



Baština Akademije nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine

**Simpozijum o problemima istraživanja šumskih
zemljišta (Sarajevo – Tjentište, august 1973) -
Symposium sur les problems des recherches des
sols forestiers**

Ćirić, Milivoje

1975

Akademija nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine

<https://bastina.anubih.ba/items/7e97dd29-fa96-4f9b-b5c2-f1df56002eb7>

Preuzeto s Baštine Akademije nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine

<https://bastina.anubih.ba/>

AKADEMIJA NAUKA I UMJETNOSTI BOSNE I HERCEGOVINE

POSEBNA IZDANJA

KNJIGA XXIII

ODJELJENJE PRIRODNIH I MATEMATIČKIH NAUKA

Knjiga 5.

SIMPOZIJUM O PROBLEMIMA ISTRAŽIVANJA ŠUMSKIH ZEMLJIŠTA

Sarajevo — Tjentište, avgusta 1973.



Urednik

MILIVOJE ĆIRIĆ,
redovni član Akademije nauka i umjetnosti
Bosne i Hercegovine

SARAJEVO
1975.

JAKOB MARTINOVIC*

ENERGIJA NAKUPLJANJA BIOELEMENATA U LIŠĆU ŠUMSKOG DRVEĆA U ISTRI

U V O D

U toku rješavanja različitih zadataka pedoloških istraživanja što smo ih posljednjih godina provodili u šumama Hrvatske poklanjali smo uvijek kad god je to bilo moguće pažnju odnosima šumskog drveća i tla. Pritom smo podjednaku pažnju pridavali kako utjecaju tla na produktivnost šumskog drveća tako i utjecaju šumskog drveća na plodnost tla, odnosno na njegova fiziografska svojstva. U istraživanjima koja se odnose na utjecaj šumskog drveća na svojstva tla najviše se podataka prikupilo sa područja krša, a neki su i objavljeni (Martinović, 1968a, 1968b, 1969. i 1970). U spomenutim radovima utvrđen je i objašnjen veliki značaj što ga takva istraživanja mogu imati za racionalno gospodarenje šumskim zemljištem, šumama i vodama kod nas, naročito na kršu.

I druga u tom pravcu kod nas provedena istraživanja i razmatranja (Manuševa 1970, Ćirić, 1969; Vukorep, 1966; Antić—Jović, 1965; Škorić, 1969; Jović, 1968) upozoravaju na njihovu aktuelnost. Najnovija naučna strujanja u svijetu i kod nas koja su u vezi sa zaštitom čovjekove okoline sve više naglašavaju potrebu da se spozna i respektira uloga šume i šumskog drveća u zaštiti tla i cjelokupnog čovjekovog okoliša. U ovom radu, koji je nastavak naših istraživanja, potrebno je možda zbog toga i za širi krug stručnjaka podsjetiti još i na neke opće postavke koje govore o poziciji tih problema u nauci.

Nauka o tlu a i druge prirodne nauke (Zonn, 1967; Odum, 1963; Perelman, 1966; Armand, 1967; Aleksandrova, 1971) raspolažu danas sigurnim spoznajama da je šumska biogeocenoza otvoren energetski sistem, te da u konstrukciji biogeocenoze kardinalni značaj imaju tlo i vegetacija. Ta su dva faktora međusobno povezana brojnim vezama. Tlo se u shemi ekosistema (Aleksandrova, 1971) izražava kao energetski blok sa najvećim brojem ulaza i izlaza energije. Šumska vegetacija utječe na tvorbu tla i dinamiku njegovih svojstava, i o tome su gle-

* Institut za šumarska istraživanja — Zagreb.

danja oduvijek bila usaglašena (Glinka, 1931; Remezov — Pogrebniak, 1965; M. Gračanin, 1951; Kundler, 1963; Zonn et. al., 1963; Ćirić, 1963; Luatz — Chendler, 1962; Ganssen — Z. Gračanin, 1972. i drugi). Taj se utjecaj, prema Zonu et. al. (1963) i Kundleru (1963), izražava u procesu biološkog kruženja materija, u tvorbi organske materije tla, u radu korijenovog sistema, u reguliranju klime itd. Učinak je šumske vegetacije, dakako, ovisan o ukupnim uvjetima staništa. Po opsegu i intenzitetu tog djelovanja na prvom mjestu je šumsko drveće, koje zauzima najveći obim tla i atmosfere. Ta činjenica, kao i velika kompleksnost problema u odnosima vegetacija — tlo opredijelili su mnoge istraživače da svoj rad ograniče uglavnom na istraživanje djelovanja šumskog drveća na tlo ili samo neka svojstva tla. I takav reducirani metod istraživanja pokazao se plodonosan (Challinar, 1968; Tarvant—Miller, 1963; Karpačevskij et al., 1971; Smoljaninov, 1969; Rozanova, 1960; Youngberg, 1966; Alban, 1969; Moir, 1969; Ovington, 1958; Alway, 1933; Pelišek, 1963) i omogućio je da se ta pitanja iz akademskih okvira prenesu na put primjene u praksi.

Ovaj rad iz Istre odnosi se na pitanje energije, odnosno intenziteta nakupljanja glavnih bioelemenata (P, K, Ca i Mg) od strane autohtonog šumskog drveća: bjelograbića, crnog i običnog graba, te hrastova medunca i cera. Namjera je bila da se prikupe i obrade podaci o nivou te energije i da se ispita pretpostavka da je ona kod pojedinih vrsta nejednaka i ovisna o njihovim biološkim svojstvima i ekološkim uvjetima, te da stoga šumsko drveće može biti sredstvo za reguliranje režima tih elemenata u tlu. Nema sumnje, radi se o plodnoj pretpostavci. Istraživani bioelementi spadaju u poznate vodne migrante tla, koji se u uvjetima istarskog podneblja ispiru iz tla descentnim tokovima oborinskih voda. U suprotnom pravcu djeluje šumsko drveće, koje se može zamisliti kao pumpa koja posredstvom biološkog kruženja prepumpava te migrante iz dubljih slojeva tla na njegovu površinu. Kako je intenzitet nakupljanja bioelemenata u biljci najveći u lišću (i do 80% ukupnih količina, Baziljević — Rodin, 1968) i budući da se taj dio energije u cjelosti vraća tlu, ograničili smo naša istraživanja na postotak bioelemenata u svježem otpadu lišća i na analizu utjecaja koji se tim putem vrši na tlo. To što su istraživanja provedena u Istri — ima razloga. Prirodna šumska vegetacija u Istri razmjerno je trpjela jak utjecaj čovjeka. U zoni submediterana to ima za posljedicu pretežno šikarasti oblik šuma, više iz panja nego iz sjemena. Njihova je proizvodnost drveta niska, ali fizička i socijalna funkcija je važna i postaje sve važnija s razvojem turizma. U drugu ruku, šumska tla Istre, koja imaju uglavnom vrlo dobar proizvodni kapacitet (tabela 1), često su izložena štetnom djelovanju erozije i drugim procesima degradacije. Takvo stanje u gospodarenju šumama i šumskim tlima u Istri valja čim prije poboljšati i unaprijediti, a to se može jedino postići uz stalno prisustvo naučnih istraživanja.

