

POBOLJŠANJE GNOJIDBE SJEMENSKOG KUKURUZA NA PIK-u »ĐAKOVO«

Vlado KOVAČEVIĆ,¹ Zvonko BOBETIĆ,² Ilija GRBEŠA,³

Zdenko PERIĆ,⁴ Rudika LACKOVIĆ⁵

Izvorni znanstveni rad

Priljeno 5. 05. 1992.

IZVOD

Zaostajanje u ranom porastu i kloroza sjemenskog kukuruza bili su osobito izraženi tijekom vegetacije 1989. i 1990. g. na nekim oranicama Istočne Hrvatske. Istraživanjima ove pojave ustanovljeno je da je u većini slučajeva razlog bio u poremećajima mineralne ishrane (nedostatak cinka, fosfora ili kalija). Hladno i vlažno vrijeme su obično čimbenici koji promoviraju ove poremećaje. S tim u svezi postavljena su četiri gnojidbena pokusa na parcelama sjemenskog kukuruza. U godini 1991. nisu se manifestirali poremećaji rasta kukuruza u većoj mjeri. Predsjetvena gnojidba cinkom (13 kg Zn/ha u sulfatnom obliku) povećala je u dva pokusa prirod zrna u prosjeku za 0.5 t/ha; u jednom slučaju prirod je smanjen za 0.8 t/ha, a u jednom slučaju nije bilo reakcije. Pojačana NPK gnojidba (50 kg N + 170 kg P₂O₅ i 170 kg K₂O/ha) dala je u jednom slučaju za 0.7 t/ha niži prirod od kontrole (standardna gnojidba), dok u preostalom slučajevima razlike priroda nisu bile statistički značajne. Folijarna prihrana 1% otopinom ili cinkovog sulfata ili lisnog gnojiva »Folifertil-T« nije utjecala na prirod zrna. Vlažnost zrna u berbi bila je najmanja nakon gnojidbe cinkom, a najveća nakon pojačane NPK gnojidbe (29.6%, odnosno 31.5%). Postotak dvoklipih biljaka bio je nešto veći nakon gnojidbe cinkom, masa 1000 zrna bila je više pod utjecajem lokaliteta (faktor tlo), a hektolitarska masa zrna bila je ujednačena. Prezentiran je i pregled novije literature o faktorima pristupačnosti cinka i reakcije kukuruza na gnojidbu cinkom.

THE IMPROVEMENT OF DUNGING OF SEED-MAIZE ON PIK ĐAKOVO

V. KOVAČEVIĆ, Z. BOBETIĆ,
I. GRBEŠA, Z. PERIĆ, R. LACKOVIĆ

Original scientific paper

Received 05. 05. 1992.

ABSTRACT

The stunting in early growth and the chlorosis of seedmaize were particularly expressed during the vegetation in the years 1988 and 1990. By investigations of this phenomenon it has been stated that in the majority of cases the reason had to be found in the disturbances of the mineral nourishment — the lack of zinc, phosphorus and potassium. Four dunging tests have been established. In the year 1991 no disturbances of the maize growth were manifested to a larger degree. Dungings with zinc preceding the sowing-time (13 kos-

RH ¹ 54000 Osijek, Poljoprivredni institut, dr. polj. znanosti
Agricultural Institute, Doc. agr. sci.

RH ² 54400 Đakovo, PIK Đakovo, Poljoprivredna stručna služba, mr. polj. znan.
Đakovo, Extension service, Mast. agr. sci.

RH ³ Ibidem, mr. polj. znan., Mast. agr. sci.

RH ⁴ Ibidem, ing. polj. znan., Eng. agr.

RH ⁵ Ibidem, ing. polj. znan., Eng. agr.

/acre Zn in the sulphate form) have amended the crop of grain for 0,5 ton/acre on an average; in another there has been no reaction at all. Amplified NPK dunging has given in one case a crop falling short of the control for 0,7 ton/acre, whereas in the rest of cases the crop differences have been of no statistical significance. The moisture of grain in the crop has shown its minimum after the dunging with zinc and its maximum after the amplified NPK dunging. The percentage of double-cobbed plants has been somewhat larger after the dunging with zinc. In accordance with the obtained results, and supposing further analysis, it is necessary to introduce the dunging with zinc as a regular agrotechnical measure in the circumstances indicative of a possible appearance of the lack of this element.

