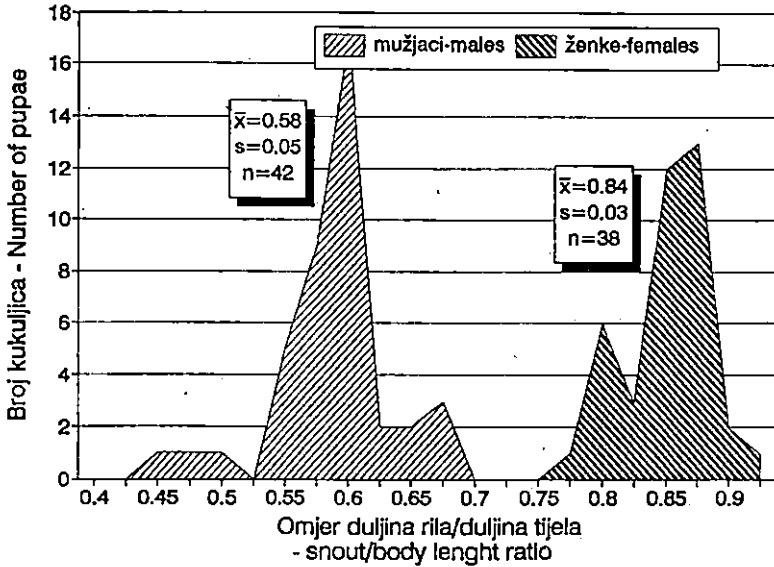
### Kukuljica - Pupa

Kukuljica vrsta roda *Balaninus* (slika 12) tip je slobodne kukuljice (*pupa libera*). Kukuljice su skupljane prilikom pretraživanja zemljanih proba. Mjerenjima je obuhvaćeno ukupno 89 kukuljica, od toga najveći dio iz Jastrebarskog luga. Mjerena je težina, duljina kukuljice i duljina rila. Najveći dio kukuljica potjecao je iz Jastrebarskog luga (76%). Kako je na tom objektu daleko najzastupljenija vrsta *B. glandium*, rezultate mjerenja na tim kukuljicama pridružujemo spomenutoj vrsti. Na 42 muške kukuljice (spol je određivan na temelju odnosa duljine rila i duljine tijela) ustanovljena je srednja vrijednost duljine tijela 7.18 mm (max = 7.95 mm, min = 5.9 mm, s = 0.56 mm). Za ženske kukuljice te vrijednosti iznose:  $\bar{x}$  = 7.85 mm, max = 9.1 mm, min = 6.5 mm, s = 0.60 mm i n = 38. Vaganjem istih kukuljica utvrđene su vrijednosti:  $\bar{x}$  = 31.9 mg, max = 44 mg, min = 17 mg, s = 6.57 mg (mužjak);  $\bar{x}$  = 39.95 mg, max = 58 mg, min = 22 mg, s = 8.49 mg (ženka). Ostatak od 9 kukuljica iz Varoškog luga obrađen je kao vrsta *B. elephas*. Srednje vrijednosti duljine kukuljica te vrste iznose:  $\bar{x}$  = 8.70 mm, s = 0.63 mm, n = 4 (mužjak);  $\bar{x}$  = 10.65 mm, s = 0.36 mm, n = 5 (ženka);  $\bar{x}$  = 55.5 mg, s = 4.65 mg (mužjak);  $\bar{x}$  = 79.00 mg, s = 14.11 mg (ženka). Položaj koji zauzima kukuljica omogućio je mjerenje duljine rila. Kod živih imaga to nije bilo moguće jer je rilo savitljivo. Na kukuljicama je mjerena pravocrtna udaljenost od tjemena do vrha rila i ta je vrijednost stavljena u omjer s pripadajućom duljinom tijela. Izračunate su vrijednosti posebno za mužjaka i ženku, a dobiveni rezultati jasno pokazuju relativno malu



Sl. - Fig. 12. Kukuljica *B. glandium* - *B. glandium* pupa

varijabilnost oko središnjih vrijednosti koje za mužjaka iznose 0.58 (rilo nešto dulje od polovice dužine tijela), dok za ženku vrijedi omjer 4/5 (slika 13). Prve kukuljice nađene su u tlu Varošskog luga 13. 07. 1990. godine. Već 24. srpnja u Jastrebarskom lugu odnos između pronađenih ličinki i kukuljica iznosi 2:1, da bi 15. kolovoza iste godine u nalazu imali isti broj kukuljica i ličinki. Početkom rujna prestaju nalaziti kukuljice. Tada su u zemljanim probama učestali nalazi gotovih kornjaša. Kukuljenje se zbiva u zemljanoj komorici koju je ličinka načinila još prilikom svog silaska u zemlju. Pri pažljivom otvaranju u komoricama se osim kukuljice može naći larvalni svlak s raspuknutom, ali inače neoštećenom glavinom čahurom prethodnog larvalnog stadija. Prema vlastitim opažanjima ličinke pred presvlačenjem poprimaju osobit izgled. Mandibule postaju nepokretne i postavljene u zatvoreni položaj. Na ventralnoj strani torakalni segmenti toliko se naboraju da se čini kao da dotada apodne ličinke dobivaju noge. Kako histoliza napreduje, u tijelu ličinke, gledajući u protusvjetlu, može se zapaziti nastajanje novog oblika. Na nekoliko takvih ličinki obavljena je disekcija, pri čemu su utvrđeni različiti stupnjevi razvoja novoformiranih kukuljica. Konačni stadij krizalidacije započinje kada već formirana kukuljica povećanjem turgora razara stari kožni skelet. Larvalni egzuvij, u slučaju normalnog presvlačenja, u pravilu započinje pucati na glavi. Glavina čahura puca po epikranijalnoj brazdi, nakon čega se čitav svlak otvori i spusti prema pigidiju. Na pigidiju kukuljica posjeduje dvije snažne dlake, pa larvalni svlak na njima često ostaje slobodno visjeti. Pri pažljivom otvaranju zemljanih komorica kukuljice su redovito nalazene s još pričvršćenim larvalnim egzuvijima. Iskopane kukuljice na terenu su stavljane u entomološke plastične posude podstavljene vatom. To je bilo potrebno zbog njihove izuzetne osjetljivosti na mehanička oštećenja. Usprkos svim mjerama pažnje od 89 sakupljenih kukuljica do razvijenog kornjaša uspjela se na životu



