

PROSTORNA I VREMENSKA DISTRIBUCIJA KOLIČINE HUMUSA DISTRIČNOG KAMBISOLA U RAZLIČITIM ŠUMSKIM EKOSISTEMIMA NA PLANINI CER

Pavle PAVLOVIĆ, Miroslava MITROVIĆ, Ranka POPOVIĆ, Olga KOSTIĆ

Institut za biološka istraživanja "Siniša Stanković", Beograd, Jugoslavija

Pavlović, P., Mitrović, M., Popović, R., Kostić, O. (1997): *Space and time distribution of humus content of the distric cambisole in different forest ecosystems of the Cer mountain (Serbia, Yugoslavia)*. - *Ekologija* 32(1): 63-72.

In order to comprehend the link between the litter decomposition process and the formation of humus on the one hand, and the complex processes of transformation and disintegration of organic matter on the other, the time and space dynamics of humus content of the distric cambisole was analysed in the sessile-flowered oak forest *Quercetum montanum* (B. JOV. 1946), ČER. et JOV., (1953), the mountainous beech forest of *Fagetum montanum serbicum*, B. JOV. (1953), non RUD. (1940) and the forest culture of the Weymouth pine *Pinus strobus* L., raised 25 years ago on a beech forest habitat. The largest humus content was found in the beech forest, than the oak forest and finally least in the pine culture. Time analysis of humus content proved that its dynamics had no statistical value, which is in turn associated to the fact that humus content is bound and difficult to change in specific bioclimatic conditions, except for the culture of the Weymouth pine where this is the case only in the 0-10 cm deep soil layer. This indicates that there exists a somewhat higher humification level in this culture compared to the other studied areas.

Key words: humus content; humus composition; *Quercetum montanum*; *Fagetum montanum*; silviculture *Pinus strobus*.

UVOD

Šumska stelja, odnosno sloj mrtve organske materije iznad mineralnog dela zemljišta, akumulira nutrijente u nerastvornim oblicima kada stepen akumulacije stelje prevaziđe stepen dekompozicije. U tim slučajevima dolazi do nagomilavanja humusa u šumskim ekosistemima i može se govoriti o narušavanju balansa između humifikacije i mineralizacije organske materije (RAULUND-RASMUSSEN VEJRE 1995). Pri ovome treba biti veoma obazriv, jer debljina slojeva organske materije ne znači nužno da su uslovi nepovoljni, već su oni odraz ukupnih ekoloških događanja u ekosistema na određenim geografskim širinama, ili na određenim nadmorskim visinama. Tako na primer, količina organske materije koja se nakupi na površini zemljišta se smanjuje od zone tundre i tajge ka zoni tropskih kišnih šuma. Ovo je rezultat bioklimatskih uslova, pa tako u tropima brzo razlaganje organske materije je preduslov za brzo kruženje ograničene količine hranljivih materija. U zonama sa hladnom i humidnom klimom (na severnim širinama i na visokim planinama) razlaganje je usporeno, pa biljke često rastu na organogenim zemljištima bogatim humusom, koja direktno naležu na matičnu stenu (SWIFT *et al.* 1979).

Prema našim saznanjima ima veoma malo radova koji se bave proučavanjem dinamike količine humusa u kombinaciji sa dekompozicijom organske materije, pogotovo onih koji se bave proučavanjem dinamike ove materije u toku ili posle određenih antropogenih zahvata u šumskim ekosistemima

(WOLLUM SCHUBERT 1975; PIENE VAN CLAVE 1978; BURLICA *et al.* 1983; VESTERDAL *et al.* 1995). Ovaj rad ima za cilj da ukaže na značaj praćenja vremenske i prostorne distribucije količine humusa u ekosistemima, kao na instrument kontrole balansa između procesa humifikacije i mineralizacije organske materije, pogotovo kada se radi o šumskim ekosistemima koji su izloženi većim ili manjim uticajima čoveka.

