

Doc. dr Petar Durman,
Inž. Ljubica Ušćumlić,
Poljoprivredni fakultet Zagreb

PROBLEM BORA NA NEKIM TLIMA U UVJETIMA INTENZIVNE PROIZVODNJE PPK KUTJEVO*)

UVOD

U sistemu provođenja kontrole plodnosti tla na PPK Kutjevu uz praćenje fizičko-kemijskih osobina tla, posebna je pažnja posvećena problemu stanja mikro-elemenata u tlu i biljnom materijalu važnijih ratarskih kultura.

Ovom prilikom prikazujemo stanje bora u tlu i biljnom materijalu kukuruza i pšenice, uzgajanih u uvjetima intenzivne proizvodnje, gdje se posljednjih godina postižu prosječni prinosi zrna od 60 q/ha.

Uvođenjem intenzivnih uvjeta proizvodnje, za koje je karakteristična suvremena agrotehnika, primjena visokih doza čistih NPK gnojiva, upotreba herbicida, visokorodnih sorti i hibrida, bez upotrebe stajskog i drugih organskih gnojiva, neminovno, prije ili kasnije, dovodi do poremećaja postojeće prirodne fiziološke ravnoteže bora u tlu i biljkama. Osnova za takva predviđanja upućuje nas jednim dijelom i na provedena detaljnija ispitivanja stanja bora u tlu tipa pseudogleja u Požeškoj kotlini, u kojoj je bila razvijena pretežno intenzivna proizvodnja pšenice i kukuruza u posljednjih 10—20 godina.

METODIKA ISPITIVANJA

Analize fiziološki aktivnog bora u tlu su izvršene po metodi vrućeg vodnog ekstrakta po Bergeru i Truogu.

Pokretni aluminij je određivan po Sokolovu.

Fosfor i kalij su određivani po AL—metodi, a sve ostale analize tla po uobičajenim standardnim metodama.

Dušik u biljnom materijalu je određivan po Kjeldahlu, fosfor molibdenskim plavilom, kalij plamenfotometrijski, a bor pomoću chinalizarina.

Poljski pokusi bili su postavljeni po blok metodi sa slučajnim rasporedom u pet ponavljanja.

*) Održan referat na Simpoziju o mikroelementima u Portorožu, 1974.

REZULTATI ISPITIVANJA ANALIZA STANJA BORA U TLU I BILJNOM MATERIJALU KUKURUZA I PŠENICE

1) Osnovne karakteristike tla

Na oraničnim površinama cca 1200 ha PPK Kutjeva izvršena je sistematska kontrola plodnosti tla, pri čemu su ispitane neke fizičke i kemijske osobine, kao i stanje opskrbljenosti tla makro i mikro elementima.

Ispitivana tla spadaju u tip antropogeniziranog pseudogleja.

Na svaka tri hektara površine uziman je jedan prosječan uzorak od 0 do 30 cm dubine u kojima je mjereno pH, fiziološki aktivni fosfor i kalij, dok je humus određivan u svakom trećem prosječnom uzorku. Analizirani su uzorci tla iz 16 profila i više poluprofila na sadržaj bora koji je prikazan u tabeli 1. Po mehaničkom sastavu ispitivane površine spadaju u **praškaste, praškasto-glinaste i glinaste ilovače**, s nepovoljnim zračno-vodnim osobinama. Dobro i vrlo dobro su opskrbljene fiziološki aktivnim fosforom i kalijem, dok sadržaj humusa u oraničnom sloju varira od 1,35 do 2,90 %. Mobilni aluminij se kreće u zavisnosti od pojedinih lokaliteta ispitivanja od 0,0 do 10,8 mg AL/100 g tla.

2. Stanje bora u tlu

Da bi se dobio uvid u opskrbljenost tla s fiziološki aktivnim borom, izvršene su analize važnijih horizonata čiji su rezultati prikazani u tabeli 1 i 2.

Na osnovu izvršenih analiza tla vidi se da sadržaj fiziološki aktivnog bora s dubinom profila u pravilu opada. Nasuprot tome, na površinama (Table 12 i Table 15) se s porastom dubine zapaža blagi porast sadržaja bora, dok je na površinama zvanim »Klasje« zabilježen nedostatak bora i na dubini od 0 do 60 cm.