UVOD

PIK »Đakovo« uzgaja kukuruz na prosječno 4 490 ha (prosječno 1971—1991. g) s rasponom variranja od 3 320 do 6 038 ha. Prosječan prirod zrna varirao je po godinama od 3.97 do 8.17 t/ha, a višegodišnji prosjek iznosio je 6.52 t/ha (Grbeša i sur. 1992).

Godine 1991. PIK »Đakovo« je raspolagao s 18 336 ha poljoprivredne površine, od toga 12 741 ha oranice. Kukuruz je uzgajan na 4 941 ha i sudjelovao je u strukturi sjetve na oranicama s udjelom od 39%. Sjemeni kukuruz uzgajan je na 788 ha ili na oko 16% površine pod kukuruzom (Grbeša i sur. 1992).

Prosječan prirod zrna kukuruza u 1991. g. iznosio je 8.13 t/ha (merkantilni kukuruz), odnosno 2.67 t/ha (sjemeni kukuruz). Prosječan prirod sjemenskog kukuruza u 1991. g bio je za 118% veći od 5-godišnjeg prosjeka (1986—1990.), a čak četiri puta veći od prirodno ostvarenog u 1990. g. Naime, ta je godina poznata po izuzetno niskim prirodima, kako sjemenskog tako i merkantilnog kukuruza (PIK »Đakovo«: 0.66 t/ha, odnosno 4.29 t/ha), a kao razlog se navode nepovoljne vremenske prilike tj. dugotrajna suša (Grbeša i sur. 1992).

Variranja priroda sjemenskog kukuruza po godinama su veća nego kod merkantilnog kukuruza, a također su i veće razlike u prirodima sjemena ostvarenog uzgojem različitih hibrida. Ova pojava ukazuje na činjenicu da ekološki čimbenici imaju veći utjecaj na prirod sjemenskog kukuruza. U okviru ekoloških čimbenika nemamo izravan utjecaj na vremenske prilike, a neizravni utjecaj (preko agrotehnike) je ograničen. Međutim, značajno možemo utjecati na tlo promjenama njegovih fizikalnih, kemijskih i bioloških svojstva.

Vremenske prilike tijekom vegetacije 1991. g. bile su znatno povoljnije nego prethodne godine (Tab. 1).

Gnojidba je značajna agrotehnička mjera kojom izravno utječemo na razinu biljci pristupačnih hraniva u tlu. S tim u svezi, roditeljske komponente hibrida u sjemenkoj proizvodnji kukuruza su obično osjetljive na određene anomalije tla (npr. niski ili visoki pH, sastav iona u otopini tla i sl.), osobito ako su roditelji čiste samooplodne linije.

Zaostajanje kukuruza u ranom porastu i kloroza mogu biti u pojedinim slučajevima manifestacija ozbiljnog poremećaja mineralne ishrane. Vremenske prilike, kao npr. hladno i vlažno proljeće, su promotivni faktori ovih poremećaja u kombinaciji s karakteristikama određene parcele, ali i pojedinog genotipa. U prilog toj postavci idu iskustva iz sjemenske proizvodnje 1989. i 1990. g. na području Istočne Hrvatske, dok je glede toga 1991. g. bila »normalna«.

Tabela 1. Vremenske prilike (podaci Meteorološke postaje Đakovo)

Table 1. Weather conditions (data of the Weather-Service Đakovo)

Mjesec	1981. g.		1990. g.		Prosjek (1981—1990.)	
	Oborine (mm)	Temp. zraka (°C)	Oborine (mm)	Temp. zraka (°C)	Oborine (mm)	Temp. zraka (°C)
Travanj	75	9.2	47	11.2	49	11.4
Svibanj	37	12.6	52	17.2	64	16.6
Lipanj	36	20.0	62	19.8	84	19.0
Srpanj	145	22.2	57	20.9	47	21.5
Kolovoz	47	22.8	30	21.2	56	20.7
Rujan	18	18.0	67	15.1	47	17.1
Ukupno (mm)	358		315		349	
Prosjek (°C)		17.5		17.6		17.7