MATERIJAL I METODE

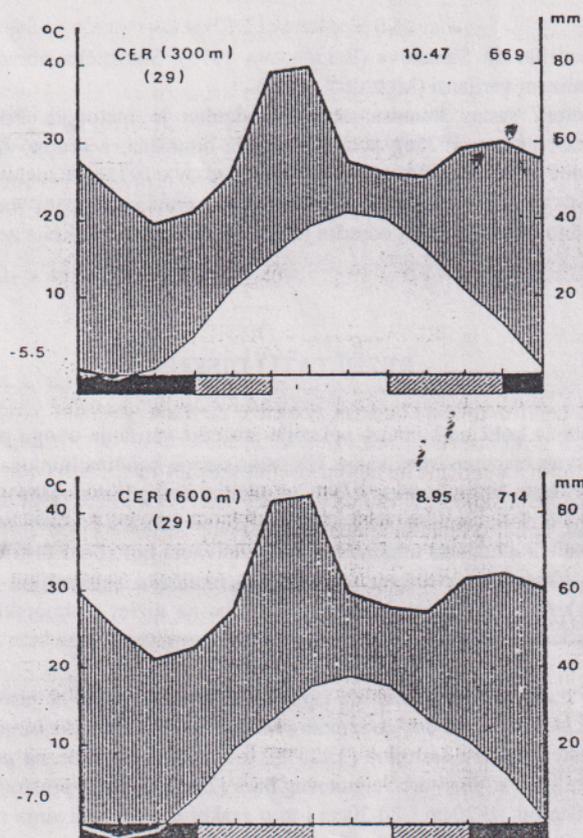
Planina Cer sa Vidojevicom nalazi se u severozapadnom delu Srbije, između 15° 38' 44" i 17° 11' 58" istočne geografske dužine i 44° 14' 21" i 44° 28' 42" severne geografske širine. U geomorfološkom pogledu Cer, Vidojevica i Vlašić pripadaju vencu podrinjskih planina koje su potolinom Jadra odvojene od planina na jugozapadu (Venac, Gučevo i Povlen) i upravo ova potolina čini granicu između planina stare Rodopske mase i Dinarskog sistema CVJIĆ (1924). Područje planine Cer pripada sub-humidnoj klimi, vlažnijeg tipa (C2), a prema vrednostima De Martonovog indeksa suše AVDALOVIĆ (1971) koji su preko 30, ova oblast pripada predelu šuma (Sl.1). Kernerovi termodromski koeficijenti AVDALOVIĆ (1971) pokazuju da kontinentalnost sa nadmorskom visinom opada ($K_{300m}=1.33\%$; $K_{600m}=5.82\%$).

Kako se jedna od naših eksperimentalnih površina nalazi u kulturi američkog borovca, dati su karakteristični opsezi klimatskih parametara koji važe za prirodne šume vajmutovog bora (MARTINOVIĆ 1965), i isti ti parametri koji važe za planinu Cer (Tab. 1). Iz navedenih uporednih karakteristika klimatskih parametara vidi se da oni omogućavaju relativno dobru introdukciju ove vrste na istraživanom području.

Tab. 1. Karakteristične vrednosti klimatskih parametara prirodnih šuma američkog borovca *Pinus strobus* L. i područja planine Cer

Tab. 1. Specific values of climatic parameters in natural forests of the Weymouth pine *Pinus strobus* L. and the region of the Cer mountain

Klimatski parametri Climatic Parameters	Prirodne šume borovca Natural Weymouth pine forest	Planina Cer (300m.n.v.) Cer mountain (300m altitude)	Planina Cer 600 (m.n.v.) Cer mountain (600m altitude)
Sred. god. temp. (°C) Mean annual temp. (°C)	3.3 -11.5	10.47	8.95
Temp. /maj-jul/ (°C) Temp./May-July/ (°C)	14.6-21.9	18.77	16.85
God. suma padavina (mm) Ann. rainfall (mm)	562-1166	669	714
Padavine /maj-juli/ (mm) Rainfall /May-July/(mm)	288-376	263	281



Sl. 1. Klimadijagrami područja planine Cer
Fig. 1. Climate diagrams of the Cer mountain region

Prve dve eksperimentalne površine izdvojene su u okviru najrasprostranjenijih fitocenoza na planini Cer i to jedna u brdskoj kitnjakovoj šumi, druga u brdskoj bukovoj šumi, a treća u kulturi američkog borovca, koja je antropogeno formirana nakon čiste seče bukve pre 25 godina. Kriterijumi za izdvajanje ovih površina bili su ista geološka podloga (granit), isti tip pedološkog pokrivača (distrični kambisol), približno ista nadmorska visina (kitnjakova šuma 550m, bukova šuma 570m, kultura borovca 580m), ista inklinacija terena (oko 20°). Ogledna površina u kitnjakovoj šumi eksponirana je jugozapadu, a ogledne površine u bukovoj šumi i kulturi borovca severozapadu.

