

INSTITUT ZA ŠUMARSTVO · INSTITUTE OF FORESTRY · BEOGRAD

ZBORNİK RADOVA

**COLLECTION
TOM 48-49**

Yu ISSN 0354-1894



**BEOGRAD
2003.**

INSTITUT ZA ŠUMARSTVO • INSTITUTE OF FORESTRY • BEOGRAD

ZBORNİK RADOVA

COLLECTION
TOM 48-49

Yu ISSN 0354-1894



BEOGRAD
2003.

INSTITUT ZA ŠUMARSTVO – BEOGRAD

Za izdavača:

Dr MILOŠ KOPRIVICA

•

Redakcioni odbor:

Dr VLADIMIR LAZAREV

Dr MILOŠ KOPRIVICA

Dr MIHAILO RATKNIĆ

Dr RADOVAN NEVENIĆ

Dr LJUBINKO RAKONJAC

Dr MARA TABAKOVIĆ-TOŠIĆ

•

Glavni i odgovorni urednik

Dr MARA TABAKOVIĆ-TOŠIĆ

•

Lektor:

MILUTIN VUJOVIĆ, novinar

•

Prevod na engleski:

Mr ANA TONIĆ

•

Svi radovi su recenzirani

•

Unos, priprema i računarski slog:

BOJANA SAVIĆ

•

Tiraž:

250 primeraka

Štampa: "Želnid", Beograd, Nemanjina 8

SARDŽAJ • CONTENTS

Pero Radonja, Zoran Popović

- MODELIRANJE RASTA DUŽINE GRANA ODBAČENIH PAROGOVA JELENA (*Cervus elaphus* L.) NA PODRUČJU VELIKOG JASTREPCA
• A modeling of the length of the red deer (*Cervus elaphus* L.) discarded antlers in the region of Veliki Jastrebac5

Zoran Popović, Miloš Beuković, Dragan Gačić, Nenad Novaković

- REZULTATI GAZDOVANJA POPULACIJOM JELENSKE DIVLJAČI (*Cervus elaphus* L.) • Results of deer (*Cervus elaphus* L.) management15

Zagorka Tomić, Ljubinko Rakonjac

- ILIRSKI POJAS BUKVE, JELE I SMRČE (*Piceo-Fago-Abietetum* Čol. 65) U JUGOZAPADNOJ SRBIJI • Ilirski pojas bukve, jele i smrče (*Piceo-Fago-Abietetum* Čol. 65) u jugozapadnoj Srbiji23

Zoran Miletic, Milorad Veselinović, Snežana Stajić

- UTICAJ SUPSTITUCIJE BUKOVE SASTOJINE KULTUROM DUGLAZIJE NA ERODIBILNOST ZEMLJIŠTA • Effect of beech stand substitution by Douglas-fir plantation on soil erodibility35

Zoran Miletic, Milun Topalović, Vlado Čokeša

- PROMENE SADRŽAJA PRISTUPAČNIH OBLIKA NAJVAŽNIJIH BIOGENIH ELEMENATA U ZEMLJIŠTU POSLE SUPSTITUCIJE BUKOVIH SASTOJINA SMRČOM I JELOM • Changed contents of available forms of the most important biogenic elements in the soil after the substitution of beech stands with spruce and fir44

Milorad Veselinović, Vesna Golubović-Čurguz

- PRODUKCIJA BIOMASE NEKIH TRAVNIH VRSTA NA DEPOSOLU REIK KOLUBARA • Biomass production of some grass species on REIK Kolubara55

Tomislav Stefanović, Svetlana Bilibajkić, Sonja Braunović

- ANALIZA ODNOSA MERENIH I SRAČUNATIH VRDNOSTI GUBITAKA ZEMLJIŠTA U USLOVIMA EKSPERIMENTALNE STANICE RALJA
• Analysis of measured and calculated soil loss ratio in conditions of experimental station Ralja61

Miroslava Marković

- GLJIVA SHIITAKE I NJENE VIŠENAMENSKE FUNKCIJE
• Fungus Shiitake and it's multiple functions69