U cilju da se eventualno saniraju ovi poremećaji, postavljeni su gnojidbeni pokusi na proizvodnim površinama sjemenskog kukuruza, a kao kontrola poslužila je standardna gnojidba. Gnojidba cinkom i pojačana gnojidba fosforom i kalijem odabrani su kao tretmani na osnovu preliminarnih istraživanja uzroka poremećaja rasta i razvoja kukuruza (Kovačević i Bertić 1988; Kovačević 1989; Kovačević i Vujević 1991; Kovačević i sur. 1987a, 1987b, 1988a, 1988b, 1988c, 1989, 1990a, 1990b, Kovačević i Vukadinović 1992). Naime, ovim istraživanjima ustanovljeni su poremećaji mineralne ishrane kukuruza koji su izazvani ili nedostatkom cinka, fosfora (toksičnost aluminija?) ili kalija. Budući da u nekim okolnostima nedostatak cinka može biti sekundarno izazvan (npr. viškom pristupačnog fosfora), izbor pojačane gnojidbe fosforom ima dvostruki razlog: pored saniranja eventualnog nedostatka fosfora, i namjerno izazivanje nedostatka cinka. Time bi se ukazalo na potrebu korekcije gnojidbe fosforom na nekim parcelama.

MATERIJAL I METODE RADA

Četiri gnojidbena pokusa postavljeno je prije sjetve sjemenskog kukuruza na parcelama PIK-a »Đakovo«. Varijante gnojidbe bile su slijedeće:

1. predstetvena gnojidba cinkom
2. pojačana predstetvena gnojidba s N, P i K.
3. folijarna prihrana kukuruza cinkom
4. folijarna prihrana kukuruza lisnim gnojivom »Folifertil«
5. kontrola (standardna gnojidba)

Gnojidba za varijante 1 i 2 obavljena je neposredno nakon razmjeravanja pokusa i postavljanja mreže, da bi se potom gnojivo unijelo u tlo. Cink je dodan u obliku cinkovog sulfata (13 kg Zn/ha). Za gnojidbu varijante 2 dodano je 50 kg N + 170 kg P₂O₅ + 170 kg K₂O/ha u obliku kompleksnog gnojiva NPK 8:26:26. Pokusi su postavljeni u četiri repeticije, a raspored gnojidbenih tretmana bio je slučajna i identičan za sva četiri pokusa. Dimenzije osnovne parcele prilagodene su načinu rasporeda roditeljskih komponenata i iznosile su (bez staza) 94,5 m² (0.5 × 9 m) ili 95.2 m² (11.2 × 8.5 m). Gnojidbena parcela bila je dužine 10 m, odnosno 9.5 m tj. za 1 m duža od obračunske dužine parcele. U prvom slučaju (tri pokusa) sijano je po četiri reda majke i po jedan red

oca uz naknadno usijavanje oca u međuredni prostor. U drugom slučaju (jedan pokus) bio je klasičan raspored rodielja (6+2). Datumi postavljanja pokusa i sjetve, odnosno berbe, prikazani su tabelarno (Tab. 2).

Tabela 2. Termini gnojidbe, sjetve i berbe pokusa

Table 2. Therms of dunging, sowing-time and crop of the test

Oznaka pokusa	Gnojidba		Sjetva		Berba
	1 i 2	3 i 4	Majka	Otac	
A Gorjani	12. IV	17. VI	14. IV	15. IV i 12. V	27. IX
B Gorjani	12. IV	17. VI	5. V	6. V i 15. V	27. IX
C Budrovci	12. IV	19. VI	12. IV	12. IV i 30. IV	11. IX
D Tomašanci	16. IV	17. VI	17. IV	17. IV i 30. IV	13. IX

Standardna gnojidba pokusne površine (kontrola) bila je različita za pojedine parcele (Tab 3.). Osnovnom gnojidbom u jesen dodani su fosfor i kalij u

Tabela 3. Standardna gnojidba pokusne površine i gnojidba varijante 2 (pojačana NPK gnojidba na standardnu gnojidbu)

Table 3. Standard dunging of the experimental area and dunging of the variant 2 (amplified NPK dunging in relation to the standard one)