U okviru širih ekoloških istraživanja, koja su imala za cilj proučavanje funkcionisanja navedenih ekosistema, praćena je vremenska i prostorna distribucija količine humusa u njima, paralelno sa eksperimentom koji je postavljen radi utvrđivanja modela procesa dekompozicije organske materije edifikatora ovih zajednica. Uzorci zemljišta uzimani su do dubine od 30cm, na svakih 10cm dubine u tri preseka, početak eksperimenta (proleće), posle šest i posle dvanaest meseci eksperimenta. Uzorci su uzimani u 14 ponavljanja u svakom preseku na svakoj dubini. Količina humusa određivana je meto-

dom Tjurina u modifikaciji Simakova (BELJČIKOVA 1975). Statistička obrada podataka izvršena je jednosmernom analizom varijansi (MORRISON 1975).

Grupno-frakcioni sastav humusa prostirke određen je metodom Ponomareve i Nikolaeve (PONOMAREVA, PLOTNIKOVA 1975a), posle izdvajanja bitumena, a grupno-frakcioni sastav humusa zemljišta po metodi Ponomareve (PONOMAREVA, PLOTNIKOVA 1975b). Sadržaj Fe_2O_3 određen je kompleksometrijski (ŠKORIĆ, SERTIĆ 1963), a sadržaj R_2O_3 gravimetrijskom metodom. Sadržaj Al_2O_3 , odnos $R_2O_3:FK$, odnos $Al_2O_3 : Fe_2O_3$ određen je računskim putem. Reakcija zemljišta u H_2O određena je elektrometrijski.

REZULTATI I DISKUSIJA

Prostorna analiza količine humusa, pokazuje izuzetna variranja ovoga parametra između ispitivanih sastojina u svim etapama istraživanja. Globalno uzevši količina humusa je na ovim površinama nešto niža u odnosu na količinu humusa u kiselim sredim zemljištima obrazovanim na višim nadmorskim visinama. Ona u sloju zemljišta od 0-10 cm varira od 2.292% (kultura borovca) do 4.413% (bukova šuma), dok količina humusa u humusno-akumulativnom horizontu distričnog kambisola obrazovanog na višim nadmorskim visinama na različitim matičnim supstratima varira od 5.60-16.90% (AVDALOVIĆ 1971). Osetno smanjenje količine humusa na nižim nadmorskim visinama rezultat je ukupno manjeg pritanja organske materije na površinu zemljišta i njene brže mineralizacije u odnosu na više predele.

Upoređujući količinu humusa između ispitivanih površina, može se jasno videti da je zemljište bukove sastojine u sloju od 0-10 cm, na samom početku eksperimenta, najbogatije njime (4.413%), pa zatim sledi zemljište hrastove sastojine (3.428%), a najmanje količine na početku eksperimenta je konstatovano u zemljištu silvikulture vajmutovog bora (2.292%). Ovaj prostorni gradijent se zadržao i u slojevima zemljišta od 10-20cm i 20-30cm i to u svakoj etapi istraživanja sa stepenom značajnosti od 0.01-0.05 (Tab. 2-4).

Upoređujući količine humusa između bukove i borove površine na svim dubinama i u svim presecima, a imajući u vidu da je kultura borovca podignuta na staništu bukove šume posle čiste seče bukve, mogu se izvesti odgovarajući zaključci. Ovaj oblik gazdovanja šumom negativno se odrazio na količinu humusa u ovoj kulturi. Naime, usled radikalnog otvaranja sklopa sastojine, sa jedne strane došlo je do spiranja humusa (radi se o nagibima terena oko 20°), a sa druge došlo je do njegove intenzivne mineralizacije. Pojava intenzivne mineralizacije humusa na površinama posle čistih seča na distričnom kambisolu, takođe je konstatovana od grupe autora (BURLICA *et al.* 1983). Inače svako proređivanje šumskih zajednica, bilo ono radikalno ili ne, pospešuje procese mineralizacije organske materije, pri čemu se stvaraju povoljniji uslovi za oksidaciju ugljenika i mineralizaciju azota i fosfora (VESTERDAL *et al.* 1995). Usled ovih procesa, već u samom početku eksperimenta silvikultura četinarsa je bila najsiromašnija ovom materijom. Veća pak količina humusa konstatovana u zemljištu bukove u odnosu na hrastovu površinu je bila očekivana, jer su i dosadašnja istraživanja pokazala da je veća količina humusa u distričnom kambisolu vezana za bukove u odnosu na hrastove šume (AVDALOVIĆ 1971; ČIRIĆ 1984). Ovo je posledica različitog metabolizma ovih ekosistema, te je viši nivo mineralizacije organske materije, a time i humusa karakterističan za hrastove zajednice uopšte u odnosu na bukove.