MATERIJAL I METOD RADA

Istraživanja su provedena na 20 primjernih objekata, koji su raspoređeni u zoni Seslerio-Ostryetuma i Carpinetum orientalis. Oni dobro reprezentiraju najvažnija i najočuvanija šumska staništa u tim zonama.

Tabela 1a.
OSNOVNI PODACI O PRIRODNIM FAKTORIMA
BASIC DATA OF NATURAL FACTORS

Naziv lokaliteta Denomination of Locality	Ploha Plot	Klima-vegeta cijsko područje Climate-vegeta- tional range	Matični supstrat Geological Substrate	Biljna zajednica Plant association	Tip tla Type of soil	Podneblje Climate
Devačić	1				Smede tlo na vapnencu Kalkokambisol	
Vranje	2			Carpinetum orientalis typicum	Crvenica Terra rossa	
Kontušića	3				Smede submedi- teransko tlo Kalkokambisol	
Vidorno	4		vapnenci Limestones		Crvenica Terra rossa	Za centralno smje- štenu meteorološku stanicu Pazin (raz. 1948—1960) vrijede
Gradinje (I)	5			Carpinetum orientalis phillyretosum	Crvenica rendzi- nizirana — Rend- zina terra rossa	ovi podaci srednje vrijednosti tempera- ture zraka: proljeće (10,3), ljeto (19,7), je- sen (11,7), zima (3,8), godišnja 11,4°C.
Vetva	6			Carpinetum orientalis lusuletosum	Kiselostmede tlo na reliktnoj crvenici	Prosječne oborine: proljeće (204), ljeto (233), jesen (341), zi- ma (285), godišnja 1063 mm.
Cerje	7	Carpinetum orientalis croaticum H-č			Acide brown soil on relict terra rossa	
M. Pavletići	8			Carpinetum orientalis caricetosum	Rendzina na šlihu Rendzina na flišu	Klimatske oznake za istraživano područ- je:
Beničići	9					a) po Köppenu Cfsax"
Vežnaver	10					b) po Thornthwaitu P/E=64—127
Gradinje (II)	11		eocenski la- pori i pjes- čenjaci (fliš) Fliš	Carpinetum orientalis carpinetosum betuli	Ilimerizirano tlo na flišu — Luvisols on fliš	
Gradinje — Beničići	12			Carpinetum orientalis castanetosum	Smede tlo na flišu Brown soil on fliš	
M. Pavletići	13					
Baletići	14					
Berce	15		vapnenci Limestones	Seslerio- Ostryetum quercetosum	Smede submedi- teransko tlo Kalkokambisol	
Pričica	16			Seslerio- Ostryetum sorbetosum	Smede tlo na vapnencu Kalkokambisol	
Brestovica M. Oriak	17	Seslerio- Ostryetum Ht. et H-č		Seslerio- Ostryetum caricetosum	Rendzina na flišu Rendzina na flišu	
Bregi	18		Eocenski i lapori i preščenjaci (fliš) Fliš		Smede tlo na re- liktnom pseudo- gleju na flišu — Brown soil on relict pseudogley on fliš	
Jurišići	19			Seslerio- Ostryetum carpinetosum betuli	Smede ilimerizirano tlo na flišu Brown soil — Luvi- sol on fliš	
Doline Brestovice	20			Seslerio- Ostryetum fagetosum		

Napomena: Fitocenološku interpretaciju primjernih ploha obavio je dr S. Ber-
tović prilikom zajedničkog izbora ploha 1988. g., pa mu se i ovom
prilikom zahvaljujemo na pomoći i suradnji. Neki nazivi biljnih
zajednica nisu definitivni, jer su istraživanja još u toku.

Osnovni podaci o primjernim objektima prikazani su u tabeli (1a). Na svakom primjernom objektu osnovana je ploha veličine 0,1 ha. Sa tih je ploha sabrano ukupno 36 prosječnih uzoraka zrelog lišća u vremenu glavnog otpadanja u jesen 1968. godine. Uzorci su uzimani samo za one vrste drveća koje su na plohama učestvovala u smjesi drveća s najmanje 20% od ukupnog broja stabala. Na žalost, drvena masa i starost sastojina nisu na ovim plohama izmjerene. Prema gruboj procjeni, sastojine su stare od 30—60 godina i imaju drvenu masu od 60—200 m³/ha. Uzorci su odmah na terenu sušeni na temperaturi od 55 °C (sušiona Šumarije Pazin) i potom otpremani u laboratorij. Na svakoj primjernoj plohi kopane su najmanje 3 pedološke jame, provedena je genetsko-morfološka analiza tla i provjerena tipska homogenost tla u plohi. Iz glavnog profila uzimani su uzorci tla i provedene su rutinske laboratorijske analize. Na 8 primjernih objekata utvrđen je i ukupan sadržaj P, K, Ca i Mg (tabela 1). Bioelementi u lišću određeni su ovim postupcima. Analize Ca, Mg i K vršene su na aparatu za »atomsku apsorpciju« firme Beckman. Uzimala se odvaga 0,5 grama fino samljevenog i osušenog uzorka lišća. Uzorci su spaljivani na temperaturi od 600 °C. Pepeo je otapan u 2 ml 6 N KCl. Koncentracija Ca, Mg i K podešena je u područje najveće osjetljivosti aparature. Dušik se određivao Kjeldahlovom metodom. Fosfor se određivao metodom amonijum molibdata propisanim jugoslovenskim standardom. Uzorci tla su analizirani po ovim metodama: pH-vrijednosti u vodi elektrometrijski, humus po Tjurinu, ukupan dušik po Kjeldahlu, lako pristupačni fosfor i kalij po Al-metodi, ukupan P, K, Ca i Mg po Jecksonu, mehanički sastav tla po međunarodnoj B-pipet metodi uz pripremu tla sa 0,4 N Na-pirofosfatom.