Oznaka pokusa	Gnojidba (kg/ha)					
	Kontrola			Varijanta 2		
	N	P ₂ O ₅	K ₂	N	P ₂ O ₅	K ₂
A Gorjani	146	130	240	50	170	170
B Gorjani	140	160	250	50	170	170
C Budrovci	164	52	40	50	170	170
D Tomašanci	185	110	100	50	170	170

obliku tripleksa (45% P₂O₅) odnosno kalijeve soli (60% K₂O); predstjetveno je dodana urea i kompleksno gnojivo različitih formulacija, a s kultivacijom je obavljena jedna prihrana (KAN 27% N). Na parceli u Budrovcima nije obavljena osnovna gnojidba. Gnojidbene varijante pokusa postavljene su na standardnu gnojidbu. Folijarna prihrana (varijante 3 i 4) obavljena je u fazi 5—6 listova s 1% otopinom cinkovog sulfata u količini od 5 l/parcela (varijanta 3) i lisnim gnojivom »folifertil« (1% otopina u količini 5 l/parcela) u razdoblju od 17. do 19. lipnja 1991. g.

Lisno gnojivo »Folifertil-T« (proizvođač »Pliva« Zagreb) prema s ambalažom priloženoj deklaraciji ima slijedeći sastav (u jednoj litri koncentrata za pripravu otopine): 120 g N, 40 g P₂O₅, 60 g K₂O, 234 mg Fe, 119 mg Cu, 119 mg Mn, 61 mg B, 42 mg Zn i 2,2 mikrograma (um) Mo.

Kukuruz je obran ručno tako da je u svakoj parceli obrano po šest redova (pokus A) ili po četiri reda (pokusi B, C, D). Prethodno su izbrojane biljke (ukupne, polegle, jalove), a nakon berbe su izbrojani klipovi i izvagana masa klipa na svakoj parceli. Nakon vaganja je sa svake parcele uzeto po pet klipova za određivanje postotka vlage i udjela mase zrna u masi klipa. Postotak polegatih, jalovih, dvoklipih biljaka i realizacija sklopa izračunati su nakon zbrajanja rezultata sve četiri repeticije. Prirod zrna sveden je na 14% vlage i

na teoretski sklop 38 093 biljke/ha uz množenje s faktorom dvokliposti. Naime u gotovo svim slučajevima je broj klipova na parceli bio veći od broja biljaka.

Tabela 4. Kemijska svojstva tla (interni podaci PIK-a »Đakovo«

Table 4. Chemical properties of the soil (internal data of the PIK »Đakovo«)

Oznaka pokusa*	pH		Humus (%)	mg/100 g tla (Al-metoda)	
	H ₂ O	KCl		P ₂ O ₅	K ₂ O
B (T-6C Krndija)	7.50	7.00	4.09	27.7	22.2
C (T-1 Budrovci)	6.53	5.82	4.59	27.3	30.2

* za T-28 Krndija (pokus A) i tablu T-3 Tomašanci (pokus D) nema rezultata kontrole plodnosti tla.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Godina 1991. bila je relativno povoljna za uzgoj kukuruza. Mjeseci travanj i svibanj bili su vlažni i nešto hladniji, ali je dalji tijek vremenskih prilika bio povoljan. Sjetva kukuruza je kasnila u usporedbi s uobičajenim terminima pa je rani porast bio u nešto toplijim okolnostima. Vjerojatno je to razlog

Tabela 5. Reakcija sjemenskog kukuruza (majka hibrida Os552) na gnojibu u 1991. g. (PIK »Đakovo« OJ Gorjani, Krndija T-28)

Table 5. Reaction of the seed-maize (mother of the hybrid Os 552) to dunging in 1991 (PIK »Đakovo«, OJ »Gorjani«, Krndija T-28)

Varijanta gnojidbe	Prirod zrna (t/ha)	Postotak		Masa 1000 zrna (g)	Hektol. masa zrna (kg)	
		Vlaga zrna	Real. sklop			Dvokli- post
1. Cink — predsjetveno	4.47 ⁺	30.0 ⁺	78.4	8.1	204	75
2. NPK — predsjetveno	4.00	32.2	85.6	3.9	212	76
3. Cink — folijarno	3.97	31.3	81.6	7.9	208	75
4. Folifertil — folijarno	4.26	30.4	81.6	9.2	202	75
5. Kontrola	4.06	31.9	88.8	4.2	212	75
Prosjeck	4.15	31.2	83.2	6.7	208	75
LSD	5%	0.34	1.6			
	1%	0.48	2.2			

