



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.

**SARAJEVO
1975.**

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.

ACADEMIE DES SCIENCES ET DES ARTS DE BOSNIE-HERZEGOVINE

PUBLICATIONS SPECIALES

TOME XXIII

SECTION DES SCIENCES NATURELLES ET MATHEMATIQUES

Livre 5.

SYMPOSIUM SUR LES PROBLEMES DES RECHERCHES DES SOLS FORESTIERS

Sarajevo — Tjentište, avgust 1975.



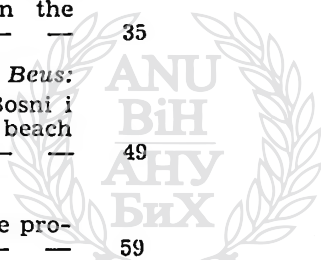
Rédacteur

MILIVOJE ĆIRIĆ,
membre de l'Académie des sciences et des arts
de Bosnie - Herzégovine

SARAJEVO
1975.

S A D R Ž A J

	Strana
<i>Uvodna riječ — Introduction — — — — —</i>	5
1. Milivoje Ćirić:	
Problemi istraživanja produktivnosti šumskih zemljišta — Some problems of investigations of forest soils productivity — — — —	9
2. Dražen Cestar, Jakob Martinović i Zvonimir Pelcer:	
Analiza korelacije između proizvodnosti jele (<i>Abies alba</i> Mill.) i nekih svojstava tla na kršu zapadne Hrvatske — Correlation analysis of the productivity of silver (<i>Abies alba</i> Mill.) and certain soil properties in the karst region of western Croatia — — — — —	25
3. Dragomir Milojković, Nikola Jović i Dušan Jović:	
Uticaj zemljišta na produktivnost lužnjaka u gornjem Sremu — The influence of soil on productivity of the sommon oak in the upper Srem — — — — —	35
4. Milivoje Ćirić, Čedomir Burlica, Ivan Vukorep i Vladimir Beus:	
Uticaj stanišnih faktora na produktivnost bukovih šuma u Bosni i Hercegovini — The influence of site factors on the productivity of beech forests in Bosnia and Hercegovina — — — — —	49
5. Čedomir Burlica:	
Problemi proučavanja vodnog režima šumskih zemljita — The problems of investigations of moisture regime in forest soils — — — —	59
6. Husnija Resulović, Mihovil Vlahinić i Zlatko Hakl:	
Neke specifičnosti istraživanja skeletnih zemljišta — Some particularities of investigation of skelet soils — — — — —	69
7. Branimir Mayer:	
Prilog istraživanju režima vlažnosti pseudogleja pod šumskom vegetacijom — Contribution to investigations on the moisture regime of pseudogley under forest vegetation — — — — —	77
8. Čedomir Burlica, Nihad Prolić i Zlatko Hakl:	
Padavine u području Trebinja i njihov uticaj na debljinski prirast alepskog i crnog bora — The rainfalls in region Trebinje and its influence on the radial increment of <i>Pinus halepensis</i> and <i>Pinus nigra</i> — —	83
9. Ivan Vukorep:	
Problematika istraživanja režima elemenata mineralne ishrane šumskog drveća i fertilizacije u šumarstvu — Untersuchungsproblematik des Nährstoffhaushaltes der Waldökosysteme und der Forstdüngung — —	91
10. Ivo Dekanić:	
Djelovanje fertilizacije različitim mineralnim gnojivima na proizvodnju drva u cenozi kitnjaka i običnog graba — Die Wirkung der Düngung mit verschiedenen Mineraldüngung auf die Rohholzerzeugung in der Zönose der Traubeneiche und Heimbuche — — — — —	99



11. Jakob Martinović:	
Energija nakupljanja bioelemenata u lišću šumskog drveća u Istri — Energy of accumulation of bioelements in the leaves of the forest trees in Istria — — — — —	119
12. Budimir Popović:	
Influence of lime and phosphorus fertilizers upon accumulation of mineral nitrogen in incubation experiment of forest soil — Djelovanje krečnog i fosfornog dubriva na akumulaciju mineralnog azota u ogledu inkubacije šumskog tla — — — — —	135
13. Budimir Popović:	
Nitrogen mineralization in forest peat soil affected by addition of labelled ¹⁵ N fertilizer nitrogen — Efekat dodavanja markiranog azotnog dubriva na mineralizaciju azota u šumskom tresetnom tlu — —	155
14. Loti Manuševa:	
Organska materija u tlima pod šumskom vegetacijom — The organic matter in soils under forest vegetation — — — — —	177
15. Arso Škorić:	
Listinac i humus pri različitim uzgojnim mjerama u šumama kitnjaka i običnog graba na pseudogleju — Leaf litter and humus et various silvicultural measures in forest of sessile oak and hornbeam on pseudogleu — — — — —	189
16. Zivojin Tešić i Nada Veselinović:	
Mikrobiološka ispitivanja šumskih zemljišta u Jugoslaviji — Stanje i perspektive — Microbiological investigations of forest soils in Yugoslavia—Present Status and perspectives — — — — —	199
17. Nada Veselinović i Danica Marković:	
Uticaj šumskouzgojnih mera na opštu biogenost i pedološka svojstva zemljišta pod smrčevim sastojinama na Kopaniku — The influence of silvicultural measures on generalbiogenicity and pedological properties of soil under spruces forests on the mountain Kopaonik — — — — —	215
18. Milovan Bogdanović, Zivojin Tešić, Milan Todorović i Aleksandar Gigov:	
Tresava »Šenderova bara« kod Han-Krama na Romaniji i osobine njenog treseta — Peat-bog »Šenderova bara« at Han-Kram on Romania and the properties of its — — — — —	233
19. Jelena Živadinović:	
Distribucija Poduridae, Onychiuridae i Isotomidae (Collembola) u raznim zemljištima na Magliču — Distribution of Poduridae, Onychiuridae and Istomidae (Collembola) in different soils at Maglič Mountain — — — — —	243
20. Dragica Koledin:	
Sekundarna produkcija Arthropoda i Oligochaeta u stelji i zemljištu zajednice Querceto-carpinetum serbicum (Fruška Gora) — Secondary production of Arthropods and Oligochaeta in the litter and soil of the community Querceto-carpinetum serbicum (Mountain F. Gora) — — — — —	263
21. Mihailo Antić, Branislav Jovanović, Nikola Jović i Vera Avdalović:	
Projekat klasifikacije šumskih zemljišta u Jugoslaviji — The project of forest soils classification in Yugolavia — — — — —	277
22. S. V. Zonn:	
O principima i metodima proučavanja zemljišta pri šumskotipološkim istraživanjima — The principles and methode of soil investigation by reserarch of forest types — — — — —	291
23. Loti Manuševa:	
Fe i Al organski vezani — indikatori nižih sistematskih jedinica kiselosmedih tala na različitim matičnim supstratima — Fe and Al in organic complexes — indicators of lower sistematic units brown acid soils on different supstrata — — — — —	309
Zaključci — Conclusions — — — — —	309
Apstrakti — Abstracts — — — — —	313

UVODNA RIJEČ

Akademija nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine donijela je nedavno svoj Srednjoročni program rada. Osnovna intencija tog programa je nastojanje Akademije da se aktivno uključi u rješavanje naučnih problema koji imaju ključni značaj za privredni i društveni razvoj Republike BiH. Jedan od takvih ključnih pravaca je i istraživanje prirodnih resursa Republike.

Šumarstvo je jedna od veoma značajnih privrednih grana Bosne i Hercegovine, pa je poznavanje šumskih staništa kao svojevrsnih proizvodnih kapaciteta u šumarstvu, neophodan uslov za ocjenu naših mogućnosti i za usklađivanje pravaca razvoja sa datim prirodnim uslovima. U ocjeni proizvodnosti šumskih staništa šumska zemljišta zauzimaju posebne mjesto, jer ona predstavljaju komponentu staništa koja može biti i limitirajući faktor, ali često u sebi skriva i neiskorišćene potencijale. Problemi su neobično značajni za Bosnu i Hercegovinu, ali oni nisu manje aktuelni i za čitavu zemlju, o čemu između ostalog svjedoči i aktivno učešće na Simpozijumu gotovo svih jugoslovenskih stručnjaka koji se bave proučavanjem šumskih zemljišta.

Proučavanje naših šumskih zemljišta započelo je prije nepunih 20 godina, ali je ubrzo dostiglo visok intenzitet i razgranalo se na sve ključne oblasti koje su značajne za razumijevanje specifične prirode šumskih zemljišta i njegovih proizvodnih svojstava. Razvoj istraživanja šumskih zemljišta došao je u fazu kada bi bilo vrlo korisno da se analizira pređeni put i istaknu dalji aktuelni pravci rada. To je bio osnovni zadatak Simpozijuma posvećenog proučavanju šumskih zemljišta, kojeg je organizovao Odbor za resurse i Odeljenje za prirodne i matematičke nauke ANUBiH.

Simpozijum je bio koncipiran tako da su istaknute sljedeće osnovne teme simpozijuma: 1. Produktivnost šumskih zemljišta 2. Vodno-fizičke osobine šumskih zemljišta 3. Režim elemenata mineralne ishrane šumskog drveća i problemi fertilizacije 4. Organska materija i biološka aktivnost šumskih zemljišta 5. Klasifikacija šumskih zemljišta i šumskih staništa. U okviru svake teme dat je uvodni referat u kojem je analiziran naš dosadašnji razvoj i stanje odgovarajuće problematike danas u svijetu, na osnovu čega su sugerisani najaktuelniji pravci daljih istraživanja. Osim toga, u okviru svake teme dati su i naučni prilozi učesnika Simpozijuma.

Uvjereni smo da će knjiga sa materijalima toga Simpozijuma doprinijeti boljem razumijevanju složene prirode naših šumskih zemljišta i usmjeravanja zajedničkih napora motivisanih osnovnim krajnjim ciljem — povećanjem produktivnosti šumskih zemljišta Jugoslavije.

INTRODUCTION

Academy of arts and sciences of Bosnia and Hercegovina has drawn up recently its five years program of work. The main intention of the program is an active participation of Academy in solution of scientific problems which are very important for economical and social development of the Republic Bosnia and Hercegovina. One of the problems is research of natural resources of the Republic.

Forestry is one of the most important branches of national economy therefore the knowledge of forest sites as production capacities in forestry is a necessary condition for evaluation of possibilities as well as for co-ordination of different directions of development with natural conditions.

Forest soils are very important for evaluation of forest sites because they can be limitary factor for forest sites and they can also hide in themselves the great potentialities. This problem is very important for our Republic as well for whole Yugoslavia. It was proved by an active participation to the Symposium of almost all pedologists working on the problem of forest soils.

The Symposium was conceived to emphasize. The basic topics as follows:

1. Productivity of forest soils;
2. Hydro-physical properties of forest soils;
3. Regime of nutritive elements and problem of fertilization;
4. Organic matter and biological activity of forest soils;
5. Clasification of forest soils and forest sites.

The development and status of this problem in Yugoslavia as well as in other countries are analysed in the introductory report of each topic. On this basis the fields for further reserarches are suggested. The scientific contributions of the participants are given within main topics.

We believe thic publication with all reports submitted at Symposium will contribute to the better knowledge of the complex nature of forest soils and will also contribute to the common efforts for improvement of forest soils productivity.

MILIVOJE ĆIRIĆ*

PROBLEMI ISTRAŽIVANJA PRODUKTIVNOSTI ŠUMSKIH ZEMLJIŠTA

U V O D

Proučavanja naših šumskih zemljišta bila su u prvim fazama razvoja uglavnom usmerena na osnovno upoznavanje fonda šumskih zemljišta i usavršavanje klasifikacije izrazito šumskih tipova zemljišta. U to vreme pedologija u poljoprivredi već ima izvesnu tradiciju, a neke njene oblasti razvile su i visok nivo eksperimentalnog rada. Međutim, to nije moglo imati većeg odraza na pedologiju u šumarstvu, jer je poljoprivreda koncentrisala pažnju na ravničarska zemljišta, a zemljišta brdsko-planinskih regiona sa nizom specifičnih svojstava — gotovo nisu bila obuhvaćena istraživanjima. Stoga je faza opšte inventarizacije i sistematizacije planinsko-šumskih zemljišta bila neophodna polazna osnova daljeg razvoja šumarske pedologije.

Ubrzo uz osnovnu inventarizaciju zemljišnog fonda javlja se i orijentacija na proučavanje odnosa između šumske vegetacije i zemljišta, i to uz saradnju sa fitocenolozima. U početku u proučavanju odnosa između zemljišta i vegetacije preovlađuju ekološki, taksonomski i geografski aspekti, ali se pod uticajem zahteva iz prakse sve više obraća pažnja i na proizvodne elemente. Takav kompleksni interdisciplinirani pristup rezultirao je na kraju prvim jugoslovenskim klasifikacijama tipova šuma, koje, iako još nedovoljno usavršene, već ulaze u praktičnu upotrebu. Sve ove aktivnosti imale su pretežno karakter globalnog karakterisanja složenog kompleksa koji čini šumsko zemljište i vegetacija.

Potreba daljeg, dubljeg proučavanja pojedinih svojstava zemljišta dovela nas je do koncepcije da ključni pravci istraživanja u daljem razvoju treba da budu: proučavanje vodnog režima šumskih zemljišta, režima elemenata mineralne ishrane i režima organskih materija u zemljištu. Budući da su ovo izrazito dinamičke pojave, težište u metodu rada treba da se stavi na stacionirano eksperimentalno istraživanje. Ta tri pravca istraživanja treba da obezbede nužnu naučnu osnovu za izbor vrsta drveća i planiranje uzgojnih i melioracionih mera.

* Šumarski fakultet — Sarajevo.

Krajnji cilj svih ovih istraživanja je da se dobiju naučne osnove za postizanje maksimalnog prinosa, uz očuvanje osnovnog proizvodnog potencijala šumskih zemljišta. Prema tome, svako naše istraživanje, iako počiva na fundamentalnim osnovama, mora biti inspirisano pitanjem: kakav to značaj ima za prinose i proizvodnost zemljišta? Mi smo i do sada procenjivali proizvodnost zemljišta, uglavnom globalno i manje-više subjektivno. Međutim, danas su znanja o šumskim zemljištima dovoljno narasla da se problemi produktivnosti zemljišta mogu egzaktnije tretirati.

DEFINICIJE POJMOVA

Iako su definicije pojmova o kojima ovde raspravljamo danas dosta ujednačene, postoje još uvek neke suštinske i terminološke razlike. Stoga je potrebno da preciziramo pojmove kojima se ovde koristimo i da definišemo odnose među njima.

Detaljna analiza istorijskog razvoja pojma plodnosti zemljišta (Boguslavski, 1965) pokazuje da je plodnost, iako predstavlja svojstvo zemljišta, uvek dovođena u vezu sa biljkama koje na zemljištu rastu i sa prinosima koje one postižu. Današnje brojne definicije plodnosti zemljišta se ne razlikuju mnogo u suštini, iako se još uvek mogu sresti jednostrane definicije koje plodnost dovode u vezu samo sa sadržajem mineralnih elemenata u zemljištu. Oslanjajući se na Viljamsovu osnovnu definiciju, mi plodnost zemljišta definišemo kao njegove sposobnost da snabdeva biljke koje na njemu rastu hranljivim elementima, vodom i kiseonikom. Na osnovu ove, kao i ostalih definicija, proizilazi da je plodnost zemljišta njegovo kvalitativno svojstvo. Očigledno je, međutim, da različita zemljišta obezbeđuju biljke pobrojenim životnim faktorima u većoj ili manjoj meri, pa može da se govori o većoj ili manjoj plodnosti zemljišta. Kada se radi o iskorišćavanju zemljišta u biljnoj proizvodnji, veličina plodnosti je upravo ključno pitanje i krajnji cilj svih istraživanja.

Za merenje i gradiranje veličina plodnosti potrebni su realni merljivi pokazatelji. Neposredno merenje elemenata plodnosti zemljišta je veoma otežano zbog kompleksnosti uticaja mnogobrojnih svojstava zemljišta na plodnost, kao i zbog dinamičnosti tih elemenata. Zato se najčešće uzima veličina prinosa biljaka kao indikator plodnosti zemljišta i mera njegove produktivnosti. Prinos je, međutim, pored plodnosti zemljišta, rezultat funkcije klime, biološkog potencijala biljne vrste i uticaja čoveka. Prema tome, prinos je mera produktivnosti staništa kao celine, a zemljište u tom ukupnom rezultatu participira u većoj ili manjoj meri.

Nas u pedologiji upravo interesuje veličina toga udela različitih zemljišta u produktivnosti šumskih staništa, jer bi se to moglo smatrati produktivnošću zemljišta. Apsolutna veličina udela zemljišta u ukupnoj proizvodnji drvne mase se ne može utvrditi, jer je nemoguće odvojiti uticaj zemljišta od delovanja ostalih stanišnih faktora. Međutim, mi možemo da utvrdimo da li se i u kolikoj meri dva zemljišta razlikuju po svojoj produktivnosti. Do takvih informacija dolazimo ako pratimo rast određene vrste drveća u jednakim klimatsko-reljefskim i sastojinskim uslovima, ali na različitim tipovima zemljišta. U takvim uslovima razlike u prinosu

indiciiraju razlike u plodnosti zemljišta i pokazuju koliko je jedno zemljište produktivnije od drugog. Tako se može sačiniti skala relativne produktivnosti tipova zemljišta (produktivnost jednog tipa u odnosu na drugi tip).

Iz ovakvog razmatranja proizilazi da plodnost i produktivnost jednog zemljišta nisu identični pojmovi iako stoje u direktnoj zavisnosti. Plodnost je, kako to ističe više autora (Boguslavski, 1965, Köhenlein, 1965, Linser, 1965), sposobnost zemljišta definisana sumom njegovih svojstava; to je u suštini potencijal, jedna latentna veličina čija realizacija zavisi od klime, biljne vrste i uticaja čoveka. Produktivnost iskazana prinosom je, pak, veličina realizovanog potencijala.

Iako se o plodnosti zemljišta najčešće prosuđuje na osnovu realizovanog prinosa (produktivnosti), ima slučajeva kada je potrebno utvrditi i veličinu plodnosti kao potencijala, tj. neposrednim merenjem svojstava samog zemljišta. To činimo kada bonitiramo zemljište za katastarske svrhe ili kada ga treba proceniti u cilju prodaje ili zamene. U šumarstvu se takva potreba pojavljuje kada imamo gole površine koje treba pošumiti i pri tome prognozirati prinos. Razume se da je ocena plodnosti zemljišta u takvim slučajevima pouzdanija ako su naši pokazatelji plodnosti negde u sličnim uslovima poređeni sa prinosom kao indikatorom koji može da verifikuje našu ocenu plodnosti.

Precizirajući osnovne pojmove »plodnost zemljišta«, »produktivnost zemljišta« i »produktivnost staništa«, mi možemo da idemo i u njihovu dalju razradu. Tako je sasvim celishodno da se razlikuje prirodna i stečena plodnost zemljišta. Prirodna plodnost je rezultat razvoja zemljišta i ona se u toku evolucije zemljišta menja, sledeći približno liniju parabole. Stečena plodnost je ona koju zemljište poprima čovekovim delovanjem. Ona može da bude manja od prirodne (degradacija plodnosti), ili veća od nje (progradacija). Stečena plodnost je promenljiva i zavisi od umešnosti čoveka i nivoa tehnike. Na osnovu toga ona može i da se prognozira.

Kada se radi o produktivnosti šumskih staništa, mi najčešće ocenjujemo »efektivnu produktivnost« — prinos u datom momentu. To je polazna osnova i nužna informacija za ocenu i klasifikaciju staništa. Ali, za planiranje mera u jednom intenzivnom šumarstvu potrebno je da se zna koliko je efektivna produktivnost ispod »maksimalnog proizvodnog potencijala staništa«, koji bismo mogli da definišemo kao veličinu očekivanog prinosa u uslovima kada je zasadena odgovarajuća vrsta se najvećim biološkim potencijalom i kada je utvrđenim sistemom gazdovanja najracionalnije iskorišten klimatski potencijal staništa. Razume se da se takve informacije mogu dobiti samo na osnovu eksperimenta, a utvrđene veličine ne mogu imati trajnu vrednost, jer napredak agrotehnike i selekcije drveća stalno pomera naviše granice naših mogućnosti.

PREGLED PROUČAVANJA PRODUKTIVNOSTI ŠUMSKIH ZEMLJIŠTA U JUGOSLAVIJI

Prve egzaktne podatke o produktivnosti naših šumskih zemljišta nalazimo u radu P. Drinića (1963), u kojem su dati iscrpni podaci o prirastu crnog bora na nekim tipovima zemljišta. Na osnovu tih podataka

Čirić je (1965) ustanovio da postoji visok stepen korelacije između bonitetnog broja zemljišta, dobivenog bodovanjem njegovih svojstava po Vogelovoj metodi, i boniteta sastojine kao indikatora produktivnosti staništa. Razvrstavanje eksperimentalnih ploha P. Drinića, koje su postavljene radi ispitivanja taksacionih elemenata u šumama crnog bora prema tipovima zemljišta, takođe je pokazalo logične razlike u bonitetu sastojina crnog bora na različitim tipovima; isto tako pokazalo se da u okviru pojedinih tipova zemljišta bonitet najviše zavisi od dubine, mineraloškog i granulometrijskog sastava zemljišta.

Ocnom plodnosti zemljišta na osnovu rasta i prinosa različitih vrsta drveća u šumskim kulturama bavili su se Martinović (1965—1966) i Komlenović i Martinović (1966). Njihova uporedna istraživanja rasta kulture iste vrste drveća na dva različita tipa zemljišta pokazala su očite razlike između pojedinih tipova i omogućila da se utvrdi kojem svojstvu zemljišta te razlike mogu da se pripišu. Kao pokazatelj produktivnosti iskorišćavani su srednja visina stabala, srednji prečnik, ukupna zapremina drvne mase procenjena na normalan broj stabala, prosečni visinski prirast, ukupna količina proizvedene organske mase i dr. Iako su se prema svakom od ovih pokazatelja mogle uočiti jasne razlike između dva ispitivana zemljišta, i to u skladu sa razlikama u svojstvima koja imaju značaja za plodnost, ipak ti podaci imaju samo relativnu vrednost i ne mogu se iskorišćavati kao neka apsolutna mera za produktivnost.

Munkačevićeva je (1967) ispitivala proizvodnu vrednost zemljišta u polju Dunava i Drave u odnosu na topolu. Proučavajući detaljno svojstva zemljišta na 15 oglednih površina sa topolom, ona je na osnovu dobivenih informacija pokušala da utvrdi vezu između bonitetnog broja zemljišta i prosečnog prirasta topola kao mere produktivnosti kulture. Bonitiranje po Tajčinovu nije dalo zadovoljavajuće rezultate, što je i razumljivo budući da njegov sistem ne uzima elemente koji su za ova specifična staništa najvažniji (podzemna voda). Bolje podudaranje dobiveno je primenom nemačkog sistema bodovanja (Rothkegel), pri čemu se pokazala potreba da se i taj sistem koriguje unošenjem podataka o podzemnoj vodi, koja, pored granulometrijskog sastava i sadržaja humusa, ima ovde najveći značaj. Tako su ova istraživanja pokazala koja svojstva zemljišta su za proizvodnost topolovih kultura najvažnija i pružila neke orijentacione bonitetne brojeve za prognozu prinosa.

Tajčinovljev metod pokazao se pogodnijim za bonitiranje razvojne serije zemljišta na pesku Deliblatske peščare. Antić et al (1969) primenom ovog metoda vrlo dobro su izdiferencirali sve razvojne stadijume zemljišta koji se na pesku javljaju, pri čemu je raspon između najrazvijenijeg stadijuma (pararendzine) i sirozema bio 100:13.

Proučavajući prirast topole (klon I—214) na aluvijalnim, livadskim, ritskim i pseudoglejnim zemljištima, Živanov je (1970) utvrdio da je prirast (tekući debljinski i visinski prirast srednjeg stabla i prosečni zapreminski prirast srednjeg stabla i po hektaru) na ispitivanim zemljištima vrlo različit i da najviše zavisi od vodno-fizičkih svojstava zemljišta, uglavnom od granulometrijskog sastava, režima podzemnih i poplavnih voda i režima padavina.

Nastojeći da okarakterišu aktuelnu produktivnost šumskih zemljišta BiH Ćirić et al. (1972) iskorišćavaju bonitet satojine kao indikator produktivnosti šumskih staništa. Na osnovu velikog broja podataka iz inventure šuma (Matić et al., 1971) izračunati su prosečni boniteti za glavne vrste šumskog drveća BiH na različitim tipovima zemljišta, kao i distribucija bonitetnih klasa unutar svakog tipa zemljišta. Pokazalo se da se tipovi zemljišta međusobno logično razlikuju po prosečnoj produktivnosti, iako variranje klime nije uzeto u obzir, i da tip zemljišta može biti baza za grublju procenu produktivnosti šumskih staništa.

Produktivnost kompleksa krečnjačkih zemljišta u odnosu na muniku ispitivali su Jović N. i Jović D. (1972). Iskorišćavajući srednju sastojinsku visinu, srednji prečnik, veličinu temeljnice, veličinu zapremine i zapreminskog prirasta satojine, autori su pokazali da se ispitivana zemljišta (crnice i smeđa zemljišta) jasno razlikuju po svim ispitivanim pokazateljima. Ova ispitivanja su takode pokazala da tipovi zemljišta u okviru ujednačenih klimatskih regiona mogu biti dobra osnova sa procenu i prognozu produktivnosti staništa.

Manuševa et al. (1972) istraživali su zavisnost nekih pokazatelja produktivnosti staništa šuma crnog bora na peridotitu (bonitet, procent prirasta, tekući visinski prirast i zalihe drvne mase po hektaru) od dubine humusno-akumulativnog horizonta, sadržaja C, N i P, K, Ca, Mg u ravnotežnom rastvoru i od reakcije sredine. Iako je primenjen metod jednostavne korelacije, a broj podataka bio ograničen, autori su utvrdili neke signifikantne zavisnosti, pri čemu se značaj zemljišnih svojstava menja i zavisno od toga koji pokazatelj produktivnosti je upotrebljen.

Manuševa je (1972) primenom metode jednostavne korelacije utvrdila postojanje zavisnosti boniteta i tekućeg prirasta bukve, jele i smrče od sadržaja C i N u humusnom horizontu kiselih smeđih zemljišta u BiH.

Više radova tretira zavisnost produktivnosti od količine i stanja hranjivih elemenata, bilo u prirodnim uslovima ili u eksperimentima sa primenom mineralnih đubriva. Ovim problemima biće posvećena pažnja u drugom referatu koji će biti podnesen na svom Simpozijumu, pa se ovde ne analiziraju iako tretiraju istu problematiku.

Na osnovu pregleda naše literature mogu se istaći sledeće konstatacije:

1. Radovi koji tretiraju problem produktivnosti šumskih zemljišta još uvek su sporadični, a najčešće im je bio cilj da utvrde proizvodne karakteristike pojedinih taksonomskih jedinica naše klasifikacije zemljišta. Prve informacije pokazuju da naša klasifikacija može dosta dobro da posluži kao osnova za globalnu procenu produktivnosti šumskih zemljišta i šumskih staništa.

2. Analiza rasta šumskih kultura na heterogenom zemljištu predstavlja pogodan metod za utvrđivanje relativne produktivnosti pojedinih tipova zemljišta. U tim uslovima su obično svi elementi staništa bili ujednačeni (starost, poreklo i razmak sadnje drveća, klimatski i reljefski uslovi i drugo), tako da se razlike u rastu kultura mogu dovesti u vezu sa razlikama u svojstvima zemljišta. Na taj način se, pored utvrđivanja re-

lativne produktivnosti taksonomskih jedinica, mogao utvrditi i značaj pojedinih svojstava zemljišta za rast nekih vrsta drveća (npr. uticaj karbonata na borovac — J. Martinović).

3. Svojstva zemljišta koja imaju proizvodni značaj često variraju u dosta širokom intervalu unutar jedne taksonomske jedinice i zato se samom determinacijom jedinica ne mogu dobiti dovoljno pouzdane informacije o njihovoj plodnosti. Stoga smo se našli pred problemom kako unutar tipova zemljišta izvršiti gradaciju njihove plodnosti. Ta gradacija se korektno može izvršiti ako se uzme u obzir variranje većeg broja svojstava relevantnih za plodnost. Taj problem se pokušava rešiti bodovanjem, čime se dolazi do relativnih brojeva koji indiciraju visinu plodnosti zemljišta. Pokazalo se da ti bonitetni brojevi dosta dobro koreliraju sa prinosom pojedinih vrsta (bor i topola). Pri tome se za borova staništa, koja imaju dosta uzak klimatski interval, moglo izvršiti ograničenje samo za bonitiranje svojstava zemljišta, ali se za topole morao da uzme u obzir i režim podzemnih voda. Bonitiranje može imati značaja za praksu, ali je to integralni pokazatelj kojim se obuhvata samo sumarni uticaj zemljišnih svojstava. Na taj način ne možemo da utvrdimo relativni značaj pojedinih svojstava za prinose. Zato ovim metodom dobijamo osnove samo za prognozu, ali ne i dovoljne osnove za melioracione intervencije, jer ne znamo koje svojstvo u datim uslovima ima najveći značaj i koliko njegova izmena može doprineti povećanje prinosa.

4. Učinjeni su prvi koraci u proučavanju zavisnosti prinosa od pojedinih svojstava zemljišta primenom korelacionih analiza (Manuševa et al., 1972). Sigurno je da će se primenom adekvatnijeg matematičkog modela i iskorišćavanjem većeg broja podataka dobiti sigurniji rezultati. Međutim, važno je da je to dosta jednostavan put da se utvrde svojstva zemljišta koja imaju najveći značaj za njegovu produktivnost u datim uslovima. Za takva istraživanja mora da se odabere samo jedan pokazatelj produktivnosti, jer su ova početna istraživanja pokazala da se redosled svojstava po značaju menja, u zavisnosti od izabranog pokazatelja. To ujednačavanje je nužno i radi uporedivosti svih rezultata naših istraživanja u ovoj oblasti, a u ovom trenutku mi iskorišćavamo više različitih pokazatelja.

PROBLEMI I METODI U SAVREMENIM ISTRAŽIVANJIMA PRODUKTIVNOSTI ŠUMSKIH ZEMLJIŠTA

Proučavanje produktivnosti šumskih zemljišta postaje u poslednje vreme jedna od najvažnijih preokupacija šumarske pedologije, što je naročito vidljivo u američkoj literaturi. Pri tome je uočljivo da su ciljevi i metodi dosta različiti, iako se glavna pažnja koncentriše na nekoliko osnovnih problema. Mi ćemo dati kratak pregled najvažnijih pravaca savremenih istraživanja u ovoj oblasti, što uz naše dosadašnje iskustvo može pomoći pravilnijem orijentisanju naših daljih napora.

Vegetacija kao mera i indikator produktivnosti šumskih staništa

Videli smo da se pri razmatranju problema produktivnosti zemljišta prinos nalazi u centru pažnje, bilo kao mera produktivnosti, ili kao indi-

kator i verifikator ocene plodnosti zemljišta. Merenje prinosa u poljoprivrednoj proizvodnji ne predstavlja poseban problem. Međutim, šumsko drveće ostvaruje prirast u toku dugog vremenskog perioda, sa promenljivom dinamikom i u različitom sastojinskom sklopu, a iskorišćavanje proizvoda se obično vrši selektivno i povremeno. U takvim uslovima neposredno merenje ukupne količine proizvedene organske mase ili drvene mase po jedinici površine praktično nije moguće. Stoga se koristimo različitim taksacionim elementima kao indikatorima visine prinosa. Moramo se, znači, zadovoljiti merenjem samo dela celine, tražeći da mereni deo korelira u visokom stepenu sa ukupnim prinosom.

Pokazatelj prinosa koji se već više od 50 godina najviše iskorišćava je visina stabala, na osnovu koje se izračunavaju različiti indeksi (bonitet, site index, H-100). Do toga podatka se dosta lako dolazi, a on relativno dobro indicira produktivnost staništa. Ovom pokazatelju produktivnosti staništa se, međutim, prigovara da pored stanišnih uslova zavisi i od sastojinskih odnosa koje kreira čovek (sklop, način iskorišćavanja sastojine, požari itd.), pa stoga može pružati nerealnu sliku o stvarnom potencijalu staništa. Pokazalo se takođe da izračunati indeksi ne koreliraju idealno sa prinosom u celini, što velikim delom može da se pripiše i metodološkim greškama (Farnsworth, Leaf, 1963). Konstruisane bonitetne krivulje nose u sebi greške i zbog toga što tok rasta drveća u sastojini može biti promenljiv kako zbog sastojinskih uslova (konkurencija korova u mladosti, npr.), tako i zbog klimatsko-geografskih uticaja. Najzad, visina je kumulirana veličina i zato bonitet koji se na osnovu nje određuje ne može idealno da korelira sa stanišnim uslovima u trenutku merenja.

Zbog nedostataka koje ima bonitet kao pokazatelj produktivnosti, postoje tendencije da se nađu bolji pokazatelji, bilo korekcijom indeksa izračunatih na bazi visine stabala (Farnsworth, Leaf, 1963), ili traženjem sasvim novih pokazatelja. Da bi se pri merenju visinskog rasta izbegli negativni uticaji koji su se mogli ispoljiti u mlađem dobu rasta sastojine (konkurencija korova, zasenjivanje, uticaj mraza, uticaj tehnike sadnje), predlaže se merenje samo viših segmenata stabla, umesto celokupne visine (Heiberg, 1956), a Wakely i Marrero (1958) predlažu internodijalni petogodišnji visinski prirast određenog perioda.

Tražeći bolje pokazatelje produktivnosti, neki autori se obraćaju drugim taksacionim elementima. Tako Sammi (1965) predlaže da se uzme zapremina po jedinici površine iskazana preko srednjeg prečnika sastojine, a Martinović (1966) koristi se ukupnom zapreminom drvene mase procenjenom na normalan broj stabala.

Bonitet ili prirast, kao indikatori šumskih staništa, imaju i taj nedostatak što se skale prema bonitetu ili prirastu dvaju različitih vrsta šumsko drveća ne mogu porediti, a mi nemamo jednu vrstu drveća na svakom tipu zemljišta. Da bi sve vrste drveća sveo na uporedivu osnovu, Sudackov (1968) predlaže da se kao baza transformacije uzme zapreminska težina drveća, jer ona bolje pokazuje masu proizvoda nego sama zapremina drveta. Ako se zapreminska težina najlakšeg drveta (smrče, npr.) podeli sa zapreminskim težinama ostalog drveća, dobija se relativni broj x. Množenjem zapreminskog prirasta bilo koje vrste sa njenim relativnim

brojem x dobija se prirast iskazan u uslovnim jedinicama mase najlakšeg drveta. Na taj način se dobija relativna mera produktivnosti, nezavisno od biljne vrste koja na zemljištu raste.

U sovjetskoj literaturi često se produktivnost iskazuje ukupnom produkcijom biomase, a taj pokazatelj se obično dovodi u vezu sa količinom elemenata u biološkom kruženju (Sloboda et al., 1970), *G o v o r e n k o v* (1970).

U prizemnoj vegetaciji se takođe traži mogućnost za procenu produktivnosti staništa, čemu je naročito podsticaj dalo dobro podudaranje (u proseku) između bonitetnih klasa za bor i smrču i vegetacijskih tipova Cajandera, koji su izdvojeni na bazi prizemne vegetacije (*A 't o n e n*, 1929). Uzimajući kao kontrolnu meru produktivnosti srednju zapreminu »glavnog nivoa stabala« (drveće u najvišem spratu, sa dobro razvijenom slobodnom krunom), *V i n c e n t* je (1949) utvrdio da taj pokazatelj dobro korelira sa tipovima šuma izdvojenim na bazi prizemne vegetacije. Tako u okolini Brna produktivnost smrčevih staništa opada sledećim redosledom: *Asarum europeum* tip, *Asperula odorata*, *Carex pilosa*, *Carex digitata*, *Carex montana* i *Festuca ovina*. Zato *V i n c e n t* smatra da se na osnovu prizemne vegetacije može prognozirati produktivnost. *D a u b e n m i r* je (1961) utvrdio da bonitetne krivulje ne indiciraju dobro visinski rast *Pinus ponderosa*-e u istočnom Washingtonu. Međutim, kada se njegovi podaci razvrstavaju na tipove šuma (Habitat types) koji se izdvajau kao klimatogene zajednice na osnovu prizemne vegetacije, pokazuje se dobra korelacija sa visinskim rastom. Do sličnog rezultata dolaze i *F r a u e n d o r f e r* i *E c k a r t* (1961), ograničavajući vrednost prizemne vegetacije kao indikatora produktivnosti na čiste smrčeve šume koje rastu na ujednačenom supstratu i u ujednačenim klimatskim uslovima. *V i r o* (1962) na bazi korelacionih analiza zaključuje da odnos lišajeva i trava može služiti kao indikator produktivnosti šumskih staništa na Laplandu. *H a r t m a n* (1967) smatra da, i pored izvesnih ograničenja, karakteristične grupe prizemne vegetacije mogu biti indikator produktivnosti. On na osnovu toga pokazatelja daje i klasifikaciju šumskih staništa prema bonitetu. *Mayheadova* istraživanja (1967) uz pomoć vrlo savremenih matematičkih metoda takođe dozvoljavaju autoru da prognozira dobru budućnost vegetacijskom metodu.

Interesantan je pokušaj *Z. P r u s i n k i e v i č a* (1970) da umesto prisustva određenih vrsta prizemne vegetacije uzme za indikator produktivnosti šumskih staništa brojnost različitih vrsta koje se javljaju na minimalnom arealu. Pri tome on polazi od poznatog biocenotskog *Tinemanova* principa: što se životni uslovi jednog biotopa udaljavaju od optimuma, biocenoza postaje siromašnija vrstama. Na osnovu dosta velikog broja snimaka on je izdvojio 8 proizvodnih klasa, pri čemu u prvu klasu spadaju staništa koja imaju više od 50 vrsta, a u poslednju dolaze staništa sa manje od 6 vrsta na minimalnom arealu.

R a l s t o n (1958) ne veruje da prizemna vegetacija kao indikator može imati veću vrednost u planinskim regionima, gde su stanišni uslovi veoma složeni, a ovi indikatori nestabilni. *Heiberg i White* (1956) pak ističu da je indikatorska vrednost prizemne vegetacije umanjena zbog nepodudaranja zone rasprostranjenja njenog korena sa rizosferom drveća, ali zato ona dobro indicira prolazne promene staništa koje nastaju sećom,

požarom, pašom itd. i reflektuje se u površinskim slojevima. U svakom slučaju, ona može dati samo relativnu skalu prema produktivnosti, a ne i elemente za prognozu količine proizvoda, što inače bonitet omogućuje.

Raniji pokušaji da se hemijskom analizom lišća i iglica, u kojima se reflektuje trofičnost staništa, dode do pokazatelja produktivnosti nisu dali zadovoljavajuće rezultate (Altonen, 1950). Ni kasnija Viroova istraživanja (1962) na boru u rejonu Laplanda nisu pokazala korelaciju između sadržaja hranljivih elemenata u iglicama bora i boniteta. Međutim, kasnijim usavršavanjem metoda i naročito uvođenjem multivarijantnih analiza — ovim faktorom moglo je da se objasni skoro 90% varijanse boniteta smrče u Bavarskoj (Rehefuess, 1968).

Veoma radikalan metod za kvantitativno ocenjivanje šumskih staništa predlaže Yung (1967). Da bi se izbegle greške i svi faktori držali pod kontrolom, potrebni su totalno krčenje površine određenog tipa zemljišta i sadnja tačno utvrđenog materijala, čiji rast se može egzaktno meriti. Postignuti prinosi su sigurna mera maksimalnog potencijala datog zemljišta u klimatskom rejonu ispitivanja. Takav metod bi bio najviše u skladu sa sistemom gazdovanja u šumama budućnosti, a ima vrednost egzaktnog eksperimenta.

Pri proizvodnji specijalnih šumskih proizvoda iskorišćavaju se pokazatelji koji se odnose na taj proizvod (težina za celulozno drvo, količine pluta za hrast plutnik, odnos dužine stabla i korena u rasadničkoj proizvodnji, količina smole itd.).

Iz ovog kratkog prikaza problematike može da se zaključi da je traženje adekvatnog i lako merljivog pokazatelja prinosa u odraslim prirodnim šumama još uvek vrlo aktuelan problem. Za efikasno komuniciranje informacija iz ove oblasti potrebno je da se iskorišćava jedan pokazatelj. U ovom momentu najviše je za preporuku dalje usavršavanje bonitetskih krivulja, jer se do sada pokazalo da i pored nedostataka taj pokazatelj najbolje indicira produktivnost staništa.

Neposredna ocena plodnosti šumskih zemljišta i produktivnost staništa

Ima mnogo šumskih površina na kojima u trenutku ocenjivanja staništa nema šumske vegetacije, ili je ona u toliko degradiranom stanju da ne može služiti kao indikator proizvodnog potencijala stanište. A upravo u takvim slučajevima ocena proizvodnog potencijala je vrlo značajna za prognozu uspeha i ekonomske opravdanosti pošumljavanja. Stoga se u ovakvim slučajevima moramo vratiti metodama direktnog merenja i ocenjivanja svojstava zemljišta i ostalih stanišnih uslova.

Kada je reč o proceni zemljišta, najkorektniji metod bi bio neposredno merenje vode, hranljivih materija i kiseonika, dakle komponenata koje zemljište može efektivno da pruži biljci. No, neposredno egzaktno merenje tako dinamičnih komponenata zemljišta gotovo je nemoguće u ovoj fazi razvoja pedološke nauke. Zato pribegavamo posrednim metodama, određujući ona merljiva svojstva zemljišta za koja znamo da stoje u korelaciji ili direktno određuje količinu vode i pristupačnih hranljivih elemenata. Postojanje tih korelacija mora biti testirano, kako je nedavno pokazao Burlica (1972).

Procena produktivnosti zemljišta može se vršiti na osnovu pojedinačnih svojstava (mehanički sastav, struktura, dubina soluma, sadržaj N, P, K, humus) ili uzimanjem u obzir svih svojstava zemljišta integralno, u obliku pojedinih taksonomskih jedinica pedološke klasifikacije. Time definišemo čvrstu fazu zemljišta i izgrađenost porosnog sistema, prostora u kojem se nalaze tečna i gasovita faza kao sastavni delovi zemljišta. Međutim, voda i vazduh su vrlo dinamične komponente zemljišta, koje se lako menjaju pod uticajem promena u atmosferi. Zato se voda kao element plodnosti zemljišta može procenjivati samo ako se uzmu u obzir s jedne strane, klimatske karakteristike regiona koje određuju priticanje vode u zemljište i, s druge strane, ponašanje te vode u poroznom sistemu zemljišta. Prema tome, klima kao faktor produktivnosti staništa može imati neposredan uticaj na vegetaciju, a voda kao jedan od njenih elemenata deluje i posredno, preko zemljišta, postajući na taj način sastavni deo zemljišta i jedan od bitnih elemenata njegove plodnosti.

U rešavanju ove problematike uočava se više pravaca istraživanja. U poslednjoj deceniji veoma se razvio metod istraživanja zavisnosti prinosa od pojedinih svojstava staništa primenom višestrukih regresionih analiza, koje je C o i l (1952) primenio još pre 20 godina. Na taj način se mogu izdvojiti oni stanišni faktori koji u najvećoj meri utiču na prinos, a iz jednačina regresije može da se zaključuje o kvantitativnim vrednostima tih faktora potrebnih za optimalan rast različitog šumskog drveća. Na osnovu takvih podataka može da se prognozira prinos i kada nema šumske vegetacije.

Niz radova u okviru ovog vrlo perspektivnog pravca pokazao je da u različitim tipovima zemljišta i u različitim klimatskim regionima pojedini faktori menjaju svoj redosled značaja. Tako je B a r n e s (1955) ustanovio da bonitet bora (*Pinus ellioti*) zavisi od dubine slabo propusnog horizonta i dubine pojavljivanja glejnog horizonta. Na staništima bora (*Pinus resinosa*) u državi New York utvrđena je visoka zavisnost boniteta od stepena dreniranosti i dubine aktivnog profila zemljišta (D e M e n t i S t o n, 1968). Prema analizama P. V i r o a (1962), bonitet belog bora na Laplandu zavisi najviše od teksture i poljskog vodnog kapaciteta, dok mineralni elementi, izuzev Ca i N, ne pokazuju uticaj na bonitet. Na peskovito-kamenitoj Deklab-seriji najveći značaj za prinose crvenog hrasta ima matični supstrat i reljef (C r a u l, 1964). W i l a r d i C a r m e a n (1965) primenom višestruke regresione analize objasnili su oko 80% varijanse boniteta crnog oraha na srednje teškom dobro dreniranom zemljištu, stavljajući bonitet u zavisnost od dubine $A_1 + A_2$ horizonta, sadržaja skeleta, teksture B-horizonta, nagiba i ekspozicije. Menjanje značaja pojedinih zemljišnih svojstava u različitim klimatskim regionima i za različite biljne vrste naročito je vidljivo iz opširne studije o produktivnosti zemljišta T. S. C o i l a (1952).

Klimatski elementi mogu da se uključe u ovakve analize tako što se eksperimentalne plohe razmeštaju u više klimatskih regiona, a pokazatelji klime (temperatura, padavina, dužina vegetacionog perioda itd.) stavljaju se u račun kao nezavisne promenljive, zajedno sa svojstvima zemljišta. Takvom je analizom V u k o r e p (1970) utvrdio da prirast topole najviše korelira sa klimatskim faktorima (dužina vegetacione sezone i temperature, zatim sa pH-vrednošću i najzad sa sadržajem N, P, K).

Umesto neposrednih klimatskih pokazatelja, kojima obično retko raspoložemo, može se uticaj klima u ovakvim računima obuhvatiti i posredno, nadmorskom visinom, ekspozicijom i inklinacijom.

Drugi način da se utvrdi uticaj klime je upoređivanje boniteta neke vrste drveća u istim orografsko-edafskim uslovima, ali u različitim klimatskim područjima. Ako se utvrde signifikantne razlike u bonitetu, onda se one mogu pripisati uticaju klimatskih elemenata. Na takav način De Ment i Ston (1968) utvrdili su da na Alageny-platou (New York) razlika od 50 mm taloga nema značaja za rast *Pinus resinosa*-e.

Istraživanje zavisnosti boniteta određene vrste drveća od svojstava zemljišta lociranih u različitim klimatskim rejonima pokazuje da se značaj pojedinih svojstava zemljišta menja u zavisnosti od klime rejona. Tako su Gessel i Loyd (1950) ustanovili da u severozapadnom delu države Washington na glacijalnim sedimentima udeo gline ima veći značaj za porast boniteta duglazije u umereno vlažnom delu regiona, nego u vlažnom delu istog područja.

Tradicionalni metodi za analizu zemljišnih svojstava ne daju uvek dovoljne informacije za ocenu njegove plodnosti jer obično pokazuju statičko stanje. Poznato je, međutim, da hranljivi elementi mogu imati različit intenzitet kruženja, pa manja količina uz intenzivnije kruženje može obezbediti veći prinos nego velika količina sa slabim kruženjem. I ocena snabdevanja vodom se pored poznavanja količine i forme vode sve više bazira i na poznavanju toka vode kroz zemljište. Stoga se Gessel (1967) zalaže za stacionirano merenje ulaska, izlaska i toka svih dinamičkih komponenata u ekosistemu, uz primenu savremenih mernih aparata. Takav stacionar za kompleksno merenje puteva, tokova i procesa kojima podležu elementi u biološkom kruženju i za utvrđivanje njihovog uticaja na produktivnost staništa postavili su Col i Gessel (1968) u slivu Reke kedrova u zapadnom Washingtonu. Sličan objekt je i poznati »Soling projekt« u blizini Göttingena. Takav metod sigurno obezbeđuje najpouzdanije informacije potrebne za objašnjenje uticaja stanišnih faktora na prinos, ali je to veoma skup metod, koji je zasada dostupan samo razvijenijim zemljama.

Proučavajući zavisnost rasta bora (*Pinus banksiana*) od svojstava zemljišta, Pawluk et al (1961) dolaze do zaključka da prinos zavisi od toliko mnogo međuzavisnih svojstava zemljišta da je bolje uzeti zemljište kao celinu, definisanu njegovom taksonomskom pripadnošću. Iskorišćavanje taksonomskih jedinica iz pedoloških klasifikacija je stvarno jedan od mogućih puteva za rešavanje ove problematike, a Farnsworth et al. (1965) daju mu čak prednost nad ostalim metodama.

Suština ovog metoda je u nastojanju da se utvrdi proizvodna sposobnost pojedinih taksonomskih jedinica zemljišta u određenim klimatskim uslovima, što bi omogućilo da te jedinice budu osnova za prognozu prinosa u datom klimatskom regionu. Ako se pokaže da se pojedine taksonomske jedinice međusobno signifikanto razlikuju po produktivnosti, onda ovo zaista može biti vrlo jednostavan i pouzdan metod za prognozu produktivnosti. Dosadašnja istraživanja u tom pogledu daju različite rezultate. Istraživanja R. Faringtona et al. (1958), Semba et al. (1958), M. Ćirića et al (1972), N. Jovića (1972), I. Martinovića (1966) i drugih pokazuju da se prinosi na pojedinim tipovima zemljišta većinom

signifikantno razlikuju. Međutim, u drugim istraživanjima (L e a r et all, 1967, C r a u l, 1964, 1968) nisu utvrđene dovoljno značajne razlike u produktivnosti pojedinih sistematskih jedinica. Uzroke tome treba tražiti pre u slabostima klasifikacije koja loše diferencira zemljišta sa proizvodnog stanovišta. Poboljšanje klasifikacije u tom smislu moguća je ako se svojstva zemljišta koja se u regresionim analizama pokazu značajna za prinos unose kao kriterijumi klasifikacija. Na taj način istraživanja vezana za tipove zemljišta, razvijajući jednostavan metod za procenu i prognozu prinosa, istovremeno doprinose usavršavanju klasifikacije zemljišta i povećanju njene praktične vrednosti.

Rezimirajući naša izlaganja, možemo da konstatujemo da su u oblasti proučavanja produktivnosti šumskih zemljišta i šumskih staništa najaktuelniji sledeći problemi:

1. Usavršavanje metoda merenja produktivnosti šumskih zemljišta i šumskih staništa preko ostvarenog prinosa ili vegetacijskih indikatora. Radi uporedivosti rezultata moraju se iskorišćavati jedinstveni pokazatelji, koji moraju biti lako merljivi i visoko zavisni od ukupnog prinosa.

2. Utvrđivanje značaja pojedinih svojstava zemljišta i pojedinih komponenata staništa u cilju stvaranja osnova za procenu produktivnosti i prognozu prinosa na zemljištima lišenim šumske vegetacije. Poznavanje tih odnosa potrebno nam je i kao osnova za primenu mera za povećanje produktivnosti. Najpouzdaniji metod u ovim istraživanjima je primena višestrukih regresionih analiza i stacionarna eksperimentalna merenja. Ta istraživanja moraju biti precizno regionalno definisana, jer se značaj pojedinih faktora menja u različitim rejonima.

3. Proizvodna karakterizacija jedinica pedološke klasifikacije je put koji može doprineti da pedološke karte budu iskorišćene kao jednostavna i lako pristupačna osnova za procenu proizvodnih kapaciteta šumskih zemljišta i šumskih staništa. Klasifikacija zemljišta se istovremeno mora usavršavati unošenjem u nju kao kriterijuma onih svojstava zemljišta za koja korelacione analize pokazu da imaju značaj za plodnost zemljišta.

ĆIRIĆ M.

SOME PROBLEMS OF INVESTIGATION OF FOREST SOILS PRODUCTIVITY

SUMMARY

The analysis of the papers related to the problems of forest soils productivity has shown that research area has been rather undeveloped in Yugoslavia. Pointing the great importance of such investigations, this report endeavours to stimulate certain directions of investigation in this field.

Emphasizing the need of precise definitions of concepts used, the author tends to give reasonable definitions for the following concepts: soil fertility — natural and men made, and productivity of forest soils and forest sites.

The problem of mensuration of productivity of forest soils and forest sites has been broadly discussed, as well as the evaluation of existing indexes for forest yield.

This report supports the investigation which have for the aim to characterise the production potential of some taxonomic units of soil classification. This method for the appraisal of forest stands productivity is seemingly the most acceptable one, because it may verify the usefulness of soil classification, and contribute to its amendment.

Great attention has been paid to investigations of correlation between forest yield and various site factors, using the method of multiple regression. This method provides the informations about the relative significance of some soil properties for forest growth in different environment conditions. This is the necessary scientific ground for the prediction of yield and soil amelioration.

An extensive review of the literature relevant to the problems discussed may be found in this report.

LITERATURA

- Altonen V. T. (1929): Ueber die Möglichkeiten einer Bonitierung der Waldstandorte mit Hilfe von Bodenuntersuchung; Acta Forest. Fenn., 34.
- Altonen V. T. (I—1950 II—1955): Die Blattanalyse als Bonitierungs Grundlage des Waldbodens; Com. Inst. Forest Fenniae, No 37 i 45.
- Antić et al (1969): Evolucija, genetička povezanost i ekološka vrednost pojedinih vrsta peskova Deliblatske peščare; izd. Jug. šumarskog centra — Beograd.
- Barnes R. (1955): Soil Factors Related to Growth and yield of Slash Pine Plantations; Univ. of Florida, Tech. Bulletin.
- Boguslavski E. (1965): Zur Entwicklung des Begriffes Bodenfruchtbarkeit; Zeitschr. für Pflanzenernährung Düng. Bodenkunde; Band 108. Heft, 2.
- Burlica Č. (1972): Vodno-fizička svojstva i režim vlažnosti najvažnijih tipova šumskih zemljišta Bosne. — Doktorska disertacija (manuscript).
- Čirić M. (1965): Zemljišta u šumama crnog bora u Bosni i njihova proizvodna vrednost; »Narodni šumar«, sv. 11—12.
- Čirić et al. (1972): Proizvodni potencijal šumskih zemljišta BiH. — Materijali IV kongresa Jugoslovenskog društva za proučavanje zemljišta.
- Coil T. S. (1952): Soil and the Growth of Forests; Adv. in Agr. Vol IV.
- Craul F. (1964): An Analysis of Site Index Variation and Certain Soil Characteristics of Deklab very stony sandy soam; Pensilv. State Univer. — Disertacija.
- Craul F. (1968): Longleaf Pine Site Index poorly Correlated with Soil Type in Southern Alabama; U. S. Forest Service Research; Note — SO — 74.

- Daubenmire R. (1961): Vegetative Indicators of Rate of Height Growth in Ponderosa Pine; Forest Science, Vol. 7, No 1.
- De Ment J., Stone E. (1968): Influence of Soil and Site on Red Pine Plantations in New York; Bulletin 1020. Cornell Univer.
- Drinić P. (1963): Taksacione osnove za gazdovanje u šumama crnog bora u Bosni; izd. Instituta za šumarstvo u Sarajevu.
- Farington R. et al. (1958): Soil Productivity for Hardwood Forest of Vermont; First Forest soils Conference of America.
- Frauendorfer R. et al. (1961): Leistungsuntersuchungen für die Waldtypen von Hufnagel in reinem Fichtenbestand; Cbl. ges. Forstwesen; Vol 78, No 3.
- Govorenkov B. (1970): Sravnitelnoe izučenie produktivnosti visokoproizvoditelnogo kulturnogo listveničnika i esestvenogo sosnaka v lindulovskoj rošče na karelskom perešeiike: IV deleg sezd pcvovedov SSSR, Alma — Ata.
- Gessel S. et al. (1950): Effect of Some Physical Soil Properties on Douglas-Fur Site Quality; Jour. of Forst. Vol 48, No 6.
- Gessel S. (1967): Concepts of Forest Productivity; XIV IUFRO Congress, Sec. 21, II.
- Gessel S. et al. (1968): Cedar research; Univ. Washington., Forest res. Manag.
- Hartman F. K. (1967): Zur Beurteilung Wachstumstentsheidender Standortsfaktoren nach soziologisch-ökologischen Artengruppen-Möglichkeiten, Greincen; IUFRO-Congresse, Sec. 21.
- Heiberg S. (1956): A Site Evaluation concept; Journal of Forestry, Vol. 54, No 1.
- Jović N. et al. (1972): Zemljišta u prašumama munike i njihove proizvodne karakteristike. — Materijali IV kongresa JDZPZ — Beograd.
- Kinloch D. et al. (1967): Is there a Place for Ground Vegetation Assessments in Site Productivity Predictione; XIV IUFRO — Congress, Sec. 21.
- Könlen J. (1965): Zur Kenzeichnung und begrifflichen Formulierung der Beziehungen zwischen Ertragsbildung und Bodenfruchtbarkeit; Zeitschr. für. Pflanzenernährung Düng. Bodenkunde; Band 108, Heft, 2.
- Komljenović N. et al. (1966): Utjecaj plodnosti tala na rast obične smreke u kulturi »Vrelo« kod Jastrebarskog; Šumarski list, br. 3—4.
- Lerd D. et al. (1967): Correlation of Site Index and Soil Mapping Units; J. of Forestry, Vol, 65, No 1.
- Linser (1965): Fassung und Bedeutung des Begriffes »Bodenfruchtbarkeit«; Zeitschr. für Pflanzenernährung Düng. Bodenkunde; Band — 108, Heft, 2.
- Manuševa et al. (1972): Zavisnost proizvodnih vrednosti crnoborovih šuma na peridotitu od nekih osobina zemljišta. — Materijali IV kongresa JDZPZ, Beograd.
- Manuševa L. (1972): Uticaj kvaliteta humusa na obrazovanje i proizvodnu vrijednost šumskih zemljišta u B.H; Izvještaj Instituta za šumarstvo Rep. fondu, Sarajevo.
- Matić V. et al. (1971): Stanje šuma u BiH na osnovu Inventure šuma 1964—1968; izd. Instituta za šumarstvo, Sarajevo.
- Martinović J. (1965): Utjecaj tala na uspjevanje Borovca (P. Strobus L.) u kulturi »Bučice« u Hrvatskom zagorju; Šumarski list, br. 5/6.

- Martinović J. et al. (1965): Prilog šumsko-proizvodnom vrednovanju tała na Ogul'nskom području; Sumarski list, br. 7—8.
- Munkačević V. (1967): Proizvodna vrednost zemljišta u plantažama topola klona I—214 u Baranji; »Jelen«, br. 6.
- Pawluk S. et al. (1961): Some Forest soils Characteristics and Their Relationship to Jack Pine Growth; Forest Science, Vol. 7, No 2.
- Prusinkievič Z. (1970): Die Zahl der auf dem Minim Areal vorkommenden Gefäßpflanzenarten als Mass für die Fruchtbarkeit der Waldböden; Inter Simposium, Rinteln, 1966.
- Ralston C. (1958): Some Applications of Soil Evaluation in Southern Forest Management; I Amer. Forest Soil Conference, Michigan State Univer.
- Sammi J. (1965): An Appeal for a Better Index of Site; Jour of Forestry; Vol. 63. No 3.
- Sloboda V. et al. (1970): Produktivnost elnika — zelenomošnika srednei i kraine severnoi taigi Komi ASSR; IV sveso. delegatski sezd, Alma — Ata.
- Sudačkov E. J. (1968): Bonitirovka lesnih mestobitanii; Les i Počva, Krasnojorsk.
- Wakely P. et al. (1958): Five year Intercept as Site index in Southern Pine Plantations; J. of Forestry, Vol. 15.
- Vincent B. (1949): Rostlina společenstva v lesnicke praxi; Lesnicka prace, Vol. 28. No 3—4.
- Viro P. (1962): Forest Site Evaluation in lapland Comm, Inst. Forest, Fen, 55, 9.
- Vukorep I. (1970): Beziehungen zwischen chemischen Bodeneigenschaften und dem Zuwachs von Schwerzappeln; Göttingen, Bodenberichte, No 15.
- Yung H. (1967): A New Method of Site Evaluation; J. of Forestry, Vol. 65, No 10.
- Živanov N. (1970): Prilog izučavanju prirasta klona I—214 na zemljištima različitih vodno-fizičkih svojstava. Magistarski rad, Polj. fak. Novi Sad.

DRAŽEN CESTAR, JAKOB MARTINOVIĆ i ZVONIMIR PELCER*

ANALIZA KORELACIJE IZMEĐU PROIZVODNOSTI JELE (*Abies alba* Mill.) I NEKIH SVOJSTAVA TLA NA KRŠU ZAPADNE HRVATSKE

U V O D

U šumama SR Hrvatske jela (*Abies alba* Mill.) spada u gospodarski najvrednije vrste drveća. Najviše je rasprostranjena na kršu zapadne Hrvatske, u zajednici *Fagetum croaticum abietetosum* Ht., gdje dolazi na prostranstvu od približno 250.000 ha. Zbog svoje izuzetne gospodarske važnosti, privlačila je jela u posljednja 3 decenija pažnju velikog broja istraživača. Ovdje je od interesa spomenuti istraživanja u vezi s ekološkim uvjetima jele (Horvat 1957, 1962, kao i Šafar 1965, Z. Gračanin 1962, Martinović 1968), zatim istraživanja u vezi s rastom i prirastom jele (Klepac 1956, Bertović, Cestar, Pelcer 1966).

Spomenuta istraživanja za naše uvjete brojna i opsežna, pružila su valjanu osnovu za racionalno gospodarenje jelovim šumama. Ali, ta su istraživanja i pokazala da jela u zajednici *Fagetum croaticum abietetosum* Ht. ima vrlo široku proizvodnu i ekološku amplitudu, i da brojni gospodarski razlozi zahtijevaju preciznije ekološko raščlanjenje jelovih šuma i objašnjenje proizvodnosti jele u odnosu na ekološke faktore. Pokazalo se (Martinović, 1968, 1973) da je posebno nedovoljno istražen i objašnjen utjecaj faktora plodnosti tla na proizvodnost jele. Tek u okviru programa tipoloških istraživanja šuma i šumski staništa Hrvatske što ih provodi Institut za šumarska istraživanja u Zagrebu pristupilo se sistematskom prikupljanju podataka o edafskim uvjetima jele, povezanih s podacima o njezinom rastu i prirastu. Manji dio tih podataka bilo je moguće obraditi u ovom prvom prilogu analizi korelacije između proizvodnosti jele i nekih ekološki značajnih svojstava tla u uvjetima krša zapadne Hrvatske.

Moglo se očekivati da će takva analiza, odnosno tako postavljen zadatak istraživanja pružiti neka praktična rješenja za bolje gospodarenje

* Institut za šumarska istraživanja — Zagreb.

šumskim tlama u našim jelovim šumama, a još više: doprinijeti boljem koncipiranju zadataka daljnjih znanstvenih istraživanja o funkciji tla u proizvodnosti naših jelovih šuma.

MATERIJAL I METODA RADA

a) Istraživanja su provedena u zajednici *Fagetum croaticum abietetosum* Ht na području Gorskog kotara, Velike i Male Kapele, te sjevernog Velebita s njegovim kontinentalnim padinama. Analizom je obrađeno 95 primjernih ploha, osnovanih na tipovima tla koji su karakteristični za spomenutu zajednicu, i to na crnici na vapnencu 10, na smeđem tlu na vapnencu 42 i na ilimeriziranom tlu na vapnencu 43 primjerne plohe. S obzirom na matični supstrat tala, primjerne plohe se nalaze uglavnom na čistim jurskim vapnencima, a manji dio (oko 10%) i na dolomitiziranim vapnencima jure i trijasa. Slučajnim rasporedom primjernih ploha obuhvaćeni su: širok visinski pojas jele (600—1200 metara nadmorske visine), različite ekspozicije tla i širok raspon nagnutosti terena (0—40°). Prema podacima B. Kirigina (1968), istraživano područje ima karakteristike toplo umjerene klime. Temperatura najhladnijeg mjeseca kreće se između —3 i 1,8°C. Ljeta su svježja, s mjesečnom temperaturom najtoplijeg mjeseca ispod 22°C. Oborina je jednoliko razdijeljena na cijelu godinu, a najsuši dio godine pada u toplo godišnje doba. Sporednom maksimumu oborina u početku toplog dijela godine (travanj) pridružuje se glavni maksimum oborina u kasnoj jeseni (studenj). Prema indeksu efektivnosti oborina (P/E 128) područje se ubraja u perhumidnu klimu.

b) Analizom su obuhvaćeni ovi pokazatelji proizvodnosti jele i faktori tla:

- srednji sastojinski debljinski prirast (Z_s),
- godišnji volumni prirast stabala debljinskog stepena 40 cm (V_{40}),
- godišnji volumni prirast stabla debljinskog stepena 50 cm (V_{50}),
- bonitet sastojine (B),
- postotak organskog ugljika u humusno akumulativnom horizontu tla (C),
- postotak ukupnog dušika u humusno akumulativnom horizontu tla (N),
- postotak čestica gline u humusno akumulativnom horizontu tla (Gl),
- reakcija tla — pH u H_2O — u humusno akumulat. horizontu tla (pH),
- debljine humusno akumulativnog horizonta tla u cm ($d A_1$),
- ukupna debljina (dubina) tla (dT).

Pokazatelji proizvodnosti jele izračunati su, i to: srednji sastojinski debljinski prirast (Z_s) na osnovu broja godova na dužini izvrtka od 2,5 cm; godišnji volumni prirast stabla određenog debljinskog stepena (V_{40} i V_{50}) po Lachausseeovoj formuli; bonitet sastojine (B) utvrđen je po visinama stabala debljinskog stepena 50, 55 i 60 cm pomoću Šurić-Pranjićevih bonitetskih krivulja.

Statistička obrada podataka provedena je primjenom modela višestruke linearne regresijske analize. Račun regresijske jednadžbe proveden je za svaku zavisnu varijablu, i to posebno za svaki tip tla, kao i za sva tri tla zajedno. Ukupno je ispitano 150 kombinacija nezavisnih varijabli.*

Kao što je poznato (Čirić, 1973, Martinović, 1970), ova vrsta analiza — utjecaj faktora tla na proizvodnost jedne vrste drveća — ima smisla samo ako su ostali faktori koji utječu na proizvodnost vrste konstantni. U ovom smo se radu tom uvjetu približili izborom opisanih pokazatelja proizvodnosti jele. Naime, izabrani su pokazatelji koji u najvećoj mogućoj mjeri isključuje antropogene i sastojinske utjecaje. Izborom primjernih ploha unutar jedne, i to klimatogene zajednice (*Fagetum croaticum abietosum* Ht.), težilo se ograničiti utjecaj varijabilnosti klime na rezultate istraživanja. Unatoč tome, već spomenute fizičko-geografske raznolikosti unutar istraživanih područja predskazuju izvjestan stupanj nehomogenosti klimatskih uvjeta, grupirani su ulazni podaci (primjerne plohe) u 5 grupa, prema ekološkim karakteristikama prizemnog rašća (ekološke grupe biljaka u smislu klasifikacije H. Ellenberga) i statistički testirane razlike u proizvodnosti jele tih grupa. Takav pristup olakšava diskusiju o rezultatima regresijske analize i istovremeno omogućava objektivnu procjenu indikatorske vrijednosti prizemnog rašća u odnosu na proizvodnost jele u zajednici *Fagetum croaticum abietosum* Ht.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

1. Podaci višestruke regresijske analize

Na uzorcima veličine: 95 primjernih ploha (svi podaci), 10 primjernih ploha (crnica na vapnencu), 42 primjerne plohe (smede tlo na vapnencu) i 43 primjerne plohe (ilimerizirano tlo na vapnencu) ispitane su 4 zavisne varijable (Z_s , V_{40} , V_{50} i B), ukupno 150 selekcija nezavisnih varijabli. Od tog ukupnog broja, prema F-testu, statistički značajne selekcije prikazane su u tabelama 1 i 2, a ima ih ukupno 16. Već na prvi pogled je jasno da su kao statistički značajne ostale one regresijske jednadžbe u kojima se kao nezavisna varijabla nalazi ukupna dubina tla. Zaključak koji se iz tog dađe povući je jednostavan. Ukupna dubina tla značajan je ekološki faktor (a od promatranih najznačajniji), koji u istraživanim uvjetima značajno djeluje na proizvodnost jele. Odnosi su takvi da se s povećanjem dubine tla poboljšava bonitet sastojine i prirast (Z_s , V_{40} i V_{50}) jele. Sve to vrijedi, u prvom redu, za jelu na smeđem tlu na vapnencu. Činjenica da takvi odnosi, s obzirom na parametre V_{40} , V_{50} i B, nisu utvrđeni i kod jele na ilimeriziranom tlu — postaje razumljiva kad se zna da je dubina tog tla u prosjeku za 15 cm veća od dubine smeđeg tla. To dozvoljava implikaciju da kod jele na ilimeriziranom tlu varijabilnost dubine tla ne ograničava njezinu proizvodnost, već to uzrokuju neki drugi faktori.

* Račun višestruke linearne regresijske analize realiziran je u računskom centru »SRCE« u Zagrebu na UNIVAC-računaru. Rad je obavio V. Hitrec, magistar iz područja matematike.

Tabela 1.

VIŠESTRUKA LINEARNA REGRESIJSKA ANALIZA
MULTIPLE LINEAR REGRESSION ANALYSIS

Y	Tip tla Soil type	Kombinacija nezavisnih varijabli Combination of independent variables	Koeficijent multiple korelacije Coefficient of multiple correlation	Standardna greška procjene Standard error of evaluation	F-vrijednosti 5 % + 1 % + F value	Objašnjivi dio varijanca u % Explainable part of variance
Z ₁	Svi	pH, dT	0,29	0,70	4,28 ⁺	7
	All	dT	0,29	0,70	8,63 ⁺	8
	S	dT	0,34	0,81	5,15 ⁺	10
	L	(pH), dT	0,42	0,52	4,33 ⁺	14
		(C) N (pH) Gl (dA ₁) dT	0,51	0,51	2,48 ⁺	17
		N (pH) (dA ₁) dT	0,49	0,52	2,98 ⁺	16
V ₄₀	S	dT	0,38	0,01	6,73 ⁺	12
		(pH) dT	0,38	0,01	3,33 ⁺	10
V ₅₀	Svi	dT	0,25	0,01	5,98 ⁺	5
	All	dT	0,42	0,02	8,65 ⁺⁺	16
	S	(pH) dT	0,43	0,02	4,31 ⁺	14
B	Svi	(dT)	0,20	0,78	3,97 ⁺	3
	All	(dT)	0,51	0,76	14,02 ⁺⁺	24
	S	(pH) dT	0,51	0,77	6,91 ⁺⁺	22
		C (N) (pH) Gl dA ₁ (dT)	0,61	0,75	3,41 ⁺⁺	26
		(pH) Gl dA ₁ (dT)	0,57	0,75	4,52 ⁺⁺	26

Objašnjenje znakova (Interpretation of signs):

- Svi (crnica, smeđe tlo i ilimerizirano tlo na vapnencima)
All (black soil, brown soil and illimerized soil on limestone)
S (smeđe tlo na vapnencu)
(brown soil on limestone)
L (lesivirano tlo na vapnencu)
(luvisol on limestone)
- Nezavisne varijable s negativnim predznakom koeficijenta regresije pisane su u zagradama, npr. (pH)
Independent variables with minus sign. of regression coefficient are in brackets e. g. (pH)

Tabela 2.

PREGLED ZNAČAJNIH REGRESIJSKIH JEDNADŽBI
TABLE OF SIGNIFICANT REGRESSION EQUATIONS

Broj reg. jedn. Reg. eqw No	Kombinacija podataka Combination of data	$Y = f(x_1, \dots, x_k)$
1	Svi podaci (crnica + sme-	$Z_s = 2,862 + 0,02 \text{ pH} + 0,0128 \text{ dt}$
2	de + ilimerizirano tlo)	$Z_s = 2,985 + 0,0124 \text{ dt}$
9	All data (black soil + brown	$V_{50} = 0,0387 + 0,00021 \text{ dt}$
12	soil + illimerized soil)	$B = 2,893 - 0,0095 \text{ dt}$
3		$Z_s = 2,1519 + 0,0330 \text{ dt}$
7		$V_{40} = 0,0134 + 0,0006 \text{ dt}$
8		$V_{40} = 0,0186 + 0,0006 \text{ dt} - 0,0009 \text{ pH}$
10		$V_{50} = 0,0085 + 0,0009 \text{ dt}$
11		$V_{50} = 0,0183 + 0,0009 \text{ dt} - 0,0017 \text{ pH}$
13	Smeđe tlo na vapnencima	$B = 4,7550 - 0,0515 \text{ dt}$
14	Brown soil on limestones	$B = 4,3823 - 0,0507 \text{ dt} + 0,0634 \text{ pH}$
15		$B = 4,6348 - 0,576 \text{ dt} - 0,0228 \text{ pH}$ $+ 0,0594 \text{ C} - 2,3946 \text{ N} + 0,0365 \text{ Gl}$ $+ 0,0049 \text{ dA}_1$
16		$B = 3,9819 - 0,0501 \text{ dt} - 0,0658 \text{ pH}$ $+ 0,0332 \text{ Gl} + 0,0008 \text{ dA}_1$
4	Ilimerizirano tlo na vap-	$Z_s = 4,2733 - 0,0897 \text{ C} + 2,4052 \text{ N}$ $- 0,3645 \text{ pH} + 0,0218 \text{ Gl}$ $- 0,0314 \text{ dA}_1 + 0,0088 \text{ dt}$
5	Illimerized soil on limes-	$Z_s = 4,8101 + 1,1329 \text{ N} - 0,3558 \text{ pH}$ $- 0,0298 \text{ dA}_1 + 0,0079 \text{ dt}$
6	tones	$Z_s = 5,4788 - 0,4558 \text{ pH} + 0,0085 \text{ dt}$

Prema regresijskim jednadžbama br. 4 i 5, na povećanje srednjeg sastojinskog debljinskog prirasta (Z_s) jele na ilimeriziranom tlu povoljno djeluje, pored povećanja dubine tla, i veći postotak ukupnog dušika i čestica gline u A_1 -horizontu tla. Nadalje je zanimljivo da povoljno utječu na proizvodnost jele na smeđem tlu, osim dubine tla, još i manji postotak gline a veći sadržaj dušika u A_1 -horizontu tla.

Višestruka linearna regresijska analiza nije dala signifikantnih veza između promatranih svojstava tla i parametara proizvodnosti jele na crnici na vapnencima. Po svoj prilici, uzrok tome leži u malom broju primjernih ploha (svega 10), koje se odlikuju odveć heterogenim podacima.

U metodičkom pogledu smatramo da od svih iskorišćenih parametara veću pažnju zaslužuje godišnji volumni prirast stabala promjera 40 i 50 cm, jer on u sebi sadrži srednji sastojinski debljinski prirast (Z_s) i bonitet sastojine. Na taj način ti su pokazatelji još manje podložni promjenama koje mogu biti uzrokovane načinom gospodarenja, nego sam bonitet sastojine.

Za ocjenu proizvodnosti jele na promatranim tipovima tla zanimljivi su i podaci o postotnoj zastupljenosti pojedinih bonitetnih razreda unutar tipova tala. Na smeđem tlu postotno učešće I i II boniteta iznosi 48%, dok na ilimeriziranom tlu ono iznosi 65%. Prema tom pokazatelju izgleda da između ta dva tipa tla veći nivo plodnosti ima ilimerizirano tlo. Pri tome valja spomenuti da navedeni podatak I i II boniteta na smeđem tlu

ukazuje na veću heterogenost boniteta jele na tom tlu. Ona je, prema rezultatima regresijske analize, velikim dijelom uvjetovana varijabilnošću njegove dubine.

Na kraju, u vezi s osvrtom na rezultate regresijske analize i u vezi s iskorištavanjem iznesenih podataka potrebno je napomenuti da su promatrana svojstva tla samo neka od brojnih i različitih fizikalnih i kemijskih komponenata, koje sve zajedno određuju njegovo integralno svojstvo — plodnost tla. Već činjenica da su samo neki od analiziranih faktora plodnosti tla pokazali statistički značajan učinak na proizvodnost jele govori dovoljno da je plodnost tla značajan faktor proizvodnosti naših jelovih šuma.

2. Testiranje indikatorske vrijednosti prizemnog rašća

Iz razloga koji su već objašnjeni, razvrstani su ulazni podaci u ovih 5 grupa:

1. grupa *Helleborus macranthus* — *Mercurialis perennis* — 10 ploha
2. grupa *Calamagrostis varia* i *C. arundinacea* — 11 ploha
3. grupa *Galium rotundifolium* — *Luzulo sp. div.* — 10 ploha
4. grupa *Sanicula europaea* — *Asperula odorata* — 11 ploha
5. grupa *Athyrium filix femina* — *Circea lutetiana* — 11 ploha

Te ekološke grupe biljaka (u smislu klasifikacije H. Ellenberga) predstavljaju skupine biljaka — indikatora podjednakih ekoloških svojstava.

Rezultati istraživanja predskazuju da postoje značajne razlike u proizvodnoj vrijednosti jele između pojedinih ekoloških grupa. Ti su rezul-

Tabela 3.

SREDNJE VRIJEDNOSTI POKAZATELJA PROIZVODNOSTI JELE PREMA
EKOLOŠKIM GRUPAMA PRIZEMNOG RAŠĆA
MEAN VALUE INDICATORS OF PRODUCTIVITY OF SILVER FIR AS TO
ECOLOGICAL GROUPS OF LOW GRWTH

Naziv grupe Denomination of group	$\bar{X} \pm \sigma$			
	Z ₁	V ₄₀	V ₅₀	B*
I. <i>Helleborus macranthus</i> <i>Mercurialis perennis</i>	3,40 ±0,54	0,0348 ±0,0084	0,0477 ±0,0114	2,50 ±0,88
II. <i>Calamagrostis varia</i> <i>Calamagrostis arundinacea</i>	3,26 ±0,69	0,0339 ±0,0092	0,0451 ±0,0128	2,64 ±0,34
III. <i>Galium rotundifolium</i> <i>Luzulo sp. div.</i>	3,77 ±0,59	0,0392 ±0,0100	0,0534 ±0,0137	2,40 ±0,97
IV. <i>Sanicula europaea</i> <i>Asperula odorata</i>	3,76 ±0,88	0,0398 ±0,0127	0,0549 ±0,0235	2,04 ±0,23
V. <i>Athyrium filix femina</i> <i>Circea lutetiana</i>	3,95 ±0,73	0,0429 ±0,0088	0,0601 ±0,0117	1,92 ±0,49

* Bolji bonitet sastojine ima niže numeričke vrijednosti
The higher stand quality gets lower numeral values

tati prikazani u tabelama 3 i 4. Ovaj prvi primjer statističkog ispitivanja veza proizvodnosti jele i ekoloških grupa više je putokaz za daljnja istraživanja na toj osnovi, nego podloga za donošenje konačnih zaključaka.

Tabela 4.

TESTIRANJE ZNAČAJNOSTI RAZLIKA SREDNJIH VRIJEDNOSTI
PROIZVODNOSTI JELE
TESTIFICATION OF SIGNIFICANCE OF MEAN VALUES DIFFERENCES
OF PRODUCTIVITY OF SILVER FIR

Pokazatelj proizvodnosti jele Indicator of productivity of Silver Fir	Signifikantne t - vrijednosti Significant t - values	
Z _s	t ₂₋₅	2,16 ^{xx}
	t ₂₋₃	1,81 ^x
V ₄₀	t ₁₋₅	2,14 ^{xx}
	t ₂₋₅	2,35 ^{xx}
V ₅₀	t ₁₋₅	2,43 ^{xx}
	t ₂₋₅	2,87 ^{xxx}
B	t ₁₋₅	1,90 ^x
	t ₂₋₅	2,49 ^{xx}

Opaska: (Remark) t^{xxx} (1%), t^{xx} (5%), t^x (10%)

Kao što je poznato, u literaturi postoje podvojena mišljanja o indikatorskoj vrijednosti prizemnog rašća u odnosu na proizvodni potencijal staništa. Ističe se da prizemno rašće ne može biti indikator dubljih slojeva koje zauzima rizosfera šumskog drvaća. Zatim, da je pojava nekih biljaka vezana za sastojinske prilike koje odstupaju od »normalnog« prirodnog stanja, npr. dominacija vrsta svjetla uslijed jačeg otvaranja sklopa sastojine i sl.

Međutim, prikazane razlike (tabela 3 i 4) moguće je objasniti ekološkim prilikama staništa koja reprezentiraju te grupe: Grupa 1: *Helleborus macranthus* — *Mercurialis perennis* je indikator staništa južnih obronaka s plitkim, suhim i toplim tlima, a grupa 2: *Calamagrostis varia* i *C. arundinacea* suhih, skeletnih tala (stjenovitih terena), dok je grupa 5: *Athyrium filix femina* — *Circea lutetiana* karakteristična za udoline s dubokim, svježim i hladnijim, ilimeriziranim tlima.

Z A K L J U Č C I

1. Ovim istraživanjima dat je prvi uvid u linearnu korelaciju između proizvodnosti jele i nekih ekoloških svojstava tla u zajednici *Fagetum croat. abietetosum* Ht. na području Gorskog kotara, Velike i Male Kapele i sjevernog Velebita.

2. Analizirane veze između parametara proizvodnosti jele (Z_s, V₄₀, V₅₀ i B) i ukupne dubine tla, te postotka humusa, dušika i gline u humusno akumulativnom horizontu tla, kao i pH-vrijednosti i debljine tog horizonta — odaju da od svih promatranih svojstava tla odlučan utjecaj na proiz-

vodnost jele ima dubina tla. Naročito to vrijedi za jelu na smeđem tlu na vapnencu, gdje sama dubina tla objašnjava 16% vrijednosti pokazatelja V_{50} , odnosno 24% varijance boniteta sastojine. Na proizvodnost jele na smeđem i ilimeriziranom tlu povoljno utječe još i povećan sadržaj dušika u humusno akumulativnom horizontu tla.

3. Ispitivanje veza između proizvodnosti jele na crnici na vapnencu i promatranih svojstava tla, provedeno na uzorku od 10 primjernih ploha, nije dalo pouzdanih rezultata.

4. Statistički opravdane razlike pokazala je proizvodnost jele na staništima koja, s jedne strane, karakteriziraju ekološke grupe 1 (*Helleborus macranthus* — *Mercurialis perennis*) i 2 (*Calamagrostis varia* i *C. arundinacea*), a s druge, grupa 5 (*Athyrium filix femina* — *Circea lute-niana*).

5. U daljnjim istraživanjima udjela plodnosti tla u proizvodnosti jele bit će potrebno proširiti broj promatranih svojstava tla, te uzeti u obzir količinu bioelemenata u tlu, svojstva adsorpcijskog kompleksa tla i vodo-fizičke »konstante« tla, povećati broj informacija, kao i ispitati neke nelinearne odnose. Da se izbjegnu poteškoće koje potječu od klimatske heterogenosti podataka, koja se javlja već i unutar jedne klimatske zajednice, bit će potrebno grupirati ulazne podatke po fizičko-geografskim elementima (visinski pojasevi, ekspozicija terena i drugi).

CESTAR D., MARTINOVIĆ J., and PELCER Z.

CORRELATION ANALYSIS OF THE PRODUCTIVITY OF SILVER (ABIES ALBA MILL.) AND CERTAIN SOIL PROPERTIES IN THE KARST REGION OF WESTERN CROATIA

SUMMARY

Investigations were carried out in the forest community of *Fagetum croaticum abietetosum* Ht. in the Karst region of western Croatia. 95 sample plots laid out on soil types characteristic of the mentioned community are concerned to wit: 10 sample plots on black earth on limestone, 42 sample plots on brown soil on limestone, and 43 sample plots on ilimerized soil on limestone.

The analysis comprised the following indicators of the productivity of Silver Fir: mean stand diameter increment (Z_s), annual volume increment of the stem of diameter class of 40 cm (V_{40}) and 50 cm (V_{50}), and stand quality (B). The following soil factors in the humus accumulating soil horizon were taken into consideration: percentage of organic carbon (C), percentage of total nitrogen (N), percentage of loam particles (G1), the soil reaction in the humus accumulating horizon (pH), thickness of the humus accumulating soil horizon in cm (dA_1), total thickness (depth) of the soil (dT). To limit the influence of climate, the input data, i. e. sample plots, were grouped into 5 groups according to the ecological characteristics of the low growth.

Statistical processing of data was performed by applying the model of multiple linear regression analysis. Concerning the methodical aspect the authors stress the importance of using parameters V_{40} and V_{50} , for they contain in themselves also the remaining parameters of the productivity of Silver Fir.

In this paper the authors concluded that of all the studied soil properties, the productivity of Silver Fir is most influenced by soil depth, especially of the brown soil on limestone (Tab. 1). The productivity of Silver Fir is also favourably influenced by the increased nitrogen content in the humus accumulating soil horizon. The grouping according to the ecological groups of low growth (Tab. 3) also proved justified, for it shows statistically justifiable differences. Further investigations ought to include also other parameters in order to obtain exact information on the influence of soil on the productivity of Silver Fir.

LITERATURA

- Bertović S., Cestar D., Percel Z.: Prilog poznavanju proizvodnih mogućnosti šume bukve s jelom (*Fagetum croat. abietetosum* Ht.) na Ličkoj Pljevešici, Radovi broj 5, Zagreb 1966.
- Čirić M.: Problemi istraživanja produktivnosti šumskih zemljišta, Zbornik Simpozijum o šumskim zemljištima, Akademija nauka i umjet. SRBiH, 1973.
- Gračanin Z.: I Suoli della regione carsica Croata, Accademia Italiana di Science forestali, Firenze 1962.
- Horvat I.: Vegetacija planina zapadne Hrvatske, izdanje JAZU, Prirodoslovna istraživanja, knjiga 30, Zagreb 1962.
- Klepac D.: Istraživanja debljinskog prirasta jele u najraširenijim fitocenoza Gorskog kotara, Glasnik za šumske pokuse, Zagreb 1956.
- Kirigin B.: Opis klimatskih prilika na području Šumskog gospodarstva Senj (rukopis), 1968.
- Martinović J.: Neke pedološke značajke šumskih fitocenoza na području Viševice i Velike Javornice, Šumarski list 9/10, Zagreb 1968.
O nekim pedološkim pitanjima u vezi s tipološkim istraživanjima šuma u Hrvatskoj, Radovi, sv. IV, broj 16, Zagreb 1970.
Utjecaj tla i reljefa na omjer vrsta drveća u šumi bukve i jele na kršu zapadne Hrvatske (u štampi), 1973.
- Šafar J.: Pojava proširenja bukve na Dinaridima Hrvatske, Šumarski list 5/6, Zagreb 1965.

DRAGOMIR MILOJKOVIĆ, NIKOLA JOVIĆ i DUŠAN JOVIĆ*

UTICAJ ZEMLJIŠTA NA PRODUKTIVNOST LUŽNJAKA U GORNJEM SREMU

U V O D

O uticaju zemljišta na produktivnost lužnjaka u našim uslovima skoro da i nema podataka — izuzev nekih orijentacionih pokazatelja (D. J o v i ć et al. 1972). Može se smatrati da rezultati istraživanja saopšteni u ovom radu predstavljaju prvu pouzdaniju orijentaciju o uslovima za razvoj i proizvodnim mogućnostima hrasta lužnjaka na proučenim zemljištima

OSNOVNI PODACI O LOKALITETU, ISTRAŽIVANIM SASTOJINAMA I ZEMLJIŠTIMA

Proučavane sastojine na području Bosutskog bazena (tzv. šume gornjeg Srema) predstavljaju deo sremsko-slavonskih lužnjakovih šuma. Stalne ogledne površine postavljene su 1952. godine radi proučavanja unutrašnje izgrađenosti, tokova razvoja i proizvodnih karakteristika lužnjaka u čistim i mešovitim sastojinama sa jasenom i grabom. Najveći deo oglednih površina (sedam) jesu mešovite sastojine lužnjaka sa grabom, odnosno jasenom i grabom. Ogledne površine u Radenovcima (SPP — XI i SPP-IV), Viničnoj (SPP-XII) i deo površina u Raškovićima (SPP-III) sastoje se od stabala kasnog hrasta — subass. *tardifloraetosum*, a u Varoši (SPP-X), Vranjsku (SPP-I i SPP-II) i preostalim površinama u Raškovićima kasni hrast dolazi pojedinačno (J. E r d e š i, 1971). Istraživanja na oglednim površinama su kompleksna i dugoročnog karaktera, a prve rezultate saopštio je D. M i l o j k o v i ć (1956). Periodičnim detaljnim premerom po petogodištima u toku dvadesetogodišnjeg perioda i drugim istraživanjima prikupljen je obiman i dosta instruktivan materijal o lužnjakovim šumama na ovom području.

* Sumarski fakultet — Beograd.

Zemljišta na teritoriji jugozapadnog Srema dosta detaljno je izučavao J. Erdeši (1971). Međutim, zemljišta na samim oglednim površinama nisu ranije proučavana, a samim tim nije bila proučavana ni zavisnost produktivnosti hrasta lužnjaka od osobina zemljišta. S obzirom na ovo, u toku 1972. godine izvršena su proučavanja zemljišta na svim oglednim površinama kako na terenu, tako i u laboratoriji. Ovim proučavanjima je utvrđeno da se lužnjak u uslovima gornjeg Srema javlja na skoro istim zemljišnim tvorevinama kako je to ranije utvrđeno i za Beljsko lovno šumsko područje (M. Antić i N. Jović 1965; M. Antić et al., 1967.; M. Antić et al., 1969).

Na matičnom supstratu lesu obrazovale su se evolucione faze černozema, kao što su: izluženi černozem (profil 2, ogledno polje I) i černozem u lesiviranju (profil 1, ogledno polje II). U svom evolucionom razvoju černozem ovde, kada je mehanički sastav lakši, ne podleže procesima lesiviranja nego, kao što je to najčešće slučaj u našim uslovima, ogajnjačava i prelazi u gajnjače. Ova zemljišta su u lužnjakovim šumama na proučavanom području najzastupljenija (profil 8, ogledno polje VII; profil 11, ogledno polje IX; profil 9, ogledno polje III; profil 10, ogledno polje VIII).

Evoluciono-genetska serija na lesu ne završava se gajnjačama. One pod šumom hrasta lužnjaka, procesima lesiviranja, preko gajnjače u lesiviranju (profil 3, ogledno polje X) prelaze u lesivirane gajnjače (profil 4, ogledno polje IV, i profil 5, ogledno polje XI).

Vodno-vazdušni režim kod svih zemljišta evoluciono-genetske serije zemljišta na lesu ovde se razlikuje od vodnog režima istih tipova zemljišta u Šumadiji. Zemljišta na lesu u šumama gornjeg Srema su vlažnija, jer dubina podzemne vode, na primer kod gajnjače za period 1959—1962. godine, varira u intervalu od 3,96—4,44 metra (J. Erdeši, 1971). Ovo je svakako jedan od veoma značajnih činilaca, koji ne utiče samo na vodno-vazdušni režim nego i na proizvodne sposobnosti zemljišta.

U rejonu lokaliteta »Vinična« (profil 6, ogledno polje XII), koji je nekada, pre podizanja nasipa, bio plavljen Savom, obrazovala se aluvijalna pararendzina, to jest stadija A—C—CG na aluvijalnom nanosu. Proučeni zemljišni profil je karakterisan dvoslojnom gradom, jer se na dubini 50—80 cm nalazi stari A-horizont. Preko njega je plavljenjem nanet novi materijal iz koga se obrazovalo zemljište sa lepo razvijenim humusno-akumulativnim horizontom (0—22 cm), koji se, slično kao kod černozema, postepeno produbljuje (AC-horizont na dubini od 22—50 cm).

OCENA USLOVA ZA RAZVOJ I OCENA PROIZVODNIH MOGUĆNOSTI LUŽNJAKA NA PROUČENIM ZEMLJIŠTIMA (ELEMENTI I NAČIN OCENE)

Za bonitiranje, to jest ocenu stepena prikladnosti pojedinih zemljišta za razvoj hrasta, lužnjaka, iskorišćavana je srednja sastojinska visina (H_s , određena kao visina aritmetički srednjeg stabla po preseku). Poznato je, naime, da je srednja visina (i pored određenih nedostataka) još uvek jedan od najpogodnijih i najsigurnijih pokazatelja stanišnih uslova, jer spada u najmanje varijabilne taksacione elemente. Osim toga, ona u ve-

likoj meri ispunjava i sledeće važne uslove: lako se određuje, što je značajno za mogućnost primene u praksi, a postoji i visok stepen zavisnosti između srednje visine i mogućnosti za proizvodnju drvene mase neke vrste drveća. Potrebno je, međutim, naglasiti da ova zakonomernost važi isključivo za *jednodobne satojine*, odnosno za vezu: starost — srednja visina — produkcija*.

Za proveru boniteta staništa za hrast lužnjak, određenog na osnovu srednje sastojinske visine u određenoj starosti, iskorišćavana je i tzv. »gornja« visina ($H — \max$, prosečna visina 10% najviših stabala u sastojini, odnosno 20 najviših stabala lužnjaka po hektaru u mešovitim sastojinama), koja se smatra čak pouzdanijim pokazateljem stanišnih uslova od srednje sastojinske visine.

Kao pokazatelj proizvodnih mogućnosti lužnjaka na pojedinim zemljištima iskorišćena je količina ukupno proizvedene drvene mase do 100. godine starosti sastojine. Ovi podaci su uzeti iz lokalnih tablica prinosa i prirasta D. Trifunovića (1962), koje su iskorišćavane i za bonitiranje. Postojanje lokalnih tablica prinosa i prirasta, koje je pomenuti autor izradio za lužnjakove šume ovoga područja, predstavljalo je povoljnu okolnost za ocenu i pouzdanije kvantitativno definisanje proizvodnih mogućnosti lužnjaka na proučenim zemljištima. Naime, zbog razlika u starosti proučavanih sastojina, kao i zbog toga što su to najvećim delom mešovite sastojine lužnjaka sa grabom i jasenom, neposredno utvrđene veličine zapremina i zapreminskog prirasta po hektaru nisu bile pogodne za pouzdanija poređenja i ocenu produktivnosti lužnjaka na proučenim zemljištima, već su (kao i D_8 — zbog svoje varijabilnosti) imale orijentacioni karakter.

Iako je, s obzirom na karakter tablica prinosa i prirasta, kao i na osnovni materijal za njihovu izradu, bilo realno pretpostaviti da tablice odgovaraju lokalnim uslovima, ipak je prethodno izvršena provera upoređivanjem tokova razvoja stvarnih i »tabličnih« srednjih sastojinskih visina, kao i poređenjem ostalih taksacionih elemenata za ona ogledna polja koja predstavljaju čiste hrastove sastojine. Rezultati su kasnije proveravani i po Gerhardtovim tablicama prinosa i prirasta za hrast sa jakom poredom.

Iskorišćavanjem pomenutih pokazatelja i na prethodno izloženi način došlo se do sledećih rezultata.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Bonitiranjem je utvrđeno da među proučenim sastojinama ogledna polja na lesiviranim gajnjačama (XI i IV) predstavljaju najbolje lužnjakove sastojine, odnosno da su, u proseku, na gornjoj granici I_A -boniteta ($I_A + 0,4$).

Sastojine lužnjaka na gajnjačama, zajedno sa onom na dvoslojnom profilu aluvijalne pararendzine, predstavljaju homogenu grupu, koja je, u proseku, slabija za skoro jedan bonitet u odnosu na prethodne sastojine, odnosno nalazi se na donjoj granici I_A -boniteta (prosečni bonitet je $I_A, 4$).

* Često se ova zakonomernost spekulativno prenosi i na prebirne (i uopšte — nejednolične) sastojine, te se na osnovu visinskih kriva, odnosno veze: *prečnik — visina* određuju bonitet i proizvodne mogućnosti staništa i sastojina.

U okviru ove grupe (koja obuhvata 6 oglednih površina (nešto su bolje lužnjakove sastojine na aluvijalnoj pararendzini (ogledno polje XII) i na gajnjači u lesiviranju (ogledno polje X).

Lužnjakova sastojina na černozeu u lesiviranju (ogledno polje II) u odnosu na prethodnu grupu takode je za skoro jedan bonitet slabija (I, 3 bonitet), dok ogledno polje na izluženom černozeu (I), koje predstavlja najlošiju među proučenim lužnjakovim sastojinama, takode je za skoro jedan bonitet slabije od prethodne sastojine (II, 2 bonitet).

Iako, zbog malog broja oglednih polja, podatke o bonitetu černozeu za hrast lužnjak, ne treba smatrati konačnim (bar u pogledu kvantitativnog definisanja proizvodnih mogućnosti), ipak se bonitet černozeu za razvoj lužnjaka može, sa dosta pouzdanosti, smatrati znatno slabijim od boniteta gajnjača i aluvijalnih pararendzina, na šta ukazuju i rezultati ranijih istraživanja (D. J o v i ć et all., 1972).

Boniteti pojedinih zemljišta, određeni na osnovu srednje sastojinske visine, provereni su i preko »gornjih« visina. Proveravanje je potvrdilo ranije rezultate, odnosno utvrđen je isti redosled u pogledu boniteta pojedinih zemljišta za hrast lužnjak.

Da bi se boniteti proučenih zemljišta za lužnjak mogli određenije kvantitativno definisati, a i da bi se omogućilo međusobno poređenje, podaci o proizvodnim karakteristikama proučenih sastojina su svedeni na istu starost — to jest na 100. godinu. Ovi podaci su prikazani u tabeli 4. Proveravanjem stvarnih i »tabličnih« podataka za čiste lužnjakove sastojine odgovarajuće starosti utvrđeno je veoma dobro slaganje (na primer, prosečna stvarna veličina zapremine po hektaru iznosi za sastojine na lesiviranim gajnjačama 550 m³/ha, a po tablicama 560 m³/ha).

Iz podataka prikazanih u tabeli 4 jasnije se uočavaju razlike u stepenu prikladnosti (bonitetu) pojedinih zemljišta za hrast lužnjak. Tako, na primer, razlika u srednjoj sastojinskoj visini za dve susedne grupe zemljišta iznosi u 100. godini oko 3 metra, u veličini zapremine po hektaru oko 80—90 m³, a u pogledu veličine ukupne produkcije do 100. godine starosti sastojina oko 200 m³/ha.

Iako se, posmatrano u celini, sve proučena zemljišta mogu smatrati dobrim staništima za hrast lužnjak u našim uslovima, ipak među njima postoje značajne razlike. One su uočljivije ako se, na primer, ukupna produkcija do 100. godine prikaže i međusobno uporedi u relativnim pokazateljima.

Ako ukupnu produkciju lužnjaka do 100. godine na izluženom černozeu označimo sa 100%, onda za ostala proučena zemljišta dobijamo sledeće relativne pokazatelje produktivnosti:

UKUPNA PRODUKCIJA LUŽNJAKA NA RAZLIČITIM ZEMLJIŠTIMA DO 100. GODINE

izluženi černozeu	černozeu u lesiviranju	gajnjače i aluv. pararendzine	lesivirane gajnjače
100%	128%	159%	182%
(743 m ³ /ha)	(952 m ³ /ha)	(1.178 m ³ /ha)	(1.354 m ³ /ha)

Proveravanje svih podataka i međusobnih odnosa lužnjakovih sastojina različitih boniteta po G e r h a r d t o v i m tablicama prinosa i prirasta za hrast sa jakim preredom dalo je gotovo identične rezultate.

Na osnovu ukupnih rezultata proučavanja mogu se izvesti sledeći

Z A K L J U Č C I

— Sva proučavana zemljišta predstavljaju dobra staništa za hrast lužnjak, iako među njima postoje znatne razlike u pogledu boniteta za ovu vrstu drveća.

— Lesivirane gajnjače su najproduktivnije među proučenim zemljištima (ogledna polja XI i IV). Imajući u vidu da se proučavano područje smatra najboljim staništem hrasta lužnjaka u nas, moguće je zaključiti da su *lesivirane gajnjače ujedno i najbolja lužnjakova staništa u našim uslovima*. Najveća produktivnost lužnjaka na lesiviranim gajnjačama uslovljena je, s jedne strane, veoma velikom dubinom zemljišta i povoljnim mehaničkim sastavom, to jest vodno-vazдушnim režimom, a takođe i vrlo povoljnim hemijskim osobinama zemljišta. Korenov sistem prodire do dubine od 90 cm, što takođe govori o vrlo povoljnim zemljišnim uslovima.

— Gajnjače čine drugu grupu po proizvodnoj sposobnosti odnosno bonitetu za hrast lužnjak (ogledna polja III, VII, VIII, IX i X). Ovde takođe spada i dvoslojni profil aluvijalne pararendzine (ogledno polje XII). Među navedenim oglednim poljima nešto su bolja X i XII. Zemljišta ovih polja su ili gajnjače sa elementima lesiviranja (polje X), ili se ekološki ponašaju kao zemljišta u lesiviranju — dvoslojni profil aluvijalne pararendzine (ogledno polje XII).