Tab. 2. Prostorna i vremenska analiza količine humusa (%), u sloju zemljišta od 0-10cm
 Tab. 2. Space and time analysis of humus content (%) in a soil layer 0-10cm deep

Vreme uzimanja uzoraka Time of sample collection	Kultura borovca Weymouth pine cult.	Bukova površina Beech area	Hrastova površina Oak area	F koeficijent F coefficient
Početak eksperimenta Experiment beginning	\bar{X} 2.292	4.413	3.428	13.73849**
	SD ± 0.348	± 1.544	± 0.968	
Posle 6 meseci eksp. After 6 months	\bar{X} 2.850	4.210	3.731	14.55139**
	SD ± 0.340	± 0.760	± 0.825	
Posle 12 meseci eksp. After 12 months	\bar{X} 2.732	3.434	3.248	3.61180*
	SD ± 0.765	± 0.782	± 0.589	
F koeficijent F coefficient	4.42734*	3.13889	1.27155	

n = 14

* p < 0.05 ** p < 0.01

Tab. 3. Prostorna i vremenska analiza količine humusa (%), u sloju zemljišta od 10-20cm
 Tab. 3. Space and time analysis of humus content (%) in a soil layer 10-20cm deep

Vreme uzimanja uzoraka Time of sample collection	Kultura borovca Weymouth pine cult.	Bukova površina Beech area	Hrastova površina Oak area	F koeficijent F coefficient
Početak eksperimenta Experiment beginning	\bar{X} 1.524	2.335	1.838	11.83119**
	SD ± 0.403	± 0.476	± 0.453	
Posle 6 meseci eksp. After 6 months	\bar{X} 1.379	2.439	1.892	15.36728**
	SD ± 0.745	± 0.574	± 0.461	
Posle 12 meseci eksp. After 12 months	\bar{X} 1.586	2.005	1.596	3.70849*
	SD ± 0.621	± 0.437	± 0.266	
F koeficijent F coefficient	0.61143	2.89157	2.14432	

n = 14

* p < 0.05 ** p < 0.01

Vremenska analiza količine humusa u sloju zemljišta 0-10cm, odnosno analiza ovog parametra unutar svake površine kroz dvanaest meseci eksperimenta, pokazala je da nema statistički značajnih promena (Tab. 2). Ovo je svakako u vezi sa činjenicom da je količina humusa vezana i malo promenljiva za određene bioklimatske uslove (ČIRIĆ 1984), a mi bi smo rekli i za određene mikro ekološke uslove koji vladaju na određenom staništu. To je u stvari preduslov održanja određene rezerve hranljivih materija, koja i odražava stabilnost nekog ekosistema. Međutim, treba naglasiti da je značajno variranje konstatovano u pomenutom sloju zemljišta samo kulture borovca. Ukoliko bi smo ovakvu paralelna procesa koja se odvijaju u ekosistemima (procesa humifikacije i procesa mineralizacije), mogla bi se izvesti sledeća zapažanja. Variranje količine humusa kroz vreme najmanje je izraženo u zemljištu hrastove površine (Tab. 2), što znači da se ova dva navedena procesa na ovome mestu nalaze u dinamičnoj ravnoteži. Isti je slučaj sa zemljištem bukove šume, gde je variranje nešto izraženije (Tab.2), ali ipak nije statistički značajno. Jedino je konstatovano značajno variranje u zemljištu silvikulture četinarara (p<0.05). Ovo znači da je proces humifikacije na ovome mestu nešto izraženiji. Ovo je

posledica daleko usporenijeg metabolizma ove zajednice u odnosu na ostale, tako da je intenzitet dekompozicije organske materije na njoj najmanji (PAVLOVIĆ 1992), te polako dolazi do nagomilavanja humusa. Konstatovane manje količine ove materije u odnosu na ostale, kao što smo ranije napomenuli posledice su čiste sēce koja je ranije sprovedena na ovome prostoru. Vremenska analiza u slojevima zemljišta od 10-20cm i 20-30cm, pokazala je da nema zanačajnog variranja (Tab. 2 i 3), iz istog razloga koji je bio već naveden za sloj zemljišta od 0-10cm.

