

**Dr Nikola Miljković**  
Poljoprivredni fakultet, Novi Sad

## **REZULTATI UPOREDNOG ODREĐIVANJA BORA U ZEMLJIŠTU HEMIJSKIM I BIOLOŠKIM METODOM**

### **UVOD**

Mikroelemenat bor, jedan od 16 mineralnih elemenata (koji su hemijskom analizom nađeni u biljnoj supstanci) može se smatrati i kao hranljiv i kao toksičan. Najme, bor je biljkama potreban u ekstremno malim količinama. Njegova je uloga vrlo velika ne samo u fiziologiji bilja već i životinja koje se hrane tim biljkama. U tom slučaju bor ima funkciju hranljivog elementa, katalitičku, stimulativnu i potpomaže transport asimilativa.

Francuski naučnik Gabriel Bertrand, bio je prvi, koji je još 1909. god. ukazao da je bor u neznatnim količinama bitan za normalno razviće biljaka. Premda i Waringtonovu (1923) iz eksperimentalne stanice u Rotamsteadu smatraju pretečom istraživanja bora i njegovog značaja: ona je dokazala da je bor apsolutno neophodan za formiranje kvržica na korovom sistemu graška, u krajnjoj liniji za azotofiksaciju. Stoga je poznati američki naučnik Troug u pravu kad kaže da »će biljka zadržati svoj porast u istoj meri bez bora kao i u nedostatku fosfora ili kalijuma, koje inače zahteva u značajnim količinama«.

Međutim, značaj rastvorljivog bora sa gledišta saliniteta zemljišta leži u njegovoj izuzetnoj toksičnosti prema većini biljaka, kada je on prisutan i u relativno malim količinama. Bor je verovatno najtoksičniji element, koji je nađen u slatinama, jer je izrazito otrovan za mnoge biljne vrste.

Toksičnost bora može da dođe do izražaja naročito u aridnim i semi-aridnim zemljištima, u kojima se na površini usled slabog ispiranja, nakupljaju borati natrijuma i kalcijuma. Toksične koncentracije bora utvrđene su u vodnom ekstraktu u većini analiziranih vojvođanskih slatina (12, 13). Iz tih razloga je potrebno i ovaj sastojak uzimati u obzir kao značajan faktor pri dijagnozi i melioraciji ovih zemljišta.

Sem toga, oštećenja od suviška bora mogu da nastupe i putem đubrenja. U praksi su poznata dva slučaja toksičnog efekta: 1) usled nakupljanja bora koji se često unosi kao primesa prekomernih količina mineralnih đubriva ili kao posledica đubrenja stajnjakom, koji je prethodno tretiran bornom kiselinom u cilju uništenja larvi i insekata u njemu.

Biljne vrste pokazuju različite zahteve prema boru (monokotilne manje od dikotile) i različitu otpornost prema njegovom suvišku u zemljištu. Tako npr., koncentracije koje su potrebne za porast biljaka pretencioznih prema ovom sastojku, mogu biti taksične za biljke osetljive prema boru. S obzirom na vrlo uski limit, koji postoji između adekvatnih i toksičnih količina bora, treba primeni bornih đubriva pristupiti vrlo oprezno naročito na lakšim zemljištima.

Obzirom na veliki značaj fiziološke uloge bora, njegovo poreklo, sadržaj i oblike njegove različite pristupačnosti u zemljištu, postoji vrlo

obimna stručna literatura u svetu. Sama bibliografija s kratkim izvodima dosadašnjih mnogobrojnih i svestranih proučavanja bora u zemljištu, vodama i biljnom i životinjskom materijalu, raznih metoda određivanja bora itd. sačinjava nekoliko tomova velikog formata.

Međutim, u domaćoj literaturi u pogledu istraživanja bora, postoje prilično oskudni podaci. Prva (dosad objavljena) proučavanja sadržaja bora u našim zemljištima vezana su za Miljkovića (12, 13), Kosanovića (11), Jekića (8), Filipovskog (4), Petijevića (16).

Svrha ovog rada je da doprinese opštoj težnji, da se mikroelementima obzirom na njihov veliki značaj pokloni odgovarajuća pažnja u budućem programu istraživanja hemije zemljišta, fiziologije i ishrane bilja.

U ovom radu poseban je naglasak dat na prikaz uporednih analiza lako pristupačnog bora hemijskim i biološkim putem, u cilju preporuke ovog ili onog postupka za naučna i rutinska određivanja, obzirom na njihove prednosti, odnosno nedostatke. Stoga ovde neće biti reči o tehnici pojedinih metoda, koje se detaljno mogu naći u pristupačnim publikacijama navedenim u literaturi pod brojem (1, 2, 3, 5, 6, 7, 9, 18, 19, 20). Ove se metode inače navode i u priručniku za ispitivanje zemljišta, knjiga I, u izdanju Jugoslovenskog društva za proučavanje zemljišta, koji je nedavno izašao iz štampe.

#### OSVRT NA HEMIJSKE METODE ODREĐIVANJA BORA

Postoji više hemijskih postupaka određivanja sadržaja bora u zemljištu, vodi i biljnom materijalu: — kolorimetrijski postupak upotrebljavajući karmin, kvinalizirin ili kurkumin za razvijanje boje: — titrimetrijski postupak.

Postupak razvijanja boje pomoću karmin-sumporne kiseline ima tu prednost što vreme stajanja i temperaturne promene pri razvijanju boje nisu od presudnog značaja. Sem toga, metoda je pogodna za određivanje većih koncentracija bora u zemljištu i biljnom materijalu.