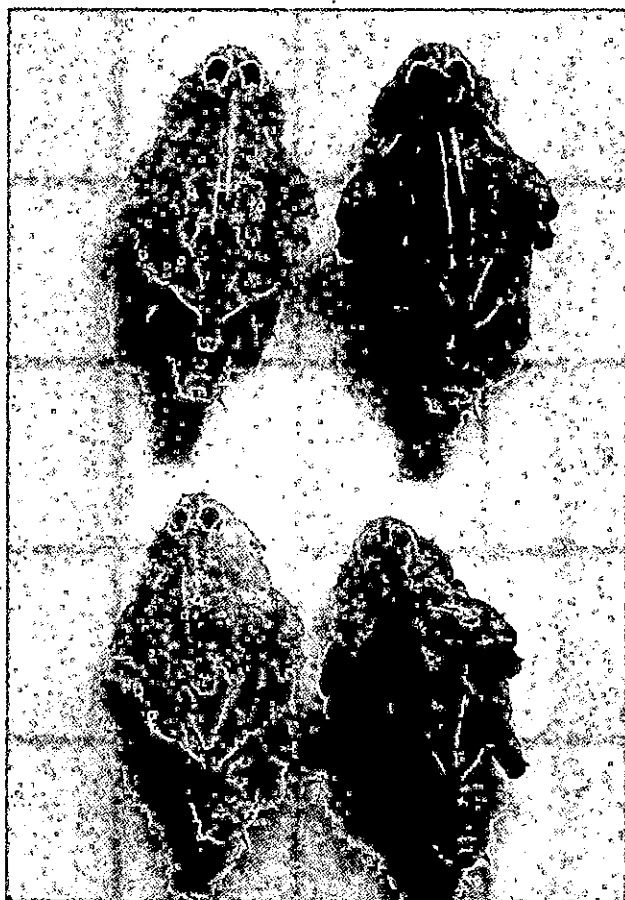
Sl. - Fig. 13. Omjer duljine rila i duljine tijela *B. glandium* - *B. glandium* snout/body length ratio

održati tek polovica. U laboratoriju su kukuljice nakon mjerenja stavljane u plastične kutije. O svakoj pohranjenoj kukuljici vođene su bilješke o svim uočenim promjenama. Za nekoliko kukuljica znao se točan datum kukuljenja jer se dogodilo da su s terena ponesene odvojeno ličinke i kukuljice, da bi do idućeg dana određen broj ličinki krizalidirao. Prema vlastitim zapažanjima od kukuljenja do eklozije imaga u laboratorijskim uvjetima prošla su tri tjedna. Mlada je kukuljica (do dva dana) mliječnožute boje, tijela prekrivenog rijetkim dlakama. S vremenom svjetlosmeđu boju počinju poprimati sastavljene oči; zglobovi nogu i mandibule. Drugoga tjedna od kukuljenja kukuljica ima potpuno crne oči i gornje čeljusti (slika 14). Ta dva detalja siguran su znak da do eklozije nema više od tjedan dana. Pred samu ekloziju (dan ili dva) posmeđe neki dijelovi tijela (posebno noge i ticala) i kroz proziran pupalni egzuvij sve jasnije se pojavljuju obrisi mladog imaga. Sama eklozija znala se u pojedinim slučajevima protegnuti na nekoliko dana, što je pripisano neprirodnim i nepovoljnim uvjetima za odvijanje kukuljenja. Mladi kornjaši (od nekoliko dana) svjetlih su nijansi, a često i poluprozirnih bedara. Do potpuno oblikovanih imaga znalo je proteći i 10-ak dana. Sva živa imaga stavljena su u insektarije radi daljih opažanja. Stadij kukuljice trajao je u pojedinačnim slučajevima tri tjedna. Kukuljenje je obuhvatilo razdoblje od mjesec i pol dana. Izvan navedenog razdoblja nije pronađena ni jedna kukuljica. Razvojni stadiji jajeta i kukuljice pokazali su se najosjetljivijima na mehanička oštećenja.

### Imago - Adult

Tijelo *B. glandium* (slika 15) crne je boje i pokriveno smeđim ljušticama. Na elitrama se zapažaju crne pruge bez ljuštica. Boja ljuštica može varirati od otvoreno-smeđe do ciglastosmeđe. Ventralna strana kornjaša pokrivena je svjetlosmeđim do gotovo bijelim gustim ljušticama. Karakteristično je polje bez ljuštica crne boje na





Sl. - Fig. 14. Kukuljice *B. glandium* (gore: ženke, dolje: mužjaci; lijevo: mlade, desno: starije kukuljice) - *B. glandium* pupae (top: females, bottom: males; left: younger, right: older pupae)

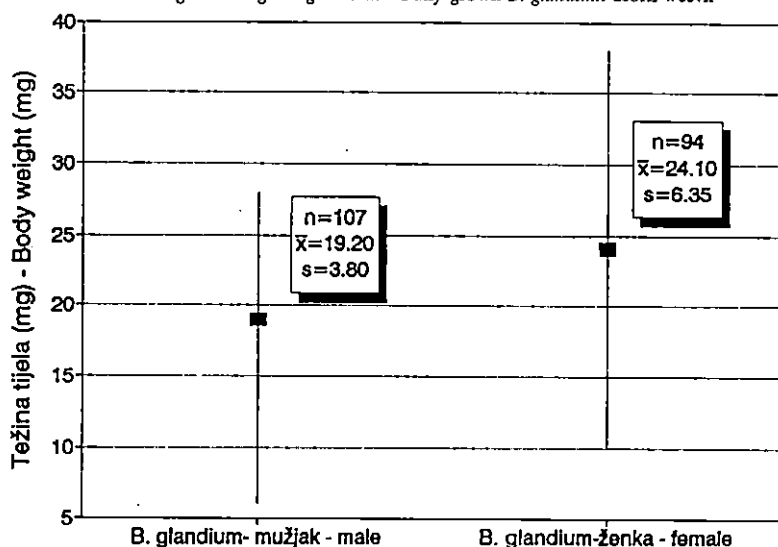
metasternumu, između kukova stražnjih nogu. Spolovi se kod te vrste, zahvaljujući izraženom seksualnom dimorfizmu, jednostavno razlikuju. Najupadljivija razlika između mužjaka i ženke očituje se u duljini rila. Rilo ženke gotovo je jednako duljini tijela. U obliku pigidija također postoje razlike. Mužjak ondje ima kistoliki čuperak žućkastih dlaka, dok su kod ženke ljuštice kaudalnih abdominalnih sternita raščešljane po sredini. Imaga imaju funkcionalan stražnji par krila i mogu se okarakterizirati kao osrednji letači.

U Varoškom lugu nađeno je nešto kornjaša *B. elephas* (tablica 1, slika 5). Morfološka opažanja podudaraju se s onima iz literature. Boja ljuštice kojom su imaga prekrivena varira od zlatnožute do crvenosmeđe. S donje strane ljuštice poprimaju svjetliju boju.

Sva potpuno razvijena i živa imaga izvagana su i izmjerena pomičnom mjerkom. Težina i duljina tijela vrste *B. glandium* iznose: srednja težina = 19.20 mg (♂), 24.10 mg (♀); srednja duljina = 5.85 mm (♂), 6.29 mm (♀) (slika 16; slika 17). Kod obje

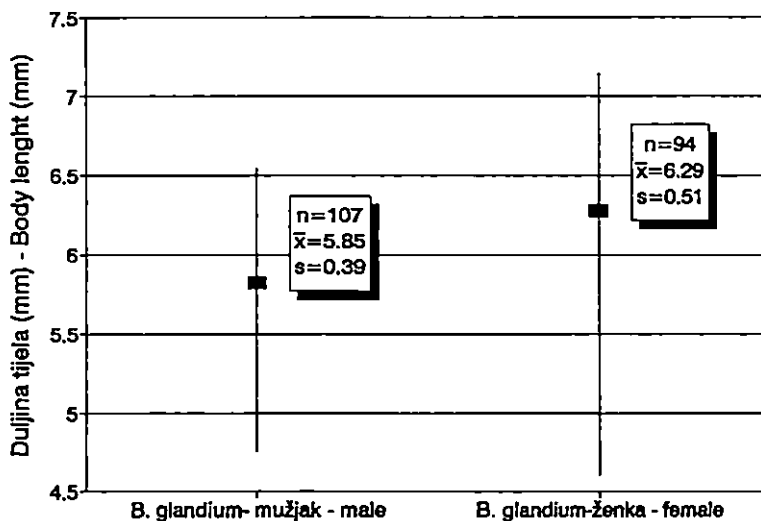


Sl. - Fig. 15. Imago *B. glandium* - Fully grown *B. glandium* acorn weevil



Sl. - Fig. 16. Duljina tijela imaga *B. glandium* - *B. glandium* adult body length

