

Екол. Зашт. Живот. Сред.	Том 12	Број 1-2	Страна 3 - 8	Скопје 2009
Ecol. Prot. Env.	Tome	No	pp.	Skopje

**ПОДЗЕМНА ФИТОМАСА И ПРОДУКЦИЈА ВО БУКОВИОТ
ЕКОСИСТЕМ *Calamintho grandiflorae-Fagetum* ВО
НАЦИОНАЛНИОТ ПАРК „МАВРОВО“.
IV. ПОДЗЕМНА ФИТОМАСА ВО КАТОТ НА ТРЕВЕСТИТЕ
РАСТЕНИЈА**

Славчо ХРИСТОВСКИ¹, Љупчо МЕЛОВСКИ¹, Марјана ШУШЛЕВСКА² и Љупчо ГРУПЧЕ³

¹Институт за биологија, Природно-математички факултет, Скопје

²Фармахем, Скопје

³Македонско еколошко друштво, Скопје

ИЗВОД

Христовски, С., Меловски, Љ., Шушлевска, М., Групче, Љ. (2009). Подземна фитомаса и продукција во буковиот екосистем *Calamintho grandiflorae-Fagetum* во Националниот парк „Маврово“. IV. Подземна фитомаса во катот на тревестите растенија. Екол. Зашт. Живот. Сред. 12(1/2): 3-8.

Во овој труд е прикажана подземната фитомаса на тревестиот кат во буковиот екосистем *Calamintho grandiflorae-Fagetum* во Националниот парк „Маврово“.

Подземната фитомаса во истражуваниот екосистем беше ниска и изнесуваше 16,6 kg·ha⁻¹. Најголем дел од подземната фитомаса даваат видовите: *Dentaria bulbifera*, *Pteridium aquilinum* и *Anemone nemorosa*.

R/S однос варираше во граници од 0,11 до 5,08. Подземната продукција во тревестиот кат беше проценета на ~6,4 kg·ha⁻¹·год.⁻¹.

Клучни зборови: бука (*Fagus sylvatica*), шумски екосистем, подземна фитомаса, тревест кат.

ABSTRACT

Hristovski, S., Melovski, Lj., Šušlevska, M. and Grupče, Lj. (2009). Belowground phytomass and production in the beech ecosystem *Calamintho grandiflorae-Fagetum* in Mavrovo National Park. IV. Belowground phytomass and production of herb layer. Ecol. Zašt. Život. Sred. 12(1/2): 3-8

Belowground phytomass and production of the herb species (the herb layer) in the beech ecosystem *Calamintho grandiflorae-Fagetum* in Mavrovo National Park is analyzed.

Belowground phytomass in the herb layer was low (16,6 kg·ha⁻¹). Species with highest percentual participation were *Dentaria bulbifera*, *Pteridium aquilinum* and *Anemone nemorosa*. R/S ratio varied between 0.11 and 5.08 Annual production was assessed at ~6.4 kg·ha⁻¹·y⁻¹.

Key words: beech (*Fagus sylvatica*); forest ecosystem, belowground phytomass, herb layer.

Вовед

Катот на тревестите растенија во шумските екосистеми има различно значење за интензитетот на кружењето на минералните материи во зависност од неговата застапеност и разновидност. Во добро развиени мезофилни шуми, тревестиот кат има мала биомаса и е претставен со помал број видови, како што е буковиот екосистем во Маврово. Сепак, значењето на тревестиот

кат подобро може да се согледа доколку се анализира минералниот состав и соодносот на минералните материи, големото количество продуциран опад во однос на биомасата, како и брзата деградација, а подземната биомаса има значење за исхраната на педофауната (Melovski et al. 2004; Whigham 2004).

Надземната фитомаса на тревестиот кат била истражувана во поголем број шумски екосистеми во Европа (Rajchel 1964; Kubíček and

Jurko 1975; Tumidajowicz, 1976, 1977; Towpasz & Tumidajowicz 1977; Brunet et al. 1996; Nihlgård 1972; Nihlgård & Lindgren 1977), додека за подземната фитомаса постојат многу помал број податоци. Слична е и состојбата со истражувањата во Северна Америка (Siccama et al. 1970; Zavitkovski 1976; Brewer 1980; Yarie 1980; Davison & Forman 1982; Gilliam & Turrill 1993).

Во составот на тревестиот кат на истражуваниот локалитет влегуваат 53 видови. Надземната фитомаса, како и содржината и количеството на минералните материји во истражуваниот буков екосистем во Маврово е презентираан кај Melovski et al. (2004). Неговата надземната продукција е ниска ($21,37 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{год.}^{-1}$), но споредлива со други букови екосистеми во Европа (Kubiček and Jurko 1975; Nihlgård & Lindgren 1977).

