

ŠTETE OD SITNIH GLODAVACA NA STABLJICI I KORIJENU HRASTA LUŽNJAKA (*Quercus robur* L.)

SMALL RODENT DAMAGE ON STEM AND ROOT OF PEDUNCULATE OAK (*Quercus robur* L.)

Marko VUCELJA¹, Josip MARGALETIĆ¹, Linda BJEDOV², Mario ŠANGO², Maja MORO³

Sažetak

Sitni glodavci iz podporodica Murinae (pravi miševi) i Arvicolinae (voluharice) u šumama hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) tijekom godina masovne pojave otežavaju prirodnu obnovu šuma, uzrokujući štete na sjemenu, stabljici i korijenu mladih hrastovih biljaka. U okviru istraživanja provedenih od 2011. g. do 2013. g. na području šumarije Lipovljani utvrđena je relativna brojnost glodavaca zajedno s udjelom dominantnih podporodica u populaciji te njihovim prostornim rasporedom. Analizirane su također štete od glodavaca na stabljici i korijenu lužnjakovog pomlatka, u okviru čega je provedena morfološka obrada oštećenoga i neoštećenoga korijenja te njihova usporedba. Utvrđeno je da pri relativno niskoj brojnosti glodavaca (0–16 %) više od petine hrastova pomlatka (22 %) može biti uništeno zbog posljedica grizenja korijenja, osobito ako u strukturi populacije glodavaca dominiraju voluharice. Nadalje, pokazalo se da hranjenje glodavaca korijenjem hrasta starosti do pet godina posljedično znači gubitak do 77 % volumena korijenja, 96 % korijenovih vrhova te smanjenje duljine korijenja i do 97 %, čime je potvrđeno da je preživljavanje oštećenih biljaka potpuno onemogućeno. Hranjenje glodavaca korom stabljike za posljedicu je imalo stvaranje grizotina površine od 16,5 mm² do 766,5 mm² i to prosječno na 1,6, a najviše na pet mjesta na stabljici. Utvrđeno je da su štete na korijenu i stabljici rasle sa starošću biljaka. Usporedbom prosječnih vrijednosti volumena, duljine i broja vrhova korijenja oštećenih i neoštećenih biljaka, ustanovljeno je da su razlike među njima statistički značajne kod gotovo svih visinskih kategorija biljaka i debljinskih kategorija korijenja za koje je provedena usporedba. Ovim je istraživanjem dobiven kvalitativni nalaz šteta od glodavaca na korijenu hrastova pomlatka, te je potvrđeno da je sustavno praćenje dinamike, ali i udjela podporodica u strukturi populacija sitnih glodavaca, zajedno s evidentiranjem stanišnih prilika i prouzročenih šteta, preduvjet ekološki i ekonomski odgovornoj zaštiti šuma.

KLJUČNE RIJEČI: glodavci, štete, hrast lužnjak, pomladak, korijen, stabljika

¹ dr. sc. Marko Vucelja, e-mail: vucelja@sumfak.hr; prof. dr. sc. Josip Margaletić; Msc Linda Bjedov, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zavod za zaštitu šuma i lovno gospodarstvo, Svetošimunska 25, Zagreb, Hrvatska

² Mario Šango, dipl. ing. šum., Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zavod za ekologiju i uzgajanje šuma, Svetošimunska 25, Zagreb, Hrvatska

³ dr. sc. Maja Moro, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zavod za procesne tehnike, Svetošimunska 25, Zagreb, Hrvatska

UVOD

Introduction

Sitni glodavci iz podporodica Murinae (pravi miševi) i Arvicolinae (voluharice) nezaobilazna su biotska komponenta zoocenoze lužnjakovih šuma. Unatoč brojnim pozitivnim utjecajima, glodavci mogu u godinama masovne pojave otežati prirodnu obnovu hrastovih šuma, uzrokujući štete na sjemenu te stabljici i korijenu mladih biljaka. Predikciju nastanka navedenih šteta složenom čini velik broj stalno promjenjivih čimbenika (fluktuacija brojnosti populacija glodavaca, udio vrsta u populaciji, prostorni raspored jedinki, raspoloživi izvori hrane, klimatski uvjeti, struktura okoliša, prirodni predatori, načini gospodarenja, uzgojni, zaštitarski i ostali antropogeni zahvati poduzeti u staništu itd.) što čini štete od glodavaca varijabilnima u intenzitetu, vremenu i mjestu nastanka (Maron i Kauffman 2006, Borowski 2007, Huitu i sur. 2013). Štete na biljnom materijalu uzrokovane glodavcima periodično bivaju evidentirane, kako diljem Europe (Velika Britanija, Njemačka, Francuska, Slovačka, Češka) tako i u Hrvatskoj (Gill 1992, Hansson i Zejda 1977, Niemeyer i Haase 2003, Margaletić 1997, Križančić 2012). Procjenjuje se da su u razdoblju od 1945. g. do 1977. g. štete od livadne voluharice u čitavoj Europi iznosile 60–119 milijuna €, odnosno u šumarstvu Njemačke, oko 5,4 milijuna € godišnje (Mathys 1977, Jacob i Tkadlec 2010). Hrvatska šumarska praksa u godinama masovne pojave glodavaca štete od istih bilježi na više od 4 500 ha (Vucelja 2013). Zbog veličine tih površina, evidentiranje nastalih šteta i uočavanje prisutnosti glodavaca predstavlja najučestaliji način procjene gustoće njihovih populacija, pri čemu detaljnija analiza nastalih šteta, kao i stvarno utvrđivanje brojnosti štetnika nerijetko izostaju, i to generalno zbog manjka materijalnih i ljudskih kapaciteta za sustavno provođenje takvog monitoringa. U srednjoj Posavini, na području šumarije Lipovljani, problematika sušenja lužnjakovih sastojina aktualna je još od 1908.g. (Vukelić i Rauš 1998), a da prenamnoženja glodavaca mogu periodično uzrokovati značajne ekološke i ekonomske gubitke govori podatak o 7,4 milijuna kuna izravne i neizravne štete od glodavaca zabilježene u razdoblju od 2009. g. do 2012. g**. Svrha ovoga rada bila je na području navedene šumarije utvrditi brojnost, udio podporodica, prostorni raspored populacija glodavaca te obujam šteta od istih u količini oštećenih biljaka, odnosno oštećenja na stabljici i korijenu hrastova pomlatka.