Postupak razvijanja boje pomoću kvinalizarin-sumporne kiseline pogodan je za određivanje bora od 0,2 do 8 mikrograma (0,0002—0,008 mg) u finalnom alikvotu od 1 ml. Međutim, intenzitet bojenja sa kvinalizarinom je osetljiv, ne samo na koncentraciju  $H_2SO_4$ , već i na temperaturne promene. Iz tih razloga, nužno je sprečiti svaki uticaj vlažnog vazduha na ovu reagensiju.

Postupak razvijanja boje pomoću kurkumina. (Curcumin Eastman Kodak No. 1179). Ukratko princip ovog postupka je taj, što rastvor kurkumina u eteru, acetonu ili etil alkoholu gradi obojen kompleks sa borom. Boja varira od žutozelene do ružine, crvene boje, u zavisnosti od koncentracije bora. Ovaj postupak ima niz prednosti nad kvinalizarin postupkom: a) nema korozionog rastvarača, kao konc.  $H_2SO_4$ ; b) nema osetljivosti na male temperaturne promene rastvora koji se očitava, niti na vlažnost vazduha kao rastvor kvinalizarin-sumporne kiseline; c) ima oštro spektralno izdvajanje između boje same reagensije i boje koja je uslovljena prisustvom bora; d) alikvot ekstrakta za neposredno određivanje može se odmah

uzeti, bez prethodne pripreme, te se znatno dobija u vremenu. Izuzetak čini slučaj kada uzorak zemljišta sadrži nitrata više od 2 mg/100 g, zbog čega treba postupiti kao kod kvinalizarin metode; e) i najzad, prednost je svakako i u tome što se u alikvotu od 1 ml može odrediti posve male količine od 0,2 do 5 mikrograma (0,0002—0,005 mg).

Sem pomenutih kolorimetrijskih postupaka, bor se može u makro i semimikro-količinama odrediti i putem titracije. Pri tome može biti primenjen direktan metod titracije u prisustvu brom timolplavog kao indikatora i elektrometrijski metod titracije pomoću staklene elektrode.

Princip ovog postupka sastoji se u tome što dodavanje manitola jednom neutralnom, nepuferovanom rastvoru mešovityh soli, koji u slučaju da sadrži bora, postaje kiseo. Da bi se povratila početna reakcija sredine (pH 7) rastvor treba titrisati sa odgovarajućom količinom standardnog rastvora jedne alkalije. Utrošena količina alkalije je upravo tačno merilo prisustva bora u rastvoru.

#### ANALIZE BORA U ZEMLJISTU

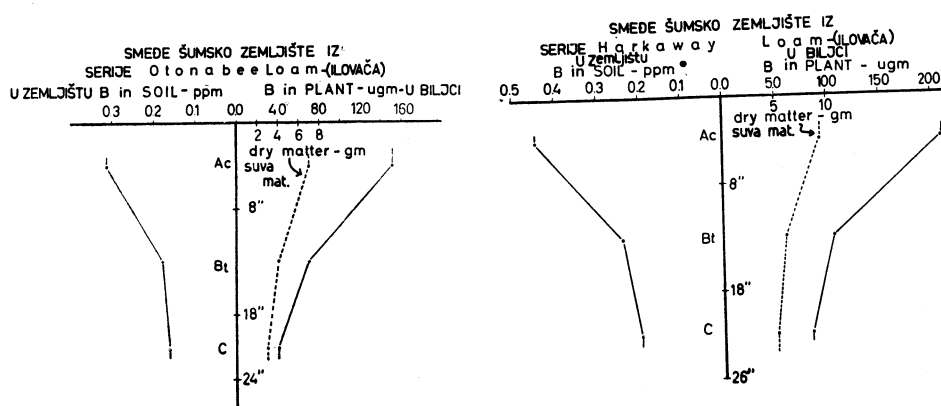
Obzirom da se bor u zemljištu javlja u više oblika pristupačnosti to načini njegove ekstrakcije mogu biti različiti. Brojne analize su pokazale, da se jedan deo ukupnog bora u zemljištu rastvara u vodi, jedan deo u kiselinama a izvestan deo može da ostaje kao nerastvorljiv (turmalin ili drugi otporni borosilikati). Vodorastvorni bor smatra se kao oblik, koji je neposredno biljkama pristupačan. Međutim, ekstrakcija čak i u razblaženim kiselinama uslovljava poteškoće kod karbonatnih zemljišta i pri tome može biti ekstrahovan bor iz organskih koloida ili iz njegovih precipitata, koji sačinjavaju deo ukupnog bora.

Posle brojnih eksperimenata (na bazi prethodnog dodavanja poznatih količina borne kiseline zemljištima, koja nisu uopšte sadržala vodorastvornog bora, da bi se nakon sušenja vrućom vodom u toku 5 min postigla potpuna ekstrakcija dodatih količina bora), 1940. god. Berger i Troug ukazuju na savršenu korelaciju između sadržaja bora u lišću repe i vodorastvornog bora u zemljištu koji je dobijen pomoću ekstrakcije vrućom vodom u toku 5 minuta. Nešto kasnije, 1941. god. De Turk i Olson potvrđuju da je vodorastvorni bor realni pokazatelj njegove pristupačnosti u zemljištu. Tako je ovaj način ekstrakcije bora u odnosu zemljište-voda 1:2, prihvaćen kao najbolji postupak, poznat pod nazivom »ravnotežna ekstrakcija« (Equilibrium Extraction).