Tab. 4. Prostorna i vremenska analiza količine humusa (%), u sloju zemljišta od 20-30cm
Tab. 4. Space and time analysis of humus content (%) in a soil layer 20-30cm deep

Vreme uzimanja uzoraka Time of sample collection	Kultura borovca Weymouth pine cult.	Bukova površina Beech area	Hrastova površina Oak area	F koeficijent F coefficient	
Početak eksperimenta Experiment beginning	\bar{X} SD	0.957 ± 0.368	1.354 ± 0.139	1.296 ± 0.233	9.25269**
Posle 6 meseci eksp. After 6 months	\bar{X} SD	0.736 ± 0.254	1.515 ± 0.471	1.271 ± 0.258	18.90679**
Posle 12 meseci eksp. After 12 months	\bar{X} SD	0.741 ± 0.219	1.412 ± 0.435	1.113 ± 0.219	16.67182**
F koeficijent F coefficient		2.70040	0.65345	2.45401	

* $p < 0.05$ ** $p < 0.01$

n = 14

Konstatovali smo određene promene u prostornoj i vremenskoj distribuciji količine humusa na istraživanom površinama, ali i u kvalitetu humusa, znači u njegovom sastavu između ovih površina postoje razlike. Generalno uzevši humus zemljišta istraživanih zajednica ima karakter mul-moder oblika (PAVLOVIĆ 1992), a uopšte sastav humusa distričnog kambisola predstavljen je smeđom frakcijom huminskih i fulvo kiselina, pri čemu ove druge dominiraju i zato je odnos Ch:Cf u ovim zemljištima manji od jedan (AVDALOVIĆ 1971).

Sastav humusa zemljišta istraživanih ekosistema pokazuje isti trend karakterističan za sastav humusa kiselih smeđih zemljišta. Odnos Ch:Cf u humusno akumulativnom horizontu nalazi se u intervalu od 0.56-0.71 i prema klasifikaciji Zona (ZONN 1963), pripada fulvatno-humatnom tipu sa srednjim karakterom nagomilavanja humusa i slaboagresivnim dejstvom na mineralni deo zemljišta. U kambičnom horizontu ovaj odnos je još uži i kreće se u opsegu od 0.22-0.62 i pripada humatno-fulvatnom tipu sa slabim karakterom nagomilavanja humusa i agresivnim dejstvom na mineralni deo zemljišta (Tab. 5).

Međutim, međusobnim upoređivanjem profila mogu se primetiti određene razlike u sastavu humusa zemljišta ispitivanih površina. Najuzi odnos Ch:Cf (0.56) konstatovan je u humusno-akumulativnom horizontu pedološke podloge silvikulture američkog borovca, gde se on nalazi na samoj granici karakterističnoj za humatno-fulvatni i fulvatno-humatni tip humusa. Isto tako, ovaj odnos je najuzi i u horizontu prostirke i u kambičnom horizontu zemljišta vajmutovog bora u odnosu na zemljište u bukovoj i hrastovoj šumi (Tab. 5). To znači da je na ovoj površini (u silvikulturi), u odnosu na ostale, karakter nagomilavanja humusa u predhodnom periodu bio slabiji (zato je upravo na ovome mestu i konstatovana najmanja količina humusa, a razlozi su već navedeni), a njegovo dejstvo na mineralni deo zemljišta izraženiji. Ovo je posledica karaktera organskog opada ovoga četinarara, jer se njegovom humifikacijom u ekološkim uslovima ove kulture stvaraju veće količine fulvo kiselina koje sužavaju odnos Ch:Cf. Ova činjenica već ukazuje na određene pojave destrukcije zemljišta u kulturi američkog borovca, koje su izazvane antropogenim faktorom.

Najzastupljenija frakcija huminskih kiselina je u svim profilima, frakcija 1 (slobodne huminske kiseline ili huminske kiseline vezane sa seskvioksidima), čije je procentualno učešće najviše u horizontu prostirke i u humusno-akumulativnom horizontu, odakle se njihovo procentualno učešće smanjuje ka nižim delovima profila.

Najstabilnija frakcija (frakcija 2) huminskih kiselina, povezana sa Ca i Mg, skoro potpuno izostaje. Mestimična pojava ove frakcije u površinskim ili nižim delovima profila distričnog kambisola, rezultat je nagomilavanja Ca biogenog porekla, ili oslobađanja Ca iz matičnog supstrata. Sporadično javljanje ove komponente huminskih kiselina, može biti i posledica metodsko-analitičke greške (PONOMAREVA 1964).