* konverzija nacionalnih valuta u Njemačke marke (obavljena na dan 1. siječnja 2010.g) te dijeljena sa 1,98 pri konverziji u Euro (€)

** prema tablici izvršenja uzgojnih radova poduzetih u razdoblju od 2009. do 2012.g. u šumariji Lipovljani u odsjecima s evidentiranim štetama od glodavaca na hrastovu pomlatku

MATERIJALI I METODE RADA

Material and Methods

Utvrđivanje brojnosti, stukture i prostornog rasporeda glodavaca zajedno s evidentiranjem šteta na korijenovom sustavu i stabljici mladih biljaka hrasta lužnjaka, obavljeno je u zajednici hrasta lužnjaka i velike žutilovke (*Genisto elatae* – *Quercetum roboris* Ht. 1938) na području šumarije Lipovljani (gospodarska jedinica Josip Kozarac, odsjek 57a) u studenom 2011. g, travnju 2012. i svibnju 2013. g. Utvrđivanje relativne brojnosti glodavaca provedeno je metodom linearnog transektta, pri čemu su na odabranim pravcima (transektima) u spomenutom odsjeku postavljane klopke, a omjer broja ulovljenih jedinki i postavljenih klopki dao je podatak o relativnoj brojnosti životinja (Androić i sur. 1981, Crnković 1982, Glavaš i sur. 1996). Tri su transektta bila postavljena na način da svojim pružanjem daju reprezentativnu sliku stanišnih prilika u odsjeku, pri čemu je transekt 1 (T1) bio smješten u rubnome dijelu odsjeka najgušće obraslom prizemnom i korovskom vegetacijom, čija je prisutnost bila vidno manja na površini kojom su se pružali transekt 2 (T2) i transekt 3 (T3). Prosječna dužina transektata iznosila je 123 m, a isti su prosječno bili udaljeni 30 m. Unutar svakog transektta razmaci između stajališta na kojima su postavljene po dvije klopke iznosila je približno sedam metara. Razmaci između klopki na stajalištu bili su između dva metra i četiri metra. Korištene su metalne mrtvolovke preklapače i dva tipa mamaca (kikiriki maslac, sardine). Prilikom svakog izlova postavljeno je ukupno 112 klopki. Prilikom ulova i manipulacije životinjama poštivane su smjernice društva „American Society of Mammalogists“ (Sikes i Gannon 2011). Morfološka determinacija glodavaca obavljena je prema Niethameru i Krappu (1978, 1982). U slučaju determinacije jedinki vrsta među kojima postoji velika sličnost, odnosno kod kojih morfološka determinacija vrste nije potpuno pouzdana (*Apodemus flavicollis* i *A. sylvaticus*, *Microtus agrestis* i *M. arvalis*), iste su determinirane do razine podporodice (Bugarski-Stanojević i sur. 2013, Barčiova i Macholán 2009). Georeferenciranje mjesta ulova životinja obavljeno je korištenjem GPS uređaja (Garmin Oregon 450). Kvantitativna analiza šteta od glodavaca obuhvaćala je brojanje biljaka hrasta lužnjaka na pet pokusnih ploha dimenzija 5m × 5m. Biljke s vidljivim znakovima glodanja na korijenu i stabljici evidentirane su kao oštećene, odnosno one bez vidljivih znakova oštećenja, kao neoštećene. U kvalitativnom dijelu analize prikupljane su i analizirane oštećene biljke. Grizotinama na stabljikama oštećenih biljaka izmjerene su dimenzije (dužina x širina). Morfološka analiza korijena oštećenih biljaka provedena je skeniranjem korijena korištenjem uređaja Epson Expression 10000 XL i programskog paketa WinRhizo (<http://regentinstruments.com/products/rhizo/Rhizo.html>) (Seletković i sur. 2011) čime su izmjereni duljina (cm) i volumen (cm³) korijena te broj korijenovih vrhova (kom). Za duljinu

i broj vrhova korijena, klasiranje podataka izvršeno je i promatrano u četiri debljinske kategorije: 0–1 mm, 1–2 mm, 2–5 mm, >5 mm. Prikupljenim biljkama mjernom su vrpcom izmjerene visine, nakon čega su iste klasirane u tri visinska razreda: do 40 cm (a), od 40 do 80 cm (b), iznad 80 cm (c). Takva klasifikacija pretpostavlja da je većina biljaka visine do 40 cm bila jednogodišnja i dvogodišnja, biljke visine od 40 do 80 cm visine bile su trogodišnje, četverogodišnje, a one više od 80 cm petogodišnje i višegodišnje (Roth 2002). U cilju usporedbe oštećenog i neoštećenoga korijena, prikupljen je, klasiran, skeniran i na jednak način analiziran određen broj biljaka neoštećenoga korijena. Razlike u prosječnim vrijednostima analiziranih parametara neoštećenog i oštećenog korijenja biljaka testirane su Studentovim t-testom, a u slučaju da uvjet homogenosti varijanci nije bio zadovoljen, korišten je neparametrijski Mann-Whitney U-test. Pri svim analizama pogreška od 5 % smatrala se statistički značajnom. Dobiveni podaci analizirani su korištenjem programskih paketa Garmin Map-Source ver. 6.16.3., Microsoft Office Excel 2007 i STATISTICA 8.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA

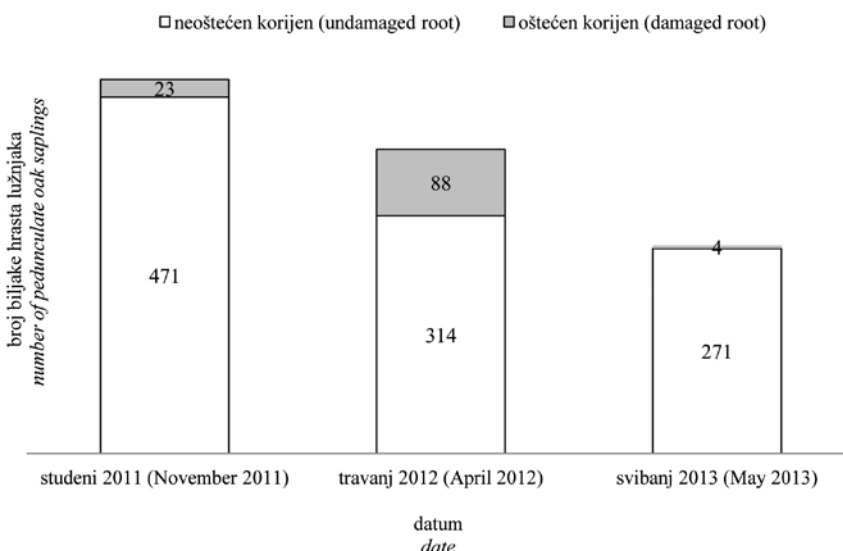
Research results

Prema rezultatima utvrđivanja brojnosti glodavaca i ukupne količine biljaka prebrojanih na svih pet pokusnih ploha, u studenom 2011. g. utvrđen udio biljaka oštećenoga korijena iznosio je 4,66 % pri relativnoj brojnosti glodavaca od 16 %, pri čemu su voluharice činile 83,3 % ulovljenih glodavaca, a miševi 16,7 % (Graf 1.). U travnju 2012. g., udio biljaka oštećenoga korijena iznosio je 22 % pri relativnoj brojnosti glodavaca od 11 %, pri čemu su miševi činili 83,3 % ulovljenih jedinki, a voluharice 16,7 %. U svibnju 2013. g., pri izlovu tijekom kojega je utvrđena relativna brojnost iznosila 0,00 %, udio biljaka oštećenoga korijena iznosio je

1,45 %. Unutar pojedinačnih pokusnih ploha, udjeli biljaka oštećenog korijena kretali su se u rasponu od 0 % do 42,05 %. Najveći iznosi udjela biljaka oštećenog korijena prema pojedinačnim plohamo iznosili su 8,03 %, 10,00 %, 19,27 %, 33,33 %, 42,05 %, uz napomenu da su u travnju 2012. g. na četiri od pet pokusnih ploha zabilježene navedene najveće vrijednosti, dok je na jednoj plohi najveći udio oštećenih biljaka zabilježen u studenom 2011. g.