U cilju uporednog proučavanja metoda u postupak su bili uzeti uzorci iz profila nekih glavnih tipova zemljišta Kanade: gajnjače, lesivizanog smeđeg zemljišta, podzola i treseta.

Proučavanja na genetičkoj bazi (iz čitavog profila) ne pružaju samo evidenciju o prisustvu bora, već i o njegovoj distribuciji duž preseka zahvatajući i matični supstrat. On pruža više informacija o poreklu i akumulaciji bora u zemljištu i konačno o stanju bora u dubljim slojevima i mogućnostima za njegovo usvajanje korenovim sistemom višegodišnjih biljaka (lucerka, voćke) koje su pretenciozne prema boru.

Rezultati analiza bora u zemljištu i biljnom materijalu prikazani su grafički (sl. 1, 2, 3, 4). Na desnoj strani grafikona prikazani su grafički, odnosno izražavaju se: količine bora u mikrogramima apsorbirane od strane pet biljaka suncokreta, koje su rasle u različitim horizontima zemljišta i težine njihove suve materije. Krive sadržaja bora u biljnom materijalu zavisno se poklapaju sa krivama vodorastvornog bora u profilu, ukazujući očigledno da je ekstrakcija vrućom vodom zadovoljavajuće merilo pristupačnog bora u zemljištu.



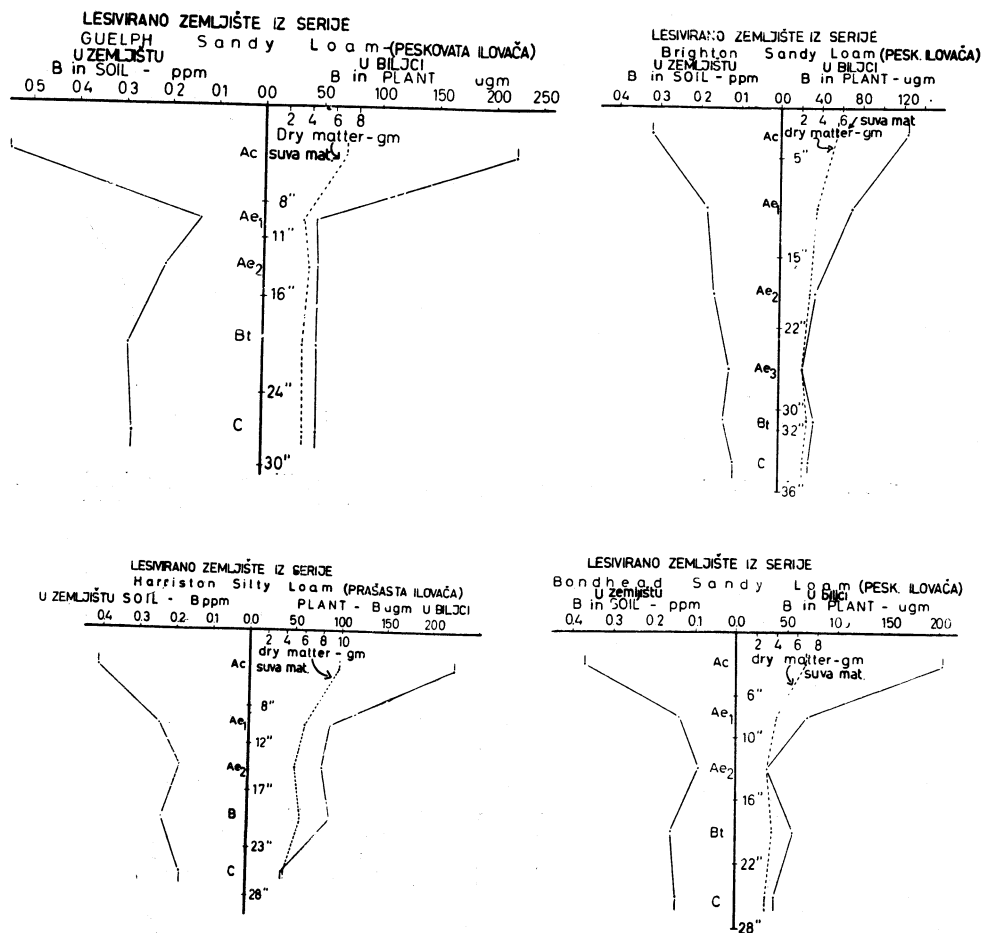
**Slika 1.** — Korelacija između vodorastvornog bora u profilu smeđe šumskog zemljišta iz Kanade i apsorbiranog bora od strane 5 biljaka, koje su rasle u različitim horizontima tog zemljišta

Correlation between the available boron in profile of Brown Forest Soils from Canada and the boron absorbed by 5 sunflower plants grown into its different horizons.

Interpretacija dobijenih rezultata može se sumirati ovako:

— najveće koncentracije bora (0 . 32,0 . 44,0 . 55 p.p.m.) javljaju se u površinskim (Ac ili Ah) horizontima kod svih mineralnih tipova zemljišta, a zatim sa dubinom postepeno opadaju, naročito u Ae (eluvijalnom) i peskovitim C-horizontima. U B horizontima se zapaža retencija bora u izvesnom stepenu, u zavisnosti već od sadržaja gline u njima. Drugim rečima, distribucija bora pravilno prati diferencijaciju profila na genetičke horizonte.