Huminske kiseline najzastupljenije su u zemljištu hrastove (22.53% od ukupnog ugljenika u horizontu prostirke i 21.48% od ukupnog ugljenika u humusno-akumulativnom horizontu), pa bukove šume (14.76%; 14.15%), a najmanje količine konstatovane su u zemljištu kulture četinaru (13.59%; 12.15%), što je još jedan dokaz specifičnog karaktera organske materije bora i specifičnih uslova fitosredine kulture američkog borovca u kojoj se odigravaju procesi humifikacije i mineralizacije organske materije.

Suma fulvo kiselina nadmašuje sumu huminskih kiselina, što je prouzrokovalo činjenicu da je odnos Ch:Cf manji od jedinice. U sumi fulvokiselina apsolutno dominira frakcija 1 (vezana za lako mobilne R_2O_3 i huminske kiseline frakcije 1). Ona ne pokazuje pravilnost rasta ili opadanja po profilu, što je konstatovano od više autora (AVDALOVIĆ 1971; VUKOREP 1973). Međutim ono što je bitno, a što je karakteristično za humus kiselih smeđih zemljišta, je da sadržaj frakcije 1 fulvo kiselina nadmašuje sadržaj "agresivne frakcije" 1a fulvokiselina po celoj dubini profila (Tab. 5). Frakcija 1a je zastupljena u malim količinama što je karakteristično za zemljišta obrazovana na nižim nadmorskim visinama. Ukoliko bi smo i ovaj parametar kvaliteta humusa (frakcija 1a), međusobno uporedili na istraživanim površinama, videli bi smo da je u humusu kulture borovca ona najviša. Frakcija 2 fulvo kiselina (koje su povezane sa frakcijom 2 huminskih kiselina), neznatno je zastupljena.

Analiza parametara sastava ekstrakta zemljišta u 0.1 M H_2SO_4 , pokazuje dinamiku karakterističnu za distrični kambisol (Tab. 6). Fulvo kiseline 1a i gvožđev organomineralni kompleks ne premeštaju se iz površinskih u niže delove profila. Sadržaj fulvokiselina 1a nije visok, dok je sadržaj seksvioxida dovoljno veliki, da one odmah vežu fulvo kiseline i talože ih od same površine zemljišta. U humusno-akumulativnom horizontu odnos R_2O_3 :FK je veći od jedan i kreće se u intervalu od 2.45-3.83, da bi u kambičnom horizontu ovaj odnos bio još širi od 5.00-8.75 (Tab. 6). Zato i nema migriranja Fe, što potvrđuje odnos $Fe_{(B)hor.}/Fe_{Ahor}$ (u ispitivanim profilima on se kreće u intervalu od 0.40-0.60). Za razliku od gvožđa, migraciona sposobnost aluminijuma u ispitivnim zemljištima je izražena, mada ne u onoj meri koja je karakteristična za kiselu smeđa zemljišta obrazovana na višim nadmorskim visinama. Migracija aluminijuma se u ispitivanim profilima zaustavlja u gornjim delovima kambičnog horizonta (Tab. 6).

ZAKLJUČCI

Na osnovu ovih istraživanja može se zaključiti da između ispitivanih ekosistema postoji signifikantna razlika u količini humusa zemljišta, na svim istraživanim dubinama i to u svim etapama istraživanja. Utvrđeni prostorni gradijent količine humusa (*Quercetum montanum*, *Fagetum montanum*, silvikultura *Pinus strobus*), je rezultat pre svega kvantitativne i kvalitativne razlike u organskoj materiji edifikatora ovih zajednica koje ulaze u procese humifikacije i mineralizacije, kao i specifičnih uslova fitosredine koje ove vrste formiraju, imajući u vidu da su mnogi abiotički parametri ovih šuma bili istovetni tokom istraživanja.

Tab. 6. Sastav ekstrakta 0.1 M H₂SO₄ iz uzoraka zemljišta ispitivanih ekosistema
 Tab. 6. Composition of a 0.1 M H₂SO₄ extract taken from a soil sample of examined ecosystem