činjenici da u 1991. g nisu bili u tolikoj mjeri izraženi poremećaji rasta i razvoja kao u nekim ranijim godinama. Usprkos tome postojala je izvjesna reakcija kukuruza na gnojidbu (Tab. 5—9). Budući da se faktor tlo pokazao značajnim u reakciji kukuruza na gnojidbene tretmane, (specifična reakcija za svaki pokus), analizirali smo svaki pokus posebno i prikazali rezultate odvojenim tabelama.

Primjenom cinka u tlo, povećan je prirod zrna kukuruza (pokus A, Tab. 5) za 0.41 t/ha ili za 10%, a razlika je statistički značajna na razini LSD — 5%. Ostali gnojidbeni tretmani nisu bili učinkoviti, jer su ostvareni prirod bili u rangu kontrole.

Tabela 6. Reakcija sjemenskog kukuruza (majka hibrida »Golda«) na gnojidbu u 1991. g. (PIK »Đakovo« OJ Gorjani, Krndija T-6C)**Table 6. Reaction of the seed-maize (mother of the hybrid »Golda«) to the dunging in 1991 (PIK »Đakovo«, OJ »Gorjani«, Krndija T-6C)**

Varijanta gnojidbe	Prirod zrna (t/ha)	Postotak			Masa 1000 zrna (g)	Hektol. masa zrna (kg)
		Vlaga zrna	Real. sklop	Dvokli- post		
1. Cink — predsjetveno	5.19 ⁺⁺	23.7	93.3	4.2	274	76
2. NPK — predsjetveno	5.78	25.7	95.6	4.1	288	76
3. Cink — folijarno	5.97	24.3	90.4	5.8	296	76
4. Folifertil — folijarno	5.60	24.6	94.6	3.1	270	75
5. Kontrola	5.97	24.4	99.0	3.6	274	74
Prosjek	5.70	24.5	94.6	4.2	280	75
LSD	5%	0.51	1.5			
	1%	0.70	2.1			

U pokusu B (Tab. 6), predsjetvena gnojidba cinkom negativno je utjecala na prirod zrna (!): u usporedbi s kontrolom, prirod zrna je smanjen za 0.78 t/ha ili za 13%, a razlika je statistički vrlo značajna. Prirodni zrna ostvareni drugim gnojidbenim tretmanima bili su u rangu kontrole.

Tabela 7. Reakcija sjemenskog kukuruza (majka hibrida »Golda«) na gnojidbu u 1991. g (PIK »Đakovo« Oj Đakovo, Budrovci T-1)**Table 7. Reaction of the seed-maize (mother of the hybrid »Golda«) to the dunging in 1991 (PIK »Đakovo«, OJ »Đakovo«, Budrovci T-1)**

Varijanta gnojidbe	Prirod zrna (t/ha)	Postotak			Masa 1000 zrna (g)	Hektol. masa zrna (kg)
		Vlaga zrna	Real. sklop	Dvokli- post		
1. Cink — predsjetveno	6.26	31.5	99.4	15.0	294	75
2. NPK — predsjetveno	6.00	34.0	96.5	20.2	314	74
3. Cink — folijarno	6.12	30.5 ⁺	98.5	20.0	294	75
4. Folifertil — folijarno	6.16	31.2	99.8	16.2	294	75
5. Kontrola	5.90	33.2	99.5	12.5	300	74
Prosjek	6.09	32.1	98.7	16.8	299	75
LSD	5%	0.52	2.0			
	1%	0.72	2.8			

Gnojidbenim tretmanima u pokusu C (Tab. 7) postignuti su ujednačeni prirodni zrna kukuruza. Iako je na kontroli ostvaren najniži prirod kukuruza, a predsjetvenim unošenjem cinka najveći prirod, razlika od 0.36 t/ha bila je u granici statističke pogreške.