— Černozem u lesiviranju (II ogledno polje) čini treću grupu po produkcionoj sposobnosti. Manja proizvodna sposobnost černozema u lesiviranju uslovljena je kako manjom dubinom (oko 50 cm), tako isto i znatno težim mehaničkim sastavom iluvijalnog dela profila (dubina 18—50 cm, oko 45% čestica manjih od 0,002 mm) i, povezano s tim, manje povoljnim vodno-vazдушnim režimom zemljišta.

— Izluženi černozem ima najmanju proizvodnu sposobnost među proučenim zemljištima (ogledno polje I). Iako bi možda trebalo očekivati da izluženi černozem ima veću plodnost od lesiviranog černozema, njegov bonitet za hrast lužnjak je ovde niži. Uzrok tome su verovatno hemijske osobine zemljišta (prisustvo CaCO_3 na dubini većoj od 14 cm), a takođe i granulometrijski sastav zemljišta, koji je još nešto teži nego kod černozema u lesiviranju (ogledno polje II).

— U pogledu stepena prikladnosti za hrast lužnjak, proučena zemljišta se (od izluženog černozema do lesiviranih gajnjača) međusobno razlikuju približno za po jedan bonitet. U 100. godini starosti sastojina razlika između dve susedne grupe zemljišta iznosi: u srednjoj sastojinskoj visini oko 3 metra; u veličini zapremine po hektaru oko 80—90 m³; u veličini ukupne produkcije drvne mase oko 200 m³/ha. Ako se ukupna produkcija lužnjaka do 100 godine starosti označi na izluženom černozemu sa 100%, onda se za ostalo proučena zemljišta dobijaju sledeći relativni pokazatelji produktivnosti:

UKUPNA PRODUKCIJA LUŽNJAKA NA RAZLIČITIM ZEMLJIŠTIMA
DO 100. GODINE

izluženi černozem	černozem u les viranju	gajnjače i aluv. pararendzine	lesivirane gajnjače
100%	128%	159%	182%
(743 m ³ /ha)	(952 m ³ /ha)	(1.178 m ³ /ha)	(1.354 m ³ /ha)

Tabela 1.
FIZIČKE OSOBINE ZEMLJIŠTA
PHYSICAL PROPERTIES OF SOILS

Lokalitet	Broj profila Number of profile	Dubina Depth cm	Horizont Horizon	Vlaga Higrosk. %	Granulometrijski sastav u %					Ukupan pesak glina + prah
Locality					2—0,2 mm	0,2—0,02 mm	0,02—0,002 mm	manje od 0,002 mm		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Lesivirane gajnjače Luvic cambisol										
Radenovci — Morović	5	0— 17	A ₁	1,46	0,29	42,51	38,90	18,30	42,80	57,20
		17— 27	A ₂	1,48	0,36	40,44	36,40	22,80	40,80	59,20
Ogledno polje XI		27— 42	B	1,57	0,46	33,44	34,30	31,80	33,90	63,10
		42— 85	B	2,45	0,74	27,56	32,60	39,30	28,30	71,70
		85—135	C	1,41	4,27	44,33	32,20	19,20	48,60	51,40
Radenovci — Morović	4	0— 18	A ₁ A ₂	1,50	0,00	30,90	42,60	26,50	30,90	69,10
		18— 35	A ₂	1,36	0,01	35,39	40,40	24,20	35,40	64,60
Ogledno polje IV		40—100	B	2,11	0,00	28,50	34,30	37,20	23,50	71,50
		100—140	C	1,45	4,44	30,06	41,70	23,80	34,50	65,50
Gajnjače i dvoslojni profil aluvijalne pararendzine (*) Cambisol and aluvial pararendzina										
Varoš — Morović	3	0— 9	A ₁	2,60	0,77	32,73	45,80	20,70	33,50	66,50
Ogledno polje X		9— 22	A ₁ A ₂	1,54	1,15	31,55	44,20	23,10	32,70	67,30
(gajnjača u lesiviranju)		22— 50	B/(B)	1,63	0,91	29,39	40,10	29,60	30,30	69,70
		50—100	(B)	2,01	0,00	26,60	37,60	35,80	26,60	73,40
		100—140	C	0,83	2,83	58,37	27,30	11,50	61,20	38,80
Vin'čna — Morović (x)	6	0— 22	A	3,05	0,00	27,60	35,20	37,20	27,60	72,40
Ogledno polje XII		22— 50	A/C	2,09	0,16	29,44	37,10	33,30	29,60	70,40
		50— 80	A _c	2,28	0,49	24,61	38,60	36,30	25,10	74,90
		80—100	A _c /C	2,22	0,36	26,04	39,80	33,80	26,40	73,60
		110—140	C	1,97	0,25	30,35	37,60	31,80	30,60	69,40

(nastavak Tab. 1.)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Raškovića — Morović Ogledno polje VII	8	0— 14 14— 30 30— 90 90—140	A A/(B) (B) C	1,87 1,68 1,94 1,25	0,25 0,57 0,31 4,51	38,65 37,43 25,69 25,89	40,30 35,90 46,70 46,20	21,80 26,00 27,30 23,40	38,90 38,10 26,00 30,40	61,10 61,90 74,00 69,60
Raškovića — Morović Ogledno polje IX	11	0— 15 15— 25 25— 45 45— 90 90—120	A (B) (B) (B) C	1,72 3,45 1,65 2,13 1,25	0,54 0,90 1,50 0,07 4,64	36,86 27,80 31,60 27,73 31,56	41,30 47,20 37,00 36,20 42,40	21,30 24,20 29,90 35,80 21,40	37,40 28,60 33,10 28,00 36,20	62,60 71,40 66,90 72,00 63,80
Raškovića — Morović Ogledno polje III	9	0— 13 13— 60 60— 90 90—130	A (B) (B) (B) C	1,43 1,38 1,93 1,45	0,50 0,71 0,31 0,27	43,00 43,39 28,89 30,33	33,60 32,10 30,00 30,50	21,90 23,80 40,80 38,90	43,50 44,10 29,20 30,60	56,50 55,90 70,80 60,40
Raškovića — Morović Ogledno polje VIII	10	0— 13 13— 35 35— 80 80—140	A A (B) (B) C	1,81 1,81 2,16 1,37	0,14 0,50 0,31 5,00	34,26 32,20 23,29 30,20	37,70 33,70 36,00 42,30	27,90 33,60 35,40 22,50	34,40 32,70 28,60 35,20	65,60 67,30 71,40 64,80
Černozem u lesiviranju Luvic černozem										
Vranjak — Morović Ogledno polje II	1	0— 18 18— 50 50— 70 70—100	A ₁ A ₂ BA A/C C	3,37 3,54 3,09 1,69	0,10 0,05 0,16 0,81	34,20 30,85 28,64 31,99	35,10 24,60 31,70 35,50	30,60 44,50 39,50 31,70	34,30 30,90 28,80 32,80	65,70 69,10 71,20 67,20
Izluženi černozem liched černozem										
Vranjak — Morović Ogledno polje I	2	0— 14 14— 40 40— 60 60— 80 80—140	A A A A C C	4,66 4,24 4,05 2,14 1,54	0,13 0,24 0,00 0,98 1,30	32,97 23,26 23,20 23,72 29,40	23,70 30,90 36,20 42,20 42,00	43,20 45,60 40,60 33,10 27,30	33,10 23,50 23,20 24,70 30,70	66,90 76,50 76,80 75,30 69,30

Tabela 2.

HEMIJSKE OSOBINE ZEMLJIŠTA
CHEMICAL PROPERTIES OF SOIL

Lokalitet Locality	Broj prof. № profile	Dubina Depth cm	Horizont Horizon	H ₂ O	pH KCL	ADSORPTIVNI KOMPLEKS					CaCO ₃ %	Humus C		N %	C/N	P ₂ O ₅ K ₂ O	
						y, cm	(T-S) m	S e/100 g	T e/100 g	V %		%	%			%	mg/100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Lesivirane gajnjače Luvic cambisol																	
Radenovci —	5	0— 17	A ₁	5,38	4,35	23,97	15,58	12,02	27,60	43,55	—	3,64	2,12	0,20	10,6	7,12	8,5
Marović		17— 27	A ₂	6,55	5,40	7,39	4,80	16,10	20,90	77,03	—	1,84	1,07	—	—	10,00	9,5
Ogl. polje XI		27— 42	B	6,60	5,45	5,86	3,81	16,71	20,59	81,15	—	1,15	0,67	—	—	10,00	10,0
		42— 85	B	6,90	5,70	4,59	2,98	25,38	28,36	96,54	—	0,67	0,37	—	—	13,50	13,8
		85—135	C	8,60	7,80	—	—	—	—	—	18,14	0,42	0,24	—	—	<1,00	4,5
Radenovci —	5	0— 18	A ₁ A ₂	6,48	5,45	9,67	6,28	18,35	24,63	74,50	—	2,95	1,71	0,18	9,5	13,50	8,5
Morović		18— 35	A ₂	6,80	5,60	7,14	4,64	18,86	23,50	80,25	—	1,45	0,84	—	—	13,50	7,5
Ogl. polje IV		40—100	B	7,25	5,90	—	—	—	—	—	1,18	0,61	0,30	—	—	15,00	10,5
		100—140	C	8,82	8,00	—	—	—	—	—	27,62	0,38	0,22	—	—	<1,00	5,3
Gajnjače i dvoslojni profil aluvijalne pararendzine (*) Cambisol and aluvial pararendzina																	
Varoš —	3	0— 9	A ₁	6,35	5,40	14,28	9,28	18,96	28,24	67,14	—	5,37	3,12	0,34	9,0	4,38	18,9
Morović		9— 22	A ₁ A ₂	5,58	4,40	15,55	10,11	13,65	23,76	57,45	—	2,07	1,20	—	—	1,75	8,5
Odl. polje X		22— 50	B/(B)	6,28	5,08	7,14	4,64	15,03	19,72	76,35	—	1,05	0,61	—	—	1,30	13,8
		50—100	(B)	6,70	5,65	5,61	3,65	22,12	25,77	85,83	—	0,90	0,52	—	—	1,30	21,9
		100—140	C	8,60	7,80	—	—	—	—	—	27,00	0,37	0,21	—	—	1,00	5,3
Vinična —	6	0— 22	A	6,75	5,92	10,96	7,12	32,43	39,54	81,99	—	7,71	4,48	0,54	8,3	9,25	10,5
Morović (x)		22— 50	A/C	7,20	6,00	—	—	—	—	—	1,97	1,94	1,12	—	—	20,00	6,0

(nastavak Tab. 2.)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Ogl. polje VI		50—80 80—110 110—140	A _r A/C C	7,43 7,60 8,40	6,15 6,45 7,10	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	2,36 2,60 20,20	1,64 0,66 0,42	0,96 0,38 0,24	— — —	— — —	20,00 20,00 1,00	11,0 10,5 9,5
Raškovića — Morović Ogl. polje VII	8	0—14 14—30 30—90 90—140	A A/(B) (B) C	6,70 6,90 6,95 8,60	5,70 5,80 5,85 7,80	9,67 6,37 4,33 —	6,28 4,14 2,69 —	22,73 19,77 24,16 —	29,01 23,91 26,85 —	78,35 82,08 90,00 —	— — — 25,24	4,31 1,94 0,82 0,34	2,50 1,12 0,48 0,19	0,29 — — —	8,6 — — —	8,75 7,50 20,00 1,00	13,8 9,5 16,3 6,0
Raškovića — Morović Ogl. polje IX	11	0—15 15—25 25—45 45—90 90—120	A (B) (B) (B) C	6,75 6,85 7,40 7,25 9,00	5,85 5,90 6,20 6,00 8,00	8,26 6,07 — — —	7,26 3,94 — — —	20,49 18,55 — — —	27,75 22,49 — — —	73,84 82,48 — — —	— — 1,98 1,86 27,49	3,62 1,76 0,90 0,80 0,37	2,10 1,02 0,52 0,46 0,21	0,24 — — — —	8,7 — — — —	13,50 13,50 20,00 1,12	10,5 12,0 13,8 20,0 4,5
Raškovića — Morović Ogl. polje III	9	0—13 13—60 60—90 90—130	A (B) (B) (B)/C	6,60 6,80 7,20 7,20	5,55 5,80 5,95 6,00	8,41 5,35 — —	5,47 3,48 — —	15,90 17,02 — —	21,37 20,50 — —	74,40 83,02 — —	— — 1,54 1,93	2,79 1,06 0,72 0,40	1,62 0,62 0,42 0,23	0,19 — — —	8,5 — — —	18,00 15,00 20,00 10,00	16,3 13,8 25,0 19,0
Raškovića — Morović Ogl. polje VIII	10	0—13 13—35 35—80 80—140	A A/(B) (B) C	5,70 6,15 6,85 9,10	4,45 4,85 5,80 8,20	23,20 11,17 4,59 —	15,08 7,26 2,98 —	14,57 17,12 23,96 —	29,65 24,38 26,94 —	49,14 70,22 88,94 —	— — — 25,51	3,83 1,67 0,69 0,41	2,22 0,97 0,40 0,24	0,27 — — —	8,2 — — —	12,75 13,50 20,00 1,50	17,5 13,8 16,3 6,0

černozem u lesiviranju
Luvic černozem

Vranjak — Morović Ogl. polje II	1	0—18 18—50 50—70 70—100	A ₁ A ₂ BA A/C C	6,00 6,48 8,20 8,60	5,20 5,40 7,65 8,05	12,25 8,92 — —	7,96 5,80 — —	28,85 28,95 — —	36,81 34,75 — —	78,38 83,31 — —	— — 14,60 33,92	4,20 2,18 1,49 0,82	2,44 1,26 0,86 0,48	0,26 — — —	9,5 — — —	>20,00 >20,00 1,30 1,00	17,5 13,8 11,5 6,0
---------------------------------------	---	----------------------------------	---	------------------------------	------------------------------	-------------------------	------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	------------------------------	------------------------------	---------------------	--------------------	----------------------------------	-----------------------------

Izluženi černozem Liched chernozem																	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Vranjak —	2	0— 14	A	6,75	5,70	9,67	6,28	33,34	39,62	84,15	—	4,25	2,47	0,30	8,2	18,00	12,5
Morović		14— 40	A	7,15	6,00	—	—	—	—	—	1,59	1,97	1,14	—	—	20,00	10,5
Ogl. polje I		40— 60	A	8,20	7,50	—	—	—	—	—	6,32	1,30	0,76	—	—	1,00	10,5
		60— 80	A/C	8,75	7,95	—	—	—	—	—	32,74	0,85	0,47	—	—	<1,00	6,8
		80—140	C	8,92	8,40	—	—	—	—	—	35,51	0,58	0,34	—	—	<1,00	4,5

Tabela 3.

OSNOVNI TAKSACIONI PODACI PROUČAVANIH SASSTOJINA
ZA PERIOD 1952—1972. GODINA
PRODUCTIVITY OF STANDS

Izluženi černozem Liched chernozem	Černozem u lesivi- ranju Luvic chernozem	Gajnjače i aluvijalna pararendzina (x) Cambisol and aluvial pararendzina (x)										Lesivirane gajnjače		Zemljište Soil
I	II	R a š k o v i c a										IV	XI	Ogledno polje Field
V r a n j a k												Radenovci		Lokalitet Locality
														Godina premera Year
														Starost godina Age
														Srednja sastoj. visina H, m
														»Gornja« visina H _{max} m
														Srednji sastojin. prečnik D, cm
												</		

Tabela 4.

PROIZVODNE KARAKTERISTIKE HRASTA LUŽNJAKA PROUČAVANIH SASTOJINA U 100. GODINI PREMA LOKALNIM
 TABLICAMA PRINOSA I PRIRASTA (D, TRIFUNOVIĆ, 1962)
 PRODUCTIVITY OF OAK STANDS IN 100 YEARS AGE

Zemljišta Soil	Ogledno polje Field	Visinski bonitet site index	H, m	V _m 3 ha	V m ³ /ha	Prosečne vrednosti za pojedina zemljišta Visinski bonitet	H, m	V _m 3/ha	V m ³ /ha
Lcsvirane gajnjače Luvic cambisol	XI	I _A +0,6 I _A +0,2	35,4 33,9	580 540	1.390 1.318	I _A +0,4	34,6	560	1.354
Gajnjače i aluvijelna pararendzi- na (x) Cambisol and aluvial para- rendzina (x)	XII (*) X VII IX III VIII	I _{A,3} I _{A,4} I _{A,4} I _{A,3} I _{A,3} I _{A,3}	32,0 31,6 31,6 31,2 31,2 31,2	488 477 477 463 468 468	1.204 1.178 1.178 1.153 1.153 1.153	I _{A,4}	31,6	477	1.178
Černoziem lesiviranju Luvic chernozem	II	I ₃	28,3	385	952	I ₁	28,3	385	952
Izluženi černoziem Liched chernozem	I	II ₂	24,9	300	743	II ₁	24,9	300	743

THE INFLUENCE OF SOIL ON PRODUCTIVITY OF THE COMMON OAK IN THE UPPER SREM

SUMMARY

— All studied soils represent good site for common oak, although, among them there are substantial differences in respect to the site quality for this oak species.

— Luvic eutric cambisol soil is the most productive among studied soils (sample plots XI and IV). Having in view that studied region is considered to be the best site for common oak in our country, it can be concluded that *Lexivated gaincha in the same time represents the best common oak under our conditions*. The highest productivity of common oak on lexivated gaincha is conditioned on one side, by very deep soil and very favourable texture — namely, water and air regime, and also, by very favourable chemical properties of soil. Roots system penetrates up to 90 cm in depth, what is also a good indicator of a very favourable soil conditions.

— C a m b i s o l makes up second group, according to productive capacity — namely site for common oak (sample plots III, VII, VIII, IX and X). Two layered profile of aluvial pararendzina (sample plot XII) belong to this group also. Among stated sample plots slightly better are the XIIth. plot. The soil of these plots is either, gaincha with elements of lessivage process (Sample plot X), or ecologically behave like soils in the lessivage process — two-layered profile of aluvial pararendzine (sample plot XII).

— Luvic chernozem (sample plot II) makes up third group according to productive capacity. Lower productive capacity of lexivated chernozem is conditioned by shallower soil (about 50 cm) and also by substantially heavier textural composition of iluvial part of profile (depth 18—50 cm, about 45% of particles smaller than 0,002 mm) and, connected with that, unsuitable water and air soil regime.

— Leached chernozem has the least productive capacity among studied soils (sample plot I). Although it could be expected that leached chernozem has higher productivity than lexivated chernozem, its site for common oak is, here, lower. The reason for this lays probably in the chemical properties of soil (presence of CaCO_3 on depth more than 14 cm), and also granulometric composition of soil which is slightly heavier than that of lexivated chernozem (sample plot II).

— In respect to the degree of suitability for common oak, studied soils (from leached chernozem up to lexivated gaincha) differ among themselves approximately by one site. In 100th year of stand age difference among two adjacent soil groups amounts to: average stand height of about 3 m; in volume per ha for about 80—90 m³; in the amount of total production of wood for about 200 m³/ha. If total production of common

oak up to 100 years of age is going to be marked on luvic chernozem with 100% them for all other studied soils we are going to get the following relative indicators of productivity:

Total production of common oak on different soils up to 100 years of age.

Leached chernozem 100%	Luvic chernozem 128%	Cambisol aluvial pararendzine 159%	Luvic cambisol 182%
(743 m ³ /ha)	(952 m ³ /ha)	(1.178 m ³ /ha)	(1.354 m ³ /ha)

LITERATURA

- Antić M., Jović N. (1965): Geneza i osobine zemljišta Beljskog lovno-šumskog područja, »Jelen«, bilten LŠPG, Beograd, Posebno izdanje, No. 3.
- Antić M., Munkačević V., Jović N. (1967): Karakteristike geneze zemljišta u poloju reke Drave i mogućnost njihove klasifikacije, III kongres JDPZ, Zadar.
- Antić M., Jovanović B., Jović M., Munkačević V., Nikolandić S. (1969): Fitocenološko-pedološka istraživanja u plavnom području Baranje, »Jelen«, bilten LŠPG, Posebno izdanje, No. 8.
- Erdeši J. (1971): Fitocenoze šuma Jugozapadnog Srema. Doktorska disertacija, Srem. Mitrovica.
- Jović D., Falica M., Vasung V. (1972): Proizvodne karakteristike tipova šuma u okviru Beljskog lovno-šumskog područja. Aktuelni probl. šumarstva, drvne industrije i hortikulture (materijali sa Simpozijuma održanih povodom proslave 50-godišnjice Šumarskog fakulteta, Beograd.
- Milojković D. (1956): Istraživanja strukture i zapreminskog prirasta mešovitih sastojina hrasta lužnjaka i belog graba u šumama Gornjeg Srema. Doktorska disertacija (rukopis), Beograd.
- Trifunović D. (1962): Metodika izrade tablica prinosa i prirasta za jednodobne sastojine na bazi njihovog stvarnog stanja. Doktorska disertacija (rukopis), Beograd.

MILIVOJE ĆIRIĆ, ĆEDOMIR BURLICA, IVAN VUKOREP
i VLADIMIR BEUS*

UTICAJ STANIŠNIH FAKTORA NA PRODUKTIVNOST BUKOVIH ŠUMA U BOSNI I HERCEGOVINI

U V O D

Pri proučavanju produktivnosti šumskih zemljišta i šumskih staništa ističe se nekoliko pravaca, ali najveću pažnju privlači u posljednje vrijeme ispitivanje zavisnosti prinosa od zemljišnih i ostalih stanišnih faktora primjenom multivarijantnih korelacionih analiza (vidi prikaz ove problematike u referatu M. Ćirića, 1973).

Za Bosnu i Hercegovinu je povoljna okolnost što je pri Inventuri šuma na velikim površinama (Matić et al., 1971) vršeno istovremeno na istim plohama snimanje pedoloških, taksacionih i stanišnih pokazatelja. Budući da je mreža traktova i ploha za inventuru ravnomjerno raspoređena po čitavoj teritoriji Republike i obuhvata široku skalu variranja ekoloških i stanišnih uslova, taj materijal je vrlo pogodan za istraživanje zavisnosti nekih pokazatelja prinosa od stanišnih uslova.

Poznato je (Coil, 1952) da se karakter tih zavisnosti mijenja u različitim klimatskim i pedogeografskim regionima, a različito se ispoljava i u odnosu na pojedine vrste šumskog drveća. Prema tome, problematika u ovoj oblasti je vrlo raznovrsna, pa rad u ovom pravcu može predstavljati dugotrajnu orijentaciju.

Podaci Inventure šuma u BiH iskorišćavani su već za proučavanje zavisnosti prinosa od stanišnih faktora. Manuševa je (1972) primjenom jednostavne linearne korelacije proučavala zavisnosti boniteta i tekućeg prirasta bukve od sadržaja ugljenika i azota u humusnom horizontu kiselog smedeg zemljišta. Dobijen je koeficijent korelacije 0,90.

Slična istraživanja proveli su Manuševa et al. (1972) u šumama crnog bora na smedem peridotitskom zemljištu, gdje su primijenili metod jednostavne korelacije ranga.

Mi smo u ovom radu naša istraživanja ograničili na distrična smeda i ilimerizovana zemljišta na silikatnim supstratima, jer su to najvažniji

* Šumarski fakultet — Sarajevo.

tipovi naših šumskih zemljišta, a kvalitativno su srodni do te mjere da u okviru njih ne treba očekivati drukčiji karakter zavisnosti. Za prvu fazu istraživanja izabrali smo bukvu, jer je ona na ovim tipovima zemljišta najrasprostranjenija vrsta.

MATERIJAL I METOD RADA

Distrična smeđa zemljišta (distrični kambisoli) prema našim istraživanjima Čirić et al., 1972) zauzimaju u BiH ukupno 29,60% od ukupne površine pod šumom. Od toga 26,57% otpada na duboka zemljišta, a svega 3,03% su plitka zemljišta. Ilimerizovana zemljišta na silikatnim supstratima zauzimaju svega 5,38% od ukupne površine pod šumom, a od toga su 3,26% duboka i 2,12% plitka zemljišta. Ti podaci pokazuju da su ova zemljišta pretežno duboka, pa se može očekivati da taj faktor nije limitirajući za produktivnost ove grupe zemljišta.

Budući da se ova zemljišta međusobno najviše razlikuju s obzirom na supstrat iz kojeg su obrazovana, mi smo iskoristili sve eksperimentalne plohe iz Inventure šuma koje se odnose na ova zemljišta (ukupno 4.141) i na osnovu njih, pomoću proporcije iz uzorka, izračunali procentualnu zastupljenost pojedinih varijeteta s obzirom na matični supstrat. Ti podaci prikazani su u tabeli br. 1.

Tabela 1.

STRUKTURA ZEMLJIŠTA PREMA SUPSTRATIMA NA OBRASLIM ŠUMSKIM POVRŠINAMA BiH

THE STRUCTURE OF SOILS ACCORDING TO PARENT MATERIAL ON FORESTED AREA IN BiH

Vrste supstrata Parent material	Kiselo-smeđe zemlj. Distric cambisols			Ilimerizovano zem. Luvissols		
	br. sluč. frequency f_i	% p	$\pm\%$ 1,96s _p	br. sluč. Frequency f_i	% p	$\pm\%$ 1,96s _p
1	2	3	4	5	6	7
1. Pješčari Sandstones	563	17,06	1,28	258	30,71	3,00
2. Kvarcni pješčari i kvarciti Quartzitic sandstones	157	4,76	0,72	24	2,86	1,13
3. Glinci Shales	81	2,45	0,53	21	2,50	1,06
4. Škriljavi laporci Marls	6	0,18	0,14	—	—	—
5. Rožnjaci Flints	187	5,67	0,79	46	5,48	1,54
6. Silikatni pijesci Silicat sands	8	0,24	0,17	9	1,07	1,26

(nastavak Tab. 1.)

	1	2	3	4	5	6	7
7. Breče i konglomerati Breccia and conglomerate	117	3,54	0,63	89	10,60	2,08	
8. Drobina i šljunak Graveel	4	0,12	0,12	6	0,71	0,57	
9. Pješčari — glinci Sandstones — shales	475	14,39	1,20	75	8,93	1,93	
10. Rožnjaci — glinci Flints — shales	64	1,94	0,47	4	0,48	0,47	
11. Pješčari — rožnjaci Sandstone — flints	151	4,57	0,74	23	2,74	1,11	
12. Rož. — pješ. — glinci Flints — sandst- ones — shales	117	3,54	0,63	18	2,14	0,88	
13. Laporci — pješčari Marls — sandstones	135	4,09	0,68	2	0,24	0,33	
14. Lapor. — pješ. — konglom. Marls — sandst- ones — conglomerates	11	0,33	0,20	12	1,43	0,80	
15. Konglom. — pješ. — glinci Conglomerate — sandst- ones — chales	23	0,70	0,28	16	1,90	0,92	
16. Pješčari — konglomerati Sandstones — conglo- merates	102	3,09	0,59	60	7,14	1,74	
17. Silifikovane krečnjač- ko-dolomitne stijene Siliceous limestones	2	0,06	0,08	2	0,24	0,33	
18. Serije krečnjačko-sili- katnih sedimenata Sil'kat-limestone sediments	336	10,18	1,03	101	12,02	2,20	
19. Ulošci eruptiva u sedimentima Fragments of igneous rocks in sediments	2	0,06	0,08	2	0,24	0,33	
20. Daciti Dacite	57	1,73	0,44	7	0,83	0,61	
21. Graniti Granite	18	0,55	0,25	2	0,24	0,33	
22. Melafiri Melaphyre	25	0,76	0,30	2	0,24	0,33	
23. Amfiboliti Amphyboliet	8	0,25	0,17	1	0,12	0,23	
24. Amfibolitski škriljci Amphybolitic shists	20	0,61	0,27	—	—	—	

(nastavak Tab. 1.)

1	2	3	4	5	6	7
25. Karbonatni filiti Karbonate shists	49	1,48	0,41	8	0,95	0,66
26. Filiti Shists	504	15,27	1,23	39	4,64	1,42
27. Argilošisti Clay shists	59	1,79	0,45	7	0,83	0,61
28. Mikašisti Micashists	2	0,06	0,08	—	—	—
29. Sericiti						
30. Kloritošisti Sericite	6	0,18	0,14	5	0,60	0,52
Chloritoshists	12	0,36	0,20	1	0,12	0,23
S V E G A:	3.301	100,00		840		100,00

Podaci u tabeli br. 1 pokazuju veliku heterogenost ispitivanih sme-
dih zemljišta s obzirom na supstrat, a taj faktor ima veliki značaj za tro-
fičnost ove grupe zemljišta. I pored velike heterogenosti, ipak se izdvaja
nekoliko supstrata koji su najzastupljeniji. Tako pješčari, filiti, glinci i
krečnjačko-silikatni supstrati čine preko 60% svih supstrata. Nešto veći
značaj imaju još i rožnjaci, breče i konglomerati u različitim serijama
(oko 25%), dok ostale stijene većinom imaju manje od 1% zastupljenosti.
Gotovo iste stijene se ističu i kao najvažniji supstrati ilimerizovanih zem-
ljišta.

Zavisnost boniteta odnosno zapreminskog prirasta bukve od staniš-
nih uslova ocijenjena je iz korelacionog računa između ovih veličina.

Račun je proveden u više varijanata:

1. Sa izvornim podacima mjerenja računata je jednostruka i više-
struka regresija, po opštoj jednačini:

$$Y = a + bx.$$

Višestruka regresiona analiza je provedena za svih 37 edafskih i
stanišnih faktora (nezavisno promjenljive). Osim toga, ista analiza pro-
vedena je i samo za one faktore koji su zavisno promjenljive, tj. bonitet
i zapreminski prirast, i procjenjuju se sa određenom vjerovatnoćom.

2. Račun sa logaritmovanim vrijednostima nezavisno promjenljivih
edafskih i stanišnih faktora proveden je po jednačini:

$$Y = a + b \ln x.$$

Jednostruka regresiona analiza računata je za sve faktore, a više-
struka samo za one stanišne i edafske faktore koji su u jednostrukoj loga-
ritamskoj analizi imali koeficijent korelacije veći od 0,10. U odnosu na
bonitet ovakav koeficijent korelacije imalo je 6 faktora, a zapreminski
prirast 9.

3. Utvrđivana je korelaciona veza zavisno promjenljivih i njihovo
interakciono djelovanje, kako za izvorne, tako i za logaritmovane podatke.

Tabela 2.

KOEFICIJENTI JEDNOSTRUKKE I VIŠESTRUKKE LINEARNE KORELACIJE
COEFFICIENT OF SIMPLE AND MULTIPLE LINEAR CORRELATION

FAKTORI FACTORS	BONITET SITE INDEX	ZAPR. PRIRAST VOLUME GROWTH
	Koeficijenti linearne korelacije Coefficient of linear correlation	
Ekspozicija (aspect)	(0,11)	—
Erozija (erosion)	(0,04)	—
Dubina fiziol. aktiv. prof. (Depth of solum)	—	(0,06) ⁺
Dubina prodiranja korijena (Depth of root penetration)	—	(0,01) ⁺
Skeletnost (skeleton)	(0,06)	(0,22) ⁺⁺
pH u H ₂ O — (B) hor.	(0,25) ⁺⁺	(0,14) ⁺
pH u KCl — (B) hor.	(0,25) ⁺	—
P ₂ O ₅ — (B) hor.	—	(0,25) ⁺⁺
K ₂ O — A hor.	(0,17)	—
	Koeficijenti višestruke korelacije Coefficients of multiple correlation	
Za svih 37 faktora: For all 37 factors:	0,60	0,57
Za faktore koje nezavisnu određuju sa signifikantnosti od:		
For the factors with significance of:		
10%	0,41	0,42
5% (..)	0,33	0,42
1% (..)	0,25	0,31

Tabela 3.

KOEFICIJENTI JEDNOSTRUKKE I VIŠESTRUKKE LOGARITAMSKE KORELACIJE
COEFFICIENTS OF SIMPLE AND MULTIPLE LOGARITHMIC CORRELATION

FAKTOR: FACTOR:	BONITET SITE INDEX	ZAPR. PRIRAST VOLUME CROWTH
	Koeficijenti linearne korelacije Coefficients of linear correlation	
Skeletnost (skeleton)	—	(0,29)+++
pH u H ₂ O A hor.	(0,24)	(0,15)
pH u H ₂ O (B) hor.	(0,26)+++	(0,15)
pH u n KCl A hor.	(0,19)	(0,12)
pH u n KCl (B) hor.	—	(0,12)
Humus (B) hor.	—	(0,13)+
P ₂ O ₅ (B) hor.	(0,28)+++	(0,15)
S (B) hor.	(0,22)	—
V ³ / ₀ A hor.	(0,22)	(0,13)
V ⁰ / ₀ B hor.	—	(0,17)
	Koeficijenti višestruke korelacije Coefficients of multiple correlation	
Za sve faktore sa koeficijentom linearne korelacije iznad 0,20 For all factors with r 0,20 Za faktore koji određuju nezavisnu sa signif kantnosti od: For the factors with significance of:		
	0,40	0,41
10 ⁰ / ₀ (...)	0,39	0,30
5 ⁰ / ₀ (...)	0,39	0,29
1 ⁰ / ₀ (...)	0,39	0,29
0,1 ⁰ / ₀ (...)	0,28	—

U ovom radu su prikazani samo koeficijenti korelacije, kao mjera objašnjenja promjene zavisno promjenljive, mijenjanjem nezavisno promjenljivih (kvadrat vrijednosti koeficijenata korelacije pomnožen sa 100 daje procenat objašnjenja variranja). U tabelama br. 2 i 3 dati su najprije koeficijenti linearne korelacije za one faktore koji zavisno promjenljivu procjenjuju u višestrukoj regresionoj analizi sa 10% vjerovatnoće (vidi i uporedi oznake sa dijelom tabela za koeficijente višestruke korelacije).

Račun je obavljen u Računskom centru Instituta za metalurgiju »Hassan Brkić« u Zenici. Programer: Zarija Karanov.

REZULTATI I DISKUSIJA

Iz provedenih analiza zavisnosti boniteta odnosno zapreminskog prirasta od stanišnih i edafskih faktora dobiveni su slijedeći rezultati:

a. Jednostruka linearna korelacija

Uzimajući u obzir veličinu koeficijenata korelacije i broj veza koje imaju određenu vjerovatnoću procjene, možemo reći da je bonitet bolji pokazatelj produktivnosti staništa nego zapreminski prirast. Ima više veza sa većim koeficijentom linearne korelacije za bonitet nego za zapreminski prirast, znatno je veći broj veza koje bonitet procjenjuje sa određenom vjerovatnoćom (13 faktora sa 10%, od toga 6 sa 5% i 1 sa 1%), a samo 3 faktora signifikantno procjenjuju zapreminski prirast (od toga 2 sa 5% i 1 sa 1%).

U ovoj varijanti računa bonitet je pokazao najbolju vezu sa aktivnom kiselošću kambičnog horizonta. Koeficijent korelacije iznosio je 0,25, a podaci dobiveni procjenom iz jednačine regresije imali su 1% signifikantnosti. U odnosu na tekući prirast najveći koeficijent korelacije (0,25) imao je sadržaj fosfora u kambičnom, odnosno iluvijalnom horizontu.

Od stanišnih faktora, u odnosu na bonitet najveći koeficijent korelacije (0,11) pokazala je ekspozicija, a na prirast — kamenitost površine ($r = 0,16$).

b. Jednostruka logaritamska korelacija

Prema veličini koeficijenta korelacije, i ovdje je bolji pokazatelj produktivnosti bonitet, iako je nešto slabiji nego u prethodnom modelu. I broj signifikantnih procjena je veći sa bonitetom (11 faktora sa 10%, 7 sa 5%, 2 sa 1% i 1 sa 0,1%, prema 5 faktora sa 10% i jednim sa 5% i 1% za prirast).

Najveći koeficijent korelacije za bonitet pokazala je veza sa sadržajem fosfora u kambičnom horizontu (0,28), uz 0,1% signifikantnosti, a za prirast — sadržaj skeleta (0,29), uz 1% signifikantnosti rezultata.

Poređenjem rezultata jednostruke linearne i jednostruke logaritamske korelacije za bonitet odnosno zapreminski prirast mogli su da se konstatuju slijedeći odnosi:

— oba modela otkrivaju iste veze, ali logaritamska funkcija znatno bolje objašnjava variranje zapreminskog prirasta od linearne;

— u logaritamskoj funkciji su dobiveni brojčano veći koeficijenti korelacije, a i broj signifikantnih procjena je veći.

c. Višestruka linearna korelacija

U tabeli br. 2 vidljivo je da 37 nezavisno promjenljivih edafskih i stanišnih faktora objašnjavaju nešto bolje variranje boniteta (36%) nego variranje zapreminskog prirasta (32,4%).

Uz vjerovatnoću od 10%, variranje boniteta objašnjava šest faktora, a variranje zapreminskog prirasta 5 faktora. Razlika je jedino u tome što se u objašnjavanju variranja boniteta javljaju i dva stanišna faktora (ekspozicija i erozija), dok zapreminski prirast objašnjavaju samo edafski faktori. Uz postavljene uslove signifikantnosti i njihovo pooštavanje, ostaje u odnosu na zapreminski prirast više faktora, i to sa većim koeficijentima korelacije, nego u odnosu na bonitet. Zato se može zaključiti da je zapreminski prirast bolji pokazatelj produktivnosti ako se primijeni višestruka regresiona analiza.

d. Višestruka logaritamska korelacija

Ova varijanta analize je obavljena samo za nezavisno promjenljive faktore koji su imali koeficijent jednostruke korelacije veći od 0,10. U obračunu za bonitet je obuhvaćeno 6 faktora, i to: aktivna i supstituciona kiselost, stepen zasićenosti bazama za humusni horizont, zatim aktivna kiselost, sadržaj fosfora i suma baza za kambični horizont. Koeficijent multiple korelacije bio je 0,40. Uz signifikantnost procijenjenih rezultata za bonitet od 10% do 1% ostala je aktivna kiselost i sadržaj fosfora u (B) horizontu ($R = 0,39$), a uz signifikantnost 1% ostaje samo sadržaj fosfora.

U procjenjivanju prirasta postignut je ($R = 0,41$) sa 9 faktora: skeletnost, sve četiri pH-vrijednosti, kao i sadržaj humusa, fosfora i sume adsorbovanih baza za kambični horizont. Signifikantnost 10% pokazuju rezultati dobiveni iz sadržaja skeleta i humusa ($R = 0,30$), a 5% i 1% signifikantnosti, bez promjene parametara i koeficijenata, pokazuju rezultati procijenjeni skeletnošću.

Poređenjem rezultata višestrukih korelacionih analiza može se konstatovati slijedeće:

Logaritamska veza bolje objašnjava variranje boniteta od linearne, djelimično po veličini korelacije, a i po vjerovatnoći procjene. Linearna veza bolje objašnjava variranje zapreminskog prirasta, i to samo po veličini koeficijenta korelacije.

e. Interakciono djelovanje stanišnih i edafskih faktora

Medusobnim umnožavanjem dva stanišna odnosno edafska faktora ni u jednoj varijanti nije se znatno povećao procenat objašnjenja variranja. Koeficijenti korelacije su samo neznatno uvećani, ali je znatno povećana vjerovatnoća procjene gotovo za sve faktore. Veliki broj procjena ima vjerovatnoću 0,1%.

Najveće objašnjenje postignuto je za bonitet 11 interakcija (31,36% varijanse), ali je ono ipak manje od objašnjenja dobivenog u višestrukoj linearnoj regresiji. Za prirast iz 24 interakcije postignuto je nešto veće objašnjenje nego u ranijim modelima ($R = 0,63$, odnosno 39,89% variranja).

Iako je u račun uzet veliki broj nezavisno promjenljivih, nije objašnjen visok procenat variranja. U najboljem slučaju bonitet je objašnjen sa 31,36%, a prirast sa 36,69% od ukupnog variranja. Jedan od uzroka tome je svakako karakter podataka koji su prikupljeni na malim površinama koncentričnih krugova, pa prema tome i na malom broju stabala. Osim toga, poznato je da su naše bukove šume jako antropogeno uplivisane, a taj uticaj, iako posredno obuhvaćen nekim faktorima (sklop), nije mogao biti obuhvaćen u punoj mjeri.

Sve varijante matematičkih modela koje smo primijenili ističu kao najznačajnija hemijska svojstva zemljišta, koja posredno ili neposredno indiciraju trofičnost zemljišta (pH, S, sadržaj P_2O_5 i K_2O i sadržaj humusa). Od fizičkih osobina ističe se samo skeletnost.

Dosadašnja istraživanja isticala su u našim uslovima prvenstveni značaj fizičkih osobina (dubina, mehanički sastav, pristupačna voda itd.). Međutim, naša ispitivanja pokazala su da dubina ovih zemljišta malo varira i da su ona pretežno duboka, a *Manuševa* (1972) pokazala je da se najvažnija distrična smeđa zemljišta ne razlikuju signifikantno po mehaničkom sastavu (sva su pretežno lakšeg sastava). Zato ovi faktori i ne mogu imati veći uticaj na variranje prinosa, pa se od fizičkih osobina u našim uslovima ističe samo sadržaj skeleta.

U tabeli br. 1 vidjeli smo da matični supstrat na kojem se obrazuju ova zemljišta jako varira, a od njega u najvećoj mjeri zavisi reakcija i trofičnost zemljišta. Time se mogu objasniti i naši rezultati, koji pokazuju da je prinos u najvećoj mjeri zavisao od trofičnosti kao značajnog elementa plodnosti zemljišta. Ti rezultati potvrđuju i naše ranije zaključke da su distrična smeđa zemljišta jedna od najinteresantnijih zemljišta za primjenu mineralnih đubriva (*Čirić, Burlica, 1972*).

ZAKLJUČCI

Prema dobivenim rezultatima mogu se izvući slijedeći zaključci:

1. mnogo više pouzdanijih veza sa stanišnim, a posebno zemljišnim pokazateljima postiže se sa bonitetom kao pokazateljem produktivnosti, negoli sa tekućim prirastom;
2. tekući prirast kao pokazatelj produktivnosti daje nešto veće koeficijente korelacije, uz povećanu vjerovatnoću procijenjenih rezultata;
3. logaritamske funkcije postižu znatno bolju — pouzdaniju procjenu boniteta odnosno prirasta od linearnih funkcija;
4. uvrštavanjem u modele i međusobnog (interakcionog) djelovanja između stanišnih i edafskih faktora znatno se više poboljšava pouzdanost procijenjenih rezultata, dok koeficijenti korelacije ostaju gotovo i nepromijenjeni;

5. prema primijenjenim varijantama analize, kao najpouzdaniji ističu se faktori zemljišta, koji određuju trofičnost ispitivanih distričnih smeđih zemljišta;

6. za bolje objašnjenje variranja (boniteta i tekućeg prirasta) kao pokazatelja produktivnosti staništa potrebno je uvođenje u matematičke modele i onih faktora koji će bar donekle da reprezentuju dinamičke promjene u zemljištu.

ČIRIĆ M., BURLICA Č., VUKOREP I. and BEUS V.

THE INFLUENCE OF SITE FACTORS ON THE PRODUCTIVITY OF BEECH FORESTS IN BOSNIA AND HERCEGOVINA

SUMMARY

The object of this studies was distric cambisol and luvic cambisol under the beech forests in Bosnia and Hercegovina. The purpose was to establish dependence of site index and current increment of beech on 37 soils and other environmental factors. The data for multiple regression analyses has been obtained from 126 sampling plots.

The correlation coefficient of multiple regression was 0,60. Such low degree of explained variability may be ascribed to the lack of information about the influence of man, which obviously has been very important.

In all of the applied mathematical models (lineary regression logarithmic regression) the most important for yield were the soil properties indicating nutrient status of soils (pH, exchange cations, avilable P_2O_5 and K_2O , humus contain). Among the physical properties only the amount of skeleton was significant.

LITERATURA

- Coil T. S. (1952): Soil and the Growth of Forests; Adv, in Agronomy, Vol. IV.
- Čirić M., Burlica Č. (1972): Šumska zemljišta Jugoslavije i mogućnost povećanja njihove produktivnosti upotrebom đubriva; Agrohemija, No 7—8, Beograd.
- Čirić M. (1973): Problemi istraživanja produktivnosti šumskih zemljišta (ista publikacija).
- Čirić et al. (1973): Proizvodni potencijal šumskih zemljišta BiH; Zemljište i biljka, No 1, Beograd.
- Manuševa L. (1972): Uticaj kvaliteta humusa na obrazovanje i proizvodnu vrijednost šumskih zemljišta u BiH; Izvještaj Instituta za šumarstvo Republ. fondu za naučni rad.
- Manuševa et al. (1972): Zavisnost proizvodne vrijednosti crnoborovih šuma na peridotitu od nekih osobina zemljišta; Zemljište i biljka, No 2, Beograd.
- Matić et al. (1971): Stanje šuma u BiH na osnovu Inventure šuma 1964—1968. Izd. Instituta za šumarstvo.

ČEDOMIR BURLICA*

PROBLEMI PROUČAVANJA VODNOG REŽIMA ŠUMSKIH ZEMLJIŠTA

U V O D

Proučavanje vodnog režima zemljišta zahtjeva, pored praćenja promjena pojedinih elemenata vodnog režima, i detaljno poznavanje vodno-fizičkih svojstava zemljišta. Ova povezanost proističe iz potrebe da se ovim ispitivanjima zemljišta dâ i ekološko značenje.

Rezultati mnogih dosadašnjih ispitivanja zemljišta u našim uslovima ukazuju da vodno-fizička svojstva zemljišta i vodni režim zemljišta predstavljaju one faktore od kojih umnogome zavisi plodnost i proizvodnost zemljišta. Poseban značaj imaju ovi faktori u uslovima šumskih zemljišta, koja se ne obrađuju, već se prema njihovim svojstvima mora izvršiti izbor onih vrsta drveća i one tehnike uzgoja i eksploatacije koji će omogućiti najveću i najkvalitetniju produkciju, a jednovremeno sačuvati zemljište od nepoželjnih posljedica iskorištavanja. Ispitivanja vodnog režima zemljišta Jugoslavije su još uvijek pojedinačna i nemaju karakter potpunih stacionarnih ispitivanja. Ovo se posebno odnosi na šumska zemljišta. Razloge, za takvo stanje treba tražiti u razvoju pedoloških disciplina kod nas i u svijetu. Proučavanje vodno-fizičkih svojstava zemljišta, kao osnove za proučavanje vodnog režima, jedna je od dosada najslabije razvijenih pedoloških disciplina kod nas. Sistematska proučavanja ove vrste su novijeg datuma (tek vršena u posljednjih dvadesetak godina). Šumska zemljišta su ovim ispitivanjima zahvaćena tek u toku posljednjih nekoliko godina. Specifičnost fizičkih svojstava šumskih zemljišta i stanišnih prilika šume uopšte zahtijeva specifične metode ispitivanja, jer metodi razrađeni za ispitivanja ravničarskih (pretežno poljoprivrednih) zemljišta

* Šumarski fakultet, Sarajevo.

nisu uvijek primjenljivi za šumska zemljišta. Skeletnost zemljišta i drvenast korijen većine šumskih vrsta uslovljavaju veliku varijabilnost rezultata ako se upotrijebe metode razradene za poljoprivredna zemljišta.

PREGLED LITERATURE

Proučavanja mehaničkog sastava naših zemljišta započeta 1903. godine od strane Rakića (Zloko vić, 1949) predstavljaju početak pedofizičkih ispitivanja kod nas. Prva ispitivanja vodno-fizičkih svojstava zemljišta obavio je Seiwert (1927), a dinamike vode u zemljištu Lomejko (1930). I pored ovako ranog početka ovih proučavanja kod nas, sistematska ispitivanja ovih svojstava nastavljena su tek nedavno (Stojičević 1960, Vučić 1960, Bašović, 1964, Resulović 1964, Vlahinić 1964, i dr.).

U proučavanjima šumskih zemljišta ispitivanje mehaničkog sastava zemljišta obuhvatano je redovno u sklopu standardnih analiza, a pojedinačno su analizirani uzorci zemljišta uzimani u cilindre po Kopeckom ili po Burgeru. Struktura zemljišta i vodopropustljivost su ocjenjivani u morfološkim opisima zemljišta.

Detaljnija ispitivanja fizičkih osobina zemljišta prvo su obuhvatila pojedinačna svojstva šumskih zemljišta ili samo pojedina staništa. Tako npr. Resulović (1964) proučavajući dinamiku vode, vazduha i oksido-redukcionog potencijala pseudogleja (parapodzola) sjeverne Bosne određuje fizička i vodno-fizička svojstva pod šumskim staništima, a Ćirić (1966) vrši ispitivanja vodopropustljivosti (infiltracione sposobnosti) krečnjačkih zemljišta Igmana. Burlica (1966) na osnovu varijabilnosti ukupne poroznosti, retencionog kapaciteta za vodu i k-vrijednosti po Darcyju analizira potreban broj uzoraka zemljišta i pogodnost načina njihovog uzimanja.

Režim vlažnosti šumskih zemljišta, pored već spomenutog rada H. Resulovića (1964), proučavaju Burlica (1967, 1968) i Martinović et al. (1967). U ovim ispitivanjima je primjenjivan gravimetrijski metod određivanja vlažnosti zemljišta, sa sušenjem na 105°C. U isto vrijeme u proučavanjima poljoprivrednih zemljišta se primjenjuju i drugi metodi određivanja vlažnosti zemljišta: gipsani i fibrozno-stakleni blokovi (Jeremić-Spasojević, 1965), gama-mjerač Bisić-Hajro i Resulović (1968), neutronske mjerače (Nedeljković, 1962).

Detaljnija proučavanja vodno-fizičkih svojstava i njihove uloge u vodnom režimu zemljišta obavljena su u šumskim staništima na 4 tipa zemljišta (smede-krečnjačko, kiselo-smede, podzol i pseudoglej) u području centralne i jugoistočne Bosne. Pri tome je analizirana i zavisnost između vodnih svojstava i fizičko-hemijskih svojstava primjenom regresivnih analiza (Burlica, 1962). Vršeni su i pokušaji da se podaci za vodno-fizička svojstva modeliraju, tako da se u dalju obradu podataka uđe sa jednom brojčanom vrijednošću koja bi u sebi odražavala sva vodna svojstva zemljišta (Burlica, 1972a).

Pregled literature iz oblasti pedofizike šumskih zemljišta pokazuje da su ova proučavanja za relativno kratko vrijeme prešla sa poje-

dinačnih problema na kompleksnija ispitivanja; primjenjuje se sve savremenija i adekvatnija analitička tehnika, uzima se odgovarajući broj uzoraka i vrši takav način obrade podataka koji omogućava donošenje pouzdanih zaključaka. Ovome je pored iskustava stečenih u ispitivanju šumskih zemljišta doprinijelo i prenošenje mnogo većeg iskustva stečenog ispitivanja zemljišta u poljoprivrednoj proizvodnji. Konačno, mora se konstatovati da su ova ispitivanja imala prije svega zadatak da se upoznaju šumska zemljišta kao jedan od specifičnih objekata ispitivanja. Problematika specifičnosti šumarske proizvodnje je tek nagoviještena ispitivanjima koja obuhvataju odnos zemljišnih svojstava i produktivnosti topola (Dekanić, 1969; Munkačević, 1967; Živanov, 1970).

Prema analizi u pristupačnoj literaturi, vidi se da su proučavanja vodno-fizičkih svojstava šumskih zemljišta šire primjenjena u Hrvatskoj i Bosni. Međutim, mora se naglasiti da su ova ispitivanja već dobro razvijena i u Sloveniji, kao i da se u posljednje vrijeme vrše pripreme za primjenu ovih ispitivanja u Srbiji.

PROBLEMATIKA ISPITIVANJA

Problematika ispitivanja vodno-fizičkih svojstava i vodnog režima šumskih zemljišta može se analizirati iz više različitih uglova. Ona se, prije svega, dijeli na problematiku specifičnu za ispitivanja šumskih zemljišta i problematiku zajedničku za sva zemljišta.

Specifičnost proučavanja šumskih zemljišta ogleda se prije svega u uticaju skeleta i drvenastog korijenja na varijabilnost rezultata ispitivanja. Drugim riječima, postavlja se pitanje dobivanja pouzdanih rezultata ispitivanja. S druge strane, razrada i primjena analitičkih postupaka u kojima skeletnost i drvenasto korijenje neće predstavljati problem dobivanja podataka sa zadovoljavajućom varijabilnošću otežava poređenje rezultata ispitivanja šumskih i poljoprivrednih zemljišta, a ujedno zahtijeva i upotrebu različitih uzoraka zemljišta za ispitivanje različitih svojstava.

Iako inventarisanje fonda šumskih zemljišta kod nas još nije praktično završeno, problemi podizanja kvantiteta i kvaliteta proizvedene drvene mase zahtijevaju da se pristupi detaljnim ispitivanjima režima pojedinih zemljišnih svojstava u uslovima šumske proizvodnje. Jedno od značajnih mjesta u ovim prioritetnim ispitivanjima imaju i ispitivanja vodno-fizičkih svojstava i vodnog režima šumskih zemljišta.

Problemi izbora i primjene odgovarajućih analitičkih postupaka

Metodi koji su razrađeni u pedofizičkim ispitivanjima u najvećem broju slučajeva zbog skeletnosti šumskih zemljišta daju rezultate velike varijabilnosti, ili se uopšte ne mogu primijeniti. Vrlo često se dešava da se i postojeći metodi za skeletna zemljišta ne primjenjuju, jer su dosada

rijetko primjenjivani u ispitivanjima poljoprivrednih zemljišta. Bogatstvo šumskih zemljišta u organskoj masi, također, otežava primjenu postojećih metoda i dobivanje realnih rezultata ispitivanja u mnogim analizama.

Mehanički sastav

Skeletnost zemljišta, koja je karakteristična za većinu šumskih zemljišta, u znatnoj mjeri koriguje pedološko i ekološko tumačenje rezultata mehaničke analize sitne zemlje. Vrlo često, međutim, u dosadašnjim ispitivanjima šumskih zemljišta nije određivan ukupan sadržaj i frakcioni sastav skeleta. Skeletnost je dosada samo ocjenjivana pri morfološkom opisu profila zemljišta.

Poseban problem u određivanju mehaničkog sastava šumskih zemljišta predstavlja povećan sadržaj organske materije. Organska materija otežava razdvajanje primarnih čestica, a metode sa ostranjivanjem organske materije putem spaljivanja uklanjaju organsku materiju kao fizičke čestice koje svakako imaju veliki uticaj na procese u zemljištu.

Strukturni sastav zemljišta i stabilnost strukturnog agregata

U dosadašnjim ispitivanjima šumskih zemljišta struktura je ocjenjivana samo pri opisu profila.

Pri kvantitativnim ispitivanjima strukturnog sastava javljaju se teškoće u sitnjenju (mrvljenju) uzorka zemljišta, odnosno u podešavanju vremena uzimanja uzoraka u momentu najpogodnije vlažnosti zemljišta. Pri ovim ispitivanjima vrlo često se zanemaruju istraživanja ekološkog značaja različitih formi strukturnih agregata. Skromna ispitivanja ove vrste, obavljena samo za 4 tipa šumskih zemljišta, pokazala su vrlo različite odnose sferoidnih i poliedričnih agregata (Burlica, 1972).

Faktori obrazovanja strukturnih agregata nisu proučavani ni za poljoprivredna zemljišta, a popravak strukture zemljišta dodavanjem vještačkih materija je tek primijenjen za poljoprivredna zemljišta.

Široko primijenjeni metodi mokrog prosijavanja u određivanju stabilnosti agregata (Stojičević, 1960; Vučić, 1964; Burlica, 1972) ne odgovaraju u potpunosti prirodnim uslovima narušavanja strukturnih agregata. Primjena nekog drugog, pogodnijeg metoda određivanja stabilnosti strukturnih agregata je još neriješeno pitanje u ispitivanjima zemljišta uopšte.

U prikazivanjima strukturnog sastava kod nas se primjenjuju metodi srednjeg težinskog prečnika po De Leenheer L., De Booth (Resulović et al., 1966), kao i Vasiljeva (Vučić, 1964).

Specifična i zapreminska težina zemljišta

U određivanju specifične težine najšire se primjenjuje piknometrijski metod sa vodom, i to za sva zemljišta, iako je poznato da ovo određivanje zavisi od mehaničkog sastava (Blake, 1965).

Zapreminska težina se najčešće određuje upotrebom cilindra, i to samo jednim uzimanjem uzorka (pri vlažnosti poljskog vodnog kapaciteta). Iskorišćavanje ovoga podatka u proučavanjima režima vlažnosti donosi vrlo često i nelogične zaključke.

I pored postojanja nekih analitičkih postupaka koji obezbjeđuju tačnije određivanje volumne težine, posebno u skeletnim zemljištima, u svim onim slučajevima kada je i sa mnogo truda moguće uzimanje uzoraka zemljišta u cilindre treba isto upotrijebiti, jer omogućuje određivanje više svojstava na jednom uzorku zemljišta, što umnogome olakšava analizu rezultata ispitivanja.

Vodna svojstva zemljišta

U određivanjima vodnih svojstava zemljišta sve češće se iskorišćavaju energetska određivanja vode u zemljištu po Richardsu (1947, 1948), i to najčešće na uzorcima uzetim u nenarušenom stanju (Richard-Beda, 1953).

Primjena jednakog pritiska u određivanju vodnih karakteristika za sva zemljišta ima prednosti ako se žele ekološki upoređivati različita zemljišta, ali ne daje odgovarajuću vrijednost za ispitivanu vodnu karakteristiku kod većine ispitivanih zemljišta. Problematičnost upotrebe uzoraka zemljišta u nenarušenom stanju za šumska zemljišta nameće ujedno i problem određivanja sposobnosti zadržavanja vode u uzorcima u narušenom stanju, za koje je utvrđeno da znatno odstupaju od odgovarajućih vrijednosti za vodne konstante, posebno za poljski vodni kapacitet (Vučić, 1964, Živanov, 1970). Prema postavkama koje daje Hillel (1971), ispitivanja ove vrste u nas se mogu okarakterisati kao klasična, jer se analizira samo zemljište, tj. određuje se količina vode u zemljištu između određenih pF-vrijednosti. Ovo ima svoje opravdanje ako se ocjenjuje ekološka vrijednost samo zemljišta. Međutim, u stranoj literaturi se javljaju stremljenja da se ovi odnosi rješavaju u jednom kontinuelnom sistemu zemljišta, biljke i atmosfere (Hillel, 1971: Slatyer, 1967).

Među vodnim osobinama posebno mjesto zauzimaju ispitivanja pokretljivosti vode u zemljištu. U našim ispitivanjima široko se primjenjuju metodi određivanja filtracione sposobnosti zemljišta na osnovama Darcyevog zakona, nešto manje određivanja infiltracione sposobnosti zalivanjem u cilindrima i još nikako — kapilarna provodljivost zemljišta.

Primjena Darcyevog zakona u kretanju vode kroz saturisano zemljište u posljednje vrijeme podliježe izvjesnim kritikama (Kutilek,

1969; De Wiest, 1969). Određivanje infiltracione sposobnosti se bolje prilagođava prirodnim uslovima ako se primjenjuju aparati sa vještačkom kišom (Dobrzanski, 1956).

Ispitivanja vodno-fizičkih svojstava šumskih zemljišta u Bosni (Burlica, 1972) pokazala su da je cjelishodnije uložiti veći trud pri uzimanju uzoraka u cilindre, a rezultate kasnije preračunavati uzimajući u obzir sadržaj skeleta, nego primjenjivati više različitih analitičkih postupaka koji su također opterećeni relativno velikim i različitim metodskim greškama. Osim toga, najčešće dolazi i do velikih razlika, odnosno nepoklapanja rezultata iz različitih metodika.

Elementi vodnog režima zemljišta

U ispitivanjima elemenata vodnog režima zemljišta kod nas je obuhvaćena najčešće samo analiza režima vlažnosti zemljišta (Burlica, 1967, 1968; Martinović et al., 1967; Resulović, 1964). Karakteristika ovih ispitivanja je u uzimanju uzoraka sa sandom, što zbog velike prostorne varijabilnosti otežava donošenje pouzdanih zaključaka. Primjena savremenih metoda određivanja vlažnosti zemljišta koji isključuju uticaj prostorne varijabilnosti je usporena iz dva razloga. Ovi metodi imaju relativno veliku metodsku grešku određivanja vlažnosti na mjestu mjerenja i, drugo, vrlo je teško očuvati u staništima šumskih sastojina dosta skupe instalacije koje zahtijeva ova metodika.

Tek u posljednjim programima kod nas je predviđeno, odnosno započeto je ispitivanje režima vlažnosti zemljišta pod vještačkim uslovima vlaženja, kako se to npr. radi u Austriji (Czell, 1972).

Problemi održavanja instalacija za praćenje ostalih elemenata vodnog režima zemljišta, također, otežavaju razvijanje ovih ispitivanja u našim uslovima.

Ostala fizička svojstva

Od ostalih fizičkih svojstava zemljišta, koja u proučavanjima šumskih staništa kod nas nisu praktično ni obuhvaćena, a imaju veliki značaj u šumskoj proizvodnji, posebno mjesto zauzimaju temperaturni i vazdušni režim, kao i mehanički otpor zemljišta. Zato je poželjno da se ova ispitivanja počnu što prije i kod nas primjenjivati.

Izbor pokazatelja rezultata ispitivanja i načina obrade podataka

Rezultati ispitivanja vodno-fizičkih svojstava najčešće se prikazuju u volumnim procentima. Ovako prikazani rezultati pogodni su za pedogenička razmatranja. Za ekološka i hidrološka razmatranja potrebno je uz

ove podatke uzimati u obzir i dubine horizonata. Jednostavnija ekološko-hidrološka analiza postiže se ako su vodna svojstva preračunata u milimetre u odnosu na dubinu profila zemljišta.

U analizama gdje se uzima u razmatranje više (fizičko-hemijskih) svojstava zemljišta potrebno je nastojati da se sva vodno-fizička svojstva izraze jednom brojčanom vrijednosti. Najčešće se to čini različitim indeksima (Chirita et al., 1964; Burlica, 1972a).

Prikazivanje rezultata dinamike vlažnosti zemljišta može se podijeliti na dvije osnovne grupe. Prvu grupu predstavlja prikazivanje različitih vrijednosti (različiti oblici vode u apsolutnim ili relativnim procentima, pF-vrijednost i druge energetske jedinice) hronoizohijetama u zamišljenom presjeku profila. Ovaj način prikazivanja rezultata je pogodan za ekološke analize u pojedinim horizontima profila i njihovim međusobnim odnosima, ali za jedinstvenu ocjenu profila i bilansiranje vode je nepodesan.

Drugi način je prikazivanje promjene jednom linijom za cijeli profil zemljišta ili odvojeno za svaki horizont zemljišta. Linija promjena, koja može predstavljati različite vrijednosti (apsolutne ili relativne procenete količine vode, odnosno energetskih jedinica), nanosi se na odgovarajuću osnovu sastavljenu iz podataka za maksimalni vodni kapacitet, poljski vodni kapacitet i vlažnost venjenja. Ovaj način prikazivanja rezultata nije podesan (naročito ako je dat sumarno za cijeli profil) za ekološke analize, ali je vrlo pogodan za jedinstvenu ocjenu promjena vlažnosti zemljišta i za bilansiranje vode.

Ovdje je potrebno ukazati na činjenicu da u proučavanjima dinamike vlažnosti zemljišta treba voditi računa da se pojedini stadiji razvoja šumskog drveća odvijaju tokom više hidroloških godina, a ne kao kod poljoprivrednih kultura da pojedinim stadijima razvoja biljaka odgovara samo određeno stanje vlažnosti zemljišta u jednom dijelu vegetacionog perioda.

Terminološka problematika

S obzirom da su ispitivanja vodno-fizičkih svojstava šumskih zemljišta praktično tek započeta, potrebno je strogo voditi računa o preciznom iskorišćavanju pojedinih termina. Ovo tim prije što su u dosadašnjim ispitivanjima opšteg karaktera postojale tendencije iskorišćavanja različitih termina pedofizike u cilju razbijanja monotonije (ponavljanja) teksta.

Z A K L J U Č C I

Proučavanja vodno-fizičkih svojstava i vodnog režima šumskih zemljišta razvijaju se posljednjih godina u našoj zemlji brzo, ali ne i ravnomjerno u svim republikama. Posebno se malo radi upravo u onim oblastima (Srbija i Makedonija) gdje je problem obezbjeđenja vode najveći.

U proučavanja se uvodi savremena metodika, razrađena za poljoprivredna zemljišta, međutim bilo bi potrebno koncentrisati postojeće mo-

gućnosti na pronalaženju takve metodike rada koja će, s obzirom na prirodnu šumskih zemljišta (skeletonost i drvenasto korijenje), omogućiti uzimanje takvih uzoraka zemljišta kojim je moguće određivanje više svojstava sa manjom varijabilnosti rezultata nego što se to danas postiže upotrebom cilindra ili posebnih uzoraka za svako svojstvo zemljišta. Povećan sadržaj organske materije zahtijeva modifikovanje nekih analitičkih postupaka u oblasti fizike zemljišta, posebno pripreme zemljišta za mehaničku analizu.

S druge strane, potrebno je započeti sa proučavanjima vezanim za toplotni i vazdušni režim zemljišta, jer ova svojstva imaju vrlo veliki ekološki značaj.

Ispitivanja dinamike vlažnosti zemljišta, kao i drugih elemenata vodnog režima, koja su dosada vršena u određenim razmacima vremena tokom cijele hidrološke godine, treba zamijeniti češćim osmatranjima, uz vještačko mijenjanje uslova u karakterističnim stanjima vlažnosti.

U analizi rezultata proučavanja treba odabrati takve načine obrade podataka i prikazivanja rezultata koji će najbolje odgovarati postavljenim zadacima.

Buduća ispitivanja fizičkih svojstava i vodnog režima šumskih zemljišta treba vezivati za proizvodnost šumskih staništa.

U ovim analizama obuhvaćena su samo ona svojstva koja su značajna za većinu šumskih zemljišta u našim uslovima, što ne znači da neka od izostavljenih fizičkih svojstava u specifičnim stanišnim uslovima ne mogu imati i daleko veći značaj od analiziranih svojstava.

BURLICA Č.

THE PROBLEMS OF INVESTIGATION OF MOISTURE REGIME IN FOREST SOILS

SUMMARY

Specific properties of forest sites and forest soils require a critical evaluation of methods which has been designed for agricultural soils.

The ecological interpretation of results of soil investigation may be efficient only if the physical properties of soil related to soil water are considered.

This kind of research is still scarcely developed and incomplete in Yugoslavia. The major contributions to this field have been done in Bosnia and Croatia. But nevertheless, a rather accelerated development of such researches, as well as introduction of new methods of investigation and data processing is going on in present days.

The presence of skeleton in forest soils has not been considered enough, although it has to be used as correction factor for all of data,

In texture analyses the problem of preparation of samples has to be mentioned, particularly due to high content of organic matter of forest soils.

Determination of soil structure is connected with the problems of preparation of soil samples, such as grinding, the time of sampling for dry sieving, the choice of ways for fractionation with preservation of natural aggregates and so on.

The methods of sampling without destroying natural composition of soil was discussed, particularly as concerned the volume weight determination and other related properties. It recommends the use of cylinders for sampling soils in undisturbed conditions, because the estimation of several properties from one sample has advantages as compared with the analyses from separated samples each. The necessity of such methods estimation of infiltration rate which may simulate the natural conditions of wetting of soils has been emphasized.

For investigation of elements of water and moisture regime we propose, instead of measurement in longer time spans during the whole year, the more frequent observation in short time after addition of controlled amount of water in different moisture status of soils.

In addition the need of soil temperature and soil air investigation has been emphasized, because such investigation has not yet been started in Yugoslavia, in spite of their great ecological importance.

The great variability of forest soils properties requires very careful design of sampling application of adequate statistical methods. The results of investigation have to be presented differently, according to the purpose. The modelling of results may simplify the use of mutually inter-related data.

At the end, the problem of unification and precision of terminology in soil physics has been discussed.

LITERATURA

- Bašović M. (1964): Uticaj obrade i mineralnih đubriva na produktivnost parpodzola sjeverne Bosne. Radovi Polj. fak., Sarajevo, br. 15.
- Bisić-Hajro Dž., Resulović H. (1968): Mjerenje sadržaja vlage u ilovastom aluvijumu sa gama-mjeračem. Referat na sastanku I komisije, Skopje.
- Blake G. R. (1965): Particle Density. Methods of Soil Analysis I.
- Burlica Č. (1966): Prilog metodici načina uzimanja uzoraka za ispitivanje fizičkih svojstava šumskih zemljišta. Zemljište i biljka, Vol. 15, No 3.
- (1967): Režim vlažnosti zemljišta na krečnjaku. Zemljište i biljka, Vol. 16, No 1—3.
- (1968): Karakteristike režima vlažnosti pseudogleja pod šumskom vegetacijom. Zemljište i biljka, Vol. 17, No 2.
- (1972): Vodni režim najvažnijih tipova šumskih zemljišta Bosne. (Doktorska disertacija).
- (1972a): Vlažnost zemljišta u ocjenjivanju ekološke vrijednosti šumskih zemljišta. Referat na IV kongresu JDZPZ, Zemun.
- Chirita et al. (1964): Classification of Soil Moisture Regimes for Ecological Purposes. Stiinta Solului, No 3—4.

- Czell A. (1972): Wasserhaushaltsmessungen in subalpinen Böden. Mitt. der Forstlichen Bundes-Versuchsanstalt, Wien. Heft 98.
- Ćirić M. (1966): Zemljišta planinskog područja Igman — Bjelašnica. Radovi Šum. fak. i Inst. za šum. Sarajevo, god. X, knj. 10, sv. 1.
- Dekanić I. (1969): Dubina podzemne vode i tla kao važni ekološki činioci uspijevanja nekih evroameričkih topola na aluviju Save i Kupe kod Siska. Šumarski list, 11—12.
- Dobrzanski Z. (1956): Polowe metody iznaczanie wspolozynnika przepuszczalności skal wodonosnych i gruntów. Metody, Warszawa.
- Hillel D. (1971): Soil and Water. Physical Principles and Processes. New York.
- Jeremić M., Spasojević M. (1964): Dinamika vode u zemljištu glinovito aluvijalnog nanosa kod aračina pod kulturom šećerne repe i efekat njegovog navodnjavanja. Zemljište i biljka, Vol. 13, No 2.
- Kutilek M. (1969): Nadarcyovske proudeni vody v zeminach v laminarni oblasti. Vodohospodarsky časopis, Roč. XVII, Č. 5.
- Lomejko S. (1930): Režim vlažnosti zemljišta u Metohiji. Glasnik Min. Polj., Beograd.
- Martinović J. et al. (1967): Sezonske promjene sadržaja vlage u tlu i mineralnih hranjiva u iglicama u kulturi običnog bora i američkog borovca kraj Ogulina. Šumarski list, br. 3—4.
- Munka čević V. (1967): Proizvodna vrednost zemljišta u plantažama topole klona I—214 u Baranji. (Mag. rad) Beograd.
- Nedeljković Lj. (1962): Određivanje gustine zemljišta metodom refleksije gama-zračenja. Radioaktivni izotopi i zračenja, No 4, Beograd.
- Resulović H. (1964): Dinamika vode, vazduha i oksidoredukcionog potencijala u parapodzolu sjeverne Bosne. (Dokt. dis., Sarajevo).
- Resulović H. et al. (1966): Prilog poznavanju indeksa stabilnosti strukturnih agregata na nekim tipovima tla. Agrohemija, 3—4.
- Richard F. Beda J. (1953): Methoden für Bestimmung der Wasserbindung und der Porengrößen in natürlich gel getren Waldböden. Mitteil. Schweiz. Anstalt für das forst Versuch., XXIX Bd 2 Hft.
- Richards (1948): Porous Apparatus for Measuring Moisture Retention and Transmission by Soil. Soil Sci. 66 No 2.
(1947): Pressure-Membrane Apparatus-Construction and use. Agricult. Enginž Vol 28, No 10.
- Seiwerth A. (1927): Prilozi za poznavanje tla hrastovih šuma u Podravini. Glasnik za šumske pokuse, br. 2.
- Slatyer R. O. (1967): Plant-Water Relationships. Acad. Press, London.
- Stojičević D. (1960): Važnije vodne osobine glavnih tipova zemljišta u Srbiji. Savez vodnih zajednica NRS, Novi Sad.
- Vlahinić M. (1964): Vodno-fizičke karakteristike tresetišta u Livanjskom polju. (Dokt. dis.), Sarajevo.
- Vučić N. (1964): Vodne osobine černoze i livadske crnice i njihov značaj za navodnjavanje u irigacionom području Bačke. Savremena poljoprivreda, pos. izd., br. 1.
- Zloković (1949): Biografska građa za pedološka proučavanja jugoslovenskih zemljišta u periodu do 1940. godine.
- Živanov (1970): Prilog izučavanju prirasta klona I-214 na zemljištima različitih vodofizičkih svojstava. (Mag. rad), Novi Sad.

HUSNIJA RESULOVIĆ, MIHOVIL VLAHINIĆ i ZLATKO HAKL*

NEKE SPECIFIČNOSTI ISTRAŽIVANJA SKELETNIH ZEMLJIŠTA

U V O D

Skeletna zemljišta su naročito rasprostranjena u kraškim poljima Bosne i Hercegovine. Osim toga, njih takođe ima u brdsko-planinskom području cijele Jugoslavije. U grupu skeletnih zemljišta dolaze: koluvi-jalna (deluvijalna), jedan dio aluvijalnih (fluvisoli), litosoli, ranker, kise-lo-smeđe (distrični kambisol), crnica na krečnjaku (kalkomelanosol), plića smeđa na krečnjaku (kalkokambisol) i podzoli. Pod ovim zemljištima nalazi se preko 1,000.000 hektara.

Pod skeletnim zemljištima se podrazumijevaju ona tla koja sadrže frakcije koje su većih dimenzija od 2 mm. U sovjetskoj literaturi u frak-ciju skeleta dolazi i nešto sitniji materijal, veći od 1 mm. Skelet može biti različit po obliku i dimenzijama.

Prisustvo skeleta dovodi do specifičnih svojstava i procesa u ovim zemljištima. Poseban problem koji se javlja jesu način njihovog istraži-vanja i interpretacije podataka, koji se razlikuje od onog kojim se kori-stimo za neskeletna zemljišta.

Kao što je poznato, u praksi se najčešće zapreminska težina odre-đuje upotrebom cilindra različitog volumena. To su obično cilindri od 100 ccm, ali se iskorišćavaju i oni većih dimenzija: 200, 500, 1.000, 2.000 itd. ccm. Podatak o vrijednosti zapreminske težine služi nam za određiva-nje težine tla, ukupne i diferencijalne poroznosti, sadržaja vlage u volum-nim procentima, zaliha vlage. Kao što se vidi, ova vrijednost ima više-struku upotrebu.

U skeletnim tlima se javlja kao naročit problem određivanja zapre-minske težine. Metoda iskorišćavanja cilindara, naročito prilikom velikog sadržaja skeleta, ne može se primijeniti. U takvim tlima često dolazi do oštećenja cilindra, a i podaci koji se dobiju na taj način su nepouzđani. Na teškoće istraživanja skeletnih zemljišta upozorili su mnogi autori, da-

* Poljoprivredni fakultet, Sarajevo.

jući prijedloge za njihova ispitivanja. Tako, na određivanju poroznosti i vlage radili su Zaidelman (1957), Lutz (1944), Bourier (1957), Vlahinić et al. (1971). Na određivanju poroznost i vlage u skeletu radili su Shipp et al. (1965), River et al. (1972), Coile (1953), Mc Lintock (1959), Reicnhart (1961), i dr.

Za skeletna tla uvodi se novi pojam zapreminske specifične težine, tzv. parcijalna zapreminska težina po Bourieru (1957) ili aktivna zapreminska težina po Joffeu (citirano po Zaidelmanu, 1957). Ona predstavlja težinu sitnog tla u ukupnom volumenu sitnog tla i skeleta.

Svrha naših istraživanja je bila da se ustanovi najpovoljniji postupak za određivanje parcijalne zapreminske težine. Takođe smo željeli ustanoviti da li i neke vrste skeletnog materijala pokazuju svojstva retencije, čije je pitanje važno naročito sa ekološke tačke gledišta.



Sl. 1: Stolac (Dabarsko polje) — jako skeletno smeđe tlo na fluvioglacialnom nanosu.

Photo 1: Stolac (Dabarsko polje): brown earth on fluvioglacial till with very high skeleton content.

METOD ISTRAŽIVANJA

Na terenu smo na površinama antropogeniziranog smeđeg tla u okolini Mostara (Bišće-polje) izvršili ispitivanje pogodnosti pojedinih metoda za određivanje parijalne zapreminske težine. Koristili smo se slijedećim sredstvima: pijeskom, plastičnim vrećicama, nitrolakom, aluminijskim i plastičnim folijama i vodom.

Postupali smo tako da smo ašovom napravili rupe raznih dimenzija, prečnika 10, 20 i 30 cm, i dubine 10 cm. Takve ekskavirane rupe su tretirane gore navedenim materijalima. Menzurom smo dodavali vodu do

gornjeg nivoa bušotina, i volumen utroška vode smo zabilježili. Pri radu sa pijeskom služili smo se postupkom koji je dat u radu M. Vlahinić et al. (1971). Ekskavirano tlo iz rupe stavili smo na najlonsku foliju i vagali. U laboratoriji smo izdvojili skelet prosijavanjem kroz sito, zatim skelet sušili do vazdušno suhog stanja i vagali. Posebno je određen sadržaj vlage u sitnom tlu. Zatim je određena težina skeleta i sitnog tla.

U frakciji skeleta je određen maksimalni sadržaj vlage, te sadržaji vlage nakon različitog vremena sušenja na vazduhu. Iskorištavani su krečnjački skelet i škriljavi glinci.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA I NJIHOVO TUMAČENJE

U ovom radu željeli smo ustanoviti slijedeće:

- jednostavnu metodu za određivanje parcijalne zapreminske težine, i
- sadržaj vlage u skeletnom materijalu.

1. Metode za određivanje parcijalne zapreminske težine

Za određivanje ovog svojstva koristili smo se grupom metoda koje se baziraju na principu ekskaviranja tla (*»excavation method«*). Ove metode se zasnivaju, kako navode Ship et al. (1965), na zamjeni tla, koje se ukloni iz njegovog prirodnog položaja, nekom supstancom koja će zauzeti isti volumen kao uklonjeno tlo. Na ovaj način se dobije ukupan volumen rupe.

Metode kojima smo određivali parcijalnu zapreminsku težinu podijelili smo u pet grupa:

- metode sa upotrebom čvrstog materijala za punjenje rupe, npr. pijeska,
- metode koje iskorištavaju lijepak za premazivanje i sprejove,
- metode koje iskorištavaju plastične vrećice,
- metode koje iskorištavaju folije: aluminijske ili plastične.
- metode sa vodom.

1.1. Metode sa upotrebom čvrstog materijala

Prilikom primjene ove metode iskorištava se poznata težina pijeska (ili nekog drugog čvrstog materijala. Lutz iskorištava gips) koji treba da ispuni rupu. Pijesak mora biti kalibriran, osušen, a treba ispuniti i izvjesne uslove prilikom rada na terenu, kao što su način sipanja, oblik rupe, na što je upozorio Mc Lintock (1959). O ovoj metodi su takode referisali u jednom ranijem radu Vlahinić et al. (1971). Ovaj metod zahtijeva veliki posao oko pripreme rupe i uklanjanja korijena, što oduzima dosta vremena. Osim toga, potrebno je i dosta opreme, pa je za serijska određivanja neprikladna. U našem radu iskorištavali smo ovu metodu, a rezultate navodimo u tabeli 1.

1.2. Metode sa upotrebom lijepaka i sprejova

U ovom radu iskorištavali smo nitrolak i sprej za kosu.

Naša istraživanja su pokazala da ova metoda ima čitav niz ograničenja. Tako pri upotrebi lijepaka prilikom premazivanja rupe četkicom dolazi do slijevanja sitnog tla na dno rupe, što uveliko oštećuje prvobitni volumen i mijenja ga. Zatim, na sušenje treba čekati po 30 minuta i više, a lijepljenje se mora obaviti pri određenom stanju vlažnosti tla. Ako je tlo suho, potrebno ga je najprije poprskati vodom, ili ako je jako vlažno, potrebno je sačekati da se prosuši. Za vrijeme kiše nije moguće raditi ovom metodom.

Rezultati su navedeni u tabeli 1.

Tabela 1.

VRIJEDNOST I PARCIJALNE ZAPREMINSKE TEŽINE DOBIJENE
ISKORIŠTAVANJEM RAZNIH METODA
VALUES OF PARTIAL BULK DENSITY DETERMINED BY VARIOUS
METHODS

Uzorak Sample	Pijesak Sand	Nitrolak Nytrolacquer	Plastična vrećica Plastic bag	Al-fol'ja Al-sheet	Plastična folija Plastic sheet
g/ccm					
1	1,14	1,05	1,22	1,23	1,11
2	1,13	0,90	0,90	0,90	0,96
3	1,09	0,89	0,92	0,69	0,74
4	0,84	0,77	0,79	0,64	0,99
5	0,91	0,67	0,90	0,60	0,95

Upotreba spreja (lak za kosu) pokazala se kao nepodesna, jer je sprej veoma slabo povezivao zemljišnu masu. Shipp et al. (1965) navode da su uspješno za ovu svrhu iskorištavali sprej sa smolom (F-220 i metil-etil-keton, 1:4 po težini).

1.3. Metode sa upotrebom plastičnih vrećica

Prilikom upotrebe plastičnih vrećica postupa se tako da se nakon stavljanja vrećice u rupu sipa voda iz menzure. Tu dolazi do izvjesnih teškoća. Tako, npr., vrlo je teško i skoro nemoguće vrećicu oblikovati prema dimenziji rupe. Prilikom dolijevanja vode u vrećicu — teško je vrećicu napuniti do gornjeg nivoa. Oblikovanje vrećicom je nemoguće u slučaju da strči neki komad skeleta, jer vrećica, napunjena vodom, »bježi« sa takvih strčećih dijelova. Osim toga, ponovljeni pokušaji sipanja u istu rupu davali su veoma različite rezultate, na što je još upozorio i Mc Lintock (1959).

1.4. Metode sa upotrebom aluminijskih i plastičnih folija

Postupak sa folijama se zasniva na iskorišćavanju aluminijskih i plastičnih folija za presvlačenje rupe. Tu se u iskopanu bušotinu stavi folija, u neku ruku rupa se presvuče ili tapecira, i njen volumen se odredi pomoću volumena vode koja je potrebna da napuni rupu.

Upotreba *aluminijске folije* se pokazala kao neprikladna, jer je ona veoma lako pucala, naročito pri presvlačenju skeleta ili korijena, te smo ovu metodu odbacili kao neprikladnu.

Upotreba *plastične folije* je odmah pokazala višestruku prednost. Ova folija se veoma lako oblikovala preko skeleta i nije bila podložna oštećenjima. Naročito se praktična pokazala jako tanka i mekana folija, kojoj smo prilikom naših istraživanja dali prednost. Ova metoda se primjenjuje tako da se rupa presvuče ovom folijom, a na površinu zemljišta se postavi okrugla metalna šablona. Zatim se sipa voda iz menzure dok ne dostigne donji rub šablone. Veoma je lako izvršiti kroz vodu modeliranje prema obliku rupe, da bi se uklonili eventualni džepovi vazduha između zidova tla i folija. Cijeli je pribor veoma jednostavan, jer se pored prstena iskorištava tanka folija, menzura i balon sa vodom. Za odlaganje zemlje prilikom njenog vađenja iz rupe iskorišćava se takođe komad plastične folije (cca 1 m²), koja se stavi ispod prstena.



Slika 2: Određivanje volumena bušotine putem plastične folije (lijevo) i plastične vrećice (desno).

Photo 2: Measurement of hole volume by plastic sheet (left) and plastic bag (right).

Daljni je postupak slijedeći: izvađena masa sitnog tla i skeleta se izvaga, i ta se težina zabilježi. U laboratoriju se nakon sušenja na 105°C

ponovo izvaga cijeli uzorak. Skelet se odvoji prosijavanjem i izvaga. Iz razlike u težini izračuna se težina sitnog tla. Zatim se izračunava parcijalna zapreminska težina.

Cijeli je postupak slijedeći:

- ukupan volumen rupe: 900 ccm,
- ukupna težina skeleta i sitnog tla prije sušenja: 1.600 g,
- ukupna težina skeleta i sitnog tla poslije sušenja: 1.400 g,
- težina frakcije skeleta: 600 g,
- težina sitnog tla: 800 g.

$$\text{Parcijalna zapreminska težina} = \frac{\text{Težina sitnog tla}}{\text{zapremina rupe}} = \frac{800}{900} = 0,89 \text{ g/ccm.}$$

$$\text{Ukupna zapreminska težina} = \frac{\text{Težina skeleta} + \text{sitno tlo}}{\text{zapremina rupe}} = \frac{1.400}{900} = 1,56 \text{ g/ccm.}$$

Sadržaj skeleta u gornjem primjeru je iznosio 43%.

1.5. Metoda sa iskorištavanjem samo vode

Ova metoda se sastoji u tome što se u iskopanu rupu iz menzure dodaje brzo voda do gornjeg ruba bušotine. Ona je najjednostavnija, ali ukoliko se ne radi vrlo brzo, moguće je očekivati gubitak vode cijedenjem kroz skeletno tlo.

Ova metoda bi imala veće značenje za neskeletna, posebno teška i zbijena tla.

2. Određivanje sadržaja vlage u skeletu

U ovom radu takođe smo istražili i sadržaj vlage u skeletu. Tu smo odredili maksimalni sadržaj i sadržaje nakon određenog vremena sušenja na vazduhu. Još je Coile (1953) upozorio da skelet može da sadrži vodu.

U našim istraživanjima iskorištavali smo dvije vrste skeleta: krečnjački i škriljavi glinac. Za ovu svrhu skelet smo zasitili maksimalno vodom, potapanjem u vodu, i vršili vaganje u nekoliko faza: odmah, te nakon 1, 2, 3 i 24 sata, kao i pri vazdušno suhom stanju. Rezultate navodimo u tabeli 2.

Iz tabele 2 vidi se da istraženi skelet dimenzije 5—10 cm ne zadržava vlagu, i tretiran ovako pojedinačno nema značaja za retenciju vlage u tlu.

Sadržaj vlage u skeletu dimenzija od 2—0,2 cm pri maksimalnoj saturaciji iznosio je kod krečnjačkog materijala od 4,8 do 9,5%. Izvjestan sadržaj vlage u sitnijem skeletu ukazuje da dolazi do retencije vlage. Ovo zadržavanje vlage može se pripisati njenom prisustvu u stvorenim kapilarnom međuprostoru. Daljnja istraživanja ove pojave pokazaće koje vrste skeletnog materijala i koje dimenzije posjeduju retenciju vlage.

Tabela 2.

SADRŽAJ VLAGE U SKELETU (TEŽIN. %), DIJAMETAR 5—10 CM
 MOISTURE CONTENT IN SKELETON (ON WEIGHT BASIS, %), DIAMETER
 5—10 CM

Vrsta skeleta Type of skeldc	Maksimalni kapacitet Max. capacity	1 sat 1 hour (h)	2 sata 2 ^h	3 sata 3 ^h	24 sata 24 ^h
Krečnjak limestone	0,60	0,20	0,12	0,12	0,04
	3,48	2,90	2,82	2,28	2,20
	2,42	1,95	1,82	1,74	1,15
Škriljavi glinac	1,85	0,59	0,30	0,30	0,30
	1,45	0,45	0,17	0,17	0,17
	2,56	0,82	0,41	0,41	0,41
	0,85	0,20	0,10	0,10	0,10
	1,83	1,52	1,34	1,34	1,34
	0,60	0,11	0,05	0,05	0,05

ZAKLJUČCI

U ovom radu su izvršena istraživanja parcijalne zapreminske težine i sadržaja vlage u skeletu. Rezultati istraživanja su pokazali slijedeće:

1. Kao najjednostavnija metoda za određivanje parcijalne zapreminske težine pokazala se metoda pomoću plastične folije. Postupak sa folijom je jednostavan i može se ponoviti bezbroj puta, ne oduzima mnogo vremena, niti zahtijeva veliku opremu (plastična folija, metalni prsten, menzura, balon sa vodom i vaga).

2. Sadržaj vlage u krupnoj skeletnoj komponenti (5—10 cm prečnika) bio je vrlo mali, što se može zanemariti prilikom određivanja sadržaja momentane vlage. Sadržaj vlage u sitnijoj frakciji skeleta od 2 do 0,2 cm iznosio je 4,8 do 9,5%, što je od značaja sa ekološke tačke gledišta.

RESULOVIĆ H., VLAHINIĆ M. and HAKL Z.

SOME PARTICULARITIES OF INVESTIGATION OF SKELETA SOILS

SUMMARY

In this paper the partial bulk density and moisture content in skeleton were investigated. The data of these investigation are:

1. As the simplest method for determination of bulk density is a plastic sheet method. The procedure with sheet is simple and can be

repeated many times, it does not take much time, or large equipment (plastic, sheet, metal ring, volumetric flask, vessel for water, and balance).

2. Moisture content in larger skeleton fraction (5—10 cm) is very small. Moisture content in smaller skeleton fraction, 2—0,2 cm, is from 4,8 to 9,5%.

LITERATURA

- Bourrier J. (1957): Problemes posés par la presence de cailloux dans les sols irrigués. Bulletin No 32, (str. 83), Centre de Recherches et d'Expérimentation de Génie Rural, Antony.
- Coile T. S. (1953): Moisture Content of Small Stones in Soil. Soil Sci., vol. 75, No 3 (203—209).
- Lutz M. J. (1944): Determination of certain physical properties of Forest soils, Soil Sci., 58 (325—333).
- Mc Lintock T. F. (1959): A Method for Obtaining Soil Samples Volumes in Stony Soils. Journal of Forestry, vol. 57, No 11 (832—838).
- Reinart K. G. (1961): The Problem of Stonens in Soil-Moisture Measurement. Proceedings, Soil Sci. Society of America, vol. 25, No 4 (268—270).
- Rivers E. D., Shipp R. F. (1972): Available water capacity of sandy and gravelly North Dakota soils. Soils Sci., 113, No 2 (74—78).
- Shipp R. F., Matelski R. P. (1965): Bulk density and coarse fragment determinations on some Pennsylvania soils. Soil Sci., vol 99 (392—397).
- Vlahinić M., Resulović H., Hakić Z. (1971): Određivanje fizičkih svojstava u skeletnim tlima. Zemljište i biljka, vol. 19, No 1—3 (117—131), Beograd.
- Zaidelman F. R. (1957): Metodika issledovaniy nekotorykh fizičeskikh i vodno-fizičeskikh svojstv kamenistih počv. Počvovedenie, No 1 (124—129).

BRANIMIR MAYER*

PRILOG ISTRAŽIVANJU REŽIMA VLAŽNOSTI PSEUDOGLEJA POD ŠUMSKOM VEGETACIJOM

UVOD I OBJEKT ISTRAŽIVANJA

U pribrežnim krajevima sjeverozapadne Hrvatske na geološkoj podlozi tzv. pleistocenskih ilovina najučestaliji tip tla je pseudoglej. Ovo se područje u velikoj mjeri iskorištava u šumskoj proizvodnji. Uz postojeće vrijedne šume hrasta i graba, tu su rasprostranjene šikare, degradirane šume i neobrasle šumske površine kojima predstoje šumsko-uzgojni zahvati rekonstrukcije, konverzije, te pošumljavanje razgoljenih terena.

Valovit do brežuljkasti reljef povoljan za poljoprivrednu proizvodnju i rasprostranjenost pseudogleja, s jedne strane, te poznata njegova specifičnost režima vlažnosti sadržana u smjeni mokre, vlažne i suhe faze, s druge strane, uslovili su kod nas izvođenje opsežnih istraživanja puteva poljoprivrednih melioracija i podizanja njegove produktivnosti. Međutim, na srodnim problemima u šumarstvu do sada je relativno malo rađeno (Škorić, 1963; Resulović, 1964; Dekanić, 1967. i 1971; Burlica, 1968, te pokusni objekti Jug. instituta za četinjače — Jastrebarsko). Na stacionarna istraživanja režima vlažnosti pod šumskom vegetacijom odnose se radovi H. Resulovića i Č. Burlice (prema Burlici, 1968).

Naša praćenja vlage vršena su na objektu Kupčina kraj Jastrebarskog u okviru nekoliko pokusa s četinjačama**, sa ciljem utvrđivanja utjecaja čiste sječe na režim vlažnosti obronačnog (terasnog) pseudogleja i sagledavanja upliva na klasično pošumljavanje biljakama četinjača. Primjena klasičnog pošumljavanja uvjetovana je zaostalim panjevima, koji limitiraju upotrebu mehanizacije u svrhu melioracija, a glavna pažnja se posvećuje pravilnom izboru vrste.

Lokalitet leži na pleistocenskoj terasi nadmorske visine oko 175 m, nagnutoj 1—3° jugoistočno. Tlo je determinirano kao obronačni (terasni)

* Jugoslovenski institut za četinjače — Jastrebarsko.

** Istraživanja financira Rep. fond za naučni rad SRH i Poslov. udruženje šum. priv. organizacija — Zagreb.

pseudoglej praškasto glinasto-ilovaste (do 50 cm) i lako glinovite teksture (ispod 50 cm), sa srednje dubokim nepropusnim slojem koji se pojavljuje na 50 cm dubine.

Prilikom osnivanja pokusa 1970/71. god. uklonjen je čistom sječom dio 100-godišnje sastojine hrasta kitnjaka sa drvnom masom od 243 m³/ha, temeljnicom od 21 m²/ha, godišnjim tečajnim prirastom 1,65 m³/ha i II—II/III bonitetom po Gehrhardt u hrast sa jakim proredom.

Meteorološka stanica Jastrebarsko udaljena je svega 9 km sjeveroistočno od objekta, pa svojim 8-godišnjim opažanjima može dobro okarakterizirati područje: srednja godišnja suma oborina iznosi 968 mm, sa srednjom temperaturom zraka 9,8°C. 1971. pokusna godina sa 733 mm oborina bila je izrazito sušna, a 1972. sa 999 mm oborina nešto vlažnija od promatranog prosjeka.

Prema Bertoviću (1972), objekt Kupčina leži u središnjem prirodnom području rasprostranjenosti šume hrasta kitnjaka i običnog graba (*Querceto-Carpinetum croaticum* Horv.), a po Köppenovoj klimatskoj klasifikaciji stanica Jastrebarsko se nalazi u oblasti tople umjereno kišne klime s oznakom C f w b x.

METODE RADA

Dvogodišnje mjerenje momentalne vlage (od 18. V 1971. do 10. V 1973. god.) vršeno je na dvije plohe razmaknute 80 m: jedna pod pokrovom hrastove šume, a druga na susjednoj sječini. Primijenjena je metodika iz magistarske radnje (voditelj: A. Škorić), i to: gravimetrijska metoda, sa 15-dnevnim uzimanjem uzoraka tla ručnom sondom za vrijeme vegetacijskog perioda, a izvan njega približno jedanput mjesečno u 5 ponavljanja na 3 dubine (0—20, 25—45, 50—70 cm). Retencija vlage određivana je pomoću tlačnog ekstraktora od 0,33 atm za poljski kapacitet i na aparatu s tlačnom membranom od 15 atm za tačku venjenja.

Rezultati su prikazani grafički pomoću kronoizopleta vlažnosti tla na bazi volumnih postotaka i stupaca postotne zastupljenosti mokre i vlažne faze (obračun prema Resuloviću et al., 1967).

REZULTATI ISTRAŽIVANJA I NJIHOVO TUMAČENJE

U grafikonu 1 prikazani su pomoću kronoizopleta rezultati mjerenja momentalne vlažnosti tla na temelju volumnih postotaka, pri čemu su posebno izdvojene dvije kategorije:

- 1) vlaga veća od poljskog kapaciteta (mokra faza),
- 2) vlaga manja od poljskog kapaciteta (vlažna faza).

Vidljivo je da tokom dvogodišnjih istraživanja nije registrirana pojava suhe faze iako je 1971. god. bila izrazito sušna.

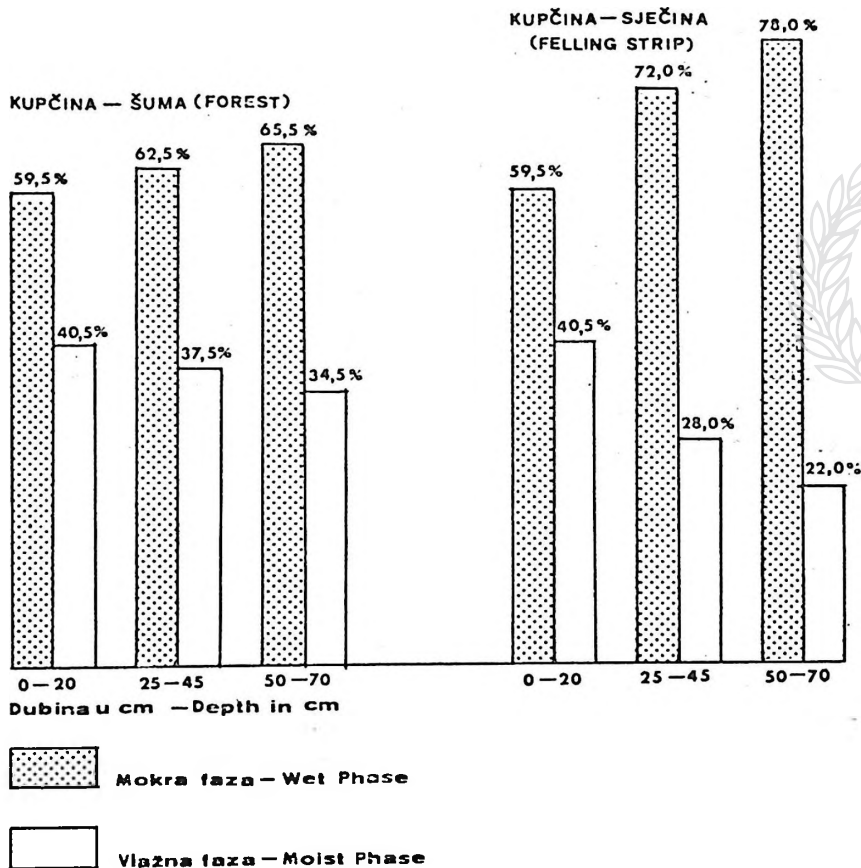
Vlažna faza pod šumskim pokrovom u sušnoj 1971. god. kontinuirano je trajala cca 6,5 mjeseci, a u 1972. pojavila se u dva perioda sa ukupnim trajanjem od cca 2 mjeseca u sredini vegetacijskog razdoblja.

Vlažna faza na iskrčenoj površini trajala je kraće od one pod šumom u obje godine, osobito u dubljim slojevima. U sloju 0—20 cm u 1971. god. trajala je kontinuirano cca 6 mjeseci, a u 1972. god. u dva navrata svega 1,5 mjesec.

U grafikonu 2 prikazana je pomoću stupaca postotna zastupljenost mokre i vlažne faze na obje plohe za svaku dubinu posebno. Na dubini 0—20 cm odnos mokre spram vlažnoj fazi bio je jednak na obje plohe 59,5:40,5. Na dubini 25—45 cm povećava se postotna zastupljenost mokre faze, i to pod šumom na 62,5%, a na sječini na 72,0%. Najveće razlike utvrđene su u najdubljem sloju 50—70 cm, gdje je utvrđen odnos mokre i vlažne faze pod šumom 65,5:34,5, a na otvorenom 78,0:22,0%.

graf. 2

POSTOTNA ZASTUPLJENOST MOKRE I VLAŽNE FAZE U PSEUDOGLEJU
PROCENTUALL PARTICIPATION OF WET AND MOIST PHASE IN PSEUDOGLEY



Oscilacije momentalne vlage bile su najveće u površinskom sloju obje plohe, a najmanje u najdubljem sloju tla. Nadalje, ako se uspoređuju dvije plohe međusobno, oscilacije u tlu pod šumskim pokrovom

(47,38—40, 85—32,19 vol. %) bile su znatno veće za sve tri dubine od onih na sječini (26,08—20, 70—16,13 vol. %).

U zimsko-proljetnom periodu tlo na obje plohe potpuno je saturirano vodom, a veće količine akumulirane su u tlu pod šumom.