— Stanje vodorastvornog bora ukazuje da u ovim zemljištima, (naročito u lesiviranim smeđim zemljištima i pravim podzolima) postoje dva suprotna procesa: biološka akumulacija i migracija bora. Susret ili ravnoteža ovih dvaju procesa je verovatno u B-horizontu, koji se javlja kao

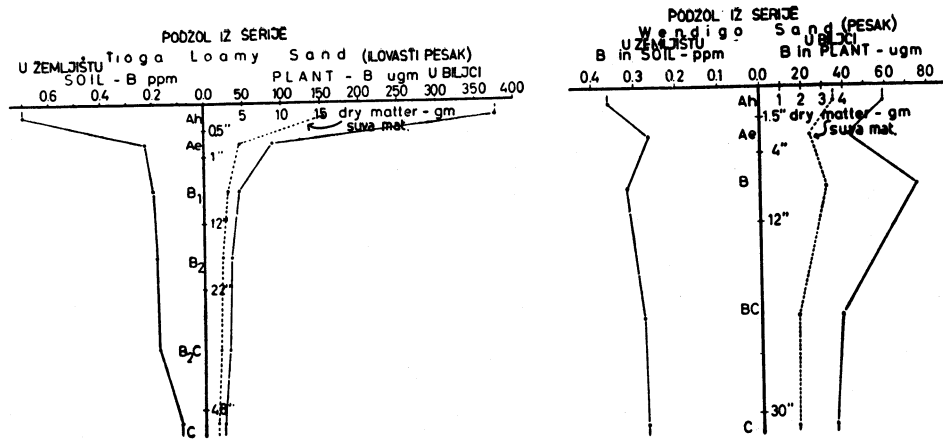


**Slika 2.** — Korelacija između vodorastvornog bora u profilima lesiviranog smeđeg zemljišta iz Kanade i apsorbovanog bora od strane 5 biljaka, koje su rasle u različitim horizontima tog zemljišta.

Correlation between the available boron in profile of Grey Brown Podzolic Soils from Canada and the boron absorbed by 5 sunflower plants grown in its different horizons.

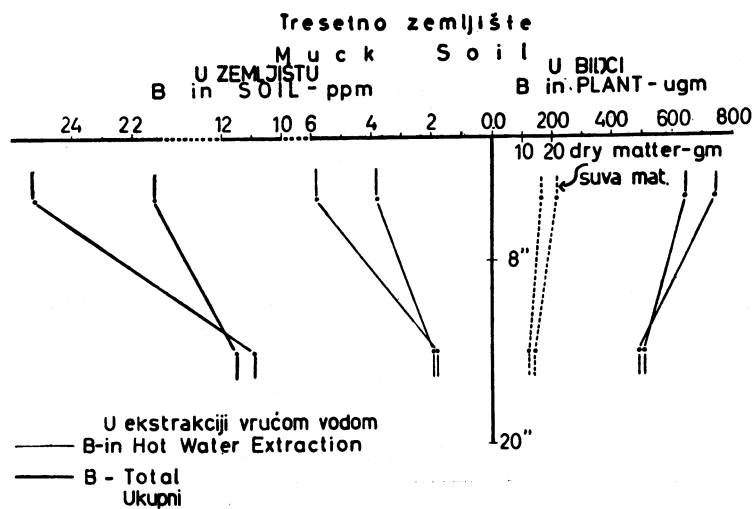
barijera protiv ispiranja, ako je on zaista tekturni B-horizont. Koji je proces u prevazi, zavisi od više faktora (padavina, izvornog matičnog supstrata, vegetacije itd.).

— Utvrđene količine bora u zemljištima skoro se poklapaju sa njegovim kritičnim nivoom (0.3 p.p.m. za peskovita i 0.5 p.p.m. B za teža zemljišta). Iz tih razloga, u slučaju intenzivnog gajenja kultura mogla bi se očekivati visoka efikasnost primene bornih đubriva na tim zemljištima. Odgovarajuće količine mogu varirati od 0.5—1 kg čistog bora/ha.



**Slika 3.** — Korelacija između vodorastvornog bora u profilima podzola iz Kanade i apsorbovanog bora od strane 5 biljaka suncokreta, koje su rasle u različitim horizontima tog zemljišta

Correlation between the available boron in profile of Podzol Soils from Canada and the boron absorbed by 5 sunflower plants grown in its different horizons.



**Slika 4.** — Korelacija između vodorastvornog bora u preseku tresetnog zemljišta iz Kanade i apsorbovanog bora od strane 5 biljaka suncokreta, koje su rasle u različitim slojevima tog zemljišta.

Correlation between the available boron in section of a Muck Soil from Canada and boron absorbed by 5 sunflower plants grown in its different layers.

Podaci vodorastvornog bora, dobijeni u saturisanom vodnom ekstraktu analiziranih zemljišta su signifikantno niži, verovatno usled užeg odnosa zemljišta i vode i primene hladne vode za ekstrakciju. Očigledno da ekstrakcija nije bila potpuna kao u slučaju primene vruće vode.