Tabela 8. Reakcija sjemenskog kukuruza (majka hibrida »Golda«) na gnojidbu u 1991. g. (PIK »Đakovo« OJ Slaščak, Tomašanci T-3)

Table 8. Reaction of the seed-maize (mother of the hybrid »Golda«) to the dunging in 1991 (PIK »Đakovo«, OJ »Slaščak«, Tomašanci T-3)

Varijanta gnojidbe	Prirod zrna (t/ha)	Postotak			Masa 1000 zrna (g)	Hektol. masa zrna (kg)
		Vlaga zrna	Real. sklop	Dvokli- post		
1. Cink — predsjetveno	6.73 ⁺	33.1	77.5	29.8	320	75
2. NPK — predsjetveno	5.40 ⁺⁺	33.9	83.1	21.8	296	74
3. Cink — folijarno	6.10	33.6	86.7	22.8	308	75
4. Folifertil — folijarno	6.08	33.0	85.8	21.6	320	75
5. Kontrola	6.13	32.8	78.3	26.6	314	76
Prosjek	6.09	33.3	82.3	24.5	312	75
LSD	5%	0.51	2.2			
	1%	0.70	3.1			

Predsjetvena gnojidba cinkom povećala je prirod zrna u pokusu D za 0.60 t/ha ili za 10%, a razlika je statistički značajna na razini LSD — 5%. Najniži prirod ostvaren je pojačanom NPK gnojidbom: bio je za 0.73 t/ha ili 12% niži, a razlika je statistički vrlo značajna.

Budući da je reakcija kukuruza na gnojidbu značajno ovisila o lokalitetu (faktor tlo) ispravnije je pojedinačno analiziranje učinaka gnojidbe nego sumarno za sva četiri pokusa. Ipak, promatrano u prosjeku, pojačana NPK gnojidba rezultirala je za 4% nižim prirodom zrna, dok je predsjetvenom gnojidbom cinkom taj prirod bio za 0.14 t/ha ili za 2.5% veći nego na kontroli. Folijarna prihrana nije utjecala na prirod zrna. Vlažnost zrna bila je najmanja na tretmanu predsjetvene gnojidbe cinkom (u prosjeku 29.6%), a najveća na tretmanu pojačane NPK gnojidbe (31.5%). Udjel biljaka s dva klipa iznosio je u prosjeku 14.3% nakon predsjetvene gnojidbe cinkom, a 14.1% nakon folijarne prihrane cinkom, dok je na kontroli taj udjel bio nešto manji. Masa 1000 zrna i hektolitarska masa zrna bili su ujednačeni i u prosjeku praktično neovisni o gnojidbi (Tab. 9).

Tabela 9. Reakcija sjemenskog kukuruza (prosjek 4 pokusa) na gnojidbu (PIK »Đakovo« 1991. g.)

Table 9. Reaction of the seed-maize (average of 4 tests) to the dunging (PIK »Đakovo«, 1991)

Varijanta gnojidbe	Prirod zrna (t/ha)	Postotak			Masa 1000 zrna (g)	Hektol. masa zrna (kg)
		Vlaga zrna	Real. sklop	Dvokli- post		
1. Cink — predsjetveno	5.66	29.6	87.1	14.3	273	75
2. NPK — predsjetveno	5.30	31.5	90.2	12.5	278	75
3. Cink — folijarno	5.54	29.9	89.3	14.1	277	75
4. Folifertil — folijarno	5.52	29.8	90.5	12.5	272	75
5. Kontrola	5.52	30.6	91.4	11.7	275	75
Prosjek	5.51	30.3	89.7	13.0	275	75

RASPRAVA

U raspravi smo se ograničili na prezentiranje činilaca koji utječu na stanje ishrane kukuruza cinkom i pregled novije literature o reakciji kukuruza na gnojidbu cinkom. Razlog tome je u činjenici da je gnojidba cinkom pokazala određene učinke u našim istraživanjima, te da je dio poremećaja rasta kukuruza u nekoliko posljednjih godina bio izazvan nedostatkom cinka.