Zajednica Community	Dubina (cm) Depth (cm)	Horizont Horizon	pH u H ₂ O in H ₂ O	Fulvo kisl. 1a (Cx2) Fulvic acids 1a (Cx2)	R ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	Al ₂ O ₃ %	R ₂ O ₃ :FK	Al ₂ O ₃ :Fe ₂ O ₃	F _{C_{min}} :F _{C_{max}}
<i>Quercetum montanum</i>	0-2	Aoo	-	0.84	-	-	-	-	-	-
	2-10	Ahfc	5.33	0.20	0.50	0.27	0.23	2.50	0.85	-
	10-30	(B)	5.46	0.08	0.42	0.13	0.29	5.25	2.23	0.50
	30-80	(B)	5.56	0.06	0.38	0.10	0.28	6.33	2.80	0.40
<i>Fagetum montanum</i>	0-3	Aoo	-	0.72	-	-	-	-	-	-
	3-16	Ahfc	5.19	0.20	0.49	0.23	0.26	2.45	1.13	-
	16-52	(B)	5.33	0.08	0.40	0.11	0.29	5.00	2.36	0.50
	52-90	(B)	5.40	0.06	0.34	0.10	0.24	5.67	2.40	0.40
Kultura (Sylviculture)	0-4	Aoo	-	0.98	-	-	-	-	-	-
	4-14	Ahfc	5.56	0.12	0.46	0.19	0.27	3.83	1.42	-
	14-40	(B)	5.72	0.06	0.41	0.11	0.30	6.83	2.73	0.60
<i>Pinus strobus</i>	40-80	(B)	5.75	0.04	0.35	0.10	0.25	8.75	2.50	0.50

Vremenska analiza količine humusa pokazala je da nema statistički značajnih razlika u količini humusa unutar ovih ekosistema, što ukazuje da je količina humusa vezana i malo promenljiva za određene ekološke uslove. Jedini izuzetak je bio sloj zemljišta od 0-10 cm u kulturi vajmutovog bora, što nam ukazuje da je na ovome mestu proces humifikacije nešto dominantniji u odnosu na mineralizaciju, te dolazi do izvesnog nagomilavanja humusa.

Što se pak tiče sastava humusa zemljišta ispitivanih ekosistema, može se zaključiti da postoje izvesne razlike koje proističu iz samih karakteristika istraživanih zajednica, ali da one nisu atipične za distrični kambisol. Ono što se može donekle izdvojiti je kultura četinarara, gde postoje neki elementi destrukcije kiselog smeđeg zemljišta koji su izazvani posredno antropogenim faktorom (podizanjem četinarske kulture na bukovom staništu), a neposredno samim karakterom organske materije vrste *Pinus strobus* L., čijom humifikacijom se oslobada veća količina fulvo kiselina i specifičnim uslovima fitosredine ove kulture u kojima se ovaj proces odvija.

Zahvalnica. Ovaj rad je urađen zahvaljujući sredstvima projekta Ministarstva za nauku i tehnologiju Srbije, broj 03E15.

LITERATURA

- AVDALOVIĆ, V. (1971): Geneza i osobine kiselih smeđih zemljišta SR Srbije. - Doktorska disertacija, Beograd.
- BELUČIKOVA, N. A. (1975): Opredelenie gumusa počvi po metodu Tjurina. - In: Agrohimičeski metodi issledovanja počv. Nauka, 56-62, Moskva.
- BURLICA, Č., BEUS, V., STEFANOVIĆ, V., VUKOREP, I., MANUŠEVA, L., ŽIVADINOVIĆ, J., CVIJOVIĆ, M. (1983): Promjene svojstva zemljišta i kruženje materije poslije primjene golih sječa u šumama bukve i jele sa smrčom. - Šumarski fakultet u Sarajevu, posebna izdanja 18: 90.
- CVIJIĆ, J. (1924): Geomorfologija I. - Beograd.
- ČIRIĆ, M. (1984): Pedologija. - Svjetlost, Sarajevo.
- MARTINOVIĆ, J. (1965): Utjecaj tla na uspijevanje borovca (*P. strobus*) u kulturi Bučiče u Hrvatskom Zagorju. - Šumarski list, 89(5-6): 218-223.
- MORRISON, D. F. (1975): Multivariate statistical methods. - Mc Graw-Hill, pp. 360, New York.
- PAVLOVIĆ, P. (1992): Analiza stanja sastava stelje i humusa u šumskim zajednicama na planini Cer. - Magistarski rad, Beograd.