Rezultati ovih istraživanja uklapaju se u opće postavke o utjecaju šume na vodni režim tla u usporedbi s otkrivenim površinama — prema Rodeu et al. (1972). Tako je kruženje vlage u tlu pod odraslom sklop-ljenom šumskom vegetacijom, po pravilu, intenzivnije. Šuma povećava rashod vlage na ukupno isparavanje, smanjuje količinu vlage zadržava-njem na krošnjama drveća, smanjuje površinsko otjecanje vode i za tu količinu povećava sadržaj vlage koja ulazi u tlo. Nadalje, šuma — oso-bito listopadna — zimi zadržava više snijega nego otkrivene površine i povećava količinu vlage u tlu prilikom njegovog otapanja, koje teče spo-rije. Isušivanje tla pod šumom zahvata dublje slojeve zbog dubljeg ra-sporeda korijenja, a vodopropusnost tla pod šumskim pokrovom je brža nego pod bilo kojom drugom vegetacijom.

Prema prvim nepotpunim podacima postotak preživljenja za biljke obične smrče iznosio je 78%, a za zelenu duglaziju, evropski i japanski ariš bio je znatno niži. Pri tome je zapažen značajan utjecaj mikroreljefa terase na preživljenje biljaka četinjača.

Z A K L J U Č I

Istraživan je utjecaj čiste sječe stogodišnje šume hrasta kitnjaka na režim vlažnosti obronačnog (terasnog) pseudogleja na pleistocenskim ilo-vinama sjeverozapadne Hrvatske (Jastrebarsko). Dvogodišnje praćenje momentalne vlage vršeno je na dvije plohe: prva pod pokrovom hrastove šume, a druga na susjednoj sječini gdje je ista šuma iskrčena radi osni-vanja nekoliko pokusa s četinjačama.

Osnovni rezultati istraživanja sadržani su u slijedećem:

— u periodu istraživanja nije registrirana pojava suhe faze iako je 1971. god. bila sušna, a 1972. g. nešto vlažnija od prosjeka;

— postotna zastupljenost mokre faze u površinskom sloju 0—20 cm bila je jednaka na obje plohe (59,5%); na dubini 25—45 cm bila je zastup-ljena pod šumskim pokrovom sa 62,5%, a na otvorenom 72,0%; u najdub-ljem sloju 50—70 cm razlika je najveća, tj. pod šumom 65,5%, a na otvo-renom 78,0%;

— oscilacije momentalne vlage bile su znatno veće pod šumom za sve tri dubine (47,38—40, 85—32,19 vol. %), za razliku od onih na otvo-renoj površini (26,08—20, 70—16,13 vol. %);

— povoljna vlažna faza pod šumskim pokrovom u sušnoj 1971. go-dini kontinuirano je trajala 6,5 mjeseci, a u 1972. godini pojavila se u dva perioda u ukupnom trajanju od 2 mjeseca; vlažna faza na otvorenoj površini trajala je kraće, osobito u dubljim slojevima;

— pojačano stagniranje vode u tlu uzrokovano čistom sječom nega-tivno se odrazilo na preživljenje sadnica nekih vrsta četinjača.

MAYER B.

CONTRIBUTION TO INVESTIGATIONS ON THE MOISTURE REGIME OF PSEUDOGLEY UNDER FOREST VEGETATION

SUMMARY

The effect of clear felling of a one hundred-year-old forest of *Quercus petraea* Lieb, on the moisture regime in sloping (terrace) pseudogleys on the Pleistocene clays of North-Western Croatia (Jastrebarsko) was investigated. Two follow-up of momentary moisture was performed on two surfaces: one under the cover of the oak forest, the other on a neighbouring felling strip, where the same forest had been cleared for the purpose of laying out a number of experiments with conifers.

The basic results of the investigations are contained in what follows:

— during the period of investigation no phenomenon of the dry phase was recorded, although year 1971 was a dry one and the year 1972 somewhat more moist than the average;

— the percentual presence of the wet phase in a superficial layer of 0—20 cm was the same on both the surfaces (59,5%); at a depth of 25—45 cm it was represented under forest cover with 62,5%, and in the open with 72,0%; in the deepest layer of 50—70 cm the difference is greatest, that is, under forest 65,5%, and in the open 78,0%.

— oscillations of momentary moisture were considerably greater under the forest for all three depths (47,38, 85—32,19 vol %) in contrast to those on the open surface (26,08—20, 70—16,13 vol %);

— the favourable moist phase under forest cover in the dry year 1971 lasted continuously for 6,5 months, and in 1972 it occurred in two periods for a total duration of 2 months; the moist phase on the open surface lasted more shortly, notably in the deeper layers;

— intensified stagnancy of water in the soil caused by clear felling exercised a negative influence on the survival of seedlings of some conifer species.

LITERATURA

Bertović S. (1972): Ekološke značajke istraživanih objekata Jug. instituta za četinjače (manusc.), Zagreb.

Burlica Č. (1968): Karakteristike režima vlažnosti pseudogleja pod šumskom vegetacijom. Zemljište i biljka, Vol 17, No 2, 195—202, Beograd.

Dekanić I. (1967): Intenziviranje proizvodnje proređivanjem mješovitih sastojina prigorских šuma. Jug. polj. — šum. centar, Beograd.

Dekanić I. (1971): Intenziviranje proizvodnje drva u cenozi hrasta kitnjaka i običnog graba primjenom intenzivnih proreda i fertilizacije različitim mineralnim gnojivima. Simpozij o primjeni dubriva u šumarstvu, Zagreb.

- Resulović H., Bašović M., Vlahinić M., Bisić-Hajro Dž. (1967): Promjene mokre, vlažne i suhe faze u pseudogleju u ovisnosti o dubini oranja i dubrenja. Zemljište i biljka, Vol 16, No 1—3, 447—454, Beograd.
- Resulović H., Vlahinić M., Bisić-Hajro Dž. (1971): Karakteristike režima vlažnosti, vodno-fizičkih i fizičko-mehaničkih svojstava pseudogleja u slivu rijeke Save. Savjetovanje o Posavini, 195—202, Zagreb.
- Rode A., A., Smirnov V., N. (1972): Počvovedenie. Izdatel'stvo »Visšaja škola«, 190—224, Moskva.
- Škorić A. (1963): Pedološka karakterizacija i mjere popravka tla pašnjačkih površina u Jastrebarskom (manusc.), Zagreb.
- Škorić A., Mihalić V. (1964): Putevi melioracije pseudogleja u Hrvatskoj. Agrohemija, broj 7, 403—417, Beograd.



ČEDOMIR BURLICA, NIHAD PROLIĆ* i ZLATKO HAKL**

PADAVINE U PODRUČJU TREBINJA I NJIHOV UTICAJ NA DEBLJINSKI PRIRAST ALEPSKOG I CRNOG BORA

U V O D

Produktivnost šumskih staništa zavisi od mnogih stanišnih i edafskih faktora. Jedan od vrlo značajnih faktora za produktivnost sastojina je i obezbijedenost zemljišta vodom. Međutim, vrlo je teško doći do podataka o obezbijedenosti zemljišta vodom, pa se zato vrlo često pribjegava iznalaženju drugih pokazatelja koji će zamijeniti ove podatke. Najčešće se vrše računski bilansiranja vode na osnovu meteoroloških podataka, a često se i padavine direktno stavljaju u korelacioni odnos sa prinosom (Shultz et al., 1970; Koch, 1958; Glock»Agarter, 1962; Vlahinić, 1966).

Kako su padavine za područje hercegovačkog krša jedan vrlo značajan i ekološki ograničavajući faktor (Đikić, 1957; Šunjić, 1957), to je u ovome radu, na osnovu analize padavina za stanicu Trebinje i njihovog odnosa prema debljinskom prirastu alepskog i crnog bora u kultu-rama kod Ivanjice, ocijenjena pogodnost padavina za procjenu produktivnosti staništa.

MATERIJAL I METOD RADA

Za analizu padavina u području hercegovačkog krša odabrana je meteorološka stanica Trebinje. Analizom je obuhvaćen period od 1895—1970. godine, sa prekidima 1916—1925. i 1941—1950.

Analizirani su: učestalost javljanja (sume) godišnjih padavina, raspored mjesečnih padavina u prosječno vlažnoj godini, minimalne i maksimalne mjesečne padavine i dnevni maksimum padavina.

Tekući debljinski prirast u periodima od po 5 godina određen je na 40 stabala alepskog bora (*Pinus halepensis*), starosti 40 godina, 9 sta-

* Šumarski fakultet, Sarajevo.

** Poljoprivredni fakultet, Sarajevo.

bala alepskog bora, starosti 70 godina, i na 14 stabala crnog bora (*Pinus nigra*), iz kulture podignutih u zoni zajednice *Genisto Ericetum verticillatae pinetosum halepensis* (H-ić 57) na nadmorskoj visini 400—420 m, zapadne ekspozicije, nagiba 5—15°, G. J. »Trebinjska šuma«, odjeli 178, 179, 180 — šire područje Ivanjice (P r o l i ć, 1973).

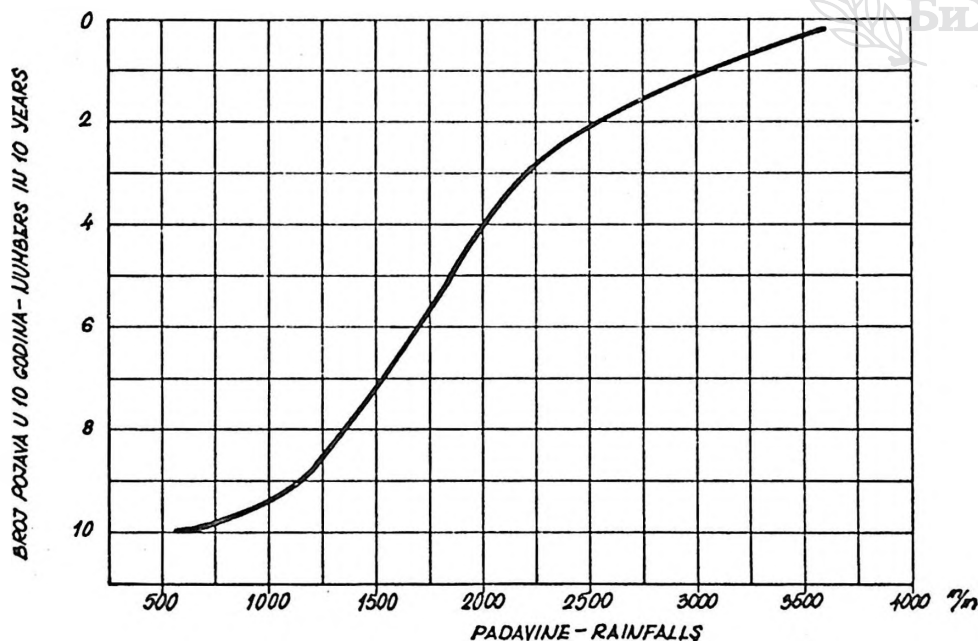
Za svaku kulturu posebno je izvršen račun jednostruke linearne korelacije debljinskog prirasta iz analize stabala (za petogodišnji period) sa odgovarajućim petogodišnjim prosjekom za padavine, i to kako za sumu godišnjih padavina, tako i za sumu padavina u periodima april—septembar, januar—mart, april—juni, juli—septembar, oktobar—decembar. Osim padavina, u račun jednostruke linearne korelacije za iste periode kao i kod padavina uzeti su i pokazatelji iz vodnog bilansa po Thornthwaiteu, i to: PET (potencijalna evapotranspiracija kao pokazatelj temperature vazduha), SET (stvarna evapotranspiracija na bazi rezerve od 50 mm) i M (manjak vode na osnovu prethodnih veličina).

Nadalje je po formuli za djelomičnu korelaciju (W e b e r, 1967) izračunat koeficijent djelomične korelacije između padavina u tromjesečnom periodu i tekućeg debljinskog prirasta kada se ne mijenjaju padavine u ostala 3 tromjesečna perioda, odnosno kada se ne mijenjaju temperatura u posmatranom periodu.

U ovom radu prikazuju se i analiziraju samo koeficijenti korelacije.

REZULTATI ISPITIVANJA

U analiziranom periodu u području Trebinja godišnje je padalo 1.889 mm padavina, a u periodu april—septembar 594 mm. Maksimalne godišnje padavine iznosile su 3.627 mm, a za period april—septembar 1.692 mm.



Sl. 1.

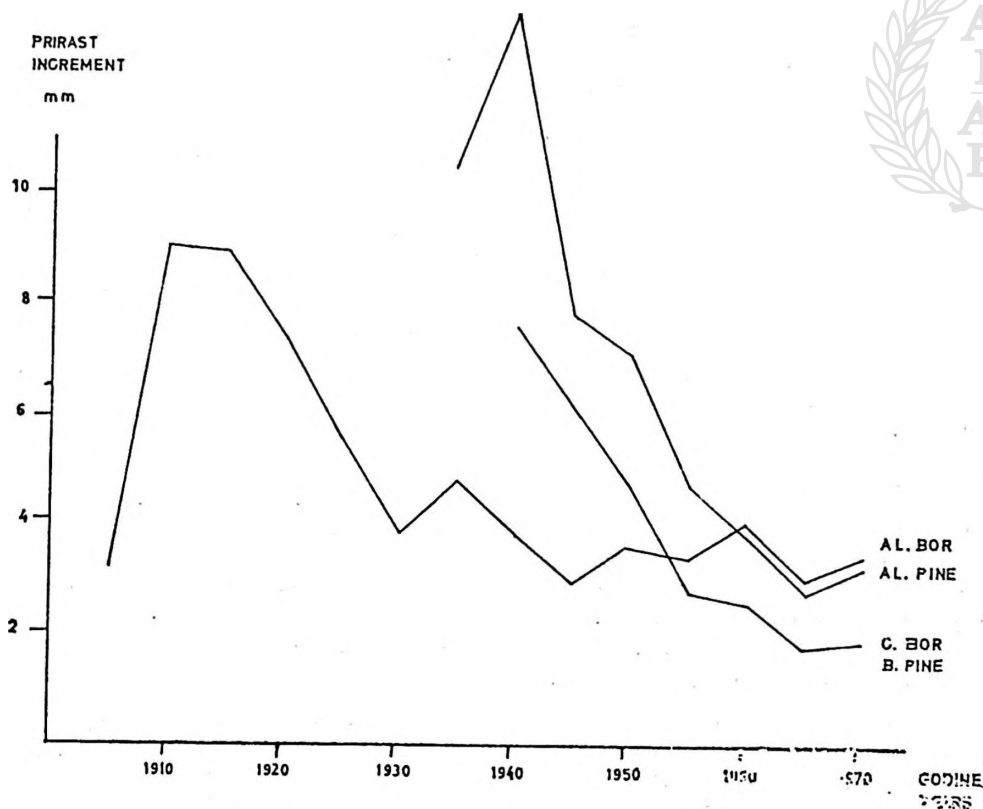
Slika 1. prikazuje učestalost javljanja sume godišnjih padavina u desetogodišnjim periodima. Na osnovu ovog grafikona vidi se da jedanput u deset godina se javljaju padavine manje od 1.200 mm i veće od 3.000 mm, što ukazuje na vrlo veliku varijabilnost ovog ekološkog faktora.

Prosječne, maksimalne i minimalne mjesečne padavine prikazuje tabela 1.

Tabela 1.

MJESEČNE PADAVINE U TREBINJU (1885—1970)
MONTH'S RAINFALLS IN REGION TREBINJE

Mjesec Month	Prosječne Average	Maksimalne Max	Minimalne Min
I	189	576	9
II	175	567	14
III	180	521	3
IV	168	724	4
V	114	504	4
VI	97	356	8
VII	50	168	0
VIII	54	218	3
IX	111	484	4
X	222	591	0
XI	273	1.010	0
XII	256	558	46



Sl. 2.

Od ukupnih padavina, na period januar—mart otpada u prosjeku 29% od godišnjih padavina, na period april—juni 20%, a na juli—septembar svega 11% i oktobar—decembar 40%. Ovi podaci se podudaraju sa podacima koje daje za šire područje područje krša J u g o (1957). Važno je napomenuti da se u prvom tromjesečju prosjek mjesečnih padavina nalazi na trećini amplitude mjesečnih padavina uz minimalne padavine. U slijedeća dva tromjesečja je pomaknut čak na četvrtinu amplitude, dok tek u periodu oktobar—decembar se nalazi na polovini amplitude padavina.

Prema intenzitetu dnevnih padavina vidi se da na padavine intenziteta većeg od 10 mm otpada oko 50% i više dana sa padavinama nego na ostale (manje) intenzitete padavina. Maksimalne dnevne padavine iznosile su 281 mm.

Tekući debljinski prirast prikazuje slika 2. Uočava se da u posljednja tri perioda oba alepska bora imaju gotovo jednak prirast, dok je prirast crnog bora znatno manji u odnosu na alepski bor.

Tabela 2.

ODNOS TEKUĆEG DEBLJINSKOG PRIRASTA ALEPSKOG I CRNOG BORA PREMA SUMI PADAVINA U POJEDINIM PERIODIMA

Mjesec (Month)	Al. bor (Al. pine)	C. bor (A. pine)
I — XII	0,72	0,59
IV — IX	0,75	0,65
I — III	0,86	0,79
IV — VI	0,53	0,31
VII — IX	0,62	0,53
X — XII	0,62	0,47

Za alepski bor starosti 70 godina dobiven je vrlo nizak koeficijent linearne korelacije negativnog predznaka (maksimalno minus 0,29), pa zato ovi podaci nisu obrađivani u varijantama računa za djelomičnu korelaciju.

Za pokazatelje vodnog bilansa su dobiveni također znatno niži koeficijenti linearne korelacije. Tako npr. za period april—septembar, kad padavine imaju $r = 0,75$ za alepski bor i $r = 0,66$ za crni bor, korelacija za PET dala je za alepski bor $r = -0,19$ i za crni bor $r = -0,01$, SET je imao nešto veći koeficijent korelacije ($x = 0,36$ za alepski bor i $r = 0,34$ za crni bor), a najveći koeficijent korelacije od elemenata vodnog bilansa imao je manjak vode ($r = -0,42$ za alepski bor i $r = -0,36$ za crni bor).

Tabela 3. prikazuje koeficijente korelacije padavina u jednom tromjesečju kada se u ostala tri tromjesečja održavaju nepromijenjene, prosječne padavine, odnosno kada se ne mijenja temperatura na prosječnom nivou u tom tromjesečju.

Tabela 3.

KOEFICIJENTI DJELOMIČNE KOLERACIJE IZMEĐU PADAVINA I
PRIRASTA

COEFFICIENT OF PARTIAL CORRELATION BETWEEN RAINFALLS AND
DIAMETER CURRENT INCREMENT

Mjesec — Month	Uz prosječne padavine With average rainsalls		Uz prosječan PET With average PET	
	Al. bor Al. pine	C. bor. A. pine	Al. bor Al. pine	C bor A. pine
I — III	0,70	0,79	0,89	0,80
IV — VI	—0,28	—0,77	0,55	0,32
VII — IX	—0,06	—0,21	0,62	0,61
X — XII	0,26	0,71	0,66	0,24

DISKUSIJA

Prikazani rezultati za padavineu području Trebinja ukazuju na vrlo nepovoljan ekološki karakter padavinskog režima u ovom području. Najveći dio padavina dolazi u zimskom periodu (69%), a vegetacioni period karakterišu pljuskovite padavine. Povećanje padavina u bilo kome tromjesečju u prosjeku prati povećavanje padavina i u ostala tri tromjesečja. Sve ovo uslovljava da vegetacija u ovome području mora imati specifičan režim vegetiranja.

Kao rezultat ovakvog režima padavina (uz ostale klimatske, edafske i stanišne faktore), obezbijedenost zemljišta vodom je povoljna u periodu oktobar—mart, a vrlo nepovoljna u ostalom dijelu godine, posebno u periodu juli—septembar. Padavine manjeg intenziteta su češće u zimskom periodu, što omogućava bolje primanje vode u zemljištu, uz manje gubitke na evaporaciju (koja je, istina, nešto povećana u vrijeme jakih vjetrova). Jake pljuskovite padavine u vegetacionom periodu prosušeno i suho zemljište često nije u mogućnosti da primi, a gubici na isparavanju su vrlo veliki zbog gotovo ogoljele površine.

Dobiveni rezultati korelacije nisu zadovoljavajući. Oni objašnjavaju, i to u jednostrukoj vezi, samo 73,96% variranja debljinskog prirasta, što je u najboljem slučaju srednje povoljan rezultat. Međutim, ako se uzme u obzir da se petogodišnjim mjernim periodima umnogome vršilo izjednačavanje rezultata, zatim vrlo malen broj parova ($n = 5$), kao i izvjesna udaljenost meteorološke stanice i ispitivanih kultura, mogu se dobiveni rezultati smatrati i vrlo povoljnim, ali se moraju uzeti sa rezervom. Shultz et al. (1970) dobili su najveći koeficijent korelacije ($r = 0,80$) između prirasta površine presjeka duglazije i sume padavina u prošlom vegetacionom periodu i tekućoj hidrološkoj godini, dok je za debljinski prirast najbolja veza sa sumom padavina u prošloj i tekućoj hidrološkoj godini imala koeficijent korelacije 0,64. Slične rezultate za smrću dobio je i Koch (1958).

Prikazani rezultati za korelacione koeficijente ukazuju da je starost od 70 godina za alepski bor velika zbog fiziološkog opadanja prirasta pri toj starosti, što je uslovalo i nelogične rezultate (negativan predznak).

Dobiveni rezultati, također, pokazuju da su padavine najbolji pokazatelj, jer sa tekućim debljinskim prirastom daju najveće koeficijente korelacije (u odnosu na ostale elemente vodnog bilansa).

Iz podataka u tabeli br. 2 vidi se da oba bora imaju najbolju korelaciju vezu sa padavinama u zimskom periodu. Ovo pokazuje da četinari ovoga područja, koji inače transpirišu preko cijele godine, za najjače svoje prirašćivanje u ovom području iskorišćavaju zimski period. Sa ovim je u vezi vrlo vjerovatno i iskustvo šumarskih praktičara sa ovoga područja, koji tvrde da je najbolji uspjeh pošumljavanja u periodu april—maj, kada četinari miruju, tj. kada relativno najmanje prirašćuju.

Analiziranjem tabele br. 3 dolazi se do zaključaka da je smanjen uticaj padavina u svim tromjesečjima ako se u ostala tri tromjesečja padavine održe na prosječnom nivou. Pa čak, vjerovatno zbog niskih vrijednosti za koeficijente linearne korelacije i malog broja parova, za period april—septembar dobiveni su i negativni koeficijenti, što je jednim dijelom nelogično. Negativan koeficijent parcijalne korelacije u ovom periodu može, međutim, da potencira zavisnost prirašćivanja od sume padavina u zimskom periodu. Ovaj rezultat (negativan predznak) govori da će tekući debljinski prirast biti manji ako su padavine u zimskom periodu prosječne, bez obzira na povećanje padavina u ljetnom periodu, jer biljke tada inače manje prirašćuju.

U slučaju da temperatura vazduha ostaje prosječna, zavisnost prirašćivanja u debljinu od povećanih padavina je veća (koeficijent parcijalne korelacije je u većini slučajeva povećan u odnosu na koeficijente linearne korelacije) u svim periodima osmatranja.

Koeficijenti korelacije za alepski bor su gotovo uvijek veći od koeficijenata korelacije za crni bor (jedino su manji za uticaj padavina kad su padavine prosječne u ostalim periodima). Ova činjenica može se vjerovatno objasniti položajem objekta ispitivanja prema arealu ispitivanih vrsta drveća. Područje Ivanjice nalazi se u arealu prirodnog rasprostranjenja alepskog bora, a na krajnjoj granici vještačkog unošenja crnog bora. Vjerovatno da vrsta na rubu svoga prostiranja mora imati određenu veličinu prirašćivanja bez velikog mijenjanja sa promjenama vanjskih faktora.

Isprekidanost padavinskog niza, kao i već gore pomenuti faktori umnogome su otežali dobivanje boljih rezultata pomoću ovih pokazatelja, koji bar djelomično odražavaju dinamičke promjene u toku godine u produktivnosti šumskih staništa.

Z A K L J U Č I

Padavine u području Trebinja su vrlo varijabilne i nepovoljno raspoređene. Zato alepski i crni bor u ovom području pokazuju najbolju korelaciju sa zimskim padavinama.

Na osnovu prikazanih rezultata ispitivanja može se zaključiti da se podaci za padavinske prilike mogu vrlo pogodno iskorišćavati za procjenu proizvodnosti staništa u hercegovačkom kršu, posebno za sastojine starosti do 40 godina.

THE RAINFALLS IN REGION TREBINJE AND ITS INFLUENCE ON THE RADIAL INCREMENT OF PINUS HALEPENSIS AND PINUS NIGRA

SUMMARY

The characteristic of rainfalls in the region of Trebinje and the correlation between rainfalls (period 1895—1970 for Trebinje station) and radial current increment in P. H. and P. n. plantation have been studied in this paper.

Average annula rainfall amounts 1889 mm. The year rainfalls frequency is presented in the fig. 1.

The months rainfalls distribution is visible from the table 1. Since Januray to October rainfall in form of showers are frequent. The daily maximum has been 281 mm.

Current increment has been presented in the fig 2.

The coefficient of lineary regression between rainfalls and increment are presented in table 2 and coefficients of partial correlation in tab. 3.

The results obtained in the 70 years old plantation of Pinus halepensis could not be considered as logical. The biological decreasing of the increment in this age is higher than the influence of rainfalls.

The highest correlation coefficient for the 40 years old plantation has been established in the time span January—March for both species in lineary, as well as in partial correlation. Remarkable increase of correlation coefficient has been established when by variation of rainfalls the temperature (expressed by PET) remains constant (on the level of average value). If one follows the variability of rainfalls in three months period, holdinghe average rainfalls for other three months periods periods constant the coefficient of partial correlation is general lower, as compared with lineary correlation.

From these considerations one can conclude that rainfalls have an influence on the diameter current increment, particularly the rainfalls falling in the period October—March. The importance of rainfalls is decreasing with the growing age of trees in bordering areas of species distribution.

LITERATURA

- Dikić S. (1957): Historijski razvoj devastacije i degradacije krša u BiH. Krš BiH, 3, Split.
- Glock W. S., Agarter (1962): Rainfall and Tree growth. Tree growth. New. York.
- Jugo B. (1957): Klimatske prilike krša. Krš 5, Split

- Koch (1958): Der Holzznwachs der Wald bäume in versehiebenen Höhculagēn Thüringeus in Abhängigkeit von Niederschlag und Temperatur. Arch. für Forstwesen 7. Heft 1.
- Prolić N. (1973): Prirast al. i cr. bora u području Trebinjske šume (manuscript).
- Schultz J. D. et al (1970): Tariale growth ring serponse of Rocky Mountain Douglas für to the droughth years oi the 1930,s. Un. Brit. Col. Fac. For. Bull. No 7. 7—14.
- Šunjić J. (1957): Poljoprivredne melioracije na kršu BiH. Krš BiH, 3, Split.
- Vlahinić M. (1966): Uticaj ljetnih padavina na prinos kukuruza u nekim područjima BiH. Poljop. pregled, XV, br. 5—6.
- Weber E. (1967): Groundriss der Biologischen Statistik. Stuttgart. Hidrometeorološki godišnji izvještaj za period 1895—1970. Padavine u Jugoslaviji. Sav. Hidrometeorološki zavod, Beograd 1957.



IVAN VUKOREP*

PROBLEMATIKA ISTRAŽIVANJA REŽIMA ELEMENATA MINERALNE ISHRANE ŠUMSKOG DRVEĆA I FERTILIZACIJE U ŠUMARSTVU

U V O D

Dosadašnji načini gazdovanja šumama u nas ne obećavaju da će se principi trajnosti gazdovanja i trajnost prihoda u potpunosti održati, posebno ne za naredne generacije. Za ostvarenje ovih načela u centar pažnje dolazi gazdovanje zemljištem kao osnovnim sredstvom proizvodnje. Čuvanje i iskorišćavanje produktivne sposobnosti zemljišta ili njegovo poboljšavanje — jedan je od centralnih zadataka šumarske pedologije.

Za održavanje produktivne sposobnosti zemljišta, koja se stalno smanjuje, bilo zbog neracionalnog iskorišćavanja ili zbog normalnog iznošenja hranjivih materija, kao i zbog djelovanja drugih vanjskih faktora (hemijsko zagađivanje, npr.), u znatnoj mjeri se danas u svijetu primjenjuju mineralna đubriva. Dosadašnja istraživanja šumskih zemljišta u nas nameću potrebu da se rasvijetle dalji putevi i pravci razvoja i primjene fertilizacije u šumarstvu.

Primjenu mineralnih đubriva u šumarstvu zagovara jedan dio šumarskih stručnjaka koji imaju u vidu uglavnom povećanje proizvodnje drvne mase zbog povećane potrošnje u svijetu i nemogućnosti da se te potrebe zadovolje iz postojećih šumskih površina (kao npr. B a u l e - F r i c k e r, 1966).

Drugi zagovaraju primjenu mineralnih đubriva u šumarstvu kao mjeru koja je nužna radi održavanja produktivne sposobnosti zemljišta sa ekološkog stanovišta (kao npr. U l r i c h, 1972). Dosadašnja istraživanja kod nas imala su uglavnom zastupnike prve grupe, koji smatraju primjenu mineralnih đubriva važnom uzgojnom ili uzgojno-meliorativnom mjerom (K o m l e n o v i ć, 1971). Na ovom mjestu se mora naglasiti da postoje određeni prelazi u stanovištima koje zastupaju pojedini naučni radnici, kako kod nas tako isto i u svijetu.

* Šumarski fakultet — Sarajevo.

K o m l e n o v i ć (1971) dao je u svome radu relativno pregledno i detaljno dosadašnji razvoj i osnovne probleme proučavanja primjene mineralnih đubriva u šumarstvu kod nas.

U ovom prilogu biće učinjen pokušaj da se ukaže na probleme koje je potrebno riješiti da se primjena mineralnih đubriva postavi na naučnu osnovu, odnosno da se s tim u vezi ukaže na osnovne pravce potrebnih istraživanja koji bi pomogli da se lakše i pravilnije primjenjuju mineralna đubriva u šumarskoj praksi.

PROBLEM OCJENE PLODNOSTI ŠUMSKIH ZEMLJIŠTA

Pri ocjeni produktivnosti šumskih zemljišta, kao i pri ocjeni potrebe dubrenja uvijek se dosada polazilo od ocjene snabdjevenosti zemljišta hranjivim elementima. Pristup ovome u šumarstvu činjen je uvijek uz pomoć, već poznatih i provjerenih metoda koje se za ove svrhe primjenjuju u poljoprivredi.

Poljoprivreda zbog svoga karakteristično kratkog procesa proizvodnje može da primjenjuje metode, koje se zasnivaju na principu »oprobaj« (U l r i c h, 1967), ali njih nismo u mogućnosti da sa istim uspjehom primijenimo u šumarskoj proizvodnji.

Za karakterizaciju snabdjevenosti zemljišta hranjivim elementima uobičajeno se primjenjuju ekstrakcioni postupci. U ovim postupcima jedan dio u zemljištu sadržanih hranjivih elemenata se odvaja pomoću nekoga ekstrakcionog sredstva. Kao ekstrakciono sredstvo mogu da se primijene voda, kiseli ili bazni rastvori. Količina hranjiva koja se na ovaj način izdvoji obično se prikazuje kao biljci pristupačna ili fiziološki aktivna.

Količina ekstrahiranoga hranjiva je ovisna o sljedećim, čisto metodskim faktorima (S c h e f f e r i U r l i c h, 1962):

- odnos zemljišta i ekstrakcionog sredstva;
- pH-vrijednosti;
- trajanje reakcije;
- koncentracija jona;
- način obrade za vrijeme reakcije (mućkanje, zagrijavanje i sl.);
- temperatura;
- reakcijski partner.

Iz ovoga jasno proizilazi da su vrijednosti dobivene na ovaj način relativno proizvoljne veličine, kako prema zemljištu tako i prema biljci.

Ovi razlozi navode druge autore na traženje veličina koje bi bolje karakterizirale stanje hranjivih elemenata, i to na drugim osnovama. R e h f e u s s (1967) odbija sasvim dosadašnje metode ispitivanja zemljišta zbog niza tehničkih poteškoća, a za ocjenu snabdjevenosti sastojina hranjivim elementima zagovara analizu lišća i iglica i daljnu razradu ovih metoda.

L a t s c h (1967) smatra da je analiza lišća i iglica daleko pogodnija za ocjenu intenziteta ishrane sastojina, kao i snabdjevenosti zemljišta elementima mineralne ishrane koji stoje na raspolaganju biljnom korijenju.

Nasuprot prethodno navedenim prilazima postoje i pokušaji razrade drugih pristupa ovoj problematici. Jedan od novijih pokušaja je ekološki prilaz, koji pretpostavlja kompleksno posmatranje zemljišta kao dijela ekosistema (S u k a č e v, 1962). I u kibernetском smislu biogeocenoza se može smatrati sistemom (F l e c h t n e r, 1967). Ovaj sistem, kao i svi ostali sistemi, može da se reguliše. Za njegovo regulisanje potrebno je imati nosioce informacije sistema. Da bi se sistem mogao definisati i regulisati, potrebno je postaviti određene modele i u praksi ih provjeriti.

U ovom pravcu se najčešće upotrebljavaju različiti matematski modeli. P o l e t a e v (1966) dao je u svom radu jedan prilog razradi elementarnih procesa u biogeocenozi u obliku matematskih modela. E m a n je (1966) pokušao kao daljnji korak da razvije matematske modele regulisanja biogeocenoze, pa i on sam naglašava da je jedan od najvažnijih zadataka primijenjene ekologije racionalno iskorišćavanje i postupanje sa prirodnim bogatstvima.

Kako će se razvijati ovi teoretski matematski modeli, to uveliko zavisi od razvoja unutar pojedinih specijalnih naučnih disciplina. Upravo naš ekosistem je vrlo složen. On je još uvijek nedovoljno definisan, a ova-kvi sistemi su samo toliko definisani koliko su njihovi dijelovi i osobine u svojoj zavisnosti opisani i objašnjeni. Biogeocenoza je samoregulatorni sistem samo u prirodnim uslovima i karakteriše je stalna dinamičnost. U uslovima gdje čovjek na nju stalno utiče, ona to više nije i njen razvoj je uplivisan našim mjerama. Kako će naše mjere mijenjati sistem, nama je to umnogome nepoznato.

Zemljište kao dio ekosistema

Zemljište predstavlja samo dio staništa, biogeocenoze ili ekosistema, gdje se stalno odvijaju povratni uticaji: zemljište — ostali dijelovi sistema — zemljište. U zemljištu, koje se i samo može smatrati sistemom, biljke nalaze milje i uslove za svoj rast, potrebne hranjive elemente, vodu i zrak. U tom smislu ono predstavlja ponovno jedan višefazni sistem novoga reda. Tu razlikujemo tri faze koje se nalaze u dinamičnoj ravnoteži: čvrsta, tečna i gasovita. Iz ovoga sistema, koji se nalazi u dinamičnoj ravnoteži, mogu se izvesti različite veličine ili nosioci informacije što ga definišu (U l r i c h, 1960):

- zaliha hranjivih elemenata u zemljištu;
- potencijal hranjivih elemenata kao mjera energetskog nivoa hranjivih elemenata u zemljištu, što se može opisati i definisati na osnovu koncentracije hranjivog jona u zemljišnom ravnotežnom rastvoru;
- kinetika hranjivih elemenata, pod čime se podrazumijeva brzina kojom joni prelaze iz čvrste faze zemljišta (označena kao zaliha) u zemljišni ravnotežni rastvor i odatle u biljku.

Sve tri ove grupe veličina stoje u međusobnoj zavisnosti i jedna drugu umnogome određuje (U l r i c h, 1966).

Prema metodici ispitivanja zemljišnog ravnotežnog rastvora (K o m a r o v a, 1953; U l r i c h, 1960), može se određivati više veličina kako iz čvrste faze zemljišta, tako isto i u zemljišnom ravnotežnom rastvoru.

U čvrstoj fazi najvažnija je zaliha. Pod zalihom hranjivih elemenata podrazumijevaju se samo joni koji se nalaze adsorbovani na površini koloida i sudjeluje u procesima razmjene sa tečnom fazom. Oni ne mogu izraziti na više načina, i to:

- kao sadržaj u $\mu\text{val/gr}$ zemljišta;
- zaliha po jedinici površina izražena u kgval/ha ;
- ekvivalentni procenat $X_M^s \cdot 100$ (bez dimenzije, a to je učešće jednog adsorbovanog katjona u sumi svih katjona).

U zemljišnom ravnotežnom rastvoru mogu se određivati sljedeće veličine:

- koncentracija jona u rastvoru izražena u $\mu\text{mol/l}$;
- aktivitet jona ($c_M \cdot f_M$) izrađen također u $\mu\text{mol/l}$, a dobije se množenjem koncentracije sa faktorom aktiviteta;
- potencijal (pM) — logaritamska vrijednost aktiviteta;
- Schofieldovi potencijali ($\text{pH}-1/z \text{ pM}$, gdje je z valentnosti jona M , ili uopšteno $1/z_1 \text{ pM}_1 - 1/z_2 \text{ pM}_2$).

Svaka od ovih veličina predstavlja jednog nosioca informacije o zemljištu.

Dosadašnja ispitivanja su samo djelomično obuhvatila ekološku interpretaciju, i to u radovima čiji su autori R i n n o (1966), V u k o r e p (1970) i M a n u š e v a et al (1972), te je nužno provoditi daljnja istraživanja u tom pravcu.

KRUŽENJE HRANJIVIH ELEMENATA U BIOGEOCENOZI

Za potpunije sagledavanje gazdovanja hranjivim elementima nužno bi bilo poznavanje daljnjih veličina, koje predstavljaju dijelove kruženja materije u prirodi na pojedinim staništima, odnosno tipovima šuma.

Istraživanja u ovom pravcu trebalo bi da obuhvate:

- inventuru bioelemenata po pojedinim stratusima biogeocenoze, i
- pokazatelje brzine kruženja pojedinih elemenata unutar sistema.

Inventura bioelemenata u ekosistemu

Pod inventurom bioelemenata podrazumijeva se poznavanje ukupne zalihe nekog određenog elementa na pojedinom staništu. Stanište, biogeocenoza ili ekosistem možemo da podijelimo u više stratusa ili spratova (U l r i c h, M a y e r, 1973; P a v l o v, 1972), i to: sloj drveća, gdje razlikujemo sadržaj bioelemenata u:

- oblovini bez kore,
- kori oblovine,
- granju sa korom,
- korijenju sa panjem,
- asimilacionom aparatu (iglice ili lišće);

sloj grmlja, gdje razlikujemo sadržaj bioelemenata u:

- granama sa korom,
- masi korijenova sistema,
- masi asimilacionog aparata,

sloj prizemne vegetacije sa mahovinama i lišajevima, gdje razlikujemo sadržaj bioelemenata u:

- masi nadzemnog dijela,
- masi korijenova sistema,
- masi asimilacionoga aparata.

Ovi slojevi ili stratusi predstavljaju nadzemni dio staništa, a dalje se cijeli sistem može da podijeli na:

humusni sloj, gdje razlikujemo sadržaj bioelemenata u:

- L — pothorizontu,
- H — pothorizontu.

Sloj mineralnog dijela zemljišta može da se dalje podijeli prema genetskim horizontima ili prema intenzitetu prožimanja žilama. Najčešće se, za ekološke svrhe, razlikuju dva podsloja, i to:

- podsloj intenzivnog prožimanja korijenom i
- podsloj ekstenzivnog prožimanja korijenom.

Razlikovanje ova dva podsloja moguće je prema sadržaju finih žilica. Tako podsloj intenzivnog prožimanja žilama smatramo dubinu do koje je broj finih žilica veći od 5 po jednom kvadratnom decimetru. Podsloj ekstenzivnog prožimanja žilama ima manje od 5 finih žilica po 1 kvadratnom decimetru. Na osnovu poznavanja ukupne biomase pojedinih stratusa i njegovih dijelova, te koncentracije, odnosno sadržaja elemenata u tom dijelu sistema moguće je izračunati zalihi hranjivih elemenata ili bioelemenata za svaki pojedini dio.

Ako se poznaju ove veličine, moguće je stvoriti uvid u raspored hranjivih elemenata i mjesto njihove akumulacije, posebno u veličinu suhe mase i hranjivih elemenata koji se iznose različitim vrstama sječa i proreda. Ovo je vidljivo iz jednog primjera. Raspored glavnih hranjivih elemenata na staništu pseudogleja i smrčevoj sastojini I boniteta, 110 god. staroj (Ulrich, 1972) izgleda ovako:

	kg/ha			
	N	P	K	Ca
nadzemni dio	1.900	170	800	1.600
sloj humusa	1.500	100	100	200
mineralni dio				
zemljišta 0—50 cm	3.000	1.200	400	1.200
Ukupno u sistemu	6.400	1.470	1.300	3.000

Iz ove tabele je vidljivo: ukoliko se iznosi jedan dio materijala iz sistema, onda je to eksport hranjivih elemenata čiju veličinu moramo poznavati radi pravilnog gazdovanja fondom hranjiva. Ako se pretpostavi u konkretnom slučaju da je obavljena čista sječa ove sastojine, onda je gubitak, odnosno eksport hranjivih elemenata jednak njegovom sadržaju u dijelu koji se iznosi iz šume. Na ovaj način eksportovane količine mogu biti vrlo značajne, i u konkretnom slučaju za kalij iznose preko 50% od ukupne njegove zalihe u sistemu, ili 1/3 ukupnog azota.

Promjene koje nastaju u humusnom horizontu primjenom jedne ovakve mjere nisu također za potcjenjivanje, jer one predstavljaju značajan izvor hranjivih elemenata.

Osim poznavanja ovih globalnih veličina za svaki tip šume, nužno je i poznavanje veličina koje se odnose na kraći vremenski period i obuhvataju tzv. unutrašnji obrt, što se može označiti kao brzina kruženja hranjivih elemenata.

Brzina kruženja hranjivih elemenata u biogeocenozi

Inventura bioelemenata u biogeocenozi daje samo globalan pregled rasporeda hranjivih elemenata u sistemu, ali na osnovu nje nije moguće dobiti bolji uvid u brzinu kretanja, a time i u potrebu pojedinih sastojina u hranjivim elementima. Zato Smoljaninov (1969), te Smoljaninov et al (1972) predlažu čitav niz grupa pokazatelja čija bi upotreba i razrada znatno doprinijela boljoj ocjeni potreba hranjivih elemenata za rast sastojina.

ZAKLJUČAK

Primjena mineralnih đubriva na prirodnim šumskim staništima morala bi se zasnivati na poznavanju rasporeda i oblika hranjivih elemenata u pojedinim tipovima šuma i na poznavanju eksporta iz sistema. Eksport hranjivih elemenata može da bude višestruk, kao npr.:

- putem raznih vrsta iskorišćavanja drvne mase i drugih šumskih proizvoda,
- pašom,
- erozijom,
- indirektnim djelovanjem čovjeka i drugih faktora na stanje stabilnosti ekosistema i na pospješivanje procesa u zemljištu koji dovode do eksporta hranjivih elemenata kao što su: zagađivanje, kontaminacija, intenzivnija mineralizacija organske materije uzrokovana raznim oblicima sječa, kao i obradom zemljišta.

Da bi se došlo do pouzdanijih i određenijih pokazatelja koji bi nam dali osnovu za primjenu mineralnih đubriva u šumarstvu, potrebno je raditi na istraživanjima sljedećih grupa problema:

- utvrđivanje inventure bioelemenata u ekosistemima u različitim tipovima šuma,
- određivanje brzine kruženja materija unutar pojedinih tipova šuma, među pojedinim dijelovima sistema, tzv. unutrašnjeg obrta,
- razrada metodike ispitivanja zemljišta za primjenu mineralnih đubriva,
- izrada matematskih modela i provođenje simulacije o kretanju pojedinih elemenata u pojedinim tipovima šuma primjenom fertilizacije,

UNTERSUCHUNGSPROBLEMATIK DES NÄHRSTOFFHAUSHALTES DER WALDÖKOSYSTEME UND DER FORSTDÜNGUNG

ZUSAMMENFASSUNG

Die bisherigen Bodenuntersuchungsmethoden, die für die Beurteilung des Nährstoffhaushaltes in der Forstwirtschaft angewandt wurden und meistens aus der Landwirtschaft stammen, haben viele Nachteile gezeigt. Besonders ist dies der Fall bei der Anwendung von Düngungsmitteln. Deswegen wird die Anwendung anderer Methoden befürwortet, wie z. B.:

Untersuchung der Gleichgewichtsbodenlösung und absorbierter Kationen und Berechnung der Grössen, die bessere Böden für diese Zwecke charakterisieren.

Zur Anwendung von Düngungsmitteln auf Wirtschaftswäldern sollte man mehr Kenntnisse besitzen von der Verteilung und Form der Nährstoffelemente in jedem Waldtyp sowie vom Export aus diesem System. Der Nährstoffelementenexport kann verschiedenartig sein, z. B.

— durch verschiedenartige Nutzung der Holzmasse und anderer Waldprodukte

— durch Abgrasen

— durch Erosion

— durch indirekte Wirkung des Menschen und anderer Faktoren auf die Stabilität des Waldökosystems, die Prozesse im Boden begünstigen, was zum Nährstoffelementenexport führen kann, (Bodenkontamination, Intensivierung der Mineralisation der organischen Materie durch verschiedenartige Kahlschläge, Bodenbearbeitung).

Um bessere und gründlichere Informationsträger für die Anwendung von Düngungsmitteln in der Forstwirtschaft zu erhalten, sollte man bei zukünftiger Forschung sich folgenden Problemgruppen widmen:

— Feststellen der Bioelementeninventur bei Ökosystemen in verschiedenen Waldtypen

— Aufstellen der Geschwindigkeit des Kreislaufs innerhalb einzelner Waldtypen, in ihren einzelnen Teilen des Systems, dem sogenannten inneren Umlauf

— Ausarbeitung von Bodenuntersuchungsmethoden für die Düngungsanwendung

Aufstellen mathematischer Modelle und Durchführen von Simulationen über die Bewegung einzelner Elemente in verschiedenen Waldtypen bei der Anwendung von Düngung.

LITERATURA

Baule H. — Fricker Cl. (1966): Die Düngung von Waldbäumen, BLV München.

- Ćirić M. (1973): Problemi proučavanja produktivnosti šumskih zemljišta. Simpozijum o šumskim zemljištima, Tjentište, septembar 1973.
- Eman T. I. (1966): O nekotoryh matematičeskikh modelah v biogeocenozah, Problemy kibernetiki 16, S. 191—202, Moskva.
- Flechtner H. J. (1967): Grundbegriffe der Kybernetik, eine Einführung, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Stuttgart.
- Komarova N. A. (1956): Vytisnerie počvenih rastvorov metodami zameščenija zidkostjami i ispolozovanie metode v pavenih issledovanijah, diss. Moskva, Trudy Počve. Instit. im. Dokucajeva Tl.
- Komlenović N. (1971): Razvoj i osnovni problemi proučavanja gnjojidbe u šumarstvu, Savjetovanje JDZPZ u Bečićima, Beograd.
- Monuševa et al. (1972): Zavisnost produktiviteta crnog bora na perioditu od nekih osobina zemljišta, IV kongres JDZPZ, Beograd.
- Leatsch W. (1967): Beziehungen zwischen Standort, Ernährungszustand und der Wachstumsleistung von Waldbeständen, Referat sa XIV IUFRO kongresa, Sekc. 21, München.
- Pavlov M. (1972): Bioelement — Inventur von Buchen und Fichtenbeständen in Solling, Ergebnisse des Solling der DFG (IBP), Mitteilung Nr. 64., Diss. Göttingen.
- Poletaev I. A. (1966): O matematičeskikh modelah elementarnih procesov. v biogeocenozi, Problemy Kibernetiki 16, S. 171—190, Moskva.
- Rehfuess E. E. (1967): Beziehungen zwieschen Standort, Ernährungszustand und Wuchsleistung von Tannenbeständen (Abies alba) Habilitation rad, München.
- Rinno G. (1966): Die Aussagekraft der Nährstoffpotentiale über Nährstoffdynamik im Boden, Albrecht — Thaer — Archiv, Band 10, Heft 10.
- Scheffer F. et al. (1962): Betrachtungen zur Pflanzenverfügbarkeit des Kaliums im Boden, Kali — Briefe 23. Folge, Kali Institut, Bern.
- Sukačev V. N. (1964): Osnovy lesnoj biogeocenologii, Nauka, Moskva.
- Smoljaninov I. I. (1969): Biologičeskij krugovorot veščestv i povišenje produktivnost lesov, Lesnaja promišljenost, Moskva.
- Smoljaninov I. I. et al. (1972): K probleme ocenki počvennogo pitanija drevesnih porod i lesnih nasazdenija, iz »Pitanie drevesnih rastenij i problema povišenija produktivnosti lesov«, Akademija nauk SSSR, Petrozavodsk.
- Ulrich B. (1961): Boden und Pflanzen, ihre Wechselbeziehungen in physikalisch-chemischer Betrachtung, Stuttgart, Enke Verlag.
- Ulrich B. (1966): Kationenaustausch-Gleichgewicht in Böden, Z. f. Pflanzenernährung, Düngung und Bodenkunde 113 — S. 141—159.
- Ulrich B. (1972): Betriebswirtschaftliche Konsequenzen von Eingriffen in den Nährstoffhaushalt vom Wald-ökosystem, Forstarchiv 41, 7, 129—132 S.
- Ulrich B. i R. Mayer (1973): Systemanalyse des Bioelement — Haushaltes von Wald — Ökosystemen, iz Ökosystemforschung redaktor Ellenberg, Springer Verlag Berlin, 1973.
- Vukorep I. (1970): Beziehungen zwischen chemischen Bodenigenschaften und dem Zuwachs von Schwarzpappeln, ein Beitrag zur ökologischen Bewertung von Bodenuntersuchungsmethoden) Göttingen Bodenkundliche B. 15, 1—100.

IVO DEKANIC*

DJELOVANJE FERTILIZACIJE RAZLIČITIM MINERALNIM GNOJIVIMA NA PROIZVODNJU DRVA U CENOZI KITNJAKA I OBIČNOG GRABA

U V O D

Komparativnim istraživanjima utjecaja različitih metoda i intenziteta proreda u mladim mješovitim sastojinama došlo se do pozitivnih rezultata primjenom »intenzivnih« proreda. Na osnovi tih rezultata željeli smo, uz primjenu intenzivnih proreda, istražiti i djelovanje gnojidbe nekim mineralnim gnojivima na povećanje kvantiteta i kvaliteta drvene materije, kao i skraćivanje ophodnje (ciklus proizvodnje). Smatrali smo da su za takva istraživanja najpogodnije sastojine u naponu proizvodnih mogućnosti. Prilikom tih istraživanja morali smo se ograničiti na određeni prostor, kao i na određenu smjenu i količinu gnojiva, te na jednu dob prirodnih mješovitih sastojina.

Izabrane sastojine nalaze se na području Šumarije Lipovljani Šumskog gospodarstva »Josip Kozarac« — Nova Gradiška, a pripadaju zajednici hrasta kitnjaka i običnog graba (*Quercus-Carpinetum croaticum* Horv.), te su na istraživanom području u svome optimumu**.

Primjenom gnojidbe i provedbom proreda u takvim prirodnim sastojinama trebalo je dobiti odgovor na pitanje: koja gnojiva i kod kojih vrsta šumskog drveća daju takav prirast koji će gospodarski opravdati fertilizaciju? U sastojinama gdje su postavljeni pokusi osnovna je proiz-

* Šumarski fakultet — Zagreb.

** Istraživanja se provode zahvaljujući punoj podršci i finansijskoj pomoći Šumarije Lipovljani Šumskog gospodarstva »Josip Kozarac« u Novoj Gradišci, a prvih godina istraživačke radove finansijski su potpomagali Jugoslovenski poljoprivredno-šumarski centar — služba šumske proizvodnje, Poslovno udruženje šumsko-privrednih organizacija SR Hrvatske i INA — Tvornica umjetnih gnojiva u Kutini, pa im se i ovom prilikom najljepše zahvaljujemo.

vodnja hrastovine. Tome su podređene metode i intenziteti prorjeđivanja (reguliranje omjera smjese u korist hrasta i što normalnijeg priliva svjetla glavnim nosiocima proizvodnje, tj. najbolje razvijenim stablima), uz povećanje takve proizvodnje primjenom fertilizacije mineralnim gnojivima.

Dvije su bitne karakteristike postavljenog pokusa: *intenzivne prorede i fertilizacija pri uzajamnom djelovanju*.

Paralelno s ovim istraživanjima A. Škorić je na istim pokusnim plohama proučavao dva člana u lancu biološkog kruženja materije, i to:

- a) svježi listinac (kvantiteta i kvaliteta), i
- b) karakteristike humusa.

KARAKTERISTIKE PODRUČJA ISTRAŽIVANJA

Navedena istraživanja se provede u predjelu »Jamaričko brdo«, koji čini zapadni ogranak planine Psunja, a nastavljaju ga uglavnom šume zajednice hrasta kitnjaka i običnog graba (*Quercus-Carpinetum croaticum* Horv.) tvoreći regularne sastojine visokoga uzgojnog oblika. Apolutna nadmorska visina kreće se od 122 do 226 m. Površina šuma spomenutog područja iznosi cca 1500 hektara (Sl. 1).

Makroreljef je izražen valovitošću terena, sa zaravnima vrlo blagih nagiba.

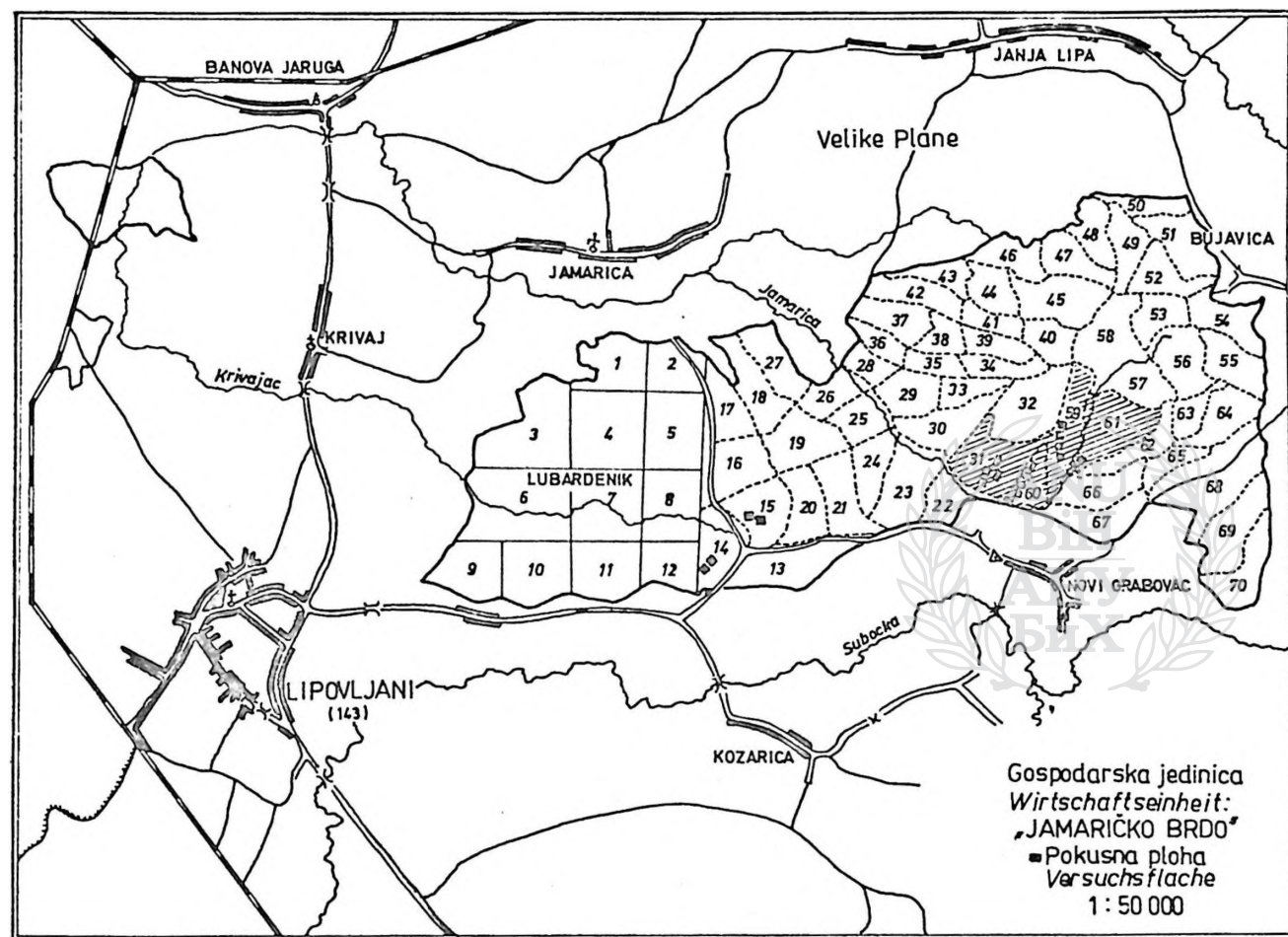
Klima je umjerenokontinentalna, a prikazana je klimadijagramom po H. Walteru prema podacima meteorološke stanice III reda u Lipovljanima (Sl. 2). Kasni mrazovi su opasni za bukvu, hrast kitnjak i lužnjak. Mokri snijeg često prouzrokuje štete savijajući i lomeći stabalca u mladim i gustim sastojinama. U vegetacijskom periodu padne preko 50% od ukupne količine oborina. U tom vremenskom razdoblju ima najviše oborina u svibnju i lipnju, što je vrlo povoljno, jer je tada vegetacija u naponu razvitka.

Srednja godišnja relativna vlaga zraka iznosi 75%, a za vrijeme vegetacijskog perioda 71%.

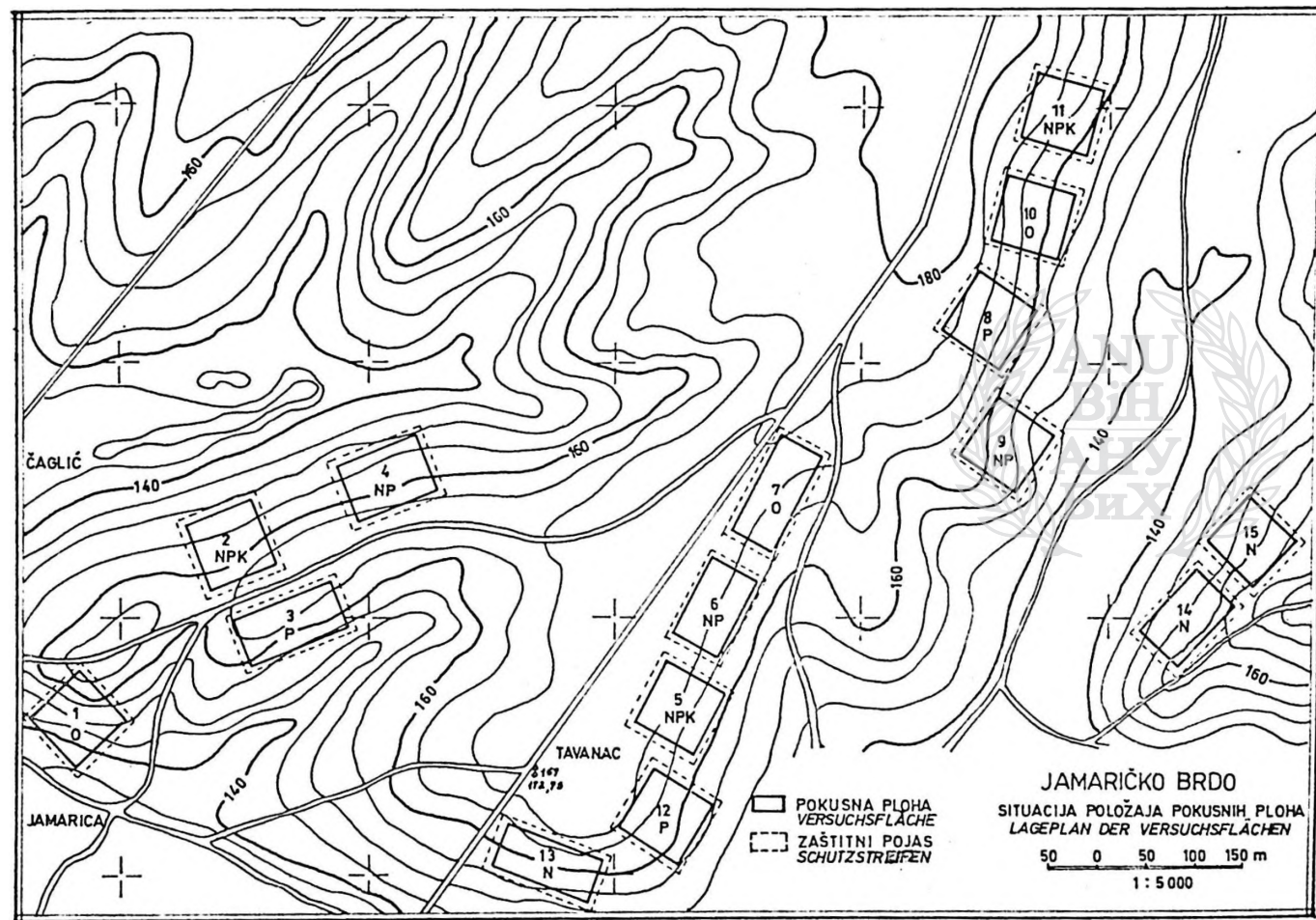
Tla istraživanog područja razvila su se na pleistocenskim ilovinama. To su obronačka pseudoglejna tla sa značajkom težega mehaničkog sloja, u gdjejojem se zadržava oborinska voda u kasnu jesen, zimi i u proljeće.

POKUSNE PLOHE

Pokusne plohe su postavljene u sastojinama gospodarske jedinice »Lubardenik—Jamaričko brdo«, odjeli 31, 59, 60 i 61, koje po svojim eko-

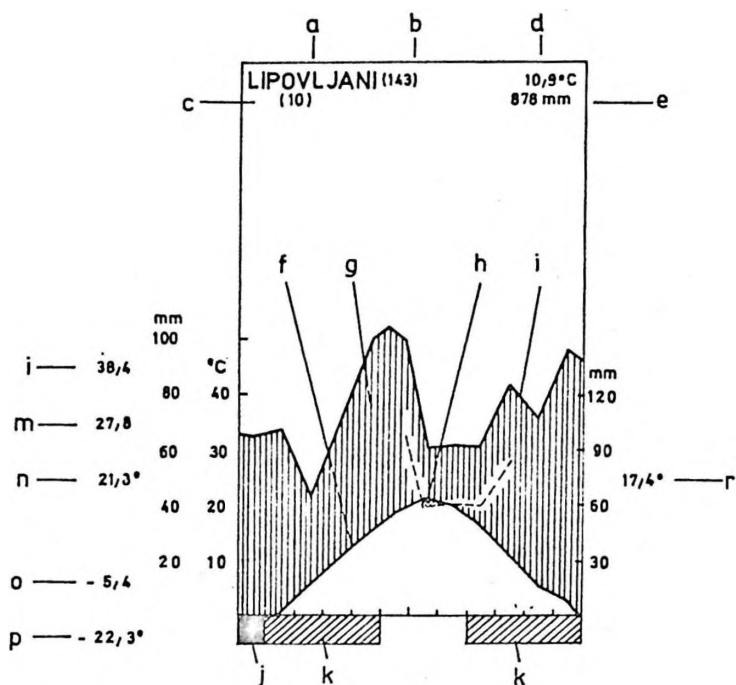


Sl. 1. — Abb. 1.



Sl. 2. — Abb. 2.

KLIMADIJAGRAM PO H. WALTERU
KLIMADIAGRAMM M SINNE VON H. WALTER



- a = METEOROLOŠKA STANICA - WETTERWARTE
b = NADMORSKA VISINA - SEEHÖHE
c = BROJ GODINA OPAŽANJA - ZAHL DER BEOBSCHTUNGSAHRE
d = PROSJEK GODIŠNJIH TEMPERATURA - MITTEL DER JÄHRICHEN TEMPERATUREN
e = PROSJEK GODIŠNJIH KOLIČINA OBORINA - MITTEL DER JÄHRICHEN NIEDERSCHLAGSMENGEN
f = PROSJEK MJESEČNIH TEMPERATURA ZRAKA - MITTLERE MONATLICHE LUFTTEMPERATUREN
g = HUMIDNI PERIOD - HUMIDE PERODE
h = RAZDOBLJE UMJERENO SUHO VREMENA - PERIODE DER TROCKENHEIT
i = PROSJEK OBORINA PO MJESECIMA - MITTLERE MONATLICHE NIEDERSCHLAGSMENGEN
j = MJESECI SA SREDNJIM MINIMUMOM TEMPERATURE ISPOD 0°C
MONATE MIT EINEM MITTLEREN MINIMUM UNTER 0°C
k = MJESECI SA APSOLUTNIM MINIMUMOM TEMPERATURE ISPOD 0°C
MONATE MIT EINEM ABSOLUTEN MINIMUM UNTER 0°C
l = APSOLUTNI MAKSIMUM TEMPERATURE - ABSOLUTES TEMPERATURMAXIMUM
m = SREDNJI MAKSIMUM TEMPERATURE NAJTOPLIJEG MJESECA
MITTLERES TEMPERATURMAXIMUM DES WÄRMSTEN MONATS
n = SREDNJE KOLEBANJE TEMPERATURE - MITTLERE TEMPERATURSCHWANKUNG
o = SREDNJI MINIMUM TEMPERATURE NAJHLADNIJEG MJESECA
MITTLERES TEMPERATURMINIMUM DES KÄLTESTEN MONATS
p = APSOLUTNI MINIMUM TEMPERATURE - ABSOLUTES TEMPERATURMINIMUM
r = PROSJEK TEMPERATURA VEGETACIJSKIH PERIODA - TEMPERATURMITTEL DER VEGETATIONSPERIODEN

Sl. 3. — Abb. 3.

loškim — a samim tim i gospodarskim — značajkama pripadaju tipu šumske zajednice *Querco-Carpinetum caricetosum pilosae* Horv., a dolaze na pseudoglejnim tlima. Te su sastojine po svojim karakteristikama približni reprezentant spomenutog područja. Nastale su prirodnom regeneracijom putem oplodnih sječa na velikim površinama, uz unošenje hrasta lužnjaka. On je unošen podsijavanjem pred dovršni sijek. Dijelom zbog loše izvedenih oplodnih sječa, dijelom zbog zakasnjele njege novopodignutih sastojina, došlo je do dominantnog udjela običnog graba, a to su uvjetovala i potpomogla i njegova biološka svojstva u odnosu na takva svojstva kitnjaka i bukve.

Teren ima apsolutnu nadmorsku visinu od 145 do 175 m, različitih je ekspozicija i približno jednakih inklinacija. Položeno je 15 pokusnih ploha, od kojih svaka ima 0,5 ha površine. Zaštitni pojas oko svake pokusne plohe iznosi 5 m, tj. 0,14 ha, tako da ukupna površina tretiranih sastojina iznosi 9,60 ha (Sl. 3).

METODA RADA

a) Terenski rad

Istraživanja se obavljaju na nizu pokusnih ploha, postavljenih po blok-metodi u 5 varijanata sa po 3 repeticije. Svaka pokusna ploha osigurana je zaštitnim pojasom širine 5 m. Prethodno su izmjereni opsezi u prsnoj visini kao i totalne visine optičkim hipsometrom svih stabala u sastojini, a klasifikacija stabala u sastojini obavljena je po biološko-gospodarskoj metodi I. Dekanića. Nakon studijske analize dobivenih rezultata provedena je »intenzivna« proreda na osnovi navedene klasifikacije. Zatim je ponovno obavljena izmjera svih stabala. Stabla proizvodnog dijela obrojčana su trajnom uljenom bojom, a na svim stablima sastojine na visini od 1,3 m stavljena je trajna oznaka uljenom bojom za permanentna mjerenja. Pokusne plohe su fiksirane betonskim humcima, a granične linije ploha i njihovih zaštitnih pojasa obilježene su prstenima pomoću trajne uljene boje. Svi ti radovi obavljeni su na pokusnim ploham 1—12 za mirovanja vegetacije 1966/67. godine, a na pokusnim ploham 13—15 u vrijeme mirovanja vegetacije 1967/68. godine.

Prvu varijantu od po tri repeticije predstavljaju komparativne (nulte) ili kontrolne pokusne plohe s brojčanim oznakama 1, 7 i 10.

Kod druge varijante s tri repeticije plohe su tretirane s NPK i obrojčane s 2, 5 i 11.

Treća varijanta s tri repeticije: plohe su tretirane s NP i obrojčane s 6 i 9.

U četvrtoj varijanti s tri repeticije plohe su tretirane s N i obrojčane s 13, 14 i 15.

Kod pete varijante s tri repeticije plohe su tretirane s P i obrojčane s 3, 8 i 12.

Fertilizacija je obavljena slijedećim gnojivima i količinama:

1. Superfosfat — 500 kg/ha (1967. god., 16—22% P_2O_5 ; 1968—1971. god., 17% P_2O_5), ili konkretno po tretiranoj pokusnoj plohi sa zaštitnim pojasom 320 kg.

2. KAN (kalcijev-amonijev-nitrat) — 200 kg/ha (1967. god., 20,5% N; 1968. i 1969. god., 27% N i 3—5% MgO; 1970. i 1971. god., 25% N i 4—6% MgO), ili po tretiranoj plohi, uključivši i zaštitni pojas, 128 kg.

3. Kalijeva sol — 100 kg/ha (za sve godine deklarirano je 38—42% (K₂O), ili po pojedinoj tretiranoj pokusnoj plohi sa zaštitnim pojasom 64 kg.

Na pokusnim plohama 13—15, koje su tretirane samo s KAN-gnojivom, razbazono je po svakoj plohi 192 kg, ili 300 kg/ha.

Svako gnojivo se posebno razbacivalo da se izbjegne nejednoliko miješanje različitih gnojiva.

Fertilizacija se obavlja svake godine u prvoj polovici ožujka, s time da je 50% KAN-a razbazono u drugoj polovici mjeseca svibnja.

b) Laboratorijski rad

Drvne mase stabala za hrast s granama do 3 cm debljine obračunate su po dvoulaznim tablicama Markić-Špiranec-Emrović: »Tablice drvnih masa za hrast lužnjak u Spačvanskom bazenu«.

Totalne drvne mase stabala za bukvu obračunate su prema dvoulaznim tablicama Grundner-Horna.

Drvne mase stabala za grab s granama do 3 cm debljine obračunate su po dvoulaznim tablicama M. Špiranec: »Tablice drvnih masa — grab obični«. Po istim tablicama obračunate su i drvne mase za ostale vrste drveća.

Analizom varijanci ispitivan je utjecaj fertilizacije na prirast temeljnice srednjeg stabla za svih pet varijanata sa po tri repeticije.

Da bi se eventualno eliminirao utjecaj nedovoljnog priliva svjetla pojedinim stablima, sa svake je pokusne plohe testirano 50 dominantnih stabala hrasta, 50 takvih stabala bukve i 50 stabala običnog graba, što čini 300 dominantnih stabala po hektaru.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Za pojedinu komparativnu (O) odnosno kontrolnu pokusnu plohu prikazani su u tab. 1 rezultati istraživanja. Struktura sastojine iskazana je po vrstama drveća, broju stabala (N), temeljnici (G) i drvnoj masi (M) prije (31_a) i poslije (31_b) prorede. U toj je tabeli iznesen rezultat intenziteta prorede (i), kao i povećanje drvne mase tijekom tretmana, te tečajni godišnji prirast po vrstama drveća i ukupno za cijelu sastojinu.

Analogni rezultati prikazani su za tretman s NPK u tab. 2.

Takvi rezultati izneseni su za tretman s NP u tab. 3.

Za tretman s N analogni rezultati navedeni su u tab. 4.

Rezultati za tretman s P prikazani su u tab. 5.

Rezultati istraživanja za sve tri repeticije po pojedinim varijantama koji su prikazani u tab. 6 pokazuju po vrstama drveća i ukupno za sastojinu proizvodnju drvne mase, te tečajni godišnji prirast. U toj tabeli iskazan je prosječan postotak intenziteta prorede za sve tri repeticije određene varijante.

Izračunata F-vrijednost za hrast lužnjak je 8,78 (tab. 7). Tablična vrijednost varijable F za stupnjeve sloboda 4, odnosno 8 i za graničnu pouzdanost od 1% iznosi $F_0 = 7,01$. Kako je izračunati F veći od tabličnoga, to postoji signifikantna razlika među tretmanima.

Za obični grab izračunata F-vrijednost je 0,46 (tab. 8), odnosno $1/F = 2,16$, što za stupnjeve slobode 8/4 nije signifikantno.

Za bukvu nismo imali tri nego samo dvije repeticije. Izračunata F-vrijednost za bukvu je 0,92, odnosno $1/F = 1,08$, što za stupnjeve slobode 4/4 nije signifikantno (tab. 9).

Izrađen je t-test između pokusnih ploha tretiranih s NPK, NP, N i P-gnojivima prema kontrolnoj (O) plohi. Načinjen je test za sva četiri navedena para (tab. 10). Obavljen je jednostrani test s greškom I vrste = 5%. U slučajima kada je F signifikantan, stupnjevi slobode su 49, a tablični $t_{5,0,05} = 1,68$. Ako nije signifikantan, stupnjevi slobode su 98, a tablični $t_{0,05} = 1,66$. Iz navedene tabele se vidi da postoji signifikantna razlika svih tretmana koji sadrže dušik u odnosu na kontrolnu (O) varijantu.

DISKUSIJA

Za dominantna stabla lužnjaka dokazana je analizom varijance signifikantna razlika između gnojidbe i prirasta temeljnice, odnosno debljinskog prirasta kao najčistijeg indikatora prirasta kvantitete i kvalitete drvne mase. U odnosu na različiti tretman gnojivima po vrstama i količini, a uz primjenu intenzivnih proreda, dokazana je signifikantnost u slučaju primjene gnojiva koja sadrže dušik.

Za obični grab i bukvu takva signifikantnost nije dokazana.

Tijekom pet godina, a u dobi sastojina od 31 do 36 godina, volumena proizvodnja za sve tri repeticije (prosjeck) bila je:

Varijanta Variante	Prosječni godišnji prirast m ³ /ha Laufend jährlicher Zuwachs	
	Hrast lužnjak Stieleiche	Sastojina Bestand
O	4,07	12,42
NPK	5,86	14,36
NP	5,18	14,48
N	6,17	13,16
P	4,56	12,68

Relativno povećanje drvene mase za sve repeticije pojedine varijante za hrast lužnjak u vremenu od pet godina iznosilo je:

Varijanat Variante	U odnosu na temeljnu (startnu) drvenu masu u % In Bezug auf die Grund- (Ausgangs-) masse in %	U odnosu na prirast O varijante u % In Bezug auf den Zu- wachs der O—Variante in %
O	48	—
NPK	66	44
NP	63	27
N	71	49
P	51	12

S obzirom da hrast lužnjak zbog vrijednosti svoga drva predstav-
lja glavnu vrstu u postavljenom cilju gospodarenja spomenutih sastojina
— sada sudjeluje u drvnoj masi sastojine s cca 40%, a do konca ophod-
nje taj bi se udio trebalo da poveća na cca 80%, — izneseni rezultati naj-
bolje opravdavaju postavljeni cilj istraživanja, a to je kvantitativno i kva-
litativno povećanje proizvodnje drvene mase, te skraćenje ophodnje uz
primjenu fertilizacije i intenzivnih proreda u prirodnim sastojinama.

Rezultati istraživanja pokazuju — iako u relativno kratkom vre-
menu za prirodne sastojine — da se prilikom primjene mineralnih gno-
jiva u kojima sudjeluje dušik povećava proizvodnja drvene mase cijele sa-
stojine, a kod hrasta lužnjaka — signifikantno.

ZAKLJUČCI

Tijekom pet godina istraživanja primjene fertilizacije mineralnim
gnojivima — uz provedbu »intenzivnih« proreda — u prirodnim sastoj-
inama tipa hrasta kitnjaka i običnog graba (*Quercus-Carpinetum carice-*
tosum pilosae Horv.) u dobi sastojine između 31 i 36 godina utvrdilo se:

1. povećanje prirasta drvene mase bilo je prilikom primjene NPK,
NP i N-gnojiva;

2. debljinski, a time i volumeni prirast drvene mase bio je signifikan-
tan kod hrasta lužnjaka;

3. prosječno povećanje godišnjeg prirasta u odnosu na kontrolne
pokusne plohe za pet godina iznosilo je prilikom primjene NPK-gnojiva
9,70 m³/ha, a kod NP-gnojiva 10,30 m³/ha, a kod N-gnojiva 3,70 m³/ha.

4. u slučaju primjene samo P-gnojiva prirast drvene mase skoro je
identičan s onim na komparativnoj varijanti.

Tabela 1.

Pokusna ploha Versuchsfläche	Tretman Behandlung	Gospodarska jedinica: »JAMARIČKO BRDO« Wirtschaftseinheit:										Površina pokusne plohe: Versuchsfläche:			0,5 ha		
		Quercus robur		Fagus silvatica		Carpinus betulus		Ostalo * Sonstiges		Ukupno Insgesamt		31 _a		i			
		N	M	N	M	N	M	N	M	N	M	N	M	%			
1	Starost: 31 _b g. — Alter: 31 _b Jahre	173	16,80	375	9,73	744	16,22	5	0,50	1297	43,25						
	Starost: 36 g. — Alter: 36 Jahre	165	26,23	373	16,79	756	30,97	5	0,78	1299	74,77						
	m ³		9,43		7,06		14,75		0,28		31,52	5852	69,32	37,6			
	m ³ /ha		18,86														
	Tečaj. g. prirast — Laufend. jühr. Zuwachs		3,78		14,12 2,82		29,50 5,90		0,56 0,11		63,04 12,61						
7	Starost: 31 _b g. — Alter: 31 _b Jahre	180	23,45	390	13,64	553	18,74	8	1,63	1131	57,46						
	Starost: 36 g. — Alter: 36 Jahre	164	34,38	391	21,04	550	30,34	9	2,43	1114	88,19						
	m ³		10,93		7,40		11,60		0,80		30,73	3994	91,36	37,1			
	m ³ /ha		21,86		14,80		23,20		1,60		61,46						
	Tečaj. god. prirast — Laufend. jühr. Zuwachs		4,37		2,96		4,64		0,32		12,29						
10	Starost: 31 _b g. — Alter: 31 _b Jahre	200	23,49	250	9,07	808	23,16	14	0,79	1272	56,51						
	Starost: 36 g. — Alter: 36 Jahre	182	33,70	245	14,86	804	37,57	13	1,32	1244	87,45						
	m ³		10,21		5,79		14,41		0,53		30,94	4001	74,59	24,2			
	m ³ /ha		20,42		11,58		28,82		1,06		61,88						
	Tečaj. g. prirast — Laufend. jühr. Zuwachs		4,08		2,32		5,76		0,21		12,37						
Ukupno Insgesamt	Starost: 31 _b g. — Alter: 31 _b Jahre	553	63,74		20,25		40,76		1,61		93,19	13847	235,27	33,2			
	Starost: 36 g. — Alter: 36 Jahre	511	94,31	1015	32,44	2105	58,12	27	2,92	3700	157,22						
	m ³		30,57	1009	52,69	2110	98,88	27	4,53	3657	250,41						
	m ³ /ha		20,37		13,50		27,17		1,08		62,12						
	Tečaj. g. prirast — Laufend. jühr. Zuwachs		4,07		2,70		5,43		0,22		12,42						

* Prunus avium, Tilia parvifolia, Sorbus torminalis, Ulmus carpinifolia, Acer campestre

31_a = starost prije proreda (31 godina) — Alter vor der Durchforstung (31 Jahre)31_b = starost poslije proreda (31 godina) — Alter nach der Durchforstung (31 Jahre)N = broj stabala — Stammzahl, M = drvna masa (m³) — Bestockungsmasse (m³)

i = intenzitet prorede — Durchforstungsintensität

Tabela 2.

Gospodarska jedinica: »JAMARIČKO BRDO« Wirtschaftseinheit:													Površina pokusne plohe: Versuchsfläche:			0,5 ha		
Pokusna ploha Versuchsfläche	Tretman Behandlung			Quercus robur		Fagus silvatica		Carpinus betulus		Ostalo * Sonstiges		Ukupno Insgesamt		31.	i			
				N	M	N	M	N	M	N	M	N	M				N	M
2	N P K	Starost: 31 _g — Alter: 31 _g Jahre		206	19,42	568	15,86	670	13,92	8	1,01	1452	50,21	4007	66,28	28,6		
		Starost: 36 g. — Alter: 36 Jahre		184	32,47	566	27,33	667	26,26	8	2,15	1425	88,21					
		m ³			13,05		11,47		12,34		1,14		38,00					
		m ³ /ha			26,10		22,94		24,68		2,28		76,00					
		Tečaj. g. prirast — Laufend. jähr. Zuwachs			5,22		4,59		4,94		0,46		15,20					
5	N P K	Starost: 31 _g — Alter: 31 _g Jahre		208	21,66	850	16,34	750	19,58	21	2,30	1829	59,88	4564	86,14	30,5		
		Starost: 36 g. — Alter: 36 Jahre		201	35,84	806	25,00	752	30,77	16	3,88	1774	95,49					
		m ³			14,18		8,66		11,19		1,58		35,61					
		m ³ /ha			28,36		17,32		22,38		3,16		71,22					
		Tečaj. g. prirast — Laufend. jähr. Zuwachs			5,67		3,46		4,48		0,63		14,24					
11	N P K	Starost: 31 _g — Alter: 31 _g Jahre		212	25,50	44	0,68	1368	23,29	10	0,22	1634	49,69	4970	78,06	36,3		
		Starost: 36 g. — Alter: 36 Jahre		195	42,23	43	1,08	1351	40,06	10	0,44	1599	83,81					
		m ³			16,73		0,40		16,77		0,22		34,12					
		m ³ /ha			33,46		0,80		33,54		0,44		68,24					
		Tečaj. g. prirast — Laufend. jähr. Zuwachs			6,69		0,16		6,71		0,09		13,65					
Ukupno Insgesamt		Starost: 31 _g — Alter: 31 _g Jahre		262	66,58	1462	32,88	2788	56,79	39	3,53	4915	159,78	13541	230,48	30,7		
		Starost: 36 g. — Alter: 36 Jahre		580	110,54	1415	53,41	2769	97,09	34	6,47	4798	267,51					
		m ³			43,96		20,53		40,30		2,94		107,73					
		m ³ /ha			29,30		13,68		26,86		1,96		71,82					
		Tečaj. god. prirast — Laufend. jähr. Zuwachs			5,86		2,74		5,37		0,39		14,36					

* Prunus avium, Tilia parvifolia, Sorbus torminalis, Acer campestre

31_g = starost prije prorede (31 godina) — Alter vor der Durchforstung (31 Jahre)31_n = starost poslije prorede (31 godina) — Alter nach der Durchforstung (31 Jahre)N = broj stabala — Stammzahl, M = drvena masa (m³) — Bestockungsmasse (m³)

i = intensitet prorede — Durchforstungsintensität

Tabela 3.

Gospodarska jedinica: »JAMARIČKO BRDO« Wirtschaftseinheit:		Površina pokusne plohe: Versuchfläche:										0,5 ha		
Pokusna ploha Versuchsfläche	Tretman Behandlung	Quercus robur		Fagus silvatica		Carpinus betulus		Ostalo * Sonstiges		Ukupno Insgesamt		31.		i
		W	N	N	M	N	M	N	M	N	M	N	M	%
4	Starost: 31. g. — Alter: 31. Jahre	201	19,19	1232	35,95	206	3,28	10	0,78	1649	59,20			
	Starost: 36 g. — Alter: 36 Jahre	192	32,19	1211	60,22	205	6,29	11	1,80	1619	100,50			
	m ³		13,00		24,27		2,01		1,02		41,30	4385	74,94	21,0
	m ³ /ha		26,00		48,54		6,02		2,04		82,60			
6	Tečaj. g. prirast — Laufend.													
	jähr. Zuwachs		5,20		9,71		1,20		0,41		16,52			
	Starost: 31. g. — Alter: 31. Jahre	148	19,78	257	7,20	1037	30,82	3	0,30	1445	58,10			
	Starost: 36 g. — Alter: 36 Jahre	140	30,65	255	10,26	991	46,33	2	0,43	1388	87,67			
9	m ³		10,87		3,06		15,51		0,13		29,57	4387	85,27	31,9
	m ³ /ha		21,74		6,12		31,02		0,26		59,14			
	Tečaj. g. prirast — Laufend.													
	jähr. Zuwachs		4,35		1,22		6,21		0,05		11,83			
9	Starost: 31. g. — Alter: 31. Jahre	237	23,18			1492	27,68	2	0,14	1732	51,00			
	Starost: 36 g. — Alter: 36 Jahre	224	38,20			1462	50,38	2	0,18	1688	88,76			
	m ³		15,02				22,70		0,04		37,76	5498	71,34	28,5
	m ³ /ha		30,04				45,40		0,08		75,52			
Ukupno Insgesamt	Tečaj. g. prirast — Laufend.													
	jähr. Zuwachs		6,01				9,08		0,01		15,10			
	Starost: 31. g. — Alter: 31. Jahre	586	62,15	1490	43,15	2735	61,78	15	1,22	4826	168,30			
	Starost: 36 g. — Alter: 36 Jahre	556	101,04	1466	70,48	2658	103,00	15	2,41	4695	276,93			
Ukupno Insgesamt	m ³		38,89		27,33		41,22		1,19		108,63	14270	231,55	27,3
	m ³ /ha		25,92		18,22		27,48		0,80		72,42			
	Tečaj. g. prirast — Laufend.													
	jähr. Zuwachs		5,18		3,64		5,50		0,16		14,48			

* Prunus avium, Tilia parvifolia, Sorbus forminalis, Ulmus carpinifolia

31. = starost prije prorede (31 godina) — Alter vor der Durchforstung (31 Jahre)

31. = starost poslije prorede (31 godina) — Alter nach der durchforstung (31 Jahre)

N = broj stabala — Stammzahl, M = drvna masa (m³) — Bestockungsmasse (m³),

i = intenzitet prorede — Durchforstungsintensität

Tabela 4.

Pokusna ploha Versuchsfläche	Tretman Behandlung	Gospodarska jedinica: »JAMARIČKO BRDO« Wirtschaftseinheit:										Površina pokusne plohe: Versuchsfläche:						0,5 ha		
		Quercus robur		Fagus silvatica		Carpinus betulus		Ostalo * Sonstiges		Ukupno Insgesamt		31.		i						
		N	M	N	M	N	M	N	M	N	M	N	M	%						
13	N	Starost: 31 _b g. — Alter: 31 _b Jahre														5767	95,10	38,5		
		Starost: 36 g. — Alter: 36 Jahre																		
		m ³																		
		m ³ /ha																		
		Tečaj. g. prirast — Laufend.																		
14	N	jähr. Zuwachs														4715	82,96	32,1		
		Starost: 31 _b g. — Alter: 31 _b Jahre																		
		Starost: 36 g. — Alter: 36 Jahre																		
		m ³																		
		m ³ /ha																		
15	N	Tečaj. g. prirast — Laufend.														4256	90,02	32,8		
		jähr. Zuwachs																		
		Starost: 31 _b g. — Alter: 31 _b Jahre																		
		Starost: 36 g. — Alter: 36 Jahre																		
		m ³																		
Ukupno Insgesamt		m ³ /ha														14738	268,08	34,6		
		Tečaj. g. prirast — Laufend.																		
		jähr. Zuwachs																		
		Starost: 31 _b g. — Alter: 31 _b Jahre																		
		Starost: 36 g. — Alter: 36 Jahre																		

* Prunus avium, Tilia parvifolia, Sorbus torminalis, Acer campestre

31_a = starost prije prorede (31 godina) — Alter vor der Durchforstung (31 Jahre)31_b = starost poslije prorede (31 godina) — Alter nach der Durchforstung (31 Jahre)N = broj stabala — Stammzahl, M = drvna masa (m³) — Bestockungsmasse (m³),

i = intenzitet prorede — Durchforstungsintensität

Tabela 5.

Gospodarska jedinica: »JAMARIČKO BRDO« Wirtschaftseinheit:		Površina pokusne plohe: Versuchsfläche:										0,5 ha		
Pokusna ploha Versuchsfläche	Tretman Behandlung	Quercus robur		Fagus silvatica		Carpinus betulus		Ostalo * Sonstiges		Ukupno Insgesamt		31 _a		i
		N	M	N	M	N	M	N	M	N	M	N	M	%
3		Starost: 31 _b g. — Alter: 31 _b Jahre												
		Starost: 36 g. — Alter: 36 Jahre												
		m ³												
		m ³ /ha												
		Tečaj. g. prirast — Laufend.												
8	P	jähr. Zuwachs												
		Starost: 31 _b g. — Alter: 31 _b Jahre												
		Starost: 36 g. — Alter: 36 Jahre												
		m ³												
		m ³ /ha												
12		Tečaj. g. prirast — Laufend.												
		jähr. Zuwachs												
		Starost: 31 _b g. — Alter: 31 _b Jahre												
		Starost: 36 g. — Alter: 36 Jahre												
		m ³												
Ukupno Insgesamt		m ³ /ha												
		Tečaj. g. prirast — Laufend.												
		jähr. Zuwachs												
		Starost: 31 _b g. — Alter: 31 _b Jahre												
		Starost: 36 g. — Alter: 36 Jahre												

* Prunus avium, Sorbus torminalis, Ulmus carpinifolia, Tiliaparfifolia

31_a = starost prije prorde (31 godina) — Alter vor der Durchforstung (31 Jahre)31_b = starost poslije prorde (31 godina) — Alter nach der Durchforstung (31 Jahre)N = broj stabala — Stammzahl, M = drvna masa (m³) — Bestockungsmasse (m³),

i = intenzitet prorde — Durchforstungsintensität

Tabela 6.

Gospodarska jedinica: »JAMARIČKO BRDO« Wirtschaftseinheit:		Površina pojedine pokusne plohe: Flächengrosse der einzelnen Versuchsfläche:										0,5 ha		
Pokusna ploha Versuchsfläche	Tretman Behandlung	Quercus robur		Fagus silvatica		Carpinus betulus		Ostalo * Sonstiges		Ukupno Insgesamt		31,		i
		N	M	N	M	N	M	N	M	N	M	N	M	%
1, 7, 10	0	Starost: 31½ g. — Alter: 31½ Jahre	553	63,74	1015	32,44	2105	58,12	27	2,92	3700	157,22		
		Starost: 36 g. — Alter: 36 Jahre	511	94,31	1009	52,69	2110	98,88	27	4,53	3657	250,41		
		m³		30,57		20,25		40,76		1,61		93,19	13847	235,27
		m³/ha		20,37		13,50		27,17		1,08		62,12		33,2
		Tečaj. g. prirast — Laufend. jähr. Zuwachs		4,07		2,70		5,43		0,22		12,42		
2, 5, 11	NPK	Starost: 31½ g. — Alter: 31½ Jahre	626	66,58	1462	32,88	2788	56,79	39	3,53	4915	159,78		
		Starost: 36 g. — Alter: 36 Jahre	580	110,54	1415	53,41	2769	97,09	34	6,47	4793	267,51		
		m³		43,96		20,53		40,30		2,94		107,73	13541	230,48
		m³/ha		29,30		13,68		26,86		1,96		71,82		30,7
		Tečaj. g. prirast — Laufend. jähr. Zuwachs		5,86		2,74		5,37		0,39		14,36		
4, 6, 9	NP	Starost: 31½ g. — Alter: 31½ Jahre	586	62,15	1490	43,15	2735	61,78	15	1,22	4826	163,30		
		Starost: 36 g. — Alter: 36 Jahre	556	101,04	1466	70,48	2658	103,00	15	2,41	4695	276,93		
		m³		38,89		27,33		41,22		1,19		108,63	14270	231,55
		m³/ha		25,92		18,22		27,48		0,80		72,42		27,3
		Tečaj. g. prirast — Laufend. jähr. Zuwachs		5,18		3,64		5,50		0,16		14,48		
13, 14, 15	N	Starost: 32½ g. — Alter: 32½ Jahre	595	65,51	1027	20,29	3569	82,31	60	7,19	5260	175,30		
		Starost: 37 g. — Alter: 37 Jahre	589	111,83	993	28,33	3384	121,08	69	12,80	5035	274,04		
		m³		45,32		8,04		38,77		5,61		98,74	14738	268,08
		m³/ha		30,85		5,35		25,84		3,75		65,82		34,5
		Tečaj. g. prirast — Laufend. jähr. Zuwachs		6,17		1,07		5,17		0,75		13,16		
Insgesamt Ukupno	P	Starost: 31½ g. — Alter: 31½ Jahre	695	66,83	1046	29,80	3371	61,27	83	10,40	5195	168,30		
		Starost: 36 g. — Alter: 36 Jahre	670	100,99	1044	48,99	3312	96,38	82	17,03	5108	263,39		
		m³		34,15		19,19		35,11		6,63		95,09	14506	246,60
		m³/ha		22,78		12,80		23,40		4,42		63,40		31,8
		Tečaj. g. prirast — Laufend. jähr. Zuwachs		4,56		2,56		4,68		0,88		12,68		

* Prunus avium, Tilia parvifolia, Sorbus torminalis, Ulmus carpinifolia, Acer campestre

Tabela 7.

ANALIZA VARIJANCE — VARIANZANALYSE

Gospodarska jedinica: »JAMARIČKO BRDO«
Wirtschaftseinheit:

Quercus robur L.				
Tretman Behandlung	Repeticije-Wiederholungen			Sredina Mittel
	1	2	3	
O	114	132	125	123,5
NPK	143	146	147	145,0
NP	142	141	135	139,0
N	139	134	152	141,8
P	114	101	124	112,7
Sredina — Mittel	130,2	130,8	136,3	
Srednje kvadratno odstupanje za:				
Mittlere quadratische Abweichung für:				
tretmane — Behandlungen	567,74			
repeticije — Wiederholungen	55,82			
rezidium — Residuum	64,69			F = 8,78

Tabela 8.

Gospodarska jedinica: »JAMARIČKO BRDO«
Wirtschaftseinheit:

ANALIZA VARIJANCE — VARIANZANALYSE

Carpinus betulus L.

Tretman Behandlung	Repeticije-Wiederholungen			Sredina Mittel
	1	2	3	
O	62	78	76	72,0
NPK	87	71	60	72,8
NP	44	80	71	64,9
N	61	58	73	63,7
P	56	49	76	60,3
Sredina — Mittel	61,9	67,3	71,0	
Srednje kvadratno odstupanje za:				
Mittlere quadratische Abweichung für:				
tretmane — Behandlungen	88,92			
repeticije — Wiederholungen	106,48			
rezidium — Residuum	192,52			F = 0,46

Tabela 9.

Gospodarska jedinica: »JAMORIČKO BRDO«
Wirtschaftseinheit:

ANALIZA VARIJANCE — VARIANZANALYSE

Fagus silvatica L.			
Tretman Behandlung	Repeticije-Wiederholungen		Sredina Mittel
	1	2	
O	58	91	74,6
NPK	105	83	93,9
NP	125	34	79,8
N	34	30	32,1
P	74	59	66,2
Sredina — Mittel	79,0	59,6	
Srednje kvadratno odstupanje za: Mittlere quadratische Abweichung für:			
tretmane — Behandlungen		1069,86	
repeticije — Wiederholungen		945,26	
rezidium — Residium		1022,31	F = 0,92

Tabela 10.

Gospodarska jedinica: »JAMARIČKO BRDO«
Wirtschaftseinheit:

Tretmani Behandlungen	F-test	Stupnjevi slobode Freiheitsgrade	t-test	Stupnjevi slobode Freiheitsgrade	t _{0,05}
O — NPK	22.494 ⁺⁺	49/49	3.897 ⁺⁺	49	1,68
O — NP	6.566 ⁺⁺	49/49	2.681 ⁺⁺	49	1,68
O — N	1.144	49/49	2.478	98	1,66
O —	0.657	49/49	1.251	98	1,66

DEKANIĆ I.

**DIE WIRKUNG DER DÜNGUNG MIT VERSCHIEDENEN
MINERALDÜNGUNG AUF DIE ROHHOLZERZEUGUNG IN DER
ZÜNOSE DER TRAUBENEICHE UND HEINBUCHE**

ZUSAMMENFASSUNG

In den natürlichen Beständen von Traubeneiche und Hainbuche (*Quercus-Carpinetum croaticum* Horv.) im Alter über 30 Jahren, wurde die Wirkung der Düngung mit NPK-Düngern unter Anwendung intensiver Durchforstungen im Laufe von fünf Jahren untersucht. Bei der Verdünnung wurde in diese Bestände die Stileiche eingetragen.

Das Klima des Untersuchungsgebietes ist kontinental und wird durch das Klimadiagramm nach H. Walter veranschaulicht (Abb. 3).

Die Böden des untersuchten Gebietes entwickelten sich auf Pleistozän-Lehmen. Es sind hügelige Pseudogleyböden mit der Charakteristik eines schwereren mechanischen Horizonts, worin das Niederschlagswasser in Spätherbst, Winter und Frühjahr sich aufhält. Die Untersuchungen angelegt auf 15 Versuchsflächen (je 0,5 ha Flächengröße) in einer Reihe nach dem Blockverfahren in 5 Varianten mit je drei Wiederholungen. Vor der Durchforstung wurde die Klassifizierung der Stämme in den Beständen nach der biologisch-wirtschaftlichen Methode von I. Dekanić durchgeführt. Auf Grund dieser Klassifikation wurde die Durchforstung mit 27—35% Intensität durchgeführt, um bei allen Varianten ein annähernd gleiches Verhältnis der Mischung und der Bestockungsmasse je Flächeneinheit zu erlangen.

Die Düngung wurde mit den folgenden Düngemitteln und Mengen durchgeführt:

1. Superphosphat — 500 kg/ha (Versuchsflächen 2, 3, 4, 5, 6, 8, 8, 9, 11 und 12).

2. KAN (Kalzium-Ammonium-Nitrat) — 200 kg/ha (Versuchsflächen 2, 4, 5, 6, 9 und 11), und 300 kg/ha auf den Flächen 13, 14 und 15.

3. Kaliumsalz — 100/ha (Versuchsflächen 2, 5 und 11).

Die erste Variante von drei Wiederholungen stellt die Vergleichs- oder Kontroll (O)-Flächen mit den Bezeichnungen 1, 7 und 10 dar.

Die zweite Variante von drei Wiederholungen mit NPK behandelt, wird durch die Versuchsflächen 2, 5 und 11 dargestellt.

Die dritte Variante von drei Wiederholungen mit NP behandelt, wird durch die Versuchsflächen 4, 6 und 9 dargestellt.

Die vierte Variante von drei Wiederholungen mit N behandelt, wird durch die Versuchsflächen 13, 14 und 15 dargestellt.

Die fünfte Variante von drei Wiederholungen mit P behandelt, wird durch die Versuchsflächen 3, 8 und 12 dargestellt.

Die Forschungsergebnisse sind in Tab. 1—6 wiedergegeben.

Durch die Varianzanalyse für die herrschenden Stämme der Stieleiche wurde der signifikante Einfluss der Düngung auf den Grundflächenzuwachs, bzw. den Durchmesserzuwachs — als den reinsten Indikator des Massens — und Wertzuwachses — bewiesen. In Bezug auf die verschiedenartige Behandlung mit Düngern nach Art und Menge wurde die Signifikanz bei der Anwendung der Dünger, welche den Stickstoff enthalten, bewiesen.

Für die Hainbuche und Buche konnte man eine solche Signifikanz nicht beweisen.

Im Laufe von fünf Jahren, d. h. im Alter des Bestandes zwischen 31 und 36 Jahren belief sich die Volumenproduktion, wie folgt:

Variante	Durchschnittlich jährlicher Zuwachs		Relative Vergrößerung der Holzmasse in Bezug auf Grund- (Ausganges-) Zuwachs masse O-Variante	
	Bestand	Stieleiche		
		m ³ /ha		%
O	12,42	4,07	48	—
NPK	14,36	5,86	66	44
NP	14,48	5,18	63	27
N	13,16	6,17	71	49
P	12,69	4,56	51	12

Die Vergrößerung des Volumenzuwachses trat unter der Anwendung von NPK-, NP- und N-Düngern auf. Der Durchmesserzuwachs, und dadurch auch der Massenzuwachs, wurde nur bei der Stieleiche signifikant.