Uzorkovanjem glodavaca ulovljeno je ukupno 30 jedinki, od čega 13 (43,3 %) iz podporodice Murinae, a 17 (56,7 %) podporodice Arvicolinae. Unutar podporodice Murinae 84,62 % (11/13) ulovljenih jedinki pripadalo je vrsti poljski miš (*Apodemus agrarius*), dok je unutar podporodice Arvicolinae 41,18 % (7/17) ulovljenih jedinki bilo vrste riča voluharica (*Myodes glareolus*). U slučaju preostalih 12 (40,0 %) jedinki, od čega dvije iz podporodice Murinae i deset iz podporodice Arvicolinae, pretpostavlja da su pripadale, u slučaju miševa, vrstama žutogrli šumski miš (*Apodemus flavicollis*) ili šumski miš (*A. sylvaticus*), odnosno, u slučaju voluharica, livadnoj (*Microtus agrestis*) ili poljskoj voluharici (*M. arvalis*). Prema rezultatima prostorne analize ulova glodavaca, na transektu 1 (T1) ulovljeno je 16 (53,3 %), na transektu 2 (T2) 8 (26,7 %), a na transektu 3 (T3) 6 jedinki (20,0 %), pri čemu je broj jedinki miševa ulovljenih po transektima iznosio devet na T1, dva na T2 i dva na T3, a voluharica sedam na T1, šest na T2 i četiri na T3.

Tijekom pokusnog razdoblja ukupno je prikupljeno 185 biljaka hrasta lužnjaka oštećenoga korijena, od kojih su tragovi grizenja stabljike od glodavaca evidentirani na njih 33 (17,8 %). Nakon klasiranja biljaka prema visini, utvrđeno je da su prikupljene 23 (12,43 %) biljke visine manje od 40 cm (a), 124 (67,03 %) biljke visine između 40 i 80 cm (b) i 38 (20,54 %) biljaka viših od 80 cm (c). Udjeli biljaka oštećenoga korijena na kojima su evidentirane grizotine na

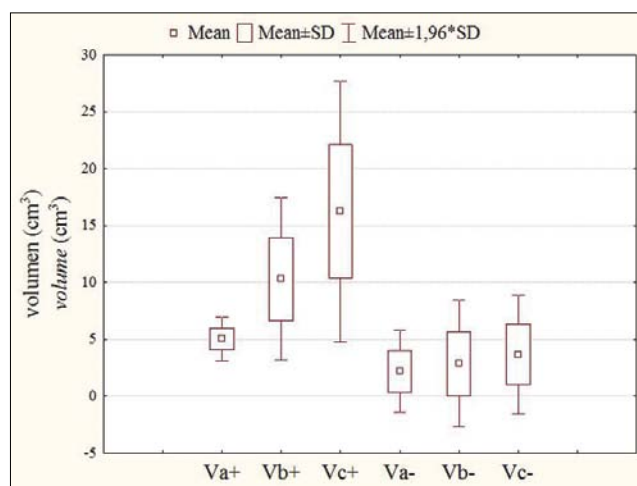


Graf 1. Ukupan broj biljaka hrasta lužnjaka (N) neoštećenog i oštećenog korijena na svih pet pokusnih ploha zabilježen u razdoblju od studenog 2011.g. do svibnja 2013.g.

Graph 1. Total number of pedunculate oak saplings (N) with undamaged and damaged root on all five experimental plots recorded from November 2011 to May 2013

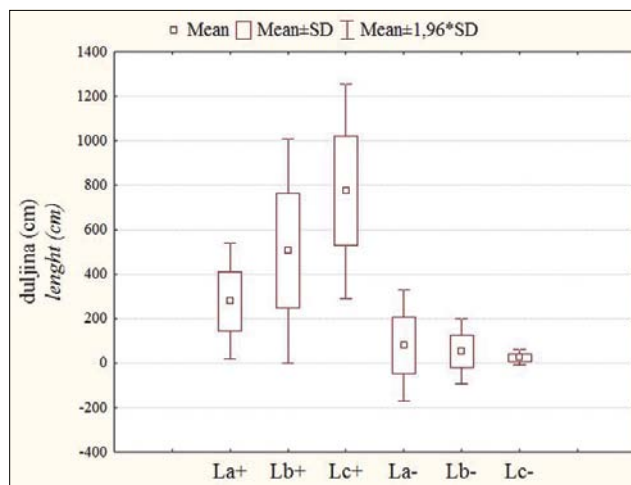
stabljici, iznosili su 13,04 % (3/23) među biljkama visine do 40 cm (a), 13,71 % (17/124) među biljkama visine od 40 do 80 cm (b) i 34,21 % (13/38) među biljkama višima od 80 cm (c). Prema rezultatima mjerenja grizotina na stabljici oštećenih biljaka, prosječna površina grizotina iznosila je 182,5 mm², odnosno prema visinskim kategorijama biljaka: 68,2 mm² (a), 154,2 mm² (b) i 302,4 mm² (c). Broj mjesta grizenja stabljike na pojedinačnoj biljci u prosjeku je iznosio 1,6, odnosno maksimalno pet. Utvrđivanje duljine korijena (cm), volumena (cm³) i broja vrhova (kom) korijena obavljeno je skeniranjem 115 od ukupno prikupljenih 185 uzoraka hrastovih biljaka oštećenog korijena i 33 uzoraka neoštećenog korijena. Skenirani uzorci klasirani su u ranije spomenute visinske razrede, prema kojima je broj skeniranih biljaka neoštećenog korijena (+) prema visinskim razredima iznosio 4 (a), 16 (b) i 13 (c) komada, a broj skeniranih biljaka oštećenoga (–) korijena 8 (a), 82 (b) i 25 (c) komada. Volumeni korijena neoštećenih (+) i oštećenih biljaka (–) za sva tri visinska razreda (a, b, c) prikazani su na Grafu 2. Usporedbom prosječnih vrijednosti volumena neoštećenog i oštećenog korijena biljaka hrasta lužnjaka utvrđeno je da su postojeće razlike kod biljaka visine do 40 cm ($t = 2,86$, $p = 0,02$), biljaka visine od 40 cm do 80 cm ($t = 9,19$, $p < < 0,1$) te onih viših od 80 cm ($Z = 4,94$, $p < < 0,1$), statistički značajne.

Duljine korijena neoštećenih (+) i oštećenih (–) biljaka za sva tri visinska razreda (a, b, c) prikazane su na Grafu 3. Usporedbom prosječnih vrijednosti duljina neoštećenog i oštećenog korijena utvrđeno je da su postojeće razlike kod biljaka visine do 40 cm ($t = 2,52$; $p = 0,03$), biljaka visine od 40 cm do 80 cm ($Z = 6,16$, $p < < 0,1$) te onih viših od 80 cm ($Z = 5,00$; $p < < 0,01$) statistički značajne.