U ovim istraživanjima bilo je potrebno razraditi i metodu od koje se zahtijevalo da pruži dovoljno tačne i jednostavne pokazatelje koji vode rješenju zadatka. Na temelju pregleda uvodno spomenute literature došli smo do zaključka da nam korisno mogu poslužiti koeficijent biološke apsorpcije (K_b) i biogeokemijski koeficijent (B_k). Izvorno preuzete od Polinova, Perelmana, Grabovske i Samojlove i drugih, te je koeficijente detaljno opisao i dalje razradio S m o l j a n i n o v (1969), ukupno 22 vrste koeficijenata (!) Evo, od tih koeficijenata, formulâ onih koji su u ovom radu primijenjeni:

$$K_b = \frac{\text{postotak elementa u pepelu lišća}}{\text{postotak elementa u tlu}} \quad (1)$$

$$K_b^1 = \frac{\text{postotak elementa u lišću}}{\text{postotak elementa u humusnom horizontu tla}} \quad (2)$$

$$B_k = \frac{\text{postotak elementa u istraživanoj vrsti}}{\text{postotak elementa u etalon-vrsti}} \quad (3)$$

Koeficijent B_k (3) iskazuje relativni sadržaj elemenata u različitim vrstama biljaka, a kao etalon se uzima najviše rasprostranjena vrsta. U našem slučaju to je bio hrast medunac.

U radu smo ustanovili i primjenili još i koeficijent:

$$K_b^2 = \frac{\text{postotak elementa u pepelu lišća}}{\text{postotak elementa u } A^1 \text{ — horizontu tla}} \quad (4)$$

Namjera je jasna: željeli smo usporediti vrijednosti K_b i K_b^2 , jer potonji pokazatelj za slučaj da zadovoljava — predstavlja veliku uštedu u radu. Ne bi u tom slučaju trebalo određivati ukupan sadržaj bioelemenata u svim horizontima ili slojevima tla.

Na temelju podataka o sadržaju biogenih elemenata u tlu i lišću, te podataka o sadržaju pepela u lišću računskim su putem dobivene vrijednosti koeficijenata. Veća energija nakupljanja biogenih elemenata daje veće vrijednosti koeficijenata.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

Rezultati istraživanja prikazani su u tabelama 1—5. U tabeli 1 nalaze se osnovni podaci o svojstvima tla primjernih objekata. Ti podaci dobro predstavljaju sve glavne tipove šumskih tala u Istri. Jasno se uočava da šumska tla u Istri imaju širok raspon reakcije tla, sadržaja kalcija i Mg, da su jako deficitarna u odnosu na fosfor, te dosta dobro uravnotežena i opskrbljena kalijem. Po sadržaju humusa i ukupnog dušika u akumulativnom horizontu mogu se ta tla ocijeniti kao vrlo humozna i bogato opskrbljena ukupnim dušikom. Ovaj je podatak zanimljiv jer je, kako smo već spomenuli, slika očuvanih šumskih staništa. Mehanički sastav i dubina u ekološkom pogledu dobra su strana istraživanih šumskih tala.

U tabelama 2, 3. i 4. nalaze se podaci o sadržaju bioelemenata u lišću i tlu i služili su za utvrđivanje vrijednosti opisanih koeficijenata koji se nalaze u tabelama 3. i 5. Razmotrit ćemo te podatke posebno za svaki bioelement.

1. Intenzitet nakupljanja fosfora. — Taj je bioelement u šumskim tlima Istre općenito deficitaran, ali je zanimljivo da tla na flišu u odnosu na tla na vapnencu sadrže manje količine ukupnog i veće količine pristupačnog fosfora (tabela 1). Vrijednosti koeficijenata intenziteta nakupljanja fosfora kreću se za pojedine vrste u rasponu:

Vrste	K_b	K_b^1	Napomena
bijeli grab	136—1539	5,3—60	(jedan uzorak)
crni grab	1200	48	
obični grab	425—1046	10,2—44	
medunac	122— 317	4,7—13,0	
cer	300— 820	8,0—32,0	

Vrijednosti koeficijenata K_b^2 za fosfor daju iste ili bliske odnose vrste drveća, kao i koeficijenta K_b . Vrijedi to (tabela 5) ne samo za fosfor već i za druge elemente ako se njihov sadržaj po slojevima tla bitno ne mijenja.

Tabela 1.
NEKA FIZIKALNA I KEMIJSKA SVOJSTVA ISTRAŽIVANIH TIPOVA TLA
CERTAIN PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF INVESTIGATED SOIL TYPES

Lokalitet i tlo Localities and type of soil	Profil tla u cm Depth	Dubina tla u cm Depth	pH u H ₂ O	Hu- mus %	Du- šik % N	C/N	P ₂ O K ₂ O		Sadržaj čestica				U % mineralne			
							po A1-metodi u mg/100 gr. tla	u	u % Texture			materije tla Total-quantity u %				
									2,0—0,2	0,2—0,02	0,02—<0,002	0,002	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
Vidorno crvenica	97	0—8	6,3	7,2	0,31	13,4	0	18,7	0,0	32,1	35,3	32,6	0,08	0,85	2,89	0,30
		10—25	6,2	2,2	0,11	11,5	0	12,7	0,1	21,5	23,9	54,5	0,06	0,88	3,18	0,37
		30—60	6,2	1,5	0,10	8,9	0,3	15,3	0,0	11,8	14,9	73,3	0,06	1,11	2,24	0,37
Vetva Kiselo-smeđe tlo na reliktnoj crvenici	100	0—25	5,4	4,6	0,22	12,1	0	11,1	1,0	40,8	35,1	23,1	0,11	0,82	1,89	0,57
		35—85	5,4	0,9	0,08	6,5	0	10,7	0,9	25,0	25,7	48,4	0,08	0,85	1,84	0,55
		130—180	5,4	1,0	0,06	9,8	0	14,9	1,0	11,6	12,3	75,1	0,02	0,82	2,40	0,06
Cerje Kiselo-smeđe tlo na reliktnoj crvenici	93	0—7	6,0	6,5	0,27	13,9	0	24,9	1,0	40,2	43,0	15,8	0,05	0,89	2,32	0,06
		10—25	5,5	2,8	0,13	12,7	0	13,4	0,9	31,3	38,0	29,8	0,05	0,85	2,22	0,72
		25—70	5,4	1,3	0,09	8,7	0	11,1	1,6	26,8	34,9	36,7	0,08	0,91	1,53	0,33
		90—130	5,6	0,9	0,07	7,9	0	18,5	0,7	10,3	13,9	75,1	0,14	0,76	1,52	0,64
Beničići (I) Rendzina na flišu	72	0—15	8,3	4,5	0,22	11,8	1,6	26,4	0,8	41,8	34,3	23,1	0,02	0,67	19,85	0,28
		20—42	8,1	2,1	0,14	8,8	1,7	22,0	1,2	38,3	13,6	46,9	0,03	0,79	17,34	1,13
Beničići (II) Smeđe tlo na flišu	74	0—8	7,7	13,5	0,41	19,1	1,6	41,8	0,2	47,9	25,4	26,5	0,02	1,00	4,80	0,22
		20—50	7,8	2,9	0,13	13,1	0,7	24,1	0,3	28,1	28,4	43,2	0,02	0,81	4,57	0,21
Gradinje Ilimerizirano tlo na flišu	76	0—10	6,8	6,0	0,24	14,0	0,6	31,3	0,6	47,5	26,9	25,0	0,01	0,75	1,92	0,66
		15—35	5,8	1,1	0,08	7,9	0,5	12,3	0,4	41,5	42,4	15,7	0,02	0,89	1,53	0,07
		60—90	5,9	0,8	0,07	6,9	0	17,3	0,3	32,2	41,0	26,5	0,02	0,90	1,42	0,60
		110—140	5,7	0,8	0,05	8,8	0	20,9	0,1	27,5	34,2	38,2	0,02	1,11	2,14	0,59
Bregi — smeđe tlo na pseudo- gleju na flišu	102	0—10	5,2	5,7	0,19	17,5	4,6	15,0	0,5	43,5	39,6	16,4	0,02	0,67	1,75	1,44
		12—40	5,6	0,9	0,05	10,8	0,8	4,3	0,3	35,4	40,4	23,9	0,02	0,57	1,39	1,75
		50—110	5,5	0,4	0,02	12,5	0,7	12,2	0,3	28,0	30,1	41,6	0,02	0,84	1,83	1,39
Jurišići Smeđe ilimeri- zirano tlo na flišu	98	0—10	5,8	8,5	0,31	15,9	0,6	39,8	0,5	33,9	38,7	26,9	0,02	0,85	1,71	2,40
		11—30	5,9	3,1	0,12	15,1	0,6	19,5	0,3	27,8	36,4	35,5	0,02	0,79	1,30	1,85
		30—70	6,3	1,9	0,08	13,8	0,5	19,1	0,2	24,1	34,5	41,2	0,02	1,06	2,18	1,65
		90—120	8,4	1,1	0,06	11,0	1,6	15,1	1,4	24,7	37,0	36,9	0,02	0,97	18,15	3,11