<i>Tomislav Stefanović, Radovan Nevenić, Svetlana Bilibajkić, Nenad Marković</i> ISTRAŽIVANJE I OCENA PRA'ENJA EFEKATA VAZDUŠNIH ZAGAĐENJA NA ŠUME U OKVIRU PROGRAMA EU - ICP FORESTS • Study and assessment of monitoring air pollution effects on forests within the Program EU -ICP Forests.....	79
<i>Dejan Mitrović, Bratislav Matović</i> PROJEKCIJA TEHNOLOGIJE KORIŠĆENJA DRVETA U VEŠTAČKI PODIGNUTIM SAS TOJINAMA CRNOG I BELOG BORA NA PEŠTERS KOJ VISORAVNI • Projection of wood utilisation technology in artivicially established stands of Austria pine and Scots pine on Pešterska visoravan	88
<i>Miroslava Marković, Mara Tabaković-Tošić</i> EPIKSILNE GLJIVE - RAZARAČI DRVETA U IZDANAČKIM BUKOVIM ŠUMAMA ISTOČNE SRBIJE • Epixylous fungi - wood decaying fungi in coppie beech forests in East Serbia.....	96
<i>Pero Radonja</i> PREGLED POSTIGNUTIH VISINA DUGLAZIJE U SRBIJI GRUPIS ANIH PREMA NADMORSKIM VISINAMA ZASADA • A review of the reached heights of Douglas-fir in Serbia grouped with regard to the altitudes of the stands	104
<i>Pero Radonja</i> MONITORING UTICAJA NADMORSKE VISINE POREKLA PROVENIJENCIJA DUGLAZIJE NA VISINU KULTURA • Monitoring of an effect of origine altitude of Douglas-fir proveniencies on plant height	115

UDK 630*114.6:631.461:630*221
Originalan naučni rad

**PROMENE SADRŽAJA PRISTUPAČNIH OBLIKA
NAJVAŽNIJIH BIOGENIH ELEMENATA U ZEMLJIŠTU
POSLE SUPSTITUCIJE BUKOVIH SASTOJINA
SMRČOM I JELOM**

Zoran Miletić, Milun Topalović, Vlado Čokeša

Izvod: Na dva ogledna polja na Torničkoj Bobiju, u kulturama jele i smrče starosti 30 godina i u susednim bukovim sastojinama ispitivan je sadržaj najvažnijih makroelemenata ishrane. Konstatovano je da je promenjen karakter organske materije, koja dospeva na površinu zemljišta, i promenjen bilans kruženja hranljivih materija u veštački podignutim ekosistemima rezultirao smanjenim proizvodnim potencijalom zemljišta na oba ogledna polja.

Ključne reči: biogeni elementi, zamena vrsta, bukva, jela, smrča, distrični kambisol.

**CHANGED CONTENTS OF AVAILABLE FORMS OF THE MOST IMPORTANT
BIOGENIC ELEMENTS IN THE SOIL AFTER THE SUBSTITUTION
OF BEECH STANDS WITH SPRUCE AND FIR**

Abstract.- The contents of the most important plant nutrition macro-elements was researched on two sample plots of Tornička Bobija in fir and spruce plantations aged 30 years and in the adjacent beech stands. It was concluded that the character of the organic matter reaching the soil surface was changed and that the changed balance of nutrient cycling in artificially established ecosystems resulted in the reduced production potential of the soil in both sample plots.

Key words: biogenic elements, substitution of species, beech, fir, spruce, dystic cambisol.

Mr Zoran Miletić, mr Milun Topalović, Vlado Čokeša, dipl.inž., Institut za šumarstvo, Beograd.

*Istraživanja su delom finansirana od strane MNTR Republike Srbije po Projektu BTN.6.1.0.7232.A: Proizvodnja drveta u izdanačkim bukovim šumama za zadovoljenje narastajućih potreba tržišta.

1. UVOD

Količine biljkama pristupačnih hranljivih materija u zemljištu, od kojih zavise potencijalna i efektivna plodnost zemljišta, su rezultat dinamičke ravnoteže njihovog priliva u zemljište iz primarnih minerala i organske materije, ili iz atmosfere, i sa druge strane njihovog rashodovanja iz zemljišta usvajanjem od strane biljaka i mikroorganizama i ispiranja iz soluma gravitacionim vodama ili izdvajanja u atmosferu u gasovitom obliku.

Osnovni izvori hranljivih materija u zemljištu su litosfera, odnosno primarni minerali, čijom se alteracijom oslobađaju hranljive materije (kada je u pitanju azot onda i atmosfera) i izumrli biljni i životinjski ostaci, čijom se mineralizacijom takođe oslobađaju biljni asimilativi. Alteracija minerala je geološki (istorijski) proces koji se odvija veoma usporeno, dok je mineralizacija organske materije veoma intenzivna. Zbog toga i efektivna plodnost zemljišta u šumskim ekosistemima u velikoj meri zavisi od količina oslobođenih biljnih asimilativa iz organske materije i njihovog biološkog kruženja u ekosistemu.