Во овој труд е прикажана вкупната подземна фитомаса на растенијата од тревестиот кат, како и подземната фитомаса на одделните видови. Направен е обид да се процени и подземната продукција на тревестиот кат.

Методи на работа

Методите за определување на надземната фитомаса и добиените резултати се дадени кај Melovski et al. (2004). Овие податоци беа искористени за да се процени односот на подземната и надземната фитомаса во катот на тревестите растенија (R/S).

Φ_{T} беше определена врз база на Φ_{H} и односот на подземна и надземна фитомаса (R/S) на доминантните видови растенија.

$$\Phi_{\text{T}} = R/S \cdot \Phi_{\text{H}}$$

R/S беше определен со мерењата на над-

земната и подземната маса на околу 20 видови тревести растенија во тек на јуни 2003 година. Комплетни примероци од растенијата (надземен и подземен дел) беа собрани во околината на детското одморалиште «Бунец» (Сл. 10). Со истражувањата беа опфатени следните видови: *Acer* sp., *Actaea spicata*, *Anemone nemorosa*, *Aremonia agrimonoides*, *Asperula odorata*, *Brachipodium sylvaticum*, *Carex* sp., *Daphne mezereum*, *Dentaria bulbifera*, *Euphobia amygdaloides*, *Fagus sylvatica* (никулци), *Fragaria vesca*, *Galeobdolon luteum*, *Mycelismuralis*, *Neottianidus-avis*, *Orthilia secunda*, *Pteridium aquilinum*, *Pulmonaria officinalis*, *Rubus* sp., *Sanicula europaea*, *Viola reichenbachiana*.

Подземните органи на растенијата (коренја, грукти, ризоми) беа измиени со млаз од вода за да се отстрани почвата. Исчистените подземни делови, како и надземните делови, беа сушени во хартиени кесички на температура од 105°C во тек на 24 h т.е. до апсолутно сува маса. На крај, материјалот беше мерен на вага со прецизност од 0,0001 g.

НПП_{T} беше определена како збир на надземната (НПП_{H}) и подземната (НПП_{T}) примарна продукција. Вредностите за НПП_{H} се преземени од Melovski et al. (2004). НПП_{T} беше пресметана според препораките на Whittaker et al. (1979) според кој продукцијата изнесува 20 % од подземната маса.

Користени кратенки

Φ_{T} - фитомаса (надземна и подземна) во катот на тревестите растенија

Φ_{H} - надземна фитомаса во катот на тревес-



Сл. 1 Екстрахирани подземни делови заедно со надземните на тревестите растенија кои служеа за определување на R/S односот.

Fig. 1. Excavated belowground and aboveground parts of herbs that were used for estimation of R/S ratio.

тите растенија
 $\Phi_{\text{П}}$ - подземна фитомаса во катот на тревестите растенија
 $\text{НПП}_{\text{Т}}$ - продукција (надземна и подземна) во катот на тревестите растенија
 $\text{НПП}_{\text{Н}}$ - надземна продукција во катот на тревестите растенија
 $\text{НПП}_{\text{П}}$ - подземна продукција во катот на тревестите растенија
 R/S - однос помеѓу подземната и надземната фитомаса во катот на тревестите растенија

R/S односот за различни видови тревести растенија од четири различни шумски екосистеми во северниот дел на САД изнесува 1,4-8,1 (Zavitkovski 1976). Во други екосистеми се регистрирани слични вредности кои варираат помеѓу 1,64 и 6,6 (Rajchel 1965; Ignateva 1966; Vyazrov 1968; Andersson 1970; Eber 1971; Reiners 1972; Tumidajowics 1973 во: Zavitkovski 1976). Според Zavitkovski (1976) поголемата подземна биомаса во однос на надземната, е резултат на повеќегодишноста на подземните органи и застапеноста на трајни ткива, како и на присуството на задебелувања на подземните органи, како и инкорпорирањето на други организми и нивни структури (микоризи, азотофиксирачки бактерии). Според Struik & Bray (1970) R/S односот кај тревестите растенија се зголемува со зголемување на аридноста на хабитатите. Во буковиот екосистем во Маврово беше констатирано дека процентуалниот удел на подземните органи во вкупната фитомаса на растенијата опаѓа од тревестите растенија, преку грмушките кон дрвенестите растенија (Христовски 2007).