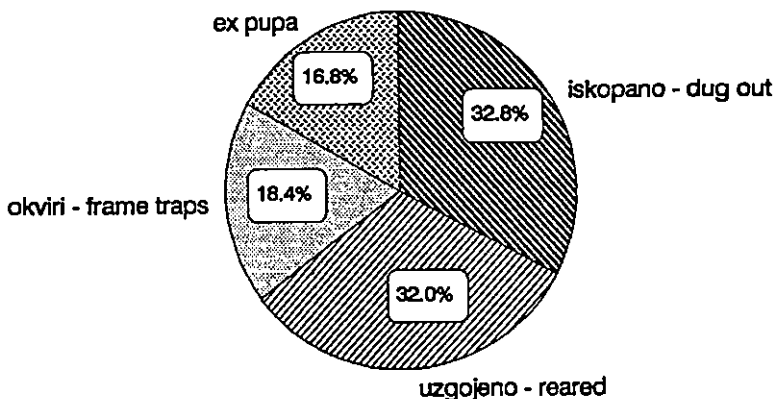
tjelesne veličine vidljiva je razlika između spolova. Iako se u opsegu gotovo podudaraju, srednje vrijednosti težine i duljine tijela ženke veće su od srednjih vrijednosti za mužjake. Tako npr. u ovom istraživanju nije uhvaćen mužjak teži od 28 mg i dulji od 7.3 mm. Ista mjerenja obavljena su i na ulovljenim imagesima *B. elephas* i *B. venosus*. Za *B. elephas* te vrijednosti iznose: duljina tijela = 8.25 mm



Sl. - Fig. 17. Težina tijela imaga *B. glandium* - *B. glandium* adult body weight

( $s = 0.80$ ); težina = 49.50 mg ( $s = 9.90$ ), dok je na 5 primjeraka *B. venosus* utvrđena duljina tijela od 6.60 mm ( $s = 0.20$ ) i težina od 30.20 mg ( $s = 1.80$ ).

Ukupno je skupljeno 256 imaga, od toga broja dio je iskopan u zemljanim probama, dio je dobiven uzgojem ličinki u laboratoriju (ex larva), dio uzgojem kukuljica u laboratoriju (ex pupa), dio uhvaćen na okvirima pri izlasku iz tla, a samo dva primjerka uhvaćena su u slobodnoj prirodi (slika 18).



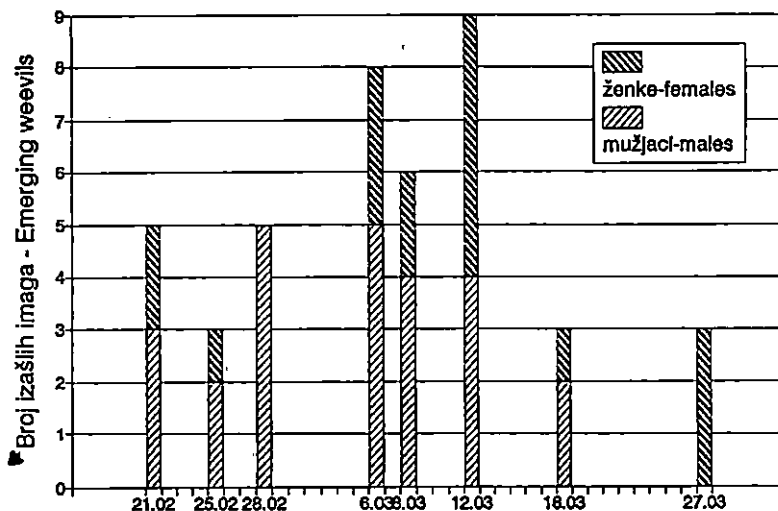
Sl. - Fig. 18. Izvor skupljenih imaga prema primijenjenim metodama - The origin of collected acorn weevils regarding methods

Pretraživanje zemljanih uzoraka započelo je 13. 03. 1990. u Turopoljskom lugu. U Varoškom lugu prvi put je kopano 19. 03. 1990, dok je dan kasnije isti posao obavljen u Jastrebarskom lugu. Švakihi petnaest dana na pokusnim površinama ponavljan je isti postupak. Na samom početku kopanja bilježimo sporadične nalaze imaga *B. glandium*. Prvi je takav nalaz u Jastrebarskom lugu 20. 03. 1990. Pojedinačni nalazi ponavljaju se na istom lokalitetu 3. 04. i 16. 04. 1990. Mjesec dana

poslije, 14. 05, nađena su još dva imaga, od kojih jedan nakon nekoliko dana pokazuje znakove života. Tijekom lipnja, srpnja i kolovoza u tlu ne nalazimo ni jednog imaga. Prvi brojniji nalaz imaga u tlu zabilježen je u Jastrebarskom lugu 12. 09. 1990. Do sljedećeg proljeća u tlu su redovito nalažena imaga (najmanje 10-ak imaga po jednom izlasku na teren). Sporadični nalazi imaga odnosili su se većinom na uginule primjerke. Jedan od njih naknadno je pokazao slabe znakove života da bi ubrzo uginuo. Što se tiče živih iskopanih imaga, sva su vrlo brzo pokazivala znakove života. Brzina reakcije ovisila je samo o temperaturi koja je vladala u sastojini u vrijeme iskapanja. Tako je npr. bilo moguće 1. 02. 1991. toplinom daha probuditi iskopane i ukočene kornjaše. Svi kornjaši pronađeni su tako što bi ispadali na stol pri drobljenju zemlje ili bismo ih spazili pri pažljivom otvaranju zemljanih agregata. Kornjaši su se u tlu nalazili u zemljanim komoricama. Položaj imaga u zemljanoj komorici je stalan. Gotovi kornjaši uvijek su bili okrenuti glavom prema gore, rila ispruženog prema naprijed. Pri pažljivom pretraživanju i lomljenju zemlje u komoricama su nalaženi odbačeni larvalni svlakovi (najuočljivija je bila odbačena i raspucala glavina čahura). Nekolicina kornjaša, pronađenih u razdoblju redovitog nalaza, bila je uginula i obavijena micelijem.