Graf 2. Volumeni (V) korijena neoštećenog (+) i oštećenog (–) hrastovog pomlatka prema visinskim razredima biljaka (a < 40 cm, b = 40–80 cm, c > 80 cm)

Graph 2. Volume (V) of undamaged (+) and damaged (–) roots of oak saplings depending on the plant height category (a < 40 cm, b = 40–80 cm, c > 80 cm)

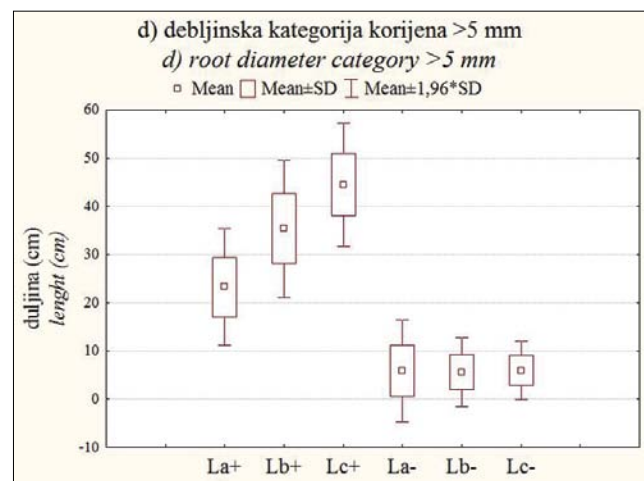
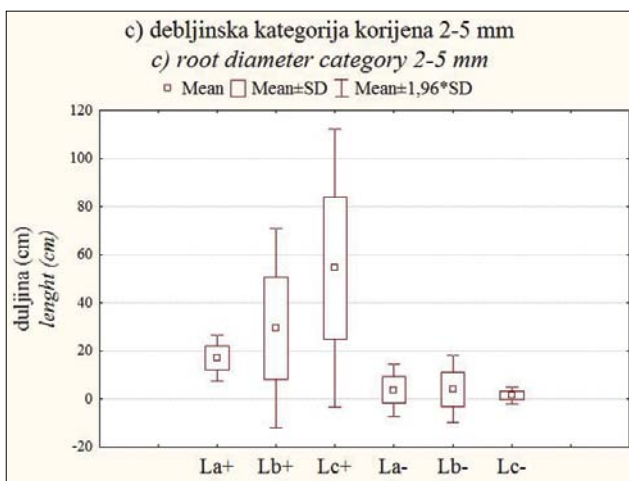
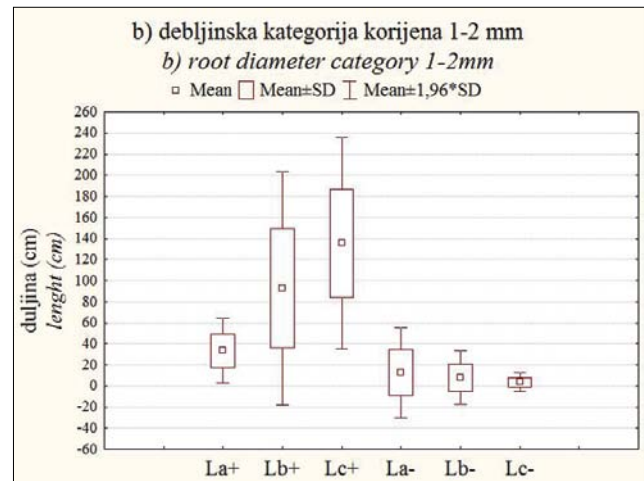
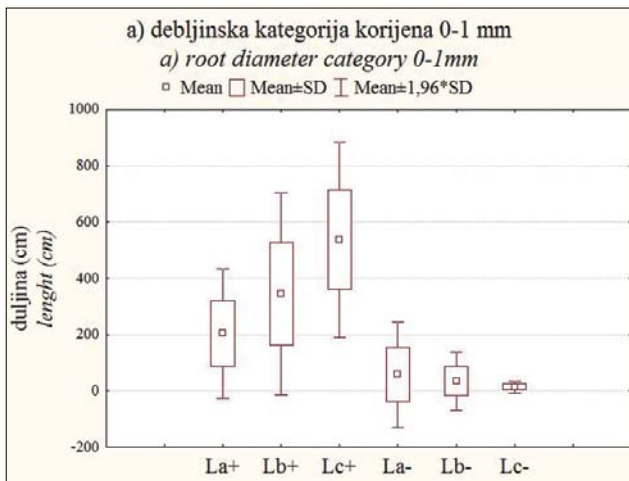


Graf 3. Duljine korijena (L) neoštećenog (+) i oštećenog (–) hrastovog pomlatka prema visinskim razredima biljaka (a < 40 cm, b = 40–80 cm, c > 80 cm)

Graph 3. Length (L) of undamaged (+) and damaged (–) roots of oak saplings depending on the plant height category (a < 40 cm, b = 40–80 cm, c > 80 cm)

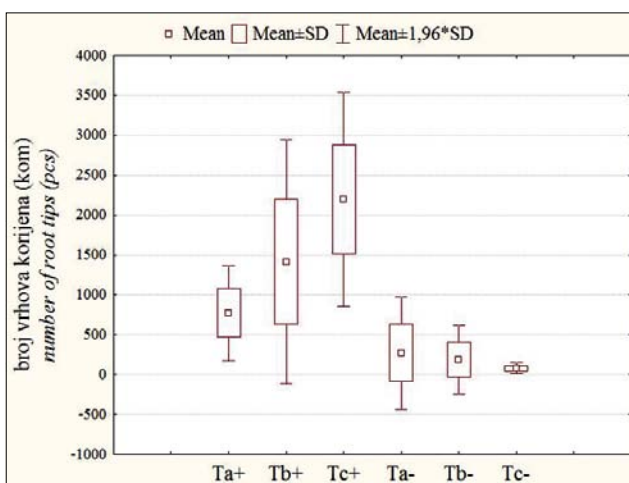
Duljine korijena neoštećenog i oštećenog hrastovog pomlatka prema visinskim razredima biljaka i debljinskim kategorijama korijena prikazane su na Grafu 4. Usporedbom prosječnih vrijednosti duljina neoštećenog i oštećenog korijena debljinske kategorije 0–1 mm, utvrđeno je da su postojeće razlike kod biljaka visine do 40 cm ($t = 2,33$, $p = 0,04$), biljaka visine od 40 cm do 80 cm ($Z = 6,11$, $p < < 0,1$) te onih viših od 80 cm ($Z = 5,00$; $p < < 0,01$) statistički značajne. Usporedbom prosječnih vrijednosti duljina neoštećenog i oštećenog korijena debljinske kategorije 1–2 mm, utvrđeno je da su postojeće razlike kod biljaka visine do 40 cm ($t = 1,71$; $p = 0,12$) nisu statistički značajne, dok su te razlike između biljaka visine od 40 cm do 80 cm ($Z = 6,14$, $p < < 0,1$) te onih viših od 80 cm ($Z = 5,00$; $p < < 0,01$) statistički značajne. Usporedbom prosječnih vrijednosti duljina neoštećenog i oštećenog korijena debljinske kategorije 2–5 mm, utvrđeno je da su postojeće razlike kod biljaka visine do 40 cm ($t = 4,03$, $p = 0,002$), od 40 cm do 80 cm ($Z = 5,63$; $p < < 0,1$) te onih viših od 80 cm ($Z = 5,00$; $p < < 0,01$) statistički značajne. Usporedbom prosječnih vrijednosti duljina neoštećenog i oštećenog korijena debljinske kategorije > 5 mm, utvrđeno je da su postojeće razlike kod biljaka visine do 40 cm ($t = 5,04$, $p < < 0,1$), od 40 cm do 80 cm ($Z = 6,30$; $p < < 0,1$) te onih viših od 80 cm ($Z = 5,00$; $p < < 0,01$) statistički značajne.