Supstitucijom izdanačkih i degradiranih bukovih šuma čistim kulturama četinarskih vrsta (što je veoma čest postupak u praksi podizanja kultura) u potpunosti se menjaju uslovi kruženja materija u ekosistemu. Nova vrsta kojom je izvršena supstitucija može da ima sasvim drugačije zahteve u hranljivim materijama. Time se menjaju količine usvojenih biljnih asimilativa iz zemljišta, a samim tim i količina hranljivih materija koja kroz lisni opad dospeva na zemljište. To znači da se promenom vrste kvantitativno menjaju količine hranljivih materija u ciklusu kruženja u ekosistemu.

Produkovani lisni opad unetih vrsta poseduje sasvim drugačije hemijske osobine. Kada se radi o četinarskim vrstama u odnosu na bukov lisni opad, organska materija poseduje veću kiselost, veći sadržaj bitumena, širi odnos C/N i niži sadržaj kalcijuma. To znači da je lisni opad četinara sasvim drugačiji energetski materijal za zemljišne mikroorganizme i da se procesi razlaganja i oslobađanja biljnih asimilativa odvijaju usporeno, jer kisela reakcija, odsustvo kalcijuma i širok odnos C/N više pogoduju razvoju i aktivnosti gljivičnih mikroorganizama, koji sporije razlažu organsku materiju u odnosu na aktinomicete.

Treba istaći i to da lisni opad bukve predstavlja daleko povoljniji konzumni materijal za mikro i mezo pedofaunu u odnosu na četine smrče ili jele. Zbog toga se značajan deo lisnog opada u veoma kratkom vremenskom periodu pojavljuje u potpuno humificiranom obliku i kao krajnji produkt razlaganja u obliku ekskremenata, pri čemu se međufaze mineralizacije organske materije u transformaciji lisnog opada bukve preskaču.

Prema rezultatima istraživanjima promene fizičkih i hemijskih svojstava (Knežević, 1992; Topalović *et al.*, 1998; Miletić *et al.*, 1998) nije potrebna ni cela ophodnja, da se svojstva zemljišta značajnije promene, što može da se odrazi i na plodnost zemljišta.

2. METODE RADA

Da bi se sagledale promene u sadržaju pristupačnih oblika najvažnijih biogenih elemenata u zemljištu posle izvršene supstitucije vrsta, postavljena su dva ogledna polja na Torničkoj Bobiji u zapadnoj Srbiji. Prvo ogledno polje je postavljeno u kulturi smrče, a drugo ogledno polje je postavljeno u kulturi jele. Tip zemljišta na oba ogledna polja je distrični kambisol. Kontrolnu površinu kod oba ogledna polja predstavlja susedna degradirana bukova šuma. Starost kultura jele i smrče iznosi 30 godina. Na oba ogledna polja otvorena su po dva pedološka profila (u kulturi i u prirodnoj šumi). Iz profila distričnih kambisola uzeti su uzorci zemljišta na sledeći način:

- horizont organske prostirke je uzet zbirno, bez odvajanja humificiranih od manje humificiranih podhorizonta;
- uzorci zemljišta ispod Olfh horizonta uzimani su na po 2 cm dubine do dubine od 10 cm, bez obzira iz kog horizonta potiču;
- uzorci zemljišta ispod 10 cm dubine uzimani su po genetičkim horizontima;
- dubina uzoraka je računata od organomineralnog dela profila, tako da u dubinu nije uračunata dubina Olfh horizonta.

U uzetim uzorcima određivani su:

- sadržaj pepela i organske materije spaljivanjem, a količina ukupnog kalcijuma i magnezijuma kompleksometrijski, ukupnog kalijuma plamenfotometrijski, a ukupnog fosfora kolorimetrijski;
- pH vrednost elektrometrijski;
- ukupni azot po Kjeldahlu;
- mineralni azot po Bremneru;
- lako pristupačni oblici fosfora i kalijuma Al metodom;
- adsorptivni kompleks po Kappennu.

3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

3.1 Karakteristike hemijskog sastava horizonta organske prostirke

Supstitucijom degradirane bukove šume u potpunosti je promenjen karakter sveže organske materije koja svake godine u vidu lisnog opada dospeva na površinu zemljišta. Lisni opad smrče na prvom oglednom polju je, u pogledu sadržaja gotovo svih elemenata ishrane, znatno siromašniji u odnosu na opad bukve. To je uticalo i na elementarni sastav horizonta organske prostirke, koji pod smrčevom kulturom poseduje znatno manje količine ukupnog azota, kalijuma, kalcijuma i magnezijuma i širi C/N i C/Ca odnos u odnosu na horizont organske prostirke pod bukvom.

