

Diverzitet pedofaune svetlih šuma Petnice

U julu 2010. godine na tri lokaliteta u Petnici sakupljeni su i determinisani beskičmenjaci stelje svetlih šuma hrasta i graba. Cilj istraživanja bio je utvrđivanje sastava i diverziteta zajednice beskičmenjaka stelje i zemljišta, kao i ustanovljavanje razlika u zastupljenosti i diverzitetu istraživanih šuma. Konstatovano je prisustvo 34 taksona iz 17 redova beskičmenjaka. Grupe sa najvećom zastupljenošću u uzorcima su Coleoptera (101 jedinka) i Aranea (90 jedinki). Najviše indekse diverziteta i ujednačenosti ima subasocijacija hrasta i graba sa kostrišem, dok najmanje indekse ima mešovita vegetacija graba i hrastova, verovatno zbog izraženog antropogenog uticaja. Najbližnje pedofaune poseduju šume hrastova i šuma hrasta i graba sa jasenom, verovatno zbog male udaljenosti među lokalitetima.

Uvod

Zemljište je tanak površinski sloj zemljišne kore (litosfere) koji nastaje mehaničkim, fizičkim i hemijskim raspadanjem stena. Zemljište predstavlja veoma kompleksan ekosistem. Iznad zemljišta nalazi se stelja (detritus), koja se formira od opalog lišća i drugih organskih materija. U stelji možemo naći grupe organizama, tzv. organizme stelje koji su se prilagodili na specifične uslove života koji u njoj vladaju. Najbrojniji stanovnici stelje su iz grupa Collembola, paukova (Aranea), rakova mokrica Iso-poda, stonoga (Myriapoda) i insekata (Insecta), kao i krpelji (Acarina) i valjkasti crvi (Nematoda).

Različiti organizmi u stelji i zemljištu imaju različite ekološke uloge, tj. zauzimaju drugačije ekološke niše. Grupe Protura, Diplura i Collembola se

hrane organskim materijama, dok postoje i organizmi koji se hrane drugim organizmima (predatori). Sve ove organizme možemo povezati kroz lance i mreže ishrane. Glavna uloga organizama u složenim mrežama ishrane je obrada (hemijske reakcije) različitih tipova kompleksnih polimera, npr. proteina i šećera, do jednostavnijih oligomera, monomera i konačno do CO₂, H₂O i minerala. Samo nesvarljive frakcije ugljenika učestvuju u formiranju humusnih materija (Beck 1993).

Životinjski organizmi koji žive u stelji i zemljištu čine pedofaunu (Krunić 1992a, 1992b).

Klasifikacija pedoorganizama je izvršena u odnosu na veličinu tela životinja. Možemo razlikovati sledeće grupe: mikrofaunu (veličina tela ispod 0.2 mm), mezofaunu (0.2-4 mm), makrofaunu (4-80 mm), kao i megafaunu (preko 80 mm). Sastav i struktura zajednica pedofaune zavisi od abiotičkih (orografskih, hemijskih; Pitzalis *et al.* 2005), ali i biotičkih ekoloških faktora (tip vegetacije, bogatstvo bakteriocenoza; Chagnon *et al.*, 2000; Salamon *et al.* 2004). Istraživanja pedofaune u zagađenim sredinama pokazala su da se organizmi stelje i zemljišta mogu koristiti kao bioindikatori stanja životne sredine i kao model za monitoring ekosistema (Paoletti *et al.* 1991; Paoletti i Hassal 1999; Spurgeon i Hopkin 1996; Van Straalen 1997; Hobbelen *et al.* 2006; Bur *et al.* 2009). Skorašnja revizija dosadašnjih istraživanja pedofaune ukazala je na njen značajan diverzitet u centralnom delu Srbije (Milutinović *et al.* 2010).

Cilj našeg istraživanja je ispitivanje sastava pedofaune i diverziteta pedoorganizama u stelji svetlih šuma Petnice. Poznavanje sastava pedofaune bi pomoglo definisanju početnog stanja životne sredine okoline Petnice u eventualnom biomonitoringu

Sofija Andrić (1993), Kragujevac, Save Dimitrijevića 64, učenica 2. razreda Prve kragujevačke gimnazije

Vladimir Čabarkapa (1993), Kragujevac, učenik 2. razreda Prve kragujevačke gimnazije

MENTOR: Dragan Antić, apsolvent, Biološki fakultet Univerziteta u Beogradu

kvaliteta zemljišta. Zbog postojanja razlika u osvetljenosti i vegetacionom sklopu šuma Petnice (Đokić 2002), dodatni cilj rada je i utvrđivanje razlika u zastupljenosti pedoorganizama i diverzitetu utvrđenih tipova šuma.