Tabela 3.

SADRŽAJ ELEMENATA U ZRELOM LIŠĆU ŠUMSKOG DRVEĆA U ISTRI
(U % SUHE TVARI, 105°C) I VRIJEDNOSTI KOEFICIJENTA B_k

CONTENT OF ELEMENTS IN RIPE LEAVES OF FOREST TREES (IN % S
OF DRY MATTER, 105°C), AND VALUES OF THE B_k — COEFFICIENT.
THE B_k — VALUES OF THE BIOGEOCHEMICAL COEFFICIENT.

Vrsta	Broj	N		P		K		Ca		Mg	
drveća Species	mjere- nja (n) Samples	$\bar{x}$	m	$\bar{x}$	m	$\bar{x}$	m	$\bar{x}$	m	$\bar{x}$	m
Carpinus orientalis Mill. bijeli grab	11	1,00 (1,47)	0,06	0,25 (1,32)	0,04	0,48 (1,50)	0,03	2,39 (1,37)	0,05	0,17 (1,21)	0,01
Quercus pubescens Willd. medunac	13	0,68	0,03	0,19	0,01	0,32	0,02	1,74	0,07	0,14	0,01
Ostrya carpinifolia Scop. crni grab	4	1,02 (1,50)	0,06	0,27 (1,42)	0,08	0,35 (1,09)	0,03	2,39 (1,37)	0,06	0,22 (1,57)	0,05
Carpinus Betulus L. obični grab	5	1,00 (1,47)	0,08	0,32 (1,68)	0,05	0,48 (1,50)	0,13	2,28 (1,31)	0,18	0,20 (1,43)	0,01
Quercus ceris L. cer	3	0,68 (1,00)	0,15	0,31 (1,63)	0,04	0,25 (0,78)	0,05	1,51 (0,87)	0,18	0,17 (1,21)	0,02

Napomena: Vrijednosti biogeokemijskog koeficijenta (B_k) pisane su u zagradi.
Remark: The Values of biogeochemical coefficient (B_k) are in brackets.

Tabela 4.

SADRŽAJ BIOELEMENATA U TLU — CONTENT OF ELEMENTS IN SOILS

Lokalitet i tip tla Locality and type of soil	Sadržaj elementa u A_1 — horizontu Content of element in A horizon in %				Sadržaj elementa u % za ukupnu dubinu tla Content of element in % for total depth of soil				Dubina tla Depth	
	P	K	Ca	Mg	P	K	Ca	Mg	Cm	
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Vidorno — crvenica Terra rossa	0,03	0,71	2,05	0,18	0,03	0,82	1,89	0,21	60	
Vetva — Kiselo-sme- de tlo na reliktnoj crvenici Acide brown soil on relict terra rossa	0,05	0,68	1,34	0,34	0,03	0,70	1,31	0,34	100	

Tabela 2.

SADRŽAJ ELEMENATA U ZRELOM LIŠĆU ŠUMSKOG DRVEĆA U ISTRI
(U % SUHE TVARI, 105°C)

CONTENT OF ELEMENTS IN RIPE LEAVES OF FOREST TREES IN THE
PROVINCE OF ISTRIA (IN % S OF DRY MATTER, 105°C)