Tabela 1. *Hemijska svojstva horizonta organske prostirke pod kulturama i prirodnim sastojinama bukve (u % apsolutno suve materije)*

Vrsta drveća	Pepeo	Organska materija	N	P	K	Ca	Mg	C/N	C/Ca
Smrča	34,28	65,72	1,58	0,07	0,15	0,83	0,61	17,7	33,8
Bukva	33,26	66,74	1,71	0,08	0,19	0,93	0,82	16,0	29,5
Jela	51,05	48,95	1,50	0,12	0,37	0,38	1,04	15,3	69,2
Bukva	53,75	46,25	1,75	0,15	0,35	0,84	1,54	13,3	27,7

Sličan intenzitet promena u sastavu prostirke postoji i na oglednom polju pod kulturom jele, s tim da se u ovom slučaju radi o znatno manje oligotrofnom staništu od onog na kome je podignuta kultura smrče.

3.2 Promene adsorptivnog kompleksa i reakcije zemljišta

Posle trideset godina uticaja listinca smrče na zemljište došlo je do vidne acidifikacije zemljišnog rastvora. To je, prema Kneževiću (1992) rezultat veće produkcije agresivnih fulvo kiselina koje destruktivno deluju na mineralnu komponentu i intenzivno zakiseljavaju adsorptivni kompleks i zemljišni rastvor. Uticaj kulture na promene reakcije zemljišta je najveći u površinskim slojevima, a sa dubinom soluma se smanjuje. U humusno akumulativnom horizontu pH rastvora u vodi je smanjena za 0,8–0,9, u A/(B) horizontu za 0,6–0,8, a u (B) horizontu za 0,6–0,7 pH jedinica u odnosu na zemljište pod bukvom. Produkcija agresivnih organskih kiselina iz lisnog opada smrče izazvala je i jaku acidifikaciju adsorptivnog kompleksa i iznošenje baznih katjona iz profila. Stepenn zasićenosti adsorptivnog kompleksa pod bukovom šumom iznosi 25,61–42,88% od totalnog kapaciteta adsorpcije, a pod smrčevom kulturom 1,27–9,92, što je blisko vrednostima za podzole koji se javljaju na ovom području (Topalović *et al.*, 1997).

Pod kulturom jele promene u reakciji zemljišnog rastvora i adsorptivnog kompleksa nisu toliko velike kao pod smrčom. Ipak, pod jelom je konstatovana znatno manja suma adsorbovanih baznih katjona nego pod bukvom, kao i nešto manji stepenn zasićenosti adsorptivnog kompleksa. Smanjenje stepena zasićenosti adsorptivnog kompleksa pod jelom nije veliko, što je uticalo da ni u reakciji zemljišnog rastvora ne dodje do ispoljavanja razlika. Malo smanjenje stepena zasićenosti adsorptivnog kompleksa, i pored vidnog smanjenja sume adsorbovanih baznih katjona, verovatno je rezultat manjeg sadržaja ukupnog humusa pod jelom, naročito u dubljim slojevima zemljišta, što je uticalo na smanjenje totalnog kapaciteta adsorpcije.

Tabela 2. *Hemijske osobine zemljišta*

Hori- zont	Dubina cm	Adsorptivni kompleks				Y1 ccm	pH		Ukupni		Pristupačni		C/N
		T Ekv.	S milimola	T-S NaOH	V		H ₂ O	KCl	Humus %	N %	P ₂ O ₅ mg/100g	K ₂ O	
Kultura smrče													
A	0-2	34,80	3,46	31,34	9,93	48,22	3,9	3,0	5,14	0,33	2,4	16,18	9,0
A	2-4	29,90	1,17	28,72	3,92	44,19	3,8	2,9	4,00	0,28	0,8	8,52	8,3
A	4-6	28,24	1,17	27,07	4,15	41,64	3,8	3,0	3,58	0,27	0,6	6,10	7,7
A(B)	6-8	23,58	0,03	23,55	1,27	36,23	3,9	3,0	2,45	0,20	0,3	5,49	7,1
A(B)	8-10	23,29	0,41	22,88	1,76	35,20	3,9	3,1	2,12	0,19	0,1	4,51	6,5
A(B)	10-37	23,11	1,93	21,18	8,36	32,59	4,3	3,1	1,72	0,18	0,1	4,86	5,5
(B)	37-90	25,61	1,55	24,06	6,06	37,01	4,3	2,9	0,88	0,16	0,5	3,26	3,2
Sastojina bukve													
A	0-2	29,45	9,93	19,52	33,72	30,03	4,8	3,7	5,54	0,33	1,0	12,62	9,7
A	2-4	29,43	9,55	19,88	32,44	30,59	4,6	3,4	4,8	0,37	0,8	10,51	7,5
A	4-6	31,58	10,31	21,27	32,65	32,72	4,6	3,4	4,41	0,29	0,7	11,48	9,0
A(B)	6-8	32,83	8,41	24,42	25,61	37,57	4,5	3,3	5,7	0,43	0,8	11,05	7,7
A(B)	8-10	33,12	10,69	22,43	32,28	34,50	4,7	3,4	5,5	0,39	0,8	11,75	8,2
(B)	10-40	31,14	13,36	17,78	42,88	27,36	5,0	3,8	5,05	0,37	1,4	9,33	7,9
(B)	40-85	26,76	6,50	20,25	24,30	31,16	4,9	3,4	3,11	0,27	0,2	7,71	6,7

Nastavak table 2.