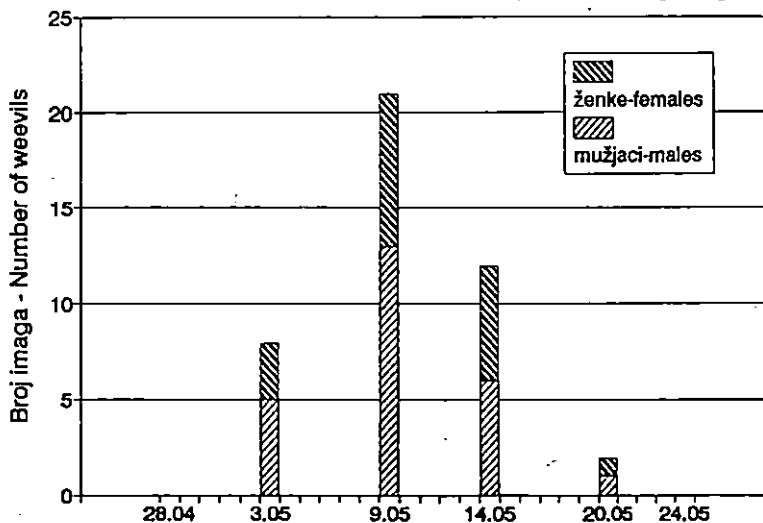
Dio ličinaka nakon obrade na različite načine pokušali smo zadržati na životu. Izvađene iz zemljanih komorica nisu dugo ostajale na životu. Trebalo je na neki način stvoriti mikroklimatske uvjete koji vladaju unutar komorice. Ličinke su stavljane u posude napunjene sabijenom zemljom s terena. Svježje skupljene ličinke bez vidljivih posljedica podnosile su postupak mjerenja, nakon čega su još imale dovoljno snage da u svom promijenjenom životnom okolišu oblikuju nove komorice i nastave razvoj. Najvažnije je bilo da su ličinke imale mogućnost i dovoljno životne snage za izradu komorice. Bez njih, u neposrednom dodiru s tlom, ličinke su sve do jedne ugibale (najčešće obavijene zelenim micelijem). U staklene posude uložene su 153 ličinke iskopane na sva tri lokaliteta tijekom lipnja i srpnja 1990. godine. Opisanom metodom uzgojena su 84 živa imaga, dakle preko 50% od uloženog broja. Svi ostali pokušaji (s podjednakim brojem ličinaka) rezultirali su uginućem ličinaka. Staklene su posude za čitavo vrijeme trajanja pokusa bile smještene u laboratoriju na sobnoj temperaturi. Svakoga tjedna kontrolirano je stanje na površini zemlje u očekivanju izlazećih imaga. Pritom nije bilo obavljano nikakvo dodatno vlaženje. Prva imaga zapažena su 29. 01. 1991, da bi otprilike mjesec dana kasnije počeo više-manje redoviti izlazak odraslih kornjaša (slika 19). Na grafikonu nedostaju datumi prvog i zadnjeg izlaska imaga iz tla. Prvi datum već je naveden, a zadnji se odnosi na dva primjerka *B. elephas* koji su iz posuda izišli 7. i 8. svibnja 1991. to je više od mjesec dana nakon posljednjeg izlaska imaga *B. glandium*. Nakon razdoblja izlaženja imaga zemlja je u potpunosti pretražena, a ostala imaga stavljena su na dalju obradu.

Okviri za lov izlazećih kornjaša postavljeni su u proljeće 1990. godine. Dva okvira postavljena su u Varoškom lugu 5. 03. 1990, 10. 04. 1990, još dva u Turopoljskom lugu, a 4. i 14. svibnja postavljena su još četiri okvira u Jastrebarskom lugu. Kontrola okvira obavljena je pri svakom od redovitih izlazaka na pokusne objekte. Izlazak kornjaša očekivan je početkom ljeta 1990. Prvi dokaz o upotrebljivosti te metode dobiven je vrlo brzo. Dana 29. 05. 1990. u Varoškom lugu bilježimo ulov ženke *B. glandium*. To je međutim bilo sve što je ulovljeno tijekom 1990. godine. Pravi izlazak imaga nastupio je u proljeće 1991. godine. Dotada su ostali sačuvani okviri u Jastrebarskom i Varoškom lugu. Okviri u Turopoljskom lugu



Sl. - Fig. 19. Izlazak imaga iz uzgojnih posuda - Emergence of adults from soil containers

uništeni su u kolovozu 1990. godine. Izlazak imaga u Jastrebarskom lugu prikazan je na slici 20. Posebno su evidentirane ženke i mužjaci radi moguće protandrije ili



Sl. - Fig. 20. Izlazak imaga na lovne okvire - Emergence of adults on wooden frame traps

protoginije. Imaga su skupljana rano ujutro, dok su kornjaši još tromi, tako da nije postojala opasnost gubitka ulova. Najčešće su nalaženi na mreži, a rjeđe su se držali drvenog okvira ili rijetkog bilja poklopljenog okvirom-klopkom.

Iz jednog dijela iskopanih kukuljica uspjeli smo u laboratoriju dobiti odrasle kornjaše. Uzgojem na već opisani način u plastičnim kutijama ukupno su na taj način dobivena 43 imaga. Sva imaga eklodirala su iz neoštećenih i pažljivo čuvanih kukuljica tijekom 1990. godine.

Tek dva imaga ulovljena su pretraživanjem šumske vegetacije (jedan primjerak *B. glandium* i jedini primjerak *B. villosus*). Ljepljivi prstenovi, umjetne niše i lov na svjetlo nisu dali nikakvih rezultata što se tiče ulova vrsta roda *Balaninus*.

Sva skupljena ili na drugi način dobivena imaga stavljena su u insektarije na dalje promatranje. Između ostaloga, pokušalo se utvrditi čime se hrane kornjaši koji se u sastojini javljaju tijekom proljeća (slika 20). Ustanovljeno je da vrlo rado izgrizaju unutrašnjost nabubrelih hrastovih pupova. U insektarije su stavljani hrastovi izbojci, na kojima su se ubrzo skupljali kornjaši u potrazi za najsočnijim pupovima. Često se moglo vidjeti kako kornjaši »buše« pupove, rila u potpunosti zarivenog u unutrašnjost pupa. Takvi napadnuti pupovi nisu uspijevali prolisati. Kornjaši su se rado hranili i mladim prolisanim hrastovim lišćem koje je nakon toga pocrnilo i s vremenom potpuno osušilo. Izdaleka izbojci su odavali sliku oštećenja od kasnog mraza. Razlika između napadnutih izbojaka u insektarijama i kontrolnih izbojaka izvan njih osobito je dobro bila izražena nakon što su kontrolni izbojci normalno razvili list. Utvrđeno je također da se imaga mogu hraniti i grabovim lišćem, a rado su se skupljala na vlažnoj, zašećerenoj staničevini koja je redovito stavljena u insektarije. Na ponuđenom otpalom zrelom žiru nisu utvrđeni znakovi prehrane odraslih kornjaša, što pokazuje da se oštećenje žira od tih insekata zbiva samo dok je ovaj na stablu i u fazi dozrijevanja. Značajna je i činjenica da se imaga javljaju u sastojini tijekom svibnja (1990), a u to doba hrastovi su u dobi pupanja i razvijanja mladog lista. Stoga se može očekivati da se u dijelu šteta koje pripisujemo ranim štetnicima javljaju i ovi šumski štetnici.

#### Omjer spolova – Sex ratio

Seksualni indeks izračunat iz broja skupljenih imaga (dakle za reproduktivno sposobne individue) iznosi 0.47, a odnosi se na populaciju Jastrebarskog i Turopoljskog luga zajedno. Omjer spolova igra odlučujuću ulogu za uspijevanje neke vrste i u načelu veći indeks povećava potencijal razmnožavanja. Razumljivo, ovdje se još pojavljuje čitav niz različitih čimbenika, djelovanje kojih nije obuhvaćeno ovim istraživanjem.