LITERATURA

- Bernier B.: Fertilité des sols forestiers et rentabilité de la fertilisation en forêt naturelle. Québec, Canada 1966.
- Dekanić I.: Intenziviranje proizvodnje prorjedivanjem mješovitih sastojina prigrorskih šuma. Jug. polj. centar, Beograd 1967.
- Dekanić I.: Intenziviranje proizvodnje drva u cenozi hrasta kitnjaka i običnog graba (*Quercus-Carpinetum croaticum* Horv.) primjenom intenzivnih proreda i fertilizacije različitim mineralnim gnojivima. Šum. list, 7—8, 1971.
- Snedecor W. G. and Cochran G. W.: Statistical methods. Iowa 1967.
- Škorić A.: Listinac i humus pri različitim uzgojnim mjerama u šumama kitnjaka i običnog graba na pseudogleju. (Manuskript), Zagreb 1973.
- Zimmermann G.: Forstwissenschaft — ein nur an den Zweigenden günnender Baum. Holz-Zentralblatt, 131/132, 1966.

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	
Kontušia	3				Smede submedi- teransko tlo Kalkokambisol	
Vidorno	4		vapnenci Limestones		Crvenica Terra rossa	Za centralno smje- štenu meteorološku stanicu Pazin (raz. 1948—1960) vrijede ovi podaci srednje vrijednosti tempera- ture zraka: proljeće (10,3), ljeto (19,7), je- sen (11,7), zima (3,8), godišnja 11,4°C.
Gradinje (I)	5			Carpinetum orientalis phillyretosum	Crvenica rendzi- nizirana — Rend- zina terra rossa	Prosječne oborine: proljeće (204), ljeto (233), jesen (341), zi- ma (285), godišnja 1063 mm.
Vetva	6			Carpinetum orientalis lusuletosum	Kiselostmede tlo na reliktnoj crvenici Acide brown soil on relict terra rossa	
Cerje	7	Carpinetum orientalis croaticum H-č				
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					
Baileti	14					
Berce	15		vapnenci Limestones	Seslerio- Ostryetum quercetosum	Smede submedi- teransko tlo Kalkokambisol	
Prcia	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 bioelemenat.

1. Intenzitet nakupljanja fosfora. — Taj je bioelemenat 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		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	Species Quercus rubescens Wild medunac	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		Smede tlo na reliktnom pseudogleju na flišu	0,50	0,03	0,11	1,10	0,22
Berce	Species Ostrya carpinifolia Scop — crni grab	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 raspoložemo.

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 ACCUMULATON 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 biogeocenoza. 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 Viševice 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 hvojnij 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.



BUDIMIR POPOVIĆ*

**INFLUENCE OF LIME AND PHOSPHORUS FERTILIZERS
UPON ACCUMULATION OF MINERAL NITROGEN IN
INCUBATION EXPERIMENT OF FOREST SOIL****

INTRODUCTION

Nitrogen in its available form for plants (NH_4 and $\text{NO}_3 - \text{N}$) is of central importance for forest trees. The increasing use of fertilizers in forestry presents, along with other problems, the problem of influence of fertilizers upon the mineralization of the native soil nitrogen. Since accumulation of mineral nitrogen in soil is a result of two processes — mineralization and immobilization — primarily only the net changes are registered.

The soil pH is considered to be a highly important factor in nitrogen mineralization (Harmsen van Schreven, 1955, Zöttl, 1960. and others). The optimum level of pH for nitrogen mineralization is in general on the alkaline side of the neutral point i. e. slightly above 7.0 pH (Nõmmik, 1968).

Application of lime is the most widely spread means for reduction of soil acidity. But, the results obtained in experiments with lime vary considerably concerning the total mineralization of nitrogen. While some authors mention positive effects with raw humus (Zöttl, 1960) or in the B horizon (Tamm & Petterson, 1969), others speak of slight depressive effects (Kaila & Soini, 1957, Kivikäs & Kivinen, 1959, Viro, 1963, Zöttl, 1963, Nõmmik, 1968). The positive effect of lime upon the total mineralization of nitrogen in humus does not usually last very long, 7—8 weeks (Zöttl, 1960), and after that initial phase, there occurs a period of depression in nitrogen mineralization.

* The Royal College of Forestry, Stockholm Sweden.

** Acknowledgement

Contribution from Department of forest ecology, RCF, Stockholm. This investigation was supported by grant from the Forest Research Foundation (grant No, S 58, S 104 and S 148, P 47). The authors gratefully acknowledge skilful assistance by Mr Ove Emteryd and Mr Lars Nykvist and Miss Annette Pihlgren.

Contrary to that, addition of lime is of decisive significance in initiating and intensifying of nitrification in forest soils, (H e s s e l m a n. 1937) in his early experiments found nitrification in raw humus after addition of lime, with and without inoculation with nitrificants. Several authors have found nitrification on samples of raw humus and peat which were treated with CaCO_3 (Kivekäs & Kivinen, 1959, Z o t t l, 1960, 1963).

Phosphorus has seldom been investigated in connection with nitrogen mineralization, but some results point out a depressive effect (Z o t t l, 1963). According to V i r o (1963) phosphorus reduced nitrification considerably.

This paper contains short and long-term incubation experiments of humus and mineral soil treated with CaCO_3 and KH_2PO_4 . Furthermore, experiments with incubation of humus and mineral soil from plots belonging to fertilizer experiments in field are described.

MATERIAL AND METHODS

For the incubation the soil material was used from both the humus and the layer directly below humus, 5 cm in depth. They originated from plots treated with CaNPK in Southern Sweden (Frodeparken) in a Norway spruce stand with a considerably high increment (age 65 years, annual increment 13—17 m^3/ha) and one experiments limed with 10³ kg CaCO_3/ha 120 km north of Stockholm, in a Norway spruce stand with medium growth (age 90 years, mean annual increment of 6.5 m^3/ha). The soil of the surface layer can be described as forest brown soil with a thin layer of semi-raw humus (moder) on plots without lime (on limed plots moder almost completely turned into mull) and iron — humus podzol with a fairly thick layer of raw humus.

The data on soil properties given in Table 1 show that the soil is highly acidic (unfertilized plots). The difference in the contents of the total nitrogen in the soil organic matter, i. e. C/N ratio is clearly expressed. Concerning the contents of P, K and Ca the differences vary, so that brown soil (Frodeparken) is much better supplied with P, but it is, contrary to that, poorer in K, and much poorer in Ca, in comparison with podzol.

Table 2. gives data on the properties of the soil from fertilized and unfertilized plots for 12 years after the treatment at the Frodeparken experiment and for two years after the treatment at the Lundbyskogen experiment. The changes caused by addition of CaCO_3 are clearly evident.

For the incubation experiment, the samples were taken by auger of diameter 7 cm, the total of 15—18 single samples per plot. After sifting in its natural humid form 40 gr of soil was taken for incubation, put it into an E-flask with a special plastic protection, and the moisture content was adjusted to 60% WHC (T a m m & P e t e r s o n, 1969. P o p o v i ć, 1971). The incubation period was 6—9 weeks with the short term experiment, and up to 2 years with the long term experiment. Constant temperature was kept at 20 °C, and air humidity in the chamber at 70—80 per cent. In the incubation experiment treated previously with CaCO_3 i. e.

Tabela 1.

DATA FOR SOME CHEMICAL PROPERTIES OF THE HUMUS AND MINERAL SOIL SAMPLES FROM CONTROL PLOTS APPLIED IN THE INCUBATION EXPERIMENT WITH LIME AND PHOSPHORUS FERTILIZERS SUPPLY IN THE LABORATORY

HEMIJSKA SVOJSTVA UZORAKA HUMUSA I MINERALNOG TLA SA KONTROLNIH PARCELA UPOTRIJEBLJENIH ZA INKUBACIONI EKSPERIMENT SA DODAVANJEM FOSFORNOG I KREČNOG ĐUBRIVA U LABORATORIJI

Locality Lokalitet Layer Sloj	pH	Loss on ignition gubitak žarenja % d. w.	Kjeldahl C/N N % d. w.	C/N	P AL—	mg 100 g		K mg/100 g			Ca mg/100 g		
						HCl—	Tot	AL—	HCL—	Tot	AL—	HCl—	Tot
Lundbyskogen													
"													
Frødeparken													
"													
A ₀ -hor	3,6	78,5	1,46	31	6	26	64	36	39	62	148	390	43
A ₁ etc 0—5 cm	3,7	10,0	0,18	32	1	9	18	5	19	65	25	73	115
A ₀ -hor	4,0	47,8	0,99	28	6	31	87	23	40	58	57	—	—
A ₁ etc 0—5 cm	4,3	8,6	0,23	22	4	29	58	5	20	47	9	—	—

Tabela 2

DATA ON SOME CHEMICAL PROPERTIES OF HUMUS AND MINERAL SOIL FROM FERTILIZERS TRIALS, APPLIED IN THE INCUBATION EXPERIMENT

HEMIJSKA SVOJSTVA UZORAKA HUMUSA I MINERALNOG TLA SA OGLEDNIH ĐUBRENIH PARCELA UPOTRIJEBLJENIH ZA INKUBACIONI EKSPERIMENT

Locality	Treat- ment	pH	Loss on ignition gubitak žarenja ‰ d. w.	Kjeldahl — N		P mg/100 g			K mg/100 g			Ca mg/100 g		
Lokalitet	Tretman			‰ d. w.	‰ o. m.	AL—	HCl—	Tot	AL—	HCl—	Tot	AL—	HCl—	Tot
A ₀ —sloj, layer														
Frodeparken	O	3,9	49,0	1,16	2,37	24	6	31	67	23	40	58	57	—
	PK	3,8	33,3	0,76	2,28	25	8	38	96	21	36	63	66	—
"	NPK	4,0	33,4	0,94	2,81	21	7	36	101	18	42	60	85	—
"	N	4,0	30,1	0,86	2,86	20	5	31	108	20	36	78	63	—
"	CaN	6,3	15,3	0,40	2,61	22	5	35	69	5	22	45	501	—
"	Ca	5,7	12,3	0,34	2,76	21	3	34	62	5	23	47	486	—
Lundbyskogen	O	3,8	82,6	1,56	1,89	31	7	26	—	44	40	—	198	660
"	Ca	4,5	69,3	1,30	1,88	31	6	21	—	39	43	—	382	1005
A, etc 0—5 cm, sloj — layer														
Frodeparken	O	4,3	9,2	0,24	2,61	22	4	29	58	5	22	47	9	—
"	PK	4,0	9,2	0,25	2,72	21	8	40	82	4	22	47	12	—
"	NPK	4,0	9,4	0,25	2,66	22	8	42	74	5	26	43	18	—
"	N	4,2	9,5	0,25	2,63	22	2	25	52	4	20	41	13	—
"	CaN	6,3	9,6	0,23	2,40	24	3	32	65	2	20	43	243	—
"	Ca	5,7	8,5	0,23	2,71	21	2	31	60	2	18	43	240	—
Lundbyskogen	O	3,9	13,3	0,31	2,33	25	2	4	—	5	25	—	48	160
"	Ca	4,0	10,2	0,20	1,96	30	1	9	—	5	35	—	53	100

Tabela 3.

INORGANIC NITROGEN IN THE SOIL SAMPLES AFTER INCUBATION WITH ADDITION OF LIME AND
PHOSPHORUS AT START. VALUES PPM/D. W.

NEORGANSKI AZOT U UZORCIMA TLA NAKON INKUBACIJE SA DODAVANJEM KREČA I FOSFORA PRI STARTU.
VRIJEDNOSTI U PPM/S. M.

Treatment Tretman	Lundbyskogen Start	6	9 weeks — nedelja	Frodeparken Start	6	9 weeks — nedelja
A ₀ — horizont						
Control	15 (1)	50 (2)	109 (1)	46 (3)	125 (3)	225 (2)
Phosphor.		97 (2)	174 (1)		153 (3)	234 (3)
Lime + phosphor.		136 (2)	171 (2)		665 (468)	457 (444)
Lime		157 (3)	172 (2)		575 (390)	441 (419)
A ₁ etc, 0—5 cm						
Control	6 (1)	12 (1)	20 (1)	12 (2)	63 (2)	48 (1)
Phosphor.		17 (1)	21 (1)		60 (2)	55 (2)
Lime + phosphor.		81 (1)	79 (1)		132 (8)	87 (10)
Lime		77 (1)	82 (2)		139 (8)	108 (24)

() = nitrate nitrogen — nitratni azot

KH_2PO_4 , the quantities were 300 ppm P i. e. 200 ppm P (for mineral soil), while CaCO_3 was added in quantity necessary for pH 6.5.

Extract of 4% solution of $\text{KA1}(\text{SO}_4)_2$ was prepared for the analysis of organic nitrogen, by shaking it for 1/2 hour. Before shaking the reaction of the suspension was built to ca 6.0 — 6.5. Ammonium nitrogen was distilled in a micro-nitrogen apparatus with addition of sodium-borate pH 8.8). Colouring of the distillate was done with Nessler reagent, and $\text{NH}_4 - \text{N}$ was determined in the photocolometric way with a Beckman photometer Model B. Nitrate nitrogen was determined with phenol — disulphonic acid, photocolorimetrically.

Total nitrogen was determined after Kjeldahl with addition of salicylic acid in order to include $\text{NO}_3 - \text{N}$, reaction pH electrometrically in water. Phosphorus, potassium and calcium were determined in AL — and HCl extract, as well as the total boiling in a mixture of nitric and perchloric acid.

RESULTS AND DISCUSSION

Changes in accumulation of inorganic nitrogen after the soil incubation which lasted for 6 — 9 weeks and after the treatment with phosphorus and lime are given in Table 3. Basic difference in reaction of the two investigated soils is clear on samples treated with CaCO_3 . While the podzol (Lundbyskogen) showed certain increase of mineralization in the form

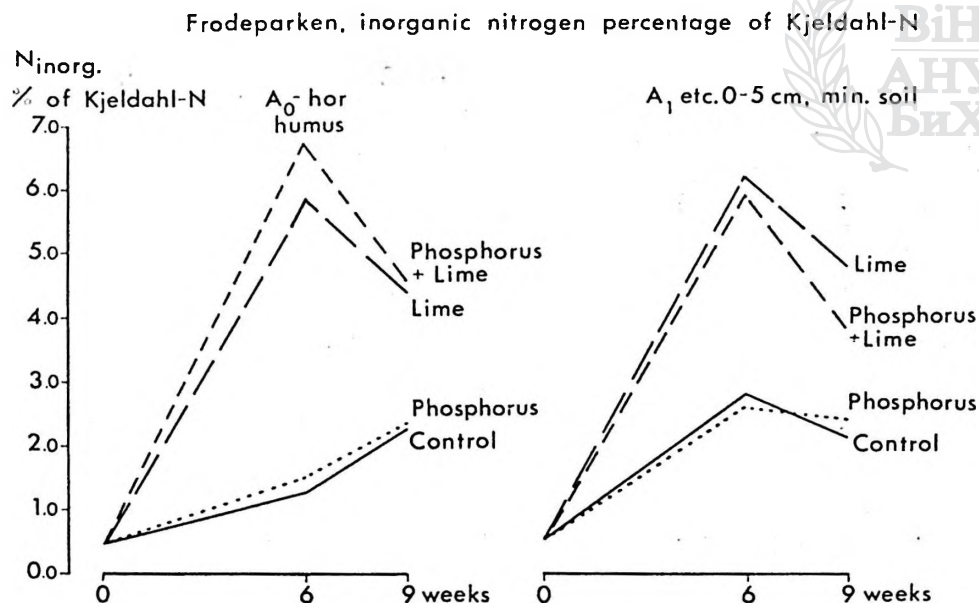


Fig. 1.

Inorganic nitrogen as % of Kjeldahl-nitrogen after incubation of soil samples with pretreatment by phosphorus and lime. Frodeparken 1969.

Neorganski azot u procentu od ukupnog azota (Kjeldahl) nakon inkubacije tla, sa prethodnim tretmanom fosforom i krečom. Frodeparken 1969.

of greater contents of ammonium nitrogen, the brown soil showed a very intensive reaction characterized by very high nitrification in the humus layer (A_0 — horizon).

Frodeparken, grey-brown soil
inorganic nitrogen
quantity in kg/ha

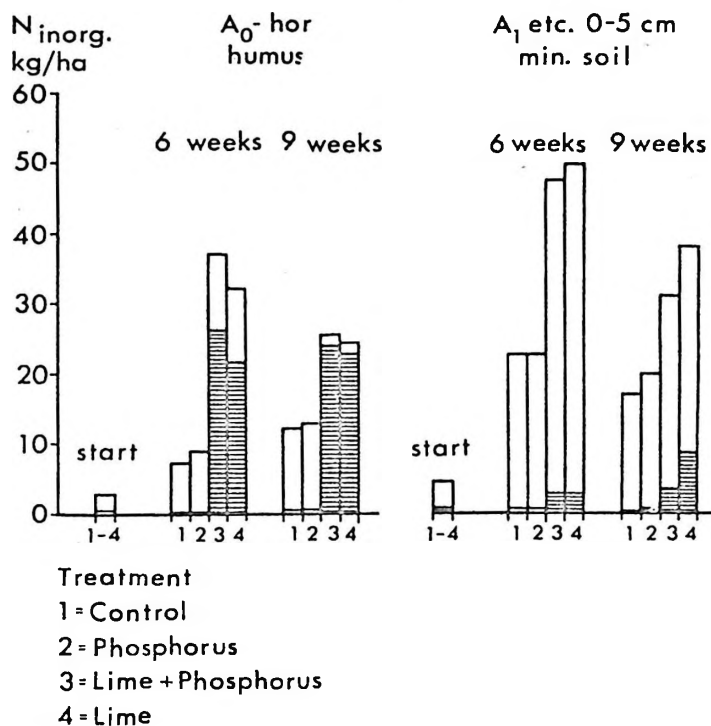


Fig. 2.

Amount of inorganic nitrogen after incubation of soil samples with pretreatment by phosphorus and lime. Frodeparken 1969.
Hatched part of column refer to nitrate nitrogen.

Količina neorg. azota (kg/ha) nakon inkubacije tla i prethodnog tretmana fosforom i krečom. Frodeparken 1969.
Šatirani dio kolone odnosi se na nitratsni azot.

Lundbyskogen, inorganic nitrogen percentage of Kjeldahl-N

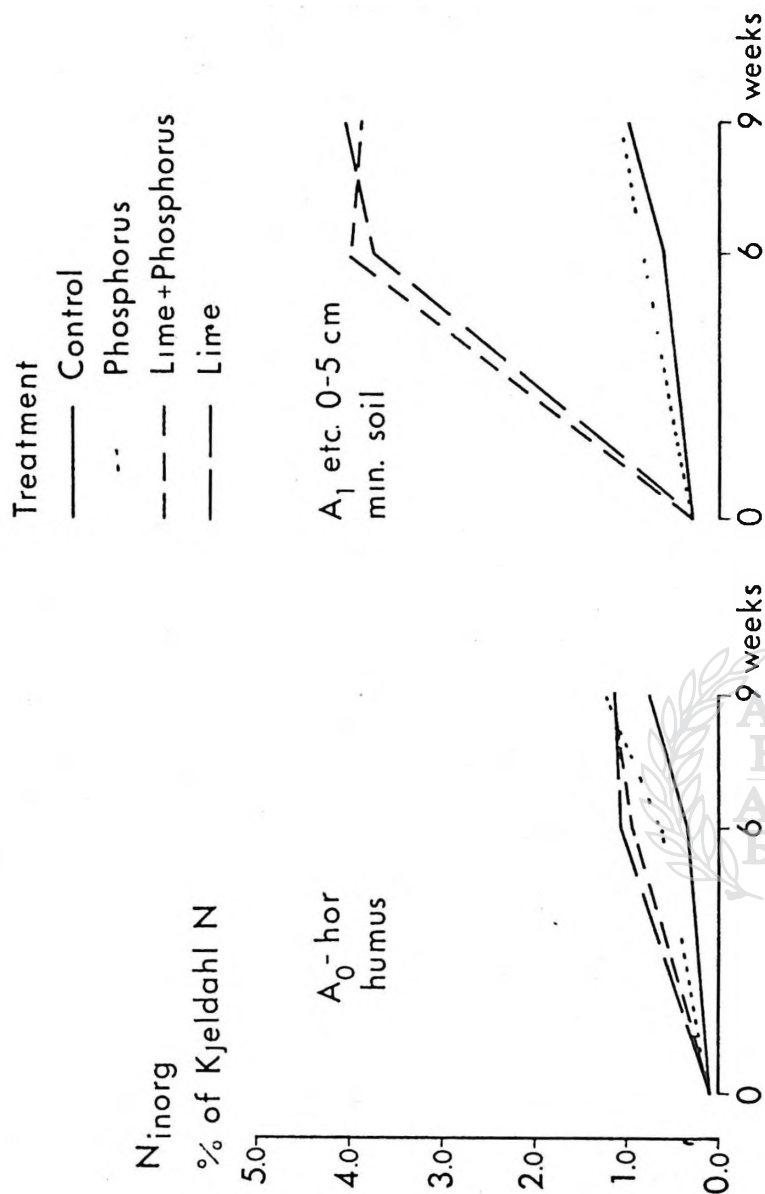


Fig. 3.

Inorganic nitrogen as % of Kjeldahl-nitrogen after incubation of soil samples with pretreatment by phosphorus and lime. Lundbyskogen 1969.

Neorg. azot u procentu od ukupnog azota (Kjeldahl) nakon inkubacije i pretretmana fosforom i krečom, Lundbyskogen 1969.

This highly positive reaction against CaCO_3 in brown soil seems to have obtained its maximum after 6 weeks of incubation, because in the course of the following three weeks we observed a considerable decrease of the total inorganic nitrogen, while at the same time soil treated with

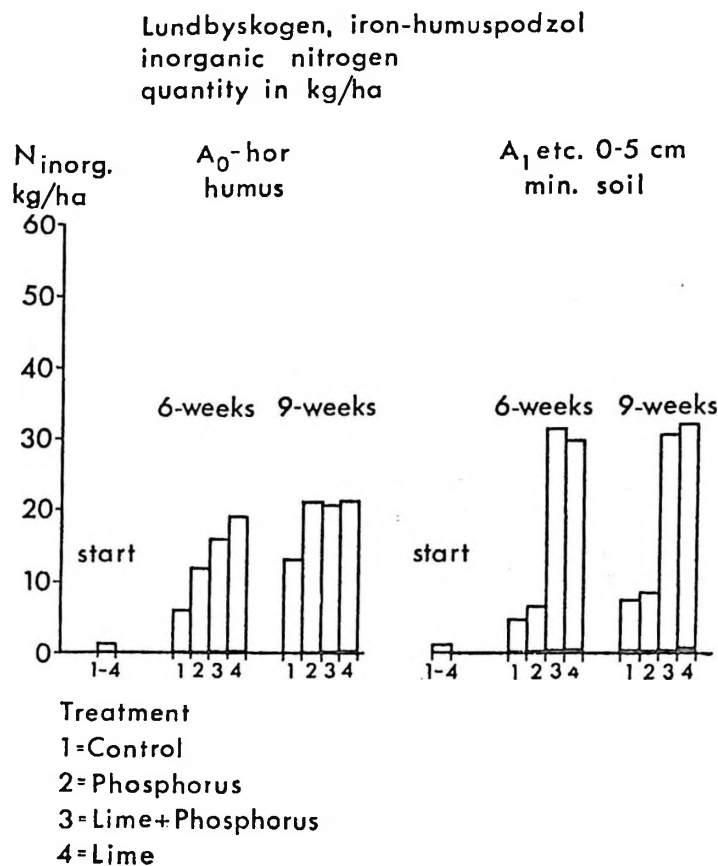


Fig. 4.

Amount of inorganic nitrogen after incubation of soil samples with pretreatment by phosphorus and lime. Lundbyskogen, 1969.
Black part of column refer to nitrate nitrogen.

Količina neorg. azota (kg/ha) nakon inkubacije uzoraka tla i prethodnog tretmana fosforom i krečom. Lundbyskogen 1969.
Šatirani dio kolone odnosi se na nitratni azot.

LUNDBYSKOGEN, Humus-layer (A_0 -hor)

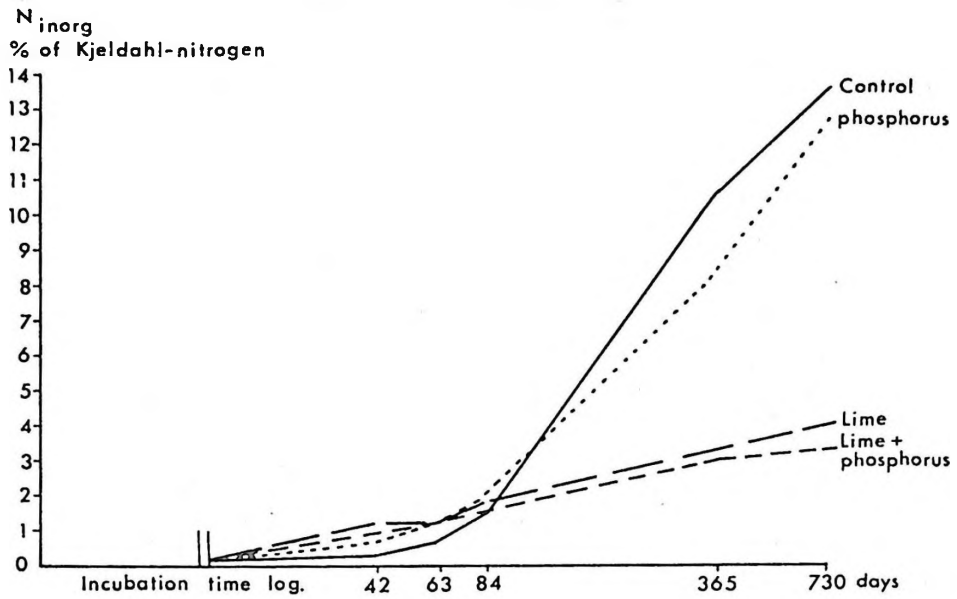


Fig. 5.

LUNDBYSKOGEN, min. soil 0-5 cm (A_1 -etc hor)

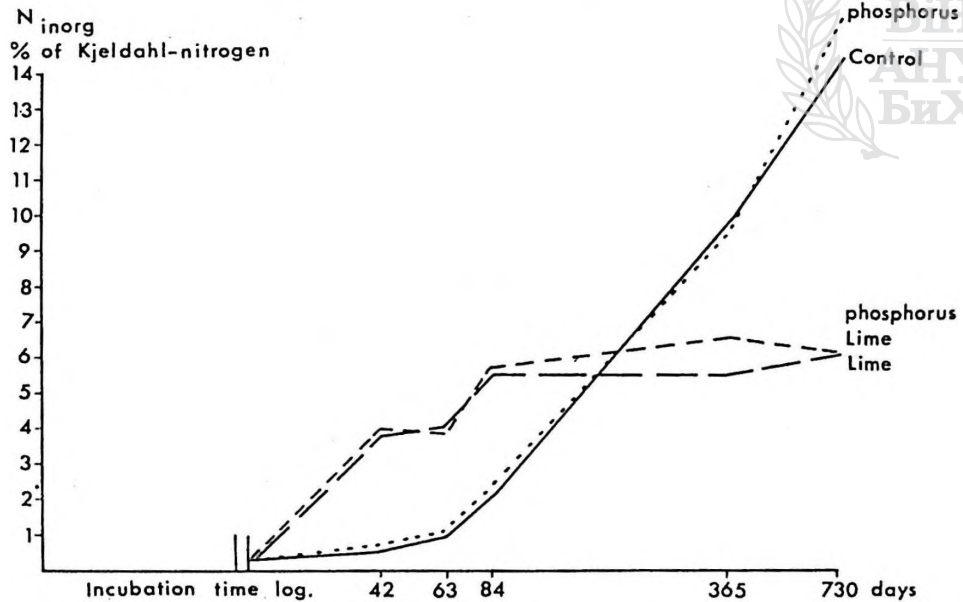


Fig. 6.

Inorganic nitrogen as % of Kjeldahl nitrogen after incubation of soil samples with pretreatment by phosphorus and lime. Lundbyskogen, 1969.

Neorg. azot u procentu od ukupnog azota (Kjeldahl) nakon dugoročne inkubacije tla prethodno tretiranog fosforom i krečom. Lundbyskogen, 1969.

P and untreated soil showed a constant increase of inorganic nitrogen contents (Table 3). This trend of decrease of inorganic nitrogen contents on podzol was not observed in the course of 9 weeks of incubation.

Mineral soil (A_1 etc, 0—5 cm) showed somewhat weaker but positive reaction to the treatment with CaCO_3 with both soil types.

The inorganic nitrogen calculated as percentage of the total nitrogen in soil (Kjeldahl — N) presented in Figs. 1 and 3 clearly show the differences in reaction against addition of phosphorus and CaCO_3 , where the effect in mineral soil (A_1 etc, 0—5) is expressed much more clearly.

For practical purposes, calculation of inorganic nitrogen quantity in kg/ha for a certain layer of soil, which is possible in this case, is interesting, since the samples were taken of definite surface. The results of the calculation presented in Figs. 2 and 4 show that because of considerably greater total weight of the layer of mineral soil (A_1 etc, 0—5 cm), quantities of inorganic nitrogen in that layer are much larger than in the A_0 — horizon (humus). At the same time the difference among particular treatments remained the same.

It seems that the problem of effects of CaCO_3 upon mineralization of nitrogen in soil depends upon incubation time which, with different authors varied from one to even 12 months (Kaila & Soini, 1957, for instance), and that might explain the differences in results. The result of incubation experiment of two years, shown in Figs. 5 and 6, is very interesting. Positive effects of CaCO_3 treatment on nitrogen mineralization in soil vanish after 12 weeks of incubation in humus (A_0 — horizon) and a little later in mineral soil (A_1 etc.).

Addition of phosphorus only to the soil did not influence the course of nitrogen mineralization, probably because one can not talk about any lack of phosphorus for the needs of microbiological activity in soil.

Having studied the results of the laboratory experiments, which produced a fairly clear picture of the effect of phosphorus and CaCO_3 on nitrogen mineralization, we came across the question of what is the reaction to the same treatment in a field experiment (in the stand) after a certain period of time following the treatment. Therefore we conducted an experiment on soil incubation from differently fertilized plots on brown soil (Frodeparken), as well as an experiment with liming of podzol (Lundby-skogen). The results of this experiment presented in Table 4 and in Figs.

CONTENT OF INORGANIC NITROGEN IN SOIL SAMPLES FROM DIFFERENT TREATED FERTILIZER TRIALS, AFTER INCUBATION EXPERIMENT IN THE LABORATORY. VALEUS IN PPM/D. W.

SADRŽAJ NEORGANSKOG AZOTA U UZORCIMA TLA SA RAZLIČITIH ĐUBRENIH PARCELA NAKON INKUBACIJE U LABORATORIJI. VRIJEDNOSTI U PPM/S. M.

Locality Lokalitet	Treatment Tretman	Incubation period, weeks — Period inkubacije, nedjelja 0	6	9
Frodeparken		A ₀ — horizon — A ₀ horizon		
	Control	75,8 (1,5)	250,8 (36,0)	297,4 (115,6)
	PK	47,8 (2,2)	246,2 (35,4)	364,6 (94,2)
	NPK	45,2 (7,3)	345,6 (80,8)	402,8 (103,0)
	N	76,6 (2,0)	258,4 (36,1)	321,0 (104,4)
	CaN	5,8 (2,3)	37,6 (10,8)	44,2 (38,2)
	Ca	8,5 (3,6)	21,0 (17,3)	29,4 (17,2)
Lundbyskogen	Control	22,7 (1,9)	162,1 (2,8)	221,5 (2,5)
	Ca	20,5 (2,0)	65,1 (2,1)	107,6 (1,1)
Frodeparken		A ₁ etc, 0—5 cm, mineral soil — mineralno tlo		
	Control	5,6 (0,5)	38,9 (0,8)	63,8 (17,7)
	PK	59,2 (0,5)	32,2 (4,1)	54,2 (19,9)
	NPK	9,9 (1,3)	54,2 (5,7)	74,1 (30,4)
	N	12,3 (0,3)	47,8 (12,4)	62,8 (24,0)
	CaN	2,9 (1,5)	32,8 (9,8)	37,3 (24,2)
	Ca	1,9 (1,2)	11,0 (8,4)	34,0 (27,2)
Lundbyskogen	Control	8,7 (0,4)	27,8 (0,8)	33,5 (0,8)
	Ca	13,5 (0,5)	27,5 (0,6)	34,1 (0,5)

() nitrate nitrogen — nitratni azot

7, 8, 9 and 10 show a definitely clearly expressed depressive effect of CaCO_3 fertilization upon nitrogen mineralization in soil, which is particularly clear in brown soil. This depressive effect is considerably smaller with mineral soil, it almost does not exist with podzol and judging from Fig. 9 it almost becomes positive. Such a difference in the reaction after the treatment with CaCO_3 between humus and mineral soil was noticed by Tamm and Peterson, but only in laboratory experiments.

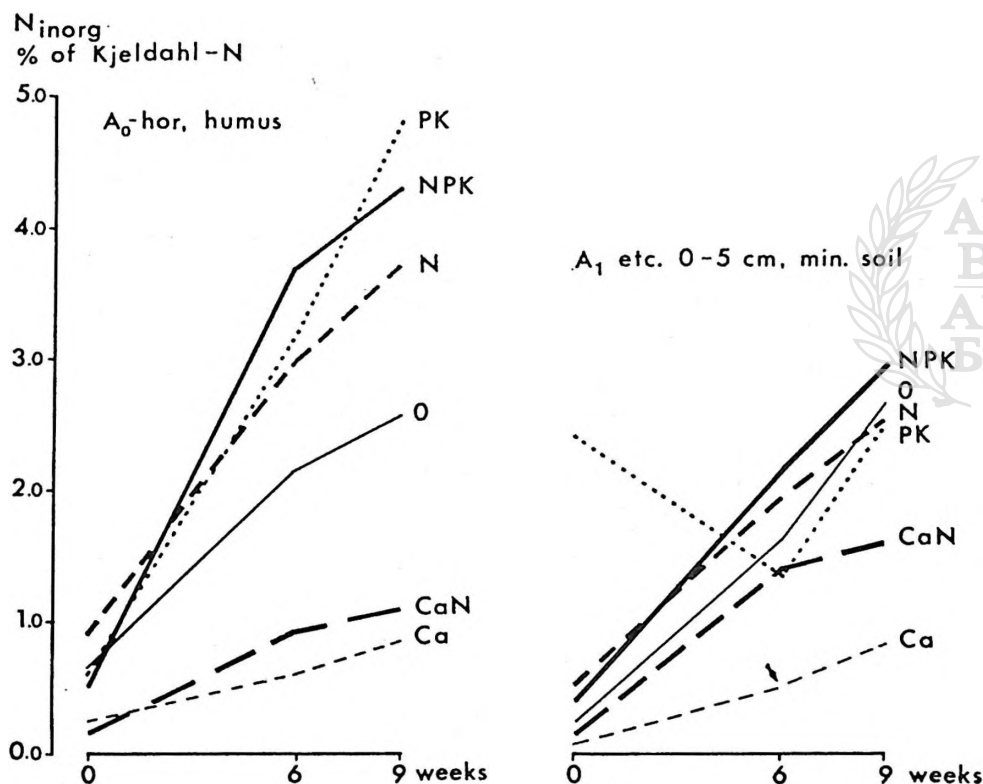


Fig. 7.

Inorganic nitrogen as % of Kjeldahl-nitrogen after incubation of soil samples from different fertilizers plots. Frodeparken 1966.

Neorganski azot u procentu od ukupnog azota (Kjeldahl) nakon inkubacije uzoraka tla sa različito đubrenih parcela. Frodeparken, 1966.

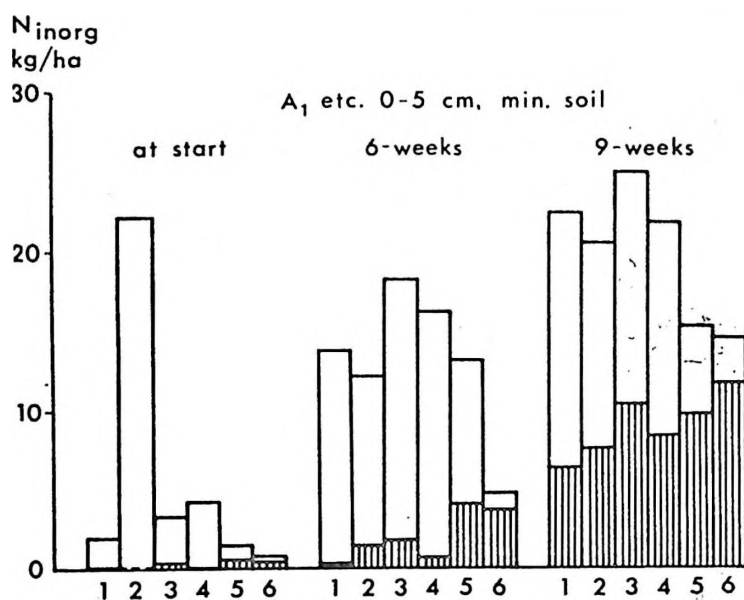
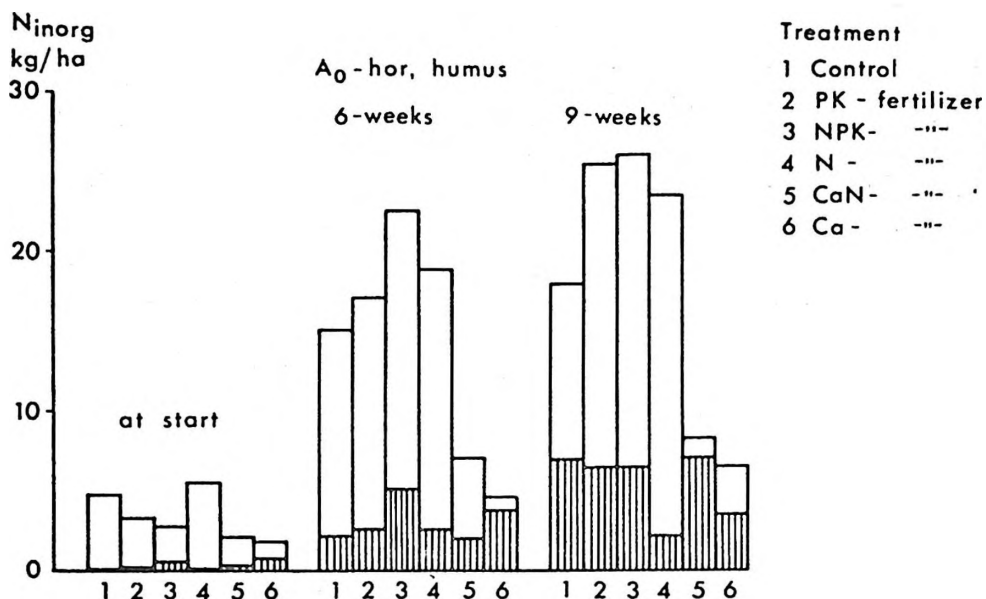


Fig. 8.

Amount of inorganic nitrogen after incubation of soil samples from different fertilizers plots. Frodeparken, 1966.

Količina neorganskog azota (kg/ha) nakon inkubacije uzoraka tla sa različito đubrenih parcela. Frodeparken, 1966.

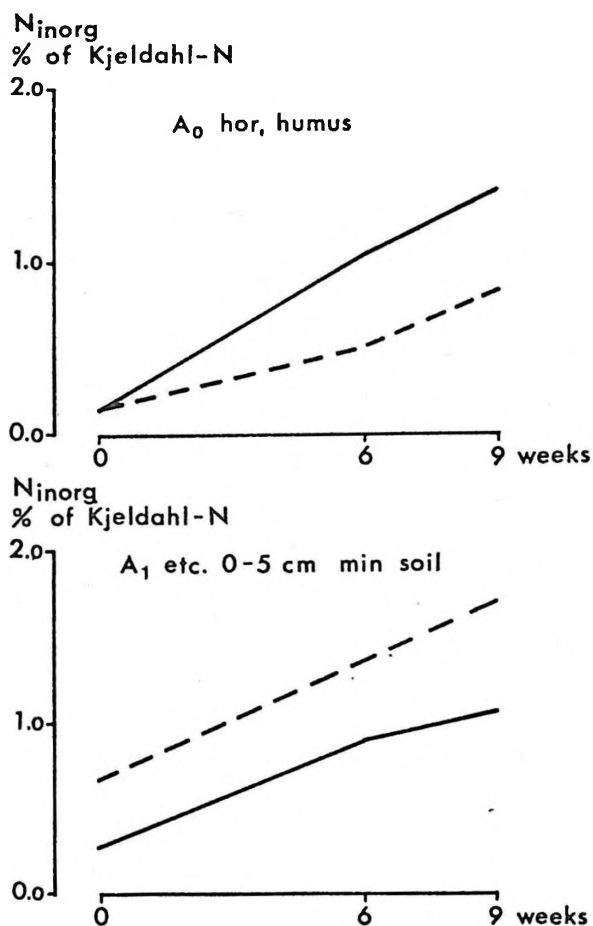


Fig. 9.

Inorganic nitrogen as % of Kjeldahl nitrogen after incubation of soil samples from limed and unlimed plots. Lundbyskogen, 1971.

Neorganski azot u procentu od ukupnog azota (Kjeldahl) nakon inkubacije uzoraka tla sa kalcificiranih i kontrolnih parcela. Lundbyskogen, 1971.

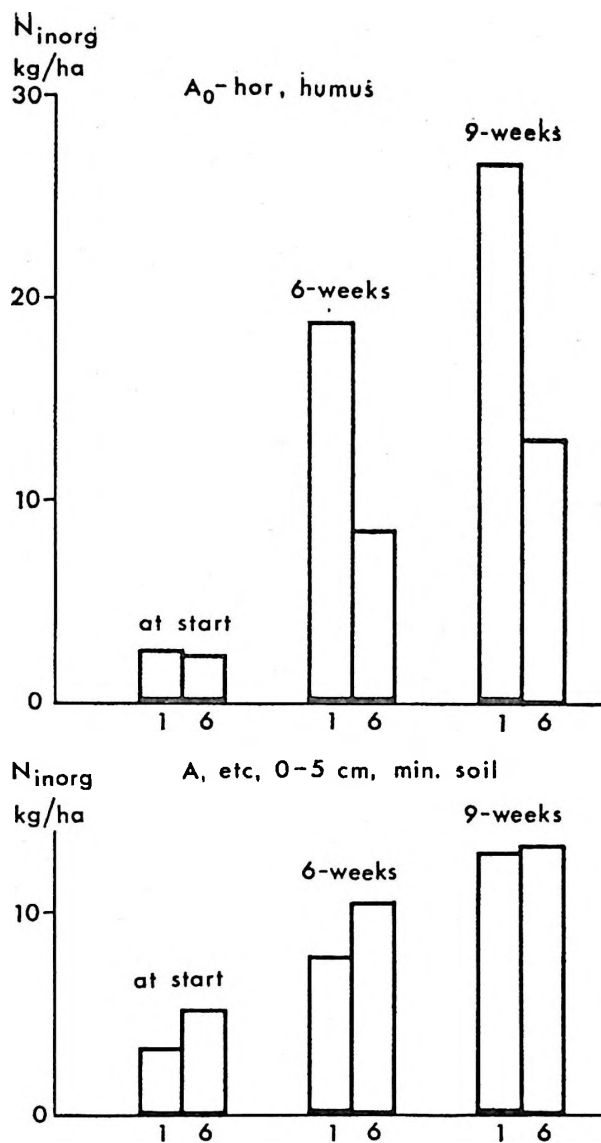


Fig. 10.

Amount of inorganic nitrogen after incubation of soil samples from limed and unlimed plots. Lundbyskogen, 1971.

Količina neorganskog azota nakon inkubacije uzoraka tla sa kalcificiranih i kontrolnih parcela. Lundbyskogen, 1971.

Comparing soil reaction to CaCO_3 treatment in a laboratory experiment and a field experiment, one can conclude that short term incubation experiments with samples of soil from differently fertilized plots taken some years after fertilization confirm the results of long term incubation experiment with pretreatment in laboratory (Lundbyskogen, Figs. 5 and 6.)

On the other hand qualitative changes in the mineralization process with brown soil (appearance of intensive nitrification) are of lasting character, judging from the results of soil incubation from differently fertilized plots (Table 4 and Fig. 8).

SUMMARY

For a short — time incubation experiment, using soil materials from A_0 and A_1 horizons of an iron-humus podzol and forest brown soil from spruce stand, respectively, it was found that the liming (pH adjusted to 6.5) increased initially the accumulation of inorganic nitrogen in the soil. This positive effect of liming was of short duration, however, attaining the maximum after 6 to 9 weeks of incubation (forest brown soil A_0 -hor.) investigated.

On proceeding incubation of samples from podzol soil it was shown that the mineralization decreased after 3 months incubation so that after one and two years incubation the CaCO_3 — treated samples showed much lower contents of inorganic nitrogen than the control. The different reaction on the CaCO_3 treatment of the two soil types studied should be stressed. In raw humus of the podzol soil the N mineralization was enhanced by CaCO_3 addition, but only ammonia was accumulated. In samples of forest brown soil the CaCO_3 addition induced an intensive nitrification which did not occur in the control and P — treated samples.

The addition of phosphorus did not affect significantly the nitrogen mineralization.

The fertilizer experiment was carried out on the same site a long time ago. (1956, Frodeparken and 1969 Lundbyskogen). Soil samples taken from a field trial, fertilized 10 years ago, showed an incubation that the CaCO_3 addition had a clear negative effect on the inorganic nitrogen accumulation after 6 — and 9 — weeks incubation. Exceptionally could be observed a poorly positive effect by CaCO_3 — treatment for the mineral soil from podzol (two years after liming in the field).

Liming showed a long-term effect on the nitrification in brown soil, opposite to negative balance of total inorganic nitrogen. In the podzol soil was not possible to determine notably nitrification after liming in the field. As an important factor for the phenomenon of nitrification could be mentioned C/N ratio, which varied from ca 20 in brown soil, and to 31 in the podzol.

Both sorts of experiments showed clearly that the liming involves a short-term positive effect on the accumulation of inorganic nitrogen by increasing of the microbiological activity, but this not longer than 8—10 weeks.

Otherwise this phenomenon of nitrification in the brown soils is of great interest, and it seems to be of longer duration.

POPOVIĆ B.

DJELOVANJE KREČNOG I FOSFORNOG ĐUBRIVA NA AKUMULACIJU MINERALNOG AZOTA U OGLEDU INKUBACIJE ŠUMSKOG TLA

KRATAK SADRŽAJ

U cilju ispitivanja efekta fosfornog i krečnog đubrenja na mineralizaciju azota u šumskom tlu vršena je inkubacija uzoraka humusa i mineralnog tla iz sloja 0—5 cm neposredno ispod humusnog u mračnoj komori pri temperaturi od 20 °C i vlažnosti zraka 70—80%. U ogled su bila uzeta dva tipa tla: kiselo-smeđe i željezno-humusni podzol, oba pod smrčevom šumom.

Uzorci tla su stavljani u inkubaciju u svježem stanju (nisu sušeni) i vlažnost je prethodno dotjerana na 60% od maksimalnog kapaciteta za vodu (WK).

Određivanje amonijačnog i nitrarnog azota je vršeno u ekstraktu 4% $K_2A_1(SO_4)_2$ rastvora pri startu, te nakon 6 i 9 nedjelja inkubacije.

Kratkoročni inkubacioni eksperiment (do 9 nedjelja) sa željezno-humusnim podzolom i kiselim smeđim tlom iz smrčevih šuma, te prethodnim tretmanom sa $CaCO_3$ do postizanja pH — reakcija 6,5 i sa fosforom u količini od 320—420 ppm P (odnosno 200 ppm P za mineralno tlo) pokazalo je da kalcifikacija povećava akumulaciju ukupnog neorganskog azota u tlu. Taj pozitivan efekt kalcifikacije izgleda da je kratkotrajan, jer nakon 9 nedjelja inkubacije moguće je konstatovati smanjenje sadržaja ukupnog neorganskog azota kod jednog dijela istraživanih uzoraka tla (kiselo-smeđe tlo, A_0 — hor).

Različita reakcija u odnosu na $CaCO_3$ — tretman za dva tipa tla u ovom ogledu može se utvrditi. Na mineralizaciju azota u sirovom humusu podzola pozitivno je djelovao $CaCO_3$ — tretman, ali je povećanje ograničeno samo na amonifikaciju (nitrifikacija nije registrovana). U uzorcima smeđeg tla tretiranim sa $CaCO_3$ konstantovana je pojava intenzivne nitrifikacije, koja kod kontrolnih i samo sa P-tretiranih uzoraka tla nije opažena.

Dugoročni inkubacioni ogled sa podzolom u trajanju od 2 godine sa istim predtretmanom ($CaCO_3$ i KH_2PO_4) pokazao je jasno da je pozitivna reakcija na $CaCO_3$ — tretman kratkotrajnog karaktera. Mineralizacija azota je počela da opada nakon 3 mjeseca inkubacije kod tretiranih uzoraka, da bi u ukupnom bilansu nakon 1 i 2 godine inkubacije bio utvrđen znatno manji sadržaj neorganskog azota u tlu.

Tretman samo sa fosforom nije pokazao izraženi efekat; ni u kombinaciji sa $CaCO_3$ nije imao većeg uticaja na akumulaciju neorganskog azota.

Isto stanište je bilo iskorišteno za ogled sa đubrenjem prije više godina. Uzorci tla sa različito đubrenih parcela podvrgnuti su kratkoročnom ogledu inkubacije (do 9 nedjelja) i pokazali su jasno negativan uticaj kalcifikacije na akumulaciju neorganskog azota. Izuzetak čini jedino sloj mineralnog tla (A_1 etc. 0—5 cm) kod podzola, gdje se može opaziti slabiji pozitivan efekt CaCO_3 -tretmana.

Kalcifikacija je pokazala ipak dugotrajan efekt u odnosu na pojavu nitrifikacije kod smeđeg tla, uprkos negativnom bilansu ukupnog neorganskog azota. Nasuprot tome, kod podzola nije opažena pojava iste. Kao jedan važan faktor za pojavu nitrifikacije u ovom ogledu se smatra C/N odnos, koji varira 20—24 za smeđe tlo i 25—31 za podzol.

Obje vrste sprovedenog eksperimenta su pokazale da kalcifikacija može imati jedan kratkotrajni pozitivni efekt na akumulaciju neorganskog azota kao rezultat povećanja mikrobiološke aktivnosti u tlu, ali ne duže od 8—10 nedjelja. Pri tom je od posebnog interesa pojava nitrifikacije, koja može biti znatno dugotrajnija.

REFERENCES

- Harmsen G. W. and Schreven van (1955): Mineralization of Organic Nitrogen in Soil. *Advances in Agronomy* VII, 299.
- Hesselman H. (1937): Om humustäcke beroende av beståndets ålder och sammansättning i den nordiska granskogen av blåbärsrik *Vaccinium* typ och den inverkan på skogens föryngring och tillväxt. — *Medd. Stat. Skogs nr. 30*, 529-715.
- Kaila A., Soini S. and Kivinen E. (1954): Influence of Lime and Fertilizers upon the Mineralization of Peat Nitrogen in Incubation Experiments. *Journ. of Sci. Agric. Soc. of Finland*. Vol. 26. 79—95.
- Kaila A., Soini S. (1957): Influence of lime on the Accumulation of Mineral Nitrogen in Incubation Experiments of Peat Soils. *Journ. of Sci. Agric. of Finland* Vol. 29. 229—237.
- Kaila A. (1958): Effect of various kinds of Phosphorus Fertilizers on a Peat soil. *The Journn. of. Sci. Agric. Soc. of Finland*. Vol. 30, 211—221.
- Kivekäs I. and Kivinen E. (1959): Observation on the Mobilization of Peat Nitrogen in Incubation Experiment. *Journ. of the Sci. Agric. Soc. of Finland*, Vol. 31, 268—281.
- Nömmik H. (1968): Nitrogen Mineralization and Turnover in Norway Spruce (*Picea Abies* (L) Karts). Raw Humus as influenced by Liming. 9 th Inter. Congr. of Soil Sci. *Trans. Vol. II* Paper 56. 533—545.
- Popović B. (1971): Effect of Sampling Date on Nitrogen Mobilization during Incubation Experiments. *Plant and Soil* Vol. 34. 381—392.
- Tamm C. O., Pettersson A. (1969): Studies on Nitrogen Mobilization in Forest Soils. *Studia Forest. Suecica*, Vol. 75, 1—39.
- Viro P. Y. (1963): Factorial Experiment of Forest Humus Decomposition. *Soil Sci.* Vol. 95, 24—30.
- Zöttl H. (1960): Dynamik der Stickstoffsmineralization im organischen Waldbodenmaterial. III. pH Wert und Mineralstickstoff Nachlieferung. *Plant and Soil*, XIII/3, 207—220.
- Zöttl H. (1963): Die Stickstoffmineralization nach Thomasphosphatdüngung auf Hochmoor. *Die Pwosphorsäure*, 23. 225—230.

BUDIMIR POPOVIĆ*

**NITROGEN MINERALIZATION IN FOREST PEAT SOIL
AFFECTED BY ADDITION OF LABELLED ^{15}N FERTILIZER
NITROGEN****

INTRODUCTION

Nitrogen is the most frequent nutrient element in a forest ecosystem and at the same time very often a limiting factor of growth of forest trees in conditions of Scandinavian climate. (Tamm, 1961). In a forest fertilization nitrogen is used almost exclusively as a fertilizer of terrestrial soils (Holmen, 1971). That fact focuses the relation of immobilization — mineralization of nitrogen. Net mineralization of nitrogen from organic matter in soil through microbiological processes is the most important source of nitrogen for higher plants — forest trees.

Nitrogen mineralization depends, along with other factors (temperature, humidity), very much on C/N ratio (Harmesen et al., 1955, Zöttl, 1960, Vlaskak, 1970). Addition of nitrogen fertilizers to soil has no outstanding effect upon nitrogen mineralization, according to some authors (Aleksić et al., 1967, Zöttl, 1960) or can even have a negative effect, called by Zöttl (1960) »nitrate effect«. But the same author allows for possibility of positive effect of added nitrogen (and nitrate) fertilizer in cases where humus i. e. organic matter is very poor in nitrogen and rich in energy sources. Contrary to that, according to other authors, it is possible to expect a strong stimulative effect upon the general process of nitrogen mineralization.

Broadbent (1948, 1965) who called this »Priming effect«. Jansson (1958) believes that liberation of nitrogen from organic matter of soil induced by addition of fertilizers is an »artifact« which can be explained.

* The Royal College of Forestry, Stockholm, Sweden.

** Acknowledgement.

Contribution from Department of forest ecology, RCF, Stockholm. This investigation was supported by grant from the Swedish Forest Research Foundation (grant No S 58, S 104 and S 648/P 47). The author gratefully acknowledges technical assistance from Mr L Nykvist and Mr J. Thorin, and helpful suggestions from professor H. Nommik.

ined on the basis of exchange between labelled ^{15}N from the fertilizer and a much larger quantity of nonlabelled organic nitrogen. Overrein (1967, 1970) found that addition of nitrogen fertilizer to raw humus under suitable conditions of the environment has a stimulating effect on the mineralization of nitrogen from humus, where temperature, along with varying quantity of nitrogen fertilizers, is of particular importance.

This paper will present the results of an experiment with addition of ^{15}N — labelled ammonium-sulfate and calcium-nitrate to peat with varying C/N ratio, in an incubation experiment.

MATERIAL AND METHODS

Material for this incubation experiment was gathered systematically taken samples with an auger of diameter 7 cm, 18 individual samples for one general sample from three areas on peat land.

Riksten, 20 km south of Stockholm, with Sphagnum-peat where there is a very low growing stand of Scots pine (mean annual increment 1 m^3/ha). The analytical results (Table 1) show that it is peat with very low contents of total nitrogen and a high C/N ratio, very acidic reaction and poorly humified.

Jägar mossen, 60 km north of Stockholm, »fen« peat fairly well humified, with spruce forest with the mean annual increment of 7—8 m^3/ha . The analytical results in Table 1 show that peat is far richer in nitrogen (2% N), with a considerably narrower C/N ratio.

Kilsmo, 200 km south of Stockholm, »fen« peat with a forest of spruce and birch trees with very low increment (ca 2 m^3/ha), very well humified, and judging from the results in Table 1, very rich in nitrogen.

All the three experimental fields were drained some 30—40 years ago, and earlier.

Peat was taken from a layer 0—10 cm and 11—20 cm, the material was not dried. It was sifted through a sieve of 3 mm and kept in a refrigerator in the course of manipulation till the beginning of incubation. Since Sphagnum peat could not be sifted, it was cut, with a special machine, into pieces of up to 3 mm. Roots, with diameter larger than 2 mm were first cut off from all samples.

For the incubation we took quantities of 40 gr. of fresh peat (about 10 gr of dry matter) and placed them into Erlenmeyer flasks of 300 ccm, which were then sealed with a plastic cover 50 microns thick in order to preserve humidity (Popović, 1967). Prior to that, humidity was set at 60% of the maximum water capacity.

Incubation was conducted in a dark chamber at constant temperature of 20 °C and relative air humidity of 70—80%. The incubation lasted for 10 weeks and samples for analyses were taken at intervals of two weeks.

In order to determine $\text{NH}_4\text{-N}$ and $\text{NO}_3\text{-N}$, an extract of 1% $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ was prepared by shaking it on a rotation machine with 200 ml of solution for 1 hour. Before shaking, the solution was regulated at pH 6.0—6.5 by addition of $\text{Ca}(\text{OH})_2$ in powder.

Table 1.

DATA ON SOME CHEMICAL PROPERTIES OF THE PEAT APPLIED IN THE INCUBATION EXPERIMENT USING ^{15}N
— LABELED NITROGEN FERTILIZERS

NEKA HEMIJSKA SVOJSTVA TRESETA UPOTREBLJENOG ZA INKUBACIONI OGLED SA PRIMJENOM ^{15}N MARKI-
RANOG AZOTNOG ĐUBRIVA

Locality		Loss on ignition	C %	N %	C/N	P mg/100 g			K mg/100 g			Ca mg/100 g		
Lokalitet	pH H ₂ O	Gubitak žarenja	d. w.	Kjeld.		AL—	HCl—	Tot.	AL—	HCl—	Tot.	AL—	HCl—	Tot.
Layer-Sloj, 0—10 cm														
Riksten	3,7	97,2	49,0	1,03	48	9	24	63	20	23	33	—	—	1070
Jägarmossen	4,0	94,9	46,2	1,92	24	10	27	65	58	58	77	76	204	259
Kilsmö	4,6	84,3	41,0	2,95	14	3	26	110	16	20	46	360	1180	—
Layer-Sloj, 11—20 cm														
Riksten	3,8	97,6	47,0	0,92	51	5	21	48	25	24	41	70	200	252
Jägarmossen	3,8	94,3	46,8	1,62	29	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Kilsmö	4,7	93,1	46,5	2,84	16	2	18	94	8	20	39	370	1180	—

Table 2.

TOTAL INORGANIC NITROGEN IN PEAT SAMPLES, 'PER CENT OF KJELDAHL — , AFTER VARIOUS PERIOD OF INCUBATION UP TO 10 WEEKS

TOTALNI NEORGANSKI AZOT U UZORCIMA TRESETA IZRAŽEN U PROCENTU OD UKUPNOG AZOTA (KJELDAHL '— N) NAKON RAZLIČITOG TRAJANJA INKUBACIJE (DO 10 NEDJELJA)

Locality Lokalitet	Treatment Tretman	Incubation period, weeks — Period inkubacije, nedjelja					
		0	2	4	6	8	10
Layer — Sloj, 0—10 cm							
Riksten	control	0,53	0,35	0,21	0,92	0,75	1,47
"	NH ₄ —	4,01	0,90	3,94	5,32	5,27	6,01
"	NO ₃ —	5,24	4,99	6,21	6,84	7,13	7,40
Jägar mossen	control	0,24	0,27	0,48	0,82	1,40	1,33
"	NH ₄ —	0,89	0,80	1,10	1,30	1,98	2,18
Kilsmö	control	1,02	1,45	1,76	2,25	2,44	3,04
"	NH ₄ —	1,56	1,79	2,27	2,78	2,98	3,63
"	NO ₃ —	1,63	2,12	2,24	2,84	3,04	3,87
Layer — Sloj, 11—20 cm							
Riksten	control	0,85	1,15	1,08	1,41	1,61	1,50
"	NH ₄ —	3,74	3,65	4,35	5,25	4,90	5,47
"	NO ₃ —	6,08	6,72	8,46	8,55	8,97	8,82
Jägar mossen	control	0,09	0,14	0,21	0,26	0,36	0,37
"	NH ₄ —	1,09	0,94	1,07	0,87	1,34	1,24
Kilsmö	control	0,91	1,22	1,39	1,53	1,66	2,11
"	NH ₄ —	1,74	1,78	2,12	2,38	2,47	3,30
"	NO ₃ —	1,85	1,78	2,19	2,20	2,66	3,29

After filtering, a colourless solution was obtained in which first total NH₄-N was determined by distillation with Na-borate (pH 8.8) and titration, and afterwards in the residue NO₃-N by reduction with Devarda's alloy.

Measurement of isotope ¹⁵N presence was done on LKB-9000 Gas Chromatograph — Massspectrometer with additional equipment for isotope analyses.

Total nitrogen was determined after Kjeldahl method (with addition of salicylic acid in order to include NO₃).

The pH was measured electrometrically in water suspension, and loss on ignition by combustion 2 1/2 hours at 580 °C.

Carbon was determined according to the wet combustion procedure by N ö m m i k (1971).

Ammonium lactate acetic acid and HCl soluble phosphorus, potassium and calcium was determined after the method Egner, Riehm and Domingo (1960).

Total phosphorus, kalium and calcium by boiling in nitric and perchloric acid.

Peat treatment before the incubation with nitrogen fertilizer was done with the following kinds and doses:

Ammonium nitrogen: ammonium sulfate with 7.82 atomic % ¹⁵N exc.

Nitrate nitrogen: calcium-nitrate with 17.75 atomic % ¹⁵N exc.

The dose for the layer of 0—10 cm was 230—510 ppmN and for the layer 11—20 cm 125—500 ppmN. Dose variation was conditioned by different sample humidity.

RESULTS AND DISCUSSION

In principle, there are two methods of quantitative determination of the amount of fertilizer nitrogen present in the soil. The first method includes determination of inorganic nitrogen quantity in treated and untreated soil. The difference in nitrogen contents of fertilized and unfertilized soil considered to originate from the fertilizer. This method of »difference« is based upon a supposition that the added nitrogen is not immobilized (changed into organic form in soil) and that the treatment with a nitrogen fertilizer did not influence (did not have any effect) upon net mineralization of the native nitrogen in soil. But these conditions are seldom fulfilled (Nömmik, 1968, Popović — Nömmik, 1972). The other method is based upon the use of a nitrogen source marked by an isotope which can be easily determined and followed.

The results of the experiment with addition of ammonium sulfate and calcium-nitrate marked with isotopic ^{15}N to peat with very low nitrogen contents (Figs. 1, 1a, 2 and 2a) show a very intensive immobilization of the added ammonium nitrogen, especially for the layer of 0—10 cm but after only 4 weeks of incubation, there occurs the period of remineralization (Fig. 1) which causes a stronger mineralization of the native nitrogen from peat and therefore we can talk of a highly expressed appearance of »priming effect«. From that point of view there are no important differences between peat from the two investigated layers (Figs. 1 and 2).

If one follows the line of the isotope marked nitrogen, one gets the impression that the remineralization is very low or there is none at all.

Table 3.

NITRATE NITROGEN ($\text{NO}_3\text{—N}$) PPM/D. W. IN PEAT SAMPLES AFTER
INCUBATION UP TO 10 WEEKS

NITRATNI AZOT ($\text{NO}_3\text{—N}$) PPM'S. M. U UZORCIMA TRESETA NAKON
INKUBACIJE DO 10 NEDJELJA

Locality Lokalitet	Treatment Tretman	Incubation — Period inkubacije, nedjelja period, weeks					
		0	2	4	6	8	10
Layer — Sloj, 0—10 cm							
Riksten	control	4,9	5,4	6,3	6,3	6,3	6,3
„	NH ₄ —	4,9	5,4	5,4	5,3	5,4	6,0
„	NO ₃ —	507,8	307,3	267,4	256,7	252,0	263,1
Jägarmossen	control	0,2	0,3	0,5	0,7	0,9	0,7
„	NH ₄ —	0,2	0,2	0,6	0,5	0,6	0,8
Kilsmö	control	129,3	175,2	262,8	352,7	395,3	563,5
„	NH ₄ —	129,3	175,2	269,9	352,7	416,7	489,9
„	NO ₃ —	311,1	340,9	416,7	575,3	693,7	757,5
Layer — Sloj, 11—20 cm							
Riksten	control	3,0	4,7	4,5	4,7	4,7	4,7
„	NH ₄ —	3,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
„	NO ₃ —	506,3	442,7	410,1	409,9	397,7	401,3
Jägarmossen	control	0,3	0,3	0,3	0,6	0,4	0,8
„	NH ₄ —	0,3	—	0,4	0,5	0,5	1,0
Kilsmö	control	95,4	96,1	97,2	94,2	114,5	120,1
„	NH ₄ —	95,4	90,6	92,2	102,8	111,3	128,4
„	NO ₃ —	362,3	339,3	332,3	328,8	302,5	385,3

(Compare Fig. 2). In that case a large quantity of inorganic nitrogen would originate from the organic soil substance, while the largest portion of the added fertilizer would stay immobilized. If we calculate the »priming effect« on the basis of the found marked nitrogen in the treated soil and the contents of inorganic nitrogen in the untreated soil, we get a much more positive result. (Tab. 3 i 4). We must point out that the percentage of the total nitrogen mineralized in this peat was all the time very low in the control samples. In the treated samples the above figures were 4—5 times higher (see Table 2).

Table 4.

CALCULATION OF »PRIMING EFFECT« BY DIFFERENCE METHOD AND ISOTOPE METHOD. INORG. NITROGEN PPM/D. W.

OBRAČUN »PRIMING EFFECT«-A METODOM RAZLIKE I ISOTOPNOM METODOM NEOG. AZOT PPM/S. M.

Locality Lokalitet	Treatment Tretman	Method Metoda	Incubation time, weeks Vrijeme inkubacije, nedjelja —				
			2	4	6	8	10
Layer — Sloj, 0—10 cm							
Riksten	NH ₄ —	a ⁺	—	26	96	107	110
"		b ⁺	31	325	375	404	410
"	NO ₃ —	a	—	71	143	125	78
"		b	192	315	408	—	235
Jägar mossen	NH ₄ —	a	—	—	—	—	38
"		b	70	93	60	80	133
Kilsmö	NH ₄ —	a	—	—	—	—	16
"		b	1	58	64	70	75
"	NO ₃ —	a	—	—	—	—	63
"		b	—	15	35	44	87
Layer — Sloj, 11—20 cm							
Riksten	NH ₄ —	a	—	35	88	37	100
"		b	98	188	285	200	261
"	NO ₃ —	a	45	213	178	182	161
"		b	165	337	320	334	298
Jägar mossen	NH ₄ —	a	—	—	—	—	—
"		b	54	68	49	91	89
Kilsmö	NH ₄ —	a	—	—	8	—	107
"		b	2	56	106	104	191
"	NO ₃ —	a	—	—	—	19	69
"		b	—	29	14	105	124
+ a = difference method (metoda razlike) b = isotope method (izotopna metoda)							

* a = difference method (metoda razlike)

b = isotope method (izotopna metoda)

This effect of the soil organic N of added nitrogen in the mineralization has often been explained as due to different factors, like exchange of ions, development of root system, osmotic effect of the added fertilizer and biological interchange (Broadbent, 1965).

The experiment with addition of marked nitrate nitrogen to this peat is of special interest and it proved that there is no nitrification (see Table

Table 5.

CHANGES IN THE RATIO BETWEEN THE LABELLED AND TOTAL
INORGANIC NITROGEN DURING INCUBATION EXPERIMENT
LABELLED PER CENT N mark OF TOTAL N Neorg.

PROMJENE U ODNOSU IZOTOPOM MARKIRANOG AZOTA PREMA
UKUPNOM NEORGANSKOM AZOTU U TOKU INKUBACIJE
PROCENT N mark. OD TOTALNOG N Neorg.

Locality and treatment	Layer Incubation period, weeks — Period inkubacije, nedjelja Sloj						
		0	2	4	6	8	10
Riksten							
(NH ₄) ₂ SO ₄	0—10 cm	86,7	26,9	14,6	14,4	11,2	9,3
Ca(NO ₃) ₂	"	97,6	57,7	44,1	37,1	—	35,5
(NH ₄) ₂ SO ₄	11—20 cm	77,3	39,3	28,9	24,7	22,9	20,8
Ca(NO ₃) ₂	"	98,0	69,3	54,4	51,7	47,9	50,6
Jägarmossen							
(NH ₄) ₂ SO ₄	0—10 cm	72,8	21,0	12,5	9,5	8,1	6,9
"	11—20 cm	92,1	49,8	41,6	27,6	30,8	26,7
Kilsmo							
(NH ₄) ₂ SO ₄	0—10 cm	34,9	18,8	13,9	11,0	10,2	9,6
Ca(NO ₃) ₂	"	37,8	23,8	18,8	16,5	15,0	13,8
(NH ₄) ₂ SO ₄	11—20 cm	47,5	30,9	25,2	20,1	18,1	16,0
Ca(NO ₃) ₂	"	50,8	34,7	32,1	28,5	24,2	22,7

3). Immobilization is somewhat lower, while the »priming effect« is only a little lower (Figs. 1a and 2a). If we follow the change of contents of nitrate in the course of incubation on the treated samples, we can see that in spite of a considerable quantity of ammonium nitrogen (after two weeks more than 200 ppm NH₄-N) in peat, a large portion of the added nitrate nitrogen was consumed by microorganisms, so that only 50% of the added quantity was present in NO₃ form at the end of the experiment period. (Table 3), which is in conflict with the idea that in the presence of ammonia nitrate is not consumed by the soil microorganisms (Janson, et al. 1955).

A smaller part of the immobilized NO₃-N¹⁵ is remineralized and here found in ammonium form (35—45 ppm or 15—20% of the total immobilized NO₃-N). A similar remineralization of the added NO₃-¹⁵ was observed in the experiment with microplots in a Norway spruce stand (Popović — Nömmik, 1972).

It is interesting to see that the proportion of the isotopic ¹⁵N nitrogen in the total inorganic nitrogen fraction keeps decreasing in the course of incubation, which was also noticed by Nömmik (1968), in which case there is clear difference between ammonium and nitrate fertilizers (Table 5).

The experiment of peat incubation with medium level of contents of total nitrogen, which was made only with addition of ammonium-sulfate showed the same but less expressed tendency of nitrogen immobilization from fertilizers at the beginning stage of incubation, while the »priming effect« failed completely to appear when calculated after the method of

»difference« (Figs. 3 and 4). But if it is calculated using the isotope method, the »priming effect« is possible to calculate in the whole course of incubation, with both layers of the investigated peat (see Table 4). Participation of nitrate marked with isotope ^{15}N decreases very much during the period of incubation, which is especially clear in the layer of 0—10 cm. (Table 5).

The experiment concerning peat with a very high degree of contents of total nitrogen and addition of ammonium sulfate and calcium nitrate showed, first of all, a very intensive nitrification even with untreated samples (Table 3) which did not occur with the two previously investigated types of peat. Net mineralization of nitrogen in this peat is, generally speaking, very intensive throughout the incubation period especially in samples taken from the layer of 0—10 cm. (Figs. 5 and 6), and consequently the treatment with ammonium-sulfate i. e. calcium-nitrate did not show any clearer upon nitrogen mineralization. Certain immobilization of both added ammonium-sulfate and calcium-nitrate N can be noticed in both layers in the initial period of incubation (Table 5) which later becomes stable at one level.

Participation of nitrogen in a fertilizer marked with isotope ^{15}N kept decreasing and at the end of the incubation period it was only 9.6% of the total inorganic nitrogen in peat treated with ammonium-sulfate from the layer of 0—10 cm (in the beginning it was 34.9%, see Table 5).

Using the method of »difference«, the »priming effect« almost was not found at all, but the isotope calculation method showed a certain positive effect of the added fertilizer, specially, in the layer of 11—20 cm in the final stage of incubation (Table 4).

A special calculation of isotope ^{15}N marked nitrogen which was done separately for NH_4 — and NO_3 form of nitrate — which is not presented here because of lack of room — showed that the isotope ^{15}N from ammonium-sulfate changed into nitrate form, from 14 ppm even to 62 ppm $\text{NO}_3\text{-N}$ at the end of incubation period or 39% of the added quantity of ammonium-sulfate. In the calcium-nitrate treatment did not discover any clearer change of $\text{NO}_3\text{-N}^{15}$ marked nitrogen into $\text{NH}_4\text{-N}$ form of nitrogen.

SUMMARY

In the incubation experiment with constant temperature and humidity in a dark chamber, it was investigated changes of the added isotope ^{15}N marked ammonium-sulfate and calcium nitrate on three types of forest peat soil with varying contents of the total Kjeldahl-nitrogen.

Incubation lasted for 10 weeks in which samples for analyses taken at intervals of 2 weeks, showed that there is a clear, mostly biological, immobilization of the added mineral nitrogen which is most intensive in peat with low total nitrogen contents. The most intensive immobilization was found after the first two weeks of the incubation, after which began the period of remineralization of nitrogen added.

The added sources of inorganic nitrogen (ammonium-sulfate and calcium-nitrate) acted here more or less positively upon the total nitrogen in organic substance of the investigated peat,

In a majority of the samples so called »priming effect« was found which was expressed in peat with low contents of total nitrogen.

Calculation of this effect which was done after the isotope method produced a considerably higher positive result than calculation using the method of »difference«.

Participation of nitrogen marked with isotope ^{15}N in the total quantity of the determined inorganic nitrogen kept decreasing in the course of incubation and reached its lowest point at the end of the period and ammonium nitrogen showed a much greater decrease than nitrate nitrogen.

Both forms of the added nitrogen proved to be an almost equal source of nitrogen for microorganisms i. e. it was not possible to prove that they preferred $\text{NH}_4\text{-N}$ in presence of $\text{NO}_3\text{-N}$.

The surface layer of peat (0—10 cm) had a more intensive reaction in the course of the incubation experiment than the layer below (11—20 cm).

POPOVIĆ B.

EFEKAT DODAVANJA ^{15}N MARKIRANOG AZOTNOG ĐUBRIVA NA MINERALIZACIJU AZOTA U ŠUMSKOM TRESETNOM TLU

KRATAK SADRŽAJ

Ogledi kratkoročne inkubacije sa uzorcima treseta sa različitim nivoom sadržaja ukupnog azota (ca 1,00%, 2,00% i 3,00% N s. m.) bili su sprovedeni u mračnoj komori pri 20 °C i konstantnoj vlažnosti (60% WK). Uzorci treseta su tretirani ^{15}N markiranim amonsulfatom (7,82 atom% ^{15}N u ekcesu) i kalcijumnitratom (17,75 atom % ^{15}N u ekcesu). Primijenjena doza je iznosila 230—300 ppm N za 0—10 cm sloj i 130—500 ppm N za sloj od 11—20 cm.

Inkubacija je vršena u ukupnom trajanju od 10 nedjelja, a uzorci za analizu su uzimani u vremenskim razmacima od 2 nedjelje.

Kod uzoraka treseta sa niskim sadržajem ukupnog azota utvrđena je jaka imobilizacija azota iz dodatog amonsulfata u početnoj fazi inkubacije (nakon dvije nedjelje je bilo cca 60% od dodatog amonsulata imobilizirano).

U daljem toku trajanja inkubacije dio imobiliziranog azota bio je remineraliziran, tako da je dodavanje ^{15}N markiranog amonsulfata prouzrokovalo povećanje mineralizacije nativnog organskog azota iz treseta, tzv. »priming effect«. Udio markiranog azota amonijačnog ($\text{NH}_4\text{-N}$) u frakciji ukupnog neorganskog azota indicira biološku međuizmjenu, koja uključuje i supstituciju markiranog $\text{NH}_4\text{-N}$ sa nemarkiranim azotom u organskoj materiji.

Imobilizacija dodatog nitratnog azota je bila također značajna (oko 50% od dodatog nitratnog azota bilo je utvrđeno u nitratnoj formi na

kraju inkubacije), pa je prouzrokovala i simultanu akumulaciju nemarkiranog amonijačnog azota.

Uzorci treseta sa srednjim sadržajem ukupnog azota pokazali su vrlo slabu imobilizaciju dodatog $\text{NH}_4\text{-N}$ i »priming-effect« nije utvrđen po »metodi diferencije«, ali je izvjestan »priming effect« bilo moguće utvrditi primjenom izotopne metode.

Uzorci treseta sa vrlo visokim sadržajem ukupnog azota (3,00% N s. m.) pokazali su skoro nikakvu imobilizaciju kod obje forme primijenjenog azotnog đubriva. Mineralizacija azota je bila vrlo intenzivna kod netretiranih uzoraka, tako da tretiranje azotnim đubrivima nije dalo neki zapaženi efekt.

Odnos između markiranog amonijačnog azota, odnosno nitrarnog azota i ukupnog amonijačnog odnosno ukupnog nitrarnog azota pokazao je tendenciju opadanja sa tokom trajanja inkubacije, i to je izrazito za sva tri tipa istraživanog treseta.

REFERENCES

- Aleksić Ž., Broeshart H., Middelboe V. (1968): The Effect of Nitrogen Fertilization on the Release of Soil Nitrogen. *Plant and Soil* XXIX. No. 3. 475—478.
- Broadbent F. E. (1965): Effect of Fertilizer Nitrogen on the Release of Soil Nitrogen. *Soil Sci. Soc. of Amer. Proc.* 692—9.
- Broadbent F. E. (1948): Nitrogen Release and Carbon Loss from Soil Organic Matter During Decomposition of Added Plant Residue. *Soil Sci. Soc. of Amer. Proc.* 246—249.
- Egner, Riehm H., Domingo W. (1960): Untersuchungen über die chemische Bodenanalyse als Grundlage für die Beurteilung der Nährstoffzustandes der Böden. *Kungl. Lantbruk. Annaler* 26, 199—215.
- Harmsen G. W. and Schreven van (1955): Mineralization of Organic Nitrogen in Soil. *Advances in Agronomy* VII, 299—399.
- Holmen H. (1971): Skogsgödsling i Sverige. *Kungl. Skogs — och Santbruk. Akad. Tidskrift.* Nr. 3.
- Jansson S. L. (1958): Tracer Studies on Nitrogen Transformation in Soil with Special Attention to Mineralization — Immobilisation Relationships. *Kungl. Lant. Annaler*, Vol. 24. 105—352.
- Jansson S. L. Hallam M. J. and Bartholomew W. V. (1955): Preferential Utilization of Ammonium over Nitrate by Microorganisms in the Decomposition of Oat Straw. *Plant and Soil.* Vol. 6., 382—390.
- Nömmik H. (1968): Nitrogen Mineralization and Turnover in Norway Spruce (*Picea Abies* L. Karst.) Raw Humus as influenced by liming. 9th Inter. Congress of Soil Science Transactions. Vol. II. Paper 53. 533—545.
- Nömmik H. (1968): Skogens kväveförsörjning och möjligheterna att påverka den. *Skogs. och Lantbruks. Akad. Tidskr.* 107, 43—60.
- Nömmik H. (1971): A modified Procedure for Determination of Organic Carbon in Soils by wet Combustion. *Soil Sci.* Vol. 111/5. 330—335.

- Overrein L. N. (1967): Immobilization and Mineralization of Tracer Nitrogen in forest Raw Humus. I. Effect of Temperature on the Interchange of Nitrogen after Addition of Urea —, Ammonium — and Nitrate *15 N*. *Plant and Soil*. 27, 1—19.
- Overrein L. N. (1970): Tracer Studies on Nitrogen Immobilization — Mineralization Relationships in Forest Raw Humus. *Plant and Soil*. 32, 478—500.
- Popović B. (1967): Kvävemobiliseringsförsök med humusprov från gödslingsfösytor i skogsbeetånd på fastmark. *Rapporter och Uppsatser*. SHS, Avd. Ekologi Nr. 6.
- Popović B. and Nömmik H. (1972): Use of the *15 N* Technique for Studying Fertilizer Nitrogen Transformation and Recovery in Forest Soil. IAEA, Wien, 359—368.
- Tamm C. O., Carbonnier Ch. (1961): Växtnäringen som skoglig produktionsfaktor. *Kungl. Skogs. Lantbr. Akad. Tidskr.* 100, 95—124.
- Vlassak K. (1970): Total Soil Nitrogen and Nitrogen Mineralization. *Plant and Soil*. 32, 27—32.
- Zöttl H. (1960): Dynamik der Stickstoffmineralisation im organischen Waldbodenmaterial. II. Einfluss des Stickstoffgehaltes aus die Mineralstickstoff Nachlieferung. *Plant and Soil* XII, 183—205.



LEGENDA — LEGEND

Common legende for all illustrations (See Fig. 1—8)

Zajednička legenda za sve ilustracije (vidi Fig. 1—8)

- *Inorganic N found in treated samples*
Neorganski N nađen u tretiranim uzorcima
- - - *Inorganic N calculated amount in control samples and added at start*
Neorganski N obračunata količina u kontrolnim uzorcima plus dodata na startu
- *Inorganic N labelled recovered*
Neorganski N analizirani, otkriven
- *Inorganic N found in control samples*
Neorganski N nađen u kontrolnim uzorcima

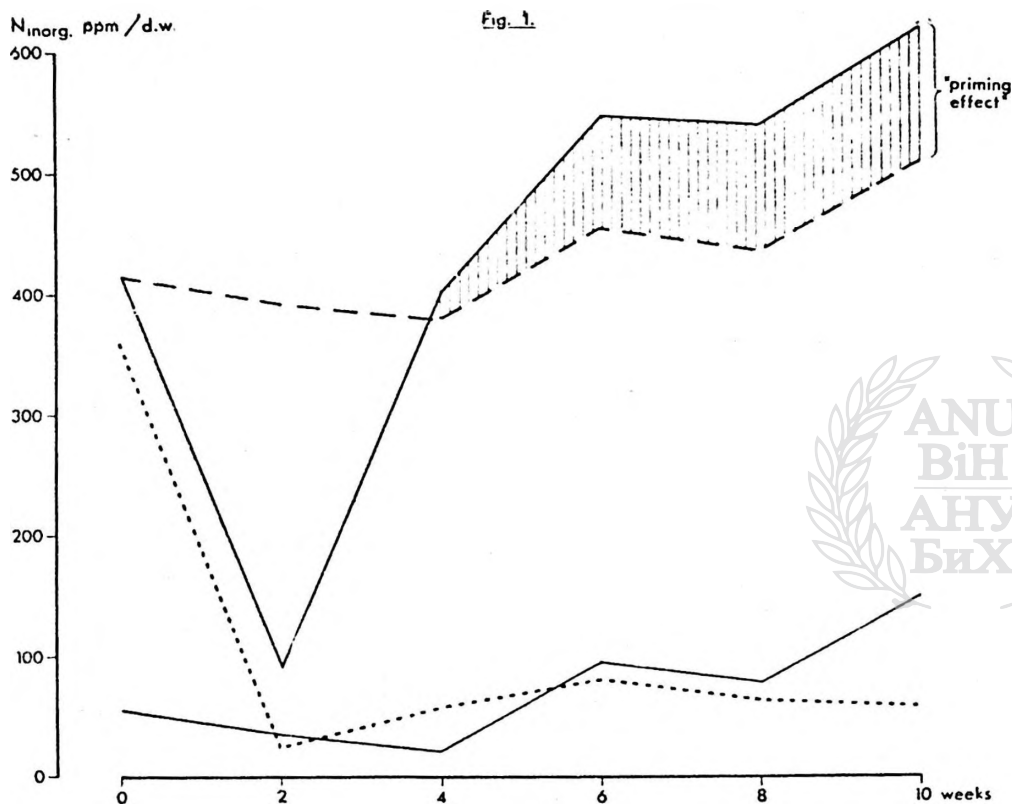


Fig. 1.

Total and labelled inorganic nitrogen in peat samples after incubation and addition of $(NH_4)_2SO_4$ at start. Riksten, layer 0—10 cm.

Ukupni i izotopom obilježeni neorg. azot u uzorcima treseta nakon inkubacije i dodavanja $(NH_4)_2SO_4$ pri startu. Riksten, sloj 0—10 cm.

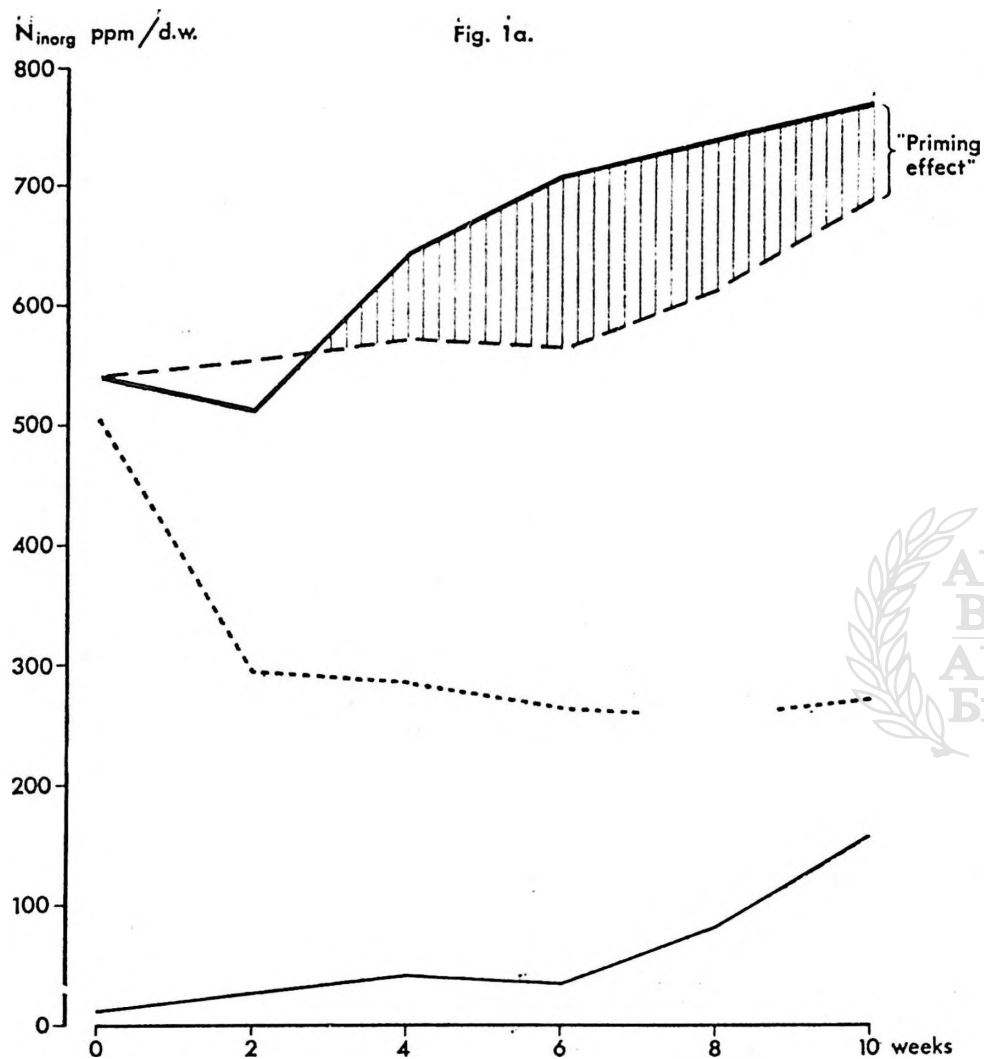


Fig. 1a.

Total and labelled inorganic nitrogen in peat samples after incubation and addition of $Ca(NO_3)_2$ at start. Riksten, layer 0—10 cm.

Ukupni i izotopom obilježeni neorg. azot u uzorcima treseta nakon inkubacije sa dodavanjem $Ca(NO_3)_2$ pri startu. Riksten, sloj 0—10 cm.

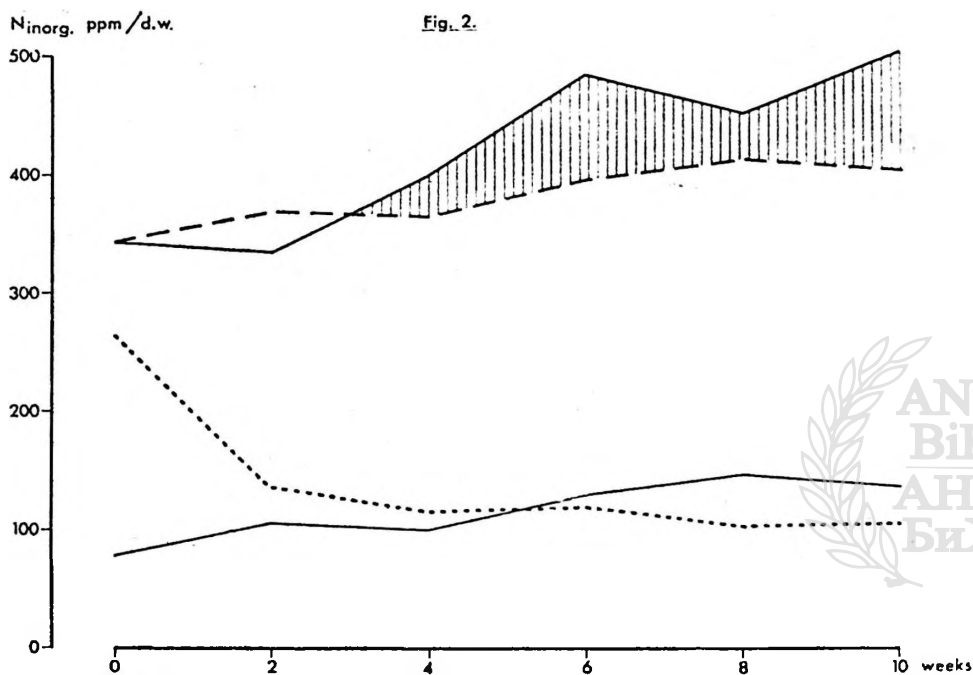


Fig. 2.

Total and labelled inorganic nitrogen in peat samples after incubation and addition of $(NH_4)_2SO_4$ at start. Riksten, layer 11—20 cm.

Ukupni i izotopom obilježeni neorg. azot u uzorcima treseta nakon inkubacije i dodavanja $(NH_4)_2SO_4$ pri startu. Riksten, sloj 11—20 cm.

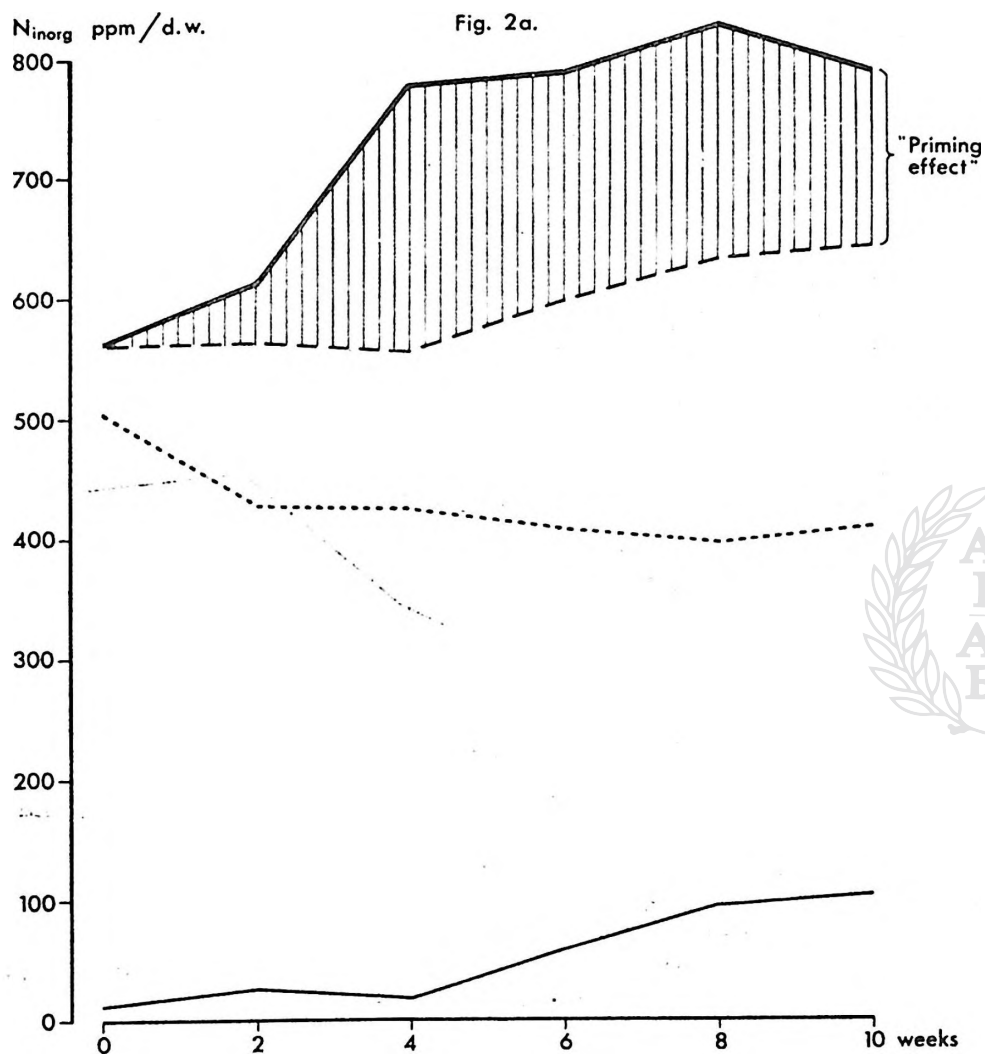


Fig. 2a.

Total and labelled inorganic nitrogen in peat samples after incubation and addition of $Ca(NO_3)_2$ at start. Riksten, layer 11—20 cm.

Ukupni i izotopom obilježeni neorg. azot u uzorcima treseta nakon inkubacije sa dodavanjem $Ca(NO_3)_2$ pri startu. Riksten, sloj 11—20 cm.

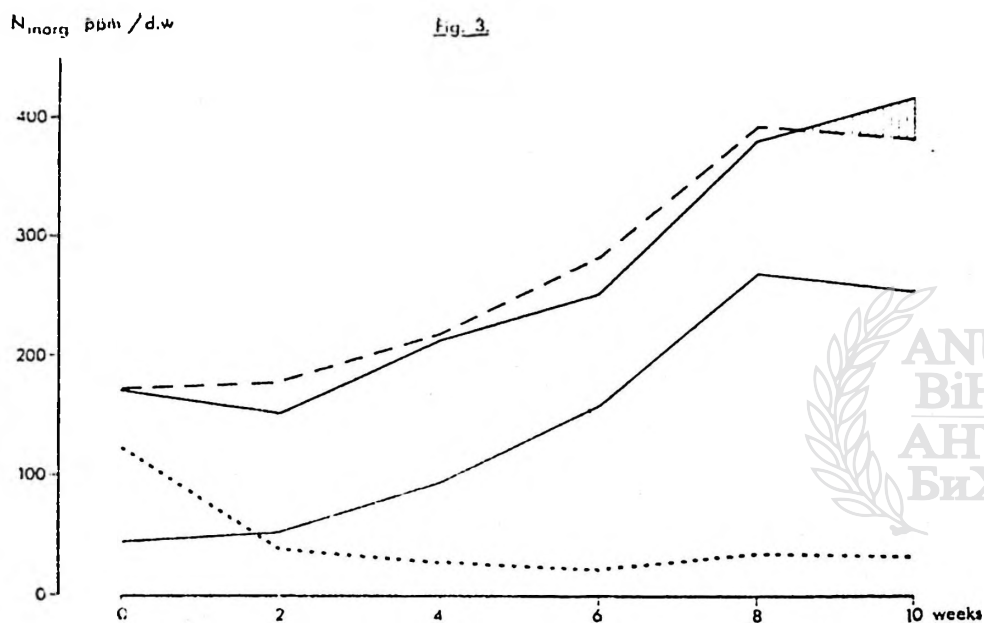


Fig. 3.

Total and labelled inorganic nitrogen in peat samples after incubation and addition of $(NH_4)_2SO_4$ at start. Jägarmossen, layer 0—10 cm.

Ukupni i izotopom obilježeni neorg. azot u uzorcima treseta nakon inkubacije i dodavanja $(NH_4)_2SO_4$ pri startu. Jägarmossen, sloj 0—10 cm.

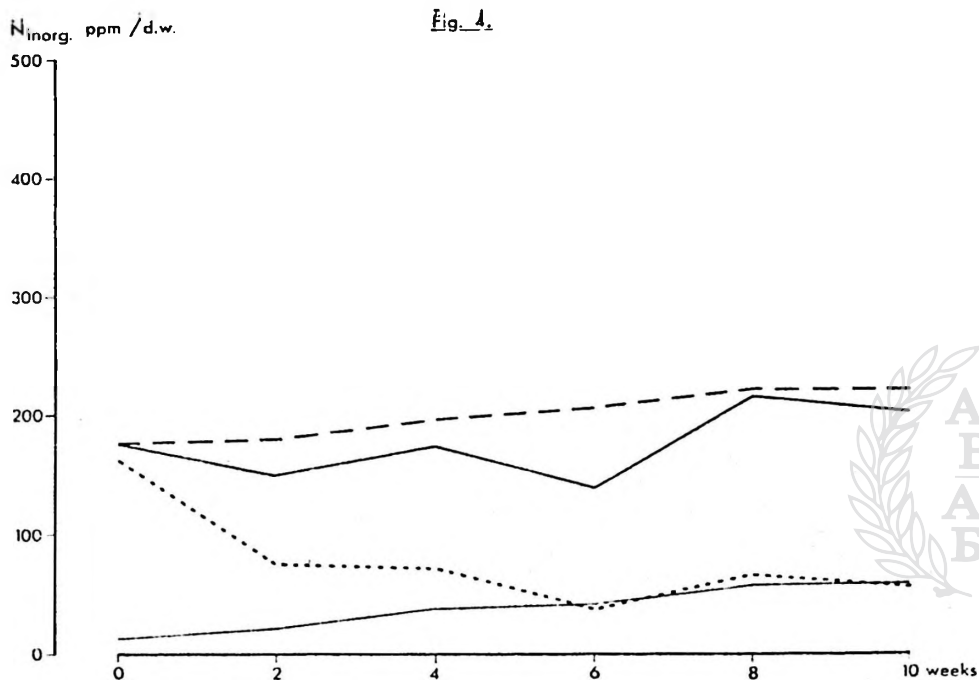


Fig. 4.

Total and labelled inorganic nitrogen in peat samples after incubation and addition of $(NH_4)_2SO_4$ at start. Jägarmossen, layer 11—20 cm.

Ukupni i izotopom obilježeni neorg. azot u uzorcima treseta nakon inkubacije i dodavanja $(NH_4)_2SO_4$ pri sratu Jägarmossen, sloj 11—20 cm.