Oranične površine koje se nalaze u **Oljasima, Treštanovcima, Alagincima**, kao i neke matične table u »**Ovčarama**« spadaju u grupu tala s **dobrom i vrlo dobrom opskrbljenosti borom**. Sve ostale površine spadaju uglavnom u borom deficitarna tla. Radi boljeg pregleda trenutnog stanja opskrbljenosti tla borom, može se reći da **35 % od ispitanih površina spada u grupu nedovoljne opskrbljenosti borom (0,0 mg B/kg); 25 % spada u slabo opskrbljena (sa manje od 0,3 mg B/kg); 30 % je dobro opskrbljenih površina (0,3 — 0,5 mg B/kg); dok je svega 10 % površina koje spadaju u klasu visoke i vrlo visoke opskrbljenosti (0,5 — 1,0 mg B/kg)**. Uzimajući u obzir da se radi o antropogeniziranom pseudogleju s nepovoljnim zračno-vodnim režimom, relativno niskim sadržajem organske tvari i oslabljenom mikrobiološkom aktivnošću, sasvim je razumljivo da su prirodne mobili-

zacijske rezerve fiziološki aktivnog bora u tlu smanjene na 0,0 mg B/kg tla, pa se može očekivati da će se bor javiti kao jedan od ograničavajućih faktora u daljnjem razvoju intenzivne ratarske proizvodnje.

Tabela 1 Sadržaj fiziološki aktivnog vodotopivog bora u tlu pseudogleju

Terenska oznaka uzorka	Horizont dubina u cm	pH		% humusa	mg B/kg tla	Sadržaj mobilnog Al/100 g tla
		H ₂ O	nKCl			
Profil I	0—30	6,2	5,3	2,0	0,65	ϕ
Tabla 10	30—85	6,4	5,4	1,9	0,50	ϕ
Ovčare	85—125	6,7	5,6	0,9	0,38	ϕ
Profil II						
Tabla 12	0—35	5,8	4,7	2,5	0,00	0,54
Ovčare	35—90	5,9	4,8	1,0	0,08	0,36
Profil III						
Tabla 14	0—25	5,9	4,8	2,2	0,19	5,80
Ovčare	25—55	6,0	4,9	1,3	0,53	
	55—110	6,4	5,3	0,9	0,60	
Profil IIIa						
Tabla 15	0—35	5,8	4,8	1,9	0,00	0,45
Ovčare	35—75	6,1	5,0	0,8	0,10	
Profil IV						
Suvodol	0—25	5,8	4,8	1,5	0,00	1,03
Profil IVa						
Šivac	0—25	5,9	4,9	1,9	0,00	1,44
Profil VIII						
Šivac	0—30	5,9	4,7	1,6	0,00	2,34
Profil IX						
Treštanovci	0—32	5,7	4,7	1,5	0,36	0,85
	32—69	5,9	5,0	0,9	0,20	0,72
	69—114	6,1	5,2	0,5	—	0,30
Profil X						
Alaginci	0—30	5,7	4,6	1,4	0,81	0,22
	30—50	6,0	4,9	0,9	0,40	0,30
Oljasi X	0—27	6,2	5,1	2,1	1,73	0,67
Oljasi XIa	0—27	6,1	5,0	1,9	0,37	0,18
Oljasi XII	0—30	6,1	4,9	2,3	0,60	2,70
Profil XIII						
Kataline	0—30	6,1	4,9	1,62	0,26	0,09
	40—75	6,2	5,1	0,80	0,26	0,09
Profil XIV						
Lipine	0—30	6,0	4,9	1,93	0,11	0,67
	30—50	6,1	5,0	1,10	0,0	0,72
	50—96	6,5	5,7	0,80	0,0	0,50

Tabela 2 Osnovne kemijske karakteristike nizinskog pseudogleja u »Klasju«
PPK Kuiujevo

Terenska oznaka uzorka tla dubina u cm	pH		% humusa	mg/100 g tla		Y ₁	m. e. po Kappenu			V %	Mobilni aluminij po Soko- lovu mg/kg	Sadržaj vodoto- pivog B mg/kg
	H ₂	nKCl		P ₂ O ₅	K ₂ O		T-S	S	T			
Tab. 1												
0 — 25 cm	5,10	4,22	1,85	13,4	15,4	21,0	13,65	7,8	21,45	36,35	7,81	∅
25 — 60 cm	5,26	4,40	0,63	12,8	10,0	20,0	13,00	7,8	20,80	37,50	10,32	∅
Tab. 2												
0 — 25 cm	5,40	4,40	2,01	9,4	17,8	20,0	13,00	7,7	20,70	37,20	7,51	∅
25 — 50 cm	5,10	3,98	0,84	7,0	13,2	22,5	16,62	6,0	22,62	26,95	14,50	∅
Tab. 3												
0 — 30 cm	5,42	4,56	1,82	10,4	16,8	10,0	5,50	11,40	17,90	63,68	1,14	∅
30 — 55 cm	5,50	4,52	0,80			12,5	8,12	9,60	17,72	54,12	4,62	∅
Tab. 4												
0 — 25 cm	5,30	4,24	2,01	8,0	11,4	20,0	13,0	7,2	20,20	35,64	10,80	∅
25 — 50 cm	5,30	4,22	1,53	8,9	7,4	20,5	13,33	7,0	20,33	34,43	10,40	∅

IVANIN—DVOR:
»Klasje«

Iz gornjih podataka se vidi da uz nepovoljna kemijska svojstva tla, nizak sadržaj humusa, dominira apsolutni nedostatak vodotopivog bora u tlu.