#### Trajanje generacije – Generation duration

Do spoznaje o trajanju i broju generacija dolazi se kada pogledamo istovremeno sve dobivene rezultate o nalazu pojedinih stadija *B. glandium* (slika 21). Prve kukuljice nađene su u tlu tijekom srpnja 1990, prva imaga u tlu u rujnu 1990, a prvi izlazeći kornjaši na okvirima zabilježeni su u svibnju 1991. godine. To znači da nakon kukuljenja 1990. g. imaga nisu izlazila na površinu. Upitamo li se koliko su stare bile ličinke iz kojih su nastale kukuljice u srpnju 1990. g., doći ćemo do dobi od najmanje godinu dana. Te ličinke nisu u tlo mogle ući nakon svršetka opadanja žira prethodne sezone. Od položenih jaja u ljeti 1989. do ponovnog polaganja jaja, koje je nastupilo ljeti 1991. godine, za kukce zarobljene ispod lovnih okvira prošle su dvije godine. Ti podaci vrijede za Jastrebarski lug jer je jedino ondje pokus uspješno priveden do kraja (u Turopoljskom lugu nestali su okviri, a u Varoškom lugu premalena je bila gustoća populacije). Prema tomu, u uvjetima Jastrebarskog luga vrsta *B. glandium* imala je najmanje dvogodišnju generaciju. Dodatnu potvrdu nalazimo u rezultatima uzgojenih imaga iz ličinaka skupljenih ljeti 1990. Ličinke su skupljene ljeti prije izlaska prvih ličinaka iz novootpaloga oštećenoga žira. To znači



## Reduktivni čimbenici – Population control agents

Tijekom istraživanja posebna pozornost posvećena je mogućem nalazu parazit-skih organizama. Unatoč obilnom biološkom materijalu nije uspjela izolacija ni jednoga predatorskog ili parazitskog insekta. Sam način života vrsta roda *Balaninus* svojom skrovitošću pridonosi najvjerojatnije maloj parazitiranosti. Jedini zabilježeni mortalitet na malom broju ličinaka i kukuljica (3%) bio je uzrokovan napadom nedeterminiranih vrsta gljiva. Prema boji spora, koje su u najvećem broju bile zelene, moguće je da se radi o vrsti *Metarhizium anisopliae* Sor. (Grupa autora 1981; Halperion 1990).

## RASPRAVA – DISCUSSION

Veličina šteta koje su na istraživanom području izazvale vrste iz roda *Balaninus* kretala se od 10 do 25%. Slične podatke navode i drugi autori (Schwenke 1974; Maksimović i dr. 1982). Pod štetama se ovdje razumijevaju samo neposredne štete na žiru. Štete od izgrizanja pupova (koje su utvrđene u laboratoriju) nisu uračunate, a mogle bi biti važne za plodonošenje, pa i samo listanje hrastovih stabala.

Sudjelovanje vrste *B. glandium* izrazito je nadmašilo ostale prisutne vrste. Od toga jedino odstupa odnos populacija dviju vrsta u Varoškom lugu. Ondje nalazimo podjednako brojnu populaciju *B. elephas* i *B. glandium*. To upućuje na mogućnost zamjene uloga nekih vrsta. Razlozi koji su uvjetovali takav brojčani odnos dviju vrsta nisu razjašnjeni ovim istraživanjem. Moguće je da se radi o endogenim (fekunditet) ili brojnim egzogenim (razni biotski i abiotski) čimbenicima, a moguća je i njihova kombinacija.

Prema vlastitim mjerenjima jaje vrste *B. glandium* dugačko je 0.7 mm, a široko 0.5 mm. Maksimović i dr. (1982) navode duljinu jajeta od 0.4 mm. Moguće je da su razlike uvjetovane različitim populacijama insekata, no postavlja se pitanje utemeljenosti tvrdnji da se podatak uopće odnosi na jaja te vrste. Dok u vlastitom istraživanju prisutnost vrste *B. glandium* iznosi preko 95% (na temelju determinacije 255 imaga), u spomenutom radu nije determiniran ni jedan jedini primjerak žirotoča.

Rezultati vezani na razvojni stadij ličinke govore o odnosu između ličinaka dviju različitih vrsta te o broju i trajanju stadija. Mjerenjem genetički uvjetovane i o različitim stanišnim uvjetima neovisne dimenzije (širine glavine čahure) došlo se do zaključka da ona kod vrste *B. glandium* ne prelazi 1.6 mm širine. Podatak se odnosi na posljednji larvalni stadij. Ličinke širih glavinih čahura pripadale su vrsti *B. elephas*. To se poklapa s literaturnim podacima. U pogledu trajanja i broja razvojnih stadija nisu dobiveni pouzdani podaci. Što se tiče boravka ličinaka u tlu, sigurno je da se tijekom toga vremena ne hrane. Njihov dubinski raspored odražava prirodnu sklonost k racionalnomu. Zakopane toliko duboko da izbjegnju većini opasnosti, a dovoljno plitko da se bez većih problema kao imaga izvuku na površinu, ostvaruju najpovoljnije preduvjete za propagaciju vrste.

Stadij jajeta i osobito stadij kukuljice očito su najosjetljivije faze u razvoju tih insekata. Stoga ne čudi da razmjerno najkraće traju. Na taj način rizik pogibelji smanjen je na najmanju moguću mjeru jednostavnim skraćanjem razvoja. Podatak



da tijekom istraživanja nije u tlu izvan razdoblja kukuljenja pronađena ni jedna kukuljica potvrđuje tu konstataciju.

Uz razvojni stadij imaga vezano je više zanimljivih spoznaja o biologiji tih vrsta. Postavljenim okvirima s mrežom dokazano je da se na ovaj način dovoljno dobro može pratiti vrijeme i dinamika izlaska imaga iz tla. Točno poznavanje fenologije preduvjet je svake kontrole brojnosti štetnih organizama. Ova metoda, kada bi se primijenila po nekom od načela postavljanja reprezentativnog uzorka, mogla bi poslužiti i kao metoda određivanja gustoće populacije svih vrsta žirotoča. Kako imaga nakon izlaska u sastojinu nisam uspio neposredno pratiti, postavljeni okviri bili su jedino sigurno pomagalo za određivanje bioloških datuma.