Broj korjenovih vrhova neoštećenih (+) i oštećenih (–) biljaka za sva tri visinska razreda (a, b, c) prikazane su na Grafu 5. Usporedbom broja korjenovih vrhova neoštećenog i oštećenog korijena, utvrđeno je da je postojeća razlika između biljaka visine do 40 cm ($t = 2,38$; $p = 0,04$), biljaka visine od 40 do 80 cm ($Z = 6,08$; $p < < 0,1$) onih viših od 80 cm ($Z = 5,00$; $p < < 0,01$) statistički značajna.



Graf 4. Duljine korijena (L) neoštećenog (+) i oštećenog (-) hrastovog pomlatka prema visinskim razredima biljaka ($a < 40$ cm, $b = 40-80$ cm, $c > 80$ cm) i debljinskim kategorijama korijena (0-1, 1-2, 2-5, > 5 mm)

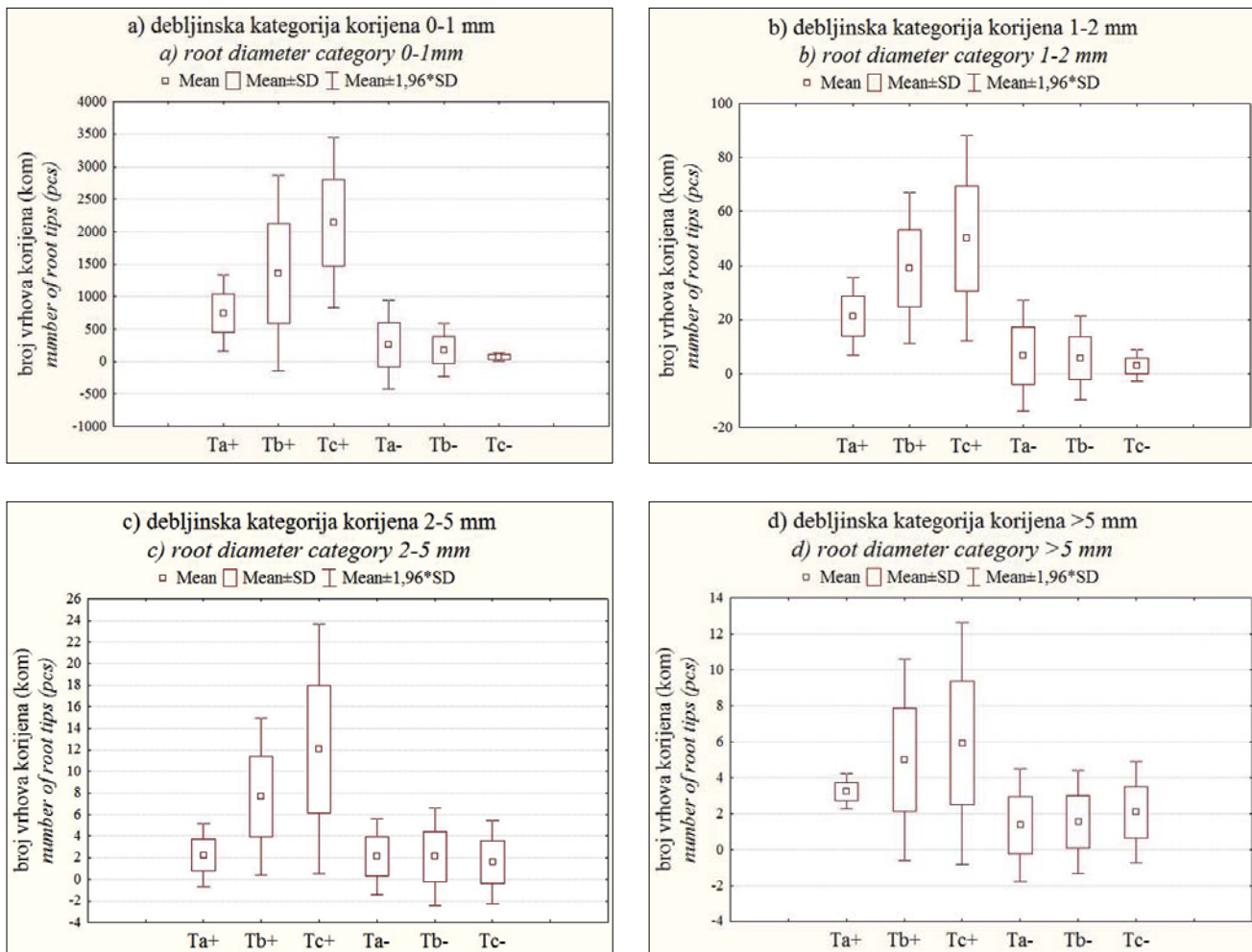
Graph 4. Lenght (L) of undamaged (+) and damaged (-) roots of oak saplings depending on the plant height category ($a < 40$ cm, $b = 40-80$ cm, $c > 80$ cm) and root diameter category (0-1, 1-2, 2-5, > 5 mm)



Graf 5. Broj korjenovih vrhova (T) neoštećenog (+) i oštećenog (-) hrastovog pomlatka prema visinskim razredima biljaka ($a < 40$ cm, $b = 40-80$ cm, $c > 80$ cm)

Graph 5. Number of root tips (T) of undamaged (+) and damaged (-) roots of oak saplings depending on the plant height category ($a < 40$ cm, $b = 40-80$ cm, $c > 80$ cm)

Broj korjenovih vrhova neoštećenog i oštećenog hrastovog pomlatka prema visinskim razredima biljaka i debljinskim kategorijama korijena prikazan je na Grafu 6. Usporedbom broja korjenovih vrhova neoštećenog i oštećenog korijena debljinske kategorije 0-1 mm, utvrđeno da je postojeća razlika između biljaka visine do 40 cm ($t = 2,38$; $p = 0,04$), biljaka visine od 40 do 80 cm ($Z = 6,06$; $p < < 0,1$) i onih viših od 80 cm ($Z = 5,00$; $p < < 0,01$) statistički značajna. Usporedbom broja korjenovih vrhova neoštećenog i oštećenog korijena debljinske kategorije 1-2 mm, utvrđeno da je postojeća razlika između biljaka visine do 40 cm ($t = 2,48$; $p = 0,03$), biljaka visine od 40 do 80 cm ($Z = 6,16$; $p < < 0,1$) i onih viših od 80 cm ($Z = 5,03$; $p < < 0,01$) statistički značajna. Usporedbom broja korjenovih vrhova neoštećenog i oštećenog korijena debljinske kategorije 2-5 mm, utvrđeno je da postojeća razlika između biljaka visine do 40 cm ($t < < 0,01$, $p = 1,00$) nije statistički značajna, dok je ta razlika između biljaka visine od 40 do 80 cm ($Z = 5,10$; $p < < 0,01$) i onih viših od 80 cm ($Z = 4,94$; $p < < 0,1$) statistički značajna. Uspored-