3) Stanje bora u biljnom materijalu kukuruza i pšenice

Analize sadržaja bora u biljnom materijalu kukuruza i pšenice vršene su u svrhu praćenja utjecaja NPK gnojiva na akumulaciju bora u uvjetima intenzivne proizvodnje. Dobiveni analitički rezultati su prikazani u tabelama 3, 4 i 5.

Na osnovi dobivenih podataka vidljivo je da se pod utjecajem NPK gnojiva javlja tendencija porasta sadržaja bora u biljnom materijalu kukuruza, za koji se može reći da se kretao u granicama normalne opskrbljenosti biljaka.

Međutim, ako se pogleda stvarno **iznošenje** i **odnošenje** bora iz tla s odgovarajućim prinosa kukuruza, tada se dobiva da se samo u zrnju, listu, perušini i metlici iznosi od 62 — 157 g bora godišnje po ha površine. Iz toga proizlazi da se u uvjetima intenzivne proizvodnje iznosi 1,5 do 2,0 puta više bora iz tla u odnosu na ekstenzivne uvjete. Ovo nas upućuje da će poremećaj dinamičke ravnoteže između fiziološki aktivnog i ukupnog bora u tlu nastupiti znatno ranije u uvjetima intenzivne proizvodnje nego u ekstenzivnim.

Posebno je potrebno naglasiti da napad gljivičnih bolesti (Fuzarioza) na biljke kukuruza u mlađim fazama rasta i razvoja izaziva naglo opadanje sadržaja bora u biljkama.

Radi što boljeg sagledavanja problema navodimo kretanje sadržaja makro hraniva i bora u biljnom materijalu zdravih i bolesnih biljaka kukuruza hibrida OSSK—218 (Tabela 4).

Na osnovi dobivenih rezultata analiza zdravih i oboljelih biljaka kukuruza hibrida OSSK—218 (Sl. 1) uzgajanih u uvjetima intenzivne proizvodnje u Slavoniji, vidljivo je:

- 1) Da su razlike između zdravih i oboljelih biljaka u biljnoj masi za 3 do 5 puta veće, dok razlike u sadržaju dušika, fosfora i kalija nisu bile značajnije.
- 2) Da postoje pouzdane razlike u sadržaju bora u biljnom materijalu, između zdravih (9—10 mg B/kg suhe tvari) i bolesnih (4—5 mg B/kg) biljaka kukuruza.

Ovo napominjemo tim više što se sadržaj manji od 5 mg B/kg suhe tvari općenito smatra uzročnikom pojave karakterističnih simptoma deficijencije bora kod kukuruza.

- 3) Posebno moramo naglasiti da je do sada ostalo neobjašnjeno pitanje uzroka zbog kojih je došlo do tako jakog smanjenja sadržaja bora kod oboljelih u odnosu na zdrave biljke kukuruza, uzgajanih pod istim uvjetima proizvodnje. Sve to ističemo zbog toga što se već danas u uvjetima intenzivne proizvodnje problem bora i drugih mikro ele-

Tabela 3 Utjecaj NPK gnojiva na sadržaj bora u biljnom materijalu hibrida SK—5A
Poljski pokus, 1970. godine

Varijanta gnojidbe	Sadržaj mg B/kg			Prinos q/ha zrna suhe tvari	Sadržaj mg B/kg zrna	Ukupno odnoše- nje g B/ha zrna	Svega iznoše- nje g B/ha (4+7)
	suhe tvari, lista, metlice i perušine	Ukupno iznoše- nje grama B/ha	U fazi Prinos q/ha (lista, perušine i metlice)				
1	2	3	4	5	6	7	8
— (negnojeno)	13,0	36,04	48,85	69,85	2,0	13,97	62,82
N ₂ P ₂	24,0	41,45	99,48	80,34	3,0	24,10	123,58
N ₂ K ₂	21,2	42,92	90,99	83,27	3,0	24,98	115,97
P ₂ K ₂	16,0	36,00	57,85	69,77	2,2	15,35	73,20
N ₁ P ₁ K ₁	21,0	41,90	87,99	81,21	3,0	24,38	112,37
N ₂ P ₂ K ₃	25,1	41,63	104,49	80,69	4,1	33,08	137,57
N ₃ P ₃ K ₄	22,8	41,83	95,37	81,07	5,0	40,53	135,90
N ₄ P ₄ K ₄	26,0	43,67	113,54	84,64	5,2	44,00	157,54
\bar{x}	21,1	40,68	87,32	78,85	3,4	27,53	114,86
G. D. za 5 %				3,25			
za 1 %				4,80			