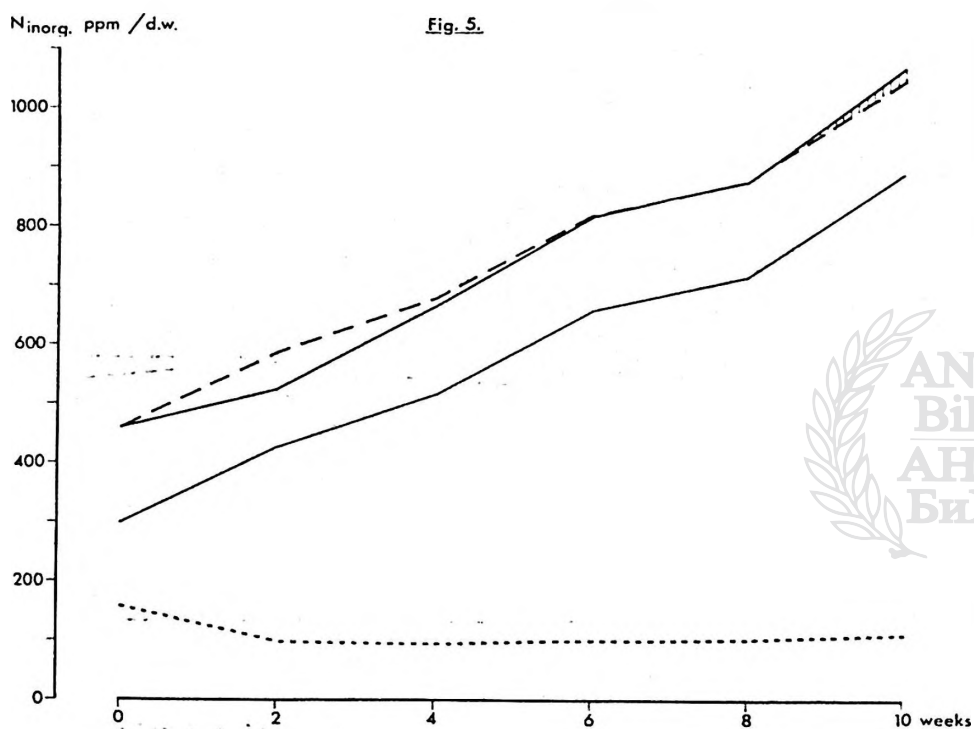
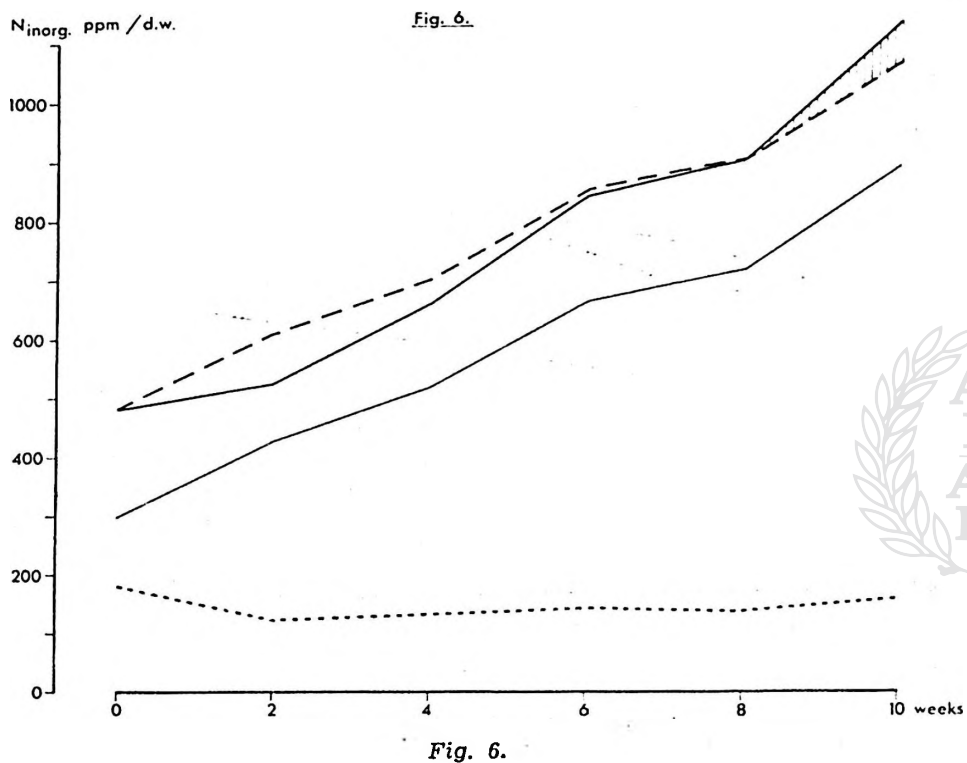


Fig. 5.

Total and labelled inorganic nitrogen in peat samples after incubation and addition of $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ at start. Kilsmo, layer 0—10 cm.

Ukupni i izotopom obilježeni neorg. azot u uzorcima treseta nakon inkubacije i dodavanja $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ pri startu. Kilsmo, sloj 0—10 cm.



Total and labelled inorganic nitrogen in peat samples after incubation and addition of $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ at start. Kilsno, layer 0—10 cm.

Ukupni i izotopom obilježeni neorg. azot u uzorcima treseta nakon inkubacije i dodavanja $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ pri startu. Kilsno, sloj 0—10 cm.

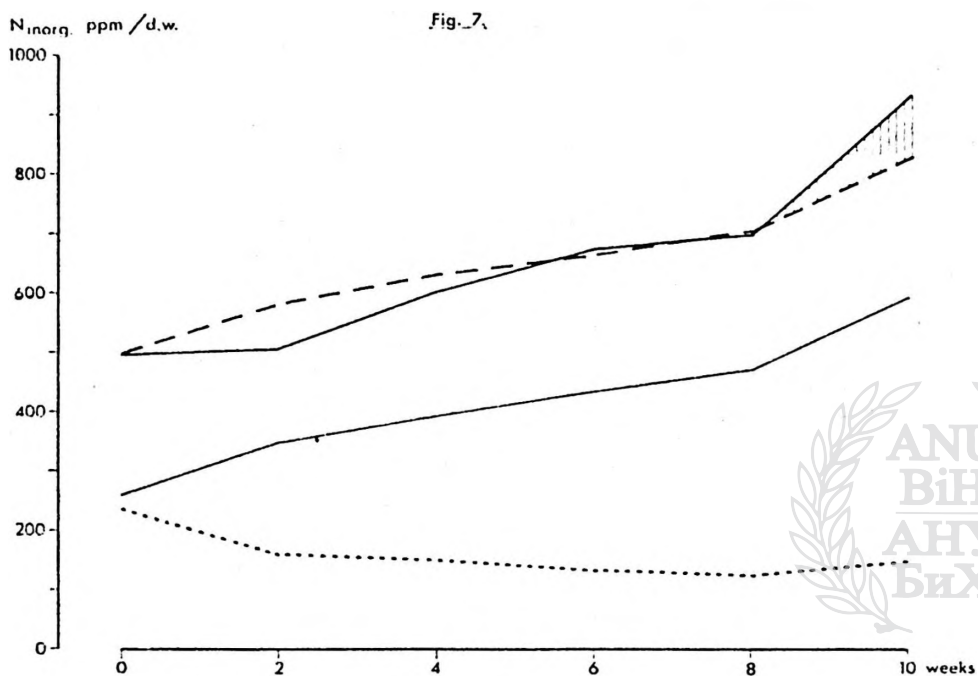


Fig. 7.

Total and labelled inorganic nitrogen in peat samples after incubation and addition of $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ at start. Kilsmo, layer 11—20 cm.

Ukupni i izotopom obilježeni neorg. azot u uzorcima treseta nakon inkubacije i dodavanja $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ pri startu. Kilsmo, sloj 11—20 cm.

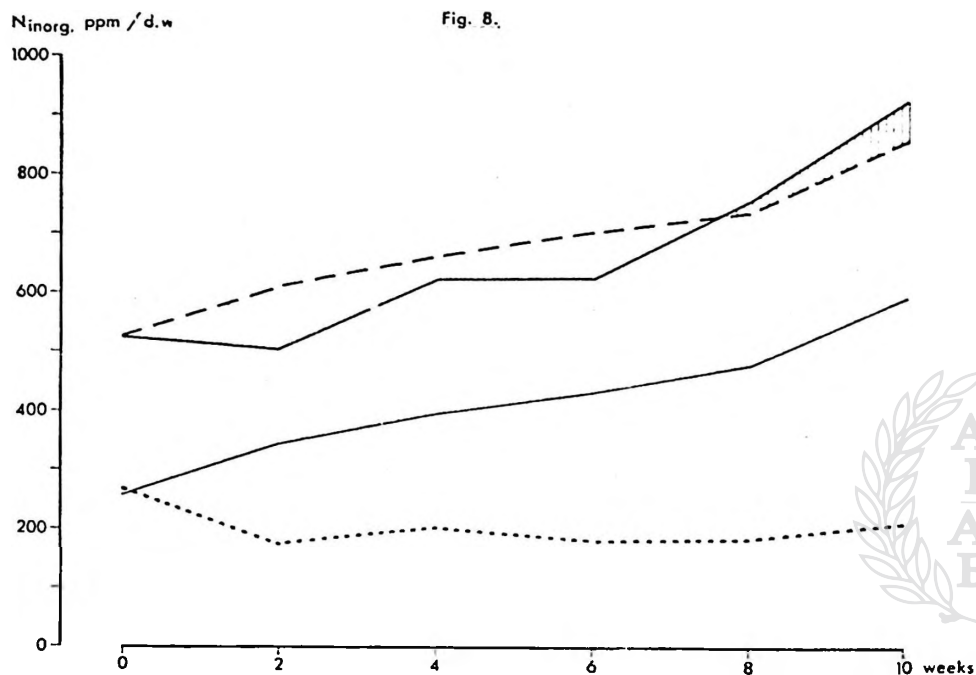


Fig. 8.

Total and labelled inorganic nitrogen in peat samples after incubation and addition of $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ at start. Kilsmo, layer 11—20 cm.

Ukupni i izotopom obilježeni neorg. azot u uzorcima treseta nakon inkubacije i dodavanju $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ pri startu. Kilsmo, sloj 11—20 cm.

LOTI MANUŠEVA*

ORGANSKA MATERIJU U TLIMA POD ŠUMSKOM VEGETACIJOM

U V O D

Iako su se istraživanja humusa u svijetu razvila u velikim razmjerama zbog poznatog njegovog značaja, humusna komponenta ušmsko-planskih tala kod nas manje je poznata. To je i bio razlog da se na Simpozijumu o organskoj materiji u tlu, 1968. god. u Osijeku, ukaže na potrebu intenzivnijeg istraživanja humusa u tlima pod šumskom vegetacijom.

Shvatanje pojma humusa, u užem smislu riječi, kao amorfnе, kompleksne materije tamne boje, koja ravnomjerno protkiva tlo i tijesno je povezana sa mineralnom materijom, ne bi moglo da se primijeni, u svakom slučaju, u šumarskoj pedologiji. Forme sirovog i polusirovog humusa, često prisutne u šumskim tlima, ne bi se mogle, po toj koncepciji, uopšte smatrati humusom.

Teškoće koje inače postoje u razgraničavanju pojma »organska materija« i »humus« postaju u oblasti šumarske pedologije još izraženije. To i dovodi do ekstremno suprotnih shvatanja pojma humusa. Humusom neki naučnici smatraju i prostirku u šumskim tlima (A_{00} , A_{01} , A_{0L} , L), dok se drugi ograničavaju samo na specifičnu humusnu materiju ili samo organomineralne spojeve.

Ima mišljenja, zbog toga, da treba operisati samo terminima definiranih organskih spojeva, a ne njihovim kompleksima. Hemičari humusa bi tako, međutim, pali u grešku da ne tretiraju humus kao kompleks, što on jeste, a tlo kao cjelinu — komponentu biogeocenoze. Jedino je ispravno težiti ka koordinaciji hemije humusa sa biologijom organske materije u tlu, iako je to teško realizirati. Komplikovana priroda samog humusa, kao i proces njegovog obrazovanja nisu dokraja objašnjeni. Tome svakako doprinose i metode istraživanja, kojima se ima štošta prigovoriti. Ova činjenica ne bi trebalo da demoralizuje istraživače te izvanredno interesantne,

* Institut za šumarstvo — Sarajevo.

a, po nekima, i najznačajnije komponente tla u njihovoj upornosti i istrajnosti, jer istraživanja humusa, ipak, stalno napreduju i daju značajne rezultate.

PRAVAC ISTRAŽIVANJA HUMUSA U ŠUMSKIM TLIMA U SVIJETU I KOD NAS

Istraživanja humusa u tlima pod šumskom vegetacijom u svijetu vode se u okviru problematike koju smo spomenuli u uvodu: mehanizam procesa humifikacije, metodologija istraživanja, priroda humusa, međusobna veza organske i mineralne komponente tla, međusobno djelovanje humusa i elemenata šumskih staništa itd. Novija istraživanja u svijetu ukazuju da najagresivnije djeystvo na mineralnu materiju imaju organske materije jednostavnog sastava, a ne fulvokiseline, kao što se do sada mislilo. Ovima se pripisuje mobilizirajuće djeystvo.

Proces humifikacije u šumskim tlima nije do sada, u nas, proučavan. Samo jedan rad tretira specifičnost razlaganja biljnih ostataka u malom broju lokaliteta u prašumama BiH (Manuševa L, Ćirić M, 1969).

Glavni dio istraživanja humusa u šumskim tlima kod nas usmjeren je na sadržaj i prirodu humusa, dok je manji dio obuhvatio vezu organske i mineralne materije, međusobni odnos humusa i elemenata šumskih staništa, te humusa i proizvodne vrijednosti tla. Prilično se istražuje kod nas treset, sa više aspekata. Dio tih istraživanja odnosi se na šumsko planinsko područje (grupa autora, 1966; Jakšić V, 1960; Bogdanović M. et al., 1968; Tešić et al., 1966; Gigo v, 1972).

Sadržaj i priroda humusa

Metode za određivanje količine humusa u šumskim tlima ne razlikuju se od onih koje se primjenjuju u poljoprivrednoj pedologiji. Za određivanje organske materije u pothorizontima sirovog humusa primjenjuje se metoda spaljivanja uzoraka tla na 600 °C do konstantne težine. Sve se više rezultati izražavaju u procentima ugljika, a ne humusa, jer se uobičajeni faktor 1,724 za prevođenje količine ugljika u humus pokazao netačnim, naročito za šumska tla. Ušlo je u praksu, takođe, da se količina humusa ne prikazuje samo u relativnim nego i u apsolutnim vrijednostima na jedinicu površine u pojedinim horizontima ili na određenu dubinu.

Raspolažemo podacima o količini humusa praktički za sve tipove tala pod šumskom vegetacijom u Jugoslaviji, a oni se mogu naći u mnogobrojnim publiciranim radovima.

Priroda humusa u šumskim tlima Jugoslavije tretirana je sa više aspekata: sastav specifične humusne materije, sastav nespecifične humusne materije, karakteristike humusnih formi.

Grupni i frakcioni sastav specifične humusne materije proučavan je u šumskim tlima po metodama Tjurina, Ponomarjove, Kononove i Belčikove, Duchaufour — Jacquina, Aleksandrove, Bascomba, Zanelli. Sastav sirovog humusa i humusa u tresetu određivan je po metodi Ponomarjove

i Nikolajeve. Gotovo su svi tipovi tala pod šumama u Jugoslaviji poznati u pogledu sastava i kvalitete specifične humusne materije, ali ispitivanja nisu uvijek sistematska, niti su uvijek vršena na velikom broju uzoraka, tako da rezultati nisu statistički obrađivani i uvijek apsolutno pouzdani.

Humus u podzolu iz Topuskog u SPH (Škorić A, Racz Z, 1962; Racz Z. et al., 1965) odlikuje se visokom topljivošću, sa prevagom huminskih kiselina u A_0A_1 , a gotovo jednakom količinom huminskih i fulvokiselina u B-horizontu. Podzol u smrekovim šumama u Hrvatskoj (Martinović J, 1970) odlikuje se, takode, velikom topljivošću humusa, ali i prevagom fulvokiselina nad huminskim. Sličnih je osobina humus u podzolu pod asocijacijama Luzulo-Fagetum myrtiletosum i Abieti picetum silicicolum u dva lokaliteta u Bosni (Manuševa L, 1970).

Humus smeđe podzolastih tala pod različitim šumskim asocijacijama u Srbiji (Jović N. 1966; Antić M. et al., 1972) karakteriše preovlađivanje fulvokiselina nad huminskim i nevelika rastvorljivost. Utvrđeno je da alternaciju kiselo-smedih tala pod asocijacijom Fagetum montanum sa smeđe podzolastim pod subasocijacijom luzuletosum prati promjena grupnofrakcionog sastava humusa, a odražava se i u dinamici organomineralnog kompleksa.

Nerastvorljivi ostatak humusa u parapodzolima pod šumskom vegetacijom zapadne Srbije relativno je mali (Aleksić Ž, 1965), a odnos huminskih i fulvokiselina vrlo uzak (0,5). Mnogo je manje rastvorljiv humus u jednom profilu maksimirskog parapodzola (Škorić A. et al., 1962), dok je odnos između huminskih i fulvokiselina i ovdje uzak.

Humus u kiselo-smeđem tlu pod šumskom vegetacijom istraživao je na ograničenim površinama i u relativno malom broju profila u Hrvatskoj (Škorić A. et al., 1962, 1965) i Srbiji Antić M. et al., 1972; Pavličević N. et al., 1970). Ta su istraživanja ukazala na vrlo uzak odnos između huminskih i fulvokiselina, te na dominaciju slobodne frakcije među huminskim kiselinama.

Istraživanjima humusa u kiselo-smeđem tlu na različitim silikatnim supstratima pod šumom hrasta, bukve i bukve, jele i smrče obuhvaćena je gotovo cijela Bosna, a rezultati su statistički obrađeni, tako da su pouzdani i reprezentativni (Vukorep I, 1966; Manuševa L, 1972). Količina »humina«, tj. nerastvorljivog dijela humusa u kiselo-smeđem tlu pod hrastovim zajednicama kreću se u prosjeku od 35—50%, dok je taj procenat viši u istom tipu tla u šumama bukve i bukve, jele i smrče. Valja napomenuti da ekstrakcija humusa nije vršena istim ekstrakcionim sredstvom. U humusno akumulativnom horizontu kiselo-smeđeg tla konstatovane su približno jednake količine huminskih i fulvokiselina, dok u (B)-horizontu fulvokiseline preovlađuju.

Sastav humusa u srbijanskim gajnjačama pod šumskom vegetacijom dosta varira (Živković M. 1968; Bogdanović et al., 1968). Ispitivanja smedih tala u istočnoj Bosni na neutralnim i bazičnim varijantama andezita u zajednicama Quercetum montanum, Carpinetum orientalis, Querceto carpinetum ukazuju na sličnost sa srbijanskim gajnjačama, pored ostalog, i u sastavu humusa (Manuševa L, 1971).

Detaljno je proučen humus u seriji tala na ultrabazičnoj stijeni peridotitu pod šumama crnog bora u centralnoj Bosni (Manuševa L. et al., 1971, 72, 73; Manuševa L, Radulović V, Vukorep I. 1972).

Bazični sirovi humus, prisutan u ovim tlima, odlikuje se vrlo niskom topljivošću zbog obrazovanja organomineralnog kompleksa (tlo bogato bazama) i zbog bogatstva ligninom, koji se Na-pirofosfatom ne razlaže. Fulvokiseline preovlađuju nad huminskim kiselinama ili se javljaju u jednakim količinama, za razliku od klasičnog kiselog sirovog humusa.

Serijska tala na krečnjaku pod šumskom vegetacijom ispitivana je u pogledu sastava humusa u manjoj ili većoj mjeri u Srbiji (Bogdanović M, 1962; Jović N, 1969), Hrvatskoj (Martinović J, 1970), Crnoj Gori (Pavičević N, 1971) i Bosni (Manuševa, 1967, 1970). U seriji tala na krečnjaku pod munikom humus ima sirov karakter u nerazvijenim stadijima. Odnos između huminskih i fulvokiselina u svim regionima ispitivanja jednak je jedinici ili je blizu jedan u humusno akumulativnom horizontu, ali se po dubini profila sužava zbog iluvijacije fulvokiselina. Gotovo redovito je humus niske topljivosti zbog mehaničkog, mineraloškog i hemijskog sastava tih tala.

Sastav humusa jugoslovenskih crvenica proučavan je u Hrvatskoj (Škorić A. et al., 1962; Bogdanović et al., 1963), Makedoniji (Altarac—Manuševa, 1964), Srbiji (Filipović et al., 1967), Crnoj Gori i Hercegovini (Bogdanović M. et al., 1968). Glavna karakteristika humusa u crvenicama svih područja rasprostranjenja je preovlađivanje fulvo nad huminskim kiselinama, dominacija frakcije slobodnih humusnih kiselina i relativno mala količina nerastvorljivog ostatka, humina.

Vrlo je detaljno proučen sastav humusa u humusno silikatnom tlu Srbije (Stojanović, 1965). Kvaliteta humusa varira u skladu sa razlikama u matičnom supstratu (neutralne, bazične i kisele stijene).

Sastav nespecifične humusne materije u humusu šumskih tala počeo se kod nas ispitivati tek u najnovije vrijeme. Postoje podaci o tim materijama u humusu serije tala na peridoditu u crnoborovim šumama centralne Bosne (Manuševa L. et al., 1972). U horizontu bazičnog sirovog i polusirovog humusa konstatovana je velika količina smole i naročito lignina, te metoksilne grupe. Budući da je nerastvorljiv u Na-pirofosfatu i pri sulfatocetolizi, ulazi lignin u sastav humina, što dokazuje i pozitivna korelacija između lignina i stepena huminifikacije. Nepovoljan C/N odnos, te velika zastupljenost lignina i smole doprinose djelovanju kserotermne pedoklime na usporavanje mikrobiološke aktivnosti. Dominacija gljivica među mikroorganizmima uslovljava kiselu reakciju u horizontu sirovog humusa i pored bogatstva bazama matičnog supstrata, tla i prostirke. Tzv. bazični sirovi humus konstatovao je Čirić u Bosni i na drugim, bazama bogatim, supstratima.

U šumskim tlima BiH proučavana je jedna forma sirovog humusa (Manuševa et al., 1969) karakteristična za prašume, ali i za privredne šume prašumskog tipa. Ova forma sirovog humusa razlikuje se od uobičajene forme sirovog humusa nastalog iz prostirke. Izvorni materijal za obrazovanje humusa u prašumama predstavlja, pored ostalog, i masa čitavih izvaljenih stabala, koja, zbog svoje količine i zbog svog hemijskog sastava, podliježe drugačijem toku transformacije nego prostirka u privrednim šumama. Zbog toga postoji razlika u morfologiji, hemijskom sastavu i međusobnom uticaju sa mineralnim dijelom tla. Predloženo je da se ova forma sirovog humusa izdvoji kao podtip »ligno-humus«.

Veza organske i mineralne materije

Ispitivanja organomineralnog kompleksa u tlima Jugoslavije, uključujući i šumska tla, nalaze se na samom početku.

Već su pomenuta proučavanja u pojasu brdske bukove šume Mojkovca u Srbiji (A n t i ć M. et al., 1972), koja su ukazala na mogućnost diferenciranja kiselo-smeđeg tla od smeđe podzolastog na bazi odnosa seskvioksida i fulvokiselina. Uzak odnos (1—2) opredjeljuje tlo u smeđe podzolato, a ako taj odnos iznosi više od dva, radi se o kiselo-smeđem tlu.

Proučavani su aluminij i željezo, organski vezani, u većem broju profila kiselo-smeđih tala na rožnjaku, željezovitom pješčaru i filitu u šumama bukve, te bukve, jele i smrče u Bosni (M a n u š e v a, 1972). Utvrđeno je primjenom statističke obrade da nema značajnih razlika u količinama organski vezanog aluminijuma između pojedinih varijanata, niti između A₁ i (B) horizonta, dok su te razlike u količinama organski vezanog željeza značajne. Ti su podaci pokazali odsustvo procesa migracije u profilima kiselo-smeđeg tla na željezovitom pješčaru i filitu, odnosno njihovo prisustvo u varijanti na rožnjaku. Molarni Al/Fe odnos i $\frac{\text{Al} + \text{Fe}}{\text{fulv. kis.}}$ odnos

ukazali su na slabiju izraženost (B)-horizonta u varijanti na željezovitom pješčaru, a veću izraženost i čak prelaz u B-horizont u varijantama na rožnjaku i filitu. Značaj ovih istraživanja je u iznalaženju mogućnosti da se, na bazi organski vezanih seskvioksida, te izračunatih odnosa, vrši diferencijacija tipova tala na niže sistematske jedinice i kada nema vidljivih morfoloških razlika između njih.

Ispitivane su, takođe, količine organski vezanog aluminijuma i željeza u tipovima tala na peridotitu u šumama crnog bora centralne Bosne (M a n u š e v a L. et al., 1971, 72, 73). Statistički je utvrđena mala i prilično homogena količina organski vezanog aluminijuma u sva tri ispitivana tipa tla (eutrični kambisol, eutrični ranker, eutrični silikatni koluvijalni nanos) i po horizontima. Konstatovana je velika količina organski vezanog željeza, i to najviše u humusno akumulativnom horizontu.

Odnos humusa i elemenata staništa

Postoji više radova iz oblasti šumarske pedologije kod nas koji tretiraju međusobni odnos količine i svojstava humusa, s jedne strane, i uslova staništa, s druge strane.

Vrlo su interesantna istraživanja zavisnosti stepena humizacije od stanišnih uslova u šumskim tlima na karstu zapadne Hrvatske (M a r t i n o v i ć J, 1972). Tretirani su tipovi tala na čistim krečnjacima pod šumama bukve i bukve i jele, a od stanišnih uslova: pedološki, reljefski i sastojinski faktori. Primjenom statističkih metoda viševarijantne regresijske analize i faktorske analize utvrđena je značajna zavisnost količine humusa, dubine humusno akumulativnog horizonta i kvaliteta humusa od pomenutih faktora.

Isti je autor (M a r t i n o v i ć, 1970) u smrekovim šumama Hrvatske utvrdio uticaj tipske fiziografije profila i pojedinih fitocenoza na bilans humusa i njegov sastav. Proučavajući promjenu plodnosti tla pod utica-

jem šumskog drveća (Martino vić, 1969) u nekim lokalitetima u Hrvatskoj, utvrdio je Martino vić da je sadržaj humusa u jednakim ostalim uslovima veći u šumi bukve nego u šumi američkog borovca, veći pod smrekovom šumom nego pod šumom evropskog ariša.

J o v i ć (1969) ustanovio je već pomenutim ispitivanjima da je razvojnaja stadija serije tala na krečnjaku pod munikom u Srbiji u tijesnoj vezi sa formom humusa.

Ispitivanjem humusa u kiselo-smeđem tlu na filitu pod hrastom sa različitom prizemnom vegetacijom u BiH (V u k o r e p, 1966) utvrđeno je da pojedine subasocijacije ne utiču značajno na sadržaj humusa, nego na njegovu kvalitetu (C/N odnos) i sastav.

M a n u š e v a je (1970), ispitujući podzol i seriju tala na krečnjaku pod šumom bukve i bukve, jele i smrče u četiri lokaliteta u Bosni, konstatovala značajan uticaj matičnog supstrata, tipa i osobina tla na količinu i kvalitetu humusa, kao i njegov sastav. Vegetacija je uticala značajno na količinu ugljika i azota, dok njen uticaj na grupni i frakcioni sastav humusa nije značajan u području ispitivanja.

U toku su istraživanja uticaja stanišnih faktora i sezonskih promjena u toku godine na količinu humusa u pojedinim lokalitetima Nacionalnog parka »Sutjeska«. Prethodna ispitivanja pokazuju da su količina azota i organskog ugljika, kao i njihovo prostorno variranje prvenstveno uslovljeni tipom tla i matičnim supstratom, manje tipom šumske vegetacije. Ova su istraživanja u toku, te nije utvrđeno da li su postojeće razlike značajne.

Odnos humusa i proizvodnih vrijednosti tala pod šumskom vegetacijom

Iako su mnogobrojni rezultati pedoloških istraživanja u poljoprivredi ukazali da je humus značajan faktor plodnosti tla, istraživanja odnosa humusa i proizvodnih vrijednosti šumskih tala su tek počela.

Utvrđena je značajna zavisnost proizvodne vrijednosti crnoborovih šuma na peridotitu u centralnoj Bosni od dubine humusno akumulativnog horizonta, količine humusa i azota (M a n u š e v a et al., 1972) uz primjenu korelacionih analiza.

Sličnim su istraživanjima obuhvaćena i kiselo-smeđa tla na tri sili- katna supstrata (rožnjak, željezoviti pješčar, filit) pod šumom bukve, te bukve, jele i smrče u SRBiH (M a n u š e v a, 1972). Utvrđeno je metodom jednostavne korelacije da se bonitet poboljšava, a tekući prirast raste sa porastom procenta ugljika i azota pod šumom bukve na sva tri ispitivana supstrata, uz različit koeficijent korelacije. U šumi bukve, jele i smrče nisu utvrđene značajne korelacije između ispitivanih osobina tla i taksacionih elemenata primjenom metode jednostavne korelacije i uz relativno mali broj istraživanja.

Forme azota u šumskim tlima

S obzirom da je preko 90% ukupnog azota u tlu u organskoj formi, osvrnućemo se na istraživanja ovog elementa i njegovih frakcija kod nas.

Za gotovo sve tipove tala pod šumskom vegetacijom postoje podaci o količinama ukupnog azota, te ih u ovom referatu ne navodimo.

U našoj literaturi postoje podaci o frakcijama azota u nekoliko tipova tala u Srbiji (Jelenić Đ. et al., 1968, 1968,^a 1968^b; Aldag et al., 1972) koja nisu pod šumskom vegetacijom.

Jelenić et al. (1972) konstatovao je u gajnjačama u Srbiji, za koje je pretpostavljano da su pod šumom, malo ukupnog azota, malo zamjenljivog, amonijačnog i nitratno-nitritnog azota, opadanje njegove količine sa dubinom, dok se sadržaj fiksiranog azota sa dubinom povećava.

Istraživanjima ukupnog azota i njegovih frakcija obuhvaćena su tla na peridotitu u sastojinama crnog bora u centralnoj Bosni (Manušević et al., 1971, 72, 73). Utvrđena je vrlo mala količina izmjenljivog amonijakalnog i nitrarnog azota 1—2% od N₂). Izrazito veći dio otpada na amonijakalni izmjenljivi azot, što ukazuje na preovlađivanje procesa amonifikacije u ispitivanim tlima. Utvrđena je vrlo mala količina hidrolizirajućeg azota, tj. veliki dio se nalazi u formi heterocikličnih azotnih spojeva. Utvrđene količine pojedinih formi azota u skladu su sa pomenutom niskom topljivošću humusa i velikom količinom lignina u ispitivanom bazičnom sirovom ili polusirovom humusu.

PROBLEMATIKA DALJIH ISTRAŽIVANJA HUMUSA U ŠUMSKIM TLIMA JUGOSLAVIJE

Nema sumnje da su u oblasti proučavanja humusa u šumskim tlima, s obzirom na njihovu mladost, postignuti dobri rezultati. Ispitivanja nisu, međutim, sa svih aspekata jednako potpuna i sistematična.

Za upoznavanje humusa u šumskim tlima, naročito sa praktične tačke gledišta, veliku pažnju treba posvetiti proučavanju njegove makromorfologije na terenu. Babel je (1969. i 1971) dokazao da humusno morfološke oznake mogu ukazivati na tip šumskog staništa, tj. da postoji odnos između morfologije humusnog profila i sastava, te produktivnosti vegetacije.

Važno bi bilo u većoj mjeri razviti i primijeniti mikromorfologiju humusa u šumskim tlima, koja je do sada kod nas primijenjena samo u jednom radu (Kalan J., 1968).

Sa aspekta količine i prirode humusa istraživanja su najpotpunija, te ih treba nastaviti tamo gdje, u tom pogledu, šumska tla nisu dovoljno poznata. Interesantno bi bilo masovnije pratiti sezonske promjene količine i sastava humusa u šumskim tlima.

Posebnu bi pažnju trebalo posvetiti kvaliteti organske materije u šumskoj prostirci, kao glavnom izvornom materijalu za obrazovanje humusa u šumskim tlima.

Proces humifikacije u pojedinim njegovim fazama nije proučavan u šumskim tlima Jugoslavije. Na ovom Simpozijumu je saopšten rad iz te oblasti (Škorić, 1973) i on predstavlja početak takvih istraživanja kod nas. Pristup takvim ispitivanjima trebalo bi da bude biohemijski, uz tijesnu saradnju pedohemičara i pedobiologa. Ovim bi proučavanjem mnogo doprinijela primjena savremenih metoda sa radioizotopima, ali su naše mogućnosti u tom pogledu, na žalost, vrlo ograničene.

Proučavanja veze organske sa mineralnom materijom važno bi bilo proširiti i razviti zbog velikog značaja organomineralnog kompleksa za evoluciju tla, njegova hemijska i naročito fizička svojstva.

S obzirom da se iz malobrojnih početnih ispitivanja moglo zaključiti o uticaju humusa na proizvodnu vrijednost šumskih tala, posebnu pažnju treba posvetiti tim proučavanjima.

Raspolaže se sa dosta podataka o humusnim materijama, prvenstveno iz treseta, kao biološkim aktivatorima i faktorima ishrane bilja u poljoprivredi, na čemu se bazira i dještvo organskih đubriva. Značajno bi bilo da se ta istraživanja primijene i u šumarstvu, naročito u šumskim rasadnicima i mladim kulturama.

Ništa se nije dosada radilo na proučavanju organske materije u rastvoru tla. Poznavanje organske i mineralne materije lizimetrijskih voda u šumskim tlima posebno je važno zbog vrlo aktivnih, u vodi topljivih, produkata razlaganja šumske prostirke.

S obzirom na nesavršenost metoda ekstrakcije humusa, potrebno je i dalje provjeravati i usavršavati metode istraživanja organske materije u tlu, vodeći računa o specifičnosti humusa i njegovog obrazovanja u šumskim tlima. Iz inostrane literature se saznaje o perspektivnosti kalijum-pirofosfata kao sredstva za ekstrakciju humusa i organski vezanih seskvioksida zbog malo aktivnog kalijuma u njemu. Potrebno bi bilo i u našim istraživanjima zamijeniti do sada upotrebljavani Na-pirofosfat K-pirofosfatom.

I dalje je aktuelan zaključak sa Savjetovanja o organskoj materiji u Osijeku 1968. god. o potrebi velikog broja uzoraka za proučavanje humusa i matematsko statističke obrade rezultata istraživanja radi određene tačnosti i signifikantnosti. Ovaj zaključak ima posebnu važnost pri tretiranju humusa u šumskim tlima. Organska materija u šumskim tlima nalazi se u različitim fazama transformacije, što uslovljava variranje količine i kvalitete humusa. Variranju doprinosi i nehomogenost izvornog materijala za obrazovanje humusa u šumama, koja nije tipična za tla pod poljoprivrednom vegetacijom.

MANUŠEVA L.

THE ORGANIC MATTER IN SOILS UNDER FOREST VEGETATION

SUMMARY

The soil humus is not uniform, clearly defined matter, but a complex of organic and anorganic matters. The investigations of soil humus should be, therefore, performed in a close coordination of humus chemistry and humus biology, what is not easy to realise.

The humus investigation in forest soils of our country refers to humus content and humus nature, to organo-mineral compounds, to humus and site elements relation, to humus and soil productivity relation and to nitrogen forms.

These investigations are relatively young and not always entire and systematic. In further investigations of humus in forest soils it should be paid attention to humus macromorphology and micromorphology.

As the humus content and nature in forest soils are rather known, it would be interesting to investigate their seasonal changes. Special attention should be paid to quality of forest litter, as the origin material for humus formation. The humification processes in our forest soils are not known enough. The admittance to these investigations should be biochemical.

The organo-mineral complex investigations should be further developed, because of his importance for soil evolution and for chemical and physical soil properties.

Nothing is done in investigation of organic matter in soil solution. The knowing of organic and mineral matters in lisimetric waters is very important for forest soils because of active, water soluble products of decomposition of forest litter.

The necessity of great number of samples in humus investigations and of statistical treatment of results, is pointed out specially for forest soils. The organic matter in forest soils founds in different phases of transformation, what is the reason of a great variation of humus content and quality. The variation is caused also, by nonhomogeneity of origin material for humus formation in forest soils.

LITERATURA

- Aldag R., Stojanović S. (1972): Aminokiseline i aminošećeri u zemljišnim hidrolizatima nekih tipičnih zemljišta Srbije, IV kongres JDPZ, Beograd.
- Aleksić Ž. (1965): Sastav i promjene humusa u parapodzolima Srbije. Doktorska disertacija. Arhiv za polj. nauke, god. XVII, sv. 56.
- Altarac-Manuševa L. (1964): Sastav humusa smonica i nekih drugih makedonskih tala. Arhiv za polj. nauke, god. XVII, sv. 56, Beograd.
- Antić M., Avdalović V. (1968): Sastav humusa gvoždevitog podzola i njegovih prethodnih evolucionih faza na sericitnim kvarcitima, pod subasocijacijom Abieto Fagetum myrtilletosum, varijetet luzulosum na Goču. Savjetovanje o organskoj materiji, Osijek.
- Antić M., Avdalović V., Jović N. (1972): Kiselo smeda i smeda podzolasta tla Mojkovca i njihova genetska povezanost. IV kongres JDPZ, Beograd.
- Babel U., Straub R. (1969): Beziehungen makromorphologischer Merkmale von Humusprofilen zu der Behandlung und zur Vegetation von Kahlschlag — Flächen. Göttinger Bodenkundliche Berichte 9.
- Babel U. (1971): Gliederung und Beschreibung des Humusprofils in Mitteleuropäischen Wäldern. Geoderma, vol. 5, № 4.

- Bogdanović M. (1955, 1962): Odlike humusa u glavnim tipovima zemljišta NR Srbije. Doktorska disertacija. Zbornik radova Polj. fak. u Zemunu, sv. 335.
- Bogdanović M. (1962): Sastav humusa crvenkasto rudih šumskih zemljišta obrazovanih na krečnjacima brdovitog i planinskog dela Srbije. Arhiv za polj. nauke, god. XII, sv. 47.
- Bogdanović M., Stojanović S. (1963): Prilog poznavanju sastava humusa naših crvenica (Terra rossa). Zemlj. i biljka, Vol. XVII, No 1.
- Bogdanović M et al, (1968): Prilog poznavanju sastava i prirode humusa černoza, smonice i gajnjače. U štampi u Zborniku radova Polj. fak. u Zemunu.
- Bogdanović M., Stojanović S. (1968): Sastav organske materije tresetnih zemljišta u okolini Kraljeva i u području Kopaonika. Agrohemija, No 9—10, Beograd.
- Filipović Đ., Antonović G. (1967): Prilog poznavanju terra rossae (crvenice) istočne Srbije. Arhiv za polj. nauke, sv. 68.
- Jakšić V. (1960): Puferizacioni kapacitet tresetnih tala u Bosni i Hercegovini, Sarajevo (Doktorska disertacija).
- Gigov te al. (1972): Tresava čeltes u Pirotskom polju. Zemljište i biljka, No 2.
- Grupa autora (1968): Geneza i osobine treseta Livanjskog polja (Ždralovac) i tehnologija i ekonomika tresetnih dubriva. Institut za šumarstvo i drvenu industriju, Beograd.
- Jelenić Đ., Aleksić Ž., Jakovljević M. (1968): Neizmenljivi amonijačni azot i kapacitet fiksacije NH_4 jona u parapodzolu, gajnjači i černozeu. Agrohemija 1—2.
- Jelenić Đ., Aleksić Ž., Megušar F., Jakovljević M. (1968): Intenzitet mineralizacije azota i sadržaj pristupačnih oblika mineralnog azota u zavisnosti od količine ukupnog N u nekim zemljištima Jugoslavije. Agrohemija 1—2.
- Jelenić Đ., Petrović M., Jakovljević M. (1968): Ukupni hidrolizujući azot i njegove pojedine frakcije u pseudoglej zemljištima raznih lokaliteta u Jugoslaviji. Agrohemija 1—2.
- Jelenić Đ., Petrović M., Momirović M. i Jakovljević M. (1972): Oblici azota u nekim gajnjačama. IV kongres JDZPZ, Beograd.
- Jelenić Đ., Petrović M. i Momirović M. (1972): Pojedini oblici azota u smonicama. IV kongres JDZPZ, Beograd.
- Jović N. (1969): Karakter i grupno frakcioni sastav humusa genetičko evolucione serije zemljišta na krečnjaku pod munikom. Zemljište i biljka, Vol. 18, No 1—3, Beograd.
- Jović N. (1969): Karakter i grupno frakcioni sastav humusa genetičko evolucione serije zemljišta na krečnjaku pod munikom. Zemljište i biljka, Vol. 18, No 1—3, Beograd.
- Kalan J. (1968): Mikromorfološke lastnosti nekaterih oblika gozdenoga humusa. Seminar o primeni mikromorfologije u pedološkim istraživanjima, Ljubljana.
- Manuševa L., Ćirić M. (1969): O specifičnosti humusa u prašumskim zemljištima BiH. Zemljište i biljka, Vol. 18, № 1—3, Beograd.
- Manuševa L. (1967): Sastav humusa u serijama tala na krečnjaku. Zemlj. i biljka, Vol. XVI, № 2.

- Manuševa L. (1970): Različka v nekatoryh svojstvah gumusova gorizonta pod vpljanjem materinskoj parodi i sastava lesnih fitocenzov. Počvo-vedenie, № 6, Moskva.
- Manuševa L. (1971): Zemljišta na andezitu, andezito dacitu i dacitu istočne Bosne. Arhiv za poljoprivredne nauke, sv. 84, god. XXIV, Beograd.
- Manuševa L. (1972): Uticaj kvaliteta humusa na obrazovanje i proizvodnu vrijednost šumskih zemljišta u BiH. Institut za šumarstvo u Sarajevu (rukopis).
- Manuševa L., Radulović V., Vukorep I. (1972): Nekatorye hemičeskie i biologičeskie svojstva asnavatel'nogo grubogo gumusa. 10. med. kongres pedologa (u štampi).
- Manuševa L., Vukorep I. (1971, 72, 73): Istraživanje plodnosti osnove za primjenu mineralnih đubriva i problema organske materije u šumskom zemljištu. Institut za šumarstvo Sarajevo (rukopis).
- Manuševa L., Stojanović O., Vukorep I. (1972): Zavisnost proizvodne vrijednosti crnoborovih šuma na periditetu od nekih osobina zemljišta. IV kongres JDZP, Beograd.
- Manuševa L. (1971, 1972): Biogeocenoze planina oko rijeke Sutjeske. Biološki institut u Sarajevu (rukopis).
- Martinović J. (1969): Prilog poznavanju promjena plodnosti tla pod uticajem šumskog drveća. Sum. list, 7—8, Zagreb.
- Martinović J. (1970): Neke karakteristike organske materije tala u smrekovim šumama Hrvatske. Sum. list, № 11—12, Zagreb.
- Martinović J. (1972): Zavisnost stepena humizacije od stanišnih uslova u šumskim tlima na karstu zapadne Hrvatske — Zagreb (doktorska disertacija).
- Pavićević N., Tančić N. (1970): Smede šumsko zemljište u slivu Lima i sastav humusa u njemu. Arhiv za poljoprivredne nauke, sv. 82, god. XXIII, Beograd.
- Pavićević N. (1971): Rudo zemljište na karstu Crne Gore i njegova genetička veza sa rendzinom, Terra fusca i crvenicom, Arhiv za polj. nauke, god. XXIIV, sv. 85, Beograd.
- Racz Z., Škorić A. (1965): Prilog poznavanju sastava humusa naših tala. Zemlj. i biljka, Vol. XIV, № 1.
- Stojanović S. (1935): Karakteristike humusnih komponenata humusnih silikata (Ranker) zemljišta. Doktorska disertacija (manuskript).
- Škorić A., Racz Z. (1932): Istraživanja kvaliteta humusa naših tala. Agrohemijska, № 5.
- Tešić Ž., Todorović M., Bogdanović M. (1966): Prilog poznavanju stepena razloženosti i nekih korelativnih pokazatelja treseta u Livanjskom polju. Zemljište i biljka, Vol. 15, No 3, Beograd.
- Vukorep I. (1966): Sastav humusa kiselih smedih zemljišta razvijenih na filitu pod hrastom sa različitom prizemnom vegetacijom. Magistarski rad (manuskript).
- Živković M. (1968): Sastav humusa u šumskim gajnjačama Srbije. Arhiv za polj. nauke, god. XXI, sv. 72.

ARSO ŠKORIĆ*

LISTINAC I HUMUS PRI RAZLIČITIM UZGOJNIM MJERAMA U ŠUMAMA KITNJAKA I OBIČNOG GRABA NA PSEUDOGLEJU

U V O D

Istraživanja u svijetu, posebno radovi L. E. Rodina, N. I. Bazi-levičeve, N. N. Rozova i N. P. Remezova (1965, 1967, 1970), koji su izvršili veliki uticaj i kod nas (J. Martinović, 1968), razlogom su da je danas obavezno mjerenje pojedinih komponenata biološkog kruženja tvari. Tek na temelju utvrđenih pokazatelja mogući su zaključci o uzajamnoj vezi tla i šuma.

Koristeći se nekim idejama i metodikom spomenutih ruskih autora, mi smo 1967. god. dogovorno proširili istraživanja na pokusne plohe I. Dekanića. Naime, 1967. I. Dekanić postavio je pokuse da bi utvrdio uticaj proređivanja mlade sastojine hrasta i graba, te gnojidbe u nekoliko kombinacija, što je pionirski posao u našim prirodnim sastojinama.

Ovim uzgojnim mjerama ponajprije promijenjen je sklop sastojine, a time su promijenjene i svjetlosne, toplinske i druge klimatske prilike u sloju drveća, a gnojidbom je uključen povećan hranidbeni potencijal u biološko kruženje tlo — biljka — tlo. Efekt ovih tretiranja izražen kao debljinski i volumni prirast posebno za hrast i posebno za cijelu sastojinu prikazan je na ovom Simpozijumu u posebnom saopćenju.

U lancu biološkog kruženja materije postoji više karika koje bi iz mnogih razloga bilo važno upoznati. No u uvjetima prije 7 godina mi smo se odlučili da na istim pokusnim plohama uključimo proučavanje dva člana spomenutog kruga: lisni otpad, tj. svježi listinac, kao važnu komponentu biomase, i humus tih šumskih tala.

METODE RADA

Podaci o pokusnim plohama, intenzitetu proreda, kombinacijama gnojidbe vidljivi su iz rada I. Dekanića (1971).

* Zavod za pedologiju Poljoprivrednog i Šumarskog fakulteta, Zagreb.

Lisni otpad skupljan je pomoću fiksnih kvadratnih okvira od 1 m² (Rodin, Remezov, Bazilevič, 1967). Na svakoj plohi postavljena su tri okvira po 1 m², od čega je sačinjen prosječni uzorak, i to je ponovljeno u tri repeticije. Sušenje sabranog listinca izvršeno je do zrakosuhog, a zatim se uzimalo po tri manja uzorka koji su sušeni do apsolutno suhog i na temelju njihove srednje vrijednosti preračunavao se cijeli sakupljeni listinac u q/ha.

Dušik je određen kjeldalizacijom. Prosječni uzorci za P, K, Ca i Mg pripremljeni su suhim spaljivanjem, a zatim je određivanje P i K izvršeno spektrofotometrijski i plamenofotometrijski, a Ca i Mg kompleksometrijski. Ugljik humusa pothorizonta Of, h i Aoh i njegovih frakcija određen je po Tjurinu, a ugljik svježeg listinca i Ol-pothorizonta suhim spaljivanjem. Odnosi C:N i C:P izračunati su iz vrijednosti dobivenih za iste elemente.

Sastav humusa određen je po Kononovoj uz prethodnu ekstrakciju alkoholom i benzolom za uzorke Of, h iz 1969. (druga godina pokusa) i 1973. godine, a bez ekstrakcije za Ah-pothorizonte. Uzorci su skupljeni pomoću željeznih okvira 25x25 cm s 9 mjesta slučajno raspoređenih, i od 9 pojedinačnih sačinjen je prosječni uzorak za analize. Rezultati su i statistički obrađeni metodom analize varijance, a opravdanost razlika prosječnih vrijednosti određena je na osnovu Duncanovog R-testa.

Sve analize izvršene su u laboratoriju Zavoda za pedologiju Poljoprivrednog i Šumarskog fakulteta u Zagrebu, pa se i ovdje srdačno zahvaljujem svim suradnicima na zalaganju, a posebno inž. M. Žic, koja je osim brojnih analiza izvršila i statističku obradu po uputstvima dra R. Heneberg.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA

A. Listinac

1. Lisni otpad sakupljen kao svježi listinac, tj. odbačena masa asimilacionih površina krajem vegetacije, za nas je od posebnog interesa, jer su podaci u našim uvjetima vrlo oskudni. Ono što imamo uglavnom se odnosi na prirodne sastojine, i to različite starosti i drugih osobina, i što je vrlo važno, često je samo jednokratno uzet listinac za analizu, pa su i ti oskudni podaci vrlo nepouzdati.

Ovdje u tab. 1. prikazani su vlastiti petogodišnji podaci u uvjetima prije opisane silvikulturne intervencije i pokazuju znatno povećanje uroda listinca prilikom raznih tretiranja gnojidbe posebno dušikom u odnosu na negnojenu sastojinu za hrast i cijelu sastojinu, dok samo za grab i bukvu nema pravilnosti niti povećanja količine listinca.

Iako je iz tab. br. 1 vidljivo povećanje uroda listinca u svim varijantama primijenjene gnojidbe u odnosu na negnojeno; da je najmanji urod pri gnojidbi samo fosforom, da je najveći uz gnojenje najvećim dozama dušika, ili u kombinaciji gnojidbe sa dušikom (NP), ipak sva ta povećanja nisu u svim slučajevima i statistički opravdana. Izračunavajući F-test i R-test (po Duncanu), izlazi da je signifikantna samo razlika za N i NP-gnojidbu. Tri prosječne vrijednosti sa tri repeticije su zbog velikog kole-

banja tokom godina očitno ponekad nedovoljan broj opažanja. Ovo ističemo odmah da se vidi kako su tek nepouzdana jednogodišnja opažanja bez repeticija, ili s manje od 9 uzimanja uzoraka, koje neki autori u nas saopćavaju i iskorištavaju za obračune i zaključke.

Tabela 1.
Q/HA SUHE TVARI LISTINCA U 5 GODINA
Q/HA OF DRY MATTER OF LEAVES DURING 5 YEARS

	O	NPK	P	NP	N
Srednja vrijednost za hrastov l.st.nac The mean value for oak leaves	109,3	128,4	123,4	<u>125,1</u>	<u>156,6</u>
Srednja vrijednost za cijelu sastojinu The mean value for the whole stand	253,6	274,5	256,5	234,1	<u>278,8</u>

Na osnovu matematsko-statističke obrade možemo tvrditi da uticaj raznih varijanata gnojidbe na urod listinca bukve i graba nije utvrđen u provedenim istraživanjima.

2. Ukupne količine N, P i K vraćene tlu u obliku listinca prikazane u tabelama 2, 3 i 4 pokazuju analognu pravilnost za hrastov listinac, te ukupni listinac sastojine, tj. razlike odgovarajućih tretiranja u odnosu na negnojene parcele.

Tabela 2.
KG/HA N VRAĆENO TLU U 5 GODINA
KG/HA OF N RETURNED TO THE SOIL DURING 5 YEARS

	O	NPK	P	NP	N
Srednja vrijednost za hrastov listinac The mean value for oak leaves	130,2	174,6	145,9	170,2	<u>198,7</u>
Srednja vrijednost za cijelu sastojinu The mean value for the whole stand	289,7	<u>366,9</u>	301,8	<u>374,3</u>	<u>361,1</u>

Tabela 3.
KG/HA P₂O₅ VRAĆENO TLU U 5 GODINA
KG/HA OF P₂O₅ RETURNED TO THE SOIL DURING 5 YEARS

	O	NPK	P	NP	N
Srednja vrijednost za hrastov listinac The mean value for oak leaves	34,0	49,3	48,6	44,8	33,9
Srednja vrijednost za cijelu sastojinu The mean value for the whole stand	76,7	<u>95,5</u>	<u>96,9</u>	<u>91,3</u>	60,7

Količine dušika koje se listincem vraćaju u tlo znatno su veće na plohamo gnojenim dušičnim gnojivima. Tako za hrastov listinac količine N u otpalom listincu su za 30 — 50% veće, a u listincu cijele sastojine 25 — 30%. Na parceli gnojenoj samo fosfornim gnojivom neznatno je povećanje dušika u odnosu na kontrolne (negnojene) plohe: iznosi 4 — 12%. Matematsko-statistički su opravdane, uz izrazito povećanje uroda, vrijednosti hrastovog listinca samo za varijantu sa N, a za listinac cijele sastojine opravdane su razlike za sve tri varijante u koje su uključena dušična gnojiva.

Količine fosfora izražene kao P_2O_5 ne pokazuju, što je razumljivo, povećano kruženje u varijanti gnojidbe samo sa dušikom, ali u varijantama sa P-gnojivima povećana je količina fosfora koji se listincem vraća tlu, i to za hrastov list 32 — 44%, a listinac cijele sastojine obogaćen je za cca 25% više od negnojenih pokusnih ploha. Iako su to relativno velika povećanja, statistički je signifikantna jedino vrijednost za listinac cijele sastojine na fosforom gnojenim parcelama u odnosu na one koje su gnojene samo dušikom. Povećanje iznosi u tim varijantama, kako je vidljivo iz tabela, čak 50 i više postotaka P_2O_5 u otpalom listincu.

Tabela 4.

KG/HA K_2O VRAĆENO TLU U 5 GODINA
KG/HA OF K_2O RETURNED TO THE SOIL DURING 5 YEARS

	O	NPK	P	NP	N
Srednja vrijednost za hrastov listinac The mean value for oak leaves	56,4	66,9	64,9	59,0	67,6
Srednja vrijednost za cijelu sastojinu The mean value for the whole stand	132,0	149,8	137,9	139,9	129,0

Za kalij iz tab. 4 uočljivo je povećanje količina K_2O u listincu hrasta i cijele sastojine na parcelama, dakako, gnojenim kalijem. No, to povećanje, koje iznosi za hrast 20%, a za listinac sastojine 14%, nije također statistički opravdano.

Podaci za bukov i grabov listinac po svojim vrijednostima i variranju ne omogućuju zaključke o utjecaju primijenjene gnojidbe na povrat hranjiva u tlo.

3. Odnosi C : N i C : P u organskoj tvari svježeg listinca značajni su za kvalitete ove izvorne organske tvari i za pravac i intenzitet njene razgradnje i humifikacije (F. Schaffer, 1970).

Analizirajući tokom 5 godina taj odnos u listincu pokusnih ploha, dobiveni su rezultati koji pokazuju da C : N u varijantama gnojenim dušikom postaje uži, dok u kontrolnoj parceli i gnojenoj samo sa P (bez N) ostaje taj odnos tokom cijelog perioda 1967—1972. bez većih promjena. Promjene C : N u prvom redu odnose se na hrastov list i listinac cjelokupne sastojine, a mnogo manje na listinac graba i bukve. Za ilustraciju utvrđenih promjena neka posluže podaci hrastovog listinca na početku, u sredini i na kraju izvršenih istraživanja (tab. 5).

Tabela 5.

C : N U SVJEŽEM HRASTOVOM LISTINCU
C : N IN GREEN OAK LEAVES

Godina Year	O	P	NPK	N	NP
1967.	45	40	44	46	40
1970.	45	43	39	41	40
1972.	42	40	32	33	32

B. Humus

1. Analize humusa u O i A-horizontu izvršene su u 1969. i 1973. godini, s ciljem da se utvrdi da li gnojidba, te količine i kvalitet listinca utiču na humus i koliko je to moguće utvrditi metodama koje se iskorištavaju u nas.

Za težinu starog listinca, tj. Ol- pothorizonta skupljenog u ljetnim mjesecima nisu utvrđene razlike.

Količina bitumena u istom Ol-pothorizontu kreće se od 6 — 10% na ukupni C i ne razlikuju se u 1969. i 1973. godini.

Vrijednosti C : N u Ol-pothorizontu iznose 23 — 30, što se vidi iz slijedeće tabele (br. 6).

Tabela 6.

C : N U ORGANSKOM POTHORIZONTU OI
C : N IN ORGANIC SUBHORIZON OI

Godina Year	O	P	NP	NPK	N
1969.	28	28	25	25	24
1973.	29	28	24	23	23

S obzirom da je 1969. bila već druga godina naših pokusa, mogu se dijelom objasniti niže vrijednosti za C : N u varijantama gnojenim dušikom već i u toj godini, što je posebno evidentno za 1973, kada su C : N odnosi Ol-pothorizonta na parcelama gnojenim dušikom vrlo povoljni za humifikaciju (približuju se vrijednosti 20). Međutim, negnojene plohe (kontrolne) ili gnojene samo fosforom u istom Ol-pothorizontu karakterizirane su većim i manje povoljnim vrijednostima C : N za oba perioda mjerenja (blizu 30).

C : P odnos u Ol-pothorizontu vrlo koleba u našim istraživanjima i nije moguće utvrditi ovisnost i vezu s gnojdbom. Evo podataka:

Tabela 7.

C : P U ORGANSKOM POTHORIZONTU OI
C : P IN ORGANIC SUBHORIZON OI

Godina Year	O	NPK	NP	N	P
1969.	364	334	375	461	470
1973.	430	326	310	423	322

Sadržaj pojedinih elemenata u Ol-pothorizontu prikazan je u tabeli broj 8.

Tabela 8.
U % NA APSOLUTNO SUHU TVAR Ol
IN % OF DRY MATTER

Godina Year	Varijanta gnojidbe Treatments	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
1969	O	1,69	0,27	0,19	2,70	0,40
1973.		1,71	0,26	0,15	2,45	0,28
1969.	NPK	1,95	0,34	0,19	3,10	0,54
1973.		2,07	0,34	0,14	2,66	0,33
1969.	P	1,73	0,24	0,18	2,76	0,41
1973.		1,68	0,31	0,12	2,64	0,23
1969.	NP	2,00	0,30	0,18	3,23	0,41
1973.		2,00	0,38	0,13	2,65	0,42
1969.	N	1,97	0,24	0,19	2,91	0,53
1973.		2,08	0,26	0,15	2,60	0,42

Iz tabele br. 8 vidi se da je postotni sadržaj N i P veći u organskoj prostirci (Ol-pothorizontu) u varijantama gnojenim istim, tj. dušičnim i fosfornim gnojivima, a sadržaj ostalih hranjiva bitno se ne razlikuje.

2. Razgrađeni organski pothorizont, koji je vrlo teško diferencirati na Of i Oh, analizirali smo kao jedan mješoviti i možemo ga označiti kao Of,h. Tri repeticije prosječnih uzoraka sastavljenih od po tri pojedinačna uzorka nisu dovoljne za statističku obradu vrlo heterogenog organskog pothorizonta hrastovo-grabovih šuma na pseudogleju.

Donoseći rezultate o količini suhog Of,h-pothorizonta u tabeli 9, želimo prezentirati dobivene podatke samo kao informaciju i ukazati na stupanj kolebanja.

Tabela 9.
TEŽINA APS. SUHE ORGANSKE TVARI OF, H U Q'HA
DRY ORGANIC MATTER OF THE HORIZON OF, H IN Q'HA

Godina Year	O	NPK	P	N/P	N
1969.	96—217	150—213	129—218	170—245	80—164
1973.	10—32	73—449	13—112	54—151	28—40

3. Broj humificiranja (HZ) određen je u svim humusnim horizontima, tj. Ol, Of, h-pothorizontu i Aoh-horizontu 1969. i 1973. Dobivene vrijednosti za Ol se kreću 12 — 16, za Of,h 21 — 29, a u horizontu Aoh 21 — 28, s tim da se ponekad javljaju veće razlike između repeticija nego među različitim varijantama tretiranja,

4. C : N odnos pojedinih frakcija humusa dobivenih po Kononovoj, uz prethodnu ekstrakciju alkoholom i benzolom, u uzorcima pothorizonta Of, h pokazuje:

- a) ukupni C : N ne razlikuju se;
- b) isto tako C : N izračunat u frakcijama izdvojenim smjesom pirofosfata i lužine, kako ukupnim tako i posebno za huminske kiseline i fulvokiseline, ne pokazuju razliku pri različitim tretmanima u pokusu;
- c) odnos ugljika huminskih i fulvokiselina u 1969. iznosi oko 0,8, a u 1973. god. 0,6 — 0,7, uz kolebanja u pojedinim repeticijskim uzorcima koja ne daju pravo da se zaključuje o opravdanim razlikama u pojedinim varijantama gnojidbe.

5. Analize humusa u ohričnom A-horizontu po Kononovoj dale su u 1969. i 1973. godini rezultate iz kojih se mogu izvesti istovrsni zaključci kao i u prethodnoj tački 4. za humus organskog Of, h-pothorizonta.

ZAKLJUČCI

Petogodišnja istraživanja lisnog otpada i humusa pri opisanim uzgojnim mjerama u šumi kitnjaka i običnog graba na pseudogleju omogućuju slijedeće zaključke:

1. Utvrđeno je povećanje uroda hrastovog listinca i listinca cijele sastoje gnojidbom, a posebno gnojidbom dušikom.

2. Količine dušika koje se kao važan biogeni element vraćaju listincem u tlo znatno su veće na plohama gnojenim dušičnim gnojivima (25—50%).

3. U varijantama sa P-gnojivima, odnosno K-gnojivima povećane su količine fosfora odn. kalija koje se listincem vraćaju tlu. Međutim, vrijednosti dobivene iz tri repeticijske prosječne uzoraka sačinjenih od po tri pojedinačna uzorka nisu uvijek dovoljne da se i statistički potvrdi opravdanost povećanja koja se kreće između 25 i 50%, pa se može govoriti o tendenciji povećanja.

4. Za urod listinca i kemijski sastav bukovog i grabovog otpada nisu utvrđene razlike na gnojenim i negnojenim parcelama.

5. Odnos C:N u svježem hrastovom listincu i listincu sastoje postaje tokom 5 godina gnojidbe uži u varijantama gnojenim dušikom.

6. Analize humusa u O i A-horizontima pokusnih parcela na početku i na kraju pokusnog perioda pokazuju:

odnos C:N postao je niži u Ol-pothorizontima parcela gnojenih dušikom, a sadržaj N i P je veći u varijantama gnojenim dušikom odnosno fosforom, dok se sadržaj K, Ca i Mg ne razlikuje.

7. Sva ostala određivanja, kao ukupna težina organske materije pothorizonta Ol i Of, h, C:P, broj humificiranja, sadržaj bitumena, zatim C:N i Ch:Cf pojedinih frakcija humusa po Kononovoj, u svim humusnim pothorizontima ne pružaju mogućnost da se utvrde opravdane razlike i promjene kvaliteta humusa u pojedinim varijantama gnojidbe.

ŠKORIĆ A.

LEAF LITTER AND HUMUS ET VARIOUS SILVICULTURAL MEASURES IN FOREST OF SESSILIE OAK AND HORNBEAM ON PSEUDOGLEY

SUMMARY

In the young oak and hornbeam stand on pseudogley, which was thinned out by approx. 30% and then fertilized in several treatments (experimental plots of I. Dekanić), the research work included also the investigation of the leaf fall and humus during a 5 year period.

An increased yield of oak leaves and the leaves of the whole stand (Table 1) was recorded in all the fertilizing treatments as compared to the unfertilized stand, although only the yield increase values in the treatments with N and NP were statistically significant.

The quantities of plant nutrients returned to the soil in the course of 5 years, in the form of leaf fall, show certain regularities (Tables 2, 3 and 4):

The nitrogen quantities returned to the soil through the leaves are considerably higher on the plots fertilized with nitrogen fertilizers. Thus, the N quantities in the fallen oak leaves are by 30—50% higher, and by 25—30% higher in the leaves of the whole stand. On the plot fertilized only with phosphorus fertilizers the increase was insignificant by comparison with check (unfertilized) plots: 4—12%. As regards the oak leaf fall, despite a marked yield increase, the values are mathematically — statistically significant only for the treatment with N, while as regards the leaves of the whole stand statistically significant differences were recorded in all 3 treatments which included nitrogen fertilizers.

The quantities of phosphorus, in the form of P_2O_5 , quite understandably do not show increased circulation in the fertilizing treatment with only nitrogen, whereas in the treatments with P-fertilizers the amount of phosphorus returned to the soil as leaf fall was increased: by 32—44% for the oak leaves, and the leaves of the whole stand were by approx. 25% more enriched than those of the unfertilized experimental plots. Although the increases are relatively high, only the value for the leaves of the whole stand was statistically significant on plots fertilized with phosphorus, as compared to those fertilized with nitrogen only. As it can be seen in the Tables, the increase in these treatments even amounts to 50 or more percent of P_2O_5 in the fallen leaves.

As regards potassium, Table 4 shows an increased quantity of K_2O in the leaves of oak and of the whole stand, naturally on the plots fertilized with potassium. However, the increase, 20% in the oak leaves and 14% in those of the whole stand, is not statistically significant.

The data for the beech and hornbeam leaves vary and do not allow conclusions regarding the effect of fertilizing upon the return of nutrients into the soil.

In the course of 5 years, the analyzing of the C:N ratio in leaf fall, very important for the quality evaluation of the original organic

matter and the intensity of its decomposition and humification, rendered results showing that C:N narrows in the treatments fertilized with nitrogen, while the ratio remains without greater changes throughout the whole period of 1967—1971, on the check plot and in the treatment fertilized only with P (without N). The changes in C:N primarily concern oak fallen leaves and the leaves of the whole stand, and to a much lesser degree hornbeam and beech leaves.

The analyses of humus in the O and A horizons of the experimental plots at the beginning and the end of the experimental period show that:

the C:N ratio was lowered in the Ol subhorizons of the plots fertilized with nitrogen, and the N and P content is higher in the treatments fertilized with nitrogen and phosphorus, while the content of K, Ca and Mg remains unchanged.

All the other determinations, such as the total weight of the organic matter in subhorizons Ol and Of, h, C:P, the humification number, bitumen content, C:N and Ch:Cf of particular humus fractions after Konovalova in all the humus subhorizons, do not make it possible to determine significant differences and changes in the humus quality in individual fertilizing treatments.

LITERATURA

- Bazilevič N. I., Rodin L. E., Rozov N. N. (1970): Geografičeskie aspekti izučeniya biologičeskoj produktivnosti. Leningrad.
- Dekanić I. (1971): Intenziviranje proizvodnje drva u cenozi hrasta kitnjaka i običnog graba primjenom intenzivnih proreda i fertilizacije različitim mineralnim gnojivima. Šumarski list, br. 7—8.
- Martinović J. (1968): Prilog poznavanju sastava lišća (iglica) drveća u nekim šumskim fitocenoza na području krša zapadne Hrvatske. Šumarski list, br. 11—12.
- Rodin L. E., Bazilevič N. I. (1965): Dinamika ograničesko veščestva i biologičeskij krugovorot v osnovnih tipah rastitelnosti. Moskva.
- Rodin L. E., Remezov N. P., Bazilevič N. I. (1967): Metodičeskie ukazaniya k izučeniyu dinamiki i biologičeskogo krugovorota v fitocenoza. Leningrad.
- Scheffer F. i Schachtschabel P. (1970): Lehrbuch der Bodenkunde. Stuttgart.

ŽIVOJIN TEŠIĆ i NADA VESELINOVIĆ*

MIKROBIOLOŠKA ISPITIVANJA ŠUMSKIH ZEMLJIŠTA U JUGOSLAVIJI — STANJE I PERSPEKTIVE

U V O D

1. *Učešće mikroflore u obezbjeđenju potencijalne plodnosti zemljišta.* I u šumskom zemljištu neprekidno teku uporedni procesi transformacije primarnih mineralnih stena i svežih organskih ostataka, između kojih postoji nesumnjiva analogija i uzajamna uslovljenost pod određenim ekološkim uslovima sredine. U ovim osnovnim procesima ispoljavaju se tri posebne faze (D u c h a u f o u r, 1968): biodegradacija — hidrolitsko rastvaranje primarnih stena i svežih organskih ostataka; sinteza novih koloidnih satojaka gline i humusa i njihovo »sazrevanje« i stvaranje glineno-humusnih kompleksa. Tok ovih biohemijskih procesa zavisi uglavnom od prirode polaznih materija, uslova pod kojima se odvijaju i mikroflora i faune, koja aktivno utiče u njihovom ostvarivanju u zemljištu. U biološki aktivnijim sredinama (»mull«-tipa) nastaju postojanije tvorevine, pa pedogenetski procesi dovode do stvaranja zemljišta postojanije strukture i potencijalne plodnosti, dok u biološki manje aktivnim sredinama (»moder«— ili »mor«-tipa) nastaju manje postojane tvorevine — pseudorastvorljivi kompleksi, često tipa helata (kompleksacija), što često vodi nepovoljnijim pedogenetskim procesima (npr. opodzoljavanje, oglejavanje itd.). U svim ovim procesima aktivno učestvuje, neposredno ili posredno, mikroflora zemljišta (A r i s t o v s k a j a, 1965; P o n o m a r j o v a, 1964; D u c h a u f o u r, 1968; D o m m e r g u e s et M a n g e n o t, 1970).

Proučavanje ovih složenih procesa zahteva »interdisciplinarno prilagođenje«, što još nije ostvareno ne samo u nas, nego i drugde u svetu. Međutim, sve više prodiire shvatanje da treba »biologizirati« ostale nauke o zemljištu i i povezati ih u jedinstvenu nauku, kako je to isticao još W i n o g r a d s k y (1924) na Prvom međunarodnom kongresu nauka o zemljištu, ali to još nije ostvareno u punoj meri ni posle punih pet decenija, kada se priprema i deseti, jubilarni međunarodni kongres ovih nauka

* Poljoprivredni fakultet i Institut za šumarstvo i drvnu industriju, Beograd.

(Moskva 1974). Trebalo bi već jednom proširiti savremenu mikrobiologiju zemljišta i na biodegradaciju mineralnih sastojaka u zemljišnom supstratu u samom zemljištu (K r u m b e i n, 1972; Tešić, 1972; Tešić et T o d o r o v i ć, 1953, 1958), s jedne strane, i na izučavanje biohemijskih mehanizama u pedogenetskim procesima u zemljištu (A r i s t o v s k a j a, 1965; P o n o m a r j o v a, 1964), s druge strane. Prema tome, klasičnu ekološku mikrobiologiju zemljišta, koja se pretežno bavila procesima humifikacije i dehumifikacije treba upotpuniti i ovim procesima biodegradacije mineralnih sastojaka u zemljištu, koji inače teku istovremeno i dovode do stvaranja zajedničkog organsko-mineralnog koloidnog kompleksa. Možda će i ovaj seminar doprineti izvesnom usmeravanju daljih ispitivanja mikrobioloških procesa u šumskom zemljištu u tome pravcu.

2. *Učešće mikroflora u obezbeđivanju efektivne plodnosti zemljišta.* Procesi mineralizacije humusnih materija i u šumskim zemljištima nesumnjivo su najvećim delom posledica životne aktivnosti određenih grupa zemljišne mikroflora, jer se tim putem stvaraju mineralni biljni asimilativi, s jedne strane, i biološki aktivne organske materije u neznatnim koncentracijama stimulativnog karaktera s druge strane. To je samo deo onog osnovnog procesa u kruženju materije sa energijom u prirodi, na kome počiva i održavanje čitavog života na našoj planeti. Ovo bi bilo od posebnog značaja osobito za neka šumska zemljišta u kojima se nagomilavaju veće količine nepovoljnih oblika šumskog humusa, pa je njegova mineralizacija (dehumifikacija) neophodan uslov za normalnu ishranu šumskih sastojina. Stoga se i rizosfera šumskog drveća, kao deo opšte fitosfere, ima shvatiti kao najnaseljenija zemljišna sredina mikroorganizmima, u kojima se obavljaju oni osnovni procesi razmene materije između biljaka i okolne sredine i pripremanje biljnih asimilativa, što bi odgovaralo organima za varenje hrane u životinja. Na tu rizosfernu mikrofloru može se uticati posredno raznim šumsko-uzgojnim i šumskomeiorativnim sredstvima kako bi se usmerila njena aktivnost u pravcu što boljeg snabdevanja biljaka neophodnim asimilativima, što doprinosi i povećanju efektivne plodnosti šumskih zemljišta i postizanju većih i kvalitetnijih prinosa u šumskoj proizvodnji. Ovakva istraživanja inače omogućavaju bržu i praktičniju primenu dobivenih mikrobioloških rezultata nego što je to slučaj u potencijalnoj plodnosti, tako da već i danas raspoložemo nekim mikrobiološkim biopreparatima za ubrzavanje mineralizacionih procesa u pripremi biljnih asimilativa.

3. *Učešće zemljišne mikroflora u biološkoj borbi s fitopatogenim mikroorganizmima.* Mikroflora u prirodnim sredinama, posebno u zemljištu, ispoljava svoju aktivnost u posebnim životnim zajednicama (mikrobicenoza), u kojima se uspostavljaju određeni međusobni odnosi u metaboličkim procesima (S t e v i ć et al., 1972). Zajednice s nepodudarnim metabolizmom su od posebnog značaja u izgrađivanju biološke borbe sa fitopatogenim predstavnicima zemljišne mikroflora, osobito pri suzbijanju izazivača oboljenja korena u šumskog bilja, jer »antagonistički mikroorganizmi« svojim metaboličkim proizvodima ometaju ili čak uništavaju pojedine predstavnike fitopatogene mikroflora. Uostalom, već se nalazimo u eri atomske energije i antibiotika uopšte, pa bismo skorišćavanjem

antagonističke mikroflore doprineli savremenim težnjama čitavog čovečanstva u smislu čuvanja i održavanja čovekove životne sredine, koju velikim delom trujemo i zagađujemo baš primenom hemijskih pesticida u suzbijanju pomenutih fitopatogenih mikroorganizama (J. la Rivière, 1972). Prema tome, i ova oblast istraživanja mikroflore u šumskim zemljištima zaslužuje izuzetnu pažnju, jer bi zamena hemijskih načina borbe sa biljnim parazitima i štetočinama biološkim postupcima ne samo zaštitila šumsku proizvodnju, nego bi i smanjila dalje zagađivanje čovekove životne sredine i ometanje zemljišne mikroflore da obavlja normalno procese mineralizacije organskih i drugih ostataka u prirodi u toku kruženja materije. I ova ispitivanja takode mogu da nađu lakšu praktičnu primenu ako se obave solidna istraživanja povećanja »fungistatične sposobnosti« šumskih zemljišta.

Prema tome, istraživanja mikroflore šumskih zemljišta trebalo bi da doprinesu boljem razumevanju njihove uloge u obezbeđivanju potencijalne i efektivne plodnosti ovih zemljišta i u uvođenju biološke borbe sa izazivačima oboljenja šumskog drveća.

DOSADAŠNJA ISPITIVANJA

Mikrobiologija šumskog zemljišta još uvek nije našla svoje mesto u redovnoj nastavi na šumarskim fakultetima ili odsecima većine univerziteta u našoj zemlji, što nesumnjivo u velikoj meri utiče i na stanje mikrobioloških ispitivanja šumskih zemljišta u nas. Jedino je Šumarski odsek Poljoprivredno-šumarskog fakulteta u Beogradu uveo tu nastavu pre više od tri decenije (1941), i ona se održala i na Šumarskom fakultetu sve do danas, istina u raznim oblicima. Međutim, uvek je to bio posebni kurs, iako zajedno sa nekim srodnim predmetima (pedologijom ili ishranom bilja), ali je ta nastava činila posebnu celinu svojom sadržinom i načinom izvođenja. Iz takve nastave nastao je i poseban udžbenik (Tešić, 1949—1971) u nekoliko izdanja, iako su posebni udžbenici sasvim retki uopšte u svetu. Nažalost, samo se jedan kandidat opredelio docnije za naučni rad u oblasti mikrobiologije šumskih zemljišta, sadašnji nastavnik na pomenutom Fakultetu ovog predmeta i viši naučni saradnik Instituta za šumarstvo i drvnu industriju u Beogradu (dr Nada VESELINOVIĆ). Treba uz to napomenuti da još uvek postoji samo jedna posebna laboratorija sa najnužnijom opremom (laboratorija Šumarskog instituta u Beogradu) koja se bavi problemima mikrobiologije šumskih zemljišta u našoj zemlji ali ona nema utvrđenog programa za ovakva istraživanja.

Međutim, mikrobiološkim ispitivanjima šumskih zemljišta najčešće uzgredno su se bavili i mikrobiolozi drugih struka (većinom agronomi i biolozi) u svojim posebnim laboratorijama, pa, s malim izuzecima, danas raspolazemo njihovim rezultatima bez određenog plana. Ti rezultati su dobiveni u mikrobiološkim laboratorijama poljoprivrednih fakulteta u Beogradu, Zagrebu i Skopju. Biotehničke fakultete u Ljubljani, Prirodno-matematičkog fakulteta u Zagrebu i bioloških instituta u Beogradu i Sarajevu, u prvome redu. Stoga ćemo se ovde ukratko zadržati na pregledu dosadašnjih istraživanja mikrobiologije šumskih zemljišta, grupisanih oko nekoliko posebnih oblasti.

1. *Mikrobiološki profil šumskih zemljišta.* Među najstarije podatke u ovoj grupi treba ubrojiti istraživanje mikroflore nekih podzolastih zemljišta u Hrvatskoj (S t a r c, 1941), među kojima ima i šumskih zemljišta, a onda raspolažemo i podacima o vrstama *Aspergillus* u šumskim crnicama — buavicama sa Durmitora (S t e v i ć, 1952) i aktinomicetama (T o d o r o v i ć, 1953) iz istih zemljišta. Isto tako, izučeni su predstavnici mikroflore nekih podzolastih šumskih zemljišta iz okoline Kraljeva (T o d o r o v i ć i M i c k o v s k i, 1958), među kojima su najviše zastupljene vrste iz roda *Penicillium* (M i c k o v s k i i T o d o r o v i ć, 1954). Međutim, ponajviše podataka imamo o kvantitativnom i kvalitativnom stanju mikroflore u nekim šumskim zemljištima u Makedoniji. Iz tih zemljišta opisano je oko 90 raznih vrsta gljiva (M i c k o v s k i, 1962b), među kojima i dve nove vrste — *Aspergillus repens* i *Penicillium macedoniense* (V e r o n a et M i c k o v s k i, 1962), a s njima su upoređivani i podaci o vrstama gljiva ispod *Pinus maritima* sa obala Tirenskog mora (M i c k o v s k i, 1962a). Takode imamo i potpunije podatke o zastupljenosti svih grupa mikroflore u planinskim zemljištima po budkvom i borom na Maleševskim planinama i Pelisteru (M i c k o v s k i, 1962), među kojima nalazimo i nekoliko predstavnika pečuraka. Treba napomenuti takode da nisu nadene kvržice na korenu lucerke i deteline u planinskim crnicama Maleševskih planina (M i c k o v s k i i M i c e v, 1962). Imamo podataka o dinamici sezonskih kolebanja pojedinih grupa mikroorganizama u mrko-crnim planinskim zemljištima u Makedoniji pod pašnjacima (M i c k o v s k i, 1963), kao i fosfifikacionu i fosfomobilizacionu mikrofloru tamnosmedih zemljišta Maleševske i Bistre planine (M i c k o v s k i, 1964). Proučavana je i dinamika zastupljenosti celoupkne mikroflore u smonici i ogajčavanju i kiselom smedom zemljištu pod hrastom i bukvom u Srbiji (V e s e l i n o v i ć, 1966, 1970), u ravničarskim šumama Kupinskog rita kraj Save (V e s e l i n o v i ć, 1967) i rezervatu Obedske bare (M i l o š e v i ć, 1967, 1968). Najzad, proučavane su i aktinomicete iz zemljišta Zagrebačke Gore (P a v l e t i ć i S t i l i n o v i ć, 1969, 1969a), kao i prave bakterije i aktinomicete iz šumskih zemljišta Medvednice i Gorskog kotara (P a v l e t i ć i S t i l i n o v i ć, 1971).

2. *Mikrobiološki profil šumskih tresava.* U našoj zemlji već više od decenije obavlja se sistematsko ispitivanje fitocenoloških, palinoloških, pedoloških, agrohemijskih i mikrobioloških osobina naših tresava i njihovog treseta, pa su tim ispitivanjima obuhvaćene i neke planinske tresave. Dosada je objavljeno nekoliko radova o tim ispitivanjima, tako da sada raspolažemo podacima o mikroflori pojedinih slojeva treseta u njima (ukupna mikroflora, gljive, aktinomicete, amonifikatori, azotofiksatori, celulolizatori, nitrifikatori) za ove planinske tresave: Vlasinska tresava (T e š i ć et al., 1960; T e š i ć et T o d o r o v i ć, 1964, 1966; B o g d a n o v i ć et al., 1973), Pešterska tresava (T e š i ć et al.; 1960; T e š i ć et T o d o r o v i ć, 1964, 1966; B o g d a n o v i ć et al., 1973), tresava »Crveni potok« na Tari (T e š i ć et al., 1969), tresave na Kopaoniku (T e š i ć et al., 1972), tresava »Šenderova bara« na Romaniji (B o g d a n o v i ć et al., 1973), dok za neke druge planinske tresave podaci još nisu objavljeni. Ova ispitivanja su istovremeno pokazala određene korelacije između pojedinih osobina, na kojima se zasniva ocena kvaliteta ovih treseta kao organskih dubriva. Po-

stoji i veoma obimna studija sinekološkog karaktera o pečurkama u pomenutoj tresavi na Tari (Čolić, 1968), kao i neki mikrobiološki podaci za istu tresavu (Milošević, 1955), a raspoložemo i podacima o glavnim predstavnicima rodova gljiva u tresavama na Tari, Jelovoj gori i Romaniji (Todorović i Bogdanović, 1967), među kojima preovladuju gljive iz roda *Penicillium*.

3. *Rizosferni profil šumskog drveća*. Rizosferna mikroflora šumskog drveća dosada je ispitivana u dva glavna pravca. S jedne strane, posle nekih metodoloških postupaka (Tešić i Todorović, 1958), ispitani su saprofitna mikroflora i međusobni odnosi u pojedinim zonama rizosfere, što predstavlja klasičan postupak u ovim ispitivanjima, osobito u ispitivanjima rizosferne mikroflore gajivog bilja. Za rizosferu ovog tipa raspoložemo veoma oskudnim podacima: imamo podatke jedino za rizosfernu mikrofloru hrasta, bora i bukve u zemljištima oko Avale (Tešić et al., 1960) i neka ukazivanja na potrebu ispitivanja mikoriza šumskog drveća (Tešić, 1958). S druge strane, mnogo više podataka imamo o rizosfernoj mikroflori šumskog drveća u pogledu učešća antagonističkih predstavnika prema fitopatogenim gljivama izazivačima oboljenja korena šumskog bilja, što može da posluži kao dobra osnova za primenu antagonista u suzbijanju ovih oboljenja u obliku biološke borbe i za povećanje fungistatičkih sposobnosti šumskog zemljišta (Peno, 1967; Veselinović, 1973). Tako sada raspoložemo podacima o antagonistima u crnici i gajnjači pod hrastom i crnim borom u Srbiji (Veselinović i Peno, 1960), kao i mogućnosti regulisanja odnosa između antagonističkih aktinomiceta i fitopatogenih gljiva promenom ekoloških uslova (Veselinović i Peno, 1963, 1971; Peno i Veselinović, 1971, 1972). Ova ispitivanja su i od teorijskog značaja, jer otkrivaju međusobne odnose u rizosfernoj mikroflori i omogućavaju preduzimanje odgovarajućih mera za izmenu tih odnosa kako za uspešnije snabdevanje biljaka odgovarajućim biljnim hranjivima, tako i u biološkom suzbijanju pomenutih patogena korena.

4. *Mikroflora u šumskim zajednicama*. Najveći deo ovih istraživanja odnosi se na upoznavanje posebnih grupa mikroorganizama u šumskim zemljištima pod određenim šumskim zajednicama. Iz njih proizilaze i podaci o uticaju ovih zajednica i posrednim putem na mikrobicenoze u šumskom zemljištu i izvan rizosfere stvaranjem određenih tipova šumske prostirke. Ovakva kompleksna ispitivanja zahtevaju timski rad fitocenologa, pedologa i mikrobiologa, jer su i pedogenetski procesi uslovljeni tipom stvorenog humusa pod raznim šumskim zajednicama, pa ovakva istraživanja pokazuju uzajamne odnose i uslovljenosti između osobina zemljišta, mikroflora i biljnih zajednica pod određenim ekološkim uslovima. I ovde se upoznaje kvalitativni i kvantitativni sastav čitave mikroflora i njena dinamika tokom sezona i razvojnih stadija šumskih zajednica i zemljišta. Nerazvijenija zemljišta i početne nerazvijenije šumske zajednice siromašnije su u broju i vrstama mikroflora, dok je obrnuto u razvijenijim zemljištima i šumskim zajednicama, što se osobito ispoljava u nekim grupama zemljišne mikroflora. To su pokazala ispitivanja zemljišne mikroflora u rezervatu Rišnjaka pod različitim biljnim zajednicama (Lupret, 1955; Prša, 1972), kao i mikroflora serpentinских i dolomitskih staništa sa raz-

nim stadijama šumskih zajednica u Bosni i Hercegovini (Tešić et al., 1967), a naročito se to ogleda u odnosima gljiva i amonifikatora, kao najbrojnijih predstavnika mikroflore ovih staništa. Sad raspoložemo i sličnim podacima o mikroflori pod nekim tipičnim šumskim zajednicama u Fruškoj gori (stacionarni ogledi), i to o njenoj kvalitativnoj i kvantitativnoj zastupljenosti (Stefanović i Milošević, 1963), o izdvajanju ugljenoksida iz zemljišta pod istim zajednicama (Milošević, 1966), zastupljenosti kvržica u divljih mahunarki (Milošević i Blaženčić, 1969), o podrobnijoj zastupljenosti mikroflore u prostirci i zemljištu pod istim zajednicama (Milošević, 1969a) i o uticaju ekstrakta lišća šumskog drveća na aerobnog azotofiksatora (Milošević, 1969b). Isto tako raspoložemo i podacima o zastupljenosti mikroflore u dve karakteristične šumske zajednice na Staroj planini (Milošević, 1969c) i u rezervatu Babin zub iste planine (Antić et al. 1973), u najrasprostranjenijim šumskim zajednicama na Vidojevici (Marković i Veselinović, 1968) i nekim šumskim požarištima (Vukićević i Milošević, 1960). Ovde bi još trebalo pomenuti i podatke o nalaženju gljiva (i pečuraka osobito) u šumskim sastojinama na Goču (Jelić, 1966) i šumama Đerdapskog područja (Jelić, 1967). Takode bi nesumnjivo trebalo pomenuti i podatke o nalaženju gljiva u rezervatu Plitvica (Pevalek i Vouk, 1916), rezervatu Pančičeve omorike na Tari (Čolić, 1963), rezervatu Fruške gore (Ranковиć, 1955), nacionalnom parku Rišnjak (Vrtar, 1962), u Gorskom kotaru (Tortić, 1966) i u poznatom delu o našim gljivama (Picbauer, 1927—1942). Sva ova istraživanja su još jednom pokazala onu neraskidivu povezanost i međusobnu uslovljenost između zemljišta, šumskih zajednica i mikroflore u određenim ekosistemima, kao rezultat duge evolucije tih ekosistema u prirodi.

5. *Mikroflora i šumskotehničke mere.* Ova su istraživanja mnogo jače razvijena u poljoprivrednim nego u šumskim zemljištima iz jednostavnog razloga što se mnoge agrotehničke mere obavljaju redovno svake godine pri gajenju poljoprivrednih kultura, dok to nije slučaj s prirodnim šumskim zajednicama. Međutim, ni šumska zemljišta nisu izostala u ovakvim ispitivanjima ni u našoj zemlji, jer se i u njima ispoljavaju izvesni čovekovi zahvati, koji posredno utiču i na razvitak mikroflore u tim zemljištima. Tako saa raspoložedmo podacima o uticaju kalcijilizacije i mineralnih đubriva na mikrofloru visokih planinskih zemljišta na Korabu (Mickovski, 1969), zatim o uticaju obrade i organskih đubriva na mikrofloru u visinskim pašnjacima Maleševskih planina (Mickovski, 1969a, 1961) ako i rezultatima uticaja mineralnih đubriva na zemljišnu mikrofloru u šumskim kulturama (Veselinović, 1967. i 1971). Raspoložemo i podacima o ponašanju mikroflore pod uticajem melioracija iskrčenih šumskih zemljišta u Sloveniji (Megušar i Doberšek-Urbanc, 1968). Međutim, imamo još više podataka o uticaju mineralnih đubriva i nekih hemijskih fungicida na antagonističke aktinomicete u šumskom zemljištu prema fitopatogenim gljivama (Peno i Veselinović, 1965, 1967; Veselinović i Peno, 1964). I ova su ispitivanja pokazala da se zaista može uticati na mikrofloru zemljišta ovim putem, pa bi trebalo pomišljati i na ogleda sa primenom mikrobioloških biopreparata, bilo tipa đubriva ili pak antagonističkih mikroorganizama u suzbijanju oboljenja korena

šumskog bilja, osobito u gajenim šumama, za što već postoje naučne osnove (Pen o, 1967; Veseli n ovi ć, 1973).

Iz ovog kratkog pregleda jasno proizilazi da već i sada raspolažemo s prilično podataka o mikroflori šumskih zemljišta i tresava, o rizosfernoj mikroflori šumskog bilja, zatim o mikroflori šumskih zemljišta pod raznim šumskim zajednicama i o uticaju nekih šumskotehničkih i šumskome-lioracionih mera na mikrofloru u šumskom zemljištu. Mada su to mnogo skromniji podaci od onih kojim raspolažemo u oblasti mikrobiologije poloprijvrednih zemljišta, ipak i njima možemo biti zadovoljni, s obzirom na pomenuto stanje šumarskih mikrobiologija i laboratorija. Međutim, kako nismo potpuno zadovoljni ni u oblasti poljoprivredne mikrobiologije (Te-šić 1954; Tešić i Vojinović, 1973), ipak će i ovi pomenuti podaci doprineti boljem razumevanju mikrobiološkog učešća u nekim procesima u šumskom zemljištu pod određenim šumskim zajednicama, a posebno u rizosferi tih biljaka, što će poslužiti kao osnova za dalja ispitivanja, osobito pojedinih mehanizama toga uticaja u pojedinim šumskim ekotipovima i njihovim proizvodnim sposobnostima u proizvodnji drvne mase, u prvom redu.

BUDUĆA ISPITIVANJA

Savremena mikrobiološka ispitivanja šumskih zemljišta nesumnjivo zahtevaju solidnu pripremu potrebnog broja šumarskih mikrobiologa koji će se isključivo posvetiti radu u ovoj oblasti mikrobiologije. To bi se moglo najbrže postići postdiplomskom nastavom, jer nikako ne bi smeli i dalje ostati šumarski naučni instituti bez ovakvih stručnjaka specijalista za mikrobiologiju šumskih zemljišta. Trebalo bi takode opremiti i posebne mikrobiološke laboratorije u tim ustanovama, koje će se prvenstveno baviti problemima mikrobiologije šumskih zemljišta, kao što je to već slučaj u mnogim odgovarajućim ustanovama u poljoprivredi i drugim privrednim oblastima u našoj zemlji. Skoro da nema istraživanja u oblasti šumske proizvodnje u kojima ne bi mikrobiološki podaci o šumskim zemljištima doprineli svestranijem upoznavanju složenih metabolitskih procesa u ovim ekosistemima, na kojima se zasniva i čitava šumska proizvodnja. Pored toga, savremena istraživanja ovako složenih prirodnih sredina, kakva je šuma, nesumnjivo zahtevaju timski rad čitavog niza šumarskih i bioloških stručnjaka, među kojima je nesumnjivo i mesto šumarskom mikrobiologu. Njega teško može da zameni mikrobiolog druge struke, kao što je to sada slučaj u našoj zemlji, jer će šumarski mikrobiolog moći kud i kamo uspešnije da »ukopča« dobivene podatke iz mikrobioloških ispitivanja šumskih zemljišta u kompleksna ispitivanja pojedinih problema šumarske proizvodnje, i da sa ostalim šumarskim stručnjacima ostvari neophodnu saradnju u jedinstvenom istraživačkom timu.

1. Još uvijek najviše zaostajemo u mikrobiološkim ispitivanjima transformacije mineralnih sastojaka supstrata i zemljišta, a posebno u ispitivanjima stvaranja sekundarnih glinenih minerala i njihovog povezivanja u koloidne glineno-humusne komplekse. Istina, to nije samo nedostatak u našim istraživanjima, nego i u istraživanjima u čitavom svijetu. Ova

istraživanja zahtevaju nesumnjivu usku saradnju bar geologa-mineraloga i mikrobiologa, ali i pedologa, kako bi se što svestranije upoznali i oni fini mehanizmi u ovim transformacijama, koje čine i osnovu mnogim pedogenetskim procesima, osobito u šumskim zemljištima. Ova ispitivanja zahtevaju i specijalizovanu opremu, ali ona velikim delom postoji i u našoj zemlji, pa bi svakako trebalo nastojati da se i ovakva istraživanja uključe u perspektivni plan izučavanja naših šumskih i ostalih zemljišta.

2. Još vrlo malo poznajemo *ulogu mikrobiološke aktivnosti* u mnogim *pedogenetskim procesima* u zemljištu, pa bi trebalo sistematski uključivati mikrobiologe u timska ispitivanja tih procesa sa pedolozima i drugim stručnjacima. Ovakva istraživanja i samih mehanizama pojedinih procesa (npr. opodzoljivanja, oglejavanja, stvaranja konkrecija itd.) nesumnjivo bi uspešnije rešila mnoge probleme u ovoj nerazdvojnoj saradnji sa mikrobiolozima, jer su ti procesi velikim delom posledica životne aktivnosti čitavog niza mikroorganizama, daskora često i nepoznatih upošte, pod određenim ekološkim uslovima u prirodi. Ovi problemi još nisu ni počeli da se rešavaju u našoj zemlji, ali je malo ovakvih podataka i u svetu uopšte. I njih bi trebalo uvrstiti u buduća detaljnija istraživanja i naših šumskih zemljišta i njihovih kartiranja, koja su još u toku.

3. Isto tako još slabo poznajemo neposredniju ulogu mikroorganizama u procesima *humifikacije šumske prostirke* i same mehanizme stvaranja pojedinih tipova humusa u šumskim zemljištima. Uostalom, pojedini tipovi ovog humusa (»mull«, »moder«, »mor«) u velikoj meri uslovljavaju i tokove ostalih procesa u zemljištu, pa i osnovnih pedogenetskih procesa, što je od posebnog značaja baš za ova zemljišta. Ostaje nesumnjiva potreba da se ispituju i mehanizmi postanka koloidnih glineno-humusnih kompleksa, što se može uspešno ostvariti jedino prisnom saradnjom mikrobiologa, pedologa, agrohemičara i ekologa.

4. Problemi mineralizacije šumskog humusa (*dehumifikacija*) i stvaranja biljnih asimilativa za ishranu šumskog bilja i dalje su na dnevnom redu, iako već i sada raspolažemo nekim lepim rezultatima. Posebno treba izučavati onu prvu fazu u razlaganju humusnih materija pod određenim ekološkim uslovima, što se još uvijek najmanje poznaje (Todorović, 1960), dok su nam poznatije neke druge docnije etape u pripremi pojedinih biljnih asimilativa u zemljištu. Ova istraživanja takode zahtevaju nerazdvojnu saradnju mikrobiologa, agrohemičara i biljnih fiziologa, a dobiveni rezultati bi mogli poslužiti i za neposredniju primenu u ishrani šumskog bilja, u prvom redu u spremanju pomenutih bioloških preparata — mikrobioloških dubriva (»humivorina«, »mikorizina«, »silikobakterina«, »fosfobakterina«). Isto tako ne treba zanemariti i ispitivanje mobilizacije nerasvotvorljivih mineralnih jedinjenja u zemljištu, osobito fosfora i kalija.

5. Ispitivanja *rizosferne mikroflore* šumskog drveća treba i dalje nastaviti u dva pravca: utvrđivanje sastava saprofitnih predstavnika ove mikroflore u rizosferi pojedinog šumskog drveća i mogućnosti veštačkog usmeravanja njene aktivnosti u željenom pravcu, bilo u saradnji sa agro-

hemičarima i fiziolozima biljaka, kao i utvrđivanje odnosa između saprofitne i fitopatogene mikroflore u rizosferi, u saradnji sa fitopatolozima, kako bi se mogli izdvojiti antagonistički predstavnici i pojačavanjem njihove djelatnosti u rizosferi povećavati »fungistatična moć« šumskog zemljišta u borbi sa izazivačima oboljenja korena šumskog bilja. U ovom drugom pravcu već raspolazemo dobrim rezultatima, pa bi trebalo još intenzivnije nastaviti sa ovim istraživanjima. Perspektiva je svakako u izgrađivanju bioloških metoda u borbi sa izazivačima bolesti u biljaka, jer se time umanjuje zagađivanje ionako jako zagađene čovekove životne sredine. Čini nam se da će baš ova ispitivanja najpre dovesti do značajnije primene postignutih rezultata iz mikrobioloških ispitivanja šumskih zemljišta.

6. Najzad, ostaje još jedno široko polje rada za šumarske mikrobiologe i fitocenologe, s pedolozima zajedno, na planu detaljnijeg ispitivanja mikrobnih zajednica u određenim šumskim zajednicama na pojedinim tipovima i stadijama zemljišta u našim šumama. Istraživanja su krenula i ovim pravcem u posljednjih nekoliko godina, ali nam se ipak čini da i dobiveni rezultati nisu još potpuno uklopljeni u jedinstvenu celinu, kako bi se svestranije objasnili uzajamni odnosi mikrobnih i šumskih zajednica i pojmova stadija i tipova šumskih zemljišta, kao osnove za uspješnije gazdovanje šumskom proizvodnjom. Ovakva istraživanja morala bi da prerastu u svakodnevnu praksu u šumarstvu uopšte.

U neposrednoj saradnji i sa odgajivačima šuma neophodno je nastaviti ispitivanja uticaja pojmova šumskotčničkih, šumskomelioracionih, šumskouzgojnih i eksploatacionih mera na mikrofloru šumskih zemljišta pod određenim šumskim zajednicama. Dosadašnji rezultati daju nade da će se i ovim putem pružiti sigurnija osnova za uspješnije iskorišćavanje ovakvih podataka na planu podizanja proizvodne sposobnosti naših šumskih gazdinstava uopšte. Treba takode završiti i preostala ispitivanja šumskih tresava i njihovog treseta, kako bi se primenom tog treseta uspješnije izvodilo pošumljavanje ogolelih i erodiranih područja u našoj zemlji, jer i tu delimično raspolazemo nekim praktičnim rezultatima. Uostalom, treseti naših tresava sadrže i veliki udeo stimulativnih organskih jedinjenja, koja jako potpomažu razvitak šumskih kultura, osobito u mladim stadijama razvitka, o čemu takode već imamo neke naše podatke.

Prema tome, savremeno gazdovanje šumama i potpunije iskorišćavanje šumskog zemljišta nesumnjivo nameću potrebu da se što više pojačaju i mikrobiološka ispitivanja šumskog zemljišta u pomenutim i drugim pravcima i da se što pre ostvari ona neophodna saradnja između mikrobiologa, pedologa, fitocenologa, fitopatologa, agrohemičara i uzgajivača šuma u zajedničkom i jedinstvenom rešavanju kompleksnih problema radi postizanja što većih prinosa i proizvoda što boljeg kvaliteta u našim šumama. Tome cilju nesumnjivo ima da posluži i ovaj Simpozijum o šumskim zemljištima, koji se održava u srcu naše šumske proizvodnje i legendarnom centru naše narodnooslobodilačke borbe i društvene revolucije.

Na kraju, pozivamo sve šumske stručnjake naše zemlje da se što više udruže u ovim naporima za zajedničko rešavanje problema šumskih zemljišta, kao osnove čitave šumske proizvodnje, i da sve svoje uže probleme rešavaju u zajednici i sa mikrobiolozima šumskih zemljišta. Ne treba ni-

kada gubiti iz vida onu neospornu činjenicu da su mikroorganizmi isto tako moćna i značajna sila u prirodi kakvu predstavljaju biljke i životinje, kao ravnopravni činioči čitavog biocena, u onom neprekidnom kruženju materije i energije u prirodi, na čemu se zasniva i sam život na našoj planeti.

TEŠIĆ Ž. and VESELINOVIĆ N.

MICROBIOLOGICAL INVESTIGATIONS OF FOREST SOILS IN YUGOSLAVIA — PRESENT STATUS AND PERSPECTIVES

SUMMARY

A review of a microbiological investigations of forest soils made so far is given in this paper. It can be seen that all aspects of investigations have been included, although, conclusion is made, that these investigations were not systematic due to unsufficient number of microbiologists working on microbiological problems of forests soils.

Therefore, it was concluded that in the future should be done the following:

1. Investigations of the role of microorganisms in pedogenetic processes in transformation of a mineral components of substratum and soil, should be worked out more deeper.

2. In particular, the role of microorganisms in the processes of decomposition of forest litter, its humification and dehumification, i. e. creation of a plant assimilatives, biotics, stimulants and antibiotics in soil and in the rhizosphere, should be explained.

3. Besides phytocenological and pedological, microbiological investigations should take certain place in typological investigations of a forest communities.

4. The influence of some silvicultural and utilization measures should be explained, as well fertilization and disinfection of soil, on microflora and its activity in certain forest communities.

5. Modern microbiological investigations require a certain number of well educated forest microbiologists, while forest institutions should not be left without microbiologist of forest soils, and without well equipped laboratories which can work on these problems.

LITERATURA

Antić M., Borisavljević Lj., Čolić D., Dinić A., Mišić V., Popović M. i Milošević R. (1973): Sukcesivni razvitak subalpijske vegetacije na gromadama pešćarskih stena u rezervatu Babin zub na Staroj planini. — Zaštita prirode, Bgd. (u štampi).