Lokalitet Locality	Vrste drveća	Tip tla Type of soil	N	P	K	Ca	Mg
Devići	Species Carpinus orientalis blijedi grab	Smede tlo na vapnencu	1,26	0,15	0,24	2,30	0,14
Vranje		Crvenica	0,94	0,32	0,58	2,67	0,13
Kontuša		Smede submediteransko tlo	1,18	0,23	0,51	2,16	0,18
Vidorno		Crvenica	1,16	0,16	0,46	2,41	0,18
Gradinje I		Crvenica rendzinirana	1,02	0,11	0,43	2,53	0,11
Cerje		Kisel-smede tlo na reliktnoj crvenici	1,33	0,34	0,65	1,97	0,31
M. Pavletići		Rendzina na flišu	0,79	0,37	0,51	2,41	0,12
Beničići		Rendzina na flišu	0,85	0,60	0,40	2,29	0,18
Vežnaverl		Rendzina na flišu	0,70	0,10	0,53	2,50	0,14
Gradinje		Smede tlo na flišu	0,67	0,16	0,40	2,54	0,15
M. Pavletići		Smede tlo na flišu	1,15	0,20	0,61	2,51	0,18
Devići	Species Quercus rubescens Wild medunac	Smede tlo na vapnencu	0,87	0,33	0,47	1,49	0,08
Vranje		Crvenica	1,00	0,27	0,34	1,61	0,16
Kontuša		Smede submediteransko tlo	0,84	0,24	0,18	1,60	0,18
Vidorno		Crvenica	0,84	0,14	0,13	1,50	0,14
Berce		Smede submediteransko tlo	0,65	0,25	0,34	1,53	0,16
Pricia		Smede tlo na vapnencu	0,66	0,13	0,32	1,67	0,13
M. Pavletići		Rendzina na flišu	0,58	0,21	0,36	1,96	0,13
Beničići		Rendzina na flišu	0,57	0,13	0,40	1,97	0,13
Vežnaverzi		Rendzina na flišu	0,63	0,21	0,52	1,88	0,15
Bellei		Smede tlo na flišu	0,46	0,17	0,29	1,97	0,16
M. Pavletići		Smede tlo na flišu	0,85	0,15	0,33	1,65	0,12
Brestovica		Rendzina na flišu	0,62	0,13	0,41	2,73	0,19
Bregi	Species Ostrya carpinifolia Scop — crni grab	Smede tlo na reliktnom pseudogleju na flišu	0,50	0,03	0,11	1,10	0,22
Berce		Smede submediteransko tlo	1,12	0,20	0,31	2,35	0,15
Pricia		Smede tlo na vapnencu	1,13	0,16	0,37	2,32	0,18
Brestovica		Rendzina na flišu	0,81	0,23	0,44	2,59	0,14
Bregi		Smede tlo na reliktnom pseudogleju na flišu	1,00	0,48	0,29	2,30	0,39
Vetva	L. Carpinus betulus obični grab	Kisel-smede tlo na reliktnoj crvenici	1,00	0,51	0,12	2,02	0,24
Gradinje II		Ilimerizirano tlo na flišu	0,68	0,22	0,79	2,62	0,19
Bellei		Smede tlo na flišu	1,17	0,31	0,79	1,86	0,19
Jurišići		Smede ilimerizirano tlo na flišu	1,00	0,37	0,47	2,86	0,20
Brestovica		Smede ilimerizirano tlo na flišu	1,13	0,19	0,21	2,05	0,16
Cerje	L. Quercus cerris cer	Kisel-smede tlo na reliktnoj crvenici	0,58	0,21	0,36	1,96	0,13
Vetva		Kisel-smede tlo na reliktnoj crvenici	1,01	0,40	0,13	1,26	0,18
Bregi		Smede tlo na reliktnom pseudogleju na flišu	0,46	0,32	0,26	1,31	0,21

(nastavak Tab. 4.)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cerje — Kiselo-sme- de tlo na reliktnoj crvenici Acide brown soil on relict terra rossa	0,02	0,74	1,65	0,04	0,02	0,76	1,28	0,33	100
Beničići — Rendzina na flišu Rendzina on flish	0,01	0,56	13,45	0,17	0,01	0,61	12,95	0,40	42
Beničići — Smede tlo na flišu Brown soil on flish	0,01	0,83	3,41	0,13	0,01	0,70	3,29	0,13	60
Gradinje — Ilimerizi- rano tlo na flišu Luvisol on flish	0,005	0,62	1,36	0,40	0,005	0,73	1,06	0,27	100
Bregi — Smede tlo na reliktnom pseudo- gleju na flišu Brown soil on relict pseudogley on flish	0,01	0,56	1,24	0,89	0,01	0,59	1,17	0,95	100
Jurišići — Smede ilimerizirano tlo na flišu — Brown soil Luvisol on flish	0,01	0,71	1,21	1,44	0,01	0,79	1,35	1,10	80

Za ocjenu dobivenih podataka uzeli smo klasifikaciju A. J. Perelma-
na (1966:41). Perelman razlikuje redove:

- I energičnog nakupljanja, $K_b = n \cdot 10 - n \cdot 100$
- II jakog nakupljanja, $K_b = n - n \cdot 10$
- III slabog nakupljanja i srednjeg zahvata, $K_b = n - o, n$
- IV slabog zahvata, $K_b = o, n$ i
- V slabog i vrlo slabog zahvata, $K_b = o, n - 0, on$.

Svi naši primjeri spadaju u red »energičnog nakupljanja«. Između vrsta postoje razlike koje se mogu pripisati njihovim biološkim svojstvi-
ma, odnosno »biološkom predjelu«. Poreduju li se vrste na istim primjer-
nim plohama (tabela 5), pokazuje se da jaču energiju nakupljanja ima
bijeli grab od medunca, obični grab od cera, bijeli grab od cera, crni grab
od cera i naročito medunca. Na vrijednosti koeficijenta apsorpcije fos-
fora imaju utjecaja, osim biološkog predjela vrste, i vanjski faktori: tlo
i klima. Prema tipovima tla, vrste pokazuju ovaj uzlazni redoslijed na-
kupljanja fosfora:

medunac: crvenica < smeđe tlo na flišu < rendzina na flišu;
bjelograbić: crvenica < smeđe tlo na flišu < reliktna crvenica < rend-
zina na flišu;

Tabela 5.