DOZE HRANIVA:

N ₁ = 80 kg N/ha	P ₁ = 60 kg P ₂ O ₅ /ha	K ₁ = 70 kg K ₂ O/ha
N ₂ = 160 kg N/ha	P ₂ = 120 kg P ₂ O ₅ /ha	K ₂ = 140 kg K ₂ O/ha
N ₃ = 240 kg N/ha	P ₃ = 180 kg P ₂ O ₅ /ha	K ₃ = 210 kg K ₂ O/ha
N ₄ = 320 kg N/ha	P ₄ = 240 kg P ₂ O ₅ /ha	K ₄ = 280 kg K ₂ O/ha

menata sve češće javlja u **latentnom nedostatku** kao jedan od ograničavajućih činilaca daljnjeg porasta visine i kvaliteta prinosa, te otpornosti biljaka spram pojedinih gljivičnih bolesti i dr. Ovo ističemo prvenstveno zbog toga kako bi se u daljnjim ispitivanjima problemu bora posvetila znatno veća pažnja nego što je to do sada bilo, osobito kada se radi o uvjetima intenzivne proizvodnje.

Tabela 4 Analize biljnog materijala kukuruza OOSK—218 IPK—Osijek, 1972. god.*)

Redni broj	Terenska oznaka uzorka	N	U suhoj tvari %			mg B/kg suhe tvari
			P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg	
Analiza zdravih biljaka:						
1	Sjemenski kukuruz OOSK—218	2,64	0,94	4,1	0,14	10,0
2	Sjemenski kukuruz OOSK—218	3,11	0,96	4,0	0,24	9,5
3	Sjemenski kukuruz OOSK—218	3,10	1,20	3,2	0,70	10,0
\bar{x}	\bar{x}	2,95	1,03	3,76	0,36	9,83
Analiza oboljelih biljaka:						
1	Sjemenski kukuruz OOSK—218	2,52	0,95	4,0	0,24	5,0
2	Sjemenski kukuruz OOSK—218	3,54	1,12	3,2	0,86	4,5
3	Sjemenski kukuruz OOSK—218	3,21	1,00	2,3	1,11	4,0
\bar{x}	\bar{x}	3,09	1,02	3,16	0,73	4,5

*) Podaci uzeti iz izvještaja rezultata analiza tla i biljnog materijala IPK—Osijek.

Na osnovi analiza sadržaja bora u biljnom materijalu dviju sorti pšenice u toku vegetacije, vidljivo je da ispitivane varijante NPK gnojiva nisu imale značajnijeg utjecaja na sadržaj bora u zrnu i slami.

Posebno se mora naglasiti da primjena raznih doza dušika (90—180 kg N/ha) nije utjecala na promjene sadržaja bora u pšenici. Dobiveni rezultati analiza pokazuju da se sadržaj bora u biljnom materijalu kreće u normalnim koncentracijama. Tako se s prosječnim prinosom od 55,12 q/ha zrna odnosi 16,54 g bora iz tla godišnje, a s prosječnim prinosom od 65 q/ha pripadajuće slame iznosi se 67,40 g bora ili svega ukupno 83,94 g bora godišnje po ha.

Podatke ukupnog iznošenja i odnošenja bora iz tla kod pšenice spominjemo zbog toga jer su oni neophodno potrebni u svrhu praćenja promjena bilansa bora u tlu.

Tabela 5 Utjecaj NPK gnojiva na akumulaciju bora kod pšenice*)
Poljski pokus 1973/74. godine

Varijante gnojidbe	Sadržaj mg B/kg suhe tvari, slame i zrna				Prinos q/ha zrna	Srednja vrijed- nost q/ha							
	20. IV 1974.		17. VII 1974.				Zrno						
	Libe- lulla dolina	x Zlat. dolina	Libe- lulla dolina	x Zlat. dol.									
(negnojeno)	8,0	12,0	10,0	10,0	12,0	9,0	10,5	3,0	2,8	2,75	47,3	49,8	48,55
N ₂ P ₂	9,0	12,0	10,5	9,0	9,0	10,0	9,5	3,0	2,8	2,95	50,4	57,4	53,90
N ₂ K ₂	12,0	12,0	12,0	11,0	9,0	12,0	10,5	3,2	3,0	3,05	55,1	55,6	55,35
P ₂ K ₂	11,0	8,0	9,5	8,0	9,0	10,0	9,5	3,2	3,0	3,16	53,1	51,3	52,20
N ₁ P ₂ K ₂	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	10,0	9,0	2,8	3,0	3,00	59,1	52,7	55,90
N ₂ P ₂ K ₂	16,0	14,0	15,0	11,0	12,0	12,0	12,0	3,0	3,2	3,05	57,7	54,6	55,565
N ₃ P ₂ K ₂	10,0	12,0	11,0	13,0	12,0	12,0	12,0	2,8	3,2	3,03	58,8	57,3	58,05
N ₄ P ₂ K ₂	12,0	10,0	11,0	12,0	10,0	10,0	10,0	3,0	3,1	3,05	59,6	63,3	61,45
\bar{x}			10,87	10,31			10,37			3,00			55,12