- PIENE, H., VAN CLEVE, K. (1978): Weight loss of litter and cellulose bags in a thinned white spruce forest in interior Alaska. - *Can. J. For. Res.* 8: 42-46.
- PONOMAREVA, V. V. (1964): Teorija podzoloobrazovatel'nogo procesa. - Nauka, Moskva, pp. 379, Leningrad.
- PONOMAREVA, V. V., PLOTNIKOVA, T. A. (1975a): Opredelenie sostava organičeskogo veščestva torflano-bolotnih počv po sheme i metodu Ponomarevoj i Nikolaevoj. - In: Metodičeskie ukazanija po opredeleniju soadržaja i sostava gumusa v počvah (mineralnih i torfjanih), Vsejuzn. Akad. Selskohozjaj. nauk V. I. Lenina i Centralnij Muzej Počvov, 92-101.
- PONOMAREVA, V. V., PLOTNIKOVA, T. A. (1975b): Opredelenie sostava gumusa po sheme Tjurina v modifikaciji Ponomareve. - In: Metodičeskie ukazanija po opredeleniju soadržaja i sostava gumusa v počvah (mineralnih i torfjanih). Vsejuzn. Akad. Selskohozjaj. nauk V. I. Lenina i Centralnij Muzej Počvov, 48-66.
- RAULUND-RASMUSSEN, K., VAJRE, H. (1995): Effect of tree species and soil properties on nutrient immobilization in the forest floor. - *Plant and Soil* 168-169: 345-352.
- SWIFT, M. J., HEAL, O. W., ANDERSON, J. M. (1979): Decomposition in Terrestrial Ecosystems. - *Studies in Ecology*, Vol. 5. Blackwell Scient. Publ., pp. 372, Oxford.
- ŠKORIĆ, A., SERTIĆ, V. (1963): Prilog poznavanju i primeni kompleksometrijskih analiza u pedokemiji. - II Kongres Jugoslovenskog društva za prouč. zemljišta, 175-181, Ohrid.
- VESTERDAL, L., DALSGAARD, M., FELBY, C., RAULUND-RASMUSSEN, K., JØRGENSEN, B. (1995): Effects of thinning and soil properties on accumulation of carbon, nitrogen and phosphorus in forest floor of Norway spruce stands. - *Forest Ecology and Management* 77: 1-10.
- VUKOREP, I. (1973): Razlike u karakteristikama zemljišta pod zajednicom *Quercetum montanum illyricum* sa različitim korovnim pokrivačem. - Jugoslovenski simpozijum o borbi protiv korova u brdsko-planinskim područjima, 117-125, Sarajevo.
- WOOLLUM, A. G., SCHUBERT, G. H. (1975): Effect of thinning on the foliage and forest floor properties of ponderosa pine stands. - *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 39: 968-972.
- ZOON, S. V. (1963): Principi klassifikacii lesnih počv i metodi ih izučenija v SSSR. - *Počvovedenie* 2: 1-6.

Primljeno: 5. kongres ekologa Jugoslavije, Beograd, 22-27. septembra 1996.

Odobreno: 5. septembra 1997.

SPACE AND TIME DISTRIBUTION OF HUMUS CONTENT OF THE DISTRIC
CAMBISOLE IN DIFFERENT FOREST ECOSYSTEMS OF THE CER MOUNTAIN

Pavle PAVLOVIĆ, Miroslava MITROVIĆ, Ranka POPOVIĆ and Olga KOSTIĆ

Institute for Biological Research "Siniša Stanković", Belgrade, Yugoslavia

Summary

The conclusion arising from these studies is that there is a significant difference in humus content of the soil, in all examined layer depths and at all stages of study. The determined humus content space gradient (*Quercetum montanum*, *Fagetum montanum*, *Pinus strobus* sylviculture) is primarily the result of the quantitative and qualitative differences in edificator organic matter of these communities. This organic matter forms part of all the humification and mineralisation processes. It is also the result of the specific conditions of phytohabitats formed by these species, bearing in mind the fact that most of the abiotic parameters of these forests had remained unchanged during the said study.

The time analysis of humus content proved that there were no significant statistical differences in humus content within these ecosystems, which indicates that humus content is bound and difficult to change in specific ecological conditions. The only exception was a 0-10 cm deep soil layer of the Weymouth pine culture, which proved there existed a more dominant process of humification compared to mineralisation, thus creating a certain accumulation of humus.

As regards soil humus composition of the examined ecosystems, it transpires there exist certain differences resulting from the mere characteristics of the examined communities, however they are not non-typical of distric cambisole. The culture of evergreens can be distinguished to a certain extent. In it there are destructive elements of brown acid soil caused by an indirect antropogenic factor (by planting an evergreen culture on a beech stand) and directly by the mere character of organic matter in the *Pinus strobus* L. species, the humification of which emits a large quantity of humic acids, and the specific conditions of the phytohabitat of this culture where this process takes place.

Received: 5th Yugoslav Ecological Congress, Belgrade, September 22-27, 1996

Accepted: September 1, 1997