Graf 6. Broj korjenovih vrhova (T) neoštećenog (+) i oštećenog hrastovog pomlatka (–) prema visinskim razredima biljaka (a < 40 cm, b = 40–80 cm, c > 80 cm) i debljinskim kategorijama korijena (0–1, 1–2, 2–5, >5mm)

Graph 6. Number of root tips (T) of undamaged (+) and damaged (–) roots of oak saplings depending on the plant height category (a < 40 cm, b = 40–80 cm, c > 80 cm) and root diameter category (0–1, 1–2, 2–5, >5mm)

bom broja korjenovih vrhova neoštećenog i oštećenog korijena debljinske kategorije >5 mm, utvrđeno da je postojeća razlika između biljaka visine do 40 cm ($t = 2,24$, $p = 0,049$), biljaka visine od 40 do 80 cm ($Z = 4,85$; $p < 0,1$) i onih viših od 80 cm ($Z = 3,88$, $p < 0,01$) statistički značajna.

Iz omjera prosječnih vrijednosti volumena, broja korjenovih vrhova i duljine neoštećenog i oštećenog korijena biljaka visine do 40 cm, ustanovljeno je da je prilikom hranjenja glodavaca pojedeno prosječno 57 % volumena korijena, 65 % korjenovih vrhova te da je duljina korijena prosječno smanjena za 71 %. Kod biljaka visine od 40 cm do 80 cm, te su vrijednosti iznosile 72 %, 87 % i 89 %, a kod biljaka viših od 80 cm zabilježeni su iznosi od 77 %, 96 % i 97 %.

RASPRAVA

Discussion

Sitni su glodavci u šumskim ekosustavima, rasadnicima, kulturama, plantažama, skladištima sjemena te poljopri-

vrednim površinama trajno prisutni uzročnici šteta, čiji intenzitet varira u ovisnosti od njihove brojnosti, ali i od brojnih drugih čimbenika (Borowski 2007, Huitu i sur. 2013). Hrvatska šumarska praksa brojnost glodavaca i štete od istih nerijetko procjenjuje utvrđivanjem prisutnosti ovih životinja na temelju znakova njihove aktivnosti, zbog čega detaljniji uvid u prouzročene štete te stvarno brojno stanje i strukturu populacija glodavaca pri kojoj su štete nastale, nerijetko izostaje. Utvrđivanjem relativne brojnosti glodavaca ulovom životinja te analizom prouzročениh šteta na hrastovu pomlatku provedenim je istraživanjem utvrđeno da pri iznosima relativno niske brojnosti glodavaca (0–16 %), više od petine hrastova pomlatka (na pojedinačnim pokusnim ploham i do 42 %) može biti uništeno zbog posljedica grizenja korijena i to posebice u periodu kada u populaciji dominiraju vrste iz podporodice Arvicolinae (voluharice). Srodno istraživanje, poduzeto u zajednici hrasta lužnjaka s rastavljenim šašem na području šumarije Draganić, utvrdilo je da udjeli oštećenoga lužnjaka mogu izno-

siti 19 % do 58 % i to pri najvećoj zabilježenoj relativnoj brojnosti glodavaca od svega 14 %, uz zastupljenost podporodica Murinae i Arvicolinae od približno 50 % (Križančić 2012). Da je nastanak šteta posljedica, ne samo brojnosti glodavaca, nego i omjera miševa i voluharica u populaciji, potvrđuje i primjer istraživanja u zajednici hrasta lužnjaka s običnim grabom na području šumarije Pleternica, gdje prema Margaletiću (2001) nije bilo uočenih šteta pri relativnim brojnostima glodavaca od 10 % do 20 %, uz zastupljenost podporodice Arvicolinae od 12 % u odnosu na 88 % udjela vrsta iz podporodice Murinae. Isto slijedi i iz drugoga primjera u kojemu je na području rasadnika Hajderovac, pri relativnoj brojnosti glodavaca od 17 %, uz dominaciju miševa, evidentirana šteta na mladim biljakama hrasta lužnjaka iznosila 8 %. S obzirom da šumarska praksa u Hrvatskoj generalno slijedi naputak kako je tretiranje glodavaca opravdano na površinama na kojima je utvrđena relativna brojnost između 20 % i 30 %, a posebice ako je viša od 30 %, rezultati ovog istraživanja navedenom pridodaju kako je uz poznavanje brojnosti životinja jednako važno saznanje o udjelima podporodica u populaciji. Razlog tomu je činjenica da se voluharicama u većoj mjeri pripisuju štete na korijenovom sustavu (Moraal 1993, Margaletić 2001), a miševima na sjemenju drvenastih vrsta, iako ni miševi nisu isključeni kao štetnici kore i korijenja (Moraal 1993, Jacob i Tkadlec 2010). Analiza strukture populacije glodavaca koja je prouzročila uništenje više od petine uzorkovanih biljaka evidentiranih ovim istraživanjem i vremenski period u kojemu je nastala navedena šteta, potvrđuje su sezonski promjenjive dinamike populacija glodavaca, kao i činjenice da glavna šteta koju isti uzrokuju nastaje tijekom jesenskih i zimskih mjeseci (Smal i Fairley 1980, Henttonen 2000, Heroldová 2002, Borowski 2007). Pad brojnosti glodavaca evidentiran ovim istraživanjem podudaran je s porastom godišnjeg prosjeka količine oborina od 2011. do 2013. g. (prema podacima DHMZ-a meteorološke postaje grada Kutine) te je potvrđuje utjecaja uvjeta podneblja u regulaciji brojnosti ovih životinja (Clarke 1985). Najmanja evidentirana relativna brojnost glodavaca u proljeće 2013. g. nesumnjivo je dijelom bila uvjetovana poplavom, koja je prema usmenom priopćenju djelatnika šumarije Lipovljani zabilježena na području istraživanja u navedenom razdoblju. Malen udio oštećenih biljaka hrasta lužnjaka evidentiran u svibnju 2013. g. (Graf 1.) moguća je posljedica djelovanja poplavne vode, kojom je dio biljaka oštećenoga korijena mogao lako biti odplavljen. Promjenu u zastupljenosti podporodica glodavaca u populaciji u proljeće 2012. g. u odnosu jesen 2011. g., djelomično je možda moguće objasniti unosom 400 kilograma lužnjakovog žira u odsjek u kojemu je provedeno istraživanje u svrhu pomaganja obnove, a u prilog čega govore navodi Margaletića (2001) i Birkedal (2010). Od drugih antropogenih utjecaja, valja također spomenuti rodenticid, koji je količini od 5 kg/ha, bio godišnje izlagan na istraživanom području.