*) Sorte pšenice:

— Libelulla i Zlatna dolina

Doza hraniva:

N₁ = 90 kg N/ha

N₂ = 120 kg N/ha

N₃ = 150 kg N/ha

N₄ = 180 kg N/ha

P₂ = 120 kg P₂O₅/ha

K₂ = 120 kg K₂O/ha

DISKUSIJA REZULTATA

Da bi se kompleksnije sagledao problem bora u uvjetima intenzivne proizvodnje, neophodno je potrebno da se kroz diskusiju rezultata dotaknu neki problemi graničnih vrijednosti fiziološki aktivnog bora u tlu, zatim sadržaj bora u biljnom materijalu žitarica, a u vezi s tim i problemi iznošenja bora iz tla. Na osnovi pravilno izvršene analize kružnog toka bora u prirodi, moći će se uočiti bar neki faktori koji uvjetuju poremećaj fiziološke i biološke ravnoteže bora u tlu.

Ocjena stanja opskrbljenosti tla fiziološki aktivnim borom kod nas se najčešće vrši prema tzv. graničnim vrijednostima pojedinih stranih autora, a da te vrijednosti nismo prije niti najgrublje provjerili. To je tim značajnije što se često puta koriste različite analitičke metode u vrlo različitim uvjetima proizvodnje. Radi ilustracije navodimo samo neke od njih:

Schachtschabel (1956) smatra, da bi lakša tla trebala sadržavati 0,3, a teška oko 0,6 mg B/kg, kako bi ratarske kulture bile dovoljno opskrbljene borom.

Riehm navodi slične granične vrijednosti po kojima u **nisku klasu opskrbljenosti** spadaju teža tla koja sadrže manje od 0,4 mg B/kg, u **srednjoj** opskrbljena od 0,4 do 0,8 mg B/kg, a u **visoko opskrbljena** s više od 0,8 mg B/kg; takva bi tla bila pogodna za intenzivan uzgoj poljoprivrednih kultura.

Pejve (1965) predlaže na osnovi velikog broja provedenih analiza u SSSR-u klase opskrbljenosti tla fiziološki aktivnim borom za važnije ratarske kulture: **vrlo slabo opskrbljena tla sadrže manje od 0,1 mg B/kg; slabo opskrbljena od 0,1 do 0,2 mg B/kg; srednje opskrbljena od 0,3 do 0,5 mg B/kg; visoko opskrbljena od 0,5 do 1,0 mg i vrlo visoko opskrbljena s više od 1,0 mg B/kg tla.**

Posebno treba naglasiti da se spomenute granične vrijednosti uglavnom odnose na uvjete proizvodnje prije 15—20 pa i više godina, a za koje se zna da nisu bili tako intenzivni kao što su to na našem društvenom sektoru danas. Iz toga slijedi da bi predložene granične vrijednosti spomenutih autora — opskrbljenosti tla borom u intenzivnoj proizvodnji pojedinih kultura bilo neophodno potrebno ispitati u današnjim uvjetima proizvodnje. To naglašavamo zbog toga da se vidi zadovoljavaju li one zbiljske potrebe biljaka, koje u različitim uvjetima, a u istom vegetacijskom periodu, na istoj jedinici površine pa i fondu bora u tlu formiraju za 1,5 do 2,0 puta veće prinose organske mase u odnosu na prinose koji se odnose na date granične vrijednosti.

Eaton (1944) je utvrdio da se mnoge biljke u pješčanoj kulturi mogu normalno razvijati tek ako se sadržaj bora kreće od 0,03 do 0,04 mg B po litri hranidbene otopine, dok sadržaj veći od 1 mg B/litri često puta izaziva oštećenja.

Na osnovi naših ispitivanja tla vidljivo je da se u uvjetima intenzivne proizvodnje neophodno moraju primijeniti sistematska ispitivanja da bi se utvrdile eventualne razlike u pogledu sadržaja bora u pojedinim loka-

litetima mikro rajona. Dovoljno je spomenuti da se na istom tipu tla koji se razvio iz istog matičnog supstrata pod istim klimatskim prilikama nalaze površine od kojih su jedne deficitarne a druge vrlo dobro opskrbljene borom. Iz toga slijedi da se takve površine ne bi smjele jednakim fertilizacijskim mjerama tretirati duži niz godina.