- Aristovskaja T. V. (1965): Mikrobiologija podzolastih počv. — Leningrad, »Nauka«, 185 p. [Tešić Z. (1969): Savremena poljoprivreda, N. Sad, 17 (9), 941—948].
- Blinč M. in Koželj B. (1954): Prispevki k spoznavanju nekaterih plesni iz okolice Ohrida i njihovih antibiotskih lastnosti. — Vestnik Sloven. kem.čkog društva, Ljubljana, 1, 11—32.
- Bogdanović M., Gigov V., Tešić Z., Todorović M. i Stojiljković B. (1973): Pešterska tresava i osobine njenog treseta. — I kongres ekologe Jugoslavije, Bgd.
- Bogdanović M., Tešić Z., Todorović M. i Gigov A. (1973): Vlasinska tresava i osobine njenog treseta. — I kongres ekologe Jugoslavije, Bgd.
- Bogdanović M., Tešić Z., Todorović M. i Gigov A. (1973): Tresava »Šenderova bara« kod Han Krama na Romaniji i osobine njenog treseta. — Simpozijum o šumskim zemljištima ANU BiH, Tjentište.
- Čolić D. (1968): Sinekološka analiza flore gljiva u rezervatu sa Pančičevom omorikom na Mitrovcu (planina Tara). — Zaštita prirode, Bgd, 34, 389—505.
- Dommergues Y. et Mangénot F. (1970): *Ecologie microbienne du sol*. — Paris, Masson et Cie, 796 p.
- Duchauffour Ph. (1968): L'évolution des sols — Essai sur la dynamique des profils. — Paris, Masson et Cie, 94 p.
- Gigov A. (1960): Prikaz rasprostranjenja tresava u Jugoslaviji. — Agrohemija, Bgd, 7, 21—30.
- Jelić M. (1966): Contribution à la connaissance de la flore des champignons macroscopiques des forêts mixtes de hêtre et de sapin (*Abieto-Fagetum serbicum* Jov.) dans la montagne Goč (RS de Serbie). — Glasnik Botaničkog zavoda i bašte, Bgd, 2 (1/4), NS.
- Jelić M. (1967): Neke ekološke karakteristike lignikolnih makroskopskih gljiva u bukovim šumama Đerdapskog područja. — Glasnik Prirodnjačkog muzeja, Bgd, 21.
- Krumbein W. E. (1972): Rôle des microorganismes dans la génèse, la diagenèse et la dégradation des roches en place. — Rev. Ecol. Biol. Sol, 9 (3), 283—319.
- Lupret M. (1955): Prilog proučavanju aerobnih bakterija u biljnim asocijacijama *Fagetum abietosum* i *Blechno-Abietum* Gorskog kotora. — Šumarski list, Zgb, 9/10, 333—339.
- Marković D. i Veselinović N. (1968): Tipovi zemljišta i njihova mikrobiološka aktivnost pod najprostranjenijim fitocenozama u Vidojevici. — Zbornik Instituta za šumarstvo i drvenu industriju, Bgd, 8, 88—102.
- Megušar F. i Doberšek-Urbanc S. (1968): Stanje populacije saprofitnih bakterija u melioriranih gozdnih tleh. — Zbornik Biotehničke fakultete, Ljubljana, 15 (A), 109—118.
- Mickovski M. (1959): Uticaj kalcifikacije i humizacije na zemljišnu mikroflore. — Agrohemija, Bgd, 12, 11—18.
- Mickovski M. (1959a): Pridones kon poznavanjetu na počvenata mikroflora na nekoj visoko-planinski pasišta na gubrenjeto vrz istata. — Godiš. zbornik na Zemjod. šumar. fak., Skopje, 12.
- Mickovski M. (1961): Vlijanie na nekoj agrotehnički merki vrz počvenata mikroflora kaj planinskite počvi pod pasišta vo Maleševsko (NRM). — God. zbornik Zemjod. šumar. fak., Skopje, 14, 299—307.

- Mickovski M. (1962): Mikroflorata na planinski počvi pod borova i bukova šuma. — God. zbornik na Zemjod. — šumar. fak., Skopje, 15, 169—191.
- Mickovski M. (1962a): Gabnata flora pod *Pinus maritima* L. i vlijanieto na procesot na obrazuvanje na humusot vrz istata. — God. zbornik na Zemjod. — šumar. fak., Skopje, 15, 241—246.
- Mickovski M. (1962b): Rilievi micologici su di alcuni terreni forestali della Macedonia (Jugoslavia). — L'Agricoltura italiana, 5, 157—166.
- Mickovski M. (1963): Sezonska fluktuacija na počvenata mikroflora pri planinske temno-kafeavi počvi. — Socijalističko zemjodjelstvo, Skopje, 15 (3), 40—48.
- Mickovski M. (1964): Mikroflora i razlaganje fosfornih jedinjenja u nekim zemljištima SR Makedonije. — Arhiv za poljoprivredne nauke, Bgd, 17 (55), 131—142.
- Mickovski M. i Todorović M. (1954): Uporedno proveravanje nekih metoda za ispitivanje zemljišne mikoflore. — Zemljište i biljka, 3 (1/3), 95—108.
- Mickovski M. i Micev N. (1962): Zastapenost na bradavicite i bradavičnite bakterii kaj lucerkata, detelinata i sojata vo nekoj počvi na SRM. — God. zbornik na Zemjod. — šumar. fak., Skopje, 15, 231—240.
- Milošević R. (1966): Dinamika izdvajanja CO₂ sa površine zemljišta u različitim asociacijama Fruške Gore. — Arhiv bioloških nauka, Bgd, 18 (1), 47—56.
- Milošević R. (1967): Mikroflora nekih terestričnih zemljišta sa različitom vegetacijom u rezervatu Obedska bara. — Zemljište i biljka, 16 (1/3), 407—414.
- Milošević R. (1968): Sastav i dinamika mikroflore u nekim biocenozama rezervata Obedska bara. — Zaštita prirode, Bgd, 35.
- Milošević R. (1969): Dinamika brojnosti mikrobnog populacije u stelji i zemljištu retkih šumskih asocijacija na Fruškoj Gori. — Arhiv bioloških nauka, Bgd, 21 (1/2).
- Milošević R. (1969a): Delovanje ekstrakta lišća drvenastih biljaka na brojnu zastupljenost *Azotobacterium* spp u nekim šumskim zemljištima pod eksperimenatnim uslovima. Ekologija, 5 (u štampi).
- Milošević R. (1969b): Uporedna analiza mikrobnog naselja u zajednicama *Fagetum sub-alpinum superiorum* i *Vaccinetum myrtilli* na Staroj planini. — Zaštita prirode, Bgd, (u štampi).
- Milošević R. (1970): Proučavanje biološke fiksacije azota u okviru nekih šumskih zajednica. — Simpozijum o biološkoj fiksaciji azota, Sarajevo.
- Milošević R. i Blaženčić J. (1969): Prilog proučavanju zastupljenosti kvržica na leguminozama biljne zajednice *Quercetum montanum* — *Festucetosum montanae* na Fruškoj Gori. I kongres mikrobiologa Jugoslavije, Bgd, 3, 773—783.
- Pavletić Z. i Stilinović B. (1969): Uticaj pedoloških i fitocenoloških faktora na raspored aktinomiceta u tlima Zagrebačke gore. — I kongres mikrobiologa Jugoslavije, Bgd, 3, 767—772.
- Pavletić Z. i Stilinović B. (1969a): Prilog poznavanju aktinomiceta iz rendzina Zagrebačke gore. — Acta botanica croatica, Zgb, 28, 277—283.
- Pavletić Z. i Stilinović B. (1971): Ekološka istraživanja eubakterija i aktinomiceta u vođenim i terestričnim biotopima Hrvatske. — Mikrobiologija, 8 (1), 77—84.

- Peno M. i Veselinović N. (1965): Uticaj mineraln'ih đubriva na sadržaj zemljišnih aktinomiceta — antagonista i njihovo dejstvo na zemljišne parazite. — Zbornik Instituta za šumarstvo i drvnu industriju, Bgd, 5, 75—82.
- Peno M. i Veselinović N. (1967): Uticaj mineralnih đubriva na kvalitetni sastav i antibiotska svojstva aktinomiceta u nekim tipovima šumskog zemljišta. — Zbornik Instituta za šumarstvo i drvnu industriju, Bgd, 7, 197—214.
- Peno M. i Veselinović N. (1971): Uticaj aktinomiceta — antagonista na dinamiku mikroflore u černozeu. — Zbornik Instituta za šumarstvo i drvnu industriju, Bgd, 10, 284—301.
- Peno M. i Veselinović N. (1972): Dinamika populacije gljivičnih organizama u rizosferi *Pinus nigra* Arn., s posebnim osvrtom na patogene *Fusarium* vrste. — II kongres mikrobiologa Jugoslavije, Opatija, 286—287.
- Peno M. (1967): Biološki metod borbe protiv poleganja ponika *Pinus nigra* Arn. — Doktorska disertacija, posebno izdanje Instituta za šumarstvo i drvnu industriju, Bgd, 30, 24—90.
- Pevalek I. i Vouk V. (1916): Prilog poznavanju bazidiomiceta sjeverne Hrvatske, Zagreb.
- Picbauer R. (1927—1942): *Fungi jugoslavici etc.* — Glasnik Zemaljskog muzeja, Sarajevo.
- Prša M. (1972): Prilog proučavanju mikroflore u biljnim zajednicama rezervata Rišnjak.
- Ranković B. (1955): Prilog poznavanju gljiva naših rezervata — gljive Fruške Gore. — Zaštita prirode, Bgd, 4/5.
- Starč A. (1941): *Mikrobiološka studija podzolastih tala Hrvatske.* — Doktorska disertacija, Zgb. Poljoprivredna znanstvena smotra, 4, 83—192.
- Stefanović K. i Milošević R. (1963): Zemljište i mikrobna populacija u nekim šumskim asociacijama Fruške Gore. — Zemljište i biljka, 12 (1/3), 367—375.
- Ponomareva V. V. (1964): Teorija o processe obrazovanja podzola — biohemijska točka zrenija. — Moskva, »Nauka«, 378 p.
- Stević B. (1952): Prilog proučavanju *Aspergillus* spp iz naših zemljišta. — Zemljište i biljka, 1 (2), 267—290.
- Stević B., Avanić J. and Tešić Ž. (1972): Microbocenosis — microbial interactions in the light of terminology. — Mikrobiologija, 8 (2), 305—323.
- Tešić Ž. (1954): Stanje i problemi mikrobioloških istraživanja zemljišta u Jugoslaviji. — Prvo savetovanje JDPZ, Bgd, 2, 107—118.
- Tešić Ž. (1949—1971): Mikrobiologija šumskog zemljišta. — Beograd, »Naučna knjiga«, I—VI, 180 p.
- Tešić Ž. (1958): Problem istraživanja mikoriza u šumarstvu. — Šumarstvo, Bgd, 7/8, 444—448.
- Tešić Ž. (1972): Utilisations possibles des bactéries silicatées dans l'étude de certains problèmes de la microbiologie du sol. — Rev. Ecol. Biol. Sol, Paris, 9 (3), 589—593.
- Tešić Ž. i Todorović M. (1952): Prilog ispitivanju silikatnih bakterija. — Zemljište i biljka, 1 (1), 3—18.
- Tešić Ž. i Todorović M. (1958): Prilog poznavanju specifičnih osobina silikatnih bakterija. — Zemljište i biljka, 7 (1/3), 233—240.

- Tešić Ž. i Todorović M. (1958): Prilog metodici ispitivanja rizosferne mikroflore. — Zemljište i biljka, 7 (1/3), 269—277.
- Tešić Ž., Bogdanović M., Todorović M. i Stojanović S. (1960): Kvalitet naših treseta kao organskih đubriva. — Agrohemija, Bgd, 5, 3—20.
- Tešić Ž. i Todorović M. (1964): Mikrobiološke osobine jugoslovenskih treseta. — Zemljište i biljka, 13 (3), 327—336.
- Tešić Ž. et Todorović M. (1966): Les propriétés microbiologiques des tourbes yougoslaves. — C. R. VIII Congr. Intern. Soi Sol, Bucuresti, 3, 579—588.
- Tešić Ž., Vušanov N. i Todorović M. (1960): Prilog izučavanju rizo-sferne mikroflore šumskog drveća. — Šumarstvo, Bgd, 5/6, 251—281.
- Tešić Ž., Ristanović B. i Riter-Studnicka H. (1967): Prilog poznavanju mikroflore u dolomitskim i serpentinskim staništima pod raznim stadijama biljne sukcesije u Bosni i Hercegovini. — Mikrobiologija, 4 (1), 1—20.
- Tešić Ž., Bogdanović M., Todorović M. i Gigov A. (1969): Tresava »Crveni potok« na planini Tari i osobine njenog treseta. — Ekologija, 4 (2), 149—163.
- Tešić Ž., Bogdanović M., Todorović M., Gigov A. i Tančić N. (1972): Tresave Kopaonika i osobine njihovog treseta. — Zemljište i biljka, 21 (1), (u štampi).
- Tešić Ž., Vojinović Ž. i Kovačević Ž. (1973): Razvitak i problemi biologije zemljišta u Jugoslaviji. — Razvoj i aktuelni problemi u proučavanju zemljišta Jugoslavije, Bgd, 3, 57—73.
- Todorović M. (1953): Prilog proučavanju *Actinomyces* spp iz naših zemljišta. — Zemljište i biljka, 2 (3), 1953.
- Todorović M. (1958): Gljive iz naših zemljišta i njihov antagonistički odnos prema nekim bakterijama. — Zbornik Poljoprivrednog fakulteta, Zemun — Beograd, 1, 61—70.
- Todorović M. (1960): Prilog poznavanju humivorne mikroflore. — Doktorska disertacija, Beograd — Zemun (rukopis).
- Todorović M. (1963): Prilog poznavanju antagonističkog odnosa *Aspergillus fumigatus* i *Stachybotrys lobulata* prema nekim mikroorganizmima. — Zemljište i biljka, 12 (1/3), 383—387.
- Todorović M. i Mickovski M. (1958): Prilog ispitivanju mikroflore naših zemljišta. — Zemljište i biljka, 7 (1/3), 249—257.
- Todorović M. i Bogdanović V. (1967): Prilog proučavanju najčešćih gljiva treseta iz nekih planinskih tresava. — Mikrobiologija, 4 (1), 105—110.
- TortiĆ M. (1966): O rasprostranjenju gljiva u Gorskom kotaru. — Acta botanica croatica, Zgb, 25.
- Verona O. et Mickovski M. (1962): Un ceppo di *Aspergillus* della serie »Repens« e *Penicillium macedoniense* n. sp. — Mycopath. et Mycol. appl., 18 (4), 285—292.
- Veselinović N. (1967): Mikrobiološka ispitivanja zemljišta u poloju Save — Kutinski kut. — Zbornik Instituta za šumarstvo i drvnu industriju, Bgd, 7, 175—185,

- Veselinović N. (1970): Pedološka svojstva i dinamika mikroflore zemljišta nekih lokalnosti Srbije. — Zbornik Instituta za šumarstvo i drvenu industriju, Bgd, 9, 75—100.
- Veselinović N. (1967a): Uticaj mineralnih đubriva na zemljišnu mikrofloru u šumskim kulturama. — Zbornik Instituta za šumarstvo i drvenu industriju, Bgd, 7, 187—196.
- Veselinović N. (1973): Antagonizam aktinomiceta prema nekim fitopatogenim gljivama u rizosferi šumskog bilja i mogućnost njegovog povećanja. — Doktorska disertacija, Institut za šumarstvo i drvenu industriju, Bgd, 34, 1—94.
- Veselinović N. i Peno M. (1960): Prilog poznavanju antagonističkih svojstava mikroflore šumskog zemljišta u odnosu na neke izazivače truležnice korena šumskog drveća. — Zaštita bilja, Bgd, 59, 23—33.
- Veselinović N. i Peno M. (1963): Rezultati ispitivanja uticaja hemijskih sredstava i antagonističkih aktinomiceta na mikrofloru zemljišta u borbi s bolestima korena crnog bora. — Šumarstvo, Bgd, 3/4, 123—127.
- Veselinović N. i Peno M. (1971): Zastupljenost mikroorganizama — antagonista prema *Fusarium oxysporum* var. *orthoceras* m. 12 u raznim tipovima zemljišta. — Šumarstvo, Bgd, 5/6, 29—36.
- Veselinović N. i Peno M. (1972): Uticaj sejanaca *Pinus nigra* Arn na formiranje rizosferne mikroflore, njena dinamika i značaj u inhibiranju razvoja gljiva iz roda *Fusarium* i izazivača poleganja ponika. — II kongres mikrobiologa Jugoslavije, Opatija, 283—285.
- Vrtar B. (1962): Opažanja o flori viših gljiva na području nacionalnog parka Rišnjak. — II kongres biologa Jugoslavije, Bgd.
- Vučković E. i Milošević N. (1960): Dinamika vegetacije i mikrobnog populacija nekih šumskih požarišta. — Šumarstvo, Bgd, 5/6, 295.
- Vouk V. i Pevaljek I. (1916): Prilog poznavanju gljiva zagrebačke okolice, Zagreb.

NADA VESELINOVIĆ i DANICA MARKOVIĆ

**UTICAJ ŠUMSKOUZGOJNIH MERA NA OPŠTU BIOGENOST
I PEDOLOŠKA SVOJSTVA ZEMLJIŠTA POD SMRČEVIM
SASTOJINAMA NA KOPAONIKU**

U V O D

Zemljište je sredina vrlo dinamičnih biohemijskih procesa uslovljenih ogromnim potencijalom zemljišnih mikroorganizama, što se odražava na pravac obrazovanja zemljišta i na održavanje njegove plodnosti. S obzirom da je zemljište prirodna i neograničena sredina u kojoj se procesi odvijaju pod uticajem svih ekoloških faktora, intervencija čovekova može biti samo posredna u cilju usmeravanja zemljišnih, naročito mikrobioloških procesa. Najveće mogućnosti pružaju razni oblici seča, jer otvaranjem sklopa iz osnova se menjaju bitni ekološki faktori, svetlost, toplota i vlaga. Kako su intervencije te vrste sve jače i češće, jer savremeno šumarstvo traži intenzivnije zahvate u šumi, to u prvi plan i dolaze ispitivanja vezana za rešavanje uticaja takvih zahvata na zemljište i procese koji se odvijaju u njemu. Iz tih razloga počeli smo ispitivanja uticaja raznih seča uzgojno-sanitarnog ili eksploatacionog karaktera na zemljište i procese u njemu.

Naša šumska zemljišta su u vezi s ovom problematikom malo ispitana, a naročito malo se zna o njihovoj biogenosti. Mogu se nabrojati samo neki radovi iz ove oblasti: Milošević (1966, 1972), Stefanović i Milošević (1963) i Veselinović (1960, 1970). Još je manje radova koji govore o čovekovom uticaju raznim šumskouzgojnim zahvatima na biodinamiku šumskih zemljišta, kao što su radovi D. Marković i N. Veselinović (1968) i N. Veselinović (1970), koji govore o uticaju unošenja mineralnih đubriva u cilju prihranjivanja na biodinamiku zemljišne mikroflore u šumskim kulturama. Međutim, ne raspolazemo podacima kako se odražavaju pojedini zahvati čovekovi pri menjanju šumskog sklopa raznim uzgojno-eksploatacionim sečama na dinamiku zemljišnih procesa i zemljišnu plodnost. Neka iskustva iz ove oblasti navode Lutz i Chandler (1946) i Klevenskaja et al. (1970).

* Institut za šumarstvo i drvnu industriju — Beograd.

Iz tog razloga smo u smrčevim sastojinama na Kopaoniku ispitivali uticaj raznih seča nege radi obnove smrčevih sastojina na opštu biogenost i pedološka svojstva zemljišta.

MATERIJAL I METODIKA

U smrčevim sastojinama koje, prema Mišiću i Popoviću (1954), zauzimaju centralni deo Kopaonika postavljeni su ogledi za ispitivanje najpogodnijih seča nege za uzgoj i obnovu smrčevih sastojina. Ogledi su postavljeni u odeljenju 25 i odeljenju 46. U oba ogledna polja postavljene su po dve varijante prema intenzitetu izvršenih proreda, i to jedna sa jačom proredom, a druga je selektivna proreda. Pored toga, u svakom odeljenju postoji i kontrolna parcela. Na ovim varijantama otvoreno je ukupno šest pedoloških i mikrobioloških profila. Probe za analizu uzete su u jesen 1966. godine za uvid u početno stanje zemljišta, a na istim obnovljenim profilima uzete su ponovo probe u jesen 1968. godine radi evidencije nastalih promena.

Opšti podaci za ogledno polje u odeljenju 25 su sledeći: geološka podloga je granit; ekspozicija je N, NW, NE; nadmorska visina je 1480—1570 m; čista smrčeva šuma, sklop potpun, obrast 0,9; smrča nije na vreme proređivana, te krune nisu lepo oformljene; po površini se nalaze komadi granita; uglavnom je obrasla mahovinom, što indicira veliku vlažnost ovog zemljišta. U ovom odeljenju su otvorena tri pedološka profila. Profil 1 je na zabarenom delu terena. Smrčeva šuma stara je 60—70 godina i jako zaražena sa *Fomes annosus*. Konstatovano je mnogo vetroizvola. Obrast je 0,9. Nadmorska visina je 1500 m. Ovaj deo terena ostavljen je kao kontrola. Profil 2 je na suvljem mestu. U 1966. godini pred uzimanje uzoraka za analizu izvršena je normalna proreda. Profil 3 otvoren je na parceli gde je izvršena selektivna proreda, seča manjeg intenziteta od normalne prorede.

Opšti podaci za oglednu površinu u odeljenju 46 su sledeći: teren je uglavnom zaravnjen, s vrlo blagim padom ka S, SS, S, na nadmorskoj visini od 1440—1510 m; geološku podlogu čini granit. Površina je obrasla mahovinom, inače čista smrčeva šuma. Otvorena su tri pedološka profila. Šuma je stara 40—50 godina i gustog je sklopa. Profil 4 otvoren je na parceli gde je izvršena normalna proreda godine 1966. pred uzimanje zemljišnih proba. Profil 5 otvoren je na kontrolnoj parceli, na kojoj nije bilo intervencija. Profil 6 otvoren je na parceli gde je sprovedena selektivna proreda manjeg intenziteta od normalne prorede.

REZULTATI RADA I DISKUSIJA

Ispitivanjem na Kopaoniku osobina zemljišta pod smrčevim šumama u kojima su postavljena ogledna polja konstatovano je smeđe podzolasto zemljište. Prema podacima iz tabela 1 i 2, ova zemljišta su duboka, lakog mehaničkog sastava, peskuše i ilovaste peskuše, sa visokim procentom frakcije krupnog i sitnog peska. Kiselost zemljišta je jako izražena, te pH-vrednosti u vodi na našim oglednim poljima samo pri dnu profila do-

štižu 4, 7, dok su u gornjim delovima profila znatno niže. Reakcija je uvek najkiselija u humusnom horizontu. Vrednosti hidrolitičke kiselosti relativno su visoke. Jasnije je izraženo i ispiranje baznih katjona, jer stepen zasićenosti bazama obično raste sa dubinom.

Visok sadržaj humusa sreće se u dubini zemljišnog profila, što je jedna od najznačajnijih karakteristika ispitivanih smeđih podzolastih zemljišta, na koja je ukazao J o v i ć (1966). Sadržaj fulvokiselina u Ao-horizontu kreće se od 1,3—5,7, uglavnom u granicama koje je konstatovao i navodio autor u svom radu. Njihov procenat nije visok s obzirom da je prostirka izvor obrazovanja, a ne akumulacija fulvokiselina, odnosno zapaža se njihovo premeštanje u dublje delove profila. Procenat huminskih kiselina u istom horizontu kreće se od Om 50—4,20%. U većini slučajeva Ch : Cf u ovom horizontu manje je od 1.

Razmatranje morfoloških i analitičkih podataka o ovim zemljištima pokazuje da ne postoje neka izrazita odstupanja od proseka za smeđa podzolasta zemljišta, koja su dosta proučavana u Americi, a nešto i u Evropi i SSSR-u. Kod nas je J o v i ć (1966) najdetaljnije opisao ova zemljišta i obradio njihovu pojavu na Kopaoniku.

Prema mikrobiološkim podacima koji se odnose na profil 1 i 5, podzolasta zemljišta Kopaonika su male biogenosti. Uzrok maloj zastupljenosti mikroorganizama su sigurno niska temperatura, prejak vlaženje nedostatak hranljivih materija i prisustvo baktericilnih materija, kako navode A r i s t o v s k a j a (1965), M i š u s t i n et al. (1966), R i b a l k i n a (1957) i dr. Iako su lakog mehaničkog sastava, a humusne materije su relativno zastupljene po celom zemljišnom profilu, najveći broj mikroorganizama nalazi se na dubini od 3—15 cm, što odgovara horizontu A₁. Ovu pojavu su zapazili A r i s t o v s k a j a (1965) i M i š u s t i n et al. (1966) ispitujući podzolasta zemljišta obrasla četinarskim šumama kao i H r o n o v a et al. (1966). Ovakav raspored mikroorganizama тумаче nejednakim ekološkim uslovima pojedinih genetskih horizonata. Ukupan broj mikroorganizama i broj bakterija naglo pada na dubini od 15 cm, a u izvesnom smislu se to isto može reći i za gljive. Na ovakav raspored broja mikroorganizama po dubini profila u ovim zemljištima važan uticaj ima i nepovoljna temperatura zemljišta pored smanjenja sadržaja organske materije i sadržaja lakopristupačnog fosfora i kalijuma, kao i promene hemizma pojedinih genetskih horizonata. Mi nismo pratili kretanje zemljišne temperature po dubini profila, što bi trebalo svakako učiniti, ali se zna da su ova zemljišta hladna i dosta vlažna, što u velikoj meri uslovljava gust šumski sklop, uz visoke vrednosti godišnjih padavina.

Već ova činjenica upućuje na to da se otvaranjem sklopa, primenom raznih uzgojnih i eksploatacionih seča, mogu izmeniti ekološki faktori koji utiču na biogenost zemljišta, a samim tim i na procese u njemu. Prema A r i s t o v s k o j (1970), mikroflora i njena aktivnost vrlo brzo reaguju na promenu ekoloških uslova.

Na oglednom polju koje je osnovano u odeljenju 25 (profili 1, 2 i 3) u periodu od dve godine, koliko su trajala istraživanja, došlo je do izvesnih promena u hemijskim osobinama zemljišta na kontrolnim parcelama (profil 1), čije zemljište se odlikuje lakim mehaničkim sastavom, što odgovara lakšoj ilovači s dosta krupnog peska, koga s dubinom ima sve više (tab. 1). Vrednost pH se znatno povećava, a sadržaj humusa se sma-

Tabela 1.

UPOREDNI ANALITIČKI PODACI SA OGLEDNIH POLJA NA KOPAONIKU
COMPARATIVE ANALYTICAL DATA FROM EXPERIMENTAL PLOTS ON KOPAONIK

Fizičke analize zemljišta
Physical properties of soils

Br. prof. № Profile	Dubina Depth cm	Godina Year	Granulometrijski sastav u % — Texture in %					Klasa zemljišta prema granul. sastavu Soil class According Texture	
			Krupan pesak Coarse sand 2—0,2	Sitan pesak Fine sand 0,2—0,02	Glina Clay 0,02—0,002 mm	Koloidi Silt 0,002	Ukupno peska Total sand	Ukupno gline Total Silt and Clay	
1	2	3	4	5	01	6	8	8	9
1	0—3	1966.	4,70	79,52	6,70	9,00	84,30	15,70	peskov. ilov.
1	0—3	1968.	—	—	—	—	—	—	—
1	3—10	1966.	6,00	75,40	7,80	10,80	81,40	18,60	peskov. ilov.
1	3—10	1968.	—	—	—	—	—	—	—
1	10—20	1966.	32,70	46,10	9,40	11,80	78,80	21,20	peskov. ilov.
1	10—20	1968.	—	—	—	—	—	—	—
2	0—3	1966.	50,00	36,80	5,80	7,40	86,80	13,20	ilovasti pes.
2	0—3	1968.	—	—	—	—	—	—	—
2	3—16	1966.	31,30	50,90	6,80	11,00	82,20	17,80	ilovasti pes.
2	3—16	1968.	—	—	—	—	—	—	—
2	16—53	1966.	26,50	47,70	9,60	12,20	74,20	25,80	peskov. ilov.
2	16—53	1968.	—	—	—	—	—	—	—
3	0—3	1966.	37,50	44,10	9,40	9,00	81,60	18,40	ilovasti pes.
3	0—3	1968.	—	—	—	—	—	—	—
3	3—13	1966.	38,30	35,10	16,30	10,30	73,40	26,60	peskov. ilov.
3	3—13	1968.	—	—	—	—	—	—	—
3	13—26	1966.	17,10	57,70	11,60	13,60	74,90	25,20	peskov. ilov.
3	13—26	1968.	—	—	—	—	—	—	—

(Nastavak Tab. 1.)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4	0—5	1966.	45,50	33,40	12,10	9,00	78,90	21,10	peskov. ilov.
4	0—5	1968.	—	—	—	—	—	—	—
4	5—12	1966.	22,20	41,40	21,60	14,80	63,60	36,40	peskov. ilov.
4	5—12	1968.	—	—	—	—	—	—	—
4	12—70	1966.	28,00	43,60	11,10	17,30	71,60	28,40	peskov. ilov.
4	12—70	1968.	—	—	—	—	—	—	—
5	0—8	1966.	54,70	20,90	10,00	14,40	75,60	24,40	peskov. ilov.
5	0—8	1968.	—	—	—	—	—	—	—
5	8—20	1966.	32,50	30,30	19,20	18,00	62,80	37,20	peskov. ilov.
5	8—20	1968.	—	—	—	—	—	—	—
5	20—80	1966.	26,80	43,00	9,80	20,40	69,80	30,20	peskov. ilov.
5	20—80	1968.	—	—	—	—	—	—	—
6	0—5	1966.	21,30	47,90	15,00	15,90	69,20	30,80	peskov. ilov.
6	0—5	1968.	—	—	—	—	—	—	—
6	5—15	1966.	30,20	48,60	7,90	13,30	78,80	21,20	peskov. ilov.
6	5—15	1968.	—	—	—	—	—	—	—
6	15—55	1966.	17,50	47,90	17,20	17,40	65,40	34,60	peskov. ilov.
6	15—55	1968.	—	—	—	—	—	—	—

Tabela 2.

UPOREDNI ANALITIČKI PODACI SA OGLEDNIH POLJA NA KOPAONIKU
COMPARATIVE ANALYTICAL DATA FROM EXPERIMENTAL PLOTS ON KOPAONIK

Hemijske analize zemljišta
Chemical properties of soils

Pros. №	Dubina Depth cm	Godina Year	Adsorptivni kompleks Adsorptive complex				Y ₁ ccm	pH in		Humus %	N Azot %	C/N	P ₂ O ₅ mg/100 g zemlje soil	K ₂ O
			T	S	T-S	V		H ₂ O	KCL					
			mil./ekv.											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	1
1	0—3	1966.	25,42	0,20	25,22	0,79	38,8	4,1	3,6	17,85	1,06	9,8	4,3	13,8
1	0—3	1968.	54,40	1,70	52,70	3,13	81,0	4,3	3,3	17,96	0,95	10,9	2,0	7,5
1	3—10	1966.	48,42	22,16	26,26	45,77	40,4	4,0	3,0	16,61	0,37	26,0	3,3	13,8
1	3—10	1968.	31,90	0,70	31,20	2,19	48,0	4,3	3,7	12,04	0,26	26,8	1,4	5,0
1	10—20	1966.	—	—	—	—	—	4,1	3,8	15,51	0,33	27,3	2,9	6,3
1	10—20	1968.	—	—	—	—	—	4,5	3,9	8,33	0,16	26,9	1,0	3,5
2	0—3	1966.	—	—	—	—	—	4,3	3,8	29,31	0,76	22,4	5,6	25,0
2	0—3	1968.	23,50	16,70	6,8	71,06	10,5	4,2	3,5	27,75	0,75	21,5	4,4	10,0
2	3—16	1966.	51,55	20,06	31,49	38,91	48,5	3,9	3,5	18,12	0,78	13,5	3,0	10,5
2	3—16	1968.	47,80	4,30	43,50	8,99	67,0	4,2	3,5	12,97	0,20	37,6	2,0	6,0
2	16—53	1966.	32,40	15,86	16,54	48,95	25,4	4,4	4,1	4,32	0,12	20,9	0,9	5,7
2	16—53	1968.	—	—	—	—	—	4,6	4,1	4,89	0,16	17,8	1,0	3,0
3	0—3	1966.	55,45	27,50	27,95	40,58	43,0	4,3	3,8	25,73	0,76	19,6	4,5	17,2
3	0—3	1968.	63,60	10,30	53,30	16,19	82,0	4,1	3,4	19,18	0,70	15,9	3,5	8,6
3	3—13	1966.	59,92	22,32	37,60	37,25	57,8	4,1	3,6	19,11	0,40	27,7	3,0	10,5
3	3—13	1968.	40,40	4,30	31,60	10,64	55,6	4,3	3,6	11,78	0,34	20,1	1,0	5,5
3	13—26	1966.	52,25	17,64	34,66	33,76	53,3	4,3	3,9	20,06	0,25	46,5	3,2	4,6
3	13—26	1968.	31,40	0,90	30,50	2,87	47,0	4,7	4,0	8,72	0,21	24,1	1,0	2,5

{Nastavak Tab. 2.)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
4	0—5	1966.	—	—	—	—	—	4,0	3,4	20,64	1,25	9,6	1,8	18,6
4	0—5	1968.	59,10	4,70	54,40	7,95	83,7	4,0	3,0	18,65	1,05	11,3	1,4	7,0
4	5—12	1966.	50,91	12,28	32,63	35,91	50,2	4,1	3,8	13,39	0,32	24,3	1,6	4,6
4	5—12	1968.	32,60	1,70	30,90	5,21	47,5	4,4	3,9	8,88	0,25	20,6	1,0	3,8
4	12—70	1966.	31,94	6,98	24,96	21,85	38,4	4,4	4,2	1,72	0,37	2,7	1,0	3,0
4	12—70	1968.	—	—	—	—	—	4,5	4,2	6,79	0,23	17,1	1,0	3,5
5	0—8	1966.	—	—	—	—	—	4,7	4,0	30,89	1,20	14,9	5,6	25,0
5	0—8	1968.	—	—	—	—	—	4,1	3,2	18,61	1,05	10,3	11,5	16,6
5	8—20	1966.	54,77	16,84	37,93	30,75	58,3	3,9	3,5	22,23	0,44	29,3	4,6	8,4
5	8—20	1968.	—	—	—	—	—	4,2	3,6	9,51	0,36	15,3	3,3	5,0
5	20—80	1966.	45,67	15,66	30,61	32,97	47,1	4,3	4,0	8,60	0,28	17,8	1,8	5,3
5	20—80	1968.	—	—	—	—	—	4,3	4,1	8,01	0,29	16,0	2,5	2,7
6	0—5	1966.	57,74	18,12	39,62	31,38	60,9	4,1	3,8	17,91	0,84	12,4	3,1	7,2
6	0—5	1968.	62,50	7,30	55,20	11,68	85,0	4,1	3,4	19,79	0,75	15,3	3,7	7,5
6	5—15	1966.	—	—	—	—	—	3,8	3,4	4,52	0,65	4,0	3,3	16,8
6	5—15	1968.	36,80	4,30	32,50	11,68	50,0	4,1	3,9	9,49	0,23	23,9	2,4	5,0
6	15—55	1966.	44,21	14,24	25,97	35,41	39,9	4,6	4,2	3,67	0,18	11,8	2,7	2,5
6	15—55	1968.	—	—	—	—	—	4,6	4,1	4,50	0,22	11,9	2,9	3,2

njuje s dubinom profila. Ove promene prati nešto jača promena u sadržaju azota, dok se promena u sadržaju fosfora i kalijuma smanjuje s dubinom profila (tab. 2).

Iz graf. 1 jasno se vidi da je u 1968. godini u isto vreme došlo do smanjenja opšte biogenosti zemljišta, naročito u gornjem, nešto biogenijem sloju (prof. 1). Linija kretanja broja mikroorganizama se potpuno ispravlja, što pokazuje da je biogenost ovog zemljišta smanjena na najmanju meru. Ove promene u biogenosti zemljišta negativno su se odrazile na sadržaj humusa, a naročito na sadržaj azota, što je potenciralo i relativno širi odnos C/N (tab. 2).

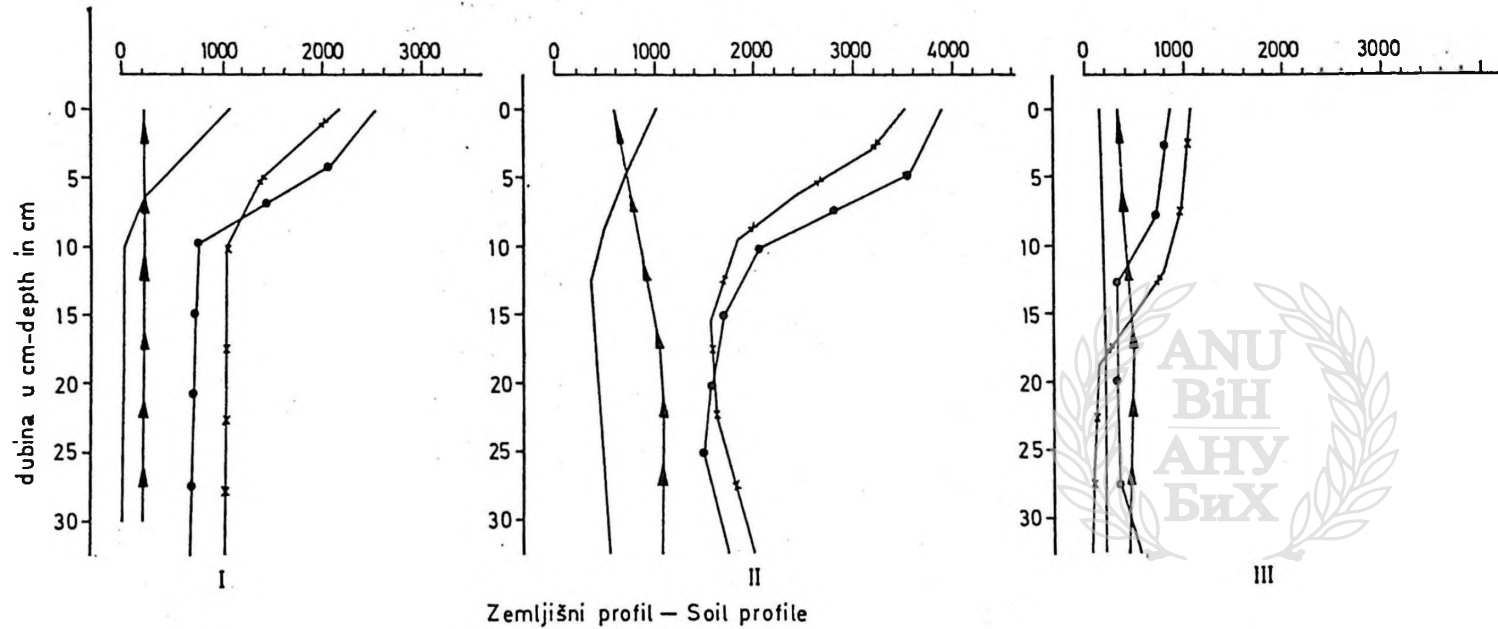
Nastale negativne promene u biološkoj aktivnosti i pedološkim svojstvima prouzrokovane su povremenim i prejakim vlaženjem zemljišta zbog visokih vrednosti suma padavina i gustog sklopa, a migracija hranljivih elemenata je pojačana lakim mehaničkim sastavom i visokom kiselošću ovog zemljišta. Iz ovog se vidi da na smeđem podzolastom zemljištu lakog mehaničkog sastava pod smrčevim sastojinama teku procesi degradacije.

Na parceli sa izvršenom umerenom sečom zemljište je znatno lakšeg mehaničkog sastava (ilovasti pesak) (prof. 2) od onog pod kontrolom (prof. 1). Umereno otvaranje sklopa za dve godine znatno je uticalo na smanjenje broja mikroorganizama, naročito amonifikatora na dubini od 0—3 cm. Naglo smanjenje ukupnog broja mikroorganizama na dubini od 3—16 sm praćeno je neznatnim povećanjem broja amonifikacionih mikroorganizama graf 1, prof. 2), što je pojačalo smanjenje sadržaja humusa od 29% na 27% i od 18% na 12% (tab. 2). Pojačanim radom celulolitičkih mikroorganizama stvoren je širok odnos C/N, što je uslovilo da se, i pored povećane aktivnosti amonifikacionih mikroorganizama, sav azot troši na sintezu mikrobiološkog proteina, a ovo je pak uslovilo smanjenje lakopristupačnog azota koji je na raspolaganju biljkama od 78% na 0,20%. Uz sve ovo zapaža se i tendencija smanjenja pH-vrednosti zbog relativno visokog broja gljiva i aktivnosti acidogenih mikroorganizama. Zakiseljavanje gornjeg sloja zemljišta negativno je uticalo na razvoj bakterija i aktinomiceta (tab. 3). Povećanje broja celulolitičkih mikroorganizama (tab. 3) uslovljava intenzivno ali ne i duboko razlaganje organske materije, tako da se nagomilava humus lošeg kvaliteta.

Na osnovu iznetih podataka može se reći da je seča slabog intenziteta uticala na smanjenje broja mikroorganizama u zemljištu. Pored toga, umanjena vlažnost zemljišta i lak mehanički sastav uslovili su intenzivnije sintetičke mikrobiološke procese uopšte, a posebno aktivnosti amonifikacionih mikroorganizama. Sve ovo, uz povećanu aktivnost gljiva i celulolitičkih mikroorganizama, dovelo je do smanjenja sadržaja azota i lakopristupačnog fosfora i kalijuma (tab. 2). Usled nepovoljnog C/N, i pored nesmetanog razlaganja organske materije, smanjeno je izdvajanje slobodnog azota. Uz to, lak mehanički sastav i kisela reakcija koju povećavaju metaboliti mikroorganizama stvorili su uslove za intenzivno ispiranje zemljišta, što dovodi do nedostataka bitnih hranljivih elemenata za povoljan razvoj biljaka, a to se nepovoljno odrazilo na produktivnost i zdravstveno stanje šume.

Na parceli gde je izvršena selektivna (sanitarna), mestimična seča slabijeg intenziteta (graf. 1, prof. 3), a gde je zemljište prilikom prve ana-

BROJ MIKROORGANIZAMA —^a NUMBER OF MICROORGANISMS



Graf. 1. Kretanje broja mikroorganizama
Dynamics of microorganisms

—x—x— Ukupan broj mikroorganizama
 Total number of ammonifiers
 —●—●— Ukupan broj amonifikatora
 Total number ammonifiers

1966.

——— Ukupan broj mikroorganizama
 Total number of microorganisms
 —●—●— Ukupan broj amonifikatora
 Total number ammonifiers

1968.

lize pokazalo slabu biogenost, došlo je do smanjenja ionako slabe biogenosti zemljišta (prof. 3). Smanjen je ukupan broj mikroorganizama i amonifikacionih mikroorganizama u gornjem sloju zemljišta, do 10 sm, a nešto je povećan u sloju u 10—25 sm. Iako je došlo do promene opšte biogenosti zemljišta, broj gljiva i celulolitičkih mikroorganizama, među kojima i preovlađuju gljive, pretrpeo je neznatne izmene (tab. 3); to znači da se broj ovih mikroorganizama procentualno povećao prema ukupnoj mikroflori. Naravno da se promena odnosa mikroorganizama odrazila na povećanje kiselosti, pa su dominantne gljive iz roda *Penicillium* i *Trichoderma* sa kiselim metabolitima. Povećanjem pH-vrednosti još je više smanjena aktivnost mikroorganizama, pa je s dubinom profila znatno opao i sadržaj humusa. Na dubini preko 10 sm smanjen je sadržaj humusa od 20% na 8%. Relativno povećanje broja amonifikacionih mikroorganizama, među kojima se nalaze i gljive, dovelo je do znatnog smanjenja sadržaja azota — za 0,04%, a uz nepromenjenu aktivnost celulolitičkih mikroorganizama. Znatno više je smanjen sadržaj fosfora, a naročito kalijuma (tab. 2). Sve ovo ukazuje da intervencija slabijeg intenziteta u šumama smrče na ovom zemljištu ne daje željene rezultate, jer su promene ekoloških faktora (vlage i temperature) neznatne, tako da nisu mogle zaustaviti proces degradacije u ovom zemljištu. Kako navodi *Aristovskaja* (1965), glavni uzrok male biogenosti podzolastih zemljišta je nedostatak hranljivih materija, a zatim visoka vlažnost i niska temperatura, na što ukazuju i naši rezultati.

Na osnovu svega iznetog moglo bi se zaključiti da na oglednom polju u smrčevoj sastojini na smeđem podzolastom zemljištu intervencija slabog intenziteta, s nedovoljnim otvaranjem sklopa, ne daje pozitivne rezultate, pa se opšti degradacioni proces, uslovljen nepovoljnim faktorima, nesmetano odvija.

Na oglednom polju u 46. odjeljenju profil 4 otvoren je u sastojini gde je izvršena seča umerenog intenziteta. Zemljište je i pre izvršene seče bilo slabe biogenosti (graf. 2, prof. 4). Posle izvršene seče opšta biogenost je smanjena u površinskom delu zemljišta do 10 sm. Naročito je značajno da su aktinomicete potpuno iščezle, što, uz smanjen broj amonifikacionih mikroorganizama, ukazuje da su još više pogoršani uslovi jačeg razlaganja organske materije, pogotovo što ove promene prati povećan broj gljiva uopšte, kao i među celulolitičkim mikroorganizmima. Biogenost zemljišta sa ovakvim kvalitativnim sastavom mikroflore dovela je do smanjenja sadržaja humusa na dubini od 5 sm za 2%, azota za 0,20%, fosfora za 0,6 mg, a kalijuma za 1,6 mg. Smanjenje ovih elemenata je naročito izraženo do 12 sm, gde je i biogenost zemljišta smanjena. Na 40 sm, gde je zapaženo znatno povećanje biogenosti posle izvršene seče, došlo je do povećanja sadržaja humusa i neznatnog povećanja azota i kalijuma, dok je sadržaj fosfora ostao nepromenjen (tab. 2). Kiselost je dosta izražena, sa neznatnim smanjenjem na 12—70 sm. Dobiveni podaci jasno pokazuju negativan uticaj stelje čiste smrčeve sastojine. U gornjem delu od 0—12 sm, gde je i najveći uticaj produkata razlaganja stelje, intenzivnija je tendencija degradacije zemljišta.

Na kontrolnoj parceli (prof. 5) isto tako zapažaju se promene u smanjenju opšte biogenosti zemljišta. Znatno je smanjen ukupan broj mikroorganizama i amonifikatora (graf. 2). Broj gljiva na Čapekovom agaru

Tabela 3.

UKUPAN BROJ AKTINOMICETA, GLJIVA I CELULOLITČKIH MIKROORGANIZAMA
TOTAL NUMBER OF ACTINOMYCETES, FUNGI AND CELLULOLYSATORS

Odljenje Section	Proba Samples	Dubina u cm Depth	Sintetički Sintetic agar				Čapekov agar Capek agar				Celulolizatori Cellulolysators	
			Actinomycetes Aktinomicete		Fungi Gljive		Actinomycetes Aktinomicete		Fungi Gljive		% fertilnih zrna 1966. 1968.	% %
			1966.	1968.	1966.	1968.	1966.	1968.	1966.	1968.		
25	1	0—3	—	—	48	225	103	105	8	—	54	56
25	1	3—10	—	—	40	70	17	60	—	—	76	78
25	1	10—20	—	—	31	50	197	48	—	—	74	74
25	2	0—3	42	—	92	240	166	160	50	10	8	10
25	2	3—16	34	—	172	95	195	100	—	—	24	25
25	2	16—53	5	—	17	15	—	45	6	—	52	56
25	3	0—3	12	—	42	45	66	45	30	—	84	86
25	3	3—13	17	10	17	22	46	30	—	—	95	94
25	3	13—26	5	—	17	15	27	48	6	—	90	96
46	4	0—5	—	—	—	—	81	30	19	15	50	54
46	4	5—12	5	—	—	—	26	22	34	15	34	34
46	4	12—70	6	—	—	—	—	40	12	45	82	82
46	5	0—8	—	—	—	—	115	240	138	250	12	16
46	5	8—20	—	—	—	—	57	100	80	22	54	52
46	5	20—80	—	—	—	15	—	15	58	—	38	40
46	6	0—3	5	—	—	10	23	165	34	150	72	74
46	6	5—15	—	20	—	—	164	70	137	45	89	92
46	6	15—55	—	—	—	—	6	10	17	—	50	50

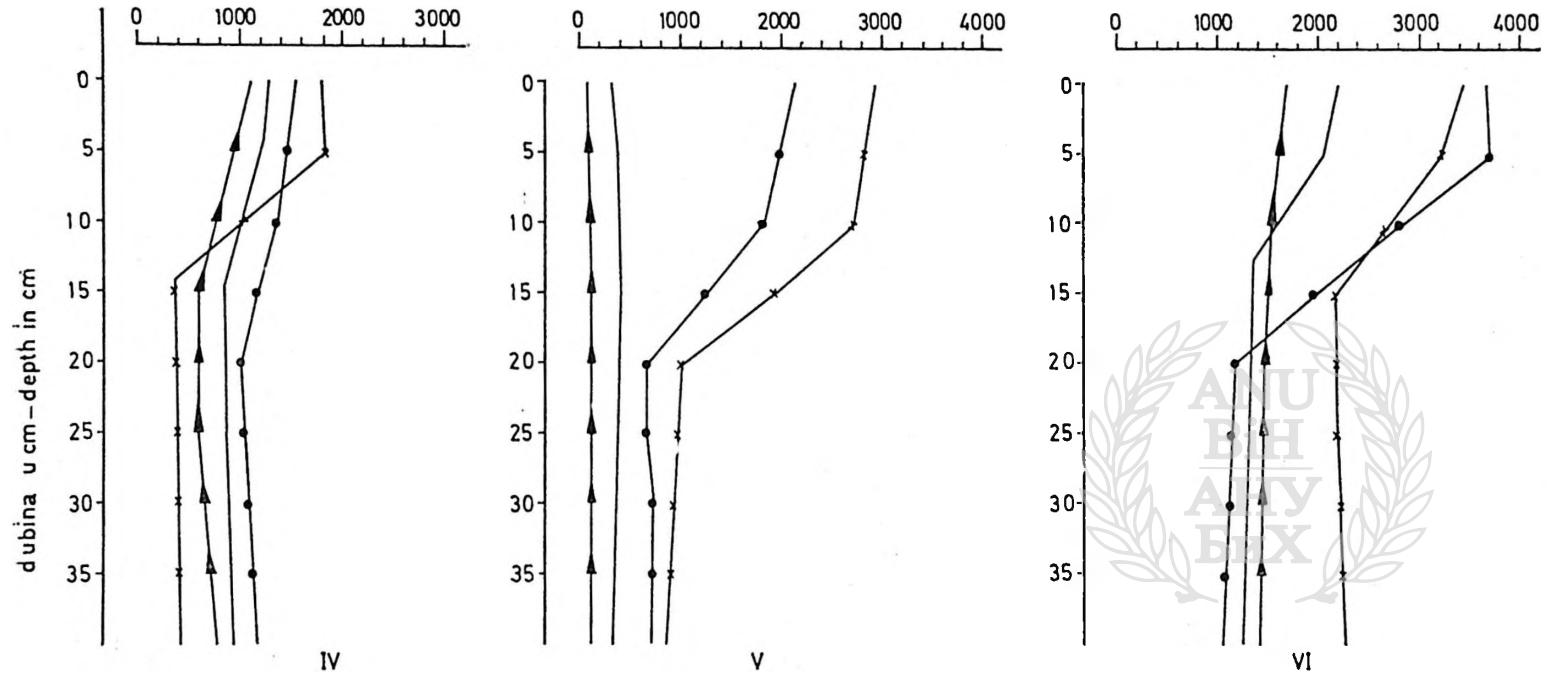
(tab. 3) povećan je celom dubinom profila. Povećan broj gljiva uopšte, uz celulolitičke mikroorganizme u kojima preovlađuju gljive, ukazuje da procesi razlaganja nisu intenzivni, a metaboliti su kisele reakcije. Sve ovo uslovljava povećanje kiselosti na 0—8 sm. Sadržaj humusa znatno opada do 20 sm, a smanjuje se i sadržaj azota i kalijuma.

Na parceli sa selektivnom proredom nešto jačeg intenziteta (prof. 6) došlo je do smanjenja ukupnog broja mikroorganizama i amonifikatora do 5 sm. Na 5—40 sm dubine broj amonifikacionih mikroorganizama je znatno veći nego pre izvršene seče, pa je i ukupan broj mikroorganizama nešto povećan (graf. 2). Znatno se povećao ukupan broj gljiva na sintetičkom i Čapekovom agaru. Čak se zapaža i pojava aktinomiceta na Čapekovom agaru (tab. 3). Posledica ovakve promene je povećanje humusa slabijeg kvaliteta, jer je sadržaj azota smanjen, a isto tako opada i sadržaj fosfora i kalijuma. Kao što se vidi, i u ovom slučaju prorede nisu zadržale proces degradacije, bez obzira na izazvane promene ekoloških uslova.

Iz svega izloženog se vidi da je smeđe podzolasto zemljište pod čistom smrčevom šumom slabe biogenosti i da se zapaža opšta tendencija degradacije u biološkom i hemijsko-fizičkom smislu. Ovi procesi su jače izraženi na zemljištu lakšeg mehaničkog sastava (profili 1, 2 i 3). Glavni uzrok ovakvom stanju je monokultura smrče, koja daje šumsku prostirku vrlo jednoličnog i siromašnog hemijskog sastava (H a r o l d et al., L u t z, 1946), koja je slab energetski materijal za mikroorganizme, jer sadrži vrlo malo u vodi rastvorljivih organskih materija, što uslovljava slabu aktivizaciju uz nepovoljne uslove toplote i vlaženja. Pored lošeg hemijskog sastava šumske prostirke, i baktericidna svojstva ometaju životnu delatnost mikroorganizama (A r i s t o v s k a j a, 1965). Osim toga, ovakav sastav šumske prostirke, uz povoljne ekološke uslove, uslovljava povećan razvoj gljiva i mikroorganizama koji stvaraju kisele metabolite. Metabolizam ovih mikroorganizama povećava kiselost zemljišta, koja, uz lak mehanički sastav, omogućuje jače ispiranje hranljivih materija i na taj način pojačava degradaciju zemljišta. Zbog ovakvih procesa smanjena je efektivna plodnost ovog zemljišta.

Kao što se iz podataka vidi, intervencija u otvaranju sklopa sečama malog intenziteta, čime se menjaju ekološki faktori (toplota i vlaga), nije dovoljna da aktivise mikrobiološke procese u smeđem podzolastom zemljištu pod čistom smrčevom šumom. Prorede slabijeg intenziteta nisu uticale na zaustavljanje opšte degradacije ovog zemljišta pod smrčevim sastojinama na Kopaoniku sa lakim mehaničkim sastavom (profil 1, 2 i 3), kao i kod istih zemljišta nešto težeg mehaničkog sastava (profili 4, 5 i 6). Proces degradacije je nastavljen i posle dve godine. Opšta biogenost je smanjena. Broj aktinomiceta je sveden na nulu, a povećan je broj gljiva. U površinskom horizontu do 20 cm dubine nastavljeno je smanjenje humusa i skoro svih elemenata ishrane. Sve ovo ukazuje da ovakva intervencija nije dovoljna da aktivise mikrobiološke procese i da ih usmeri u pravcu stvaranja humusa boljeg kvaliteta. Na ovu činjenicu ukazuju K l e v e n s k a et al. (1970), A r i s t o v s k a j a (1967) i M i š u s t i n et al. (1966).

BROJ MIKROORGANIZAMA — NUMBER OF MICROORGANISMS



Zemljišni profil — Soil profile

Graf. 2. Kretanje broja mikroorganizama
Dynamics of microorganisms

— x — x — Ukupan broj mikroorganizama
Total number of microorganisms
— ● — ● — Ukupan broj amonifikatora
Total number amonificators

1966.

— — — Ukupan broj mikroorganizama
Total number of microorganisms
— ▲ — ▲ — Ukupan broj amonifikatora
Total number of microorganisms

1968.

Dobiveni rezultati ukazuju da je u čistim smrčevim šumama na sme-
dem podzolastom zemljištu neophodna intervencija u pravcu promene
sastava šume. Uvođenje lišćarskih vrsta, kao i omogućavanje razvoja pra-
tećih vrsta i prizemne flore promenilo bi sastav šumske prostirke, a uz
promenu mikroklimе aktivisalo bi opštu biogenost zemljišta i uticalo na
kvalitativnu promenu sastava mikroflore. A kako navode Trofimo-
va i Taranova (1965), već samim sužavanjem odnosa oligotrofnih mikro-
organizama i mikroorganizama koji se razvijaju na MPA menja se kva-
litativno proces stvaranja humusa — raste odnos ugljenika huminskih ki-
selina prema ugljeniku fulvokiselina. Iz svega izloženog vidi se da usme-
ravanje zemljišnih procesa u pozitivnom smislu i povećanje efektivne
plodnosti smeđih podzolastih zemljišta pod smrčevim sastojinama može
se postići merama koje će uticati na sastav stelje, a time i na kvalitativ-
nu promenu mikroflore.

Z A K L J U Č A K

Ispitivanje smrčeve sastojine na Kopaoniku razvijaju se na smeđem
podzolastom zemljištu vrlo slabe biološke aktivnosti.

Na osnovu dvogodišnjeg ispitivanja uticaja mera nege — seča slabi-
jeg intenziteta — na biološku aktivnost i pedološka svojstva smeđih pod-
zolastih zemljišta u smrčevim sastojinama na Kopaoniku, može se zak-
ljučiti:

Kod ovog zemljišta zapaža se opšta tendencija degradacije u pogledu
biološke aktivnosti i hemijsko-fizičkih svojstava, a ta degradacija je više
izražena kod zemljišta lakšeg mehaničkog sastava (profili 1, 2 i 3). Pri-
menjene mere nege nisu uticale na zaustavljanje ovog procesa. Dve go-
dine posle izvršenih mera proces degradacije je nastavljen kao i na kon-
trolnoj parceli: smanjen je ukupan broj mikroorganizama, a broj aktino-
miceta je sveden na minimum. Negativna tendencija se naročito ogleda
u povećanju broja gljiva. Biološka degradacija je naročito izražena u
horizontu do 20 sm dubine, gde nastaju i negativne hemijske promene:
kiselost zemljišta se povećava, sadržaj humusa se smanjuje, a isto tako
i sadržaj hranljivih materija — lakopristupačnog fosfora i kalijuma.

U dubljim horizontima je biološka degradacija slabija, pa nisu izra-
žene negativne tendencije promena hemijskih osobina.

Jasno se vidi da degradaciju ovog zemljišta uslovljavaju šumska pro-
stirka i produkti njenog raspadanja.

Sve ovo pokazuje da, pored nege sečama slabijeg intenziteta, u či-
stim smrčevim sastojinama treba intervenisati u pravcu promene sa-
stava šumske prostirke, kako bi se izvršila i kvalitativna a ne samo kvan-
titativna promena mikroflore, i time procesi usmerili u pozitivnom pravcu

**THE INFLUENCE OF SILVICULTURAL MEASURES ON
GENERAL BIOGENICITY AND PEDOLOGICAL PROPERTIES OF
SOIL UNDER SPRUCE FORESTS ON THE MOUNTAIN
KOPAONIK**

SUMMARY

Modern forest management requires more active human interventions in respect to tending as well as in respect to forest utilization. Considering that soil represents natural environment where soil processes are going on under the influence of all ecological factors, human interventions, on the purpose to direct these processes, can be only indirect. Therefore, investigations in connection with defining influences of a such undertakings on the soil and processes in it, comes to the first plan in intensive forest management. In literature do not exist many data about this problem. Only some general data can be stated, as it was found by these authors: Lutz and Chandler (1964), Mišustin and Mirzaeva (1966), Hrenova and Kulaj (1966), Klevenskaja and (1970), which the influence of some silvicultural measures on poorly podsolc soils of northern part of the USSR. From this reason, in pure spruce forests on the mountain Kopaonik, we have investigated the influence of different intensity for regeneration of spruce forest, on general biogenicity and pedological properties of soil.

Microbiological and pedological analysis have been done before cutting was carried out two years after cutting. Investigations were carried out at two sample plots, where cutting was conducted at two different intensity and also on control plots.

Derived results are pointing out that pure spruce forests on Kopaonik, where tests were set up, develop on brown podsolc soils very weak biological activity.

On the basis of data from control plots (profile 1 and 5) a general tendency of degradation on this soil was observed, in the respect to biological activity and chemical-physical properties, and that, the process of degradation is more expressive on soils with lighter mechanical composition (profile 1).

Silvicultural measures in the form of cutting of lower intensity, have not influenced on stopping adverse processes. Two years after cutting was observed decreasing of the total number of microorganisms and ammonifiers microorganisms on MPA (profile 2, 3, 4 and 6) on entire depth of soil profile. Negative tendency especially evident in the increases of fungal microorganisms. (Tab. 3 and 4), which by its metabolites increases acid reaction of these soils. It means that the process of biological degradation is expressed also on plots where cutting was done as a tending measure (profile 2, 3, 4 and 6).

Chemical analysis of soil shows that soil acidity is increasing in the surface horizon of soil, while in deeper horizon pH values almost always increases or remain unchanged (Tab. 2).

The content of humus is decreasing in the first depth, with the exception of the profile 1 and 6, where it is increasing, while in the second depth, it is decreasing in every profile.

Nitrogen, Phosphorus and Potassium are generally decreasing in the first and second depth with the exception of the profile 5 and 6 where the content of these elements is increasing (Tab. 2).

All of this is pointing out, besides cutting of a lower intensity, which is carried out in pure spruce forests on brown podsollic soils, that to be interventions have carried out the to change the composition of forest litter and therefore qualitative change of soil microflora could be made, so the processes could be directed in the positive way.

LITERATURA

- Aristovskaja T. V. (1957): Nekatorye osobnosti mikroflori podzolistih počv Severo-zapadnoj časti SSSR. — V sb.: »Raboty Central'nogo muzeja počvovedenija« vip. 2, str. 228—249.
- Aristovskaja T. V., Parinkina O. M. (1958): O sezonnih izmenenijah i ekologičeskijh osobnostjah mikroflory nekatoryh podzolistih počv. — Mikrobiologija, 28, vip. 3, str. 324—330.
- Borodin A. M., Stenej V. V. (1966): Osnovy vysčeta i projektirovanija povišenost proizvodnosti lesov. »Lesnaja promišljenost«, Moskva.
- Hrenova T. S. i Kučaj T. A. (1966): Mikroflora srednogo podzolistih le-snih počv Zauralja. Mikroflora počv severnoj i srednoj časti SSSR-a, AN SSSR-a, Moskva.
- Jović N. (1966): Smeđa podzolasta zemljišta Srbije, njihova geneza i osobine. Doktorska disertacija, Beograd 1966.
- Klevninskaja I. L., Naplekova N. N. i Tantimurova N. I. (1970): Mikroflora počv Zapadnoj Sibirii. Izd. »Nauka« Sibir, otel. AN Novo-sibirsk.
- Kolčeva B. (1964): Biogenost na nakoј tipove gorski počvi v B'lgarija. Akademija na selskostopaskite nauki, rastenievodni nauki, god. I, No. 9.
- Kolčeva B. (1963): Mikroflora na počvite po profilnata linija Svičtov. — Agrojam. Izvestija na Instituta po počvoznanie i agrotehnika »N. Puškarov«, tom VI, 1963.
- Lutz H. J. et Chadler R. F. (1946): Forest soils.
- Marković D., Veselinović N. (1968): Tipovi zemljišta i njihova mikrobiološka aktivnost pod najrasprostranjenijim fitocenozama u Vidojevici. Inst. za šum. i drv. ind., Zbornik, knj. VIII.
- Milošević R. (1963): Jedna jednostavna metoda utvrđivanja intenziteta stvaranja ugljen-dioksida i njena primena. Arhiv bioloških nauka, XV, 1—2/1963, Beograd.
- Milošević R. (1972): Azotofiksaciona sposobnost oligonitrofnih bakterija nekih šumskih zemljišta. II kongres mikrobiologa Jugoslavije, Opatija, 25—30/1972.
- Mišić M. i Popović M. (1954): Bukove i smrčeve šume Kopaonika. Srpska akademija nauka, Zbornik radova, knj. 5, No. 1, Beograd.

- Mišustin E. N. i Mirzoeva V. (1966): Mikroflora počv severa SSSR-a. Mikroflora počvi severnoj i srednoj časty SSSR-a, AN SSSR-a, Moskva.
- Mišustin E. N., Mirzoeva V. i Enikseva M. T. (1966): Mikroflora podzolistih počv. Mikroflora počvi severnoj i srednoj časty SSSR-a, AN SSSR-a, Moskva.
- Stefanović K. i Milošević R. (1963): Zemljište i mikrobiološka populacija u nekim šumskim asocijacijama Fruške gore. Zemljište i biljka XII, No. 1—3.
- Veselinović N. (1970): Pedološka svojstva i dinamika mikroflore zemljišta nekih lokalnosti u SR Srbiji. Inst. šum., Zbornik, IX/1970.



MILOVAN BOGDANOVIĆ, ŽIVOJIN TEŠIĆ, MILAN TODOROVIĆ,
i ALEKSANDAR GIGOV*

TRESAVA »ŠENDEROVA BARA« KOD HAN-KRAMA NA ROMANIJI I OSOBINE NJENOG TRESETA

U V O D

Tresava nedaleko od bivše strugare Han-Kram na Romaniji zahvata nekoliko desetina hektara krečnjačke uvale, ispod padina Visočnika, a leži na krednim, delimično jurskim tufitnim peščarima i škriljcima, sa glinovitim nepropusnim dnom. Priticanjem vode sa okolnih terena stvorena je tresava na oglejenom zemljištu, u čijim su depresijama izrazita mrazišta; sa inverzijom temperature. Tresavu sačinjavaju dve bare: »Rasova bara« — živobara, nešto niža, i »Šenderova bara« na nešto višem terenu, iako su međusobno povezane (Stefanović i Sokač, 1962; Jakšić, 1969; Stefanović, 1958). Polenovu analizu treseta ove tresave obavila je A. Sokač (1954), fitocenološka istraživanja Stefanović (1958), Stefanović i Sokač (1962) i Bjelčić (1958), a pedološka ispitivanja »Rasove bare« obavila je V. Jakšić (1960, 1969). Naša terenska ispitivanja »Šenderove bare« obavljena su u kasnu jesen 1966. godine, i to u okviru programa za istraživanje naših tresava i treseta. Na ovome Simpozijumu o šumskim zemljištima izložićemo rezultate pedoloških i mikrobioloških ispitivanja, a posebno frakcione analize huminskih i fulvokiselina i korelativne odnose između rezultata jednih i drugih ispitivanja.

MATERIJAL I METODIKA

Prilikom terenskih ispitivanja uzimani su uzorci treseta za laboratorijske analize iz tri ekološke sredine »Šenderove bare«: iz tresave pod retkom šumom i livadom, pod livadom i pod gušćom šumom. Uzorci su uzimani posebnom burgijom iz čitave dubine ovih tresava, sve do ogle-

* Poljoprivredni fakultet, Beograd.

jenih slojeva na njihovom dnu. Step en razlož enosti određivan je meto-
dom Kudrjašova (Tešić et al., 1966); reakcija elektrohemij skim putem
upotrebom staklene elektrode (pH u vodi); pepeo spaljivanjem na Bun-
zenom plameniku (600°C), a prirodna vlažnost sušenjem do 105°C do
stalne vlažnosti. Sastav organske materije određivan je metodom P o n o-
m a r j o v e i N i k o l a j e v e (1961), a ugljenik u ekstraktima, tresetu i
humusnim kiselinama po Tjurinovoj metodi, u modifikaciji S i m a k o v a
(1957).

Mikrobiološke analize obuhvatile su određivanje »ukupne mikroflo-
re« na ekstraktima zemljišta i treseta, gljive na kiselom Čapekovom aga-
ru, aktinomicete na sintetskom agaru sa saharozom; ukupan broj amoni-
fikatora (aeroba, anaeroba, spora) na agaru iz mesa i peptoma, celuloli-
zatore na silikoželu s hartijom za filtriranje, a azotofiksatore(aerobe i
anaerobe) i nitrifikatore (obe grupe) takođe na silikoželu sa odgovaraju-
ćim selektivnim hranljivim rastvorima. Zasejavanja su obavljana sa 0,5 ml
razredene suspenzije (10^{-3} i 10^{-4}) u Petrijeve kutije s tri ponavljanja, a
silikožel sa »fertilnim zrcima«, dok su rezultati obračunavani na gram
apsolutno suvog treseta, odnosno u procentima, »fertilnih zrnaca«. S ob-
zirom da je ova tresava obuhvaćena pomenutim fitocenološkim i palino-
loškim istraživanjima, te laboratorijske analize nisu sada obavljane.

REZULTATI I TUMAČENJA

Pre izlaganja sopstvenih rezultata ispitivanja za ovu tresavu, da samo
ukratko iznesemo nekoliko podataka o ranijim fitocenološkim i palinolo-
škim ispitivanjima.

Palinološka ispitivanja ove čitave tresave obavila je A. Sokač (1954), što je prvi put saopštila na jednom skupu palinologa u Zagrebu, iako samo za neke slojeve ove tresave. Docnije su ova ispitiva-
nja upotpunjena i novim podacima, utvrđeni su i polenovi dijagrami, koje
je G i g o v (1963, 1966) svrstao u »srednje balkanski pretplaninski tip«
polenovih dijagrama. Najstariji počinje s borom u preborealu, onda je
hrast iz boreala, zatim mešovita šuma (jela, bukva, smrča) iz atlanta, me-
šovita šuma (bukva, bor) iz subboreala, i na kraju najmlađa mešovita šu-
ma (bukva, smrča, jela, bor) iz subatlanta, koja se nastavlja u recentnu
šumsku vegetaciju oko sadašnje tresave. Ovaj polenov dijagram se u
potpunosti poklapa s polenovim dijagramom iz tresave »Crveni potok« na
planini Tari (Čolić i G i g o v, 1958).

Fitocenološka ispitivanja najvećim delom su obavili
Stefanović (1958), Stefanović i Sokač (1962) i Bjelčić (1958), kao i neki drugi istraživači. Ovi drugi istraživači pružili su 12
florističkih snimaka za čitavu tresavu, od kojih se četiri odnose i na
»Šenderovu baru«, kao izrazito mrazište. Glavni predstavnici su beli bor
(*Pinus silvestris*) i maljava breza (*Betula pubescens*), zatim smrča (*Picea
excelsa*) i još neki predstavnici drveća. Pored toga, na samoj tresavi, a i
okolo nje, nalaze se tipični tresetni predstavnici, kao što su tresetna de-
telina (*Menyanthes trifoliata*), *Eriophorum angustifolium*, *Drosera rotun-
difolia* (Bjelčić, 1958), pa su je autori označili kao ekološku zajednicu
Pineto-Betuletum pubescentis Stef. 1961. s tri podzajednice, od kojih je

Vaccinietosum na »Šenderovoj bari«, što je karakteristika nešto suvljeg staništa. Ovde su još od značaja predstavnici šiblja *Rhamnus Sorbus*, *Juniperus*) i trava (*Vaccinium*, *Galamagrostis*, *Gentiana*, *Pottentila*, *Nardus*,

Tabela 1.

NEKE OSOBINE TRESETA IZ »ŠENDEROVE BARE«
SOME PROPERTIES OF »ŠENDEROVA BARA« PEAT

Dubina Depth (cm)	Hidrolizati — Hydrolysates								Razložnost Degradation (%)
	pH u — in H ₂ O	Pepeo Ashes (%)	Vlažnost Moisture (%)	Ugljenik Carbon (%)	Bitumeni Bitumens (%)	1,0 N	H ₂ SO ₄ 80%o	Svega-Total	
I. Šumsko-livadska tresava — Forest-meadow peat-bog									
0—30	4,11	9,54	71,34	36,22	13,77	9,22	3,68	12,90	34
70—100	4,76	22,11	75,23	30,34	18,25	5,99	3,40	9,39	63
II. Livadska tresava — Meadow peat-bog									
0—30	4,81	10,83	81,53	38,35	11,99	7,97	5,06	13,03	31
40—80	4,91	16,26	84,71	37,21	16,87	7,23	4,11	11,34	61
III. Šumska tresava — Forest peat-bog									
0—30	6,21	14,97	75,27	35,41	5,36	5,82	6,31	12,03	54
50—80	5,31	6,83	80,39	38,35	12,25	5,68	5,03	10,71	41
130—160	5,30	11,28	79,65	40,23	9,30	3,21	2,70	5,91	39
200—220	5,36	29,32	77,94	29,68	12,57	5,32	2,16	7,48	69
230—260	5,43	41,14	78,07	21,24	11,06	2,77	2,26	5,03	71

Tabela 2.

FRAKCIJE HUMUSNIH KISELINA U TRESETU »ŠENDEROVE BARE«
FRACTIONS OF HUMIC ACIDS OF »ŠENDEROVA BARA« PEAT

Dubina Depth (cm)	Huminske kiseline Huminic-acids			Ukupno-Total	Fulvokiseline Fulvic acids		Ukupno-Total	Hidrolizati-Hydr. Zbir-Sum H + F	
	1	2	3		1a	1—2			
	3								
I. Šumsko-livadska tresava — Forest-meadow peat-bog									
0—30	3,12	3,67	13,94	20,73	1,05	11,87	6,01	19,94	2,49
70—100	4,51	3,39	23,30	31,20	1,48	5,63	2,83	9,94	4,38
II. Livadska tresava — Meadow peat-bog									
0—30	10,83	5,17	12,35	28,35	1,64	10,53	5,68	17,85	3,46
40—80	3,47	2,36	17,54	22,37	1,37	5,61	4,81	12,79	3,10
III. Šumska tresava — Forest peat-bog									
0—30	17,84	1,41	17,11	36,36	3,08	16,26	8,56	27,90	5,34
50—80	12,85	1,80	3,75	17,40	4,48	23,65	2,42	30,55	4,48
130—160	13,52	2,80	3,23	19,55	4,27	11,11	2,11	17,49	6,26
200—220	12,24	1,11	21,11	34,46	1,57	16,94	1,55	20,06	7,29
230—260	6,07	7,81	22,50	36,38	2,02	6,40	1,83	10,25	9,27

Calluna itd. i tresetnih mahovina (*Sphagnum cymbifolium*, *Sph. squarrosum*, *Sph. subsecundum*; *Polytrichum commune*, *P. strictum*; *Dicranum scoparium* itd.). Između obe pomenute bare je podzajednica *Caricetosum* (sa *Carex paniculata*, *C. rostrata*) sa umerenom vlažnošću, dok je *Spharnetosum* (sa *Deschampsiosum* i *Moliniosum*) u vlažnijoj »Rasovoj bari« pretežno, a pomenuti *Vaccinietosum* pretežno u suvljoj »Šenderovoj bari«.

Rezultati naših ispitivanja pokazuju da bi se na tresavi »Šenderova bara« mogle izdvojiti tri ekološke sredine, međusobno različite po osnovnim osobinama njihovog treseta, u kojima se jedna približava visinskom, druga pak nizinskom, a treća je u celini prelaznog tipa treseta. U osnovi preovlađuje prelazni treset na čitavoj tresavi, što je konstatovala i V. J a k š i ć (1960, 1969), iako je radila po drugim metodama.

I. Šumsko-livadska tresava

Ovaj deo tresave odlikuje se retkom mešanom šumom i livadama, ali se oko retkog drveća maljave breze nalaze jastučici tresetnih mahovina, a ponegde i primerci rosulje, pa je to tipično hladno stanište, sa izrazitim mrazištem. Na ovakvom staništu nastao je prilično debeo sloj treseta (oko 170 cm), čije su osobine prikazane u tabelama 1, 2 i 3.

U ovoj tresavi se dobro razlikuju dva sloja treseta. Površinski sloj (do 30 cm) uglavnom je predstavljen mahovinskim tresetom, vrlo slabe razloženosti i ekstremno kisele reakcije (pH 4,11). Treset je veoma bogat organskom materijom (preko 90%), s manjim sadržajem huminskih (oko 21%) i fulvokiselina (oko 19%), ali sa priličnom sadržinom bitumena (oko 14%) i najvećom zastupljenošću hidrolizata (ugljenih hidrata oko 16%), što hidrolizom prelaze u rastvor pomoću sumporne kiseline. Istovremeno je i najniži odnos između zbira huminskih i fulvokiselina prema hidrolizatu (oko 2,50), što takođe pokazuje slabu razloženost ovog treseta. Ovaj sloj treseta je slabije naseljen ukupnom mikroflorom, ali je zato bogatiji gljivama, a naročito amonifikatorima. Iz rezultata se vidi da su amonifikatori jače zastupljeni nego ukupna mikroflora, što takođe ide u prilog slabijoj razloženosti ovoga treseta (oko 34%), a to je sasvim u skladu i sa pomenutim odnosima između frakcija humusnih kiselina, u kojima preovlađuju frakcije vezane za glinu ili stabilne R_2O_3 . Pored toga, ovde su veoma dobro zastupljeni celulolizatori, opet većinom predstavnici gljiva, i anaerobni azotofiksatori, koji takođe bolje podnose ovu neobično kiselu reakciju. Od gljiva preovlađuju predstavnici rodova *Penicillium* i *Trichoderma*, pa su slične rezultate dobili i istraživači drugih tresava uopšte (Bogdanović, et al., 1973, 1973a; Tešić et Todorović, 1964; 1966; Tešić et al. 1973; Todorović i Bogdanović, 1967, itd.). Prema tome, ovaj površinski sloj treseta pripada mahovinskoj vrsti treseta, pa se po svojim osobinama približuje visinskom (oligotrofnom) tipu tresave, koji su docniji ekološki uslovi omeli da se potpuno razvije u ovaj tip tresave (Pičugin, 1967).

Drugi sloj treseta (do 100 cm) vrlo je jake kisele reakcije (pH 4,76), s manje organske materije (oko 80%), s nešto mineralnih primesa sa strane, koje su delom ublažile preterano kiselu reakciju i smanjile udeo organske materije, što je dalje povuklo i obogaćivanje frakcijama huminskih kise-

Tabela 3.

MIKROBIOLOŠKA ANALIZA TRESETA IZ »ŠENDEROVE BARE« KOD HAN-KRAMA
 MICROBIOLOGICAL ANALYSIS OF »ŠENDEROVA BARA« PEAT AT HAN KRAM
 (u 000/g apsolutno suve materije — in 000/g of absolute dry matter)

Uzorci — Samples	Dubina — Depth (cm)	Razredenje Dilutions	Ukupna mikroflora Total mikroflora (ekstr. zem. — Soil ex)	Ukupna mikroflora Total mikroflora (ekstr. tres. — Peat extract)	Gljive — Fungi	Amonifikatori Ammonifikators (+O ₂)	Spore — Spores	Amonifikatori Ammonifikators (—O ₂)	Spore — Spores	Celulolizatori Cellulolysers (%)	Azotofiksatori Nitrogen-fixers (%)
I. Šumsko-livadska tresava — Forest-Meadow peat-bog											
1.	0—30	10 ⁻³	866	254	104	1,338	5	346	19	92	82
		10 ⁻⁴	1,508	2,485	738	2,100	46	1,346	192		
2.	70—100	10 ⁻³	2,471	1,815	5	2,923	15	85	38	90	26
		10 ⁻⁴	1,938	1,231	215	5,385	461	154	61		
3.	140—170	10 ⁻³	118	127	9	878	3	827	4	60	20
		10 ⁻⁴	782	1,754	91	1,273	54	227	91		
II. Livadska tresava — Meadow peat-bog											
1.	0—30	10 ⁻³	1,743	1,543	122	1,567	17	1,050	67	80	50
		10 ⁻⁴	4,167	3,000	167	2,167	167	1,750	167		
2.	40—80	10 ⁻³	500	166	46	520	46	70	20	60	6
		10 ⁻⁴	720	720	400	1,520	400	650	150		
III. Šumska tresava — Forest peat-bog											
1.	0—30	10 ⁻³	1,969	1,821	12	1,064	9	218	18	100	88
		10 ⁻⁴	5,391	4,091	300	3,641	54	409	36		
2.	50—80	10 ⁻³	259	128	2	637	2	118	26	100	94
		10 ⁻⁴	1,504	741	22	11,155	44	963	111		
3.	130—160	10 ⁻³	2,360	2,691	18	2,356	11	500	18	98	98
		10 ⁻⁴	2,364	964	182	6,964	182	1,454	364		
4.	200—220	10 ⁻³	346	230	10	4,986	10	1,060	20	50	62
		10 ⁻⁴	860	3,300	100	7,800	500	1,650	200		
5.	230—260	10 ⁻³	1,184	3,093	8	853	7	773	7	30	16
		10 ⁻⁴	1,280	1,067	173	1,600	40	2,067	200		

lina (oko 31%), a znatno opadanje fulvokiselina (oko 10%), u kojima je takode najviše zastupljena frakcija huminskih kiselina vezana za glinu ili stabilne R_2O_3 , dok je najviše zastupljena frakcija fulvokiselina vezana za huminske kiseline. Isto tako je smanjena ukupna količina hidrolizata (nešto preko 10%), ali je zato skoro udvostručena odnos između zbira huminskih i fulvokiselina i hidrolizata (oko 4,40), dok je porastao i udeo bitumena. Sve to pokazuje da je treset ovog sloja razloženiji od onog u prethodnom sloju i da pripada mahovinsko-travnom tresetu prelaznog tipa. Mikrobiološke analize pokazuju mnogo veću biogenost uopšte od prethodnog sloja i skoro podjednak udeo ukupne i amonifikacione mikroflore, iz čega proizilazi i osrednja razloženost ovog treseta (63%), iako je ova vrednost nešto prevelika usled upotrebljene zapreminsko-težinske metode određivanja, a prisustvo mineralnih primesa sa strane veštački utiče na povećanje ove vrednosti (Tešić et al., 1966). Slabije su zastupljene gljive i anareobni azotofiksatori, dok su celulolizatori takode jako zastupljeni, opet pretežno sa gljivičnim oblicima. U čitavoj ovoj ekološkoj sredini nije bilo aktinomiceta, aerobnih azotifikatora ni nitrifikatora, što samo pokazuje da je i ovde kiseliji treset iz mahovina i trava prelazne (mezo-trofne) tresave. Samo da napomenemo da je treći sloj ispod ovih tresetnih tvorevina (do 170 cm), veoma bogat muljem i mineralnim sastojcima, pa je otuda siromašniji raznim grupama mikroorganizama.

Prema tome, ova šumsko-livadska tresava, iako pripada u osnovi prelaznom tipu, ipak po svojim osobinama stoji na prelazu ka visinskoj tresavi (osobito površinski sloj mahovinskog treseta), pa se po tome izdvaja od ostalih delova čitave tresave.

II. Livadska tresava

Livadska tresava obrasla je pretežno travnim biljnim formacijama, a nešto su pliće tresetne naslage (do 80 cm), s mnogo redim jastučićima tresetnih mahovina. I ovde se mogu razlikovati dva sloja tresetnih tvorevina. *Prvi sloj* (do 30 cm) predstavlja mešavinu treseta iz tresetnih mahovina i travnih formacija, a po sadržini organske materije nešto je bogatiji od drugog sloja prethodne tresave (oko 90%). Ovaj treset pokazuje vrlo jaku kiselu reakciju (pH 4,81), što je manje nego u tek pomenutom sloju prethodne tresave. Pored toga, ovaj sloj treseta sadrži više huminskih kiselina (oko 28%) nego odgovarajući sloj u prethodnoj tresavi, što se osobito ispoljilo u povećanju frakcije slobodne huminske kiseline ili vezane za mobilne R_2O_3 (oko 11%), a to je oko tri puta više nego u odgovarajućem sloju prethodne tresave, dok su neznatne razlike kod frakcija fulvokiselina između ova dva pomenuta sloja. Isto tako je ovde nešto manja ukupna količina hidrolizata (oko 13%), pa je unekoliko porastao i odnos između zbira huminskih i fulvokiselina i ukupnog hidrolizata (oko 3,50). Sve bi to ukazivalo na nešto bolju razloženost i humifikovanost treseta u ovom sloju (oko 31%).

Mikrobiološka analiza takode pokazuje da je ovaj sloj treseta biogeniji od odgovarajućeg sloja u prethodnoj tresavi, ali se približuje onom drugom sloju iz prethodne tresave. Ta biogenost je izražena u triput većoj zastupljenosti ukupne mikroflore, dok se slabije odrazila na amonifi-

kacionu mikrofloru. Otuda je nešto jače zastupljena ukupna nego amonifikaciona mikroflora, što takođe pokazuje da je nešto razloženiji ovaj treset, iako to nije došlo do izražaja prilikom određivanja stepena njegove razloženosti pomenutom metodom. I ovde su gljive veoma jako zastupljene, nešto slabije celulolizatori i anaerobni azotofiksatori, dok ostalih grupa nema uopšte.

Dublji sloj (do 80 cm) siromašniji je organskom materijom (oko 84%), ali zato ima prilično mineralnih primesa (preko 16%), a uz to je siromašniji i huminskim (oko 22%) i fulvokiselinama (oko 13%) u odnosu na treset iz prvog sloja. u kome su jako opale frakcije slobodnih huminskih kiselina (oko 3,50%) i frakcije fulvokiselina vezane za slobodne huminske kiseline (oko 5,50%). Stoga je nešto uži odnos između zbira huminskih i fulvokiselina i hidrolizata (oko 3%), što bi išlo u prilog slabijoj razloženosti ovog treseta. Mikrobiološki je ovaj treset manje biogenosti, jer je veoma siromašan kako ukupnom, tako i amonifikacionom mikroflorom, kako se to vidi iz podataka u tabl. 3. Međutim, ovde bi trebalo imati u vidu da je ovaj sloj jako zamuljen mineralnim bazičnim primesama sa strane, što je od velikog uticaja ne samo na blažu reakciju (pH 4,91), nego i na obračun dobivenih mikrobioloških podataka prilikom svodenja na težinske jedinice. S druge strane, gljiva je nešto manje nego u prethodnom sloju (oko tri puta), dok je slabiji udeo celulolizatora, a osobito anaerobnih azotofiksatora. Najzad, skoro je podjednaka zastupljenost ukupne i amonifikacione mikroflore, pa bi trebalo očekivati i osrednju razloženost, ali je prisustvo pomenutih primesa jako uticalo na povećanu vrednost u stepenu razloženosti (61%) usled prirode same metode (Tešić et al., 1966).

Prema tome, treset ove livadske tresave nesumnjivo pripada travno-mahovinskoj vrsti prelaznog tipa, pa je u stvari nešto i razloženiji usled jačeg udela travnih ostataka u njegovom stvaranju (Pičugin, 1967).

III. Šumska tresava

Ovaj deo tresave nalazi se pod gušćom mešanom šumom, a nešto prizemne travne vegetacije, pa su ovde nastale najdublje tresetne naslage na čitavoj tresavi ukupno (do 260 cm), s nekoliko različitih slojeva. Najzad, ova tresava pod šumom ima nešto blažu reakciju sredine od prethodnih sredina, što se odrazilo i u prirodi stvorenog treseta, a posledica je uglavnom jačeg zamuljivanja krečnjačkim mineralnim primesama sa okolnih terena. Na kraju, treset je pretežno drvenastog porekla, što je takođe uticalo na njegovu prirodu.

Prvi, *površinski sloj* (do 30 cm) sadrži nešto manje organske materije (oko 85%) usled jačeg zamuljivanja mineralnim sastojcima (oko 16%), pa je ovde inače slabo kisela reakcija (pH 6,21), što je istovremeno i najblaža reakcija u čitavoj tresavi. Stoga je ovde i najveći udeo huminskih kiselina takođe u čitavoj tresavi (preko 36%), i to oko polovine otpada na slobodne huminske kiseline (oko 18%). Dosta su zastupljeni i fulvokiseline (oko 28%), što se takođe približuje gornjoj granici u čitavoj tresavi, a u njima prevladuje frakcija vezana za huminske kiseline (preko 16%). Pošto se sam hidrolizat nešto malo povećao, to se istovremeno raširio i

odnos između zbira huminskih i fulvo kiselina i hidrolizata (5,34), što je veća vrijednost nego u prethodnim tresavama. Ovo bi pokazivalo da je treset u ovom sloju nešto razloženiji i humifikovaniji. Mikrobiološke analize pokazuju bolju biogenost ovog treseta, nešto malo je veći udeo ukupne nad amonifikacionom mikroflorom, što takode ide u prilog boljoj razloženosti ovog treseta (54%). Jako su zastupljeni celulolizatori i anaerobni azotofiksatori, dok je neznatan udeo gljiva u ovom tresetu, verovatno usled pomenute reakcije sredine. Iz istih razloga su jedino u ovom sloju treseta nađeni i predstavnici aktiomiceta u čitavoj tresavi, dok nigdje nisu nađeni predstavnici aerobnih azotofiksatora i nitrifikatora uopšte.

Drugi sloj treseta (do 130 cm) najbogatiji je organskom materijom (preko 93%) u čitavoj tresavi, i dolazi odmah iza onog prvog sloja u prvoj ekološkoj sredini, mada se i ovde delom primećuje uticaj krečnjačkog zamuljivanja sa strane, ali u manjoj meri (oko 7%). Treset ovog sloja je nešto kiseliji od prethodnog (pH 5,31), ali je udeo huminskih kiselina opao skoro na polovinu od prethodnog sloja (preko 17%), jer je skoro pet puta opao udeo frakcije ovih kiselina što je vezana za glinu ili stabilne R_2O_3 (ispod 3%). Udeo fulvokiselina ovde je dostigao najveću vrednost u čitavoj tresavi (blizu 31%), i to uglavnom zahvaljujući frakcijama vezanim za huminske kiseline i za glinu ili stabilne R_2O_3 . Dosta je velika zastupljenost bitumena (preko 12%) i hidrolizata (oko 11%), a otuda je i nešto širi odnos između zbira huminskih i fulvokiselina i hidrolizata (oko 4,50), što bi išlo u prilog i dobroj razloženosti ovog treseta (41%). Mikrobiološka analiza pokazuje slabiju biogenost treseta, čak nešto jaču zastupljenost amonifikacione nego ukupne mikroflore, a to bi pre išlo u prilog slabijoj razloženosti, što nije u skladu s frakcijama humusnih kiselina (mada prevladavaju fulvokiseline jako!). Ovo bi pre govorilo o slabijoj humifikovanosti od prethodnog treseta. Dobro su zastupljeni celulolizatori i anaerobni azotofiksatori, ali veoma slabo predstavnici gljiva, dok su izostale ostale ispitivane grupe mikroorganizama..

Treći sloj treseta (do 200 cm) takode je dosta bogat organskom materijom (oko 79%), ali je jače opala količina hidrolizata (oko 6%) i fulvokiselina (oko 17,50%), osobito frakcije vezane za huminske kiseline, koje su takode nešto slabije zastupljene (oko 20%). Ali, zato je širi odnos između zbira huminskih i fulvokiselina i hidrolizata (6,26), što bi ukazivalo na nešto bolju razloženost, ali slabiju humifikovanost ovog treseta (39%), a to bi velikim delom vredelo i za prethodni sloj treseta. Mikrobiološke analize otkrivaju mnogo veću biogenost ovog treseta uopšte, ali skoro podjednak udeo ukupne i amonifikacione mikroflore, što ide u prilog osrednje razloženom tresetu. Dobro su zastupljeni celulolizatori i anaerobni azotofiksatori, dok su gljive slabije zastupljene i nema ostalih predstavnika mikroorganizama.

Najzad, ispod ovog sloja treseta nalaze se još *dva sloja* (do 260 cm), koji se odlikuju jakim uključivanjem mineralnih sastojaka (oko 30%, odnosno 41%), u toku stvaranja treseta, i to mineralnim primesama krečnjačke prirode, pa je nešto i manji kiselost od prethodna dva sloja (pH 5,36, odnosno 5,43). Ovakvi uslovi doprineli su jačoj razloženosti, a još više jačoj humifikovanosti ovog treseta, što se ogleda u naglom skoku udela huminskih kiselina (34—36%), a osobito frakcija vezanih za glinu ili stabilne R_2O_3 , dok su manje promene u udelu frakcija fulvokiselina (20—

—10%), uz izvesno opadanje osobito frakcija vezanih za huminske kiseline. Pošto se hidrolizati nisu znatnije izmenili, to je došlo do šireg odnosa između zbira huminskih i fulvokiselina i hidrolizata (preko 7, odnosno 9). Sve ovo govori da je posredi treset dobre razloženosti i humifikovanosti (oko 70%), iako treba uzeti u obzir i veliki udeo mineralnih primesa sa strane—prilikom verifikovanja ove vrednosti. Mikrobiološke analize takode zahtevaju posebno objašnjenje. Prvi od ova dva sloja pokazuje veoma slabu ukupnu biogenost, osobito po udelu ukupne mikroflore, što se teško može objasniti, ali je ovaj sloj veoma bogat amonifikatorima, što opet ne bi išlo u prilog dobroj razloženosti ovog treseta. Nama se ipak čini da je posredi delom nepotpuno brojenje ukupne mikroflore, zatim uticaj velike količine mineralnih primesa sa strane na obračun ovih rezultata ili neki drugi razlozi, osobito za onako veliki udeo amonifikacione mikroflore. Slabije su zastupljene gljive, kao i celulolizatori i anaerobni azotofiksatori. Najzad, *poslednji sloj*, odnosno ovde drugi, bogatiji ukupnom mikroflorom, ali je zato veoma siromašan amonifikatorima, pa bi to, bar u načelu, sasvim odgovaralo ovako velikoj razloženosti i humifikovanosti ovog jako zamuljenog treseta, dok je udeo gljiva, celulolizatora i anaerobnih azotofiksatora veoma slabo zastupljen. Zbog toga se treset u ova dva poslednja sloja približuje nizinskom tresetu po nekim svojim osobinama, ali je mikrobiološki ipak predstavnik drvenastog treseta prelaznog tipa, što posebno važi za prva tri sloja u ovom delu tresave (P i č u g i n, 1967).

Na kraju, još nekoliko reči o čitavoj tresavi kod Han-Krama na Romaniji. Ona se nalazi u krečnjačkoj uvali na oko 1090 m nadmorske visine, s tim što je »Rasova bara« u nešto nižem, a »Šenderova bara« na nešto višem delu tresave. Već smo pomenuli da je V. J a k š i ć (1960, 1969) izučavala jedan profil u »Rasovoj bari«, s dubinom do 110 cm u pet horizonata i s botaničkom analizom tresetnih ostataka u tim slojevima: 0—3 cm: *Sphagnum* — ova mahovina i korenje savremene vegetacije; 8—21 cm: ostaci *Sphagnum*, *Carex*, manje *Molinia* i *Equisetum*; 21—44 cm: *Carex*, *Heleocharis* i *Eriophorum*; 44—68 cm: *Carex* i *Deschampsia*, a manje *Molinia*, *Polytrichum* i *Heleocharis*, i 68—110 cm: *Scirpus*, *Carex*, *Heleocharis* i *Molinia* i delovi nerazložnog bora. Na žalost, ova istraživanja nisu izvedena istim analitičkim metodama, pa je teško upoređivati dobivene podatke, osim redih izuzetaka. Pošto je reakcija sredine rađena istim postupkom, proizilazi da je ovaj profil delom sličan profilima u livadskoj i šumsko-livadskoj tresavi iz »Šenderove bare«, što delom važi i za ukupne količine huminskih i fulvokiselina. Prema tome, u osnovi ostaje činjenica da se i tresava u »Šenderovoj bari« može uvrstiti u prelaznu (mezotrofnu) tresavu, slično tresavi u »Rasovoj bari«, ali u onoj prvoj nalazimo sredine koje se na jednoj strani približuju visinskoj (oligotrofnoj) tresavi, kao što je površinski *Sphagnumov sloj* u šumsko-livadskoj tresavi, a na drugoj strani se približuje nizinskoj (eutrofnoj) tresavi, kao u donjim slojevima šumske tresave, s tresetom drvenaste vrste.

Z A K L J U Č A K

Na osnovu terenskih i laboratorijskih ispitivanja tresave »Šenderova bara« i njenog treseta — mogu se izvući sledeći zaključci:

1. *Šumsko-livadska tresava* (170 cm) odlikuje se jako zastupljenim jastučićima iz tresetnih mahovina, maljavom brezom i rosuljom, što je odlika vlažnog i hladnog staništa (»mrazišta«). Površinski sloj je iz čiste tresetne mahovine, bogat organskom materijom i ekstremno kisele reakcije, s manje humusnih kiselina u slabo razloženom tresetu, u kome preovlađuju amonifikatori nad ukupnom mikroflorom, pa se ovaj treset približuje visinskom tipu *Sphagnumovog* treseta. Drugi sloj je delom zamuljen, s manje organske materije, manje kiselosti, s više huminskih nego fulvokiselina, bolje razloženosti, podjednakog udela ukupne i amonifikacione mikroflore, pa pripada prelaznom mahovinsko-travnom tresetu.

2. *Livadska tresava* (80 cm) pod travnom je vegetacijom, s redim mahovinskim jastučićima, manje kisele reakcije u površinskom sloju, s mnogo organske materije, osrednje razloženosti, sa skoro podjednakom zastupljenošću ukupne i amonifikacione mikroflore, s više huminakah nego fulvokiselina, s dosta gljiva, dok su dublji slojevi siromašniji organskom materijom, pa se čitav ovaj treset ubraja u prelazni travno-mahovinski treset.

3. *Šumska tresava* (260 cm) pod mešovitom je šumom, jako kisele reakcije, s nekoliko slojeva treseta i zamuljivanja baznim mineralnim materijama. Površinski sloj je s manje organske materije, bolje razloženog humusa, s dosta huminskih i fulvokiselina i s većim udelom ukupne nad amonifikacionom mikroflorom. Drugi sloj je najbogatiji organskom materijom, nešto kiseliji, s manje huminskih a više fulvokiselina, slabije razloženosti, te preovlađuju amonifikaciona nad ukupnom mikroflorom. Ostali slojevi su još zamuljeniji, bolje humifikovani, pa pripadaju drvenastom tresetu, koji se približava nizinskom tipu.

Fond Srpske akademije nauka i umetnosti u Beogradu materijalno je pomogao terenska ispitivanja ove tresave, pa se najlepše zahvaljujemo upravi fonda.

BOGDANOVIĆ M., TEŠIĆ Ž., TODOROVIĆ M., and GIGOV A.

PEAT-BOG »ŠENDEROVA BARA« AT HAN-KRAM ON ROMANIA AND THE PROPERTIES OF ITS

SUMMARY

This peat-bog is find in calcareous valley on about 1100 m over sea height, and there are three eccological environments.

Forest peat-bog (260 cm) is now covered by miscellaneous forest, very strong acid reaction, with several peat layers and silting by alkaline materials. In surface layer there is less organic matter, peat is well decomposed with fairly huminic and fulvic acids and greather presence of total in relation to the ammonifiers microflora. The second layer is richest in organic matter, a little more acid, with less huminic acida, less decomposed and more fulvic acids, and from the reason there is more

ammonifiers than total microflora. The other layers are a little more silted, rather humified, because they were originated from the woody rests, and therefore this peat was approached to the lowland type.

Meadow peat-bog (80 cm) is now under grass vegetation with moss-peat cushionets, the reaction in surface layer is more acid with fairly of organic matter, less decomposed, with the equal presence of total and ammonifiers microflora, more huminic than fulvic acids, with some of fungi, while the deeper layers are poorer in organic matter. Therefore this is counted into the transitive grass-moss peat type.

Forest-meadow peat-bog (170 cm) is represented by the presence in great number of peat-moss cushionets around *Betula pubescens* and scarce *Drosera rotundifolia*, that is the characteristic of wet and cold habitat. The surface layer is from sole moss, rich in organic matter and extreme acid reaction, with less of mentioned acids, in weak decomposed peat, in which there are much more ammonifiers than total microflora, therefore this layer is approached to the high peat type. The second layer is a little silted, with less organic matter, less acidity, with more huminic than fulvic acids, better decomposed and therefore with the almost equal quantity of total and ammonifiers microflora; therefore it belongs to the transitive moss-grass peat type.

Pollen diagrams belong to the middle balcanic pre-mountainous type from this whole peat-bog.