Hori- zont	Dubina cm	Adsorptivni kompleks				Y1 ccm	pH		Ukupni		Pristupačni		C/N
		T Ekv. milimola	S NaOH	T-S	V		H ₂ O	KCl	Humus %	N %	P ₂ O ₅ mg/100g	K ₂ O mg/100g	
Kultura jele													
A	0-2	38,57	18,68	19,89	48,44	30,59	4,7	3,9	11,84	0,66	21,6	43,72	10,4
A	2-4	38,59	6,88	31,71	17,84	48,78	4,3	3,2	6,15	0,43	12,0	21,36	8,3
A	4-6	38,59	6,50	32,09	16,85	47,37	4,3	3,2	5,37	0,42	8,9	17,67	7,4
A	6-8	38,22	6,88	31,34	18,01	48,22	4,3	3,2	5,32	0,35	9,2	18,42	8,8
(B)	8-10	37,43	6,88	30,55	18,39	47,00	4,3	3,2	5,03	0,39	7,7	11,28	7,5
(B)	10-90	24,87	3,08	21,79	12,37	33,53	4,6	3,4	4,08	0,23	16,7	6,32	10,3
Sastojina bukve													
A	0-2	65,83	22,87	42,96	34,74	66,10	4,2	3,5	16,81	0,73	25,5	43,20	13,4
A	2-4	58,37	17,92	40,45	30,70	62,23	4,1	3,4	12,99	0,79	26,7	37,65	9,5
A	4-6	55,49	13,73	41,79	24,75	64,25	4,0	3,2	11,12	0,78	25,5	29,14	8,3
A	6-8	51,03	11,07	39,96	21,70	61,47	4,2	3,2	8,98	0,55	27,7	25,40	9,5
A	8-10	49,12	9,16	39,96	18,66	61,47	4,3	3,2	8,55	0,59	35,0	19,93	8,4
(B)	10-90	38,29	1,17	37,12	3,06	57,11	4,5	3,4	4,10	0,31	>40	6,47	7,7

3.3 Promene sadržaja ukupnog i mineralnih oblika azota

Količine ukupnog azota su znatno manje pod smrčevom kulturom u odnosu na količine pod prirodnom bukovom sastojinom. To je, svakako, posledica drugačijeg karaktera organske materije koja u vidu lisnog opada dospeva u zemljište pod smrčevom kulturom, a koju karakteriše niži sadržaj azota. Pored toga, i količine opada pod smrčom su znatno manje nego pod prirodnom bukovom sastojinom, a brzina transformacije organske materije u humus sporija. To znači da je sužavanje C/N odnosa pod smrčom takođe sporije, a time i oslobođanje azota iz organske materije.

Pod kulturom jele je, takođe, vidno smanjenje sadržaja ukupnog azota, a naročito u humusno akumulativnom horizontu, što je takodje rezultat manjeg priliva ovog elementa na površinu zemljišta, kao i manje povoljne hemijske prirode lisnog opada pod kulturom u odnosu na bukvu.

Tabela 3. Mineralni oblici azota u zemljištu pod kulturama i prirodnim sastojinama

Hori-zont	Dubina cm	NH ₄ ppm	NO ₃ ppm	Ukupni ppm	Hori-zont	Dubina cm	NH ₄ ppm	NO ₃ ppm	Ukupni ppm
Kultura smrče					Prirodna sastojina bukve				
Olfh		288,5	13,6	302,1	Olfh		161,1	125,4	286,5
A	0-2	22,9	9,3	32,2	A	0-2	52,8	5,8	58,6
A	2-4	47,4	1,9	49,3	A	2-4	32,6	2,7	35,3
A	4-6	77,7	4,3	81,9	A	4-6	46,6	2,3	48,9
A/(B)	6-8	48,1	26,4	74,5	A/(B)	6-8	36,1	5,4	41,5
A/(B)	8-10	48,1	2,7	50,9	A/(B)	8-10	48,1	1,6	49,7
A/(B)	10-37	29,9	3,1	33,0	(B)	10-40	26,8	2,7	29,5
(B)	37-90	33,4	3,5	36,9	(B)	40-85	93,6	5,0	98,6
Kultura jele					Prirodna sastojina bukve				
Olfh		119,2	56,7	175,9	Olfh		208,9	269,4	478,3
A	0-2	87,7	6,6	94,3	A	0-2	122,3	6,2	128,5
A	2-4	95,5	0,0	95,5	A	2-4	73,8	0,0	73,8
A	4-6	24,1	6,2	30,3	A	4-6	49,7	7,4	57,1
A/(B)	6-8	70,7	11,6	82,3	A	6-8	30,7	5,8	36,5
(B)	8-10	75,3	2,7	78,0	A	8-10	40,4	0,0	40,4
(B)	10-90	66,8	20,2	87,0	(B)	10-90	19,4	16,3	35,7