Mada je postupak »ravnotežne ekstrakcije« po Berger-Trougu (1) široko prihvaćen kao merilo biljkama pristupačnog bora, mnogi su istraživači (sam Berger i Troug, Biggar i Milton Fireman, Katalinov, Lehr i Henkens, Olson, Wear i Patterson i dr.) isticali potrebu uzimanja u obzir niza svojstava zemljišta (organska materija, tekstura-% gline, kreč, pH, vlažnost), koja mogu uticati na pristupačnost bora.\*

### ANALIZE UKUPNOG BORA U BILJNOM MATERIJALU

Od biljnog materijala analizi na sadržaj bora najčešće podleže lišće, jer je ono laboratorija u kojoj funkcija bora dolazi najviše do izražaja. Naime, listovi biljaka reaguju vrlo efikasno kako na nedostatak, tako i na suvišak bora u zemljištu. Otuda je folijarna analiza (lišća) od značaja kako za ocenu otpornosti biljaka prema boru, tako i za ocenu prisustva lakopristupačnog bora u zemljištu. Naročito ako je akumulacija bora u zemljištu specifična, onda folijarna analiza može da pruži mnogo pouzdaniju osnovu za dijagnozu nego analiza zemljišta. Tako se npr. prema kanadskim autorima Quellette i Lachance, kritični nivo bora u lucerki smatra 15 mg B/kg suve supstance (17). Prema Hatcheru, akutni nedostaci bora javljaju se pri sadržaju > 10 mg, marginalni nedostaci pri 20 mg, normalan porast pri 40—100 mg a toksični uslovi pri sadržaju iznad 250 mg B/kg suve supstance (20).

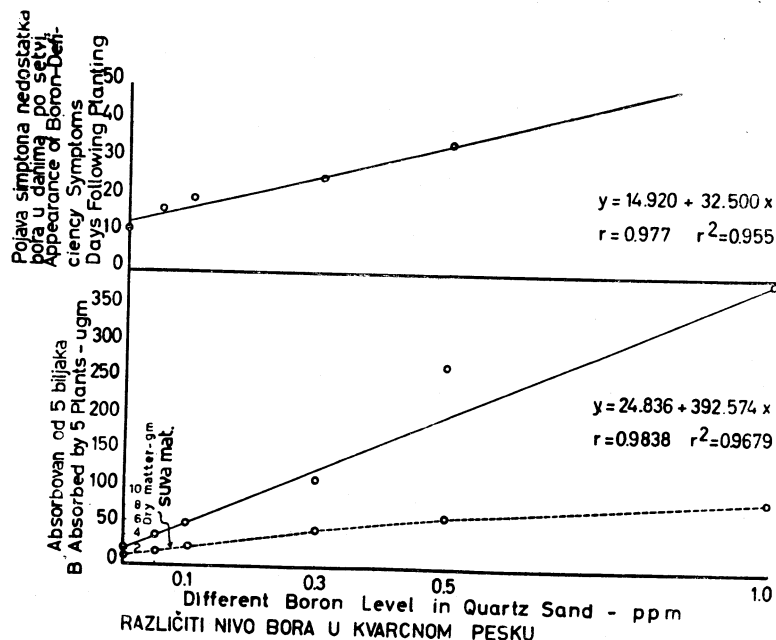
Pošto se biljka javlja kao kolektor, to je ukupni sadržaj bora u njoj redovno veći nego u zemljištu, iz kojeg ona postupno u toku vegetacije izvlači samo njegov pristupačni oblik. Iz tih razloga se kolorimetrijski postupak sa karminom za razvijanje boje pokazao sasvim zadovoljavajući jer omogućava upotrebu spektrofotometra u poželjnom opsegu između 20 i 95% transmisije (6). Prema Hatcheru za analize biljnog tkiva preporučuje se suva digestija umesto mokre digestije, koja usled gubitka bora isparavanjem daje niže vrednosti (7).

Količine apsorbiranog bora, koje su utvrđene hemijskom analizom biljnog materijala suncokreta u tesnoj su korelaciji sa količinama (vodorastvornog, pristupačnog) bora u peščanoj kulturi i ispitivanim zemljišti-

---

\* Poznato je da usvajanje bora od strane biljaka mora biti kontinuirano, međutim, kako je već spomenuto neka svojstva zemljišta utiču na pristupačnost bora u polju. Ova činjenica može da stavlja ozbiljan prigovor hemijskom postupku.

S tim u vezi izvršena statistička regresiona analiza ukazuje na varijabilnu međuzavisnost pristupačnog bora sa organskom materijom u humusnim (A) horizontima (70% varijabilnosti) odnosno sa procentom gline (<2 mikrona) u B-horizontima. Regresija nije pokazala interakciju između sadržaja kreča i vodorastvornog bora.



**Slika 5.** — Zavisnost pojave simptoma nedostatka bora i količine apsorbovanog bora od strane 5 biljaka u odnosu na različiti nivo bora u peščanoj kulturi suncokreta.

Appearance of boron-deficiency symptoms and amounts of boron absorbed by 5 plants in relation to the different boron level in sand culture of sunflower.

ma, na što ukazuju koeficijenti korelacije:  $r = 0.9838$  za pesak i  $r = 0.888$  za zemljišta (sl. 5,8). Ovi su nalazi u skladu sa konstatacijama Scofield i Wilcox-Blaira (18) i kasnije Berger-Trouga (2).

#### OSVRT NA BIOLOŠKI METOD ODREĐIVANJA BORA

Sem hemijskih metoda, (koje su prilično zametne, dugotrajne i zahtevaju određenu laboratorijsku opremu) postoji i biološki metod određivanja bora u zemljištu po Colwelu (3) razrađen 1943. godine na Cornell Univerzitetu, koji bazira na vremenu pojave prvih simptoma nedostatka bora (u danima nakon setve) — na suncokretu kao kriterijumu za ocenu relativnog sadržaja pristupačnog bora u zemljištima.