Opis istraživanih lokaliteta

Selo Petnica nalazi se oko 7 kilometara istočno od Valjeva. Ovaj kraj odlikuje velika raznovrsnost fitocenoza – prisutne su šume, livade, ruderalna staništa, priobalno-jezerska staništa, zamočvarene livade (Sabovljević 1993). šumski kompleks na Despića brdu u Petnici bio je predmet mnogih istraživanja. Ovde je zastupljena asocijacija *Quercus-Carpinetum moesiicum (serbicum)* Rudski, 1949 – zajednica hrasta i graba. Ona je na ovom brdu diferencirana u tri subasocijacije na osnovu kodominantne biljne vrste (Đokić 2002), u kojima su izabrani lokaliteti za uzorkovanje pedofaune:

- L1 – subasocijacija *Q. C. m. aculeatosum* Jovanović – kodominantna vrsta je kostriš (Ruscus aculeatus L.)
- L2 – subasocijacija *Q. C. m. quercetosum frainetto* Gajić – kodominantne vrste su hrastovi (*Q. frainetto* Tenore, pre svega, a zatim i *Quercus petrea* (Mattuschka) Lieblein, *Q. cerris* Willd.)
- L3 – subasocijacija *Q. C. m. fraxinetosum ornii* Sabovljević – kodominantna vrsta je jasen (*Fraxinus ornus* Pers.)

Materijal i metode

Sakupljanje uzoraka vršeno je u periodu od 20. do 25.7.2010. godine. Radi potpunijeg uzorkovanja korišćene su dve metode: metoda prosejavanja stelje kroz entomološko sito i metoda Barber (pit-fall) klopki (Nikolić i Ćurčić 2009). Metoda prosejavanja stelje izvodi se tako što se, nakon uklanjanja sloja površinskog lišća, uzorak stelje stavlja u entomološko sito dimenzija 1×0.5 m (sa promerom oka ca 3×3 mm), a zatim prosejava na svetlu podlogu. Pedoorganizmi koji se nađu na toj podlozi prikupljaju se pomoću pinceta i četkica, a potom konzerviraju u flakone u kojima se nalazi 70% rastvor alkohola.

Šezdeset Barber klopki je postavljeno u šumi na severnoj strani Despića brda, nadomak Petničke pećine. Klopke se sastoje od plastične čaše zapremine 2 dL koja je zakopana u zemlju tako da je

otvor čaše u nivou sa samim zemljištem. Dvotrećinski deo zapremine čaše ispunjen je razblaženom sirćetnom kiselinom. Nakon četiri dana postavljene klopke se uzimaju iz stelje i nose u laboratoriju gde se vrši izdvajanje organizama i njihovo pakovanje u obeležene flakone.

Determinacija organizama se vrši pomoću binokularne lupe i ključeva za determinaciju. Determinisani pedoorganizmi pohranjeni su u obeleženim flakonima u kolekciji Istraživačke stanice Petnica.

Kao kvantitativni pokazatelj diverziteta korišćeni su indeks diverziteta po Shannon-Wieveru (H), i indeks ujednačenosti (J). Indeks diverziteta pokazuje stabilnost neke životne zajednice ili nekog njenog dela, u ovom slučaju pedofaune, dok indeks ujednačenosti predstavlja odnos jedinki u biocenozi. Kao numerički pokazatelj sličnosti faune subasocijacija korišćen je Morisita-Horn indeks sličnosti faune (Magurran 2004).

Rezultati i diskusija

Na istraženim lokalitetima prikupljeno je ukupno 336 jedinki iz 17 redova beskičmenjaka. U tabeli 1 prikazana je brojnost jedinki različitih taksonomskih kategorija. Utvrđeno je prisustvo 17 redova, 12 familija, 2 roda i 15 vrsta. Najviše jedinki je konstatovano na prvom lokalitetu (vegetacija sa kostrišem), ukupno 147 jedinki. Na drugom lokalitetu (mešavina hrastova) ima najmanje jedinki, 80, dok je na trećem lokalitetu (šuma sa jasenom) pronađeno 109 jedinki.