LITERATURA

- Bogdanović M., Gigov A., Tešić Ž., Todorović M. i Stojiljković B. (1973): Prešterska tresava i osobine njenog treseta. — Zbornik I kongresa ekologa Jugoslavije, Bgd, 65-66.
- Bogdanović M., Gigov A., Tešić Ž., i Todorović M. (1973): Vlasinska tresava i osobine njenog treseta. — Zbornik I kongresa ekologa Jugoslavije, Bgd, 66-67.
- Gigov A. (1966): Tipovi polenovih dijagrama na teritoriji Jugoslavije posle ja, Bgd, 7, 21—30.
- Gigov A. (1966): Tipovi polenovih dijagrama na teritoriji Jugoslavije posle virmkog glacijala. — Ljubljana, izvod iz doktorske disertacije (1963).
- Jakšić Vojna (1960): Puferizacioni kapacitet tresetnih tala u Bosni i Hercegovini. — Sarajevo, doktorska disertacija.
- Jakšić Vojna (1969): O nekim bitnim osobinama različitih lokaliteta tresetnih tala u Bosni i Hercegovini. — Zemljište i biljka, Bgd, 18 (1/3), 123—134.
- Stefanović V. (1958): O novom nalazištu maljave breze (*betula pubescens*) u Bosni i Hercegovini. — Narodni šumar, Sarajevo, 12 (1/2), 72—81.
- Stefanović V. i Sokač Ana (1962): Fitocenoza bijelog bora i maljave breze na rubu tresetišta kod Han Krama (*Pineto-Betuletum pubescentis* Stef). — Naučno društvo BiH, Odjeljenje privredno-tehničkih nauka, Radovi, 19 (5), 97—126.
- Tešić Ž., Todorović M. i Bogdanović V. (1966): Prilog poznavanju stepena razloženosti i nekih korelativnih pokazatelja treseta u Livanjskom polju. — Zemljište i biljka, Bgd, 15 (3), 353—363.

- Tešić Z. et Todorović M. (1966): Les propriétés microbiologiques des tourbes yougoslaves. — C. R. VIII Congr. Intern. Soil Sci, Bucuresti, 3 (5), 579—588.
- Tešić Ž., Bogdanović M., Todorović M. i Gigov A. (1969): Tresava »Crveni potok« na planini Tari i osobine njenog treseta. — Ekologija, Bgd, 4 (2), 149—163.
- Tešić Ž., Bogdanović M., Todorović M., Gigov A. i Tančić Nada (1972): Tresave Kopaonika i osobine njihovih treseta. — Zemljište i biljka, Bgd, 21 (1), 113—126.
- Todorović M. i Bogdanović V. (1967): Prilog proučavanju najčešćih gljiva treseta iz nekih planinskih tresava. — Mikrobiologija, Bgd, 4 (1), 105—110.



JELENA ŽIVADINOVIĆ*

DISTRIBUCIJA PODURIDAE, ONYCHIURIDAE I ISOTOMIDAE (COLLEMBOLA) U RAZNIM ZEMLJIŠTIMA NA MAGLIĆU

U V O D

Na Magliću su vršena sistematska i ekološka istraživanja Poduridae, Onychiuridae i Isotomidae od 1965. godine do danas (Živadinović, 1970; Živadinović i Cvijović, 1970; Živadinović i saradnici, 1970. itd.). U okviru ovih istraživanja ispitana je i distribucija ove životinjske grupe u tlu u raznim zemljištima. U tu svrhu izabrano je 46 lokaliteta u sledećim zemljištima: u organogenoj i organomineralnoj crnici, organomineralnoj rendzini na dolomitnom krečnjaku i dolomitu, organomineralnom rankeru, smeđekrečnjačkom zemljištu na krečnjaku i dolomitnom krečnjaku, kiselosmeđem zemljištu na eruptivu i verfenu, kiselosmeđem ilimerizovanom i ilimerizovanom zemljištu na verfenu. U ovoj seriji zemljišta i podloga ispitan je sastav vrsta i gustina populacija Poduridae, Onychiuridae i Isotomidae.

METOD RADA

Materijal je sakupljen iz tla sa 46 lokaliteta u raznim zemljištima na širem području Maglića. Sa svakog lokaliteta uzimane su po tri probe tla na dubini od 10 cm sa površine od 1 m². Ove probe su uzimane više puta tokom perioda istraživanja.

Fitocenološku procenu za ovaj rad dao je B. Lakušić, a L. Manušev i Č. Burlica su dali podatke o tipovima zemljišta i nekim njihovim svojstvima.

Prilikom determinacije Collombola korišćena je sistematika i nomenklatura izneta u radovima »Colembolenfauna Europae« Gisan (1960) i »Die Tierwelt Mitteleuropas« (Pallisa, 1964).

* Biološki institut Univerziteta u Sarajevu.

REZULTATI I DISKUSIJA

Sva zemljišta na kojima su vršena istraživanja nalaze se u raznim biljnim zajednicama i na različitim nadmorskim visinama. Ovi ekološki faktori nesumnjivo imaju velikog uticaja na distribuciju kolembola. Zato se prilikom analize sastava Poduridae, Onychiuridae i Isotomidae na izabranim lokalitetima vodilo računa i o uticaju biljne zajednice i nadmorske visine.

Posledica delovanja različitih kombinacija faktora na pojedinim lokalitetima je velika raznovrsnost sastava i broja vrsta u pojedinim zemljištima, što se jasno vidi iz tabele 1.

Radi bolje preglednosti pratićemo distribuciju vrsta u svakom zemljištu posebno.

Crnice su na Magliću jako rasprostranjene, tako da je na ovom zemljištu izabrano 17 lokaliteta, odnosno na organogenoj crnici devet (tabela 2), a na organomineralnoj crnici osam lokaliteta (tabela 3). Na ovom zemljištu razvijeno je više šumskih i livadskih zajednica na nadmorskim visinama od 1200—2200 m. U ovako različitim sredinama sastav vrsta Poduridae, Onychiuridae i Isotomidae vrlo je raznolik. Ukupno je nađena 41 vrsta, odnosno u organogenoj crnici 38, a u organomineralnoj crnici 32 vrste. Prosečna gustina njihovih populacija na 1000 cm³ zemlje je oko 36 jedinki u organogenoj i oko 29 jedinki u organomineralnoj crnici.

Veliki broj vrsta i velika gustina populacija Poduridae, Onychiuridae i Isotomidae na crnicama ukazuju na činjenicu da su ovo vrlo povoljna staništa za život većeg broja jedinki. Međutim, i na crnicama broj vrsta i broj individua varira na pojedinim lokalitetima u zavisnosti od biljne zajednice i nadmorske visine. Najveći broj vrsta i individua nađen je u crnicama šumskih zajednica (11—19), i to naročito u crnici pod *Abieti-Fagetum* na visini od oko 1200 m, a najmanji (3—8) u crnicama planinskih rudina veće nadmorske visine (1700—2200).

Većina vrsta koje žive u crnicama na Magliću nađena je i u drugim tipovima zemljišta na istoj planini. Međutim, ovde su nađene i vrste koje nisu konstatovane u drugim zemljištima. Tako su vrste *Anurida ellipsoidea* i *Hypogastrura denticulata* nađene samo u organogenoj crnici, a vrste *Pseudachorutes dubius* i *Brachistomella curvula* u organogenoj i organomineralnoj crnici.

Na Magliću su razvijene rendzine na dolomitnom krečnjaku i dolomitu. Na ovim zemljištima je izabrano 6 lokaliteta, sve pod šumskom vegetacijom, na nadmorskoj visini od 1000—1400 m. Uslovi života Poduridae, Onychiuridae i Isotomidae na ovim lokalitetima su vrlo povoljni, što se vidi po velikom broju vrsta koje tu žive. Nađene su ukupno 34 vrste, a prosečna gustina njihovih populacija je oko 29 jedinki na 1000 cm³ zemlje. Međutim, postoje razlike u broju vrsta i individua na pojedinim lokalitetima na rendzini. Najmanje vrsta i najmanje individua je na lokalitetu 20, na visini od 1400 m, u zajednici *Ostrya-Pinetum nigrae*. Ovde se procenat C i CaCO₃ u tlu razlikuju od procenta C i CaCO₃ na drugim lokalitetima istog tipa zemljišta (tabela 4), odnosno na lokalitetu 20 C je 2,83% i CaCO₃ 0,79%. Najveći broj vrsta nađen je na lokalitetu u rendzini na dolomitnom krečnjaku, gde je izrazito veliki procenat skeleta a mali procenat peska, i gde je C 16,26% a N 1,26%, odnosno mnogo veći nego na lokalitetima u rendzinama na čistom dolomitu.

Tabela br. 1. Distribucija POCURIDAE, ONYCHIURIDAE I ISOTOMIDAE (Collembola) i njihova prosečna gustina populacija na 1000 cm² zemlje u različitim zemljištima na Magliću.

Distribution of PODURIDAE, ONYCHIURIDAE and ISOTOMIDAE (Collembola) and their average population density in 1999 and of soil in different soils at Meadii Marsh

[illegible]

Tabela 2.

NEKE FIZIČKE I HEMIJSKE OSOBINE ORGANOGENIH CRNICA NA
KREČNJAKU
SOME PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF THE ORGANIC
KALKOMELANOSOL

a) Mehanički sastav

Broj lok.	dubina u cm	skelet mm ²	količina frakcija u %				glina 0,002 mm	higroskop. vlaga u %	teksturna oznaka	koloidnost
			pesak 2-0,25 mm	sitni pes. 0,25-0,02	prah 0,02-0,002					
1	3—13	61,70	5,32	82,08	8,57	9,03	13,64		ilovasta peskuša	slabo koloidno
2	0—10	30,77	0,56	33,21	34,34	31,88	—		—	—
3	0—10	15,48	0,58	38,98	32,74	27,70	—		—	—
4	2—7	32,86	0,82	78,08	10,78	10,32	13,71		ilovasta peskuša	slabo koloidno
	7—27	70,94	1,82	55,12	29,48	13,60	11,77		ilovača	umereno koloidno
5	0—10	12,99	0,69	30,72	43,80	24,79	—		—	—
6	0—10	26,49	1,11	30,16	42,40	26,42	—		—	—
7	0—20	42,22	0,44	78,67	16,88	3,71	11,11		ilovasta peskuša	slabo koloidno
8	0—10	83,82	7,72	52,82	30,36	9,08	—		—	—
9	0—10	43,52	3,16	49,88	32,46	14,50	—		—	—

b) Hemijska svojstva

Broj lok.	dubina u cm	pH		C % u tlu	N % u tlu	Fiziološki akt. mg/100 gr.	CaCO ₃ u %	Hidrol. kis. ccm 0,1 n NaOH/100 gr.	S	Adsorptivni kompleks			
		u H ₂ O	u n KCl							T—S	T	V %	
1	3—13	5,50	5,25	34,08	1,62	16,50	57,90	—	—	—	—	—	—
2	0—10	5,40	4,63	32,42	1,64	11,79	43,03	—	12,90	100,50	50,07	156,57	66,20
3	0—10	5,98	5,25	34,53	2,10	16,26	46,29	—	13,72	112,88	52,29	165,17	68,47
4	2—7	6,35	5,80	31,47	1,76	12,46	48,68	—	—	23,23	—	—	—
	7—27	7,15	6,55	16,85	1,26	—	—	9,71	—	—	—	—	—
5	0—10	6,23	5,34	10,65	0,99	0,74	27,82	—	8,90	37,24	24,90	62,14	57,81
6	0—10	6,41	5,74	14,89	1,29	1,30	31,90	—	10,08	65,89	17,14	83,03	78,98
7	0—20	7,10	6,85	15,04	1,36	—	—	0,84	—	—	—	—	—
8	0—10	7,30	6,80	13,69	1,69	1,84	43,66	—	8,37	—	—	—	—
9	0—10	6,43	5,76	19,96	1,92	1,63	41,93	—	9,86	61,95	18,58	80,53	76,65

Tabela 3.

NEKE FIZIČKE I HEMIJSKE OSOBINE ORGANOMINERALNIH CRNICA
NA KREČNJAKU
SOME PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF THE ORGANIC
KALKOMELANOSOL

a) Mehanički sastav

Broj lok.	dubina u cm	količina frakcija u %					higroskop. vlaga u %	teksturna oznaka	koloidnost
		skelet 2 mm	pesak 2—0,2	sitni pes. 0,2—0,02	prah 0,02—0,002	glina 0,002			
10	0—10	20,48	3,43	37,54	33,48	25,54	—	—	—
11	0—15	—	1,78	45,49	38,51	14,22	8,62	ilovača	umereno koloidno
	0—20	—	3,00	63,24	24,16	9,60	11,39	peskovita ilovača	slabo koloidno
12	4—28	56,88	0,69	39,27	36,87	23,17	10,25	glina	jako koloidno
13	0—10	2,95	2,49	39,30	35,12	23,08	—	—	—
14	0—10	—	2,90	49,36	32,74	15,00	—	—	—
15	0—10	—	0,72	45,52	33,12	20,75	—	—	—
16	0—10	2,14	0,36	43,42	33,24	22,96	—	—	—
17	0—10	—	0,35	47,10	31,60	20,94	—	—	—

b) Hemijska svojstva

Broj lok.	dubina u cm	pH		C % u tlu	N % u tlu	Fiziološki akt. mg/100 P ₂ O ₅ gr. K ₂ O	CaCO ₃ u %	Hidrol. kis.		T—S	T	V%	
		u H ₂ O	u n KCl					ccm 0,1 n NaOH/100 gr.	S				
10	0—10	7,13	6,38	12,66	0,74	6,22	33,09	—	7,19	107,80	5,13	112,93	95,46
11	0—15	6,15	5,70	9,23	0,79	1,09	20,51	—	18,68	56,06	12,14	68,20	82,20
	0—20	5,90	5,60	17,25	1,21	3,39	15,81	—	30,47	74,04	19,81	93,85	78,89
12	4—28	6,90	6,30	12,61	0,80	—	—	3,34	—	—	—	—	—
13	0—10	5,70	4,85	13,52	1,16	0,68	28,54	—	7,88	40,24	23,61	63,85	62,16
14	0—10	5,32	4,45	13,98	1,78	1,99	31,78	—	9,07	37,39	41,49	78,87	47,13
15	0—10	5,32	4,32	11,09	1,11	2,01	33,18	—	7,93	29,64	38,60	68,24	43,23
16	0—10	5,67	4,77	10,86	1,20	1,20	35,41	—	8,88	41,53	25,18	66,71	61,70
17	0—10	5,31	4,48	12,47	1,29	1,54	29,64	—	8,80	32,15	35,58	67,72	45,85

Iz ovoga se vidi da je zastupljenost C,N i CaCO₃ važan faktor za život ispitanih životinjskih vrsta.

Tri vrste: *Mesachorutes libycus*, *Tullbergia novemspina* i *Anuruphorus satcheli* žive na Magliću samo u rendzini na dolomit. *A. satcheli* je nadena masovno (38,2 jedinke na 1000 cm³ zemlje), dok su druge dve vrste zastupljene sa mnogo manjom gustinom populacija. Ove tri vrste su interesantne i stoga što je *T. novemspina* naš bosanski endem, koji je do sada naden samo na dolomitnoj podlozi u sastojinama bora, a *M. libycus* i *A. satcheli* su prvi put nadene u BiH na ovim lokalitetima.

Organomineralni renker je još jedno zemljište sa AC-profilom koje je ovom prilikom proučavano. Na ovom zemljištu izabrano je 5 lokaliteta, pod šumskom vegetacijom, na visinama od 1380—1730 m. Naden je ukupno 30 vrsta, od kojih su *Onychiurus parallatus* i *Odontella empodialis* konstatovane na Magliću samo u organomineralnom rankeru. Ujedno je važno istaći da je *O. parallatus* prvi put sada naden u BiH.

Prosečna gustina populacija Poduridae, Onychiuridae i Isotomidae na ovom zemljištu je izrazito visoka (oko 36 jedinki na 1000 cm³ zemlje). I ovde, kao i na ranije analiziranim zemljištima, nije isti broj vrsta i individua na svim lokalitetima. Najmanje vrsta (7 vrsta) naden je na 28. lokalitetu, na visini od 1730 m, pod biljnom zajednicom *Pinetum mughi silicicolum*. Zemljište na ovom lokalitetu se razlikuje po nekim hemijskim svojstvima (tabela 5) od drugih zemljišta iste grupe (hidrološka kiselost, zasićenost bazama i C u ‰ ovde su znatno manji), a posebno se razlikuje od onih lokaliteta te grupe (26. i 27. lok.) koji se nalaze u istoj biljnoj zajednici i na istoj nadmorskoj visini.

Nakon ove analize sastavu Poduridae, Onychiuridae i Isotomidae na zemljištima sa Al profilom može se konstatovati da su uslovi u crnicama rendzinama i rankeru vrlo povoljni za život većeg broja vrsta i individua. Raznovrsnost Poduridae, Onychiuridae i Isotomidae je velika na lokalitetima sa različitim zemljištima i između lokaliteta sa istim zemljištima. Na grafikonu I dat je indeks sličnosti sastava vrsta na pojedinim zemljištima sa C-profilom može se konstatovati da su uslovi u crnigenoj i organomineralnoj crnici vrlo sličan, a da je u sastavu vrsta na crnicama najbližiji sastavu u rendzini na dolomitnom krečnjaku i dolomitu. Najviše se od njih izdvaja sastav vrsta na organomineralnom rankeru.

Od zemljišta sa A(B)C-profilom proučavana su na Magliću smedekrečnjačka zemljišta na krečnjaku i dolomitnom krečnjaku i kiselosmeda zemljišta na eruptivu i verfenu.

Na smedekrečnjačkom zemljištu izabrano je 5 lokaliteta u šumskim i vanšumskim zajednicama. Lokalitet u smedekrečnjačkom zemljištu na dolomitnom krečnjaku nalazi se na 800 m n. v., a smedekrečnjačka zemljišta na krečnjaku na 1500—1750 m n. v. Naden je ukupno 27 vrsta Poduridae, Onychiuridae i Isotomidae, od kojih nijedna vrsta nije karakteristična za ova zemljišta. Najveći broj vrsta (18) konstatovan je u smedekrečnjačkom zemljištu na dolomitnom krečnjaku. Pedološka analiza pokazuje da se ovaj lokalitet bitno razlikuje od ostalih i po mehaničkom sastavu i po hemijskim osobinama (tabela 6). Higroskopska vlaga je mnogo manja od higroskopske vlage na lokalitetima na krečnjaku, zatim ovde su konstatovane teška glina i velika koloidnost. Procenat C i CaCO₃ u zemlji znatno je manji od procenta u smedekrečnjačkim zemljištima na krečnjaku.

Tabela 4.

NEKE FIZIČKE I HEMIJSKE OSOBINE ORGANOMINERALNIH RENDZINA
NA DOLOMITNOM KREČNJAKU I DOLOMITU
SOME PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF THE ORGANIC
RENDZINA ON DOLOMIT

a) Mehanički sastav

Broj lok.	dubina u cm	količina frakcija u %				glina 0,002	higroskop. vlaga u %	teksturna oznaka	koloidnost
		skelet 2 mm	pesak 2-0,25	sit. pesak 0,25-0,02	prah 0,02-0,002				
18	0—25	90,20	1,05	57,99	24,69	16,27	12,15	ilovača	umereno koloidno
19	0—10	25,27	34,53	24,30	27,28	13,88	—	—	—
20	0—10	13,01	31,83	16,52	28,74	22,90	—	—	—
21	0—10	34,01	38,65	18,74	21,86	20,75	—	—	—
22	0—34	44,74	20,20	64,02	9,94	5,84	2,44	ilovasta peskuša	slabo koloidno
23	0—25	52,10	18,45	34,75	32,67	14,13	4,45	ilovača	umereno koloidno

b) Hemijska svojstva

Broj lok.	dubina u cm	pH u n KCl	C % u tlu	N % u tlu	Fiziološki akt. mg/100 P ₂ O ₅	K ₂ O	CaCO ₃ u %	Hidrološka kiselost ccm 0,1 n NaOH/100 gr.	S	Adsorptivni kompleks		
		u H ₂ O								T—S	T	V %
18	0—25	6,90	6,20	16,26	1,26	—	—	7,69	—	—	—	—
19	0—10	7,41	6,51	9,63	0,93	5,58	22,52	—	5,86	—	—	—
20	0—10	7,04	6,40	10,97	1,00	4,87	26,10	—	6,19	—	—	—
21	0—10	6,52	5,95	11,06	0,88	2,10	22,49	—	5,35	37,61	6,54	44,15
22	0—34	7,30	6,80	4,48	0,21	—	—	8,79	—	—	—	—
23	0—25	6,55	5,65	2,83	0,32	—	—	0,79	—	—	—	—

Tabela 5.

NEKE FIZIČKE I HEMIJSKE OSOBINE ORGANOMINERALNIH RANKERA
SOME PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF THE CAMBIC
RANKER

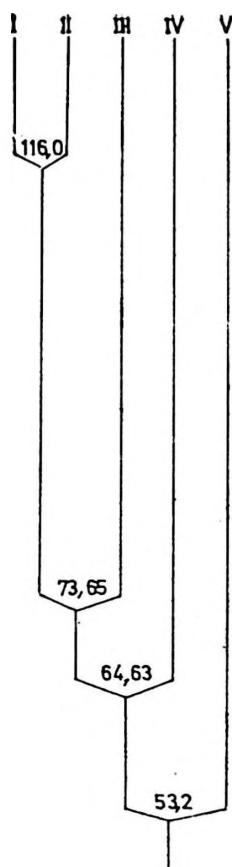
a) Mehanički sastav

Broj lok.	dubina u cm	količina frakcija u %				glina 0,002 mm	higroskop. vlaga u %	teksturna oznaka	koloidnost
		skelet 2 mm	pesak 2-0,25 mm	sit. pesak 0,25-0,02	prah 0,002 mm				
24	3—15	48,39	25,96	33,47	26,22	14,35	7,36	peskovita ilovača	umereno koloidno
25	7—30	39,09	10,88	34,67	32,02	22,43	8,20	glina	jako koloidno
26	0—10	17,91	9,46	27,00	33,26	30,26	—	—	—
27	0—10	7,69	16,11	48,22	26,46	29,19	—	—	—
28	0—10	33,50	7,58	17,72	35,52	39,18	—	—	—

b) Hemijska svojstva

Broj lok.	dubina u cm	pH u H ₂ O	pH u n KCl	C % u tlu	N % u tlu	Fiziološki akt. mg/100	CaCO ₃ u %	Hidrološka kiselost ccm 0,1 n NaOH/100 gr.	S	Adsorptivni kompleks			
										T—S	T	V ⁰ %	
24	3—15	5,50	5,10	—	0,72	2,70	32,91	—	36,63	48,23	23,81	72,04	66,95
25	7—30	5,65	4,80	7,49	0,49	0,38	42,74	—	35,83	25,29	23,29	48,58	52,06
26	0—10	4,95	3,90	10,62	0,76	1,86	24,75	—	7,15	19,28	41,51	60,79	28,94
27	0—10	4,91	3,83	9,79	0,68	0,13	27,44	—	7,16	18,02	41,24	59,27	26,29
28	0—10	5,21	4,27	5,86	0,52	1,22	34,23	—	6,50	4,40	28,59	32,99	13,60

GRAF. I.



INDEX SLIČNOSTI (po MOUNTFORD)
INDEX OF SIMILARITY (MOUNTFORD)

u različitim tipovima zemljišta.
in different soil types

- I ORGANOGENA CRNICA NA KREČNJAKU.
ORGANIC KALKOMELANOSOL.
- II ORGANOMINERALNA CRNICA NA KREČNJAKU.
KALKOMELANOSOL ON LIMESTONE.
- III ORGANOMINERALNA RENDZINA NA DOLOMITISANOM KREČNJAKU.
KALKOMELANOSOL ON LIMESTONE-DOLOMIT.
- IV ORGANOMINERALNA RENDZINA NA DOLOMITU.
KALKOMELANOSOL ON DOLOMIT.
- V ORGANOMINERALNI RANKER.
CAMBIC RANKER.



Tabela 6.

NEKE FIZIČKE I HEMIJSKE OSOBINE SMEĐIH ZEMLJIŠTA
NA KREČNJAKU I DOLOMITNOM KREČNJAKU
SOME PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF THE KALKO
KAMBISOL AND KAMBISOL ON DOLOMIT

a) Mehanički sastav

Broj lok.	dubina u cm	količina frakcija u %				glin	higroskop. vlaga u %	teksturna oznaka	koloidnost
		skelet 2mm	pesak 2-0,25mm	sit. pesak 0,25-0,02	prah 0,02-0,002mm				
29	2—5	—	2,81	62,40	22,86	11,93	10,30	peskovita ilov.	umereno kol.
	5—15	17,00	6,87	39,48	38,65	15,00	8,71	glinovita ilov.	"
	15—35	67,14	7,18	32,24	40,78	19,80	7,05	glin	"
30	5—10	—	1,98	54,04	29,69	14,69	9,76	peskovita ilov.	"
	10—20	—	2,66	18,11	38,87	40,36	6,12	teška glina	vrlo jako kol.
31	0—12	—	1,57	61,14	20,79	16,50	9,10	peskovita ilov.	umereno kol.
	12—30	—	0,88	43,78	34,18	21,16	7,82	glin	jako kol.
32	0—15	14,94	3,29	67,61	18,05	11,05	8,57	peskovita ilov.	umereno kol.
	15—38	26,43	0,60	61,63	25,12	12,45	8,42	"	"
33	5—30	20,45	0,31	20,75	39,20	39,74	6,91	teška glina	jako kol.

b) Hemijska svojstva

Broj lok.	dubina u cm	pH u H ₂ O	pH u n KCl	C % u tlu	N % u tlu	Fiziološki akt. mg/100	CaCO ₃ u %	Hidrološka ccm 0,1 n NaOH/100 gr.	Adsorptivni kompleks			
									S	T—S	T	V %
29	2—5	4,35	3,50	44,40	0,43	4,74	24,81	—	21,32	—	—	—
	5—15	6,75	6,20	14,65	0,94	—	—	2,44	—	—	—	—
	15—35	7,30	6,80	5,43	0,52	—	—	15,62	—	—	—	—
30	5—10	5,75	4,85	15,02	1,00	3,88	29,36	—	49,53	55,07	32,19	87,26
	10—20	5,20	3,90	3,34	0,30	0,27	5,33	—	46,40	19,51	30,16	49,67
31	0—12	5,55	4,55	11,74	1,08	1,76	4,95	—	51,37	39,40	33,39	72,79
	12—30	5,85	5,00	7,37	0,78	0,56	2,98	—	27,13	38,43	17,63	56,03
32	0—15	6,60	5,75	9,60	0,93	—	—	1,23	—	—	—	—
	15—38	7,00	6,30	7,57	0,86	—	—	1,61	—	—	—	—
33	5—30	6,55	5,75	5,93	0,37	—	—	0,81	—	—	—	—

Tabela 7.

NEKE FIZIČKE I HEMIJSKE OSOBINE KISELOSMEDIH ZEMLJIŠTA NA
ERUPTIVU I VERFENU
SOME PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF THE DISTRICT
KAMBISOL ON IGNEOUS ROCK AND SCHALESTONE

a) Mehanički sastav

Broj lok.	dubina u cm	količina frakcija u %					higroskop. vlaga u %	teksturna oznaka	koloidnost
		skelet 2 mm	pesak 2-0,25 mm	sit. pesak 0,25-0,02	prah 0,002 mm	glina 0,002mm			
34	3—13	—	6,09	53,27	22,41	18,23	11,66	ilovača	umereno kol.
	13—27	23,57	8,64	28,14	28,45	34,77	8,22	glina	jako kol.
35	0—5	—	4,49	53,16	26,61	13,74	9,01	peskovita ilov.	umereno kol.
	5—35	32,00	15,26	29,12	34,60	21,02	8,64	glina	jako kol.
36	2—12	20,00	8,77	56,58	22,64	12,01	5,95	peskovita ilovača	—
	12—35	29,55	12,92	44,81	30,88	11,39	2,51	ilovača	—
37	0—7	8,13	16,34	48,27	23,14	12,25	4,45	peskovita ilovača	—
	7—35	16,00	10,05	40,65	31,57	17,73	2,43	ilovača	—
38	2—6	35,94	4,39	75,63	12,28	7,70	3,94	ilovasta peskuša	slabo kol.
	6—22	52,97	4,72	58,10	25,16	12,02	2,61	peskovita ilovača	umereno kol.
39	0—9	24,11	1,78	47,67	36,12	14,43	5,01	ilovača	"
	9—27	25,69	3,29	37,03	43,10	16,58	3,52	ilovasta glina	"
40	0—10	—	1,24	74,16	15,98	8,62	4,31	ilovasta peskuša	slabo kol.
	10—30	25,82	2,60	51,89	25,98	19,53	3,75	ilovača	umereno kol.

b) Hemijska svojstva

Broj lok.	dubina u cm	pH		C % u tlu	N % u tlu	Fiziološki akt. mg/100	CaCO ₃ u %	Hidrološka kiselost ccm 0,1 n NaOH/100 gr.		S	Adsorptivni kompleks		
		u H ₂ O	u n KCl								T—S	T	V %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
34	3—13	4,90	4,30	20,79	1,06	5,94	36,22	—	104,20	39,73	67,73	107,46	36,97
	13—27	4,80	4,20	6,38	0,44	1,36	6,27	—	81,31	8,00	52,85	60,85	13,15
35	0—5	4,80	4,15	10,59	0,87	1,92	13,74	—	74,54	13,58	48,45	60,03	21,89
	5—35	4,80	4,20	7,83	0,58	0,55	5,48	—	64,88	9,63	40,87	51,55	19,15

(Nastavak Tab. 7.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
36	2—12	4,75	4,05	12,44	0,70	5,44	24,45	—	—	26,64	—	—	—
	12—35	4,90	3,85	1,25	0,13	1,28	8,98	—	26,98	6,79	17,54	24,33	27,91
37	0—7	4,75	4,20	7,70	0,44	5,97	26,33	—	41,69	18,78	27,10	45,88	40,93
	7—35	4,60	3,85	1,32	0,13	2,82	5,13	—	32,08	3,87	20,85	24,72	15,66
38	2—6	4,75	4,05	5,91	0,50	7,55	29,93	—	45,49	11,18	29,57	40,75	27,44
	6—22	4,55	3,80	2,57	0,24	1,03	11,30	—	38,54	3,72	25,05	28,77	12,93
39	0—9	4,55	3,70	8,57	0,64	2,63	24,75	—	60,28	15,06	39,18	54,24	27,77
	9—27	4,65	3,80	2,45	0,23	0,41	5,18	—	42,94	43,93	27,91	71,84	61,15
40	0—10	4,20	3,55	8,83	0,63	6,83	25,49	—	60,02	7,55	39,01	46,96	16,93
	10—30	4,40	3,55	4,02	0,83	0,83	5,20	—	55,58	3,99	36,12	40,11	9,95

Tabela 8.

NEKE FIZIČKE I HEMIJSKE OSOBINE KISELOSMEĐIH ILIMERIZOVANIH
I ILIMERIZOVANIH ZEMLJIŠTA NA VERFENU
SOME PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF THE DISTRIC
KAMBISOL-LUVISOL AND LUVISOL ON SCHALESTONE

a) Mehanički sastav

Broj lok.	dubina u cm	količina frakcija u %					higroskop. vlaga u %	teksturna oznaka	koloidnost
		skelet 2 mm	pesak 2-0,25 mm	sit. pesak 0,25-0,02	prah 0,002 mm	glina 0,002mm			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
41	2—7	—	7,32	60,03	21,66	10,99	6,24	peskovita ilovača	umereno koloidno
	7—20	11,97	11,19	27,02	24,05	27,74	3,40	glina	jako koloidno
	20—36	26,36	14,14	31,99	29,25	24,62	2,95	"	"
42	0—12	—	2,64	68,79	16,37	12,20	6,52	peskovita ilovača	umereno koloidno
	12—30	12,69	2,51	36,38	38,52	22,59	3,92	glina	jako koloidno
	30—50	17,50	1,46	27,10	41,06	30,38	3,57	"	"
43	5—12	—	2,68	69,60	15,16	12,56	7,68	peskovita ilovača	umereno koloidno
	12—27	—	1,84	31,57	33,79	32,80	8,81	glina	jako koloidno
	27—52	—	1,18	13,89	25,11	59,82	5,20	teška glina	vrlo jako kol.

(Nastavak Tab. 8.)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
44	0—5	—	3,51	57,01	30,41	9,07	6,25	peskovita ilovača	slabo koloidno
	5—28	—	2,74	52,32	31,04	13,90	4,28	„	umereno koloidno
	28—40	—	2,71	42,60	30,78	23,91	2,54	glina	jako koloidno
45	0—10	—	3,66	54,10	30,94	11,30	5,26	peskovita ilovača	umereno koloidno
	10—23	—	7,55	40,14	36,75	15,56	4,25	ilovača	„
	23—43	—	7,88	32,39	39,82	19,91	4,59	glina	„
46	5—12	—	2,50	58,86	24,60	14,04	5,34	peskovita ilovača	„
	12—50	—	2,21	26,58	41,00	30,21	3,70	glina	jako koloidno

b) Hemijska svojstva

Broj lok.	dubina u cm	pH u H ₂ O	pH u n KCl	C % u tlu	N % u tlu	Fiziološki akt. mg/100	CaCO ₃ u % 0,1n NaOH/100	Hidroskopska kislost scm.	Adsorptivni kompleks S T—S T V%
41	2—7	5,00	4,50	11,46	0,73	6,35	41,88	—	47,03 25,67 30,57 56,24 45,64
	7—20	4,75	3,90	19,9	0,12	—	15,53	—	43,29 5,10 28,14 33,54 16,10
	20—36	4,90	4,05	1,45	0,10	—	13,39	—	33,14 5,79 21,94 27,33 21,19
42	0—12	4,50	3,65	10,31	1,06	9,33	36,38	—	74,74 15,41 48,58 63,99 24,08
	12—30	4,60	3,70	3,13	0,33	1,04	2,34	—	61,91 5,25 40,24 45,49 11,54
	30—50	4,80	3,85	1,74	0,20	1,30	2,33	—	46,48 1,53 30,21 31,79 4,97
43	5—12	4,20	3,50	16,12	0,69	7,04	27,89	—	— 21,49 — — —
	12—27	4,50	3,55	2,37	0,18	0,44	12,07	—	67,46 6,35 43,85 50,50 13,17
	27—52	4,85	3,90	0,76	0,03	—	16,35	—	28,64 16,32 18,62 35,44 47,46
44	0—5	5,85	5,35	12,28	0,47	4,64	28,94	—	24,59 37,75 15,98 53,73 70,26
	5—28	5,00	4,15	5,45	0,32	1,57	16,72	—	39,52 15,51 25,69 41,20 37,65
	28—40	5,45	4,20	0,79	0,04	—	14,11	—	20,24 7,31 13,16 20,97 27,24
45	0—10	5,25	4,65	4,76	0,51	1,58	9,24	—	31,68 15,31 20,59 36,20 43,12
	10—23	5,00	4,35	2,54	0,27	0,39	5,22	—	33,04 7,45 21,48 28,93 25,75
	23—43	5,30	4,30	2,47	0,25	0,06	3,14	—	34,95 5,95 22,72 28,67 20,75
	5—12	4,90	4,00	7,11	0,54	2,38	18,48	—	53,17 14,30 34,56 48,86 29,27
	12—50	4,80	3,95	1,45	0,13	—	4,67	—	40,04 4,55 26,03 30,58 14,88

Najmanje vrsta (6 vrsta) nađeno je na visini od 1750 u vanšumskoj zajednici.

Tendencija smanjivanja broja vrsta u ovom tipu zemljišta ne prati i smanjenje gustine njihovih populacija. Naime, prosečna gustina populacija na svim lokalitetima je dosta velika (oko 31 jedinka na 1000 cm³ zemlje).

U kiselosmedim zemljištima situacija je slična onoj u smedekrečnjačkim zemljištima. Ovde je nađeno ukupno 28 vrsta, i to na eruptivu 7, na verfenu 25, a u kiselosmedem ilimerizovanom zemljištu na verfenu 22 vrste. Međutim, za razliku od smedekrečnjačkih zemljišta, ovde je konstatovan pad i prosečne gustine populacije na svim lokalitetima, sem na lokalitetu 38, gdje je broj jedinki na 100 cm³ zemlje vrlo veliki.

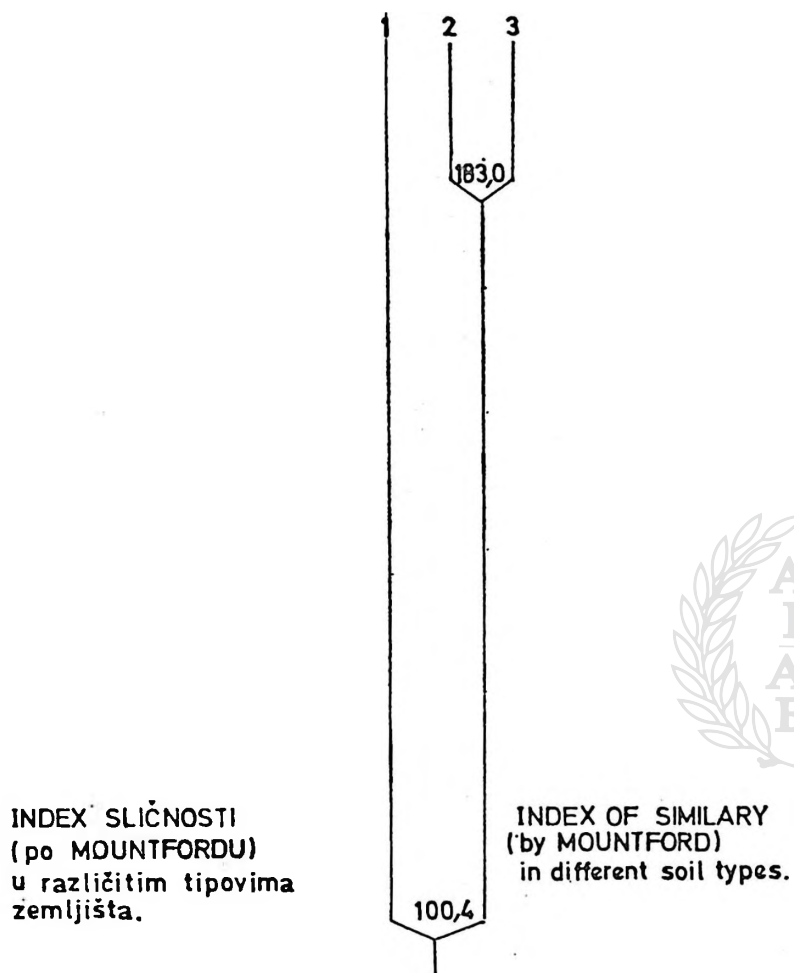
Ni u kiselosmedim zemljištima, kao ni u smedekrečnjačkim, nema karakterističnih vrsta Poduridae, Onychiuridae i Isotomidae koje žive samo na ovim zemljištima.

Za kiselosmeda zemljišta je izračunat indeks sličnosti sastava vrsta (grafikon II). Moglo se konstatovati da je veća sličnost u sastavu između kiselosmedeg i kiselosmedeg ilimerizovanog zemljišta na istoj podlozi (verfen) nego na kiselosmedem zemljištu na drugoj podlozi (eruptiv). Sličnost u sastavu vrsta prati i sličnost u gustini populacija Poduridae, Onychiuridae i Isotomidae na 1000 cm³ zemlje. Ovde je konstatovan uticaj podloge na sastav vrsta i gustina populacija.

Najdublje zemljište koje se ovom prilikom ispitivalo na Magliču je ili-merizovano zemljište na verfenu. Tu su izabrana četiri lokaliteta, a nađeno je ukupno 25 vrsta Poduridae, Onychiuridae i Isotomidae. Prosečna gustina njihovih populacija je oko 23 jedinke na 1000 cm³ zemlje. Ni ovde, kao ni u zemljištima sa A(B)C profilom, nije nađena nijedna vrsta koja živi samo na ovom zemljištu. Međutim, razlike u sastavu i broju vrsta i razlike u gustini populacija postoje unutar ovog zemljišta. Tu su sada, pored manjih razlika u osobinama zemljišta (tabela VII), važni faktori biljna zajednica, nadmorska visina i ostali ekološki faktori koji deluju u jednom staništu. Dva lokaliteta (43 i 44) nalaze se u *Abieti-Fagetum*, a dva (45 i 46) u livadskoj zajednici sveze *Pančićion*. Razlika u broju vrsta i individua je vrlo velika: dok je u šumskim zemljištima nađeno 14, odnosno 16 vrsta i 58,1, odnosno 27,9 jedinki na 1000 cm³ zemlje, dotle je u livadskom zemljištu nađeno 5, odnosno 7 vrsta i 2,1, odnosno 3,2 jedinke na 1000 cm³ zemlje. Nadmorska visina je pretežno kod svih lokaliteta jednaka, s tim što su šumska zemljišta na 1260 m i 1070 m a broj vrsta je veći na lokalitetu na većoj nadmorskoj visini, i livadska zemljišta 1120 m i 1070 m a broj vrsta je opet veći na većoj nadmorskoj visini.

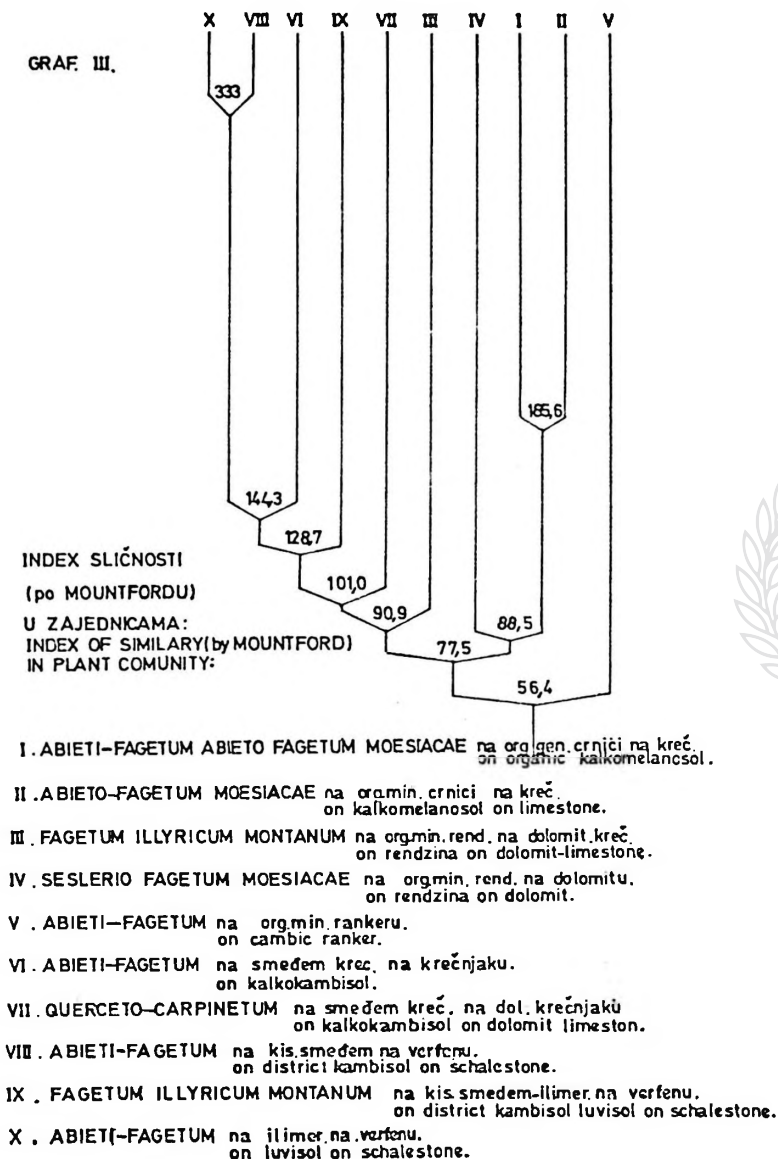
Iz svega ovoga se da zaključiti da su uslovi za život većeg broja vrsta i individua mnogo povoljniji u crnicama, rendzinama i rankeru nego u smedekrečnjačkom, kiselosmedem i ilimerizovanom zemljištu na Magliču. Broj vrsta i individua se postepeno smanjuje u seriji zemljišta od onih sa AC-profilom ka onima sa A(B)C i ABC-profilom. Sem toga, raznovrsnost je manja u dubljim zemljištima, dok su u zemljištima sa AC-profilom nađene vrste koje su karakteristične samo za određen tip zemljišta.

GRAF. II.

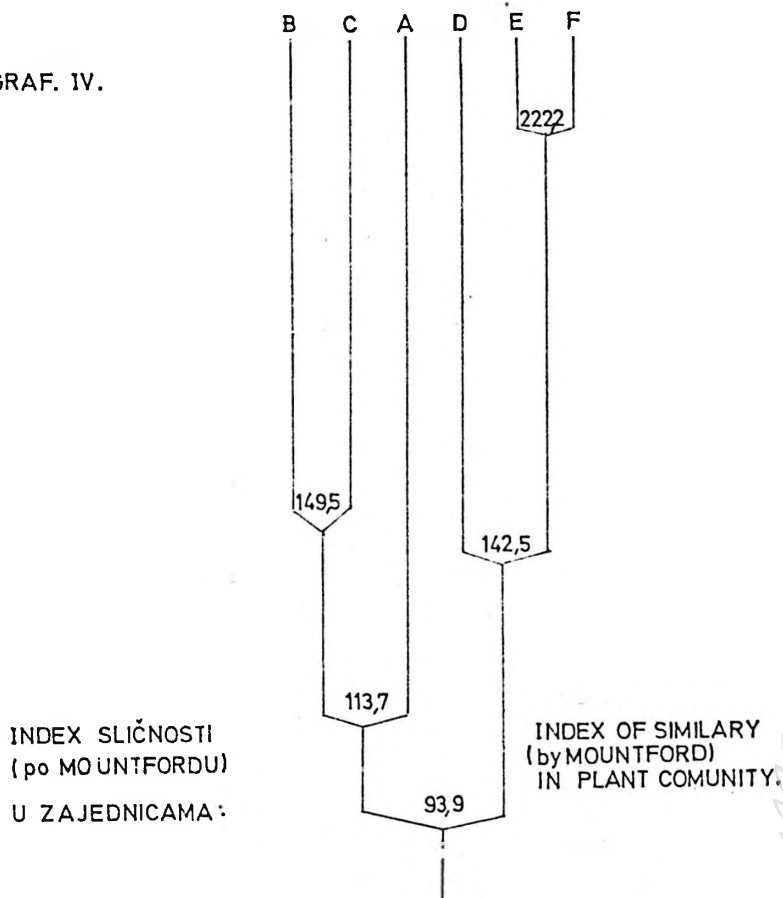


1. KISELO SMEĐE NA ERUPTIVU.
DISTRIC KAMBISOL ON IGNEOVS ROCK.
2. KISELO SMEĐE NA VERFENU.
DISTRIC KAMBISOL ON SCHALESTONE.
3. KISELO SMEĐE-ILIMER. NA VERFENU.
DISTRIC CAMBISOL-LUVISOL ON SCHALESTONE.

GRAF. III.



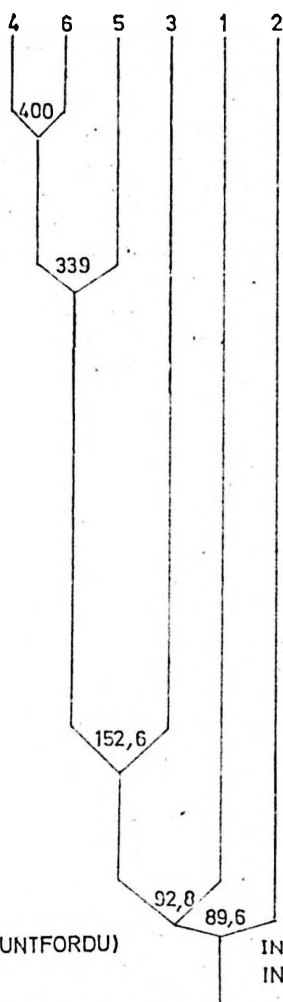
GRAF. IV.



- A-PINETUM SUBALPINUM I PINETUM MUGHI CALCICOLUM na org.gen.crnici na kreč.
on organic kalkomelanosol.
- B-FAGETUM SUBALPINUM PINETUM MUGHI CALCICOLUM na orgmin.crnici na kreč.
on kalkomelanosol on limestone.
- C-PINETUM MUGHI SILICICOLUM na org.min.rankeru.
on cambic ranker.
- D-FAGETUM SUBALPINUM I PINETUM MUGHI CALCICOLUM na smeđem kreč. na kreč.
on kalkokambisol.
- E-PICETUM SUBALPINUM na kiselo smeđem na eruptivu.
on distric kambisol on igneous rock
- F-FAGETUM SUBALPINUM na kiselo smeđem na verfenu.
on distric kambisol on schalestone.

Na sastav i broj vrsta i na gustinu populacija nesumnjivo utiču i ostali ekološki faktori te sredine, a posebno biljna zajednica i nadmorska visina. Uticaj svih ovih faktora na distribuciju Poduridae, Onychiuridae i Isotomidae jasno se vidi iz nekoliko priloženih grafikona sa indeksom sličnosti. Već se iz grafikona I i II vidi da je raznovrsnost unutar zemljišta sa AC i A(B)C-profilom u zavisnosti od osobina zemljišta. U grafi-

GRAF.V.



INDEX SLIČNOSTI (po MOUNTFORDU)
U ZAJEDNICAMA:

INDEX OF SIMILARY (by MOUNTFORDU)
IN PLANT COMMUNITY.

1. SESLERIETUM TENUIFOLIE MONTENEGRINUM,
EDRAIANTHO VERONICETUM SATUREIODES,
POETO CARICETUM CARYOPHYLLEAE na organogenoj crnici na krečnjaku.
on organic kalkomelanosol.
2. POTENTILLO CARICETUM SEMPERVIRENTIS i ELYNO EDRAIANTHETUM
SERPYLLIFOLIA na organomin. crnici na krečnjaku.
on kalkomelanosol on limestone.
3. FESTUCION PUNGENTIS na smeđe krečnjačkom na dolomitisanom krečnjaku.
on kambisol on dolomit limestone.
4. NARDETUM SUBALPINUM MONTENEGRINUM na kiselo smeđem na eruptivu.
on distric kambisol on igneous rock.
5. ———— II ———— na kiselo smeđem na verfenu.
on distric kambisol on schalestone.
6. ———— II ———— na kiselo smeđem ilimer. na verfenu.
on distric kambisol luvisol on schalestone.

konima III, IV i V posmatrana su odvojeno zemljišta sa lokaliteta iz montanog pojasa, iz subalpskog pojasa i sa planinskim rudima.

Na grafikonu III upoređen je sastav vrsta većeg broja zemljišta montanog pojasa na kome su razvijene razne šumske zajednice ove zone. Nadmorska visina je od 800 m — 1510 m. Sastav vrsta je najbliži u organogenoj i organomineralnoj crnici pod istom zajednicom *Abieti-Fagetum* i u kiselosmedim i ilimerizovanim zemljištima na verfenu pod istom zajednicom *Abieti-Fagetum*. Sastav vrsta se nešto više razlikuje u kiselosmedem ilimerizovanom zemljištu od sastava u kiselosmedem i ilimerizovanom zemljištu iako ono pravi, kao zemljište, prelaz od kiselosmedih ka ilimerizovanim zemljištima. Ovde je verovatno odlučujući faktor druga biljna zajednica (*Fagetum montanum*). Sličniji je sastav vrsta u smeđekrečnjačkom zemljištu nego u kiselosmedem ilimerizovanom zemljištu. Tako je u seriji zemljišta ono dalje, ali zbog iste biljne zajednice (*Abieti-Fagetum*) ona se približava kiselosmedem i ilimerizovanom zemljištu na verfenu.

Sastav vrsta u smeđekrečnjačkim zemljištima na krečnjaku i smeđekrečnjačkim na dolomitnom krečnjaku bi trebalo da bude vrlo sličan kada bi se uzeo u obzir samo faktor zemljišta. Međutim, tu postoje vrlo velike razlike u sastavu vrsta, čemu je uzrok različita biljna zajednica i nadmorska visina: jedno je zemljište pod *Abieti-Fagetum* na 1510 m, a drugo pod *Querceto-Carpinetum* na 800 m.

Sastav vrsta u organomineralnom rankeru u montanom pojasu se sa svim izdvaja, čemu je verovatno uzrok silikatna podloga.

Na grafikonu IV upoređen je sastav vrsta na zemljištima u subalpskom pojasu na kome su razvijene razne šumske zajednice ove zone. Nadmorska visina je od 1600 m — 1790 m. Sastav vrsta u zemljištima sa AC-profilom se potpuno razlikuje od sastava vrsta u zemljištima sa A(B)C-profilom. Kod dubljih zemljišta se sastav vrsta u smeđekrečnjačkom razlikuje više od sastava u kiselosmedem zemljištu nego što se razlikuje sastav vrsta u kiselosmedim zemljištima razne podloge.

Na grafikonu V upoređen je sastav vrsta u raznim zemljištima planinskih rudina. Nadmorska visina se kreće od 1640—2220 m. Ovde se sastav vrsta u organomineralnoj crnici bitno razlikuje od sastava vrsta u ostalim zemljištima. Odlučujući faktor su ovde različite biljne zajednice i posebno velika nadmorska visina (iznad 2200 m), na kojoj se ne nalazi nijedan drugi lokalitet iz ove serije.

ZAKLJUČCI

Na planini Magliču ispitana je distribucija Poduridae, Onychiuridae i Isotomidae na 46 lokaliteta, koji se nalaze u raznim zemljištima, biljnim zajednicama i nadmorskim visinama.

Posledica delovanja različitih kombinacija ekoloških faktora na pojedinim lokalitetima je velika raznovrsnost sastava i broja vrsta Collembola i njihove gustine populacija.

Od svih istraženih zemljišta najveći broj vrsta i individua nađen je u zemljištima sa AC-profilom. Broj vrsta se postepeno smanjuje u seriji zemljišta od onih sa AC-profilom ka onima sa A(B)C-profilom i ABC-profilom.

Izračunat je indeks sličnosti sastava vrsta u raznim zemljištima montanog pojasa, subalpskog pojasa i planinskih rudina.

U montanom pojasu je konstatovana najveća sličnost sastava vrsta u organogenoj i organomineralnoj crnici pod istom zajednicom (*Abieti-Fagetum*) i u kiselosmeđem zemljištu i ilimerizovanom zemljištu na verfenu pod istom zajednicom (*Abieti-Fagetum*). Sastav vrsta se nešto više razlikuje u kiselosmeđem ilimerizovanom zemljištu od sastava u kiselosmeđem i ilimerizovanom zemljištu iako ono pravi, kao zemljište, prelaz od kiselosmeđih ka ilimerizovanim zemljištima. Ovde je verovatno odlučujući faktor druga biljna zajednica (*Fagetum montanum*). Sastav vrsta u organomineralnom rankeru u montanom pojasu se sasvim izdvaja, čemu je verovatno uzrok silikatna podloga.

U subalpskoj zoni sastav vrsta u zemljištima sa A-C-profilom se potpuno razlikuje od sastava vrsta u zemljištima sa A(B)C-profilom. Kod dubljih zemljišta se sastav vrsta u smeđekrečnjačkom razlikuju više od sastava u kiselosmeđem zemljištu nego što se razlikuje sastav vrsta u kiselosmeđim zemljištima razne podloge.

Na planinskim rudinama se sastav vrsta u organomineralnoj crnici bitno razlikuje od sastava vrsta u ostalim zemljištima. Odlučujući faktor su ovde biljne zajednice i posebno velika nadmorska visina (2220 m), na kojoj se ne nalazi nijedan drugi lokalitet.

ŽIVADINOVIĆ, J.

DISTRIBUTION OF PODURIDAE, ONYCHIURIDAE AND ISTOMIDAE (COLLEMBOLA) IN DIFEERENT SOILS AT MAGLIĆ MOUNTAIN

SUMMARY

Distribution of Poduridae, Onychiuridae and Isotomidae was examined at Maglić Mountain at 46 localities in different soils, plant communities and altitudes.

The result of effectes of different combinations of ecological factors at particular localities is a great variety of composition and number of Collembola species and their population dewtiny (Tab. I).

In soils with AC profile at Maglić, i. e. in kalkomelanosol, rendzine and ranker, the conditions for life of great number of species and individuals are very favourable. Species composition is very similar in organic and organomineral kalkomelanosol and the most similar composition to species in kalkomelanosol is composition of species in rendzine in dolomite lime and dolomite. The most outstanding species composition is in cambic renker.

The number of species Poduridae, Onychiuridae and Isotomidae decreases in the series of the examined soils, starting with those with AC profile to those with A(B)C and ABC profile. Species composition and the

population density of Poduridae, Onychiuridae and Isotomidae were investigated in the mountainous, and subalpine region and in mountain swards (Grp. I, II, III IV and V). In the mountainous region forest associations of this zone are developed in different soils. Here we found the greatest similarity in species composition in organic and organomineral kalkomelanosol under the same association (*Abieti Fagetum*) and in the district kambisol and luvisol soil, upon schalestons under the same association (*Abieti-Fagetu*). Species composition is somewhat in district kambisol-luvisol from the composition in district kambisol and luvisol, although it represents, as soil, a shift from district kambisol to luvisol. Probably, the decisive factor here is another plant community (*Fagetum montanum*). Species composition in cambio ranker, in mountainous region, is quite different, caused probably by silicate substratum.

The soils in the subalpine zone are at altitudes of 1600—1790 m. Here the species composition in soils with AC profile completely differs from the species composition in soils with A(B)C profile. In deeper soils the species composition in kalkokambisol is more different from the composition in district kambisol soil than the difference in species composition in district kambisol soils of different substrata.

Species composition of Poduridae, Onychiuridae and Isotomidae was compared in different soils of mountain swards. The altitude here is between 1640 and 2220 m. The species composition in organic kalkomelanosol is completely different from the species composition in other soils. The decisive factor here are the plant associations and specially great altitude (2220 m) on which there is no other locality.

LITERATURA

- Gisin H. (1960): Collembolesfauna Europas. Geneve, str. 312.
- Palissa A. (1964): Die Tierwelt Mitteleuropas (Apterygota), Leipzig, str. 407.
- Živadinović J. (1970): Onychiurus maglicensis, nova vrsta Collembola iz Bosne, GZM, IX, str. 193—194.
- Živadinović J., Cvijović M. (1970): Fauna Collembola na planinama Maglić, Volujak i Zelengora, GZM, IX, str. 37—66.
- Živadinović J. i saradnici (1970): Biogeografska analiza entomofaune planina Maglić, Volujak i Zelengora. GZM, IX, str. 185—191.

DRAGICA KOLEDIN*

SEKUNDARNA PRODUKCIJA ARTHROPODA I OLIGOCHAETA U STELJI I ZEMLJIŠTU ZAJEDNICE QUERCETO-CARPINETUM SERBICUM (FRUŠKA GORA)

U V O D

Kompleksna ispitivanja organske produkcije u hrastovo-grabovoj šumi na F. Gori obuhvatila su primarnu i sekundarnu produkciju, s ciljem da se dobije ukupna produkcija u ovoj široko rasprostranjenoj i karakterističnoj šumskoj zajednici na F. Gori i u Srbiji.

U okviru istraživanja sekundarne produkcije posebna pažnja je posvećena grupi *Arthropoda* i nekih *Oligochaeta* iz nižih slojeva pomenute zajednice (stelja, zemljište), među kojima neke populacije svojom gustoćom, biomasom i trofičkom aktivnošću imaju značajnu ulogu u metabolizmu šumskog ekosistema. To su na prvom mestu zemljišne gliste, insekti, pauci i stonoge.

Iscrpna biocenotička studija na osnovu koje je izvršena analiza strukture životinjskog naselja i njegove sezonske promene (Stevanović i Gradojević, 1968) omogućila je izdvajanje dominantnih populacija kao glavnih cenotičkih jezgri sekundarne produkcije.

Rezultati u ovom radu se odnose na period 1966/67. godina, na lokalitetu Zmajevac (450 m nad. visine) u centralnom delu F. Gore.

STANIŠTE I METOD RADA

Osnovni trofički izvor ovog cenotičkog kompleksa je prizemni sloj zeljastih biljaka relativno velike pokrovnosti (*Melica uniflora*, *Mercurialis perennis* i dr.) i opalo lišće drvenastih i žbunastih vrsta (*Carpinus betulus*, *Quercus sessilis*, *Tilia argentea*, *Fagus moesiaca*, *Crateagus monogyna* i dr.). Prema rezultatima istraživanja M. Popovića (1970), ukupna biomasa suve težine lišća u ovoj zajednici iznosi oko 5000 kg/ha i pro-

* Institut za biološka istraživanja, Beograd.

sečno 500 kg/ha suve biomase iz zeljastog sloja. Drugu značajnu komponentu prizemnih slojeva šume, pored pomenutog, čine suve grančice, plodovi i semenje drvenastih i zeljastih biljaka, kao i leševi i izmet životinjskih organizama iz stelje i viših slojeva zajednice.

Utvrdjivanje gustine naselja u stelji vrešno je kvadratnom metodom, pri čemu su po slučajnom rasporedu raspoređivani kvadrati. Veličina kvadrata iznosila je 1/16 m². Naselje zemljišta je analizirano iskopavanjem probnih blokova zemljišta bez stelje veličine 15 x 15 x 15 cm. Kao dopunska metoda primenjivane su lovne klopke. Biomasa je izračunavana pojedinačno za familije, izuzev *Oribatei* i *Collembola*, koje su prikazane kao posebne grupe u mesečnim intervalima. Ukupna biomasa izražena je, s jedne strane, kao prosečna biomasa (zbir svih prosečnih vrednosti $\frac{\sum}{n}$), a s druge strane — kao maksimalna (zbir maksimalnih dostignutih vrednosti za pojedine familije i grupe), nezavisno od vremena kad je registrovana.

REZULTATI

Biomasa naselja stelje i njene sezonske promene

U tabelama 1 i 2 prikazani su podaci o suvoj biomasi naselja stelje i o njenim sezonskim promenama. U obe godine po biomasi najznačajnije su bile uglavnom iste taksonomske grupe: *Collembola* (aprila 1966: 38,6 kg/ha i 1967 25,4 kg/ha), *Oribatei* (maja 1966: 18,0 kg/ha i juna 1967: 12,6 kg/ha) i *Lumbricidae* (u obe godine u aprilu: 14,4 i 5,6 kg/ha).

Ostale grupe su u odnosu na tri dominantne zastupljene, ali među njima postoje znatne razlike. Tako *Araneina* oktobra 1967. godine dostiže 3,5 kg/ha ili *Julidae* juna 1966. 3,1 kg/ha, što je deset puta manje od pomenutih populacija, ali znatno više od većine grupa čija se biomasa kreće od 30—500 gr/ha (larve *Diptera*, *Lithobiidae* Col. *Diversicornia*, *Formicidae*, *Oniscidae* i dr.).

Svaka populacija ostvarila je najveću biomasu u određeno doba godine, tako da ukupnu sezonsku dinamiku biomase naselja stelje karakteriše određeni redosled nastajanja i opadanja biomase njihovih populacija. Ovaj redosled se manje-više pravilno ponavlja u obe godine ispitivanja, a vezan je za fenologiju, odnosno razvojne cikluse postojećih populacija. U aprilu mesecu najveću biomasu ostvare *Collembola* (38,6 i 25,4 kg/ha) i *Lumbricidae* (14,4 i 5,6 kg/ha), u maju larve *Lepidoptera* (1,6 kg/ha) i larve *Diptera* (0,9 kg/ha), *Oribatei* maja ili juna (18,0 i 12,7 kg/ha), u junu *Julidae* (3,1 i 1,1 kg/ha), u julu *Heteroptera* (2,6 kg/ha), u julu ili avgustu *Formicidae* (0,7 kg/ha), u septembru ili oktobru *Oribatei* (18,8 kg/ha), *Araneina* (3,5 i 1,7 kg/ha) i *Heteroptera* (2,9 kg/ha). U ovakvom redosledu pojedinih populacija javljaju se dva sezonska maksimuma ukupno stvorene biomase u naselju stelje, uslovljena ne samo gustinom naselja pojedinih populacija već i veličinskim odnosom jedinki pojedinih grupa u naselju stelje. Prema proračunima, maksimalna biomasa kao izraz sekundarne produkcije u stelji iznosila je u 1966. godini 85,3 kg/ha, a u 1967. godini 55,5 kg/ha. Razlika ovih vrednosti, koja je za 1,5 puta veća u 1966. godini, posledica je izuzetnog obilja (*Collembola* i *Lumbricidae* u ovoj godini).

Tabela 1.

DINAMIKA BIOMASE NASELJA ARTHROPODA U STELJI
(QUERCETO-CARPINETUM SERBICUM) — 1966. GOD. U KG/HA

THE DYNAMICS OF THE LITTER FAUNA BIOMASS
(QUERCETO-CARPINETUM SERBICUM), 1966, IN KG/HA

	april	maj	juni	juli	avg.	sept.	oktob.	Σ	$\frac{\Sigma}{n}$	%	Max.
Oribatei	10,40	18,00	17,60	5,20	12,80	14,00	18,00	96,01	13,71	42,9	18,00
Collembola	38,60	7,20	7,20	3,00	8,00	4,00	1,05	69,05	9,86	30,8	38,60
Lumbricidae	14,42	5,15	3,09	1,03	1,03	—	—	24,72	3,53	11,0	14,42
Lepidoptera l.	0,14	1,87	1,09	1,59	0,43	—	0,95	6,07	0,86	2,7	1,87
Heteroptera	1,07	0,04	—	2,55	0,54	1,07	0,64	5,91	0,84	2,6	2,55
Araneina	0,28	0,20	0,45	0,27	0,55	1,30	1,66	4,71	0,67	2,1	1,66
Staphylinidae ad.	0,16	0,58	1,12	0,28	0,77	0,33	0,46	3,70	0,52	1,7	1,12
Julidae	0,01	—	3,12	—	—	—	—	3,13	0,44	1,3	3,12
Col. Diversicornia	0,93	0,45	0,67	0,22	0,40	0,16	0,19	3,02	0,43	1,3	0,93
Diptera l.	0,55	0,96	0,25	0,26	0,10	0,10	0,32	2,54	0,36	1,1	0,96
Formicidae	0,31	0,18	0,10	0,59	0,69	0,10	0,01	1,98	0,28	0,8	0,69
Lithobiidae	0,21	—	0,18	—	0,41	0,09	0,06	0,95	0,14	0,4	0,41
Oniscidae	0,12	0,03	0,16	0,06	0,18	0,04	0,03	0,62	0,08	0,3	0,18
ostali:	0,14	0,22	0,81	0,04	0,37	0,17	0,25	2,00	0,28	0,9	0,81
kg/ha	67,34	34,88	35,84	15,09	26,27	21,36	23,63	224,41	32,00	—	85,32

Tabela 2.

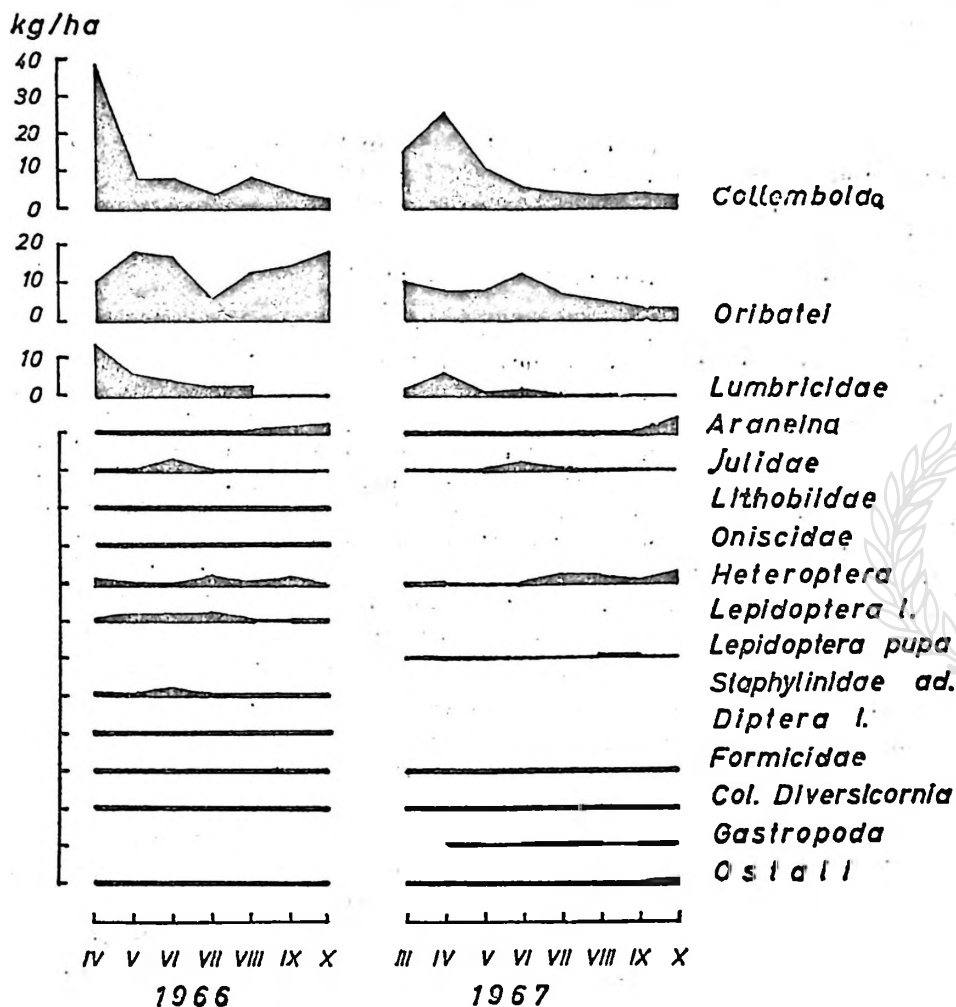
DINAMIKA BIOMASE NASELJA ARTHROPODA U STELJI
(QUERCETO-CARPINETUM SERBICUM) — 1967, GOD, U KG/HA

THE DYNAMICS OF THE LITTER BIOMASS
(QUERCETO-CARPINETUM SERBICUM), 1967, IN KG/HA

	mart	april	maj	juni	juli	avg.	sept	oktob.	Σ	$\frac{\Sigma}{n}$	%	Max.
Collembola	15,25	<u>25,40</u>	10,40	5,60	4,20	3,00	4,60	3,20	71,65	8,95	44,5	25,40
Oribatei	10,55	8,32	8,60	<u>12,70</u>	7,25	5,30	4,50	4,20	61,42	7,67	38,1	12,70
Lumbricidae	1,02	<u>5,60</u>	—	1,02	—	—	—	—	7,64	0,95	4,7	5,60
Heteroptera	0,12	0,12	—	—	1,82	1,14	—	<u>2,88</u>	6,08	0,77	3,8	2,88
Araneina	0,02	0,03	0,03	0,05	0,01	0,05	0,03	<u>3,50</u>	3,72	0,46	2,3	3,50
Gastropoda	—	0,15	—	<u>0,89</u>	0,28	0,14	—	0,14	1,90	0,23	1,2	0,89
Formicidae	0,02	0,04	0,14	0,03	<u>0,72</u>	0,56	0,04	0,10	1,70	0,21	1,0	0,72
Julidae	—	—	—	<u>1,10</u>	—	0,15	—	—	1,25	0,15	0,8	1,10
Lepidoptera-pupa	—	—	—	—	—	<u>0,50</u>	<u>0,50</u>	—	1,00	0,12	0,6	0,50
Col. Diversicornia	0,03	0,03	0,02	0,01	0,01	0,07	<u>0,38</u>	0,12	0,67	0,08	0,04	0,38
ostali:	0,26	0,28	0,39	0,92	0,05	0,09	<u>0,18</u>	1,83	4,00	0,50	2,5	1,83
kg ha	27,27	40,27	19,58	22,37	14,34	11,00	10,23	15,97	161,03	20,09	—	55,50

Trofička analiza pokazuje da 84,7% u 1966. odnosno 87,3% u 1967. godini ukupne biomase stelje predstavljaju detritofagne *Arthropoda* (*Oribatei* i *Collembola*) i humifagne *Oligochaeta* (*Lumbricidae*). Biomasa svih ostalih grupa predstavljena je u pojedinim godinama sa svega 15,2%, odnosno 12,6% u naselju stelje.

Iz gore iznetih rezultata vidi se da sekundarna produkcija u stelji najvećim delom zavisi od produkcije detritofaga, koje permanentno velikim brojem jedinki i sa više generacija u godini ostvare najveću biomasu



Slika 1.

Fluktuacije prosečne težine biomase u stelji
The fluctuations of the average biomass weight in the litter

među artropodama stelje (56,6 u 1966. i 38,1 kg/ha u 1967. godini). Na jednom hektaru akumulirano je godišnje prosečno 8835 kg suve težine stelje, a proizvedeno je oko 50 kg detritofaga (maksimalna produkcija u toku godine). Izrazita dominacija detritofaga u stelji (biomasa 5—10 puta veća) rezultat je trofičkog kapaciteta stelje, jer pored biljnog otpada bo-

gata je bakterijama, micelijem gljiva i životinjskim izmetom, pri čemu postoji stalna trofička aktivnost ovih organizama i iskorišćavanje njene energije za metaboličke procese.

Biomasa naselja zemljišta i njene sezonske promene

Zemljište u zajednici *Querceto-carpinetum serbicum* na F. Gori pripada tipu smeđih kiselih zemljišta. Biološki je veoma aktivno, sa intenzivnom humifikacijom. Obrazovano je na kiselim silikatnim stenama. Ukupna dubina mu je oko 60 cm, matični supstrat je dosta trošan, a humusni sloj je dubok oko 10 cm (Stefanović i Milošević, 1963).

Najveće učešće biomase u ovom sloju imaju *Lumbricidae* (43,7% 1966. i 54,0% 1967. godine), *Collembola* i *Oribatei* (26,7% 1966. i 22,3% 1967. godine). Učešće ostalih grupa u naselju zemljišta kreće se od 0,4%—10% na jedinicu površine.

Sezonsku dinamiku ukupne biomase zemljišta karakterišu dva maksimuma, jedan prolećni (april ili maj) i jedan jesenji (oktobar). Prolećni maksimum je rezultat ostvarene biomase *Lumbricidae* (85,8 kg/ha u aprilu 1966. ili 76,2 kg/ha u maju 1967), *Enchytraeidae* (25,8 kg/ha u maju 1966), *Oribatei* i *Collembola* (51,0 kg/ha u aprilu 1966. ili 22,6 kg/ha u maju 1967), *Curculionidae* larve (13,1 kg/ha u aprilu 1967) i larve *Stratiomyidae* (18,2 kg/ha u maju 1966). Izuzetno veliku biomasu imale su larve *Scarabaeidae* u rano proleće 1966. godine (u martu 22,5 kg/ha). Jesenji maksimum karakteriše najveća biomasa *Lumbricidae* (u oktobru 57,4 kg/ha) i *Oribatei* i *Collembola* (26,1 kg/ha). U periodu najmanje ostvarene ukupne biomase u zemljištu (juli ili avgust) najveću biomasu imaju lutke *Lepidoptera* (u julu 1966: 10,8 kg/ha), *Geophilidae* (u julu 1966: 10,8 i 8,6 kg/ha), larve *Ciccadidae* (u avgustu 1966: 10,5 kg/ha), larve *Elateridae* (u julu 2,3 kg/ha) i *Staphylinidae* (u avgustu 1967: 2,8 kg/ha). Analiza naselja zemljišta u januaru i februaru 1967. godine pokazuje da ukupno ostvarena biomasa u ovom periodu se kreće od 34—62 kg/ha, što iznosi 1,5, odnosno preko tri puta više ukupno ostvarene biomase u julu i avgustu iste godine.

U pogledu trofičke strukture glavninu biomase u zemljištu čine humifage (oko polovinu), 1/4 detritofage, 5—6% rozofage, a svega 2% zoofage. U odnosu na gornje slojeve šume, zemljište karakteriše najveća ukupna biomasa naselja, jer pored tipičnih predstavnika zemljišta ovde provode oblici koji pripadaju višim slojevima šume. Zemljište, pored toga, predstavlja bogat energetski izvor za tipične geofilne oblike, kao i za životinjske forme iz viših slojeva, koje ovde povremeno borave i hrane se, radi prezimljavanja i nimfoze ili višegodišnjeg razvića, što utiče na veličinu ukupne biomase u ovom sloju.

Prosečno ostvarena biomasa zemljišta iznosila je 1966. godine 85,1 kg/ha, a 1967: 62,3 kg/ha, dok ukupna suma maksimalno ostvarene biomase za pojedine grupe iznosila je 255,0 kg/ha, odnosno 150,1 kg/ha za istraživane godine,

Tabela 3.

DINAMIKA BIOMASE NASELJA ARTHROPODA U ZEMLJIŠTU
(QUERCETO-CARPINETUM SERBICUM) 1966. GODINE U KG/HA

THE DYNAMICS OF THE SOIL FAUNA BIOMASS
(QUERCETO-CARPINETUM SERBICUM), 1966, IN KG/HA

	mart	april	maj	juni	juli	avg.	sept.	okt.	Σ	$\frac{\Sigma}{n}$	%	Max.
Lumbricidae	13,68	<u>85,81</u>	37,94	14,00	39,33	19,14	29,52	57,38	296,80	37,10	43,7	85,81
Oribatei-Collemb.	11,06	<u>51,02</u>	26,77	22,64	8,46	17,78	17,25	26,11	181,09	22,64	26,7	51,02
Enchytraeidae	7,87	<u>25,86</u>	2,90	7,52	1,28	0,51	0,12	0,37	46,43	5,80	6,8	25,86
Scarabaeidae l.	<u>22,53</u>	—	—	—	7,86	—	—	0,22	30,61	3,82	4,5	22,53
Stratiomyidae l.	—	0,54	<u>18,21</u>	0,81	4,75	—	—	—	24,31	3,04	3,6	18,21
Lepidoptera-pupa	—	—	7,71	5,54	<u>10,76</u>	0,22	—	0,69	24,92	3,12	3,7	10,76
Geophilidae	0,08	0,32	2,64	3,33	<u>10,82</u>	1,92	0,93	3,41	23,45	2,93	3,5	10,82
Cicadidae l.	—	—	—	—	—	<u>10,59</u>	—	—	10,59	1,32	1,6	10,59
Curculionidae l.	—	2,75	—	<u>3,51</u>	0,08	0,12	1,78	1,40	9,64	1,20	1,4	3,51
Staphylinidae ad.	0,55	—	2,34	2,73	2,48	<u>2,77</u>	0,59	0,09	11,55	1,44	1,7	2,77
Elateridae l.	—	0,53	0,42	1,78	<u>2,31</u>	0,53	0,55	0,81	6,93	0,87	1,0	2,31
Carabidae ad.	—	—	—	—	0,38	—	—	<u>5,27</u>	5,65	0,71	0,8	5,27
Campodeidae	0,18	—	0,10	0,20	0,07	0,49	0,24	<u>1,47</u>	2,75	0,34	0,2	1,47
ostali:	—	0,35	0,55	0,87	0,52	0,07	—	<u>4,16</u>	6,52	0,82	0,9	4,16
kg/ha	55,95	167,18	99,58	62,93	89,10	54,14	50,98	101,38	681,24	85,15		255,09

Tabela 4.

DINAMIKA BIOMASE NASELJA ARTHROPODA U ZEMLJIŠTU
(QUERCETO-CARPINETUM SERBICUM) — 1967, GOD, U KG/HA

THE DYNAMICS OF THE SOIL FAUNA BIOMASS
(QUERCETO-CARPINETUM SERBICUM), 1967, IN KG/HA

	jan.	febr.	mart	april	maj	juni	juli	avg.	Σ	$\frac{\Sigma}{n}$	%	Max.
Lumbricidae	17,18	10,75	45,12	68,53	<u>76,24</u>	33,53	11,67	6,15	269,17	33,64	54,0	76,24
Oribatei-Collemb.	<u>31,44</u>	13,45	17,12	11,85	22,64	2,73	2,13	10,00	111,36	13,92	22,3	31,44
Curculionidae l.	12,44	7,10	3,99	<u>13,08</u>	5,50	5,86	8,21	0,45	56,64	7,08	11,3	13,08
Geophilidae	0,19	0,05	0,19	0,62	1,92	1,89	<u>8,58</u>	1,56	15,00	1,87	3,0	8,58
Scarabaeidae l.	—	—	<u>3,83</u>	—	<u>3,83</u>	<u>3,83</u>	—	—	11,49	1,43	2,3	3,83
Enchytraeidae	0,96	0,82	0,13	0,26	1,47	1,63	<u>1,79</u>	0,08	7,14	0,89	1,4	1,79
Lepidoptera l.	—	—	—	1,00	<u>5,43</u>	—	—	—	6,43	0,80	1,3	5,43
Elateridae l.	—	0,08	—	0,11	0,96	<u>2,31</u>	1,33	0,40	5,19	0,64	1,0	2,31
Staphylinidae ad.	—	<u>1,46</u>	—	0,21	0,75	0,12	1,12	0,75	4,41	0,55	0,9	1,46
Julidae	—	—	<u>3,35</u>	—	—	—	—	—	3,35	0,41	0,6	3,35
ostali:	0,78	1,08	0,47	—	1,43	1,78	<u>2,60</u>	0,37	8,51	1,06	1,7	2,60
kg/ha	62,99	34,79	74,20	95,66	120,17	53,68	37,43	19,77	498,69	62,29		150,11

DISKUSIJA I ZAKLJUČAK

Uparedna analiza sezonske produkcije osnovnih slojeva u zajednici *Querceto-carpinetum serbicum* na F. Gori pokazala je da je oko 70%, tj. preko 2/3 ukupne biomase produkovano u zemljištu, preko 1/3 u stelji, a svega 6—8% ili manje od 1/10 u zelenim slojevima šume (kruna 5—6%, zeljasti sloj 0,5—0,6%). Ovo je razumljivo kada se uzme u obzir da su stelja i zemljište u pravom smislu akumulacioni slojevi organske materije koja se periodično taloži iz viših slojeva zajednice. Samim tim ovi slojevi predstavljaju bogatu bazu za niz saprofagnih organizama, koji istovremeno svojom trofičkom aktivnošću (mehanička, hemijska) utiču na procese razlaganja.

Ukupnu biomasu i sezonsku dinamiku u stelji i zemljištu obično određuju dve do tri dominantne populacije. U svakom od pomenutih slojeva najpre se javlja jedan raniji talas primarnih potrošača, kao što su detritofagne *Oribatei* i *Collembola* i humifagne *Lumbricidae* i *Enchytraeidae*. Za njim sledi, posle kraćeg ili dužeg vremena, znatno manji talas zoofaga (*Araneina*, *Geophilidae*, *Staphylinidae*, larve *Diptera*), koje doprinose povećanju biomase. Drugim rečima, dinamiku biomase u ovim slojevima karakteriše trofički redosled, primarni potrošači — sekundarni potrošači. Veliko obilje primarnih potrošača (detritofaga) u ovim slojevima uslovljeno je bogatstvom ekoloških niša, odnosno složenošću i bogatstvom organske materije koja se tu razlaže.

Iako su ova dva sloja šumskog ekosistema funkcionalno veoma slični u pogledu akumulacije i razgradnje primarne organske materije, ipak se razlikuju u pogledu diverziteta naselja i u pogledu sekundarno proizvedene biomase. Stelja se odlikuje većim diverzitetom naselja od naselja zemljišta, a uporedna analiza biomase ova dva sloja pokazala je da se oko 25% biomase nalazi u stelji, a oko 75% u zemljištu.

Veliki diverzitet naselja stelje rezultat je kompleksnog dejstva više faktora koji je čine vrlo heterogenim staništem, kako u trofičkom tako i u mikroklimatskom pogledu. Rastresitost, higroskopnost, dosta stabilan temperaturni režim naročito u nižim slojevima stelje i intenzivni procesi razlaganja organske materije doprinose većoj diverzifikaciji vrsta u naselju stelje. Pored tipičnih steljskih organizama, mnoge vrste iz susednih slojeva šume periodično iskorišćavaju stelju kao pogodan supstrat za skrivanje ili mirovanje. Najveću biomasu u naselju stelje ostvare detritofage (*Oribatei* i *Collembola*) 70—80%, znatno manje humifage (*Lumbricidae*) 4—11%. Biomasa svih ostalih grupa kreće se od 12—15%.

Zemljište se odlikuje malim diverzitetom naselja, što je posledica homogenijih uslova. Stabilnost zemljišta uslovljena je veoma intimnom vezanošću biotičke i abiotičke komponente u zemljištu. Naselje predstavljaju većim delom tipični geobionti (*Enchytraeidae* i *Lumbricidae*), semigeobionti (rizofagne larve insekata) i organizmi koji prezimljavaju ili provode nimfozu u zemljištu (odrasli i larve nekih insekata). Prebivanje većine njih, u zemljištu duže vremena ili višegodišnje, postupne promene fizičkih faktora (temperatura, vlažnost) i intenzivna humifikacija uslovljavaju najveću ukupnu biomasu zemljišta u odnosu na gornje slojeve šume. Veliki broj potrošača nalazi ovde veoma bogat trofički izvor. Naporedo sa mikroflorom, oni imaju značajnu ulogu u metaboličkim procesima zemlji-

šta kao mehanički razlagači mrtve organske materije, odnosno predatori ili paraziti drugih živih organizama, koji na kraju svojim ostacima služe kao izvor energije za nove sintetske procese.

Iako ova dva sloja šumskog ekosistema prostorno i funkcionalno nisu sasvim razdvojena, prikazani rezultati pokazuju da njihova strukturna svojstva uslovljavaju razliku u pogledu diverziteta naselja, veličinu ukupne biomase sa njenim sezonskim promenama. U jednom i u drugom sloju, sa podjednakom važnošću, odigravaju se veoma složeni biogeni procesi, zbog čega se ovi slojevi, u okviru šumskog ekosistema, smatraju kvantitativno najznačajnijim u pogledu sekundarno produkovane organske materije.

KOLEDIN, D.

**SECONDARY PRODUCTION OF ARTHROPODS AND
OLIGOCHAETA IN THE LITTER AND THE SOIL OF THE
COMMUNITY QUERCETO-CARPINETUM SERBICUM
(MOUNTAIN F. GORA)**

SUMMARY

The study of the secondary production in oak-hornbeam forest on the mountain F. Gora was done in order to estimate the production of the most important animal populations, i. e. those playing important role in the metabolism of the forest ecosystem through their density, biomass, and trophic activity. They are primarily some Arthropod groups (insects, spiders, millipedes) and Oligochaeta (earthworms). Preceding the study detailed biocenotical investigations were done, making the base of the structural analysis of the populations and their seasonal dynamics.

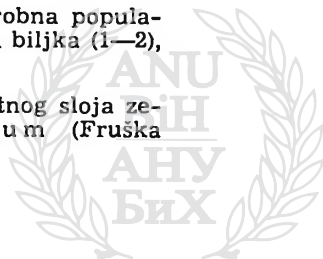
The estimation of the population density in the litter was done by mean of the squares method, the squares being distributed at random (their size was 1/16 sq. m.). The soil fauna from the humus layer and the shallow layers of the rhizosphere was done by digging soil block samples devoid of the litter (their size was 15 x 15 x 15 cm). As a supplement method the pitfall traps were used also. The biomass of the studied fauna was calculated according to the number of individuals within each of the occurring taxonomic groups. The obtained values were expressed in kg of the dry weight per ha of the soil surface.

There were differences as to the number and the total biomass in various seasons, as well as to the production of Arthropods and Oligochaeta in the mentioned two layers of the forest ecosystem. The comparative analysis of the secondary production in the layers showed that about 75% of the total biomass was produced in the soil and some 25% in the litter. These layers of the forest ecosystem definitively accumulation layers forming a trophic base accumulating over years in the permanent process of decomposition and accumulation of the primary organic matter. In both years of the study (1966/67), the most important

as to the biomass were mainly the same taxonomic groups of Arthropods and Oligochaeta, namely, Oribatei, Collembola, Lumbricidae and Enchytraeidae.

LITERATURA

- G h i l a r o v S. M. (1967): Abundance, biomass and vertical distribution of soil animals in different zones. Secondary productivity of terrestrial ecosystems (Principles and methods). II. (611—629). Petruszewicz K. — Warszawa.
- G r a d o j e v i ć Z. i S t e v a n o v i ć D. (1967): Naselje Arthropoda stelje u zajednici *Querceto-carpinetum serbicum* (Fruška gora). Ekologija, 2(1—2), 24—32, Beograd.
- J a n k o v i ć M. i M i š i ć V. (1960): Šumska vegetacija Fruške gore. Zbornik Matice srpske (19), 26—97, Novi Sad.
- J a n k o v i ć M. et al. (1961): Rezultati uporednih fitocenoloških dendrometričkih i ekoloških ispitivanja u nekim osnovnim šumskim tipovima hrasta kitnjaka na Fruškoj gori. Arh. biološ. nauka, XIII (3—4), 149—177, Beograd.
- P o p o v i ć M. et al. (1970): Organski produktivitet terestričnih ekosistema. Elaborat, 1—120, Beograd.
- S t e f a n o v i ć K. i M i l o š e v i ć R. (1963): Zemljišna i mikrobna populacija u nekim šumskim asocijacijama Fruške gore. Zemljište i biljka (1—2), 368—375, Beograd.
- S t e v a n o v i ć D. i G r a d o j e v i ć Z. (1968): Naselje kompaktnog sloja zemljišta u zajednici *Querceto-carpinetum serbicum* (Fruška gora). Arh. biološ. nauka, 18 (3—4), 273—279, Beograd.



MIHAILO ANTIĆ, BRANISLAV JOVANOVIĆ, NIKOLA JOVIĆ i VERA
AVDALOVIĆ*

PROJEKAT KLASIFIKACIJE ŠUMSKIH ZEMLJIŠTA U JUGOSLAVIJI

U V O D

Klasifikacija šumskih zemljišta treba da predstavlja jedan korak dalje u pravcu specifikacije postojećih genetičkih klasifikacionih sistema. Teorijske osnove savremenih genetičkih sistema, dakle, moraju i ovde da budu zastupljene. No, pri ovome treba da dodu do izražaja oni momenti koji daju genetski jači pečat šumskim zemljištima nego što je to slučaj kod drugih zemljišta. Ovde se konkretno misli na dva momenta: morfogenetski karakter humusa i evolucionni princip.

Činjenica, pak, da se šumska zemljišta razvijaju pod permanentnim uticajem šumske vegetacije, kao i to da se klima bitnije nije menjala za poslednje dve do tri hiljade godina govori u prilog da je baš ta komponenta imala najjači uticaj na razvijanje zemljišta. Ukoliko u ovom smislu ima odstupanja, ona su vezana za antropozoogeni uticaj (D u c h a u f o u r P h., 1972).

OSNOVNE KARAKTERISTIKE NAJZNAČAJNIJIH KLASIFIKACIONIH SISTEMA

Kao što se zna, skoro svaka zemlja, bar u Evropi, ima svoj klasifikacioni sistem. To ukazuje koliko je ovo pitanje složeno, kao i to da ni do danas ne postoji opšte usvojen klasifikacioni sistem, a verovatno još za dugi niz godina neće ni postojati (D u c h a u f o u r P h., 1971). To što se daju zajednički termini sličnim zemljišnim tvorevinama, bez obzira gde se one javljaju, doprinosi sagledavanju svekolikog mnoštva zemljišta i lakšem međusobnom sporazumevanju pedologa. No upravo u tome i leži jedna od najvećih opasnosti teorije klasifikacije zemljišta — simplifikacija, tj. prevođenje na zajednički imenitelj, iako bliskih, često i dovoljno

* Šumarski sakultet — Beograd.

različitih zemljišnih tvorevina. Naime, regionalan karakter, koji u većoj ili manjoj meri leži u prirodi faktora pedogeneze, nesumnjivo daje svoj pečat i zemljišnim tvorevinama. Ovaj moment, međutim, kada je u pitanju klasifikacija zemljišta, odnosno težnja da se stvori jedan uprošćen i lako razumljiv sistem, praktično se zanemaruje. Na taj način i sama klasifikacija gubi svoj prirodan karakter. U ovoj činjenici, i ne samo ovoj, leži glavni razlog, s jedne strane, za mnoštvo klasifikacionih sistema i za teškoće stvaranja jednog opšteg prirodnog sistema. U ovome postoji opasnost i pri stvaranju jednog sistema klasifikacije šumskih zemljišta prostim usvajanjem i uklapanjem u neki od postojećih klasifikacionih sistema.

Ostavljajući na stranu one sisteme koji su bili zasnovani na nekoj od osobina zemljišta — agenetički sistemi (mehanički sastav, geološko-petrografski karakter, hemijske, koloidno-hemijske osobine zemljišta i drugo), — genetički sistemi mogu se podeliti u tri osnovne grupe: na sisteme zasnovane na klimi, na pedogenetičkim faktorima i sisteme zasnovane na pedogenetičkim procesima, odnosno na sumi morfogenetskih znakova.

Bez obzira na to što je D o k u č a e v (1979, 1980, 1900) istakao značaj jednakosti faktora pedogeneze, njegova klasifikacija ima isključivo klimatsko-ekološki karakter. To je slučaj i sa svim ostalim klasifikacijama zasnovanim na klimi (Hilgard, 1892; Raman, 1918; Sibircev, 1895; Afanasiev, 1922, 1927). Sve one svode se na razvrstavanje zemljišnih tvorevina prema temperaturnim zonama (aridna, hladna, tropska, suptropska i dr.).

Jasno je da pojedine zone objedinjavaju različite zemljišne tvorevine i da poklapanje postoji samo za najviše zastupljenu zemljišnu tvorevinu — zonalne tipove. Na ovaj način primat je dat isključivo jednom faktoru pedogeneze, pod pretpostavkom da su svi ostali subsimirani u njemu.

Počev od Glinke i Visockog (1902, 1915), pa skoro sve do naših dana, značajno mesto zauzimale su klasifikacije zasnovane na sumi pedogenetičkih faktora. U osnovi i one imaju ekološki karakter, s tom razlikom što se u jednim daje veća važnost jednom pedogenetičkom faktoru — temperaturnim zonama (Vilenski, 1925), reljefu (Zaharov, 1927), a u drugima — sumi pedogenetičkih faktora (Vlubuev, 1955).

Zahvaljujući Kosoviču (1911.), već od početka dvadesetog stoleća razvijaju se paralelno i klasifikacioni sistemi zasnovani na pedogenetičkim procesima. Sledeći Kosovičevu ideju, čitav niz sovjetskih autora daje svoje klasifikacione sisteme, koji u izvesnom smislu predstavljaju dalje korake (Glinka, 1922, 1924; Neustruev, 1926; Prasolov, 1934; Polinov, 1933; Vilijams, 1939).

Nešto uprošćen klasifikacioni sistem na bazi morfogenetskih i hemijskih osobina dao je Marbut (1928) podelivši sva zemljišta na pedalfere i pedocale. U Španiji je Del Villar (1932) dao klasifikacioni sistem zasnovan na sastavu i metaboličkim procesima. Sličnu klasifikaciju zasnovanu na dinamici zemljišta dao je i Zigmund u Mađarskoj (1933).

Kombinujući morfološko-geografski princip N. M. Sibirceva i fiziografski sistem C. F. Marbuta-Boldwin, Kellog i Thorp (1938) dali su tzv. američki klasifikacioni sistem, koji se još uvek i u sadašnjoj američkoj literaturi javlja.

Pallmanov »ciriški« i »klasifikacioni sistem (1947), 1948) zasnovan je na perkolaciji mobilnog dela zemljišta, na osobinama i morfogenetskim karakteristikama. Gračanin (1951) zasniva svoj klasifikacioni sistem na morfogenetskim karakteristikama profila i na recentnim procesima.

Osnivač evoluciono-genetičke teorije zemljišta Kubiena (1933) dao je za to vreme najpotpuniji prirodni sistem klasifikacije zemljišta, zasnovan na sumi morfogenetskih znakova, koji je u izvesnom smislu predstavljao osnovu svim kasnijim zapadnoevropskim klasifikacionim sistemima. U ovom sistemu prvi put su jače došle do izražaja morfogenetske karakteristike humusa, opisane od velikog broja autora koji su se naročito bavili proučavanjem šumskih tipova humusa (Hesselman, 1926; Hartmann, 1944).

U francuskoj klasifikaciji G. Auberta i Ph. Duchaufoura (1956) i Ph. Duchaufoura (1962) duhovito su sjedinjena dva kriterijuma: evolucioni princip i morfogenetske karakteristike humusa. U klasifikaciji Ph. Duchaufoura pet od deset klasa (IV, V, VI, VII i X) zasnovano je na karakteru humusa, saglasno principima za izdvajanje ove sistematske jedinice. Međutim, u nižim sistematskim jedinicama izostalo je dosledno sprovođenje kriterijuma zasnovanog na tipovima humusa. U svakom slučaju, francuska klasifikacija omogućuje dalju razradu na bazi morfogenetskih karakteristika humusa.

Potpuno novu klasifikaciju zasnovanu na tzv. dijagnostičkim horizontima, koja pretenduje na svetski karakter, dali su Kellog i Smith (1966). Ova klasifikacija je kasnije dalje usavršavana (1967). Ostavljajući na stranu ekološki i genetički princip, američka klasifikacija polazi od jednog jedinog genetičkog horizonta karakterističnog za izdvajanje najviših sistematskih jedinica — klasa. Bez obzira na činjenicu što se ova klasifikacija može relativno lako primeniti, ona potpuno odstupa od svih osnova dosadašnjih genetičkih klasifikacija i, zbog veoma složene i potpuno nove terminologije (grčko-latinske), teško je prihvatljiva.

U redakciji R. Duda (1966, 1968) dat je projekt svetske klasifikacije zemljišta u okviru organizacije FAO koji je od posebne grupe autora dopunjen i nešto izmenjen. Uprošćen i lako shvatljiv, podseća u izvesnoj meri na američki sistem, ali je znatno proširen najkrupnijim jedinicama (klasama), kojih ima 25. Jedinice, međutim, nemaju isti rang, a uz to ni jedinstvenu terminologiju. Naime, to je kombinacija starih klasičnih naziva, što oduzima klasifikaciji jedinstven karakter. S druge strane, simplifikacijom su u jednu istu klasu došli tipovi sa različitim pedogenetičkim procesima. Sve je ovo učinilo da je ovakva klasifikacija umnogome izgubila od svog klasičnog karaktera i prilično se udaljila od evolucionog principa.

TENDENCIJE STVARANJA POSEBNIH KLASIFIKACIONIH SISTEMA ŠUMSKIH ZEMLJIŠTA

Bliže definisanje šumskog humusa, koje datira još od Müllera (1887), ukazivalo je svakim danom sve više na šumsko-ekološki značaj i

(mogućnost iskorišćavanja pojma tipa humusa za bliže definisanje šumskih zemljišta, a u najnovije vreme i za stvaranje klasifikacionih sistema.

Radovima E. Ramanna (1905), F. Erdmana (1926), H. Hesselmann (1926), F. Hartmann (1944) i naročito W. Kubienne (1948) znatno je prošireno znanje o morfologiji i tipovima humusa. Kod Kubienne nalazimo opisano već 11 osnovnih oblika humusa.

Sve do 1959. godine, uglavnom, figuriraju tri osnovna tipa humusa: mull, moder i mor. No, i to je već bilo dovoljno da Manil (1959) predloži prvi projekt klasifikacije šumskih zemljišta na bazi morfologije humusa. Četiri godine kasnije Zonn (1963) predlaže svoj projekt klasifikacije šumskih zemljišta na bazi grupnofrakcionog sastava humusa. Glazovska (1972) predlaže projekt svetske klasifikacije zemljišta u kojem se takođe za neke jedinice iskorišćavaju elementi grupnofrakcionog sastava humusa.

OSNOVNI TIPOVI I PODTIPOVI ŠUMSKOG HUMUSA

Na bazi dosadašnjeg proučavanja šumskog humusa moguće je dati sintetsku tabelu (br. 1) osnovnih tipova i podtipova šumskog humusa Duchaufour, 1970; Mraz, 1967**; Antić-Jović, Avdalović.

Tabela 1.