Во истражуваниот буков екосистем во

Резултати и дискусија

Во тек на теренските истражувања беше собирана надземната и екстрахирана подземната фитомаса во катот на тревестите растенија на поголем број видови растенија (Таб. 1). Познавајќи го R/S односот и просечната надземна фитомаса во катот на тревести растенија (Таб. 1), може да се определи вкупната подземна фитомаса во катот на тревестите растенија (Таб. 2).

Таб. 1. Удел на надземната и подземната фитомаса кај некои видови од катот на зелјестите растенија.

Tab. 1. Participation of aboveground and belowground phytomass of the herb species.

	Вид Species	R/S однос / R/S ratio	% надземна фитомаса / % aboveground phytomass	% подземна фитомаса / % belowground phytomass
1	<i>Acer sp.</i>	0.527	65,508	34,492
2	<i>Actaea spicata</i>	2.981	25,110	74,890
3	<i>Anemone nemorosa</i>	4.655	16,415	83,585
4	<i>Aremonia agrimonoides</i>	2.775	25,569	74,431
5	<i>Asperula odorata</i>	1.602	38,436	61,564
6	<i>Brachipodium sylvaticum</i>	1.486	34,615	65,385
7	<i>Carex sp.</i>	0.113	89,829	10,171
8	<i>Daphne mezereum</i>	0.816	52,635	47,365
9	<i>Dentaria bulbifera</i>	5.080	15,942	84,058
10	<i>Euphobia amygdaloides</i>	1.022	46,515	53,485
11	<i>Fagus sylvatica</i>	0.207	81,977	18,023
12	<i>Fragaria vesca</i>	2.041	31,628	68,372
13	<i>Galeobdolon luteum</i>	1.509	39,853	60,147
14	<i>Mycelis muralis</i>	0.732	57,562	42,438
15	<i>Neottia nidus-avis</i>	3.247	24,662	75,338
16	<i>Orthilia secunda</i>	2.842	26,030	73,970
17	<i>Pteridium aquilinum</i>	4.027	19,891	80,109
18	<i>Pulmonaria officinalis</i>	2.944	23,974	76,026
19	<i>Rubus sp.</i>	4.443	18,372	81,628
20	<i>Sanicula europaea</i>	3.185	22,063	77,937
21	<i>Viola reichenbachiana</i>	1.940	30,893	69,107

Маврово, вредностите варираа во граници од 0,11 до 5,08. Вредностите за R/S односот се ниски во споредба со прикажаните литературни податоци што посочува на хумидните услови во екосистемот и слабо развиениот коренов систем на растенијата од приземниот кат. Повисоки вредности имаа *Dentaria bulbifera*, *Sanicula europaea*, *Rubus sp.*, *Anemone nemorosa* и *Pulmonaria officinalis*.

Истражувањата на подземната фитомаса се одвиваа само во тек на месец јуни 2003 година, така да добиените резултати не ја отсликуваат годишната динамика на подземната фитомаса. Но, заради незначителната фитомаса на тревестите растенија во вкупната фитомаса, не беа преземени дополнителни истражувања.

Подземната фитомаса на тревестиот кат во буковиот екосистем *Calamintho grandiflorae-Fagetum* во Националниот парк „Маврово“ е ниска и изнесува $16,60 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ($166 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$). Оваа вредност е пониска од вредностите кои ги

наведува Zavitkovski (1976) за четири шумски екосистеми каде вредностите се движат од 28,0 до $51,85 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Вредноста за истражуваниот буков екосистем во Маврово е пониска и од просекот за шумски екосистеми во Европа и Северна Америка кој изнесува $21,0\text{-}26,0 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ (Zavitkovski 1976).

Подземната продукција е многу потешко да се процени заради недостатокот на податоци за процентот и динамиката на изумирање на кореновата фитомаса на тревестите растенија. Со оглед на тоа што сите растенија од тревестиот кат се повеќегодишни форми, беше претпоставено дека околу 20 % од живата маса на корењата изумира во тек на една година и ја претставува продукцијата (Whitaker et al. 1979). На овој начин проценетата подземна нето-примарна продукција во катот на тревестите растенија изнесува $\sim 6,4 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{год.}^{-1}$ (Таб. 3).

Таб. 2. Подземна и надземна фитомаса во катот на тревестите растенија.

Tab. 2. Aboveground and belowground phytomass of the herb species.