Da bi se utvrdilo da li je bor jedan od limitirajućih faktora visine i kvaliteta proizvoda, neophodno je potrebno da se analize tla potvrde analizama bora u biljnom materijalu kao i reakcijom biljaka na primjenu bornih gnojiva. Dobiveni rezultati sadržaja bora u biljnom materijalu kukuruza i pšenice uzgajanih na tlu sa srednjom opskrbljenošću borom, iako pokazuju nešto niži sadržaj bora, još uvijek se prema podacima iz literature nalaze u donjim granicama normalne opskrbljenosti. Zbog toga što neki autori (Chapman i dr.) navode da se normalan sadržaj bora kod pšenice i ječma kreće od 5 do 20 mg B/kg suhe tvari, a kod kukuruza u listu u fazi metličanja od 20 do 150 mg B/kg. To nas upućuje na to da će biti neophodno potrebno tokom vegetacije u više navrata izvršiti analize biljnog materijala na sadržaj bora u svim važnijim lokalitetima uzgoja kukuruza, ako se postavlja pitanje problema bora. Ovo tim više ako se ima u vidu poznata važnost fiziološke uloge bora u oplodnji, a s time i u proizvodnji sjemenskog kukuruza. Prema nekim našim za sada grubim uvidima, problem bora se znatno jače izražava u nekim kukuruznim rajonima SR Hrvatske, a znatno manje u drugim republikama. Ovaj problem je utoliko važniji što je poznato da su za nas kukuruz i pšenica među najvažnijim ratarskim kulturama. Na to nas upućuju ispitivanja Rajkovića (1961) koja pokazuju da prskanje biljaka ili tretiranje sjemena hibrida kukuruza s borom povećava prinos zrna i do 20 %.

Posebno su interesantna ispitivanja Baškovića (1967) koji je proučavao djelovanje bora na prinos kukuruza na tlu s velikim količinama mobilnog aluminija, te je konstatirao da je primjena bora bila opravdana kada su količine spojeva mobilnog aluminija bile manje od 10 mg/100 g tla.

M. V. Katalimov (1965) navodi da se s prinosom žitarica od 15 do 25 q/ha iznosi 11—18 g bora.

B. Bergmann (1969) navodi podatke da se iznošenje bora iz tla s urodom žitarica kreće od 50 do 70 g B/ha.

N. M. Sanikova (1939) navodi da se u zrnu ozime pšenice nalazi 8,16 mg, a u zrnu kukuruza 4,70 mg B/kg.

Buchner (cit. po Bergmannu, 1969) navodi da se godišnje pod prosječnim uvjetima ispire iz tla 250 g B po hektaru površine.

Naši rezultati iznošenja bora se uglavnom slažu s citiranim podacima. Stoga se mogu izvući grubi pokazatelji koji upućuju na pojačano iskorištavanje prirodnih rezervi bora iz tla. Radi bolje ilustracije navest ćemo samo neke primjere:

- a) Ako neko tlo sadrži 0,2 mg B/kg, a imamo 4.500.000 kg/ha tla (30 cm x 1,5 Stv), tada fond iznosi svega 900 g B/ha;
- b) Ako pak tlo sadrži 0,4 mg B/kg, tada fond iznosi 1800 g B/ha;
- c) Kod sadržaja 0,6 mg B/kg tla fond iznosi 2700 g B/ha.

Budući da se prema našim ispitivanjima većina površina tla nalaze u gore spomenutim »a« i »b« grupama tj. od 900 do 1800 g B/ha, praktički su prilično male rezerve bora za duži period godina proizvodnje, ako se prihvati tvrdnja (Buchnera i dr) da se godišnje iz površinskog oraničnog sloja tla ispire prosječno 250 g B/ha. Zatim, prema našim ispitivanjima odnosi se s prinosom zrna kukuruza od 13,9 do 44,0 g B/ha. S pripadajućim listom, perušinom i metlicom iznosi se iz tla od 46 do 113,5 g B/ha. Tada dobivamo da se u uvjetima intenzivne proizvodnje kukuruza u PPK Kutjevu godišnje iznosi iz oraničnog sloja tla ukupno 407,5 g B/ha. To kod slabo opskrbljenih tala, na primjer kod varijante »a« iznosi od 40 do 50 % fonda vodotopivog bora u tlu. Iz toga proizlazi da je osiromašenje tla vodotopivim oblikom bora jedna normalna pojava koja će se prije ili kasnije pojaviti kao jedan od limitirajućih faktora daljnje proizvodnje. Svako ko da su značajni faktori i oblici u kojima se nalaze ukupne količine bora u tlu. U zavisnosti od toga na kojoj razini se uspostavlja tzv. dinamička ravnoteža između ukupnog i vodotopivog bora u tlu, javljat će se prije ili kasnije promjene. Kod lakših i borom siromašnijih tala poremećaj ravnoteže znatno brže nastupa u odnosu na teža i s borom bogatija tla.