Tip	pH	C/N	Pottip
A. Terestični oblici			
Mull calcic	više od 7	10(A ₁)	1. Mull calcaiere* 2. Mull calc. de stepe*** 3. Mull-moder calcique* 4. Calcsemimull** 5. Semimull** 6. Pseudomull** 7. Calcspseudomull**
Mull — šumski	5,5	manje od 20 (12—15)	1. Mull eutrophe* 2. Crypto mull* 3. Mull acide* 4. Xero mull* 5. Mull — moder*
Moder	4—5	15—25	1. Moder šumski* 2. Moder alpin* 3. Moder calcique* 4. Xero moder*
Mor	3,5—4,5	A ₀ =30—40 A ₁ =više od 25	1. Xero mor* 2. Mor calcique* 3. Mor — moder*
B. Semiterestrični oblici			
Hydromull			1. Tipični hydro mull* 2. Karbonatni hydro mull** 3. Hydro mull-moder***

Manilov sistem klasifikacije (1959)

Ističući da se šumski humus manifestuje kao najsadržajnija karakteristika svih osobina ekosistema, uključujući tu i zemljište, Manil je (1959) dao jednu od prvih klasifikacija šumskih zemljišta na bazi tipova humusa, odnosno morfologije humusa.

Tabela 2.

PROJEKAT KLASIFIKACIJE ŠUMSKIH ZEMLJIŠTA U BELGIJI
(MANIL, 1959)

GRUPA I: Zemljišta sa karbon. mulom, rendzine i humusno-karbonatna

GRUPA II: Zemljišta sa blagim mulom; smeđa šumska zemljišta

- a. Smeđa zemljišta sa teksturalnim horizontom B
 - 1. Smeđa zemljišta tipično lesivirana
 - 2. Smeđa lesivirana zemljišta na izluženoj ilovači
 - 3. Smeđa zemljišta kalcivirana — razvijena
- b. Smeđa zemljišta bez teksturalnog B — horizonta
 - 1. Smeđa zemljišta skeletna
 - 2. Smeđa zemljišta površinska
 - 3. Smeđa zemljišta sa padina
 - 4. Smeđa zemljišta mlada
- c. Smeđa šumska zemljišta vlažna
 - 1. Smeđa zemljišta oglejena
 - 2. Smeđa zemljišta ilovasta
 - 3. Smeđa zemljišta na kompaktnim glincima
- d. Smeđa zemljišta degradirana
 - 1. Nezasićena
 - 2. Marmorirana
 - 3. Podzolasta

GRUPA III. Smeđa zemljišta sa kiselim mul-humusom

Smeđa kisela zemljišta

- 1. Mezotrofna
- 2. Oligotrofna

GRUPA IV: Zemljišta sa moder-humusom

- a. Smeđa kisela zemljišta sa moder-humusom
- b. Smeđa zemljišta okerasta
- c. Zemljišta pseudooglejena

GRUPA V : Zemljišta sa mor-humusom

- a. Podzoli
 - b. Podzolasta zemljišta
 - c. Zemljišta pseudooglejena sa mor-humusom
 - d. Podzoli oglejeni
-



Zonov sistem klasifikacije (1963)

Zasnovana na kvantitativnim i kvalitativnim parametrima biološke akumulacije humusnih materija i mineralnih elemenata, odnosno na tipu kruženja materije i energije, klasifikacija *Zonova* ima u osnovi karakterističan proces pojedinih zona. Na toj osnovi izdvojene su sledeće zonalne grupe šumske prostirke: šumotundre — tresetna; tajga — sirovog humusa; šumostepa — mull-humusa; stepa — mineralizovana; polupustinja — slabo izražena prostirka.

Po sastavu humusnih materija, njihovom zadržavanju u zemljištu i dejstvu na mineralnu komponentu — šumska prostirka je podeljena na sledeće tipove :

Tip	Ch : Cf od — do	Karakter nagomi- lavanja humusa	Dejstvo na mineralni deo
1. Fulvatni	manji od 0,20	vrlo slab	najagresivnije
2. Humatno- fulvatni	0,20—0,50	slab	agresivno
3. Fulvatno- humatni	0,50—0,70	srednji	slabo agresivno
4. Humatni	viši od 0,70	intenzivan	agresivnost nije izražena

Klasifikacija po *Zonu* je prvenstveno namenjena oceni proizvodnih sposobnostima šumskih zemljišta i staništa za zasnivanje šumskih kultura.

PROJEKT KLASIFIKACIJE ŠUMSKIH ZEMLJIŠTA U JUGOSLAVIJI

Oslanjajući se na kriterijume zapadnoevropskih klasifikacija, naročito nemačkih (Kubiena, 1953; Muckenhause, 1962, najviše sistematske jedinice naše klasifikacije (Škorić et al., 1972) — redovi i klase poklapaju se sa odgovarajućim sistematskim jedinicama pomenutih klasifikacija. Nema bitnijih razlika ni pri izdvajanju nižih sistematskih jedinica — tipova zemljišta. Otuda, kao i tamo, i ovde nema nekih posebnih elemenata i kriterijuma na osnovu kojih bi se mogla lakše sagledavati šumska zemljišta.

Pređeni put u proučavanju šumskih zemljišta kod nas umongome je doprineo poznavanju procesa koji se odigravaju u njima, a time i poznavanju samih tipova humusa. Iako posebna morfogogenetska proučavanja humusa nisu vršena, u izučavanju njegove morfologije u raznim uslovima uočavane su više ili manje i morfogogenetske karakteristike humusa. Razumljivo je da smo se pri stvaranju projekta klasifikacionog sistema u velikoj meri rukovodili onim što je sada u inostranstvu i kod nas na toj osnovi urađeno (Manil, Zonn, Duchaufour, Mraz i dr.). Sve to je omogućilo da se s manje ili više potrebnih elemenata pride izradi projekta klasifikacije šumskih zemljišta u Jugoslaviji.

KRITERIJUMI ZA IZDVAJANJE TAKSONOMSKIH JEDINICA ZA KLASIFIKACIJU ŠUMSKIH ZEMLJIŠTA

Sadašnji klasifikacioni sistemi pružaju dosta elemenata koji se mogu iskoristiti i u klasifikacijama šumskih zemljišta. Ovo može da bude sasvim celishodno, jer doprinosi boljem razumevanju predloženog klasifikacionog sistema i njegovom uklapanju u postojeće sisteme. Specifičnosti koje se ovde javljaju upravo idu za tim da samom sistemu daju što prirodniji karakter.

I. Klasa

U većini klasifikacionih sistema klasa predstavlja najvišu sistematsku jedinicu. Polazeći od toga da je tip humusa jače vezan za niže sistematske jedinice, za izdvajanje klasa usvojeni su opštepoznati principi zasnovani na sumi morfogogenetskih znakova profila i karakteru evolucije zemljište. U tom smislu, za ovu sistematsku jedinicu, prihvaćena je *V e r a y n o v a* (1967), klasifikacija prilagođena sadašnjoj terminologiji (FAO).

II. Potklasa

Potklase predstavljaju neposredno niže sistematske jedinice od klasa i zasnovane su prvenstveno na tipu humusa, u širem smislu ove reči, i povezanosti tipa humusa sa karakterom matičnog supstrata.

III. Tip zemljišta

Tipovi čine neposredno niže sistematske jedinice koje izgrađuju potklase i predstavljaju dalje raščlanjivanje humusa na podtipove, koji često nose i karakter geografskog obeležja.

Moguće je, polazeći od *D u c h a u f o u r a* i drugih autora, izvršiti i grupisanje klasa u više sistematske jedinice — *r o d o v e*, uzimajući u obzir stepen izraženosti aerobiozisa, odnosno anaerobiozisa. *D u c h a u f o u r* (1973) sve klase objedinjuju u tri roda:

- preovlađuje aerobiozis,
- preovlađuje anaerobiozis,
- dominira anaerobiozis.

U svetlosti ovih kriterijuma predloženi projekt klasifikacije šumskih zemljišta u Jugoslaviji izgleda ovako:

PROJEKT KLASIFIKACIONOG SISTEMA ŠUMSKIH ZEMLJIŠTA U
JUGOSLAVIJI

	Klasa	Potklasa	T i p
Rod preovlađuje aerobiozis	I. LITOMORFNA (Litosoli)	1. Protomul — li- tomorfna	1.1. <i>Protomull — calco — litomorfna</i> (Protomul — rendzine na kreč- njacima) 1.2. <i>Protomull — Mg — litomorfna</i> (Protomul — rendzine na peri- dotitima) 1.3. <i>Protomull — Ca — Mg — lito- morfna</i> (Protomul — rendzine na dolo- mitima) 1.4. <i>Protomull — Ca — Mg — Si — litomorfna</i> (Protomul — rankeri)
		2. Protomoder — li- tomorfna	2.1. <i>Protomoder — calco — lito- morfna</i> (Protomoder — rendzine na kre- čnjacima) 2.2. <i>Protomoder — Mg — litomorfna</i> (Protomoder — rendzine na pe- rioditima) 2.3. <i>Protomoder — Ca — Mg — lito- morfna</i> (Protomoder — rendzine na do- lomitima) 2.4. <i>Protomoder — silici — litomorf- na</i> (Protomoder — rankeri)
		3. Protomor — li- tomorfna	3.1. <i>Protomor — silici — litomorfna</i> (Protomor — rankeri)
	II. REGOMORF- NA (Regosoli)	1. Protomull — re- gomorfna	1.1. <i>Protomull — regomorfna</i> (Protorendzine na karbonatnom pesku) 1.2. <i>Protomull — Ca — Mg — rego- morfna</i> (Protočernozemi)
	III. HUMOMORF- NA (Molisoli)	1. Mull — calci- morfna	1.1. <i>Mull — Ca — Humomorfna</i> (Pararendzine na pesku) 1.2. <i>Mull — Ca — Mg — humomorf- na</i> (Černozemi)
		2. Mull — calco- morfna	2.1. <i>Xeromull — calco — humomorf- na — stepska</i> (Rendzine na krečnjacima — stepske) 2.2. <i>Xeromull — calco — humomorf- na — litoralna</i> (Rendzine na krečnjacima — li- toralne) 2.3. <i>Mull — calco — humomorfna</i> (Rendzine na krečnjacima) 2.4. <i>Mull — Mg — Calco — humo- morfna</i> (Rendzine na dolomitima)

Klasa		Potklasa	T i p
Rod preovlađuje aerobiozis		3. Mull — magnezimorfna	3.1. <i>Mull — Mg — humomorfna</i> (Rendzine na peridotitima)
		4. Moder — calcomorfna	4.1. <i>Moder — calco — humomorfna</i> (Moder — rendzine na krečnjacima) 4.2. <i>Moder — Mg — Calco — humomorfna</i> (Moder — rendzine na dolomitima)
		5. Moder — magnezimorfna	5.1. <i>Moder — Mg — humomorfna</i> (Moder — rendzine na peridotitima)
		6. Mull — silicimorfna	6.1. <i>Mull — silici — humomorfna</i> (Mull — rankeri) 6.2. <i>Semimull — silici — humomorfna</i> (Semimull — rankeri)
		7. Moder — silicimorsna	7.1. <i>Moder — silici — humomorfna</i> (Moder — rankeri)
		8. Mor — silicimorfna	8.1. <i>Mor — silici — humomorfna</i> (Mor — rankeri)
	IV. PELOMORFNA (Vertisoli)	1. Mull pelomorfna	1.1. <i>Mull — pelo — humomorfna</i> (Smonice) 1.2. <i>Mull — pelo — Ca — Mg — Si — humomorfna</i> (Crnice na bazičnim sil. stenama)
	V. FERISIALMORFNA (Cambisoli)	1. Mull — calco — ferrisialmorfna	1.1. <i>Mull — Ca — Ferri — sialmorfna</i> (Gajnjače) 1.2. <i>Xeromull — calco — ferri — sialmorfna</i> (Smeda zemlj. na krečnjacima — stepska) 1.3. <i>Mull — calco — ferri — sialmorfna</i> (Terra fusca) 1.4. <i>Mull — calco — ferri — sialmorfna — litoralna</i> (Terra rossa)
		2. Mull — moder — ferri — sialmorfna	2.1. <i>Mull — moder — silici — ferri — sialmorfna</i> (Smeda kisela) 2.2. <i>Semimull — moder — siici — ferri — sialmorfna</i> (Humusna kisela smeda zemljišta)
		3. Moder — ferri — sialmorfna	3.1. <i>Moder — silici — ferri — sialmorfna</i> (Ekstremno kisela smeda zemljišta)
	VI. SIALMORFNA (Spodomorfna)	1. Moder — mor — spodomorfna	1.1. <i>Moder — mor — humo — spodomorfna</i> (Smeda podzolasta zemljišta)

K l a s a		P o t k l a s a	T i p
Rod preovlađuje aerobiozis		2. Mor — spodo- morfna	2.1. <i>Mor — spodo — feri — iluvi- morfna</i> (Gvoždeviti podzoli) 2.2. <i>Mor — spodo — humo — ilu- vimorfna</i> (Humusni podzoli) 2.3. <i>Mor — spodo — ferri — humo — iluvimorfna</i> (Humusno-gvoždeviti podzoli)
	VII. LUVIMORF- NA (Luvisoli)	1. Mull — luvi — humomorfna	1.1. <i>Mull — luvi — calci — humo- morfna</i> (Lesivirani černoziem) 1.1. <i>Mull — luvi — pelo — humo- morfna</i> (Lesivirana smonica)
		2. Mull — luvi-fe risialmorfna	2.1. <i>Mull — luvi — Ca — Fe — si- almorfna</i> (Lesivirane gajnjače) 2.2. <i>Mull — luvi — calce — Fe — sialmorfna — litomorfna</i> (Lesivirane crvenice) 2.3. <i>Mull — luvi — Mg — Fe — si- almorfna</i> (Lesivirana smeđa na peridotiti- tima)
		3. Moder — luvi — Fe — sial- morfna	3.1. <i>Moder — luvi — Fe — sial- morfna</i> (Lesivirana kisela smeđa zemlj.) 3.2. <i>Moder — luvi — calco — Fe — sialmorfna</i> (Lesivirana terra fusca)
	VIII. REDOXI- MORFNA (Planosoli)	1. Mull — redoxi- morfna	1.1. <i>Mull — redoximorfna</i> (Pseudoglejevi sa mull — humu- som)
		2. Mull — moder — redoxi-mors na	2.1. <i>Mull — moder — redoximorfna</i> (Pseudoglejevi sa mull — mo- der — humusom)
		3. Moder — redo- ximorfna	3.1. <i>Moder — redoximorfna</i> (Pseudoglejevi sa polusirovim hum.)
	IX. SEMIFLUVI- MORFNA (Semifluvisoli)	1. Proto — mull — fluvicalcic	1.1. <i>Proto — mull — fluvi — calcic</i> (Aluvijalna protopararendzina) 2.1. <i>Mull — fluvi — calcic</i> (Aluvijalna pararendzina)
	X. FLUVIMORF- NA (Fluvisoli)	2. Mull — fluvi — calcic	1.1. <i>Hydro — mull — calcic</i> (Vlažna aluvijalna pararendzina) 1.2. <i>Hydro — mull — moder — cal- cic</i> (Ritska crnica) 1.3. <i>Hydro — mull — pelo — calcic</i> (Ritska smonica)

Rod preovladuje anaerobiozis	Klasa	Potklasa	T i p
	XI. FEROMORFNA (Fluvi-feromorfna)	1. Hydro — mull — calcic gley	1.1. <i>Hydro — mull — calcic — gley</i> (Karbonatni glej)
		2. Hydro — mull — gley	2.1. <i>Hydro — mull — gley</i> (Glej)
		3. Hydro — moder — gley	3.1. <i>Hydro — moder — gley</i> (Glejevi planinski)
	XII. HISTROFEROMORFNA (Fluvi-histofe-feromorfna)	1. Mull — calci — fero — histum	1.1. <i>Mull — calci — fero — histum</i> (Tresetno — glejna — karbonatna)
		2. Moder — ferro — histum	2.1. <i>Moder — ferro — histum</i> (Tresetno — glejna zemljišta)
	XIII. HISTOMORFNA	1. Mull — calci — histum	1.1. <i>Mull — calci — histum</i> (Trščani treset)
		2. Mor — histum	2.1. <i>Mor — histum</i> (Sphagno — treset)

Ne ulazeći u to koliko se u ovome trenutku uspeo u stvaranju jednog klasifikacionog sistema šumskih zemljišta u Jugoslaviji, može se reći da je ovim započet rad na jednom konkretnom zadatku, i to na principima koji imaju primarno značenje i koji su najindikativniji za šumska zemljišta.

Ovako postavljen klasifikacioni sistem otvara rešavanje problematike koja bi u najkraće moguće vreme mogla da doprinese i rešavanju praktičnih problema šumske privrede. Sa naučne tačke gledišta takođe se otvaraju putevi daljeg izučavanja, i to u prvom redu morfogenetskih karakteristika šumskog humusa i niza drugih elemenata koji su povezani sa ovom problematikom.

Polazeći od tipa humusa, kao jednog od glavnih elemenata za klasifikaciju šumskih zemljišta, i njegove povezanosti sa vegetacijom, pruža se mogućnost da se vegetacija u nas prouči kompleksno i u najužoj vezi sa zemljištem. Ovakva vegetacijska istraživanja, tesno povezana sa zemljištem, omogućiće teoretičarima i praktičarima na terenu brže i lakše sagledavanje ekološko-proizvodnih karakteristika zemljišta, a to znači i produktivnosti zemljišta, što je jedan od bitnih ciljeva klasifikacije šumskih zemljišta.

ANTIĆ M., JOVANOVIĆ B., JOVIĆ N. and AVDALOVIĆ V.

THE PROJECT OF FOREST SOILS CLASSIFICATION IN YUGOSLAVIA

SUMMARY

The importance of classification for science, as well as for practical purposes received its full recognition in forestry science. Simple use of

classification systems is possible only if they are based on generally accepted principles, and if they contain in themselves elements which are already used by forestry science and practice (vegetation, character of humus type etc.). A few classification systems are already in existence abroad (Manil, G. 1959., Zonn, S. V. 1963. and the others).

In our project of classification, the basic elements are a type of humus and morphogenetic composition of profile.

The main systematic unit is made up of classes as well as it is in the other classifications. Further division, on subclasses, is based on the character of humus type. Immediately lower systematic unit is composed of a type which unite in itself subtype of humus and the character of parent substratum.

The highest systematic units — genera, are separated, according to Duchaufeur (1973), on the basis of watering degree, namely aeration.

LITERATURA

- Aubert G. et Duchaufeur Ph. (1967): Classification des sols. Rapp. 6 Cong. Int. Sci. Sol. Paris.
- Antić et. al. (1967): Karakteristike geneze zemljišta u poloju Drave i mogućnost njihove klasifikacije III kongres JDPZ, Zadar.
- Baldwin M., Kellogg Ch., Thorp J. (1938): Soil and men. Yearbook of Agriculture. Washington.
- Duchaufeur Ph. (1965): *Precis de Pedologie*. Masson — Pariz.
- Duchaufeur Ph. (1970): *Precis de Pedologie*, Masson — Pariz.
- Dudal R. et al. (1966): Soil map of Europe FAO. Rome.
- Dudal R. (1968): Definitions of soils units for the soil map the World. FAO/UNESCO. Rome.
- DokučaeV V. V. (1879): Kartografija ruskih počv. SPb.
- DokučaeV V. V. (1880): O podzole. Tr. Bol'no ekonomič. obščestva, t. I, CPb.
- DokučaeV V. V (1900): Klasifikacija počv. Počvovedenie, 2.
- Erdman F. (1926): Die Humusformen des Waldbodens, Forstarchiv.
- Franz H. (1960): Feldebodenkunde, Verlag G. Fromme. Wien et München.
- Glazovskaja M. A. (1972): Počvi mira. Izdatel'stvo MGU.
- Glinka K. D. (1922): Boden, ihre Eigenschaften und die natürlichen Gesetze ihrer Verbreitung — N. Dereven. Ausgabe — Moskau. (citirano po Mückenhausen).
- Glinka K. D. (1924): Unterschiedliche Bodentypen und ihre Klassifikation. Comite Int. Pedologie IV. Comn. № 20.
- Gračanin M. (1951): Pedologija, III deo. Sistematika tala, Zagreb.
- Hartmann F. K. (1944): Forstökologie. Wien.
- Hesselmann H. (1926): Studien über die Humusdecke des Nadelwaldboden. Meddelanden fran Statens. Skogstörökanstalt.

- Kellog C. E. and Smith G. D. (1960): Soil classification A comprehensive system. United States. Dept. Agric.
- Kubiena W. (1948): Entwicklungslehre des Bodens. Springes. Wien.
- Kubiena W. (1953): Bestimmungsbuch und Systematik der Böden Europas. Stuttgart.
- Kosovič P. S. (1911): Osnovy učenija o počv. St. Petersburg. (citirano po Mückenhauzenu).
- Manil G. (1956): L'humus forestier — Première partie. Propriétés générales. Forestière de Belgique.
- Manil G. (1956): Rapport général sur le problème de la clasifcation des sols. IV Caugr. int. Paris.
- Manil G. (1959): Aspects pédologiques du problème de la classification des sols forestiers. Pedologie IX, pp. Centre d'étude des sols forestiers de l'Ardenne et la Gaume.
- Marbut C. F. (1928): Proc. First Intern. Congr. Soil Sci.
- Müller P. E. (1887): Studien über die natürlichen Humusformen und deren Einwirkung auf Vegetation und Boden. Berlin.
- Meyer I. (1943): Bodenkunde und Pflanzenernährung.
- Mückenhausen E. (1962): Entstehung, Eigenschaften und Systematik der Böden Bundesrepublik Deutschland. Frankfurt am Main.
- Mraz K. (1969): Dymamische und waldbanlich — ökologische. Gesichtspunkte in der systematik der Waldhumusformen, Zbraslav — Strandy, CSSR.
- Neustruev S. S. (1926): Versuch einer Klassifikation der bodenentwicklungsprozesse im Zusammenhang mit der Bodengenese (citirano po Mückenhauzenu, 1962).
- Pallman H. (1947): Congres intern. de Pedol. medit. Montpellie.
- Pallman H. (1949): Congres de l'Union inter. des. Inst. recher forest.
- Polinov (1956): Učenie o lanšaftah, Izbr. tr. M. Izd. vo ANSSSR.
- Prasolov I. I. (1934): Das problem der Bödenklassifikation, und Nomeklatut (citirano po Mückenhauzenu, 1962).
- Ramann E. (1905): Bodenkunde 2. Auft. Springer. Berlin.
- Ramann E. (1918): Bodenbildung und Bodeneinteilung. Berlin.
- Sigmond A. A. (1933): Principles and scheme of a General Soil System. Soil Research.
- Sibircev N. M. (1895): Die Grundlage der genrtischen Bodenklassifikation (citirano po Mückenhauzenu, 1962).
- Skorić A. et. al. (1972): Klasifikacija tala Jugoslavije. 2. verzija, IV kongres JDZPZ, Beograd.
- Vilenski D. G. (1925): Bodenklassifikation auf der Grundlage analoger Bodenbildungsserien. Proc. Int. Soc. Soil Sci.
- Villar E. H. del (1932): Classification générale des sols. Proc. and Papers of de second Inter. Cong. of Soil Sci. Com. V., Moskva.
- Williams W. R. (1939): Bodenkunde. Selkhozgiz. Moskau.

Zachariae G. (1965): Spuren tierischer Tätigkeit im Boden des Buchenwaldes. Forstwiss, Forsch.

Zonn S. V. (1963): Principi klasifikacij lesnih počv i metody izučeniya v SSSR. Počvovedenie, № 2.



S. V. ZONN*

O PRINCIPIMA I METODIMA PROUČAVANJA ZEMLJIŠTA PRI ŠUMSKOTIPOLOŠKIM ISTRAŽIVANJIMA

U V O D

Nijedan pravac tipologije šuma ne odriče nego, naprotiv, pridaje veliki značaj edafskim uslovima za obrazovanje i proizvodnost šumskih sastojina i za pojavu raznovrsnih tipova šuma.

No i pored toga, pri utvrđivanju tipova šumskih biocenoza i njihovoj klasifikaciji uloga zemljišnih uslova većinom se uzima u obzir formalno. To se svodi bilo na ukazivanje tipa zemljišta koji odgovara tipu šume, ili se kvalitativno karakteriše stepen vlažnosti i trofičnost zemljišta. Posledice toga je da se često različiti tipovi šume pokazuju vezanim za isto ili srodno zemljište. Ima pokušaja da se ta na prvi pogled slična zemljišta diferenciraju u različitim tipovima šuma na osnovu tipa nakupljanja i razlaganja prostirke i forme humusa koja se pri tome formira, po tipu kruženja materije između vegetacije i zemljišta i po drugim pokazateljima. Međutim, i takva preciziranja su često formalna, pa to ne poboljšava nego još više komplikuje definisanja veze tipa šumske vegetacije sa različitim zemljišnim uslovima.

Pojam trofičnosti i njena gradacija, koja se pretežno ustanovljava na osnovu edifikatorske vegetacije, ne može da služi kao objektivni naučni klasifikacioni pokazatelj za jasno razlikovanje tipova biogeocenoza.

Pokušaji da se u tu svrhu iskoriste u kruženjima materija između zemljišta i biocenoza često se zasniva na domišljatosti (Zonn, 1973) koja ne poboljšava nego dezorganizuje šumsku tipologiju. Osim toga, treba pomenuti da su razlike u kruženju materija i energije između pojedinih tipova šumskih biocenoza, kako su pokazali Rodin i Baziljevič (1965), često toliko neznatne da ih nije moguće iskoristiti za objašnjenje klasifikacionog položaja tipa šume. Međutim, mi ovim ne stavljamo pod sumnju neophodnost proučavanja kruženja materija i energija i iskorištavanje tih pokazatelja za objedinjavanje tipova šuma na višem taksonomskom nivou. Istovremeno treba istaknuti da je proučavanje produk-

* Geografski institut AN SSSR, Moskva.

tivnosti šumskih biocenoza i kruženja materija u njima angažovalo tako veliku pažnju i snage da se to odrazilo na snižavanje tempa i obima upoznavanja zemljišnih faktora i pokazatelja koji uzrokuju raznovrsnost šumskih biocenoza, kao i uzajamnih veza i međudejstva među njima.

Svaka prirodna nauka koja proučava prirodu šume ima sopstveni pristup i metode istraživanja komponente koju izučava. Šumarska tipologija uopštava rezultate izučavanja pojedinih komponenata šumskih biocenoza i na toj osnovi razrađuje svoje klasifikacione sisteme kao neophodne osnove za razradu šumsko-uzgojnih i drugih privrednih mera vezanih za šumu i usmerenih na uspostavljanje i povišenje korisne uloge šuma, ili šire — na zaštitu šume i njenog bogatstva*.

Šumska biocenologija i tipologija šuma koja se zasniva na biocenoškoj osnovi posmatraju šumu kao kompleksnu geografsku pojavu. Pri tome treba istaći da sam pojam kompleksnosti veoma obavezuje, što se ne shvata uvek u potpunosti kada se taj pojam primenjuje. Tako se veliki deo projekata i planova za iskorišćavanje šumskih bogatstava naziva kompleksnim. Međutim, takvi projekti i planovi, po pravilu, razmatraju jedan ili dva-tri konkretna zadatka: maksimalno iskorištavanje drveta, krčenje šume radi hidrotehničkih i drugih industrijskih gradnji, za poljoprivredne svrhe i drugo. Zbog takvog pristupa šumske površine se neprekidno smanjuju. Pri tome se najmanje obraća pažnja na šumu kao čuvara čovekova života, kao objekt širokih rekreacionih i mnogih specifično šumskih produkcionih mogućnosti. A upravo danas, i pogotovo u bliskoj budućnosti, ti oblici eksploatacije šuma dolaze u prvi plan. Porast stanovništva, bučan razvoj industrije i turizma zagađuje životnu sredinu i uništavaju šumsko-biocenotski pokrivač kao prirodnu fabriku za njeno pročišćavanje.

Otuda raste značaj prirodnih šuma, ne samo kao izvora drveta, već i kao neodvojive komponente sredine za opstanak i prosperitet čovekov. Iz toga proističu i specifični zadaci šumarske tipologije. Među njima sve više mesta i pažnje zauzima izdvajanje najproduktivnijih tipova šuma u odnosu na čišćenje sredine od zagađivanja, na poboljšanje uslova odmora i poboljšanje zdravlja, na sporedne šumske proizvode (jagode i gljive, npr.), dok je ranije šumska tipologija imala da služi pre svega uzgojnim i eksploatacionim potrebama. Pri rešavanju ovih zadataka nužnost poznavanja zemljišnih uslova će neprekidno rasti i bitno će se diferencirati ne samo u odnosu na potrebe šumskog drveća, nego i u odnosu na njihovu sposobnost da popravljaju zemljišta koja su u različitom stepenu narušena poljoprivrednim iskorištavanjem, industrijom i drugim faktorima.

Između šumskih biocenoza i zemljišta postoji neposredna i povratna veza, tj. zemljišta određuju raznoobraznost i proizvodnu sposobnost biocenoza, a istovremeno pod njihovim dejstvom menjaju i svoje osobine. Biocenotički procesi koji pri tome nastaju fiksiraju se u najvećoj meri u zemljištu kao komponenti šumskih biocenoza.

* Pod zaštitom šume mi podrazumijevamo maksimalno iskorištavanje njenog bogatstva za dobrobit ljudi, no s predupređenjem razaranja i težnjom da se obezbedi postojana proizvodnost šumskih resursa. Stoga zaštita šuma u naše vreme, više nego ikada, traži ulaganje sredstava za jačanje organizacije onih koji su odgovorni za zaštitu šuma i za razvoj istraživačkih radova, a na prvom mestu radi obnavljanja i zaštite resursa u novim uslovima delovanja industrije, poljoprivrede, turizma i drugih vrsta aktivnosti i eksploatacije.

Biogeocenotička koncepcija pokazala se na poslednjih 30—35 godina najplodotvornijom u rešavanju važnih naučnih zadataka šumarske pedologije i tipologije šuma. Može se bez preuveličavanja reći da je biogeocetotički pravac, koji je razvio V. N. S u k a č e v, omogućio da se preciziraju principijelne postavke o uzajamnim vezama biljaka sa zemljištem, da se razrade metode proučavanja zemljišta za potrebe šumarske tipologije i biogeocenologije, da se izdvoji niz novih elementarnih zemljišnih procesa i tipova zemljišta koji se pod njihovim uticajem obrazuju.

Principijelne osnove uzajamne povezanosti šumske vegetacije sa zemljištem

Biogeocenološki značaj zemljišta u tipologiji šuma određen je sledećim najvažnijim postavkama:

1. Šumsku vegetaciju u svim uslovima rasta treba smatrati moćnim biološkim akumulatorom koji reguliše priticanje organske materije azota i mineralnih materija u zemljište. Po tim pokazateljima šumska vegetacija se principijelno ne razlikuje od travne, a u nekim uslovima može čak da je prevazilazi.

2. Živi pokrov šumske vegetacije ne određuje i ne utiče na razvoj procesa opodzoljavanja i ne treba ga smatrati uzrokom i posledicom opodzoljavanja, što se još uvek sreće u šumarskoj i pedološkoj literaturi

3. Opodzoljavanje je vezano s određenim uslovima nakupljanja prostirke u kojima se ona teško razlaže. Stoga nije samo prostirka pokretačka snaga pedogeneze uopšte, pa i opodzoljavanja, već pretežno njeni odumirući delovi, zajedno sa organizmima koji je naseljavaju. Opodzoljavanje je vezano za određeni vodni i toplotni režim koji uslovljava brzinu i tip kruženja materija i energije između vegetacije i zemljišta.

4. Stoga je najcelishodnije da se za osnovu klasifikacionih razlika u pogledu uzajamne povezanosti šumske vegetacije sa zemljištem uzmu pokazatelji i svojstva forme humusa i zemljišta koji su genetski povezani, a primenljivi su za izdvajanje takvih taksonomskih jedinica kao što su: tip, podtip, red i vrsta, sa preciziranjem i upotpunjavanjem koje odražava njihovu biogeocenotsku specifičnost.

5. Važni dopunski genetsko-šumarski pokazatelji treba da budu: stratigrafska promena mehaničkog sastava u profilu, kako geološkog tako i pedogenetičkog porekla; bitnije promene vodnog režima povezane sa stratigrafijom profila, a naročito pojava sezonskog površinskog zabarivanja i formiranje različitih pedotvorenina, posebno željeznih.

6. Matične stene — rastresite i kompaktne — pri njihovom izbijanju na površinu, ili ako zemljišni sloj na njima nije dublji od 20—30 cm treba smatrati u klasifikacionom smislu osobitom formom »zemljišnog supstrata« koji je sposoban da obezbeđuje ne samo rast pionirske šumske vegetacije, veći formiranje prirodnih i veštački zasnovanih »litogenih« tipova šumskih biocenoza. Pri tome najveći tipološko-klasifikacioni značaj dobijaju: stepen kompaktnosti i ispuicalosti stena, njihova vododržna sposobnost i podložnost promenama pod uticajem produkata razlaganja i sinteza organskih materija.

7. Pri obrazovanju šumskih nasada na zemljištima izvan šumskih teritorija takođe je potrebno da se oslanjamo na njihove genetske osobenosti. Pri tome dopunski klasifikacioni značaj dobijaju: specifičnosti vodnog

režima i stepen obezbeđenosti šumskih nasada vlagom, vodno-soni režim (pri navodnjavanju), a takođe i prisustvo i stratigrafski položaj zbijenih horizonata različitog porekla i svojstava.

8. Obrazovanje i raspored tipova šumskih biocenoza u planinskim regionima određeni su vertikalno tranzitnim uzajamnim uticajima koje se ostvaruju kroz zemljište. Među njima najjače se ističe zavisnost koja se izražava u tome što u zemljištu svakog tipa šumske biocenoze koji leži niže po vertikali dolazi do diferencirane akumulacije produkata čvrstog i tečnog tranzita i komplikovanja pedogeneze, što se odražava na biocenoze procese i dovodi do smene tipova šumske biocenoze.

Različito vertikalno i ekspoziciono rasprostiranje padina i promena sastava supstrata i vodnog režima u njihovim okvirima određuju zakonitosti razvoja povezanih makro-, mezo- i mikrobiogeocenotskih sistema sa tipovima šumskih biogeocenoza i odgovarajućim tipovima zemljišta, čiji raspored zavisi od nadmorske visine (S. V. Z o n n, 1973). Stoga se može reći da u planinskim rejonima visinski faktor, putem smenjivanja matičnog supstrata, toplotnog i vodnog režima, vegetacije i životinjskog sveta, omogućuje obrazovanje potpuno različitih tipova šumskih biocenoza, koji su istovremeno i međusobno povezani. Mi smatramo da biogeoceničke sisteme koje oni obrazuju treba svrstati u taksonomske jedinice iznad ranga tipa. Oni objedinjuju tipove šumskih biocenoza sa tranzitnim priticačem i izmenom materija i energije koja se ostvaruje kroz zemljišta.

Pojava sličnih veza u ravničarskim rejonima ograničena je na mezo- i mikrosisteme tipova i varijanata šumskih biocenoza, čiji razvoj je u većem stepenu uslovljen rasporedom padavina i toplote koju uzrokuje re-reljef na jednoobraznom supstratu i pri slaboj izraženosti ekspozicionih uticaja. Takve uzajamne uticaje mi bismo svrstali u kategoriji pojedinačnih, čije karakteristike su: a) zakonita raspodela povezanih tipova i varijanata šumskih biocenoza (raspored po topografskom profilu — kateni) i b) promene horizontalne strukture u pojedinim tipovima šumskih biocenoza (varijabilnost povezana s nekim promenama zemljišnih pokazatelja u granicama jednog tipa i podtipa zemljišta).

METODSKA PITANJA PROUČAVANJA ZEMLJIŠTA PRI ŠUMSKOTIPOLOŠKIM ISPITIVANJIMA

Ne zadržavajući se na detaljnijem razjašnjavanju osnovnih postavki koje određuju vezu šumske vegetacije sa zemljištem, preći ćemo na razmatranje nekih metodskih pitanja koja su najvažnija za tipologiju šuma. Osnovno pitanje odnosi se na ulogu i značaj zemljišnih uslova u tipologiji šuma.

Tip šume ili tip šumske biocenoze mi shvatamo kao nerazdvojnu celinu svih komponenata koje taj tip obrazuju. Biološka i zemljišna komponenta su pri tome najvažnije, jer poslednja u svojim svojstvima odražava i svojstva ostalih komponenata (hirdotermički režim, matični supstrat, antropogene uticaje itd.).

Od vremena Dokučajeva, Morozova, Sukačeva sva nastojanja su bila usmerena na ustanovljavanje direktnih veza tipova šumske vegetacije sa

zemljištem. No pri tome su se javljale teškoće uslovljene nedovoljno povezanim istraživanjem šumske vegetacije i zemljišta. Sem toga, smetnju je činila neuporedivost tipoloških i pedoloških klasifikacionih taksona. U zemljišnim klasifikacijama tip je osnovni takson višeg ranga, a u šumskotipološkoj on je nižeg ranga. Stoga njihovo upoređivanje nije opravdano.

Osim toga, podzolasto zemljište se smatralo osnovnim tipom šumskih zemljišta. Ono se shvatalo široko i imalo je dominirajuće rasprostranjenje u šumskoj zoni, od zapadnih granica do Tihog okeana. Ovo je takođe otežavalo upoređivanje, jer su se suštinski različiti tipovi šuma upoređivali sa samo jednim — podzolastim tipom zemljišta.

Danas kada su iz tipa podzolastih zemljišta izdvojena: smeđa šumska (litogena), smeđa pseudopodzolasta, površinski oglejana (pseudoglej), smrznuta zemljišta tajgi i drugi tipovi; kada je ustanovljena važna pedološka i tipološka uloga zemljišne (lesivaža) i zemljišno-geološke dvoslojnosti (lakši sloj smenjuje se težim), kao i različit mineralni sastav zemljišta uslovljen starošću i sastavom glečerskih nanosa; kada je pokazano da se pri sezonskom površinskom zabarivanju ne događa razaranje mineralnog dela i ispiranje oksida, već samo segregacija željeza, što predstavlja jedan od karakterističnih pokazatelja pseudoopodzolzavanja; kada se pojava pseudopodzolastih zemljišta vezuje sa prisustvom u zemljištu manje ili više nepropusnih ekrana, gde spada i zamrznuti sloj; kada je pokazana ogromna pedogenetska uloga šumske prostirke, — stvorene su mogućnosti za novu razradu podela zemljišnih i tipoloških taksona, sa ciljem uspostavljanja tesnijih uzajamnih veza između šumskih biocenoza i zemljišta. Najcelishodnije je da se taj rad odvija u tri samostalna niza tipova šuma i šumskih nasada obrazovanih na:

- a. normalno razvijenim zemljištima sa potpunim profilom,
- b. plitkim zemljištima na tvrdim stenama koje izbijaju i na površinu.
- v. ranije golim (stepskim i polupustinjskim) zemljištima.

U prvom nizu pod a. moguće je sledeće povezivanje tipoloških i pedoloških taksona:

1. grupa tipova šuma — tip zemljišta;
2. tip šume — podtip zemljišta;
3. varijacija tipova šuma — razlike u podtipovima zemljišta na osnovu forme humusa;
4. diferencijacija sastojina u granicama prethodnih taksona u kojoj se odražava sastav mineralnog dela i mehanički sastav (rodovi i vrste zemljišta).

Ne precizirajući tipološku stranu predložene povezanosti taksona (zbog obima referata), istaknućemo samo da je moguće uzajamno zamenjivanje grupe tipova i podtipova šuma na različitim zemljištima, kao npr. hrastovo-smrčevih šuma sa borovnicom na ledinsko-podzolastim i smeđim ilimerizovanim zemljištima, što je uslovljeno regionalnim ili geološkim osobenostima pedogeneze. To se odražava i u produktivnosti ovakvih tipova šuma.

U drugom — litogenom nizu najjače su izražene veze tipova šuma sa sledećim grupama matičnih supstrata:

1. travno-džbunasti tip šume na krečnjacima i drugim karbonatnim stenama;

Tabela 1.

MORFOLOŠKO I BIOHEMIJSKO GRUPISANJE FORMI ŠUMSKOG HUMUSA

MORPHOLOGICAL AND BIOCHEMICAL GROUPING OF FOREST FLOR

Morfološke grupe Morphological Groups		Biohemijske grupe i njihovi pokazatelji Biochemical Groups and their Indexes			
Grupe Groups	Vrste Species	Grupe Groups	Ch : Cf	Nakupljanje humusa u A-horizontu Accumulation of Humus in A Hor.	Dejstvo na mineralni deo The influence on mineral part
Tresetasta Pear like Grubo razložena Roughly decomposed	Vlažna tresetasta Wet peaty Suva tresetasta Dry Peaty Grubočetinarska Rough coniffery Grubočetinarsko- -listopadna Rough coniffery- -decidons	Fulvatna Fulvic	0,2	Treset Peat Slabo Weak Gotovo nema Almost absent	Oglejavanje Gleysation Neutralno Neutral Agresivno Agressive
Srednje razložena Transitional	Srednje četinar. Medium conifery Srednje listopad. Medium decidous	Humatno- fulvatni Humo-fulvic	0,2—0,5	Slabo Weak	Manje agresivno Less aggressive
Meko razložena Soft decomposed	Meka četinarsko- -listopadna Soft coniffery- -decidous Meka listopadna Soft decidous	Fulvatno- humatni Fulvo-humic	0,5—0,7	Srednje Medium	Slightly aggressive Slabo agresivno
Prostirka humus ¹⁾ Mull humus	Ne javljaju se No exist	Humatni Humic	0,7	Intenzivno Intenzive	Akumulativno Acumulative

- 1) Zadržava se samo prostirka prethodne godine i smjenjuje se sa humusnim horizontom.
It remains only the flor of last year and it is passing into the humic horizon.

2. preovladavanje produktivnih četinarskih i listopadnih šuma na škriljcima;

3. najproduktivnije sastojine svih vrsta drveća na efuzivnim stenama;

4. manje produktivne sastojine svih vrsta drveća sa mahovinom na intruzivnim kvarcnim stenama;

5. tipovi borovih šuma sa lišajevima na kvarcitima i kvarcnim peskovima.

Diferenciranje sastojina po stastavu drveća i produktivnosti zavisi od razlika u hidrotermičkom režimu i izbijanja na površinu matičnih supstrata svih vrsta.

U okvirima razmatranih nizova veliki šumarski i pedološki značaj ima forma humusa. Mi smo 1964. god. predložili grupisanje formi šumskog humusa, koje je pozitivno ocenjeno, što nam dozvoljava da tu klasifikaciju, uz mala poboljšanja, predložimo za dalje iskorištavanje (tabela br. 1).

S kvalitetom forme humusa je u najvećem stepenu vezana produktivnost sastojine i njeno prirodno obnavljanje. Ti pokazatelji se uvećavaju i poboljšavaju od tresetastih ka prostirkama koje se razlažu odmah po opadanju.

Najsloženiji su uzajamni odnosi šumskih sastojina sa zemljištem pod »V«.

U većini slučajeva zbog visoke pufernosti stepskih i polupustinjskih zemljišta uticaj šumske vegetacije na njih je usporen. To je bio osnovni uzrok što se pri sistematizaciji takvih zemljišta nije uzimao u obzir uticaj šumskih nasada koji se na njima javljaju. Nakupljeni materijali i podaci dozvoljavaju da se ovo stanovište ponovo razmotri.

Osnovni uticaj šumskih nasada na černoze, kestenjasta i druga zemljišta ispoljava se (u normalnim uslovima) u tri pravca: a) u akumulaciji humusnih materija u A-horizontu; b) u poboljšanju njegovih fizičkih svojstava i v) u snižavanju karbonatnosti, a u zemljištima koja su bila isprana do podizanja nasada u snižavanju linije penušanja. U manjoj meri se ispoljava uticaj prostirke, jer se ona u tim uslovima, po pravilu, energično mineralizuje (tip prostirka-humus).

Izmene černoze i kestenjastih zemljišta u pobrojanim pravcima podstakle su ideju o izdvajanju šumskih černoze (Travleev, 1973), a ranije su Zonn i Mina (1951), Afanasiev (1966) pokazali mogućnost obrazovanja černoze pod šumskom vegetacijom (u stepskoj zoni).

Radi upoređivanja šumskih nasada u tim uslovima najcelishodnije je da se tip nasada (šema zasnivanja) upoređuje sa tipom zemljišta, a na nivou podtipa da se odraze promene uslovljene supstratom, o kojima je gore bilo reči.

Metodološki pristupi proučavanju uzajamne povezanosti vegetacijskog tipa sa zemljištem su objašnjeni (Sukačev, Zonn, 1961; Baziljević, 1968). Stoga ćemo se ovde zadržati samo na nekim metodskim pitanjima koja su se pojavila posle objavljivanja pomenutih metoda.

Pri terenskom istraživanju potrebno je imati u vidu neophodnost dobivanja sledećih materijala i podataka:

1. Karakteristiku zemljišnih uslova tipa šuma, s obzirom na mozaični raspored vegetacije i njenu vezu sa promenom zemljišnih uslova (Kar-

pačevski j et al, 1971), ne treba davati samo po osnovnom profilu, već i po dodatnim poluprofilima i prikopkama, sa ciljem da se dobiju statistički pouzdani srednji pokazatelji o dubini humusnog horizonta, A₂-horizonta, debljini površinskog sloja u dvoslojnim nanosima itd.

2. Karakteristike uzajamne povezanosti i uzajamnog dejstva šumske vegetacije i zemljišta u tipu šume ili šumske biocenoze u cilju otkrivanja i tipizacije biogeocenotskih sistema (Z o n n, 1973) proučavaju se:

a) U ravničarskim šumama u topografskom profilu (katenama). Njima se obuhvata osnovno nizanje zemljišta po mikroformama reljefa (mikrotopopofil) i mezoformama reljefa (padine, doline reka itd.), sa ciljem da se ustanove tranzitni uticaji produkata životne delatnosti, do čega dolazi pod uticajem površinskog i unutrašnjeg toka vode. Kao primer takvog istraživanja može da posluži rad L a z a r e v e (1973), kojim se karakterišu uzajamni biogeocenotski odnosi u tri tipa smrčevih šuma razvijenih na slojevitim glinama u mezokateni.

b) U planinskim uslovima značaj sličnih odnosa za formiranje šumskih biogeocenoza i biogeocenotskih sistema postaje još veći, jer su ovde te pojave vezane za mikro-, mezo-, makro- i mega tipovima reljefa (Z o n n, 1973). Objašnjenje pojava i procesa koji ih određuju potrebno je provesti u uslovima poljskih ogleda i u laboratoriji, sa obuhvatanjem različitih aspekata njihovog pojavljivanja. Takvi radovi mogu dati mnogo novoga za upoznavanje prirode i tipologije planinskih šuma.

v) Potrebno je imati podatke o vezi dvoslojenosti, lesivaže i oglejavanja (površinskog i dubinskog) sa obrazovanjem i produktivnošću tipa šume. To je poseban i veoma važan, ne samo regionalan već i savezni problem, jer se pobrojana pitanja zasada tretiraju kao posledica dva osnovna tipa pedogeneze — opodzoljavanja i oglejavanja (zamočvarivanja). Međutim, oni ne objašnjavaju svu raznovrsnost znakova i svojstava što se mogu uočiti u zemljištima koja pripadaju tim tipovima pedogeneze. Posledica toga je da se zemljišna osnova nedovoljno odražava u tipu šume.

Da bi se ovo stanje poboljšalo, treba obratiti osobitu pažnju na način obrazovanja iluvijalnih horizonata. Da li su oni nastali za račun premeštanja gline, ili zbog dvoslojnosti uslovljene pokrivanjem morenskih nanosa pokrovnim nanosima? Veći deo i jednih i drugih zemljišta se objedinjava u jednu grupu, a svetliji sloj koji leži iznad iluvijalnog horizonta ili morenskog nanosa smatra se pojavom opodzoljavanja. Takvo objedinjavanje je u suprotnosti sa morfološkim pokazateljima i biohemijskim svojstvima ovih horizonata. Razlike u površinskom horizontu mogu biti uslovljene i opodzoljavanjem i sezonskim površinskim oglejavanjem. Za opodzoljavanje je neophodna dreniranost, koja omogućuje da se produkti raspadanja udaljavaju iz sloja u kojem se vrši opodzoljavanje. Površinsko oglejavanje događa se na osnovu slabe dreniranosti, usled čega se mobilize pretežno željezo. Međutim, nemajući mogućnost slobodnog otičanja u niže horizonte, gvožđe se u suvom klimatskom periodu segregira na mestima gde je mobilisano, i to u obliku mazotina i konkrecija, čime dolazi do izbledivanja, a to je karakteristično za pseudoopodzoljavanje. Na terenu se pseudoopodzoljavanje može razlikovati od opodzoljavanja po izbledelom horizontu u kojem se nalazi gvožđe izlučeno u raznim formama. Na kraju, i visoka oglinjenost zemljišnog sloja, kao npr. na slojevitim glinama, onemogućuje pojavu opodzoljavanja zbog slabe dreniranosti, i uslovljava pojavu tipičnog površinskog oglejavanja.

Sve to predstavlja novine koje su proizašle iz diferenciranog pristupa pri proučavanju procesa pedogeneze pod šumskom vegetacijom.

Nesumnjivo da će dalje proučavanje uzajamne povezanosti i uzajamnog uticaja vegetacije i zemljišta omogućiti još veći stepen diferenciranja šumsko-genetskih procesa u zemljištima i produbiti znanja o biogeocenojskoj povezanosti šumske vegetacije sa zemljištem.

Uspeh u razradi tih problema vezan je sa produbljavanjem i usmeravanjem napora u pravcu upoznavanja fizičko-hemijskih i biohemijskih svojstava i procesa koji kontrolišu pedogenezu pod šumom. Među njima osobitu pažnju zaslužuje proučavanje sadržaja i rasporeda različitih formi Fe i Al, a naročito proučavanje njihove veze sa humusnim materijama. Značaj ovih formi i jedinjenja je pre svega u tome što ona u najvećem stepenu mogu da služe kao dijagnostički pokazatelji jednih ili drugih procesa. To proizilazi iz činjenice da produkti životne delatnosti šumske vegetacije u svim uslovima povećavaju pokretljivost Fe i Al i uslovljavaju obrazovanje kompleksnih jedinjenja koja učestvuju u biogeocenojskom regulisanju procesa akumulacije i eluvijacije materija i jedinjenja. Na taj način ova jedinjenja, zavisno od mineraloškog sastava, hidrotermičkog režima i drugih faktora, menjaju i diferenciraju proces obrazovanja tipova zemljišta i uslovljavaju njihovu vezu sa šumskim zajednicama.

U ovom saopštavanju su pokrenuti samo neki problemi šumarske pedologije koji su u manjoj ili većoj meri vezani za razvitak šumarske tipologije. Hteli smo da ukažemo u kojoj meri je danas i u bližjoj perspektivi, kada se šumske površine sve više smanjuju, a njihov značaj u borbi za ozdravljenje životnog prostora raste, važno poznavanje uzajamne veze šumske vegetacije sa zemljištem. Osim toga, nama se čini da je uspeh daljeg razvoja šumarske tipologije moguć uz čvrsto oslanjanje na pedološku osnovu.

Pored toga, mi smo imali nameru da privučemo pažnju na probleme šumarske pedologije koji traže dublju i svestraniju razradu i da pokažemo koliko je sazrela nužnost osnivanja aktivnog koordinaciono-metodološkog centra za šumarsku pedologiju.

ZONN S. V.

THE PRINCIPLES AND METHODS OF SOIL INVESTIGATION BY RESEARCH OF FOREST TYPES

SUMMARY

The recent knowledge about soil and its relationship to forest vegetation has been considered in this paper. This was the base for the improvement of methods for classification of forest types. The method favoured in this paper has been developed on the Sukachov's concept of biogeocenoses. The humus form has been used as the main diagnostic criteria. The new role of forest in protection of environment and for recreation has been emphasized.

LITERATURA

- Afansčeva E. A.: Černozemi Sredne-Russkoy vozvišennosti. »Nauka«, M. 1966. g.
- Karpačevskiy L. O., Kiseleva N. K., Leonova T. G., Popova S. I.: Pestrota počvennogo pokrova i ee svjaz s parcelnoy strukturoy biogeocenoza. V. sb. »Biogeocenotičeskie issledovani v širokolistvenno-elovih lesah. »Nauka«, 1971. g.
- Lazareva I. P.: Osobenosti počvoobrazovani na lentočnih glinah i otrazhenie biogeocenotičeskikh vzaimootnošeniy v počvah elnikov Karelii. Leningrad, 1973. g. (avtoreferat).
- Rodin L. E., Bazilevič N. I.: Dinamika organičeskogo vešestva i biologičeskij krugovorot v osnovnih tipah rastitelnosti. »Nauka«, M—L. 1965 g.
- Sukačev V. N., Zonn S. V.: Rukovodstvo k issledovani tipov lesa. Izd. AN SSSR, M.
- Travleev A. I.: O genetičeskikh osobnostjah lesnogo černozema v uslovijah nastojših stepei. Tr. kompl. Zksp. Dnepropetr. Gosuniversiteta. Voprosi stepnogo lesorazvedenij, v. Š, 1972. g.
- Vip. I. »Vzaimootnošenija lesnih nasaždeniy so sredoy«, M. 1951.
- Zonn S. V., Mina V. N.: Lesorastitelnost svoystva počv i vzaimodeystvie lesnih nasaždeniy s počvami pri stepnom lesorazvedenii. V. kn. »Aučni polezašitnogo lesorazvedenija«.
- Zonn S. V.: Počva, kak komponent lesnogo biogeocenoza. »Nauka«, M. 1964. g.
- Zonn S. V., Bazilevič N. I.: Izučenie počvi kak komponenta biogeocenoza, Iz. kn. Programma i metodi biogeocenotičeskikh issledovaniy, Izd. »Nauka«, M. 1966.
- Zonn S. V.: Recenziju na knigu I. I. Smolanzinova »Biologičeskij krugovorot vešestv i pobišenie proizvoditelnosti selov«. Izd. »Lesnoju promišlennosti«, No 4, 1971.
- Zonn S. V.: O nekotoryh diskussionnih voprosah lesnoy biogeonologii i izučenii počv, kak komponentov corno-lesnih biogeocenzov. Sb. k 70-letu akad. I. Z. Gulisašvili, Tbilisi, 1973. g.

LOTI MANUŠEVA*

**Fe I Al ORGANSKI VEZANI — INDIKATORI NIŽIH
SISTEMATSKIH JEDINICA KISELOSMEĐIH TALA NA
RAZLIČITIM MATIČNIM SUPSTRATIMA****

U V O D

U okviru istraživanja osobina humusa u tipovima tala BiH pod šumskim formacijama i na različitim supstratima obuhvatili smo i kiselosmeđa tla pod bukovim šumama.

S obzirom da su kiselosmeđa tla obrazovana na silikatnim supstratima različitog mehaničkog i hemijskog sastava, cilj je naših ispitivanja bio da se ustanovi da li se te razlike značajno odražavaju na količinu i osobine humusa unutar jednog istog tipa tla.

Interpretacijom analitičkih podataka o kvaliteti organske materije i organo-mineralnog kompleksa u kiselosmeđem tlu na supstratima različitog mehaničkog i hemijskog sastava smatrali smo da će se iznaći indeksi koji karakterišu stepen i pravac daljeg razvoja tog tipa tla.

MATERIJAL I METODIKA

Radom na inventuri šuma na velikim površinama u Bosni i Hercegovini sakupljen je i proanaliziran u odnosu na standardna svojstva veliki broj uzoraka kiselosmeđeg tla na različitim supstratima. Našim smo ispitivanjima obuhvatili samo tri matična supstrata: rožnjak, željezoviti pješčar i filit, dok su ostali supstrati zanemareni ili zbog malog broja profila na njima, ili zbog teškoća u njihovom jasnom definisanju.

Pomenuta tri supstrata razlikuju se međusobno u ponašanju pri mehaničkom raspadanju i u hemijskom sastavu trošine.

Količina humusa, izražena sadržajem ugljika, određena je Tjurinovom metodom, reakcija tla elektrometrijski, staklenom elektrodom, a stepen zasićenosti adsorptivnog kompleksa tla bazama po K a p p e n u (Priručnik, 1966).

* Institut za šumarstvo — Sarajevo.

** Ovaj rad predstavlja dio tematskog zadatka finansiranog od strane Republičkog fonda za naučni rad BiH.

Grupni sastav specifične humusne materije određen je ekstrakcijom u Na-pirofosfatu pH 10 (Aleksandrova, 1960; Bascomb, 1968; Zanelli 1969), u kojem su određeni i organski vezani aluminijum i željezo (Zanelli, 1969; Bascomb, 1970; Belčikova, 1970). Pri tome se pretpostavlja da je sav Fe i Al, koji se ekstrahuju u Na-pirofosfatu, organski vezan (McKee, 1968), iako postoje neki autori (Grimme et al, 1969; Titova, 1962; Kononova et al, 1970) koji to osporavaju.

Ekstrakcijom tla u sumpornoj kiselini izdvojena je tzv. »agresivna« fulvokiselina, u tabelama označena kao 1^a.

Računskim putem su utvrđeni odnosi: $C_h:C_f:C_{ext}:C_b$, Al:Fe mol. $\frac{Al+Fe}{Fulv. kis.}$ kao karakteristični za definisane tipove tala i za njihove međustadije evolucije.

Analizirano je 30 profila, po 10 profila na svakom od tri ispitivana matična supstrata.

Rezultati analiza su podvrgnuti matematsko-statističkoj obradi i analizi varijanse (Obradović-Sentić, 1962; Sindikori Kohren, 1971).

REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

Postojeće razlike u nekim osobinama tri ispitivana matična supstrata ukazuju na mogućnost postojanja razlika u svojstvima tla i humusa i pri relativno jednakim drugim elementima staništa.

Utvdili smo da ne postoje izrazite razlike u mehaničkom sastavu kiselosmedeg tla na željezovitom pješčaru, rožnjaku i filitu. Smatramo zato da mehanički sastav supstrata nije uticao, znatnije, na postojeće razlike u osobinama tla i humusa, nego da su te razlike, uglavnom, uzrokovane hemijskim sastavom stijene, prvenstveno stepenom aciditeta.

Iz tabele 1 vidi se da količina humusa ne varira mnogo unutar grupe na jednom istom supstratu, ali varira između grupa na različitim supstratima. Količina ugljika u A_h -horizontu značajno je veća ($P = 0,05$) u kiselosmedem tlu na filitu nego na željezovitom pješčaru, a neznajno veća ($P = 0,15$) od one na rožnjaku. Taj podatak, kao i širi C/N-odnos u tlu na filitu u odnosu na dva supstrata, ukazuje na ekološki nepovoljnu formu humusa u kiselosmedem tlu na filitu. U tom pogledu nema razlike između smeđe-kiselog tla na rožnjaku i željezovitom pješčaru.

Veća kiselost filitne trošine u odnosu na trošinu rožnjaka i, naročito željezovitog pješčara smatramo da uzrokuje slabiju razloženost organske materije i veću količinu ugljika u tlu. To potvrđuju i podaci o reakciji tla i stepenu zasićenosti adsorptivnog kompleksa bazama.

Stepen zasićenosti adsorptivnog kompleksa tla bazama viši je na željezovitom pješčaru i na rožnjaku nego na filitu, ali razlike nisu značajne ($P = 0,30$ i $0,10$). Takode nisu signifikantne, ali postoje slične razlike i u reakciji tla. Manje je tlo kiselo na željezovitom pješčaru i rožnjaku nego na filitu, dok su između rožnjaka i željezovitog pješčara u tom pogledu razlike male.

Tabela 1.
NEKA HEMIJSKA SVOJSTVA KISELOSMEDEG TLA POD BUKOVOM
ŠUMOM
SOME CHEMICAL PROPERTIES OF BROWN ACID SOIL UNDER BEECH
WOODS

Svojstvo i horizont Quality and horizon Supstrat i broj uzoraka Parent material Number of samples	Dubina horizonta Horizon's depth									
	C _t %		C/N		pH u n KCl — u		V%			
	A _h	(B)	A _h	A _h	(B)	A _h	(B)	A _h	(B)	
Rožnjak Hornblende n=8	5,06±0,67	1,27±0,38	11,24	4,31±0,37	4,08±0,25	44,83±6,55	33,73±7,34	10,9±1,71	47,4±4,31	
Željezoviti pješčar Iron sandstone n=11	4,44±0,67	0,86±0,07	10,33	4,40±0,29	4,07±0,32	46,86±7,48	26,05±5,76	10,5±1,35	43,3±3,92	
Filit Phyllite n=14	7,49±0,44	1,57±0,27	14,98	3,94±0,20	4,07±0,06	32,06±3,95	21,95±3,60	9,6±0,83	46,5±2,90	

Legenda : C_t = ukupni organski ugljik u % tla
total organic carbon in % of soil

Legend : V% = stepen zasićenosti bazama u % kapaciteta adsorpcije
degree of cation saturation in % of exchange capacity

Tabela 3.

UTICAJ MATIČNOG SUPSTRATA NA RAZLIKE U OSOBINAMA HUMUSA
KISĚLOSMEDEG TLA POD BUKOVOM ŠUMOM PRI $P=0,95^+$, $P=0,99^{++}$,
 $P=0,999^{+++}$

INFLUENCE OF THE PARENT MATERIAL ON THE HUMUS QUALITIES
IN ACID BROWN SOIL UNDER BEECH WOODS.

Osobine — — qualities Supstrat Parent material													Al % org. vezan — in organic complexes		Fe % organski vezan — in org. complexes	
	$C_i\%$		C_{ext}/C_i		C_N/C_i		C_l/C_i		C_{ls}/C_i		C_{res}/C_i					
	A_h	(B)	A_h	(B)	A_h	(B)	A_h	(B)	A_h	(B)	A_h	(B)	A_h	(B)	A_h	(B)
Filit: rožnjak	—	—	+	—	+	—	+	—	—	—	+	—	—	+	+++	—
Filit: željezo- viti pješčar	+	—	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	—	+++	+++	—	+++	+++	+++
Rožnjak: želje- zoviti pješčar	—	—	+++	+++	++	++	+	++	+	—	+++	+++	—	—	—	+++

Legenda: Ista kao u tabeli 2

Legend: The same as in tab. 2

Tabela 2.
 PODACI O KVALITETI HUMUSA U KISELOSMEĐEM ZEMLJIŠTU
 POD BUKOVOM ŠUMOM
 DATAS ON THE HUMUS QUALITY IN BROWN ACID SOIL UNDER
 BEECH WOODS.

Svojstva Qualities	C _{ext} /C _t		C _h /C _t		C _f /C _t		C _{1a} /C _t		C _{res} /C _t		C _a /C _t		Al % organski vezan in organic compounds		Fe % organski vezan in organic compounds		Al/ <i>n</i> molarni		Al+Fe fulvokiselina molarni	
	A _h	(B)	A _h	(B)	A _h	(B)	A _h	(B)	A _h	(B)	A _h	(B)	A _h	(B)	A _h	(B)	A _h	(B)	A _h	(B)
Supstrat i broj uzoraka Parent material and Number of Samples																				
rožnjak hornblende n=10	31,23 ±2,44	39,18 ±7,23	17,43 ±1,59	16,74 ±3,16	13,79 ±1,40	22,47 ±5,47	3,86 ±0,58	10,79 ±2,44	68,77 ±2,46	60,82 ±7,23	1,26	0,74	0,090 ±0,008	0,099 ±0,009	0,112 ±0,006	0,139 ±0,033	1,65	1,48	3,53	7,75
željezoviti pješćar iron sandstone n=10	45,33 ±5,52	77,65 ±5,46	24,68 ±3,08	37,43 ±4,14	17,85 ±2,57	40,75 ±4,81	5,73 ±1,13	12,89 1,13	54,67 ±5,52	22,35 ±5,45	1,38	0,92	0,130 ±0,049	0,085 ±0,050	0,110 ±0,049	0,024 —	2,29	8,00	3,63	4,50
Filit — Phyllite n=10	22,39 ±2,84	34,27 ±3,97	12,12 ±2,15	12,16 ±1,53	10,28 ±1,10	21,44 ±3,35	3,08 ±0,32	9,94 ±1,36	77,61 ±2,85	65,73 ±3,95	1,18	0,57	0,173 ±0,009	0,210 ±0,007	0,225 ±0,008	0,193 ±0,043	1,60	2,23	4,52	11,30

Legenda: C_{ext}/C_t = topljivi dio humusa u % ukupnog ugljika
 the extractable part of humus in % of total carbon
 Legend: C_h/C_t = huminska kiselina u % ukupnog ugljika
 humic acid in % of total carbon
 C_f/C_t = fulvokiselina u % ukupnog ugljika
 fulvic acid in % of total carbon
 C_{1a}/C_t = »agresivna« frakcija fulvokiseline u % ukupnog
 ugljika
 »agresiv« fraction of fulvic acid in % of total
 carbon

C_{res}/C_t = netopljiv dio humusa u % ukupnog ugljika
 residue in % of total carbon
 C_a/C_t = odnos huminske i fulvokiseline
 humic/ fulvic acids ratio

Tabela 2 pokazuje da sastav humusa u kiselosmedem tlu manje varira unutar grupe na jednom istom supstratu, a više između grupa na različitim supstratima. Tabela 3, pak, pokazuje da li su razlike značajne ili ne.

Količina topljivog dijela humusa vrlo značajno je veća ($P = 0,999$) na željezovitom pješčaru nego na filitu i rožnjaku, a značajno veća ($P = 0,95$) na rožnjaku nego na filitu. I u $(B)_v$ -horizontu postoje iste razlike.

S obzirom da se i huminske i fulvokiseline količinski pojavljuju u jednakom odnosu između kombinacija, njihov međusobni odnos ($C_h:C_f$) znatno se ne mijenja. Ipak se uočavaju izvjesne pravilnosti. Gotovo redovito je odnos $C_h:C_f$ širi na željezovitom pješčaru nego na filitu i rožnjaku.

Prisustvo slabije razložene organske materije u kiselosmedem tlu na filitu uzrok je, vjerovatno, signifikantno manjoj topljivosti humusa u odnosu na druga dva supstrata. Kiselošću supstrata se objašnjava i uži odnos huminskih prema fulvo-kiselinama u tlu na filitu i rožnjaku. Migracijom fulvokiselina iz A_h u $(B)_v$ -horizont objašnjava se uži odnos $C_h:C_f$ u $(B)_v$ nego u A_h -horizontu kiselosmedeg tla na sva tri supstrata.

Nema značajnih razlika u količini organski vezanog aluminijuma između pojedinih varijanata, kao ni između A_h i $(B)_v$ -horizonta. Jedino u (B) -horizontu tla na filitu ima organski vezanog aluminijuma značajno više nego na rožnjaku i još više nego na željezovitom pješčaru, što se, takođe, dovodi u vezu sa aciditetom supstrata. Prema S. Z a n e l l i — (1969 a), Al-kompleksat ukazuje na agresivno dještvo humusnih spojeva na silikate, te je indikator procesa alteracije. Uočava se tendencija znatnog povećanja količine organski vezanog aluminijuma u $(B)_v$ -horizontu u odnosu na A_h -horizont tla na filitu i rožnjaku, dok te tendencije na željezovitom pješčaru nema.

Značajno i vrlo značajno su veće količine organski vezanog željeza u A_h i $(B)_v$ -horizontu kiselosmedeg tla na filitu nego na željezovitom pješčaru i rožnjaku. Količine organski vezanog željeza manje su u $(B)_v$ nego u A_h -horizontu, što znači da procesi migracije nisu prisutni (Z a n e l l i, 1969a). Samo je u tlu na rožnjaku prisutna migracija organski vezanog željeza iz A_h u $(B)_v$ -horizont.

Molarni Al/Fe odnos u A_h -horizontu kiselosmedeg tla veći je na željezovitom pješčaru nego na filitu i rožnjaku. Taj je odnos obično veći u $(B)_v$ nego u A_h -horizontu, sem varijante na rožnjaku, gdje je situacija obrnuta zbog prisutne migracije organski vezanog željeza iz A_h u $(B)_v$ -horizont.

U tabeli su navedene vrijednosti za molarni odnos $\frac{Al+Fe}{fulv. kis.}$ pa se vidi da je u $(B)_v$ -horizontu kiselosmedeg tla na filitu veći nego na rožnjaku i veći nego na željezovitom pješčaru. Molarni odnos $\frac{Al+Fe}{fulv. kis.}$ služi, prema nekim autorima (M c K e a g u e, 1968), kao kriterijum za diferenciranje A od B-horizonta. Z a n e l l i je (1969a) izvršila klasifikaciju horizonata na bazi tog odnosa. Na osnovu molarnih vrijednosti za Al/Fe i $\frac{Al+Fe}{fulv. kis.}$ iz naše tabele, kao i na osnovu pomenute klasifikacije, može se zaključiti da kiselosmede tlo na željezovitom supstratu koje smo mi ispitivali ima tipičan kambički $(B)_v$ -horizont, a da taj horizont u kiselosmedem tlu na rožnjaku i filitu čini prelaz u spodični B-horizont.

Z A K L J U Č A K

Količine ugljika u humusno-akumulativnom horizontu kiselosmedeg tla signifikantno su različite na željezovitom pješčaru, rožnjaku i filitu. S time u vezi značajno se razlikuje i C/N-odnos, kao indikator ekološke vrijednosti i forme humusa. Kiselosmede tlo na filitu je kiselije i bazama slabije zasićeno od kiselosmedeg tla na željezovitom pješčaru i rožnjaku. Većim aciditetom tla i formom humusa objašnjava se slabija topljivost humusa u kiselosmedem tlu na filitu u odnosu na rožnjak i još slabija u odnosu na željezoviti pješčar.

Odnos huminskih prema fulvokiselinama širi je u kiselosmedem tlu na željezovitom pješčaru nego na rožnjaku i filitu, širi je u A_h nego u $(B)_v$ -horizontu.

Na osnovu utvrđenih vrijednosti za organski vezane aluminijum i željezo u A_h i $(B)_h$ horizontima, kao i na osnovu molarnih $Al\ Fe \frac{Al+Fe}{fulviks}$ odnosa, može se zaključiti da je $(B)_v$ -horizont u kiselosmedem tlu na željezovitom pješčaru karakterističan za taj tip tla, dok u kiselosmedem tlu na rožnjaku i filitu čini prelaz u spodični B-horizont.

MANUŠEVA L.

Fe AND Al IN ORGANIC COMPLEXES-INDICATORS OF LOWER SYSTEMATIC UNITS BROWN ACID SOILS ON DIFFERENT SUBSTRAT

SUMMARY

We investigated brown acid soils under beech woods on iron sandstone hornblende and phyllite, intending to establish the influence of the substratum on the humus properties and on further soil evolution.

We suppose that the reason for differences in humus and soil properties is the chemical compound of substratum, specially its acidity.

Brown acid soil on iron sandstone is less acid than on hornblende and on phyllite. The degree of base saturation grows from acid soil on phyllite, across hornblende to iron sandstone, where is the highest.

The humus content in brown acid soil on iron sandstone is lower, but ecologically better than on hornblende and phyllite. The humus is lighter soluble and the $C_h:C_f$ ratio larger in brown acid soil on iron sandstone than on the other two substrata.

The fulvic acid migration is evident in soils on all three substrata

The content of Al organically complexed is larger in $(B)_v$ horizon of brown acid soil on phyllite, than on hornblende and iron sandstone, what is the sign of aggressive action of humic compounds on silicates.

The quantities of organically complexed iron in soil on phyllite are considerably larger. In soil on hornblende the migration of this element from A_h i $(B)_v$ horizon is evident.

On the basis of molar values for Al/Fe and $\frac{Al+Fe}{\text{fulv. kis.}}$, one can conclude that brown acid soil on iron sandstone has a proper cambic (B)_v horizon, which in brown acid soil on hornblende and phyllite transites in spodic B horizon.

LITERATURA

- Aleksandrova L. N. (1960): O primeneni pirofosfata natrija dlja videlenija iz počvy svobodnih gumusovih veščestv i ih organo mineral. Počvovedenie, No 2.
- Bascomb C. L. (1968): Distribution of pyrophosphate extractable iron and organic carbon in soils of various groups. The Journal of soil science, vol 19, No 2.
- Belčikova N. P. (1970): Opredelenie organičeskoga ugleroda, Fe_2O_3 i Al_2O_3 v ekstrakte s O, in $Na_4P_2O_7$. Počvovedenie, No 6, Moskva.
- Grime H., Wiechmann H. (1969): Eine Methode zur Extraktion organisch gebundenen Eisens aus Böden. Zeit. für Pfl. Ernähr. Düng. und Bodenkunde. Band 122, Heft 3.
- Kononova M. M., Belčikova N. P. (1970): Primenenie Na — pirofosfata dlja videlenija i karakteristiki železo i aljumoorganičeskikh soedinenii počvy. Počvovedenie, No 6.
- McKeague J. A. (1968): Humic-fulvic acid ratio, Al, Fe and C in pyrophosphate extracts as criteria of A and B horizons. The Journal of soil sci. Vol. 48.
- Obradović S., Sentić M. (1967): Osnovi statističke analize, Beograd. . . . (1966): Priručnik za ispitivanje zemljišta, knj. I, Beograd.
- Snidikor Dž., Kohner V. (1971): Statistički metodi, Beograd (prevod).
- Titova N. A. (1962): Željezo-gumusovy kompleksi nekatoryh počv., Počvovedenie, No 12.
- Uaijd S. A. (1971): Regresivny analiz sootnošenija meždu počvoj i rastom lesnyh kultur. Vestnik Moskovskogo Universiteta, No 2.
- Zanelli S. (1969): Asupra metodologicii de cercetare a substandelor humice si a complexelor organo-minerale din solurile de munte. Solurile muntilor Bucegi, Editura Academiei Republicii Socialiste Romana, Bucuresti.
- Zanelli S. (1969a): Complexele organominerale indicatori ai unor procese pedogenetice principale din solurile de munte. Solurile muntilor Bucegi. Editura Academiei Republicii Socialiste Romana. Bucuresti,

ZAKLJUČCI

*Simpozijuma o šumskim zemljištima održanog u
organizaciji Akademije nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine*

— U vremenu od 27—31. avgusta 1973. god. održan je na Tjentištu Simpozijum o šumskim zemljištima u organizaciji Odjeljenja prirodnih i matematičkih nauka Akademije nauka i umjetnosti BiH. Uz učešće velikog broja pedoloških stručnjaka iz svih republika, detaljno su razmatrani svi podnijeti referati i donijeti su zaključci o aktuelnim problemima proučavanja šumskih zemljišta u Jugoslaviji. ljišta u Jugoslaviji.

— Specifičnost šumskih zemljišta proizlazi iz njihove povezanosti za šumskim biocenozama, koje bitno utiču na dinamiku čitavog sistema. Vezanost šumskih zemljišta pretežno za planinske regione uslovljava takođe specifičan vodno-termički režim a i dinamiku svih komponenata koje od ovog režima zavise. Stoga se, pored opštih, javlja i niz specifičnih problema šumskih zemljišta čije rješavanje zahtijeva posebne metode rada.

— Produktivnost šumskih zemljišta i šumskih staništa mora u većoj mjeri postati objekat neposrednih proučavanja i motiv koji inspiriše svako istraživanje šumskih zemljišta.

— U oblasti neposrednog proučavanja produktivnosti šumskih zemljišta najaktuelniji problemi su:

a) iznalaženje adekvatnih mjerila produktivnosti šumskih zemljišta i šumskih staništa, kao i novih nosilaca informacija čitavog sistema;

b) utvrđivanje proizvodnih potencijala pojedinih zemljišnih sistematskih jedinica u različitim bioklimatskim regionima;

c) utvrđivanje značaja pojedinih zemljišnih i stanišnih faktora za produktivnost glavnih tipova šuma.

— Uspješno prenošenje rezultata naučnih istraživanja i pozitivnih praktičnih iskustava u odgovarajuće uslove moguće je samo ako raspoložemo dobrom klasifikacijom zemljišta i tipova šuma.

U postojećoj klasifikaciji jugoslovenskih zemljišta nisu u dovoljnoj mjeri došle do izražaja specifičnosti šumskih zemljišta, pa treba nastojati da se u klasifikaciju, jugoslovenskih zemljišta unose i kriterijumi koji su naročito važni za šumarsku interpretaciju zemljišta. To zahtijeva i razvoj odgovarajuće specifične dijagnostike zemljišnih svojstava.

— Klasifikacija tipova šuma je proizvodna klasifikacija šumskih biocenoza kao cjeline i predstavlja zajednički zadatak pedologa, fitocenologa i stručnjaka za uzgoj šuma i nauke o prirastu. Postojanje više različitih varijanata klasifikacije tipova šuma u nas, ma koliko da je u prvoj fazi razvoja razumljivo ne može dovesti do punog praktičnog rezultata i efikasne izmjene iskustava. Stoga bi u narednom periodu trebalo težiti ujednačavanju tipoloških sistema.

— Stacionarno i eksperimentalno istraživanje vodnog režima, režima elemenata mineralne ishrane i režima organskih materija jeste put da se dublje upoznaju najbitnija svojstva šumskih zemljišta u njihovoj dinamici.

— U proučavanju vodnih osobina zemljišta potrebno je odabrati takve analitičke metode koje će, uzimajući u obzir skeletnost zemljišta, dati rezultate pouzdanih vrijednosti.

— Metodama stacionarnog praćenja dinamike vode u zemljištu i promjena vodno-fizičkih svojstava treba dati prednost u fizici zemljišta, jer pravi značaj vode, kao ekološkog faktora, može pouzdano da se prosuđuje jedino na osnovu ovih informacija.

— Primjena mineralnih đubriva na prirodnim šumskim staništima treba da se zasniva na poznavanju rasporeda i oblika hranjivih elemenata u pojedinim tipovima šuma i na poznavanju iznošenja iz tog sistema (sječa, erozija, požari, enormna mineralizacija itd.).

Pouzdana pokazatelji za primjenu mineralnih đubriva u šumama mogu se dobiti inventarisanjem bioelemenata u različitim tipovima šuma, određivanjem brzine kruženja materija između pojedinih dijelova ekosistema (unutrašnji obrti) i utvrđivanjem adekvatnih metoda za dijagnosticiranje stanja hranjivih elemenata u ekosistemu.

— Proučavanje bioloških procesa u šumskim zemljištima bilo je u nas, i pored evidentnih rezultata, zapostavljeno. Pri intenziviranju ovih istraživanja treba naročitu pažnju posvetiti ulozi mikroorganizama u transformaciji mineralnog dijela zemljišta i stvaranju organomineralnog kompleksa.

— Procesi transformacije organskih materija treba da budu predmet kompleksnih istraživanja pedologa i pedobiologa (mikrobiologa i pedofaunista). Pri tome, pored inventarizacije, težište treba staviti na funkcije organizama u procesima razlaganja organskih ostataka, zatim na sintezu humusa i dinamiku asimilativa. Ta istraživanja treba u većoj mjeri da budu povezana sa fitocenološkim istraživanjima.

— Pored nastojanja da se što preciznije utvrde sve komponente humusa, uključujući i njegov nespecifični dio, treba posvetiti više pažnje značaju humusa za pedogenetske procese i produktivnost šumskih zemljišta. Proučavanje makromorfologije i mikromorfologije humusnih formi može pružiti dobru osnovu za brzu dijagnozu režima organskih materija u tlu, od čega u najvećoj mjeri zavisi trofičnost šumskog staništa.

— Šumska biocenoza je složen sistem, za čije istraživanje je potrebno stalno usavršavati metode rada i način prikazivanja rezultata. Pri tome treba razviti široku skalu metoda diferenciranih prema svrsi istraživanja, i naročito insistirati na uvođenju savremenih model-eksperimentata, matematičkog modeliranja i na adekvatnoj primjeni statističkih metoda u obradi eksperimentalnog materijala.

— Aktualnost problema zaštite čovjekove sredine zahtijeva da se šumsko zemljište i šumske biogeocenoze istražuju i tretiraju ne samo kao objekt proizvodnje, već i kao sistem čije narušavanje može prouzrokovati nepovratno uništavanje prirodnih resursa.

CONCLUSIONS:

The Symposium on forest soils was organized at Tjentište from 27th to 31st of August 1973. by Department of natural and mathematical sciences of the Academy of arts and sciences.

All reports submitted at Symposium are largely discussed by great number of Yugoslav pedologist and the conclusions concerning up to date problems of researches of forest soils in Yugoslavia are given at the end of the Symposium.

— Peculiarity of forest soils results from their connection with forest biocenosis which influences greatly upon dynamics of whole system. This connection of forest soils with mostly mountainous regions conditions specific hydro-thermic regime as well as dynamics of all components which depend upon this hydro-thermic regime. Therefore, the specific problems of forest soils, the solving of what demands particular method of work, appear besides the common problems.

— Productivity of forest soils and forest sites has to be more an object of direct researches and inspiratory motive of every research of forest soils.

In the domain of researches of productivity of forest soils the up to date problems are:

a) the finding out of adequate measures of productivity of forest soils and forest sites as well as new indices of the whole system;

b) the establishment of productional potentialities of particular soil taxonomic units in different bio-climatic regions;

c) the establishment of importance of particular soil and site factors for productivity of main forest types.

— A successful transfer of the results of researches and positive practical experiences in corresponding conditions is possible only if we have good classification of soils and forest types.

In existing classification of yugoslav forest soils the peculiarities of forest soils are not pointed out enough, therefore one has to try to put in the classification of yugoslav soils the criterions which are very important for foresters' interpretation of soils. The development of specific diagnosis of soil characteristics demands it also.

— The classification of forest types is a productional classification of forest biocenosis as the whole and it represents common aim of pedologists, plant sociologists, specialists for forest management and yield researches. The existence of several variants of classification of forest soils in Yugoslavia, though very usefull in the first development phase, can not bring to the practical results and efficacious exchange of experiences. The main tendency in the future has to be unification of forest types systems.

— Stationary and experimental researches of water regime, regime of nutrients and regime of organic matter is the way for better knowledge of main particularities of forest soils in their dynamics.

— In research of water qualities of soils, it is necessary to find the analytic methods which will, taking care of soil skeleton, give results of the reliable values.

— In the physics of soil, the advantage has to be given to the methods of stationary company of water soil dynamics and to the methods of the changes of hydro-physical characteristics, because the right significance of soils water as ecological factor, can be reliably evaluated only on behalf of these informations.

— The application of fertilizers on natural forest sites has to be based upon the knowledge of distribution and form of nutritive elements in particular forest types and on the knowledge of output of this system (cutting, erosion, fire, accelerated mineralization...)

The reliable indices for application of fertilizers in forest soils can be obtained by inventory of bioelements in different forest types, by definition of intensity of biological cycling among particular parts of ecosystem (inside cycling) and by establishment of adequate methods for diagnostics of the status of nutritive elements in ecosystem.

— Researches of biological processes in forest soils was neglected in Yugoslavia though some results were evident. Besides the intensification of these researches the attention has to be paid to the contribution of microorganisms in transformation of mineral part of soil and to the formation of organomineral complexion.

The processes of transformation of organic matter should be the object of complex researches of pedologists and pedobiologists (microbiologists and pedofaunists). Besides the inventory, the function of organisms in processes of dissimilation of organic remains, then synthesis of humus and dynamics of assimilations should be emphasized. These researches should be largely connected with fitocenological researches.

Besides the endeavour to establish all components of humus, including also its nonspecific part, the greater attention should be paid to the significance of humus for pedogenetic processes and productivity of forest soils. The study of micromorphology and micromorphology of humus forms can offer a good base for quick diagnosis of regime of organic matter in soil, on which depends mostly trophicity of forest sites.

— Forest biocenosis is a complex system and for its research the method of work and the way of demonstration of results should be improving constantly. The large scale of methods of differentiation according to the purpose of research should be developed and modern model-experiments, mathematical modelling and adequate application of statistic method in data processing should be introduced particularly.

— The importance of the problem of environment protection requires the treating and researching of forest soils and forest ecosystem not only as an object of productivity but as a system, the disturbance of which could caused an incorrigible destruction of natural resources.

А П С Т Р А К Т И



Čirić M. (1974): SOME PROBLEMS OF INVESTIGATION OF FOREST SOILS PRODUCTIVITY. Simpozijum o problemima istraživanja šumskih zemljišta, POSEBNA IZDANJA Akademije nauka i umjetnosti BiH, knjiga XXIII, Odjeljenje prirodnih i matematičkih nauka, knjiga 5., Sarajevo, 1974.

A review of literature and main problems of forest soils productivity has been discussed in this paper.

Cestar, D. Martinović, J. Pelcer, Z. (1974): CORRELATION ANALYSIS OF THE PRODUCTIVITY OF SELVER FIR (ABIES ALBA MILL.) AND CERTAIN SOIL PROPERTIES IN THE KARST REGION OF WESTERN CROATIA. Simpozijum o problemima istraživanja šumskih zemljišta, POSEBNA IZDANJA Akademije nauka i umjetnosti BiH, knjiga XXIII, Odjeljenje prirodnih i matematičkih nauka, knjiga 5., Sarajevo, 1974.

The authors concluded that of all the studied soil properties (percentage of humus nitrogen and clay, as well as pH, A horizon and soil depth), the productivity of Silver Fir is most influenced by soil depth, especially of the brown soil on limestone.

The grouping according to the ecological groups of low growth also proved justified.

Milojković, D. Jović, N. Jović, D. (1974): THE INFLUENCE OF SOIL ON PRODUCTIVITY OF THE COMMON OAK IN THE UPPER SREM. Simpozijum o problemima istraživanja šumskih zemljišta, POSEBNA IZDANJA Akademije nauka i umjetnosti BiH, knjiga XXIII, Odjeljenje prirodnih i matematičkih nauka, knjiga 5., Sarajevo, 1974.

The influence of soil — luvi eutric cambisol and eutric cambisol, aluvial pararendzina luvi chernozem and lichen chernozem on the productivity of common oak (*Quercus pedunculata*) in upper Srem has been studied in this paper.

Čirić, M. Burlica, Č. Vukorep, I. Beus, V. (1974): THE INFLUENCE OF SITE FACTORS ON THE PRODUCTIVITY OF BEECH FORESTS IN BOSNIA AND HERCEGOVINA. Simpozijum o problemima istraživanja šumskih zemljišta, POSEBNA IZDANJA Akademije nauka i umjetnosti BiH, knjiga XXIII, Odjeljenje prirodnih i matematičkih nauka, knjiga 5., Sarajevo, 1974.

Studies of dependence of productivity of beech forests site factors on distric cambisols has been carried out. Multiple regression analysis with 37 independent variables has shown that the most important for yield were soil properties indicating their nutrient status.

Burlica, Č. (1974): THE PROBLEMS OF INVESTIGATION OF MOISTURE REGIME IN FOREST SOILS. Simpozijum o problemima istraživanja šumskih zemljišta, POSEBNA IZDANJA Akademije nauka i umjetnosti BiH, knjiga XXIII, Odjeljenje prirodnih i matematičkih nauka, knjiga 5., Sarajevo, 1974.

A review of literature and actual problems in soil physics and soil-water relationships has been done, as well as the suggestions for farther investigation in the future.

Resulović, H. Vlahinić, M. Haki, Z. (1974): SOME PARTICULARITIES OF INVESTIGATION OF SKELETON SOILS. Simpozijum o problemima istraživanja šumskih zemljišta, POSEBNA IZDANJA Akademije nauka i umjetnosti BiH, knjiga XXIII, Odjeljenje prirodnih i matematičkih nauka, knjiga 5., Sarajevo, 1974.

The difficulties of investigation of skeleton soils have been emphasized in this paper, particularly as concerned their water physical properties. 5 methods for the measurement so called partial or active bulk density were used. The method using plastic sheet was very simple, and it is recommended for quick analyses. It was found in this investigation that skeleton with small diameter (2,0—0,2 cm) contains water, what is very important from the ecological point of view.

Mayer, B. (1974): CONTRIBUTION TO INVESTIGATIONS ON THE MOISTURE REGIME OF PSEUDOGLEY UNDER FOREST VEGETATION. Simpozijum o problemima istraživanja šumskih zemljišta, POSEBNA IZDANJA Akademije nauka i umjetnosti BiH, knjiga XXIII, Odjeljenje prirodnih i matematičkih nauka, knjiga 5., Sarajevo, 1974.

The effect of clear felling of a one hundred-year-old forest of *Quercus petraea* Liedl on the moisture régime in sloping (terrace) pseudogleys in North-Western Croatia (Jastrebarsko) was investigated. The operation increased considerably length of the wet phase of the pseudogleys to the detriment of the moist phase, while the dry phase in a two-year period of investigations was not established. Oscillations of momentary moisture were greater in soils under forest than those on open surfaces. In the winter-spring period the soil under forest and in the open is completely saturated with water, while larger amounts are accumulated in the soil under forest cover. In the vegetation period the soil under forest becomes moist more rapidly, but it also dries up more rapidly than the one on the felling strip.

Burlica, Č. Prolić, N. Haki, Z. (1974): THE RAINFALLS IN REGION TREBINJE AND ITS INFLUENCE ON THE RADIAL INCREMENT OF *PINUS HALEPENSIS* AND *PINUS NIGRA*. Simpozijum o problemima istraživanja šumskih zemljišta, POSEBNA IZDANJA Akademije nauka i umjetnosti BiH, knjiga XXIII, Odjeljenje prirodnih i matematičkih nauka, knjiga 5., Sarajevo, 1974.

The characteristics of rainfalls in the region Trebinje and the correlation between amount of rainfalls (period 1895—1970) for Trebinje station) and radial current increment of Aleppo and Black Pine in plantation have been studied in this paper.

Vukoper, I. (1974): UNTERSUCHUNGSPROBLEMATIK DES NAHRSTOFF-HAUSHALTES DER WALDOKOSYSTEME UND DER FORSTDÜNGUNG. Simpozijum o problemima istraživanja šumskih zemljišta, POSEBNA IZDANJA Akademije nauka i umjetnosti BiH, knjiga XXIII, Odjeljenje prirodnih i matematičkih nauka, knjiga 5., Sarajevo, 1974.

Der Verfasser betrachtet bisherige Untersuchungsergebnisse und betont folgende Problemgruppe:

— Feststellen der Bioelementeninventur bei Ökosystemen in verschiedenen Waldtypen.

— Aufstelle der Geschwindigkeit des Kreislaufs innerhalb einzelner Waldtypen.

— Ausarbeiten von Bodenuntersuchungsmethoden für die Düngungsanwendung und Aufstellen mathematischer Modelle von Simulationen über die Bewegung einzelner Elemente in verschiedenen Waldtypen.

Dekanić, I. (1974): DIE WIRKUNG DER DÜNGUNG MIT VERSCHIEDENEN MINERALDÜNGERN AUF DIE ROHHOLZERZEUGUNG IN DER ZÖNOSE DER TRAUBENEICHE UND HEINBUCH. Simpozijum o problemima istraživanja šumskih zemljišta, POSEBNA IZDANJA Akademije nauka i umjetnosti BiH, knjiga XXIII, Odjeljenje prirodnih i matematičkih nauka, knjiga 5., Sarajevo, 1974.

In den natürlichen Beständen von Traubeneiche und Hainbuche (*Quercus-Carpinetum croaticum* Horv.) wurde unter Anwendung mineralischer Düngung, die Stickstoffs enthalten erhöhte Holzproduktion festgestellt.

Martinović, J. (1974): ENERGY OF ACCUMULATION OF BIOELEMENTS IN THE LEAVES OF THE FOREST TREES IN ISTRA. Simpozijum o problemima istraživanja šumskih zemljišta, POSEBNA IZDANJA Akademije nauka i umjetnosti BiH, knjiga XXIII, Odjeljenje prirodnih i matematičkih nauka, knjiga 5., Sarajevo, 1974.

The assumption that autochthonous tree species in the area of Istria — in dependence on their biological characteristics and soil conditions — possess different intensities of P, K, Ca and MG accumulation, was investigated. Investigations have demonstrated that the energy of accumulation of bioelements depends on both stated factors to a considerable extent.

Popović, B. (1974): INFLUENCE OF LIME AND PHOSPHORUS FERTILIZERS UPON ACCUMULATION OF MINERAL NITROGEN IN INCUBATION EXPERIMENTS OF FOREST SOILS. Simpozijum o problemima istraživanja šumskih zemljišta, POSEBNA IZDANJA Akademije nauka i umjetnosti BiH, knjiga XXIII, Odjeljenje prirodnih i matematičkih nauka, knjiga 5., Sarajevo, 1974.

The short — and long-term incubation experiments were carried out with soil samples (humus and mineral soil) of iron-humus podzol and forest brown soil by pretreatment with lime and phosphorus.

An increasing of mineral nitrogen accumulation for the short time (8—10 weeks) after liming was observed, but the long — term incubation (2 years) showed a negative effect of the liming. The nitrification after liming was occurred in the brown soils.

Popović, B. (1974): INFLUENCE OF LIME AND PHOSPHORUS FERTILIZER ON SOIL AFFECTED BY ADDITION OF LABELLED ^{15}N FERTILIZER NITROGEN. Simpozijum o problemima istraživanja šumskih zemljišta, POSEBNA IZDANJA Akademije nauka i umjetnosti BiH, knjiga XXIII, Odjeljenje prirodnih i matematičkih nauka, knjiga 5., Sarajevo, 1974.

The short-term incubation experiment was carried out with the peat soils varying in the total nitrogen content, by pretreatment with ^{15}N labelled ammonium-sulphate and calcium nitrate. After high immobilisation of added mineral nitrogen in the initial stages of incubation a very expressed »priming effect« was found in peat with low total nitrogen content. Both form of the added nitrogen proved to be an equal source of nitrogen for microorganisms.

Manuševa, L. (1974): THE ORGANIC MATTER IN SOILS UNDER FOREST VEGETATION. Simpozijum o problemima istraživanja šumskih zemljišta, POSEBNA IZDANJA Akademije nauka i umjetnosti BiH, knjiga XXIII, Odjeljenje prirodnih i matematičkih nauka, knjiga 5., Sarajevo, 1974.

A review of literature relating to humus investigation in forest soils, as well as the discussion of main problems which have to be the subject of further investigation, have been presented in this paper.

Skorić, A. (1974): LEAF LITTER AND HUMUS AT VARIOUS SILVICULTURAL MEASURES IN FOREST OF SESSILE OAK AND HORNBEAM ON PSEUDOGLEY. Simpozijum o problemima istraživanja šumskih zemljišta, POSEBNA IZDANJA Akademije nauka i umjetnosti BiH, knjiga XXIII, Odjeljenje prirodnih i matematičkih nauka, knjiga 5., Sarajevo, 1974.

The young oak and hornbeam stand on pseudogley, was thinned out by approx. 30 % and then fertilized in several treatments. The research work also included the investigation of the leaf fall and humus during a 5 year period.

The author presents the results concerning the quantity and chemical composition of the leaf fall, the return of the nutrients into the soil and quality of the original organic mass of leaves (the ratio of C:N and C:P), which vary in experimental treatments.

A summary was also made of the obtained data on the quantity and character of the humus in the horizons O and A at the beginning and at the end of the experimental period.

Tešić, Z. Veselinović, N. (1974): MICROBIOLOGICAL INVESTIGATIONS OF FOREST SOIL IN YUGOSLAVIA — PRESENT STATUS AND PERSPECTIVE. Simpozij o problemima istraživanja šumskih zemljišta, POSEBNA IZDANJA Akademije nauka i umjetnosti BiH, knjiga XXIII, Odjeljenje prirodnih i matematičkih nauka, knjiga 5., Sarajevo, 1974.

A review of microbiological investigations of forest soils made so far, as well as the recommendation for further investigations and improvement of methods and organisation are given in this paper.

Veselinović, N. and Marković, D. (1974): THE INFLUENCE OF SILVICULTURAL MEASURES ON GENERAL BIOGENICITY AND PEDOLOGICAL OF SOIL UNDER SPRUCE FORESTS ON THE MOUNTAIN KOPAONIK. Simpozijum o problemima istraživanja šumskih zemljišta, POSEBNA IZDANJA Akademije nauka i umjetnosti BiH, knjiga XXIII, Odjeljenje prirodnih i matematičkih nauka, knjiga 5., Sarajevo 1974.

In spruce forests which take central part of the mountain Kopaonik, influence of the most suitable thinnings (high intensity and selective thinning of a lesser intensity) on the dynamic of soil microflora and pedological properties of soil, have been investigated. Derived results from two sample plots are given. The first analysis was made in 1966 and the second during 1968.

Bogdanović, M. Tešić, Ž. Todorović, M. Gigov, A. (1974): THE PEAT — BOG »SENDEROVA BARA« AT HAN KRAM ON ROMANIA MOUNTAIN AND THE PROPERTIES OF ITS PEAT. Simpozijum o problemima istraživanja šumskih zemljišta, POSEBNA IZDANJA Akademije nauka i umjetnosti BiH, knjiga XXIII, Odjeljenje prirodnih i matematičkih nauka, knjiga 5., Sarajevo, 1974.

There are three ecological environments in this peat-bog. Forest peat-bog belongs to the transitive type, but the woody peat was approached to the lowland type. Meadow peat — bog belongs to the transitive type also, but with the grass-moss peat type. Forest-meadow peat-bog belongs to the transitive type also, with the moss-grass peat, but the surface layer moss peat is approached to the high peat type. Pollen diagrams belong to »the middle balkanic pre-mountainous type«.

Živadinović, J. (1974): DISTRIBUTION OF PODURIDAE ONYCHIURIDAE AND ISOTOMIDAE (COLLEMBOLA) IN DIFFERENT SOILS AT MAGLIĆ MOUNTAIN. Simpozijum o problemima istraživanja šumskih zemljišta, POSEBNA IZDANJA Akademije nauka i umjetnosti BiH, knjiga XXIII, Odjeljenje prirodnih i matematičkih nauka, knjiga 5., Sarajevo, 1974.

Collembola (Poduridae, Onychiuridae and Isotomidae) habitats were investigated in 46 locality in Maglić Mountain.

Great variety in composition and number of species of Poduridae, Onychiuridae and Isotomidae was found in locality, depending on properties of soils and substratum, on plant association, and altitude. In soils with AC profile at Maglić the conditions for life of great number of species and individuals are very favourable.

Koledin, D. (1974): SECONDARY PRODUCTION OF ARTHROPODS AND OLIGOCHAETA IN THE LITTER AND THE SOIL OF THE COMMUNITY QUERCETO — CARPINETUM SERBICUM (MOUNTAIN F. GORA). Simpozijum o problemima istraživanja šumskih zemljišta, POSEBNA IZDANJA Akademije nauka i umjetnosti BiH, knjiga XXIII, Odjeljenje prirodnih i matematičkih nauka, knjiga 5., Sarajevo, 1974.

The production of the most important litter and soil animals like insects, spiders, millipeds and earth worms was studied in the oak hornbeam forest on the mountain F. gora. Differences have been established as to their number and biomass in various seasons, as well as the differences in their production in the soil and litter. It was found that 75 per cent of the total biomass was produced in the soil and 25 per cent in the litter.

Antić, M. Jovanović, B. Jović, N. Avdalović, V. (1974): THE PROJECT OF FOREST SOILS CLASSIFICATION IN YUGOSLAVIA. Simpozij o problemima istraživanja šumskih zemljišta, POSEBNA IZDANJA Akademije nauka i umjetnosti BiH, knjiga XXIII, Odjeljenje prirodnih i matematičkih nauka, knjiga 5., Sarajevo, 1974.

A proposal of forest soils classification in Yugoslavia is given in this paper. The basic criteria for separation of systematic units are type of humus and morphogenetic composition of profile. The highest systematic unit—the genus, is separated on the basis of watering degree, namely aeration.

Zonn, S. V. (1974): PRINCIPLES AND METHODS OF SOIL INVESTIGATION BY RESEARCH OF FOREST TYPES. Simpozijum o problemima istraživanja šumskih zemljišta, POSEBNA IZDANJA Akademije nauka i umjetnosti BiH, knjiga XXIII, Odjeljenje prirodnih i matematičkih nauka, knjiga 5., Sarajevo, 1974.

Considering the essence of forest — soils relationships and methodological problems, the author proposes basic criteria for classification of forest types.

Manuševa, L. (1974): Fe AND Al IN ORGANIC COMPLEXES — INDICATORS OF LOWER SISTEMATIC UNITS BROWN ACID SOILS ON DIFFERENT SUBSTRATUM. Simpozijum o problemima istraživanja šumskih zemljišta, POSEBNA IZDANJA Akademije nauka i umjetnosti BiH, knjiga XXIII, Odjeljenje prirodnih i matematičkih nauka, knjiga 5., Sarajevo, 1974.

The humus content in brown acid soil on phyllite is significantly higher than on iron sandstone and hornblende. C/N ratio differs as differ also the soil acidity, humus quality, humus solubility. $C_h:C_f$ ratio is wider in brown acid soil on iron sandstone than on phyllite and hornblende.

The values of iron and aluminium organically complexed and the molar ratios Al/Fe and $\frac{Al+Fe}{fulv \cdot acid}$ indicate that brown acid soil on iron sandstone has a proper cambic (B), horizon, which in brown acid soil on hornblende and phyllite transites in spodic B horizon.