Na suncokret kao vrlo prilagodljivu i povoljnu indikatornu biljku na nedostatak bora u zemljištu, ukazao je još Schuster i Stephenson (1940) a takođe iste godine, nezavisno Scofield, Wilcox i Blair.

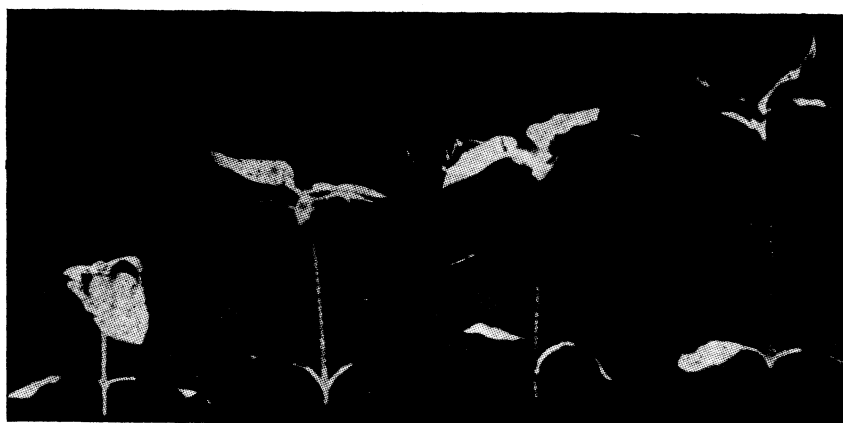
Pošto suncokret zahteva veće količine bora to bi normalan porast suncokreta (pod uslovima vegetacione kuće) ukazivao na dovoljno prisustvo bora za većinu biljaka u polju.



Simptomi nedostatka bora na suncokretu su određeni i lako se prepoznaju, čak i u mlađim fazama razvića (Sl. 6)

- pojava žutila u osnovi mlađeg lišća, koje sledi kotiledone
- pojava abnormalno zelenog sjaja na prvom paru starijeg lišća
- savijanje i uvrtnanje lišća, koje se obično javlja dan kasnije od prve indikacije nedostatka, i najzad
- prestanak porasta, pojava rozete i skraćenje internodija su vrlo dobro poznati simptomi koji obezbeđuju pravilnu dijagnozu.

(U slučaju lucerke, simptomi nedostatka bora se manifestuju tako što cvetovi ugibaju, suše se i ne donose seme). Da bi se obezbedila kontrola, odnosno standardi, zasniva se jedna serija peščane kulture, kojoj se dodaju različite rastuće doze borne kiseline i iste se odražavaju u toku vegetacije (vidi sl. 7). Odgovarajuća količina hranljivog rastvora dodaje se periodično kako peščanoj kulturi tako i kulturi suncokreta u zemljištima koja podležu ispitivanju sa ciljem da se obezbede isti uslovi i da se eliminiše eventualni nedostatak nekog hraniva.

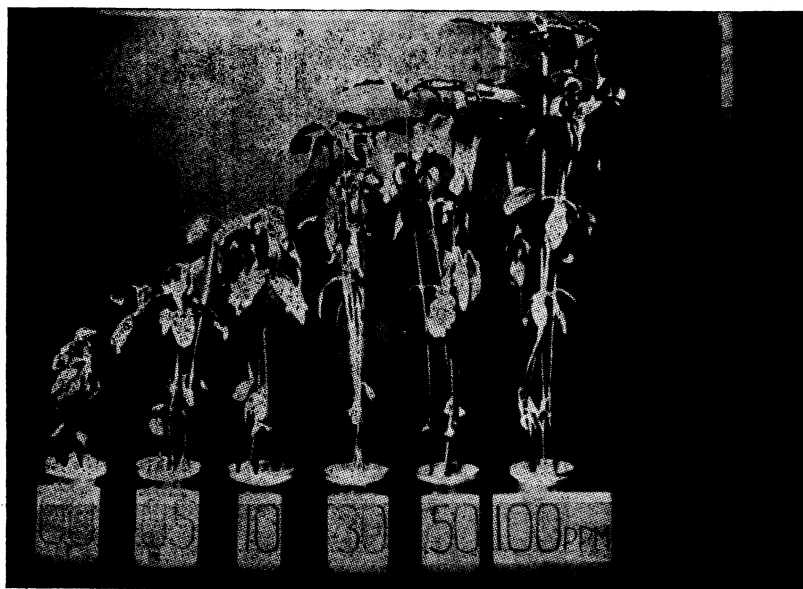


Slika 6. — Simptomi nedostatka bora na lišću suncokreta  
Boron deficiency symptoms on sunflower leaves.

Sem toga, uticaj faktora spoljne sredine, naročito dužine i intenziteta dnevne svetlosti na vreme indikacije prvih simptoma nedostatka bora, sprečava se simultanim izvođenjem vegetacionog ogleđa u kulturi sterilnog peska i zemljišta. Sadržaj zemljišne vlage koji korenspodira M. E (Moisture Equivalent) održava se svakodnevnim dodavanjem destilovane vode.

Održavanje odgovarajuće vlažnosti je vrlo značajno, jer venuće i ponovno venuće ovih brzorastućih oglednih biljaka potpomaže manifestacije simptoma nedostatka bora. Dakle, vreme pojave simptoma nedostatka bora kod suncokreta u ispitivanim zemljištima bilo je interpretirano u odnosu na peščanu kulturu, kao standardnu seriju.