Da bi se u grubim crtama mogao shvatiti problem bora u uvjetima intenzivne proizvodnje, potrebno je spomenuti samo neke od važnijih faktora koji su mu prethodili:

- u posljednjih 15—20 godina u uvjetima intenzivne proizvodnje ne primjenjuje se stajski gnoj koji je bio jedan od važnih izvora vraćanja bora i drugih mikroelemenata;
- u najviše slučajeva se provodi uski dvopoljni plodored (pšenica—kukuruz) bez primjene organskih gnojiva;
- sva proizvodnja se uglavnom bazirala na primjeni čistih visoko koncentriranih NPK gnojiva bez mikroelemenata;
- sve veća primjena suvremene agrotehnike (dublje obrade tla i dr) i herbicida, dovela je do naglog opadanja % humusa (na 1,2—2,5 %), pogoršanja fizičko—kemijskih i bioloških osobina tla, a s time i do opadanja fiziološki aktivnog bora u tlu;
- sve većim porastom prinosa pojačan je intenzitet iznošenja, odnošenja i ispiranja bora iz tla;
- uglavnom, problem bora se sve više javlja kao pratilac jako kiselih i jako alkalnih tala.

Osim poznate biološke važnosti bora u ishrani biljaka, on ima i važnost u tome da biljke slabo opskrbljene borom znatno intenzivnije napadaju pepelnica (*Erysiphe graminis*) i rđa pšenice (*Puccinia triticina* i *Puccinia glumarum*).

Iz spomenutog je dovoljno jasno vidljivo da će se u budućnosti morati posvetiti više pažnje izučavanju problema bora u uvjetima intenzivne proizvodnje, jer će u protivnom taj problem postati jedan od limitirajućih faktora daljnjeg porasta visine i kvaliteta prinosa.

ZAKLJUČCI

Na osnovu provedenih ispitivanja stanja fiziološki aktivnog bora u tlu **tipa pseudogleja** i biljnom materijalu kukuruza i pšenice uzgajanih u uvjetima intenzivne proizvodnje mogu se izvesti slijedeći zaključci:

- 1) Sadržaj fiziološki aktivnog bora u tlu kreće se u vrlo širokim rasponima od 0,0 do 0,6 mg B/kg, tj. 35 % ispitanih površina spada u grupu **nedovoljne opskrbljenosti** borom; 25 % površina u klasu **slabe opskrbljenosti**; 30 % površina u klasu **dobro opskrbljenosti**, dok svega 10 % površina spada u klasu visoke i vrlo visoke opskrbljenosti tla borom.
- 2) Budući da su poljski pokusi kukuruza i pšenice bili postavljeni na površinama **dobro opskrbljenima** borom, i analize biljnog materijala pokazale su normalan sadržaj bora.
- 3) Na temelju provedenih analiza biljnog materijala na sadržaj bora dobiveno je:
 - da se prosječnim prinomom od 78,85 q/ha zrna kukuruza dobivenog u pokusu i pripadajućim listom, perušinom i metlicom iznosi iz tla 114,8 g bora po ha;
 - da se prosječnim prinomom od 55,12 q/ha zrna pšenice i 65 q/ha slame iznosi iz tla 83,48 g bora;
 - pod utjecajem primjene NPK gnojiva kod pšenice nisu zapažene promjene u sadržaju bora, dok je kod kukuruza primjeru NPK gnojiva djelovala na pojačanu akumulaciju bora kod gnojenih varijanti u odnosu na negnojenu (—).
- 4) Sve veća primjena koncentriranijih i sve čistijih NPK gnojiva, bez upotrebe stajskog i drugih organskih gnojiva u uvjetima intenzivne proizvodnje, a uz formiranje visokih prinosa pšenice, kukuruza i drugih kultura, neminovno dovodi do ubrzanog osiromašenja tla borom, tj. do poremećaja njegove biološke ravnoteže, čime se jedino i mogu donekle tumačiti nastale razlike u sadržaju bora u pojedinim mikrolokalitetima pseudogleja Pečeške kotline.
- 5) Analize sadržaja bora u biljnom materijalu kukuruza upućuju na pojavu da kod oboljelih biljaka od gljivičnih bolesti Fuzarioza nastupa umjesto normalne akumulacije naglo opadanje sadržaja bora do tzv. latentnih i kritičnih koncentracija. U istim uvjetima proizvodnje kod zdravih biljaka kukuruza nalazi se normalan sadržaj bora.
- 6) Na osnovi ranijih spoznaja te dobivenih rezultata neminovno se nameće potreba da se što prije pristupi proizvodnji pogodnih formulacija tzv. boriranih NPK gnojiva. Racionalnom primjenom bornih gnojiva u plodoredu može se osigurati harmonična ishrana biljaka, te spriječiti naglo osiromašenje pojedinih mikrorajona tla borom. Ukoliko se ne bude dovoljno vodilo računa o bilansu bora u uvjetima intenzivne proizvodnje i o specifičnosti pojedinih tala i mikrorajona, sve češće će se bor pojavljivati kao jedan od limitirajućih faktora visine i kvalitete prinosa kod ratarskih kultura.