VRIJEDNOSTI KOEFICIJENATA BIOLOŠKE APSORPCIJE
VALUES OF THE COEFFICIENT OF BIOLOGICAL ABSORPTION

Lokalitet i tip tla Locality and type of soil	Vrsta drveća Species	Kb ²				Kb ¹							
		P	K	Ca	Mg	P	K	Ca	Mg	P	K	Ca	Mg
Vidorno crvenica	medunac	122,2	4,7	19,2	20,4	122,2	4,2	20,4	17,5	4,7	0,2	0,7	0,8
	bijeli grab	136,5	16,6	30,1	26,1	136,5	14,3	32,3	21,8	5,3	0,7	1,2	1,0
Vetva K. smeđe tlo na reliktnoj crvenici	cer	217,0	5,2	25,2	13,9	361,0	5,0	26,0	13,9	8,0	0,2	1,0	0,6
	obični grab	255,0	4,4	40,6	17,7	425,0	4,3	41,6	17,7	10,2	0,2	1,5	0,7
Cerje K. smeđe tlo na reliktnoj crvenici	cer	300,0	13,5	34,0	92,6	300,0	13,1	43,7	11,2	10,5	0,5	1,2	3,2
	bijeli grab	425,0	22,0	29,8	193,0	425,0	21,4	38,3	23,4	17,0	0,9	1,2	7,7
Beničići Rendzina na slišu	medunac	317,0	17,8	3,6	18,2	317,0	16,4	3,7	7,8	13,0	0,7	0,2	0,8
	bijeli grab	1539,0	18,3	4,4	27,0	1539,0	16,8	4,5	11,5	60,0	0,7	0,2	1,1
Beničići Smeđe tlo na flišu	bijeli grab	380,0	11,4	17,7	27,4	380,0	13,6	18,4	27,4	16,0	0,5	0,7	1,2
Gradinje Ilimerizirano tlo na flišu	obični grab	1046,0	31,1	46,4	11,5	1046,0	26,4	59,4	17,1	44,0	1,2	2,5	0,5
Bregi Smeđe tlo na reliktnom pseudogleju na flišu	medunac	210	5,2	23,4	6,4	210	4,9	24,8	6,0	8,0	0,2	0,9	0,2
	cer	820,0	11,9	27,1	6,1	820,0	11,3	28,7	5,7	32,0	0,5	1,1	0,2
	crni grab	1200,0	12,9	46,4	10,9	1200,0	12,2	49,1	10,3	48,0	0,5	1,9	0,4
Jurišići Smeđe ilimerizirano tlo na flišu	obični grab	925,0	16,5	59,0	3,5	925,0	14,8	52,9	4,5	37,0	0,7	2,4	0,1

cer: kiselo-smeđe tlo na reliktnoj crvenici < smeđe na reliktnom pseu-
dogleju na flišu;

obični grab: kiselo-smeđe tlo na reliktnoj crvenici < smeđe ilimerizirano
tlo na flišu < ilimerizirano tlo na flišu.

Poznavanje odnosa vrsta s obzirom na energiju nakupljanja uz koeficijente biološke apsorpcije zanimljive podatke pruža i biogeokemijski koeficijent (B_k) — tabela 3. Taj pokazatelj izračunat je na bazi podataka u tabeli 3, a odnosi se na ukupna staništa pojedine vrste u istraživanom području. Prema tom mjerilu istraživane vrste s obzirom na intenzitet nakupljanja fosfora imaju ovaj silazni redoslijed: i

obični grab > cer > crni grab > bijeli grab > medunac.

2. Intenzitet nakupljanja kalija. — Tla sadrže kalija u A_1 — horizontu 0,56 do 0,83%, odnosno u prosjeku za ukupnu dubinu tla od 0,59 do 0,82%. Tog elementa ima u lišću šumskog drveća u granicama od 0,11 do 0,79%. Zato su vrijednosti koeficijenata K_b , K_b^1 i K_b^2 za kalij mnogo niže nego za fosfor. Razlike su velike (tabela 5), ali se prema spomenutoj klasifikaciji radi još uvijek o jakom do energičnom nakupljanju kalija. Sva tri navedena koeficijenta pokazuju iste međusobne odnose vrsta. Prema koeficijentu K_b imaju istraživane vrste ove odnose:

bjelograbić	$K_b = 13,6—21,4$
crni grab	„ = 12,2
obični grab	„ = 4,3—26,4
medunac	„ = 4,2—16,4
cer	„ = 5,0—13,1

Vide se u prvom planu razlike unutar vrsta koje se odnose na raspon vrijednosti. Za cer, medunac i obični grab gornje su vrijednosti 2—5 puta veće od najnižih. Poređenja vrsta na istim primjernim plohama (staništima) pokazuju da veću energiju nakupljanja imaju bijeli grab od medunca i cera, te crni grab od medunca i cera. Vrijednosti koeficijenta (K_b) mijenjaju se sa tipom tla. Vrste imaju ovaj uzlazni redoslijed intenziteta nakupljanja kalija:

bijeli grab: smeđe tlo na flišu < crvenica < rendzina na flišu < kiselo-smeđe tlo na reliktnoj crvenici;

obični grab: kiselo-smeđe tlo na reliktnoj crvenici < smeđe ilimerizirano tlo na flišu < ilimerizirano tlo na flišu;

medunac: crvenica < kiselo-smeđe tlo na reliktnoj crvenici < rendzina na flišu.

U tom pogledu cer ne pokazuje pravilnosti, dok za crni grab nema podataka.

Prema vrijednosti biogeokemijskog koeficijenta (B_k) kalija istražene se vrste mogu grupirati u ovaj poredak: najveću energiju nakupljanja imaju bjelograbić i obični grab, u drugoj su grupi crni grab i medunac, dok se na posljednjem mjestu nalazi cer.

3. Intenzitet nakupljanja kalcija. — Tla ga sadrže u širokom rasponu od 1,06% do 12,95%, ovisno o tipu tla (tabela 4, podaci

za ukupnu dubinu tla). Sadržaj kalcija u lišću ispitivanog drveća kreće se od 1,26 do 2,86%. U vezi sa sadržajem kalcija najjače su izražene razlike između vrsta drveća. Izgleda da bjelograbić i medunac imaju različit biološki predjel i reakciju na režim kalcija u tlu. Odnos kalcija u lišću tih vrsta i reakcije tla u tom je pogledu indikativan (sl. 1). Prema vrijednosti koeficijenata nakupljanja kalcija (tabela 5) vrši se u istraživanim uvjetima jako do energično nakupljanje kalcija. Istraživane vrste pokazuju ove odnose:

bjelograbić	$K_b =$	4,5—38,3
crni grab	„	49,1
obični grab	„	41,6—59,3
medunac	„	3,7—24,8
cer	„	26,0—43,7

Poređenje vrsta na istim primjernim ploham pokazuje da je energija nakupljanja kalcija, kako je već istaknuto, veća kod bjelograbića nego kod hrasta medunca. Nadalje se pokazuje da veću energiju ima obični grab od cera, te crni grab od medunca i cera. Energija nakupljanja kalcija ovisi i o tipu tla. Vrste imaju ovaj uzlazni redoslijed intenziteta nakupljanja kalcija:

bijeli grab: rendzina na flišu < smeđe tlo na flišu < crvenica < kiselo-smeđe tlo na reliktnoj crvenici;
obični grab: kiselo-smeđe tlo na reliktnoj crvenici < smeđe ilimerizirano tlo na flišu < ilimerizirano tlo na flišu;
medunac: rendzina na flišu < crvenica < smeđe tlo na reliktnom pseudogleju na flišu.

I ovdje, kao što je bilo i s kalijem, cer ne pokazuje pravilnosti koje bi bile u vezi s tipom tla.

Biogeokemijski koeficijent (B_k) također pokazuje značajne razlike između vrsta drveća u pogledu nakupljanja kalcija. Hrastovi cer i medunac značajno manje akumuliraju kalcija nego ispitivane vrste graba.