Iz analize mjesta ulova glodavaca utvrđeno je da je većina pravih miševa ulovljena u rubnome dijelu pomladne površine s većim udjelom grmolike i korovske vegetacije, dok je većina voluharica ulovljena na otvorenoj površini, čime su potvrđeni navodi Vraneša (1972), Mujezinovića (2010) i Bueschinga i sur. (2011) o utjecaju mikrolokaliteta, koji je u slučaju otvorenijega sklopa i slabije razvijenog sloja grmlja povoljniji za naseljavanje livadne, odnosno šumske voluharice. S obzirom da je glavina biljaka oštećenoga korijena uzorkovana u rubnom dijelu sastojine s većim udjelom korovske vegetacije, ali i gušćim pomlatkom, potvrđeno je da povećanju rizika od nastanka šteta pogoduje gusti sloj prizemnog rašća kao prirodnog zakona glodavcima (Jacob i Halle 2001, Hytönen i Jylha 2005, Heroldová i sur. 2007, Suchomel 2008). Utvrđen obujam i dinamika oštećenja nastalih na korijenju i kori stabljike lužnjakova pomlatka, potvrđuje su brojnih navoda o ugroženosti biljaka u periodu do prvih pet godina starosti (Gill 1992, Ward 1993, Hytönen i Jylha 2005). Kvalitativnom analizom prouzročeni šteta na hrastovu pomlatku, provedenim je istraživanjem utvrđeno kako je preživljavanje biljke, nakon što pretrpi oštećenje od glodavaca, posve onemogućeno s obzirom da dijelovi korijena najmanjih promjera imaju ključno značenje u fiziološkom smislu opskrbe biljke vodom i hranjivima, a glodavci hranjenjem mogu uzrokovati gotovo potpunu redukciju broja korjenovih vrhova i duljine korijenja.

ZAKLJUČCI

Conclusions

Sukladno rezultatima praćenja dinamike i strukture populacija glodavaca iz podporodica Murinae (pravi miševi) i Arvicolinae (voluharice) u ovisnosti od šteta koje su isti prouzročili na pomlatku hrasta lužnjaka na području šumarije Lipovljani u razdoblju od 2011. g. do 2013. g., u nastavku su navedeni zaključci provedenih istraživanja:

- pri iznosima relativno niske brojnosti glodavaca (0–16 %), više od petine hrastova pomlatka (22 %) može biti uništeno zbog posljedica grizenja korijena, posebice ako u strukturi populacije glodavaca dominiraju voluharice.
- hranjenje glodavaca korijenjem hrastova pomlatka posljedično znači gubitak i do 77 % volumena korijena, 96 % korijenovih vrhova te smanjenje duljine korijena i do 97 %, čime je potpuno isključena mogućnost oporavka oštećene biljke, s time da postotak gubitka raste sa starošću biljke.
- hranjenje glodavaca korom stabljike hrastova pomlatka posljedično znači stvaranje grizotina površine od 16,5 mm² do 766,5 mm² i to prosječno na 1,6, a najviše na pet mjesta na stabljici, s time da se broj mjesta grizenja, kao i površina grizotine, povećava sa starošću biljke.

LITERATURA

References

- Androić, M. i sur., 1981: Priručnik Izvještajne i Dijagnostičko – prognozne službe zaštite šuma, savez inženjera i tehničara šumarstva i industrije za preradu drveta Jugoslavije, 319.–335., Beograd
- Barčiová, L., M. Macholán, 2009: Morphometric key for the discrimination of two wood mice species, *Apodemus sylvaticus* and *A. flavicollis*, Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae 55: 31–38.
- Birkedal, M., M. Löf, G.E. Olsson, U. Bergsten, 2010: Effects of granivorous rodents on direct seeding of oak and beech in relation to site preparation and sowing date, Forest Ecology and Management, Vol. 259: 2382–2389.
- Borowski, Z., 2007: Damage caused by rodents in Polish forests, Int. J. Pest Manag. 53:303–310.
- Buesching, C.D., C. Newman, J.T. Jones, D.W. Macdonald, 2011: Testing the effects of deer grazing on two woodland rodents, bankvoles and woodmice, Basic and Applied Ecology, Vol.12: 207–214.
- Bugarski-Stanojević, V., J. Blagojević, T. Adnađević, V. Jovanović, M. Vujošević, 2013: Identification of the sibling species *Apodemus sylvaticus* and *Apodemus flavicollis* (Rodentia, Muridae) — Comparison of molecular, Zoologischer Anzeiger – A Journal of Comparative Zoology, 252: 579–587.
- Clarke, J.R., 1985: The reproductive biology of the bank vole (*Clethrionomys glareolus*) and wood mouse (*Apodemus sylvaticus*), Symp. Zool. Soc. Lond., 55: 33–59.
- Crnković, D., 1982: Kontrola brojnosti i suzbijanje miševa na području SŠGO "Slavonska šuma" Vinkovci. Zbornik radova, 285–287.
- Gill, R.M.A., 1992: A review of damage by mammals in north temperate forests. 2. Small mammals, Forestry, 65:281–308.
- Glavaš, M., J. Margaletić, B. Hrašovec, D. Diminić, 1996: Mišoliki glodavci, štete i suzbijanje u nizinskim šumama, U: S. Sever, (ur.), Zaštita šuma i pridobivanje drva, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu i Šumarski institut Jastrebarsko, 7–10.
- Hansson, L., J. Zejda, 1977: Plant damage by bank voles (*Clethrionomys glareolus* Schreb.) and related species in Europe, EPPO Bull., 7:223–242.
- Henttonen, H., 2000: Long-term dynamics of bank vole *C. glareolus* at Pallasjärvi, northern Finnish taiga, Pol. J. Ecol., 48:31–36.
- Heroldová, M., 2002: Food selection of *Microtus agrestis* in air-pollution affected clearings in the Beskydy Mts, Czech Republic, Folia Zool., 51:83–91.
- Heroldová, M., J. Suchomel, L. Purchart, M. Homolka, J. Kamler, 2007: Small forest rodents: an important factor in the regeneration of forest stands, Beskydy, 20:217–220.
- Huitu, O., M. Rousi, H. Henttonen, 2013: Integration of vole management in boreal silvicultural practices, Pest Manag. Sci., 69: 355–361.
- Hytönen, J., P. Jylha, 2005: Effects of competing vegetation and post-planting weed control on the mortality, growth and vole damages to *Betula pandula* planted on former agricultural land, Silva Fenn., 39:365–380.
- Jacob, J., S. Halle, 2001: The importance of land management for population parameters and spatial behaviour in common voles (*Microtus arvalis*). U: H.J. Pelz, D.P. Cowan, C.J. Feare, (ur.), Advances in vertebrate pest management. II. Fürth: Filander Verlag, 319–330.
- Jacob, J., E. Tkadlec, 2010: Rodent outbreaks in Europe: dynamics and damage, U: G.R. Singleton, S.R. Belmain, P.R. Brown, B. Hardy (ur.), Rodent outbreaks: ecology and impacts, International Rice Research Institute: 289., Los Baños
- Križančić, M., 2012: Štete od sitnih glodavaca na području šumarije Draganić u 2007/2008. godini, Diplomski rad, Šumarski fakultet Zagreb. (43–45.)
- Margaletić J., 1997: Mišoliki glodavci i njihova štetnost u Turopoljskom Lugu i šumama Hrvatske, Magisterij, Šumarski fakultet Zagreb. (20., 25., 26., 91., 80–82.)
- Margaletić, J., 2001: Zaštita hrastovih nizinskih šuma od sitnih glodavaca iz porodica Murinae i Arvicolinae, Disertacija, Šumarski fakultet Zagreb. (36., 178., 179.)
- Maron, J.L., M. Kauffman, 2006: Habitat-specific consumer impacts on plant population dynamics, Ecology 87: 113–124.
- Mathys, G., 1977: Report of the joint FAO/WHO/EPPO conference on rodents of agricultural and public health concern. EPPO Bull. 7: 554.
- Moraal, L.G., 1993: Prevention of vole damage on trees. Research Report, 93: 1–15.
- Mujezinović, O., 2010: Sitni glodari u šumskim ekosistemima Bosne i Hercegovine, Disertacija, Univerzitet u Sarajevu, Šumarski fakultet, Sarajevo: 110–113.
- Niemeyer, H., R. Haase, 2003: The importance of voles in afforestation of farmland. Forst und Holz 58:26–31.
- Niethamer, J., F. Krapp, 1978: Handbuch der Säugetiere Europas: Nagetiere 1/1. Akad. Verlag Wiesbaden, 1: 281–381.
- Niethamer, J., F. Krapp, 1982: Handbuch der Säugetiere Europas: Nagetiere 2/1. Akad. Verlag Wiesbaden, 2: 51–491.
- Roth, V., 2002: Različita svojstva hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) iz sjemenskih zona i sjemenskih jedinica Hrvatske, u rasadniku i šumskoj kulturi, Disertacija, Šumarski fakultet Zagreb. (84., 85., 147., 148.)
- Seletković, I., N. Potočić, M. Šango, 2011: Primjenjivost preparata za folijarnu primjenu Hungavit u svrhu povećanja kvalitete sadnica obične bukve (*Fagus sylvatica* L.) i hrasta lužnjaka (*Quercus pedunculata* L.) u rasadničkoj proizvodnji, Šumarski list, Posebni broj: 239–247.
- Sikes, R.S., W.L. Gannon, 2011: Guidelines of the American Society of Mammalogists for the use of wild mammals in research. Journal of Mammalogy, 92: 235–253.
- Smal, C. M., J.S. Fairley, 1980: Food of wood mice (*Apodemus sylvaticus*) and bank voles (*Clethrionomys glareolus*) in oak and yew woods at Killarney, Ireland, J. Zool., 191: 413–418.
- Suchomel, J., 2008: A contribution towards the knowledge of the effect of small mammals on the regeneration of forest trees in selected stands of the Kelec upland (Czech Republic), Acta Univ. Agric. Silvicult. Mendeliana Brunensis, 1:267–270.
- Vraneš, M., 1972: Frekvencija malih sisavaca na suhom i poplavnom staništu hrastove šume kod Petrijevaca, Magisterij, Šumarski fakultet Zagreb. (95.)
- Vucelja, M., 2013: Zaštita od glodavaca (Rodentia, Murinae, Arvicolinae) u šumama hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) – integrirani pristup i zoonotički aspekt, Disertacija, Šumarski fakultet Zagreb (83)
- Vukelić, J., Đ. Rauš, 1998: Šumarska fitocenologija i šumske zajednice u Hrvatskoj. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu: 310.