THE PROBLEM OF BORON ON SOME SOILS IN THE CONDITIONS OF
INTENSIVE AGRICULTURAL PRODUCTION AT THE AGRICULTURAL
PROCESSING PLANT KUTJEVO

P. Durman and Ljubica Ušćumlić

Faculty of Agriculture — Zagreb

SUMMARY

Studies of the boron content in **pseudogley soils**, and of the plant material of maize and wheat, grown in the conditions of intensive production, at the Agricultural Processing Plant Kutjevo, point to the following:

1. The content of available boron ranges between 0.0 and 0.6 ppm, so that 35 % of the studied areas belong to the group of soils of **insufficient boron availability**, 30 % to the group of **good boron availability** and 10 % to the group of **high boron availability**.
2. The analyses of the plant material showed that:
 - by the average yield of 78.85 q/ha of maize grain, and the corresponding maize stalks, 114.8 g B/ha are removed from the soil;
 - by the average yield of 55.12 q/ha of wheat grain and 65 q/ha of straw, 83.48 g B/ha are removed from the soil.
3. The application of NPK fertilizers did not bring about any apparent changes in the boron content in wheat. In case of maize, the application of NPK fertilizers caused an intensified accumulation of boron, by comparison with the \emptyset (unfertilized) treatment.
4. Production of boron-enriched NPK fertilizers has already become a necessity for the needs of intensive agricultural production.

If the balance of boron is not paid more attention to, in the conditions of intensive production, boron will become one of the limiting factors for the level and quality of yields in some important field crops.

LITERATURA

- Bašović, M.:** Prilog proučavanju uticaja mikroelemenata bora na prinosa zrna kukuruza. Agrohemija, No 3—4 Beograd, 1967.
- Bergmann, B., et al.:** Analiz počv i primenienie udobrenij kak mera sohraninja i i povišenija počvenogo plodorodija. (Prevod s njemačkog). Moskva, 1969.
- Chapman, H. D.:** Diagnostic criteria for Plants and Soils. London
- Cernavina, J. A.:** Fiziologija i biohemija mikroelementov. Moskva, 1970.
- Durman, P.:** Osnovi kontrole plodnosti tla »Ovčare« PPK Kutjevo, I dio (studija). Zagreb, 1970.

- Durman, P.:** Izvještaj analiza tla i biljnog materijala, IPK Osijek (rukopis). Zagreb, 1972.
- Durman, P.:** Osnovi kontrole plodnosti tla »Ovčare« II dio (Studija), Zagreb, 1972.
- Durman, P.:** Osnovi kontrole plodnosti tla PPK Kutjevo III dio (Studija). Zagreb, 1974.
- Durman, P.:** Bor i borna gnojiva. (Rukopis), Zagreb, 1974.
- Durman, P.:** Izvještaj analiza tla i biljnog materijala kukuruza »5 Maj« OOUR Ratarstvo Bjelovar. (Rukopis). Zagreb, 1974.
- Eaton, F. M.:** Deficiency toxicity and accumulation of boron in plants. Jour Agr. Res; 69; str. 237—277, 1944.
- Hewitt, E. J.:** Sand and water culture methods used in the study of Plant nutrition. London, 1965.
- Katalimov, M. V.:** O sadržanii mikroelementov v rastenijah v zavisimosti of ih vidova osobenosti i svojstv počvi. Mikroelementi V. S/H i Medicini. Riga, 1965.
- Shorrocks, M. A., Phil, D.:** Boron deficiency, its prevention and cure. Borax Consolidated Limited, London, 1973.
- Sinnikova, N. M.:** Izučenje postuplenija bora v rastenija i iziskanija metodov opredelenija potrebno. Nosti počvi v bornih udobrenijah, 1939.
- ****: Hemijske metode ispitivanja zemljišta, Beograd, 1966.
- ****: Fiziologičke osnove pitivanja rastenij. Kiev, 1971.

LITERATURA

- Basović, M.: Prilog proučavanju uticaja mikroelementata bora na biljne vrste. Naš kukuruz. Agrobiznis, No 3—4 Beograd, 1967.
- Bergmann, B. et al.: Analiz počvi i primenenič udobrenij kao metoda ispitivanja i povećanja pogodnosti poljodstva. Trzgovod s njemac. Moskva, 1969.
- Chapman, H. D.: Diagnostic criteria for plants and soils. London.
- Corvath, J. A.: Fiziologija i dobrenija mikroelementov. Moskva, 1970.
- Durman, P.: Osnovi kontrole plodnosti tla »Ovčare« PPK Kutjevo, I dio (studija). Zagreb, 1970.