4. Intenzitet nakupljanja magnezija. — Tla sadrže magnezija u A_1 — horizontu od 0,04% do 1,44%, odnosno u prosjeku za ispitivane tipove tla od 0,13 do 1,10%. U lišću drveća tog elementa ima (tabela 2) od 0,08 do 0,39%. I u pogledu magnezija utvrđeni koeficijenti energije nakupljanja pokazuju da se u istraživanim uvjetima vrši jako do energično nakupljanje tog važnog bioelementa. Nivo energije pojedinih vrsta najbolje odaju niže navedene vrijednosti:

bjelograbić	$K_b =$	11,5—27,4
crni grab	„	10,3
obični grab	„	4,5—17,7
medunac	„	6,0—17,5
cer	„	5,7—13,9

Te vrijednosti pokazuju da je donja granica energije nakupljanja magnezija kod bijelog i crnog graba znatno viša nego kod običnog graba, te cera i medunca. Na važnost biološkog faktora ove vrste u nakupljanju

magnezija ukazuju podaci koji se odnose na jednake stanišne uvjete (tabela 5, koeficijent K_b). Prema tim podacima jaču energiju ima bijeli grab od medunca i cera, obični grab od cera, te crni grab od cera i medunca. Vrijednosti navedenog koeficijenta mijenjaju se i sa tipom tla. Utvrđen je ovaj uzlazni redoslijed intenziteta nakupljanja magnezija:

bijeli grab: rendzina na flišu < crvenica < kiselo-smeđe tlo na reliktnoj crvenici < smeđe tlo na flišu;
obični grab: smeđe ilimerizirano tlo na flišu < ilimerizirano tlo na flišu < kiselo-smeđe tlo na reliktnoj crvenici;
medunac: smeđe tlo na pseudogleju na flišu < rendzina na flišu < crvenica;
cer: smeđe tlo na pseudogleju na flišu < kiselo-smeđe tlo na reliktnoj crvenici.

Biogeokemijski koeficijent (B_k), koji izražava relativnu poziciju vrsta, daje ovu sliku. Na prvom su mjestu po energiji nakupljanja magnezija crni i obični grab, a zatim slijede obični grab, cer i na posljednjem mjestu medunac. Dakle, isti redoslijed odnosa kao i kod energije nakupljanja kalcija i dušika.

U vezi sa svim prethodno iznesenim podacima valja napomenuti da manipulacija s njima u praktične svrhe treba biti vrlo oprezna. Treba respektirati već činjenicu da su to prvi i relativno malobrojni podaci, osobito kad se zna da je sadržaj biogeoelemenata u lišću biljaka nestalna vrijednost, ovisna o nizu faktora kao što su starost biljaka, sastojinski odnosi, te različiti biotski i abiotski utjecaji. U ovakvim je pitanjima neophodna veoma široka statistička podloga informacija. Nadalje, za praksu su važni ne samo relativni odnosi koje daje sadržaj bioeleminata, već i njihove apsolutne količine u kg/ha, a tim podacima na žalost još ne raspolazemo.

ZAKLJUČAK

Na temelju analize energije nakupljanja P, K, Ca i Mg u zreloom lišću šumskog drveća koja je obuhvatila tipična šumska staništa u Istri i njihova najočuvanija nalazišta — može se zaključiti ovo:

1. Autohtone vrste šumskog drveća: bjelograbić (*Carpinus orientalis* Mill.), crni grab (*Ostrya carpinifolia* Scop.), obični grab (*Carpinus Betulus* L.), medunac (*Quercus pubescens* Wild) i cer (*Quercus ceris* L) pokazuju u smislu Perelmanove klasifikacije jako do energično nakupljanje svih ispitivanih elemenata.
2. Intenzitet nakupljanja bioeleminata ovisi o biološkim svojstvima drveća i njihovom sadržaju u tlu. Utvrđene su značajne razlike u energiji pojedinih vrsta drveća (tabela 5). Potvrđena je pretpostavka da šumsko drveće može biti značajno sredstvo u zaštiti i popravci režima bioeleminata u tlu. Za područje Istre to je veoma zanimljivo u odnosu na režim fosfora u tlu budući da su u tom elementu tamošnja šumska tla bez razlike deficitarna.

3. Uzmu li se u obzir ukupna staništa pojedinih vrsta (tabela 3), praktično bi značenje mogle imati činjenice da bjelograbić sadrži u lišću u odnosu na medunac 47% više N, 32% P, 50% K, 37% Ca i 21% više Mg. I nadalje: da crni grab u odnosu na hrast medunac sadrži u lišću 50% više Mg, 42% P, 9% K, 37%Ca i 57% Mg.
4. Primijenjena metoda rada, račun koeficijenta biološke apsorpcije i biogeokemijskog koeficijenta, pružila je u istarskim prilikama jasne numeričke pokazatelje o redosljedu vrsta u intenzitetu (energiji) nakupljanja bioelemenata. Istraživanje problema valja nastaviti i proširiti na utvrđivanje ukupnih količina (kg/ha) bioelemenata koje šumsko drveće vraća tlu.

MARTINOVIĆ J.

ENERGY OF ACCUMULATION OF BIOELEMENTS IN THE LEAVES OF THE FOREST TREES ISTRIA

SUMMARY

In the Province of Istria (Socialist Republic Croatia), zone of *Carpinetum orientalis croaticum* H-ić and *Seslerio-Ostryetum* Ht. et H-ić, the intensity of accumulation of P, K, Ca and Mg was examined in the ripe leaves of the following species: *Carpinus orientalis* Mill, *Ostrya carpinifolia* Scop, *Carpinus Betulus* L, *Quercus pubescens* Wild. and *Quercus cerris* L.

In the work were utilized coefficients of biological absorption and a biogeochemical coefficient after Smoljaninov (1963):

$$K_b = \frac{\text{percentage of element in ashes of leaves}}{\text{percentage of element in soil}}$$

$$K_b^1 = \frac{\text{percentage of element in leaves}}{\text{percentage of element in humus horizon of soil}}$$

$$K_b^2 = \frac{\text{percentage of element in ashes of leaves}}{\text{percentage of element in } A_1 \text{ — horizon of soil}}$$

$$B_k = \frac{\text{percentage of element in investigated species}}{\text{percentage of element in standard species}}$$

The results of the investigations are presented in Tabs. 1—5. All investigated species exhibit — in the sense of Perelman's (1966) classification — from strong to energetic accumulations of P, K, Ca and Mg. The observed tree species exercise a rather different than useful influence on the status of the bioelements in the soil. Species of a higher intensity of accumulation of bioelements can serve better in regulating and preserving the nutritive factors of soil fertility.