U tabeli 2 dat je sumaran pregled broja jedinki po redovima. U subasocijaciji kostriša (L1) konstatovano je 13 redova, u subasocijaciji sa hrastovima (L2) ima 9 redova, a u subasocijaciji sa jasenom (L3) pronađeno je 12 redova. Najviše jedinki je pronađeno u okviru redova Coleoptera i Aranea koji su predatori, dok jedinki iz redova Polydesmida i Hemiptera ima najmanje.

Na slikama 1-3 prikazani su taksonomski spektri učestalosti redova beskičmenjaka u pedocenzama. Uočavaju se razlike među istraženim šumskim stelijama. U pedocenozi lokaliteta L1 (slika 1) najviše ima Coleoptera 22%, Archeognata 24% i Aranea 27%, dok najmanje ima Isopoda i Hymenoptera (po 1%). U pedocenozi lokaliteta sa hrastovima (slika 2) najbrojnije su jedinke iz redova Coleoptera (36%), Hymenoptera (31%) i Aranea (23%) najbrojnije. Uočava se odsustvo jedinki iz reda Collembola. Na slici 3 prikazane su procentualne zastupljenosti re-

Tabela 1. Pregled najnižih identifikovanih taksona i njihova brojnost (u jedinkama) po lokalitetima

Takson	L1	L2	L3	Ukupno jedinki
Coleoptera indet.	0	3	2	5
Nitidulidae	1	10	13	24
<i>Pterostichus niger</i>	1	0	1	2
<i>Ocytus olens</i>	1	0	0	1
Chrysomelidae	1	0	0	1
<i>Agriotes mancus</i>	0	1	0	1
<i>Oxytelus sculptus</i>	0	3	0	3
Cerambycidae	0	1	0	1
<i>Leistus ferrugineus</i>	2	0	0	2
<i>Phyllobius</i> sp.	1	0	0	1
Carabidae	26	11	23	60
Aphididae	0	1	0	1
<i>Cydnus aterrimus</i>	1	0	0	1
Blatodea indet.	2	0	0	2
<i>Ectobius</i> sp.	1	0	0	1
Collembola	15	0	5	20
Machilidae	35	0	3	38
Isopoda	1	1	2	4
Cecidomyiidae	0	0	3	3
Acari	6	0	0	6
Aranea	39	18	33	90
<i>Euscorpius</i> sp.	0	1	1	2
Pseudoscorpiones indet.	0	1	1	2
<i>Neobisium</i>	2	0	0	2
Myrmicinae	0	20	1	21
Dolichoderinae	1	5	10	16
Julidae	6	0	2	8
<i>Geophilus</i> sp.	0	0	4	4
<i>Lithobius forficatus</i>	0	0	3	3
<i>Lithobius geophilus</i>	2	0	0	2
<i>Lithobius parientum</i>	0	2	0	2
<i>Polydesmus</i> sp.	0	1	0	1
<i>Eupolybothrus</i> sp.	1	1	2	4
<i>Cryptops anomalans</i>	2	0	0	2
Broj taksona na lokalitetu	21	16	17	

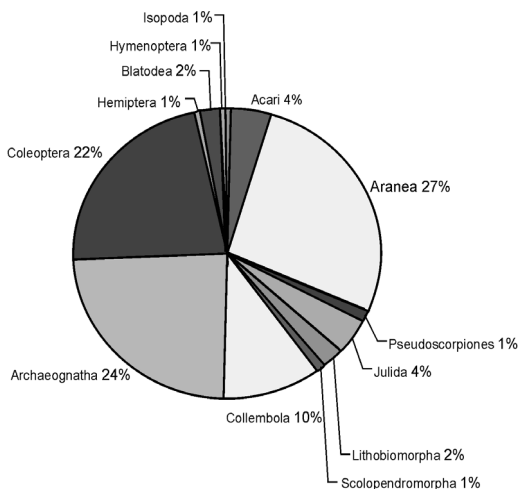
dova u stelji subasocijacije sa jasenom. Najzastupljeniji su redovi Coleoptera (36%) i Aranea (30%).

Kao najjednostavniju procenu diverziteta možemo uzeti broj različitih taksona prisutnih u zajednici. Prema podacima iz tabele 1, najveći diverzitet sa 21 prisutnim taksonom, ima zajednica hrasta i graba sa kostrišem (L1). U tabeli 3 prikazani su Shannon-

-Weaverov indeksi diverziteta i indeksi ujednačenosti istraživanih lokaliteta. šuma hrasta i graba sa kostrišem, koja je najtamnija među istraživanim, sem najvećeg broja taksona, poseduje i najveći Shannon-Weaverov indeks diverziteta ($H = 1.90$) i indeks ujednačenosti ($J = 0.74$).