Kao poseban problem vezan za populacije tih štetnika izdvaja se pitanje trajanja generacije. Već je spomenuto da je u uvjetima Jastrebarskog luga (pa i Turopoljskog luga) vrsta *B. glandium* razvijala dvogodišnju generaciju. To je nedvojbeno dokazano pedantnim i redovitim praćenjem stanja na drvenim okvirima i pretraživanjem uzoraka tla. Mala sumnja javlja se kada uz tvrdnju da tijekom 1990. godine nije izišao na okvirima ni jedan imago istovremeno utvrdimo da u krošnjama imaga odlažu jaja na dozrijevajući žir. Odakle se javljaju ti kornjaši? Rješenje je zapravo vrlo jednostavno. Radi se o dvije dvogodišnje generacije koje se razlikuju u vremenu nastanka za jednu godinu. Tako su pojedinačni nalazi imaga u tlu i jednog imaga na okviru u proljeće 1990. pripadali ličinkama izašlim iz žira ljeti i u jesen 1988. godine. Pretraživanje zemlje i postavljanje okvira zakasnilo je za glavnim izlaskom gotovih kornjaša koje su te godine izišli preko mjesec dana ranije. Čitava je vegetacija u proljeće 1990. godine ranije krenula. Kornjaši koje sam ulovio na okvirima u svibnju 1991. pripadali su ličinkama nastalim 1989, dakle u godini pred početak istraživanja. Naglašavam da se radi o najmanje dvogodišnjoj generaciji. Moguće je da je dio kornjaša proveo u dijapauzi (bilo u razvojnom stadiju ličinke ili imaga) i više od dvije godine. U svakom slučaju, najtemeljitiye praćena generacija (1990/91), čija su imaga na okvire izišla u svibnju 1991, prezimila je jednu zimu u razvojnom stadiju imaga i najmanje jednu zimu u stadiju ličinke (1989/90, a možda i 1988/89). U literaturi se navodi postojanje jednogodišnje, dvogodišnje i trogodišnje generacije. U već spomenutom radu M a k s i m o v i ć a i dr. (1982) za vrstu *B. glandium* navodi se jednogodišnja generacija. Prema mojem mišljenju tu se može raditi o krivom zaključivanju. Nedovoljno preciznim pretraživanjem tla autori su bez ijednog nalaza imaga ili barem kukuljice zaključke donosili samo na osnovi nalaza ličinaka i otpalog žira s uloženim jajima ili već razvijenim ličinkama. Moje su pretpostavke da su nehotično na taj način pretvorili dvije paralelne generacije u jednu i zatim izveli pogrešan zaključak da se radi o jednogodišnjoj generaciji. Važno je naglasiti da je ovdje riječ o štetnicima čiji je razvoj tijesno povezan sa žirom (njegovom količinom i kakvoćom). U slučaju izostanka uroda populacija žirotoča osuđena je na propast dogodi li se da sva imaga izađu iz tla i krenu u hrastove krošnje na odlaganje jaja. S toga gledišta isključivo jednogodišnja generacija jako je rizična i ne daje vrsti osobite izgleda za preživljavanje. S druge strane dvogodišnja generacija (odnosno dvije dvogodišnje generacije na istom biotopu) omogućuje populaciji u cjelini mnogo sigurniji opstanak. Još je povoljnija za populaciju žirotoča mogućnost cijepanja jedne generacije potomstva (različitim postotkom u trajanju dijapauziranja) u dvo-, tro- i višegodišnje generacije. Time se vrsta osigurava da u godini bogatog uroda žira postoji barem mali broj reproduktivno sposobnih jedinki koji tada može ponovo brojčano osnažiti postojeću populaciju.

## ZAKLJUČCI - CONCLUSIONS

Provedeno istraživanje na području Jastrebarskog, Turopoljskog i Varoškog luga pruža mogućnost za donošenje ovih zaključaka:

1. Uzročnici šteta na žiru hrasta lužnjaka na istraživanom području bili su: vrste roda *Balaninus* (10-25%), savijači *Cydia* sp. (10-12%), šumski glodavci (8-18%) i ostali uzročnici (3-4%).

2. Na istraživanom području zabilježene su 4 vrste iz roda *Balaninus*. To su: *B. glandium*, *B. elephas*, *B. venosus* i *B. villosus*.

3. Najveća brojnost pripada vrsti *B. glandium*, koja je činila 96% svih determiniranih imaga.

4. Najveća brojnost populacije *B. glandium* utvrđena je u Jastrebarskom lugu, lokalitetu s najpovoljnijim stanjem uroda žira (u razdoblju samog istraživanja kao i u godinama koje su prethodile).

5. Razvojni stadij jajeta *B. glandium* trajao je otprilike dva tjedna, a dimenzije jajeta iznose  $0.7 \times 0.5$  mm. Po jednom žiru nalazena su najčešće jedno ili dva jajeta, najviše četiri jaja.

6. Razdoblje koje je ličinka provela u žiru iznosilo je prosječno manje od mjesec dana. U tom vremenu presvukla se najmanje jednom, vjerojatno dva puta. Širina glavine čahure odrasle ličinke kreće se između 1.0 i 1.6 mm. Razdoblje koje su ličinke provele u tlu iznosilo je najmanje godinu dana. Najveća frekvencija ličinaka zabilježena je na dubini 5-15 cm.

7. Razvojni stadij kukuljice *B. glandium* traje tri tjedna. Kukuljenje se odvijalo u zemljanim komoricama u tlu tijekom srpnja i kolovoza. U kukuljice je izražen spolni dimorfizam. Muška kukuljica ima vidljivo kraće rilo od ženske kukuljice. Mjerenjem je utvrđen omjer između duljine rila i duljine tijela. Kod mužjaka on iznosi 0.58, a kod ženke 0.84.

8. Eklozija imaga *B. glandium* zbivala se tijekom kolovoza i rujna u zemljanim komoricama. Do izlaska na površinu tla proteklo je još 9 mjeseci. Trajanje postmetabalnog razvoja nakon izlaska iz tla nije utvrđeno. Opisani spolni dimorfizam omogućuje jednostavno razlikovanje spolova.

9. Izlazak imaga *B. glandium* na površinu tla u 1990. godini zbivao se u Jastrebarskom lugu tijekom svibnja. Prethodne godine izlazak se morao zbiti 15-ak dana ranije. Može se zaključiti da imaga na istraživanom području izlaze iz tla u razdoblju travanj-svibanj, što koincidira s listanjem i cvatnjom hrasta lužnjaka.

10. Kod imaga *B. glandium* u laboratorijskim uvjetima utvrđena je prehrana proljetnim hrastovim pupovima. Vjerojatno je da dio šteta koje nastaju u sastojini u rano proljeće možemo pripisati tim štetnicima.

11. U uvjetima pokusnih objekata utvrđeno je najmanje dvogodišnje trajanje generacije *B. glandium*. Veliko je pitanje je li uopće moguće postojanje jednogodišnje generacije.

12. Dvije dvogodišnje ili višegodišnje generacije preklapale su se u Jastrebarskom lugu s međusobnom razlikom od godine dana. Time je svake godine bilo omogućeno polaganje jaja odraslim kornjašima jedne od generacija, a time i produženje opstanka vrste.

13. Utvrđeni omjer spolova *B. glandium* od 0.47 upućuje na normalni brojčani odnos mužjaka i ženki, dakle na normalnu populaciju.

14. Istraživanjem je utvrđeno da vrsta *B. glandium* prezimljava u dva razvojna stadija. Dok jedna (mlađa) generacija prezimljava u razvojnom stadiju ličinke, druga (starija) prezimljava u razvojnom stadiju imaga.

15. Od redukativnih čimbenika evidentirane su u 3% nađenih ličinaka i kukuljica patogene gljive. Predatori i paraziti nisu utvrđeni.

16. Primijenjena metoda lova izlazećih imaga na okvire s mrežom pokazala se uspješnom. Pravovremenim postavljanjem okvira može se jednostavno i točno pratiti izlazak odraslih kornjaša iz tla.

17. Dalje intenzivno istraživanje i praćenje dinamike populacija tih insekata rasvijetlit će i ostale nejasnoće o njihovoj bioekologiji, a samim time i pokazati moguće putove i metode kontrole brojnosti njihovih populacija, što će se neposredno odraziti na količinu i kakvoću uroda žira hrasta lužnjaka.