I u pogledu sadržaja mineralnih oblika azota, primetne su razlike između zemljišta pod kulturama i zemljišta pod prirodnim bukovim sastojinama. Ove razlike su najveće između horizonata organske prostirke, dok se u dubljim slojevima zemljišta smanjuju.

Najveći sadržaj amonijačnog azota konstatovan je u horizontu organske prostirke pod smrčevom kulturom. To je rezultat izuzetno kisele reakcije sredine i zaustavljanja mineralizacije organskog azota na amonifikaciji, zbog čega veoma mali deo azota podleže nitrifikaciji. Pod susednom bukovom sastojinom u horizontu organske prostirke sadržaj amonijačnog azota je znatno manji, jer manja kiselost sredine omogućava prelazak znatnog dela amonijačnog azota u nitratni oblik procesima nitrifikacije. To potvrđuje količina nitratnog azota koja je gotovo deset puta veća pod bukovom sastojinom u odnosu na kulturu smrče. U horizontu organske prostirke pod bukovom sastojinom količina ukupnog mineralnog azota je manja nego pod smrčevom kulturom, iako su uslovi za mineralizaciju organskog azota povoljniji nego pod smrčom. To znači, da su u horizontu organske prostirke pod bukovom sastojinom uslovi sredine povoljniji za gubljenje azota iz zemljišta. Jača nitrifikacija i produkcija nitratnog azota, koji sa bazama iz zemljišta gradi lako rastvorljive soli omogućava premeštanje nitratnog azota u dublje delove soluma, u zonu rasprostiranja korenovog sistema bukve, gde može da bude usvojen od strane biljaka. To omogućava bolje uslove ishrane azotom bukve u odnosu na smrču i veće učešće ovog elementa u bilansu kruženja hranljivih materija u ekosistemu. Na smanjenu količinu ukupnog mineralnog azota pod bukovom sastojinom jednim delom može da utiče i manja kiselost organske prostirke, što omogućava izdvajanje amonijaka u gasovitom stanju u atmosferu, dok se pod smrčevom kulturom amonijak vezuje za organske i mineralne kiseline. Ipak, može se pretpostaviti da gubitak volatizacijom pod bukvom nije veliki, jer i u blago kiseloj sredini, kakva je prostirka bukve ima dovoljno kiselina za vezivanje amonijaka.

Na drugom oglednom polju, količina i amonijačnog i nitratnog azota je znatno veća pod bukovom sastojinom u odnosu na kulturu jele. To je rezultat povoljnijih uslova za mineralizaciju organskog azota. U odnosu na kulturu smrče, pod jelovom kulturom konstatovan je znatno manji sadržaj amonijačnog, a nešto veći sadržaj nitratnog azota. To znači, da su zbog manje kiselosti horizonta organske prostirke uslovi za mineralizaciju i biološko kruženje azota pod jelovom kulturom daleko povoljniji nego pod smrčom.

3.4 Promene sadržaja lako pristupačnog fosfora

Iako je zemljište i pod smrčevom kulturom i pod prirodnom bukovom sastojinom veoma siromašno u sadržaju lako pristupačnog fosfora, primetne su izvesne razlike koje je prouzrokovala kultura smrče.

Krajnji produkt mineralizacije fosfora iz organske materije je fosforna kiselina, koja se u zemljištu neutrališe bazama iz adsorptivnog kompleksa i seskvi oksidima. Jednovalentne baze sa fosforom grade rastvorljive oblike, dok kalcijum u prvoj fazi gradi nerastvorljivi trikalcijum fosfat $[Ca_3(P_2O_5)_2]$. Pod uticajem organskih i mineralnih kiselina u zemljištu trikalcijumfosfat prelazi u