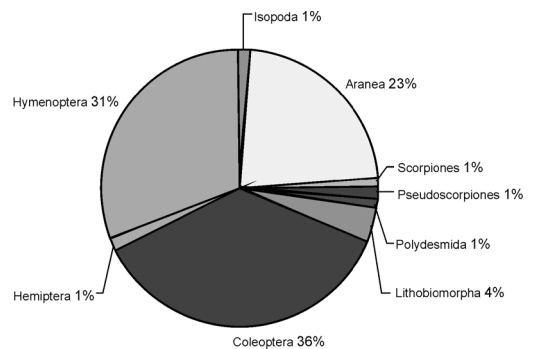
Tabela 2. Broj jedinki određenih redova beskičmenjaka po lokalitetima

Redovi	L1	L2	L3	ukupno
Isopoda	1	1	2	4
Acari	6	0	0	6
Aranea	39	18	33	90
Scorpiones	0	1	1	2
Pseudoscorpiones	2	1	1	4
Julida	6	0	2	8
Polydesmida	0	1	0	1
Geophilomorpha	0	0	4	4
Lithobiomorpha	3	3	5	11
Scolopendromorpha	2	0	0	2
Collembola	15	0	5	20
Archaeognatha	35	0	3	38
Coleoptera	33	29	39	101
Hemiptera	1	1	0	2
Blatodea	3	0	0	3
Diptera	0	0	3	3
Hymenoptera	1	25	11	37



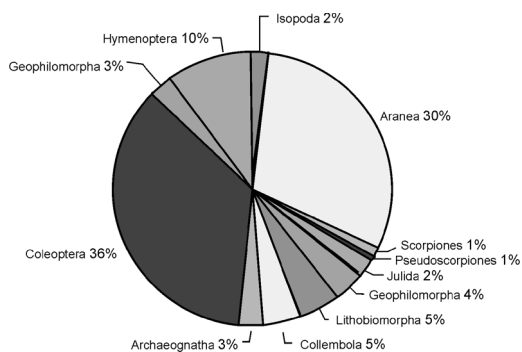
Slika 1. Procentualna zastupljenost redova u šumi hrasta i graba sa kostrišem

Figure 1. Percentage of goups in an oak and hornbeam forest with ragwort



Slika 2. Procentualna zastupljenost redova u mešovitoj šumi graba sa hrastovima

Figure 2. Percentage of goups in a hornbeam and oak forest



Slika 3.
Procentualna zastupljenost redova u šumi hrasta i graba sa jasenom

Figure 3.
Percentage of groups in an oak and hornbeam forest with ash trees

Tabela 3. Shannon-Weaverov indeks diverziteta (H) i indeks ujednačenosti (J) pedocenoza u istraženim šumama

	L1	L2	L3
H	1.90	1.46	1.80
J	0.74	0.67	0.72

Tabela 4 prikazuje sličnost faune istraživanih lokaliteta u vidu vrednosti Morisita-Horn indeksa sličnosti. Najveća je sličnost između mešovitišuma hrasta i šume sa jasenom: 0.89, dok je najmanja između šuma hrasta i šume sa kostrišem: 0.60. Dobi-jeni indeksi numeričke sličnosti mogu se bolje obja-sniti prostornom udaljenošću subasocijacija nego osvetljenošću. Najudaljeniji lokaliteti (L1 i L2) uje-dno imaju i najmanju sličnost faune.

Tabela 4. Vrednosti Morisita-Horn indeksa za sličnost između istraženih zajednica

	L2	L3
L1	0.608316	0.810995
L2		0.891126

Zaključak

U julu 2010. godine na tri lokaliteta svetlih šuma okoline Petnice utvrđeno je prisustvo 17 redova beskičmenjaka. Najviše prikupljenih jedinki pripadalo je redovima Coleoptera (101 jedinka) i Aranea (90 jedinki). Ovi redovi brojni su u sve tri istražene subasocijacije šuma hrasta i graba, a kako su u pitanju predatorski beskičmenjaci, njihova velika brojnost ukazuje na diverzifikovanost mreža ishrane u istra-živanim pedocenoza.