Вид / Species	надземна фитомаса / above- ground phytomass [kg·ha ⁻¹]	подземна фитомаса / below- ground phytomass [kg·ha ⁻¹]	вкупна фитомаса / to- tal phytomass [kg·ha ⁻¹]
1 <i>Acer pseudoplatanus</i>	0,0183	0,0097	0,028
2 <i>Actaea spicata</i>	0,2690	0,8020	1,071
3 <i>Anemone nemorosa</i>	0,7228	3,3645	4,087
4 <i>Arenaria agrimonoides</i>	0,0709	0,1968	0,268
5 <i>Asperula odorata</i>	0,8726	1,3977	2,270
6 <i>Brachipodium sylvaticum</i>	0,2308	0,3430	0,574
7 <i>Carex sp.</i>	0,7121	0,0806	0,793
8 <i>Daphne mezereum</i>	1,6509	1,3479	2,999
9 <i>Dentaria bulbifera</i>	0,4361	2,2153	2,651
10 <i>Euphobia amygdaloides</i>	0,0367	0,0375	0,074
11 <i>Fagus sylvatica</i> - никулци	0,2927	0,0606	0,353
12 <i>Fragaria vesca</i>	0,0113	0,0230	0,034
13 <i>Galeobdolon luteum</i>	0,1423	0,2147	0,357
14 <i>Mycelis muralis</i>	0,0177	0,0130	0,031
15 <i>Neottia nidus-avis</i>	0,0671	0,2178	0,285
16 <i>Orthilia secunda</i>	0,0879	0,2498	0,338
17 <i>Pteridium aquilinum</i>	0,5663	2,2809	2,847
18 <i>Pulmonaria officinalis</i>	0,1063	0,3130	0,419
19 <i>Rubus sp.</i>	0,3184	1,4145	1,733
20 <i>Sanicula europaea</i>	0,0757	0,2412	0,317
21 <i>Viola reichenbachiana</i>	0,0211	0,0409	0,062
22 Останати	2,0671	1,7369	3,804
ВКУПНО / TOTAL	8,79	16,60	25,39

Таб. 3. Нето примарна продукција во катот на тревестите растенија
Tab. 3. Belowground net primary production of herb species

Вид / Species	подземна продукција / belowground production [kg·ha ⁻¹]
1 <i>Acer pseudoplatanus</i>	0,004
2 <i>Actaea spicata</i>	0,48
3 <i>Anemone nemorosa</i>	1,38
4 <i>Arenaria agrimonoides</i>	0,12
5 <i>Asperula odorata</i>	0,53
6 <i>Brachipodium sylvaticum</i>	0,13
7 <i>Carex sp.</i>	0,07
8 <i>Daphne mezereum</i>	0,53
9 <i>Dentaria bulbifera</i>	0,95
10 <i>Euphorbia amygdaloides</i>	0,02
11 <i>Fagus sylvatica</i> - овогодишни	0,02
12 <i>Galeobdolon luteum</i>	0,04
13 <i>Mycelis muralis</i>	0,004
14 <i>Neottia nidus-avis</i>	0,05
15 <i>Orthilia secunda</i>	0,11
16 <i>Pteridium aquilinum</i>	0,60
17 <i>Pulmonaria officinalis</i>	0,17
18 <i>Rubus sp.</i>	0,45
19 <i>Sanicula europaea</i>	0,08
20 <i>Viola reichenbachiana</i>	0,02
21 Останати	0,60
ВКУПНО	6,36
TOTAL	6,36

Заклучоци

Подземната фитомаса на тревестиот кат во буковиот екосистем *Calamintho grandiflorae-Fagetum* во Националниот парк „Маврово“ е ниска и изнесува 16,6 kg·ha⁻¹. Најголем дел од подземната фитомаса даваат видовите: *Dentaria bulbifera*, *Pteridium aquilinum* и *Anemone nemorosa*.

R/S однос варираше во граници од 0,11 до 5,08 што посочува на хумидните услови во екосистемот и слабо развиен коренов систем на растенијата од приземниот кат.

Подземната продукција во тревестиот кат беше проценета на ~6,4 kg·ha⁻¹·год.⁻¹.

Референци

- Brewer, R. (1980). A half-century of changes in the herb layer of a climax deciduous forest in Michigan. *Journal of Ecology* 68: 823-832.
 Brunet, J., Falkengren-Grerup, U. & Tyler, G. (1996). Herb layer vegetation of south Swe-

dish beech and oak Forests-effects of management and soil acidity during one decade. *Forest Ecology and Management* 88 (1996) 259-272.