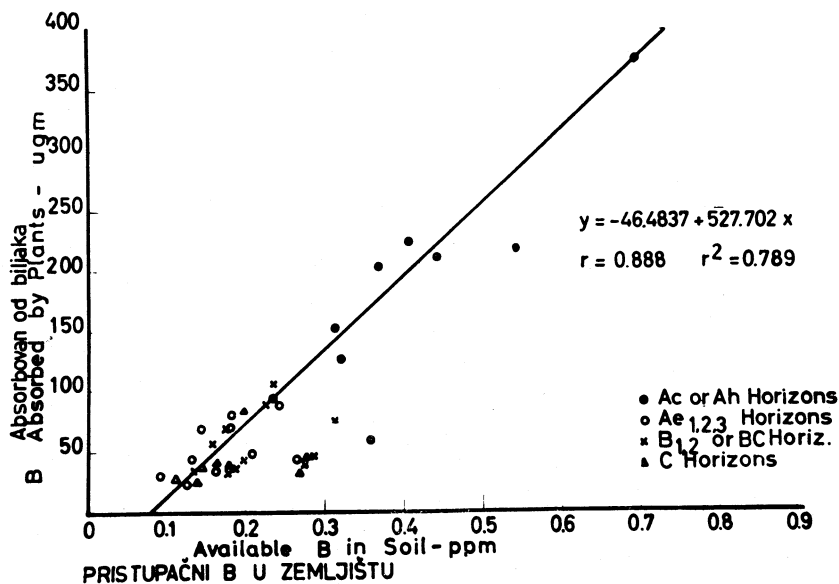
U peščanoj kulturi suncokreta bila je utvrđena izrazita razlika u porastu, razviću i habitusu biljaka, zatim u pojavi simptoma nedostatka bora i najzad u količini apsorbovanog bora. (Vidi sl. 7 i 8).



**Slika 7.** — Peščana kultura suncokreta sa različitim nivoom bora  
Sand culture of sunflower with different boron level

Sem toga, od interesa je istaći činjenicu da su »nultne« posude (bez bora) pokazale simptome nedostatka bora 11-og dana od setve i da je 5 biljaka suncokreta (koliko je bilo u svakoj posudi) za to vreme apsorbovalo približno 20 mg (mikrograma) B, što se objašnjava utvrđenim prisustvom bora u velikim semenkama suncokreta (12 mg B/kg).\*

\* Ovo pak nije slučaj sa sitnim semenom konoplje npr., jer prema Scholz-u i Werner-u, eksperimenti ukazuju da je izvesne mikroelemente (koji inače nisu prisutni u malom semenju) nužno prethodno dodati radi klijanja.



Slika 8. — Korelacija između prisupačnog bora u zemljištu i bora apsorbovanog od strane 5 biljaka suncokreta, koje su rasle u horizontima profila analiziranih tipova mineralnih zemljišta (smeđe šumskog, lesiviranog smeđeg zemljišta i podzola) iz Kanade.

Correlation between available boron in soil and boron absorbed by 5 sunflower plants, grown in horizons of profiles of analyzed mineral soils (Brown Forest, Grey Brown Podzolic and Podzol Soils) from Canada.

Mada vegetacioni ogled kako u peščanoj kulturi tako u različitim zemljištima obezbeđuje dobru korelaciju između apsorpcije bora od strane suncokretovih biljaka i bora dodatog pesku ili pristupačnog u zemljištima, (kako je to i grafički prikazano na sl. 1, 2, 3, 4), ipak se nije pokazala potpuna verodostojnost što se tiče vremena pojave simptoma nedostatka bora. Drugim rečima, peščana kultura s različitim nivoom bora može se uspešno koristiti kao standardna serija uglavnom samo za peskovita zemljišta, ali ne i za zemljišta težeg mehaničkog sastava, pošto je izvesno da se usisne snage biljaka koje rastu u pesku i u zemljištu ne mogu međusobno upoređivati. Iz tih razloga simptomi nedostatka bora kod suncokretovih biljaka na zemljištima se pojavljuju kasnije (7, 10 i više dana) u poređenju sa njihovom pojavom u peščanoj kulturi sa približno istim sadržajem bora.

#### ZAKLJUČAK

1. Iz pomenutih razloga, može se reći da je za naučne svrhe hemijska metoda određivanja bora u zemljištu nezamenljiva.
2. Za praksu pak, biološka metoda putem vegetacionog ogleda sa osmatranjem prve pojave simptoma nedostatka bora može naći svoju prime-

nu u proceni relativnog sadržaja pristupačnog bora u lakšim (peskovitim) zemljištima, pretežno s niskim sadržajem bora.

3. Uporedna određivanja bora hemijskim i biološkim putem pokazala su da je pojava simptoma nedostatka bora kod suncokreta vezana za onaj momenat kada su te biljke do tragova apsorbovale pristupačni bor iz vegetacionih posuda.

**Dr Nikola Miljković**  
Poljoprivredni fakultet Novi Sad

## **RESULTS OF COMPARATIVE DETERMINATION OF BORON IN SOIL BY CHEMICAL AND BIOLOGICAL METHODS**

### **SUMMARY**

First of all, in this paper author point out the significance of boron in soil which can be considered as a nutrient and a toxic element. Therefore, because of very narrow limit between adequate (appropriate) and toxic amounts of boron, the application of boron fertilizers should be precantious particularly on sandy soils.

Further, in this paper has been done an emphasis on comparative determination of available boron in soils by chemical and biological methods with their advantages and disadvantages.

From chemical methods, colorimetric, procedure using cunrcumin for color development showed the most reproducibile results.