rastvorljive sekundarne $[\text{Ca}_2(\text{HP}_2\text{O}_5)_2]$ i primarne $\text{CaH}_2\text{P}_2\text{O}_5$ fosfate. To znači, da kisela reakcija sredine povoljno utiče na mobilizaciju fosfora i njegovo prevođenje u biljkama pristupačne oblike. Međutim, jaka acidifikacija koju je izazvala kultura smrče, sigurno je uticala na smanjenje sadržaja kalcijuma u adsorptivnom kompleksu i rastvoru, a koji je neophodan za nagrađivanje rastvorljivih oblika kalcijum fosfata, a takođe i na smanjenje jednovalentnih baza. Istovremeno, smrčeva kultura je izazvala mobilizaciju gvoždja i aluminijuma koji sa fosfornom kiselinom nagrađuju slabo rastvorljive Al i Fe-fosfate, ili potpuno nerastvorljive (okludovane) fosfate. Zbog toga je pod smrčevom kulturom sadržaj lako pristupačnih oblika fosfora manji nego pod prirodnom šumom bukve.

Izuzetak čini površinskih 0–2 cm zemljišta, gde je u zemljištu pod kulturom sadržaj pristupačnog fosfora veći nego pod bukovom šumom. To je, verovatno, posledica visokog sadržaja organske materije nespecifične prirode iz koje se oslobađa fosforna kiselina, a koja još nije neutralisana bazama.

Na drugom bukovom staništu, na kome je supstitucija vrste izvršena jelom, zemljište je veoma dobro obezbeđeno pristupačnim fosforom. Tridesetogodišnji uticaj organske materije drugačijeg hemijskog sastava u odnosu na prirodnu bukovu šumu, uticao je da se sadržaj pristupačnog fosfora smanji u okviru granica srednje obezbeđenosti u humusnom, do slabe obezbeđenosti u prelaznom i kambičnom horizontu. To je i ovde rezultat promenjenog katjonskog sastava zemljišnog rastvora i adsorptivnog kompleksa, odnosno smanjenog sadržaja baza koje sa fosfornom kiselinom grade rastvorljive fosfate.

3.5 Promene sadržaja pristupačnog kalijuma

Količine lako pristupačnog kalijuma, takođe, pokazuju manje vrednosti pod kulturom smrče u odnosu na zemljište pod prirodnom bukovom sastojinom, što je rezultat veće produkcije niskomolekularnih kiselina koje sa jednovalentnim katjonima grade rastvorljive i pokretljive komplekse. Visoka produkcija fulvo kiselina pod kulturom smrče i produkcija agresivnih organskih kiselina (limunske, oksalne i dr), koje sa kalijumom i drugim bazama grade lako rastvorljive soli, izazvala je ispiranje ovog elementa iz zemljišnog soluma. Istovremeno, kod kulture smrče je količina kalijuma koja je uključena u biološko kruženje materija u ekosistemu znatno manja nego u bukovoj šumi, jer su potrebe smrče za ovim elementom ishrane manje nego kod bukve, a time je i količina ovog elementa u pepelu smanjena.

Manji priliv kalijuma preko lisnog opada na površinu zemljišta i istovremeno pojačano ispiranje ovog elementa pod uticajem organskih kiselina su za proteklih trideset godina od izvršene supstitucije vrsta uticali da se količine pristupačnog kalijuma iz granica dobre obezbeđenosti (prema graničnim vrednostima za Al-metodu) smanje na nivo slabe obezbeđenosti celom dubinom profila.

Produkcija agresivnih humusnih materija pod kulturom jele je manja nego pod smrčom, pa ni acidifikacija, a time ni ispiranje kalijuma nije toliko intenzivno. Ipak, i ovde je došlo do vidnog smanjenja pristupačnog kalijuma koji je posle trideset godina uticaja lisnog opada jele smanjen sa nivoa srednje obezbeđenosti na nivo slabe obezbeđenosti prema graničnim vrednostima za Al-metodu.

4. ZAKLJUČAK

Supstitucijom degradiranih bukovih šuma smrčevim kulturama izvršenom na distričnom kambisolu na Torničkoj Bobiji znatno se menjaju količine hranljivih materija u ciklusu kruženja u ekosistemu, uslovi mineralizacije organske materije i njihove transformacije u humus, kao i krajnji produkti razlaganja i mineralizacije. To se, pored uticaja na količinu i grupno frakcioni sastav humusa, odražava i na sadržaj pristupačnih oblika biljnih asimilativa u zemljištu, jer novostvoreni uslovi priliva biljnih asimilativa na i u zemljište preko biljnog opada, njihovog prevođenja u mineralne oblike i njihovog gubljenja iz zemljišta ispiranjem i volatizacijom rezultiraju novim ravnotežnim stanjem. Smrčeva kultura na staništu bukve izaziva smanjenje sadržaja pristupačnih oblika fosfora i kalijuma u zemljištu, a takođe i količina ukupnog i mineralnog azota.