Summary

Small rodents from subfamilies Murinae (real mice) and Arvicolinae (voles) during the years of their mass occurrence can impede natural regeneration of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) forests by causing damage to seeds, stem and roots of young plants. Such damage on different tree species is being recorded throughout Europe periodically. In Croatian forestry an area size on which rodent damage occurs in the years of their high abundance extends on 4500 hectares on average. The mere observing of the damage and of rodent presence is the most common method of evaluating rodent abundance while thorough analysis of the two is generally missing. The aim of this research was to conduct qualitative and quantitative analysis of rodent damage made to stem and root system of pedunculate oak saplings in accordance to rodent abundance, dynamics and population structure in young-growth pedunculate oak forest (*Genisto elatae* – *Quercetum roboris* Ht. 1938) situated within the region of Central Posavina (Lipovljani, Opeke). Quantitative analysis included monitoring of rodent abundance (linear transect method, three transects, 112 snap traps) and counting oak saplings on five experimental plots (5m × 5m) where saplings that had gnawing marks on their stem or roots were sampled and counted as damaged. Qualitative analysis included measuring dimension of gnawing marks (width × height) along with scanning, analysing and comparing damaged and undamaged root systems of sampled oak saplings. The latter was done using scanner Epson Expression 10000 XL while the WinRhizo software was used to determine root variables: length, volume and the number of root tips. Data classification of the root length and number of root tips was made in accordance to four categories depending on the diameter of root sections: 0–1 mm, 1–2 mm, 2–5 mm, > 5 mm. Roots of 115 damaged and 33 undamaged oak saplings was sampled, scanned and sorted into three categories depending on a plant height: <40 cm, 40–80 cm, >80 cm. Plant and rodent sampling were done in November 2011, April 2012 and in May 2013. Morphological determination of rodents was done according to Niethammer and Krapp. Georeferencing of trapped animals was made using the GPS (Garmin Oregon 450). Collected data was analysed using Garmin MapSource ver. 6.16.3., Microsoft Office Excel 2007 and STATISTICA 8. Differences between undamaged and damaged roots of the saplings were tested by Student t-test, or in case of inhomogeneous variances, by nonparametric Mann-Whitney U-test. In all the analyzes 5 % error was considered statistically significant. Monitoring of the rodent population showed that in period from November 2011 till May 2013 rodent abundance varied from 0 % to 16 % and that ratio of subfamilies Arvicolinae and Murinae changed seasonally (Graph 1). Analysis of the rodent spatial distribution showed that most of real mice were trapped on transect covered by dense vegetation, while voles were mostly trapped on other two transects with less vegetation coverage. Quantitative analysis showed that the ratio of damaged pedunculate oak saplings varied from 0,0 % to 42,05 % within individual experimental plots, while the highest overall recorded ratio was 22 %. Qualitative analysis showed that the extent of damage made by rodents increased with the age of oak saplings (1–5 years), both on the root system (Graphs 2–6) and on the stem. Feeding on the stems of the saplings resulted in gnawing marks that varied from 16,5 mm² to 766,5 mm² in size and were 182,5 mm² on average. Number of gnawing marks recorded on individual plant varied from one to five and was 1,6 on average. Rodent feeding on root system resulted in loss of 57–77 % of root volume, 71 %–97 % of root length and 65 %–96 % of root tips of pedunculate oak saplings depending on the height of a plant. Statistically significant difference in volume, root length and number of root tips between damaged and undamaged oak saplings within almost all high and root categories was determined. This research confirmed that rodent abundance and population structure varies seasonally and is therefore important to be aware of it while it provides basic information for predicting the damage made by rodents on the pedunculate young-growth. It also showed that, in accordance to root volume, length and number of root tips of pedunculate oak saplings damaged by rodents – that were measured for the first time within this research – the plant itself cannot recover from the loss.

KEY WORDS: rodents, pedunculate oak, damage, saplings, roots, stem