#### LITERATURA - REFERENCES

- Androić, M., 1957: Borov četnjak gnjezdar (*Cnethocampa pityocampa* Schiff. Biološko ekološka studija. Glasnik za šumske pokuse 13: 351-460.
- Androić, M., 1970: Osnovi zoekologije s osobitim osvrtom na entomofaunu. Poslovno udruženje šumskoprivrednih organizacija, Zagreb.
- Baganić, M.I., 1974: Nekotrii rezultati izučenia entomovreditelei plodov duba i pričinjaemogo imi vreda. Lesovodstvo i lesomeliior 37: 84-89, Urožai, Kiev.
- Bertović, S., 1975: Prilog poznavanju odnosa klime i vegetacije u Hrvatskoj. Acta biologica VII/2, Prirodoslovna istraživanja JAZU, 41, Zagreb.
- Bürgés, G., & T. Gál, 1981a: As to the spreading and manner of life of *Curculio elephas* Gyll. (Col.: Curculionidae) in Hungary. Part 1, Zeitschrift für angewandte entomologie, 91(4): 357-382, Hamburg und Berlin.
- Bürgés, G., & T. Gál, 1981b: As to the spreading and manner of life of *Curculio elephas* Gyll. (Col.: Curculionidae) in Hungary. Part 2, ibid. 92(1): 35-41.
- Ceballos, P., 1969: Estudio de alimentación del trepador azul (*Sitta europaea*) en encinares, durante los meses marzo-agosto. Boletín del Servicio de Plagas Forestales 12(24): 89-95, Madrid.
- Cecconi, G., 1924: Manuale di entomologia forestale. Padova.
- Dimić N., & A. Beš, 1977: Utjecaj nekih članova entomofauna lijeske na prinose te kulture u Bosni i Hercegovini. Acta entomologica Jugoslavica 13(1-2): 69-76.
- Freude, H., K. W. Harde & G. A. Lohse, 1983: Die Kafer Mitteleuropas. II, Krefeld.
- Gál, T., & G. Bürgés, 1987a: Distribution and mode of life of *Laspeyresia splendana* Hbn. (Lep., Tortricidae) in Hungary. Part 1. Zeitschrift für angewandte entomologie 103(2): 127-135, Hamburg und Berlin.
- Gál, T., & G. Bürgés, 1987b: Distribution and mode of life of *Laspeyresia splendana* Hbn. (Lep., Tortricidae) in Hungary. Part 2. ibid. 103(4): 363-368.
- Grupa autora, 1981: Priručnik izveštajne i dijagnostičko prognozne službe zaštite šuma. Beograd.
- Halperin, J., 1990: Natural enemies of *Thaumetopoea* spp. (Lep., Thaumetopoeidae) in Israel. Zeitschrift für angewandte entomologie 109(5): 425-435, Hamburg und Berlin.
- Henschel, G.A.O., 1985: Die schädlichen Forst- und Obstbaum-Insekten, ihre Lebensweise und Bekämpfung. Berlin.
- Jovanović, B., & E.I. Vukičević, 1983: Lužnjak, Šumarska enciklopedija, 2. izdanje, II, JLZ, Zagreb, 75.
- Kovačević, P., M. Kalinić, V. Pavlić, & M. Bogunović, 1972: Tla Gornje Posavine. Institut za pedologiju i tehnologiju tla, Poljoprivredni fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
- Kovačević, Ž., 1956: Primijenjena entomologija. III, Šumski štetnici, Zagreb.
- Kuhnt, P., 1913: Illustrierte Bestimmungs-Tabellen der Käfer Deutschlands. Stuttgart.
- Maksimović, M., 1983: Urod hrastovog žira i njegove štetočinje. Šumarski list, 5-6, Zagreb, 253-258.
- Maksimović, M., B. Milivojević, & R. Pekić, 1982: Štetočine hrastovog žira u semenskoj sastojini Kupinske grede. Zaštita bilja 161: 221-257, Beograd.

- Mikloš, I., 1988: Rani šumski štetnici i njihovo značenje u zaštiti šuma. Šumarski list 9-10: 405-422, Zagreb.
- Mikloš, I., 1991: Onečišćenje zraka i urod žira u našim šumama hrasta lužnjaka. Šumarski list 3-5: 151-162, Zagreb.
- Moffet, M. W., 1989: Life in a Nutshell. National Geographic Magazine, 175(6): 783-796, Washington D.C.
- Novak, P., 1952: Kornjaši jadranskog primorja. JAZU, Zagreb.
- Nüsslin, O., 1927: Forstinsektenkunde. Berlin.
- Petračić, A., 1926: Pomlađivanje naših hrastovih šuma je u opasnosti. Šumarski list 8-9: 467-469, Zagreb.
- Portevin, G., 1935: Histoire naturelle des coléoptères de France. IV, Paris.
- Prpić, B., 1987: Ekološka i šumsko-uzgojna problematika šuma hrasta lužnjaka u Jugoslaviji. Šumarski list 1-2: 41-52, Zagreb.
- Rauš, Đ., 1987: Šumarska fitocenologija. Zagreb.
- Rauš, Đ., & J. Vukelić: Studija biološkoekološkoga i gospodarskog rješenja šume Turopoljski lug ugrožene propadanjem. Konačan izvještaj za vegetacijska istraživanja g.j. »Turopoljski lug«, manuskript.
- Reitter, E., 1916: Fauna Germanica, Die Käfer des Deutschen Reiches. V, Stuttgart.
- Ruperez, A., 1960: Localización del huevo del *Balaninus elephas* Gyll. con relación al daño denominado »melazo« de la bellota de encina (*Q. ilex* Oerst.). Boletín del Servicio de Plagas Forestales 3(6): 133-145, Madrid.
- Schimitschek, E., 1955a: Schlüssel zur Bestimmung der wichtigsten forstlich schädlichen Käfer. Wien.
- Schimitschek, E., 1955b: Die Bestimmung von Insekten Schäden im Walde nah Schadensbild und Schädling. Hamburg.
- Schmidt, L., 1970: Tablice za determinaciju insekata. Sveučilište u Zagrebu, Poljoprivredni fakultet, Zagreb.
- Schwenke, W., 1974: Die Forstschädlinge Europas, II, Käfer. Hamburg und Berlin.
- Sikora, J., 1984: Dosadašnja dostignuća i mogućnosti unapređenja gospodarenja nizinskim šumama. Diskusija. Glasnik za šumske pokuse, posebno izdanje 1 (separatum): 144-145, Zagreb.
- Sorauer, P., 1953: Handbuch der Pflanzenkrankheiten, Tierische Schädlinge an Nutzpflanzen. I, 2. Lieferung: Trichoptera und Lepidoptera. Berlin.
- Sorauer, P., 1954: Handbuch der Pflanzenkrankheiten, tierische Schädlinge an Nutzpflanzen. II, 2. Lieferung: Coleoptera. Berlin.
- Spaić, I., 1966: Hrastova osa listarica (*Apethymus abdominalis* Lep.). Biološka studija, Poslovno udruženje šumskoprivrednih organizacija, Zagreb.
- Spaić, I., 1974: Sadašnje zdravstveno stanje šuma na području jugoistočne Slavonije. Zbornik o stotoj obljetnici šumarstva jugoistočne Slavonije. JAZU, Centar za znanstveni rad, Vinkovi, 239-253.
- Spaić, I., & M. Glavaš, 1988: Uzročnici šteta na hrastu lužnjaku u Jugoslaviji. Glasnik za šumske pokuse 24: 199-224, Zagreb.
- Starčević, T., 1990: Prirodna obnova lužnjakovih sastojina u uvjetima slabog i neredovitog uroda sjemenom. Glasnik za šumske pokuse 26: 351-359, Zagreb.
- Tadić, M., 1974: Atraktivnost ultraljubičaste svjetlosti prema vrstama iz roda *Balaninus* (Coleoptera; Curculionidae). Zaštita bilja 25: 128-129, 205-206.
- Tadić, M., 1979: Spisak insekata ulovljenih ultravioletnim svetlosnim lovnim mamcima u periodu od 1972. do 1974. godine. Zaštita bilja 30(4), 150: 371-382.
- Tanasijević, N., & B. Ilić, 1969: Posebna entomologija. Beograd.
- Tucović, A., & M. Jovanović, 1975: Dostignuća o oplemenjivanju lužnjaka u SR Srbiji. Sto godina znanstvenog i organiziranog pristupa šumarstvu jugoistočne Slavonije. II, JAZU, Centar za znanstveni rad, Vinkovi.
- Vazquez, F. M., F. Esparrago, J. A. Lopez Marquez & F. Jaraquemada, 1990: Los ataques de *Curculio elephas* Gyll. (*Balaninus elephas*) y *Carpocapsa* sp. L. sobre *Quercus rotundifolia* Lam. en Extremadura. Boletín de Sanidad Vegetal Plagas 16(4): 755-759, Centro de Publicaciones Agrarias, pesqueras y alimentarias, Madrid.
- Vrbl, S., K. Beber & G. Matis, 1979: Prilog poznavanju biologije i štetnosti ljeskotoča (*Curculio nucum* L.). Zaštita bilja 30(4), 150: 357-364.
- Živojinović, S., 1970: Šumarska entomologija. Beograd.
- Woolf, C., 1968: Principles of Biometry. Princeton, New Jersey, U.S.A., 279-287.
- \*\*\*\*\*: Zbirke hrvatskog prirodoslovnog muzeja (entomološke zbirke: I. von Igalfy, K. Igalfy, R. Weingärtner, V. Redensek, A. Korlević i P. Novak).