LITERATURA

- Alban H. D. (1969): The Influence of Western Hemlock and Western Redcedar on Soil Properties. Soil sci. Soc. Amer. Proc., Vol. 33.
- Aleksandrova V. D. (1971): Ob objektah biogeoccnologii, Botaničeskij Žurnal, tom 56 No 9, Moskva.
- Alway F. J., Kittredge J., Methly W. J. (1933): Composition os the Forest Floor Layers under disferent Forest types on the Same Soil Type. Soil Sci, S 387—398.
- Antić M. Jović N. (1965): Geneza i osobine zemljišta Beljskog lovno-šumskog područja, »Jelen«, Beograd.
- Armand D. L. (1967): Nekatorye zadači i metodi fiziki landšafta. V. Sb. Geofizika landšafta, Nauka, Moskva.
- Bazilević N. I., Rodin L. E. (1968): Produktivnost i biologičeskij krugovorot v glavnejših biogeocnozah suši zemli v svjezi s počvoobrazovanjem, Zemljište i biljka, Vol. 17, No 3, Beograd.
- Challinor D., (1968): Alternation of surface soil characteristics by four tree species, Ecology, Vol. 49 No 2.
- Čirić M. (1962): Pedologija za šumare, Beograd.
- Dahl E., Gjems O., Kielland-Lund Jr. J. (1967): On the Vegetation Types of Norwegian Conifer Forests in Relation to the chemical Properties os Humus Layer.
- Glinka K. D. (1931): Počvovedenie, Moskva.
- Gračanin M. (1951): Pedologija III. d. Sistematika tala, Zagreb.
- Jović N. (1968): Vertikalni raspored zemljišnih tvorevina na Kopaoniku. Separat.
- Youngberg C. T. (1966): Forest Floors in Douglas — Fir Forests: I. Dry Weight and Chemical Properties. Soil Sci. Soc Amer. Proc., Vol. 30, S. 406—409.
- Karpačevskij L. O. (1965): Nekotorye osobennosti počvoobrazovanja v uslovijah Kamčatki, Počvovedenie, No 11, Moskva.
- Karpačevskij L. O. (1963): O vlijanij različnih drevesnih porod na vulkaničeskie počvi Kamčatki, Počvovedenie 12, Moskva.
- Karpačevskij L. O., Kiseleva N. K., Leonova T. G. Popova S. I. (1971): Pestrota počvennogo pokrova i ee svjaz s parcelljarnoj strukturoj biogeocnoza. V Sb. Biogeocenologičeskie isledovanija v širokolistvenno-elovih lescah, Moskva.
- Lutz H. J., Chandler R. F. (1962): Šumska zemljišta, Beograd.
- Manuševa L., Čirić M. (1969): On the specifik of humus in virgin forest soils of Bosnia and Hercegovina, Solarile Muntilor Bucegi, Lucrarile Confearntei nationale de pedologie, A zaga, Sept. 1969. Exstras.
- Manuševa L. (1970): Različija v nekotoryh svojstvah gumasovogo gorizonta pod vlijanjem materinskoj porodi i sastava lesnih fitocenzov, Počvovedenie, No 6, Moskva.
- Martinović J. (1968a): Neke pedološke značajke šumskih fitocenoza na području Viševce i Velike Javornice, Šumarski list, br. 9/10, Zagreb.

- Martinović J. (1968b): Prilog poznavanju sastava otpada lišća (iglica) drveća u nekim šumskim sitocenoza na području krša Zapadne Hrvatske, Šumarski list, br. 11/12, Zagreb.
- Martinović J. (1969): Prilog poznavanju promjena plodnosti tla pod utjecajem šumskog drveća, Šumarski list, br. 7—8, Zagreb.
- Martinović J. (1970): Neke karakteristike organske materije tala u smrekovim šumama Hrvatske, Šumarski list, br. 11—12, Zagreb.
- Moir H. V., Grier H. (1969): Weight and Nitrogen, Phosphorus Potassium, and Calcium Content of Forest Floor Humus of Lodgepole Pine Stands in Colorado. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., Vol. 33.
- Odum E. (1963): Ecology, New York.
- Ovington J. D. (1958): Studies on the development of wood land conditions under different trees. VI Soil sodium, potassium and phosphorus. J. Ecology, Vol 46. 127—142.
- Pelišek J. (1963): Vliv smrkových porostů na pody v oblasti ČSSR. Sborník visoke školy zemědělské v Brně, No 2, Brno.
- Peremlan A. I. (1966): Geohemija landšasta, Moskva.
- Rahteenko J. N., Jakušev B. J., Janković N. I. (1968): Izmenenie lesorastitel'nykh svojstv počvi pod vlijaniem različnykh tipov lesnykh kultur. V. sb. Ekologi-fizilogičeskie osobennosti vzaimootnošenij rastenij v rastitel'nykh soobščestvax. Akademija nauk BSSR, Minsk.
- Remezov N. P., Pogrebnjak P. . (1965): Lesnoe Počvovedenie, Moskva.
- Rodin L. E., Bazilevič N. I. (1965): Dinamika ograničesko veščestva i biologičeskij krugovorot v osnovnykh tipah rastitelnosti. Moskva.
- Rozanova I. M. (1960): Kugovorot zolnykh veščestvo i izmenenie fiziko-hemičeskikh svojstv viščeločennykh černozemov pod hvojnimi i širokolistvennymi nasaždenijami. V. sb. Vlijanje hvojnih i listvennykh nasaždenij na viščeločennije černozemi lesostepi. Akademija nauk SSSR, Trudi laboratorii lesovedenija. Tom I.
- Smoljaninov I. I. (1969): Biologičeskij krugovorot veščestv i povišennije produktivnosti lesov, Moskva.
- Škorić A. (1969): O genezi i evoluciji naših tala. U Zborniku Razvoj i aktuelni problemi proučavanja zemljišta u Jugoslaviji, JDPZ, Budva.
- Tarrant R. F., Miller R. E. (1963): Accumulation of Organic Matter and Soil Nitrogen Beneath a Plantation of Red Alder and Douglas — Fir. Soil Science Society Proceedings. S. 231—234.
- Vukorep J. (1966): Sastav humusa kiselih smedih zemljišta razvijenih na filitu pod hrastom sa različitom prizemnom vegetacijom. Magistarski rad (manuskript).
- Zonn S. V., Karpačevskij L. O., Stefin V. V. (1963): Lesnie počvi Kamčatki, Moskva.

Zonn S. V. (1967): O nekotoryh itogah i perspektivah izučeniya proizvoditel'nosti lesnih-biogeocenozov. V. sb. Geosizika landšafta. Nauka, Moskva.