- Davison, S. E. and Formann, R. T. T. (1982). Herb and shrub dynamics in a mature oak forest: a thirty-year study. *Bull. Torrey Botanical Club* 120(4): 445-450.
 Gilliam, F. S. and Turrill, N. L. (1993). Herbaceous layer cover and biomass in a young versus a mature stand of a central Appalachian hardwood forest. *Bull. Torrey Botanical Club*
 Kubíček, F. & Jurko, A. (1975). Estimation of the above-ground biomass of the herb layer in forest communities. *Folia Geobot. Phytotax.* 10: 113- 129.
 Melovski, Lj., Šušlevska, M., Hristovski, S. and Grupče, Lj. (2004). Biomass and the mineral quantity in the herb layers litter-fall in the beech ecosystem *Calamintho grandiflorae-Fagetum* in Mavrovo National park. *Proceedings of the 2nd Congress of Ecologists of the Republic of Macedonia, 25-29.10.2004, Ohrid.*
 Nihlgård, B. (1972). Plant biomass, primary production and distribution of chemical elements in a beech and a planted spruce forest in South Sweden. *Oikos* 23: 69-81.
 Nihlgård, B., Lindgren, L. (1977). Plant biomass, primary production and bioelements of three mature beech forests in South Sweden. *Oikos* 28: 95-104
 Rajchel, R. (1965). Net primary production of the herb layer in two forest associations of the Ojców National Park (Southern Poland). *Fragmenta Floristica et Geobotanica* XI(1): 121-150
 Siccama, T. G., Bormann, F. H., Likens, G. E. (1970). The Hubbard Brook Ecosystem Study: productivity, nutrients and phytosociology of the herbaceous layer. *Ecol. Monogr.* 40(4): 389-402.
 Struik, G., J. and Bray, J. R. (1970) Root-shoot ratios on native forest herbs and *Zea mays* at different soil-moisture levels. *Ecology* 51(5): 892-893.
 Towpasz, K. & Tumidajowicz, D. (1977). Developmental rhythm and productivity of species dominant in the herb layer of deciduous trees. *Fragmenta Floristica et Geobotanica* XXIII (2): 151- 160.
 Tumidajowicz, D. (1976). Biomass dynamics and primary production of the herb layer in a beech forest *Fagetum carapticum* in the Gorce Mts. (Western Carpathians). *Bull. Acad. Polon. Sci., ser. sci. biol. cl. II, XXIV* (6): 341-348.
 Tumidajowicz, D. (1977). Effectiveness of genera-

- tive reproduction of some forest plants from chosen communities of Southern Poland. Bull. Acad. Polon. Sci., ser. sci. biol. cl. II, XXV (1): 27-34.
- Whittaker, R. H., Likens, G. E., Bormann, F. H., Eaton, J. S. and Siccama, T. G. (1979). The Hubbard Brook ecosystem study: forest nutrient cycling and element behaviour. Ecology 60(1): 203-220.
- Whigham, D. F. (2004). Ecology of woodland herbs in temperate deciduous forests. Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst. 35: 583–621
- Yarie, J. (1980) The role of understory vegetation in the nutrient cycle of forested ecosystems in the Mountain Hemlock Biogeoclimatic Zone. Ecology 61(6): 1498-1514.
- Zavitkovski, J. (1976) Ground vegetation biomass, production, and efficiency of energy utilization in some Northern Wisconsin forest ecosystems. Ecology 57(4): 694-706.

BELOWGROUND PHYTOMASS AND PRODUCTION IN THE BEECH ECOSYSTEM CALAMINTHO GRANDIFLORAE-FAGETUM IN MAVROVO NATIONAL PARK.

IV. BELOWGROUND PHYTOMASS AND PRODUCTION OF HERB LAYER

Slavčo HRISTOVSKI¹, Ljupčo MELOVSKI¹, Marjana ŠUŠLEVSKA² and Ljupčo GRUPČE³

¹*Institute of Biology, Faculty of Natural Sciences and Mathematics, Skopje*

²*Farmahem, Skopje*

³*Macedonian Ecological Society, Skopje*

Summary

The main goal of this paper is to estimate the belowground phytomass and production of the herb species (the herb layer) in the beech ecosystem *Calamintho grandiflorae-Fagetum* in Mavrovo National Park.

The phytomass of belowground parts and R/S ratio of separate plant specimens was determined by excavation of herb roots. Phytomass of the herb layer in the beech ecosystem was estimated on the basis of R/S ratio and published data on aboveground phytomass for the ecosystem (Melovski et al. 2004).

Belowground phytomass in the herb layer was very low (16,6 kg·ha⁻¹). Highest participation in the belowground phytomass had three species (*Dentaria bulbifera*, *Pteridium aquilinum* and *Anemone nemorosa*).

R/S ratio varied between 0.197 and 8.832. However, most of the species had R/S below 0.5, thus reflecting the humid conditions in the ecosystem and less developed root system of the herb species (Struik & Bray 1970).

Annual production was only assessed on the basis of assumption that the production is 20% of the phytomass (Whittaker 1979). Thus, belowground production was assessed at 6.36 kg·ha⁻¹·y⁻¹.