Najveći indeks diverziteta i ujednačenosti ima subasocijacija hrasta i graba sa kostrišem, dok naj-manje indekse ima mešovita vegetacija hrastova, verovatno zbog izraženog antropogenog uticaja. Najslabije pedofaune imaju šume hrastova i šuma hrasta i graba sa jasenom, verovarno zbog male udaljenosti među lokalitetima.

Literatura

- Beck D. E. 1993. Acorns and oak regeneration. U *Oak Regeneration: Serious Problems and Practical Recommendations* (ur. D. Loftis & C. E. McGee). Asheville: Southeastern Forest Experiment Station, str. 96.
- Bur T., Probst A., Bianco A., Gandois L., Crouau Y. 2009. Determining cadmium critical concentrations in natural soils by assessing Collembola mortality, reproduction and growth. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, **73** (3): 415.
- Chagnon M., Paré D., Hébert C. 2000. Relationships between soil chemistry, microbial biomass and the collembolan fauna of southern Québec sugar maple stands. *Ecoscience*, **7**: 307.
- Đokić V. 2002. Uticaj nekih mikroklimatskih faktora na diferencijaciju zajednice tipa Quercus – Carpinetum moesiicum (serbicum) Rudski 1949. u okolini Petnice. *Petničke sveske*, **51**: 77.
- Hobbelen P. H. F., Van den Brink P. J., Hobbelen, J. F., Van Gestel C. A. M. 2006. Effects of heavy metals on the structure and functioning of detritivore communities in a contaminated floodplain area. *Soil Biol. Biochem.*, **38**: 1596.
- Krunić M. 1992a. *Zoologija invertebrata I deo*. Beograd: Naučna knjiga
- Krunić M. 1992b. *Zoologija invertebrata II deo*. Beograd: Naučna knjiga

Magurran A. E. 2004. *Measuring Biological Diversity*. Oxford: Blackwell Science

Milutinović T., Avramović S., Pešić S., Blesić B., Stojanović M., Bogdanović A. M. 2010. Contribution to the knowledge of pedofauna in šumadija (cntral part of Serbia). *Biotechnol. & Biotechnol. Eq.*, **24**: 628.

Mršić N. 1997. *Živali naših tal*. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije

Nikolić Z., Čurčić S. 2009. *Praktikum iz entomologije*. Beograd: Biološki fakultet

Paoletti M. G., Favretto M. R., Stinner B. R., Purrington F. F., Bater J. E. 1991. Invertebrates as bioindicators of soil use. *Agric. Ecosyst. Environ.*, **34**: 341.

Paoletti M. G., Hassall M. 1999. Woodlice (Isopoda: Oniscidea): their potential for assessing sustainability and use as bioindicators. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, **74**: 157.

Pitzalis M., Fattorini S., Trucchi E., Bologna M. A. 2005. Comparative analysis of species diversity of Isopoda, Oniscidea and Collembola communities in burnt and unburnt habitats in Central Italy. *Ital. J. Zool.*, **72**: 127.

Sabovljević M. 1993. Prilog proučavanju biljnih zajednica Petnice. *Petničke sveske*, **33/II**: 27.

Salamon J-A., Schaefer M., Alpei J., Schmid B., Scheu S. 2004. Effects of plant diversity on Collembola in an experimental grassland ecosystem. *Oikos*, **106**: 51.

Spurgeon D. J., Hopkin S. P. 1996. The effects of metal contamination on earthworm populations around a smelting works: quantifying species effects. *Applied Soil Ecology*, **4**: 147.

Van Straalen N. M., 1997. Community structure of soil arthropods as biondicators of soil health. U *Biological Indicators of Soil Health* (ur. C. Pankhurst). London: CAB International, str. 235.

Sofija Andrić and Vladimir Čabarkapa

Pedofaunal Diversity of Petnica's Open Forests

Litter and soil invertebrates of Petnica's open hornbeam and oak forests were collected from three sites. The sites were chosen so as to represent three vegetational subassociations of this forest. The aim of this research was to survey the composition and diversity of pedoorganism communities, as well as to outline differences in the groups' prevalence and diversities at the studied sites. During the research, 34 invertebrate taxa from 17 orders were recorded. The most numerous groups were Coleoptera (101 individuals) and Aranea (90 individuals). The highest diversity index and evenness were calculated for subassociation of oak and hornbeam with ragwort. The subassociation with a mixed vegetation of oaks has the least diversity index value, which was probably caused by human influence. The most similar, regarding the pedofauna composition, were subassociation with mixed oaks and subassociation with ash trees, probably due to the small distance between the sites.