In boron analysis of main great soil groups in Canada hot water extraction developed by Berger and Troug (1) was employed since this procedure is widely accepted as a satisfactory measure of available boron for plants.

Obtained findings clearly indicate that boron content and its distribution regularly follow the differentiation of genetic horizons in profiles of Brown Forest soils, Grey Brown Podzolic Soils and Podzol Soils, indicating both the biological accummulation and leaching of boron.

The quantity of boron absorbed by the plants (as determined by analysis of the sunflower plants material) is closely related to the B quantity available in pots of sand culture or in tested soils as indicated by the highly significant coefficient,  $r = 0,9838$  for sand and for soils;  $r = 0,888$  (see figure).

For determining a relative content of available soil boron a biological method after Colwell (3) was apployed, by using as a criterion the time of appearance the first B dificiency symptoms on Sunflower plants growing in different soil under greenhouse conditions in comparison with the sand culture as a standard series.

Author stated, although greenhouse test in sand culture as well as in various soils has provided good correlation between the B uptake by sunflower plants and B added in sand or present in soils (as shown graphically in the figures 1, 2, 3, 4 and 7), it has not shown, however great confidence as far as the exact time of appearance of B deficiency symptoms concern. In other words sand culture with different boron level can be used as a standard set for sandy soils only, but not for heavier texture soils, because it is likely that feeding power of plants, growing in soil and that of plants growing in sand culture are not comparable.

## LITERATURA

1. Berger, K. C. and Troug, E.: Boron determination in soil and plants. *Ind. Eng. Chem., Anal. Edit.* 11, 1939.
2. Berger, K. C. and Troug, E.: Boron deficiencies as revealed by plant and soil test. *Journ. Amer. Soc. Agron.* 32:297—301, 1940.
3. Colwell, W. E.: A biological method for determining the relative boron contents of soil. *Soil Science*, vol. 56 No 2, 1943.
4. Filipovski, Gj.: Gineza, evolucija i naučne osnovne melioracija slatina Ovcjeg Polja. Zbornik na zemjodjelsko šumarskiot fakultet na Univ. vo Skopje; Zemjodjelstvo, tom XII 1958/59.
5. Haas, A. R. C.: The turmeric determination of water soluble boron in soils of citrus orchards in California. *Soil Sci.* Vol 58, 1944.
6. Hatcher, T. J. and L. V. Wilcox.: Colorimetric determination of boron using carmine. *Anal. Chemistry*, vol. 22, 1950.
7. Hatcher, J. T.: Wet digestion of plant material gives low boron values. *Analytical Chemistry*, vol. 32, 1960.
8. Jedić, M.: Uticaj osnovnih makroelemenata i nekih mikroelemenata na prinos i kvalitet sena visokih planinskih travnjaka Bistre. *Agrohemiija*, br. 2, 1960 *nalytical Chemistry*, vol. 32, 1960.
9. Jackson, L. M.: *Soil Chemical Analysis*. Prentice-hall, Inc. Englewood Cliffs, N. I. 1960.
10. Katalinov, M. V.: Reasons on the decrease of soil boron availability by plants due to liming (in Russian) Reports of Soviet Soil Scientists on VII th International Congress in USA. Edition of Academy of the USSR, Moscow, 1960.
11. Kosanović, V. and Halaši: Boron in the soils of Vojvodina. *Annals of Scientific Works at the Faculty of Agriculture in Novi Sad*, No 6, 1962.
12. Miljković, N. et al.: Salt-affected Soil of Yugoslavia. *Soil sci.*, 88, 1959.
13. Miljković, N.: Problem bora u slatinama Panonske Nizije u Jugoslaviji (Referat na VIII Kongresu Međ. pedološkog društva u Bukureštu, 1964)
14. Miljković, N. et al.: The available Boron Content of the Genetic Ilovisosn of Some Ontario Soils,  
I. The Relationship Between Water- soluble Boron and other Soil Properties.  
II The Relationship Between Boron Absorption by sunflowers and Other Soil Properties, *Canad. Journal of Soil Science*, Vol. 46 (1966).
15. Peive, J. W.: Trace element contents (B, Cu, Mn, Zn, Mo, Co) in soils of the USSR and the effectiveness of utilizing trace fertilizers. (In Russian). Reports of Soviet Scientists on VII th Internacional Congres in USA Edition of Academy of Sciences of the USSR, Moscow 1960.
16. Petijević, O.: Uticaj bora na prinos krompira i šećerne repe na kalcificiranim zemljištima. *Hemizacija poljoprivrede*, br. 39, 1960.

17. Quелlette, G. and R. O. Lachance: Soil and plant analysis as means of diagnosing boron diferency in alfalfa in Quebec. Canadian Journal of Agricultural Science, vol. 34, 1954.
18. Scofield, C., S L. Wilcox and G. Y. Blair: Boron absorption by sunflower seedling. J. Agr. Ressearch 61. 1940.
19. Schuster, C. E. and Stephanson, E. R.: Sunflower as an indicator plant of boron dificiency in soils. Jour. Amer. Soc. Agron. 1940.
20. U. S. Salinity Laboratoriy Staff, Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. U. S. Dept. Agriculture Handbook 60.
21. Warington, K.: Influence of lenght of day on the response of plants to boron. Annals of Botany, vol XLVII, 1933.
22. Whetstone et al.: Analyses for water soluble, acid soluble and total boron for a large number of representative soils. USDA Tech. Bul. 797, 1942.