Slično smanjenje sadržaja pristupačnih biljnih asimilativa odvija se i pod kulturom jele, iako ovde acidifikacija adsorptivnog kompleksa i rastvora nije toliko intenzivna kao pod kulturom smrče.

Visok bonitet sastojina smrče i jele podignutih na staništima bukve u prvoj ophodnji je rezultat visoke potencijalne plodnosti zemljišta, nasleđene iz prethodnog ravnotežnog stanja prilivanja i rashodovanja hranljivih materija u i iz zemljišta pod prvobitnim bukovim sastojinama. Novostvoreni bilansi kruženja hranljivih materija u ekosistemima i zastoj u ciklusu kruženja rezultiraju novim stanjem – smanjenim količinama hranljivih materija u zemljištu, a time i manjom potencijalnom plodnošću zemljišta i manjim potencijalom staništa u celini. Pri ovome treba imati u vidu da je period od 30 godina, koliko su stare kulture, tek jedna trećina ophodnje. Ako se ovakva tendencija smanjenja plodnosti zemljišta nastavi do kraja ophodnje, onda se u narednoj ophodnji ne mogu očekivati ovako dobri prirasti i visoki boniteti sastojina.

Kao mera sprečavanja pogoršanja plodnosti zemljišta predlaže se unošenje lišćarskih vrsta u postojeće četinarske kulture i prevođenje monokultura u mešovite lišćarsko-četinarske sastojine. To znači, da se pri izvođenju postupka supstitucije na novim površinama ne zasnivaju monokulture četinarara. Ovim postupkom bi se obezbedio veći priliv organske materije povoljnijeg hemijskog sastava na površinu zemljišta, aktivirali biološki procesi razlaganja i humifikacije i povećao bilans kruženja hranljivih materija u ekosistemu. Prisustvo lišćarskog materijala u horizontu organske prostirke bi, svakako, uticalo i na brzinu

transformacije četina. Od lišćarskih vrsta u ovakve četinarske kulture treba unošiti prvenstveno one vrste koje vrše biološku akumulaciju kalcijuma. Unošenje lišćarskih vrsta u monokulture četinarara svakako bi se pozitivno odrazilo na ukupnu stabilnost ekosistema

LITERATURA

- Knežević, M.(1992): Promene zemljišta pod uticajem kultura crnog bora, smrče i belog bora na raznim staništima u Srbiji. Doktorska disertacija. Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu.
- Lisikov, A.B.(1986): Vlijanije podstilok elnika i bereznjaka na nekotore pokazateli počvi. Počvovedenie, No 10, Moskva, str.174-150.
- Savić, B., Jekić, M.(1975): Agrohemija za studente agronomije. Svjetlost, Sarajevo.
- Topalović, M., Burlica, Č., Jović, N.(1997): Karakteristike podzola pod acidofilnom šumom bukve na Jablaniku. IX Kongres JDPZ, Novi Sad.
- Topalović, M., Miletić, Z., Burlica, Č. (1998): Učicaj kultura jele i smrče na promene sastava humusa i adsorptivnog kompleksa distričnih kambisola. Zbornik radova, Institut za šumarstvo, tom 42-43, Beograd.

CHANGED CONTENTS OF AVAILABLE FORMS OF THE MOST IMPORTANT BIOGENIC ELEMENTS IN THE SOIL AFTER THE SUBSTITUTION OF BEECH STANDS WITH SPRUCE AND FIR

Zoran Miletić
Milun Topalović
Vlado Čokeša

Summary

The changed character of the organic matter reaching the soil surface under spruce plantation and fir plantation compared to organic matter produced by beech caused the acidification of soil solution and adsorptive complex. The elevated acidity caused the reduction of phosphorus availability. Simultaneously, the produced organic acids and aggressive humus fractions affected the leaching of potassium from the soil. The newly created conditions of nitrogen input and output resulted in the new balance under the lower content of nitrogen in the soil. The reduction of the soil production potential is more intensive under spruce plantation than under fir plantation.

Recenzent: dr Nada Veselinović, naučni savetnik Instituta za šumarstvo u Beogradu, u penziji.

CIP - Каталогизacija y publikaciji
Народна библиотека Србије, Београд

630+674

ZBORNİK radova / Institut za šumarstvo
= Collection / Institute of forestry ;
glavni i odgovorni urednik Mara
Tabaković-Tošić. - 1991, t. 34/35 . -
Beograd : Institut za šumarstvo, 1991-
(Beograd : Želnid). - 24 cm

Nastavak publikacije: Zbornik radova -
Institut za šumarstvo i drvnu industriju =
ISSN 0351-9147
ISSN 0354-1894 = Zbornik radova - Institut
za šumarstvo
COBISS.SR-ID 27739138