BIOLOGY OF THE INSECTS OF THE GENUS  
*BALANINUS* Germ., AN ACORN PESTS OF  
PEDUNCULATE OAK (*QUERCUS ROBURL*)

*Summary*

Irregularity and low quality of acorn production is becoming a major problem in lowland even aged stands of pedunculate oak. Natural reforestation, preceded by fragmentary or clear cuts, is not occurring, and forestry nurseries have notable problems in obtaining sufficient quantities of healthy and viable seed. Various insects play significant role in oak's seed production and acorn weevils are among the most important ones. They are capable of destroying up to two thirds of bumper acorn crops causing serious economic loss and ecological disturbance.

This research was conducted in Upper Sava valley in typical and widespread pedunculate oak's association of *Genisto elatae-Quercetum roboris* Horv. 1938. Experimental plots in Jastrebarski lug and Varoški lug are situated on podzolic pseudogley soils and experimental plot in Turopoljski lug lies on mineral-hydromorphic gley-pseudogley soils. Climate of the region is represented by Köppen's cryptogram Cfbwx". Coldest month temperature varies between -3 and +18°C; summers are fresh with mean monthly temperature of warmest month below 22°C; precipitation is evenly distributed over the whole year with driest part of the year occurring in colder weather; there are two peaks in precipitation, one in the beginning of the warmer part of the year and one in late fall.

Several field collecting methods and additional laboratory investigation revealed some facts on weevil's biology and its relationship with pedunculate oak's acorn production. The most efficacious methods were soil probe analysis and adult trapping technique with wooden frame traps covered by extra fine mesh net (fig. 2). Weevils were collected and examined in all four development stages (egg, larva, pupa and adult). Four *Balaninus* Germ. (*Curculio* L.) species were found in research area in 1989/91 year period: *B. glandium* Mrsh., *B. elephas* Gyll., *B. venosus* Grav. and *B. villosus* Fabr. (Fig. 5). The amount of damage on acorn yield in 1990, due to *B. glandium* impact chiefly, varied between 10% and 25% (Fig. 4). *B. glandium* emerged as most important and numerous species in explored forests. The strongest population was found in Jastrebarski lug where acorn production persisted and was comparably high both before and during research period. The weakest population lingered in Varoški lug where there was almost no seed production in 1990. and preceding years. *B. glandium* egg is ovoid in shape, partly translucent, 0.7 mm in length and 0.5 mm wide (detail, fig. 6). Head capsule width of fully developed weevil's larva varies between 1.0 and 1.6 mm. Relative frequency distributions of this parameter in two experimental plots, with different food supply, confirmed stability of the measured characteristic (Fig. 8). Emergence of larvae from their acorn chambers was carefully observed, and it rarely lasted longer than 3 minutes (Fig. 10). Immediately after emergence, they buried themselves in the vicinity of their former shelter. By doing so, they minimize constantly present danger of being

attacked by their natural enemies. Practically, this is the period when they are most vulnerable and exposed to predators and parasites. During this research not a single parasite was isolated and unique discovered detrimental agent were fungi, causing only 3% mortality. Almost three quarters of 747 collected larvae buried themselves between 5 and 15 cms deep. Pupating started in July and proceeded till August. Individual specimens passed this stage in three weeks time. Length ratio between weevils snout and its body (Fig. 13) enables simple determination of sex in pupal stage. Eclosion of adults followed pupation, but *B. glandium* weevils did not abandon soil chambers at this time (August-September). They waited till next summer when they emerged on plastic net of the wooden frame traps (Fig. 20). Confirmation for this came from laboratory conditioned soil containers when similar phenomenon happened with fully grown collected and nurtured larvae which surfaced approximately two months earlier than those in the field. Emergence of weevils in the field peaked in mid May. These extra fine mesh net traps give us excellent prospect of recording their appearance accurately on the field and possibly to predict the amount of damage which is to happen in the same year. Adults, which were kept in entomological cages, revealed possibility of being harmful to oak buds in all stages of development. Some of the early damage on leafing oaks, which is normally related with well known defoliators, could be caused by this weevils, commonly characterised as seed pests. Sex ratio in strongest population of Jastrebarski lug showed balanced number of males and females (0.47).

In research area, in 1989/91 year period a two year generation of *B. glandium* was found. Its life cycle could be described as follows: after egg laying and larval development inside an acorn (in August-September) larvae bury themselves in the forest soil, most of them 10 cms deep. There, they lie quiescently till next summer when they pupate and in three weeks time become adult weevils. Instead of leaving their relatively safe shelters in September and October, when most of the current acorn is fully developed and not suitable for egg depositing, adults stay underground for eight more months and emerge in April-May when conditions are most advantageous for population prosperity. By doing so they lengthen the span between subsequent generations up to at least two year period. It is quite possible that some of the larvae stay dormant for more than a year, so three- four- and even several year generations are expectable. Anticipating this, it is quite simple to explain the fact that weevils hatch every year despite two- or multiyear life cycle, a situation which was found on experimental plot of Jastrebarski lug (Fig. 21). This feature of leaving certain number of larvae in waiting state for several years enables *B. glandium* population to proliferate in advantageous year of an acorn bumper crop.

Received May 8, 1992.  
Accepted October 1, 1992.

Author's address:  
Boris Hrašovec  
Faculty of Forestry  
41001 Zagreb, P.O.Box 178  
Croatia