Ishrana cinkom je pod utjecajem mnogih činilaca od kojih su najznačajniji pH tla, sadržaj organske tvari, razina biljci pristupačnog fosfora i temperatura. Nedostatak cinka u kukuruzu javlja se na tlima s visokim pH ili na onima siromašnim organskom tvari, te bogatim pristupačnim fosforom i na karbonatnim tlima, kao i pri niskim temperaturama. Ograničena zona korijenja na zbijenim tlima je također značajan činilac u promociji nedostatka cinka. Nedostatak cinka se ne javlja na kiselim tlima, a ukoliko se ipak pojavi, rezultat je niskih prirodnih rezervi cinka u matičnom supstratu. Sadržaj cinka veći je u površinskom sloju tla, vjerojatno uslijed odlaganja biljnih ostataka ili emisijom industrijskih produkata i njihovim taloženjem na površini tla. Uklanjanje površinskog sloja tla ili njegovim zatrpavanjem nakon ravnjanja, obrade tla, postavljanja drenažnih cijevi i sl. može izazvati nedostatak cinka.

Nedostatak cinka je raširena pojava u SAD, Australiji i mnogim tropским državama (Lindsay 1972) i u nekim europskim zemljama (Aubert i Pinta 1977). Nedostatak cinka je pospješen suvremenom praksom, osobito primjenom koncentriranih mineralnih gnojiva i postizanjem visokih priroda. Tako je kasnih 60-tih godina u 39 država SAD preporučeno da se cink koristi u gnojidbi većine ratarskih i krmnih usjeva, te povrću i voću (Sparr 1970).

Biljne vrste pokazuju u pravilu veći raspon reakcije prema nedostatku pojedinih mikroelemenata nego različite sorte (hibridi) u okviru iste biljne vrste. Međutim, kod biljnih vrsta s velikim brojem varijeteta, kao što je npr. kukuruz, razlike u okviru jedne biljne vrste mogu biti vrlo velike. Prema iskustvu s Michigan State University (SAD), kukuruz je jako osjetljiv na nedostatak cinka, srednje osjetljiv na nedostatak željeza i bakra, te slabo osjetljiv na nedostatak mangana, bora i molibdena (Lucas i Knezek 1972). Inače, optimalni pH za većinu biljaka je u rasponu od 6,0 do 6,8.

Kloroza kukuruza koja podsjeća na nedostatak cinka (pojava svijetlijih zona na listu) i zaostajanje u rastu primjećeni su na nekim tlima Gornje Austrije uz obalu Dunava. Hladno i vlažno proljeće su promotivni faktori za manifestiranje ovih poremećaja. Ovu su pojavu detaljno analizirali Blasl i Mayer (1978). Iznosimo ukratko njihove rezultate poljskih pokusa budući da i kod nas postoje slični problemi (Kovačević i sur. 1988c). Analizama tla je ustanovljena visoka razina biljci pristupačnog fosfora. Folijarnom prihranom kukuruza (2×0.33 kg Zn/ha u sulfatnom obliku — faza visine biljaka oko 30 cm i oko 60 cm) povećana je masa suhe tvari klipa silažnog kukuruza (faza žetve) za oko 30% prema kontroli. Istovremeno, predstjetvenom gnojidbom (2.64 kg Zn/ha u sulfatnom obliku) su analogne vrijednosti povećane za oko 85% i oko 20% (prva godina istraživanja), odnosno za oko 130% i oko 54% (naknadni učinak gnojidbe cinkom u drugoj godini istraživanja). Ponovljena predstjetvena gnojidba cinkom (u obje godine istraživanja po 2.64 kg Zn/ha) bila je po učincima nešto slabija nego kada je cink dodan samo u prvoj godini. Sadržaj cinka u klipovima povećan je sa 17 do najviše 24 mg Zn/kg, a sadržaj željeza je smanjen sa 117 na 80 mg Fe/kg nakon primjene cinka. Međutim, u preostalom di-

jelu biljke (faza žetve) taj se sadržaj nije značajnije promijenio (u prosjeku 8 mg Zn/kg i oko 450 mg Fe/kg). Također, nedostatak cinka ustanovljen je na karbonatnom tlu nedaleko Beča, a analizom tla je ustanovljen i visok sadržaj pristupačnog fosfora (Horak 1989).

Nedostatak cinka često se javlja u ranom proljeću (faza 4 do 6 listova) kukuruza koji se uzgaja na kalciziranom tlu sjeveroistoka SAD. Istraživanja u trajanju od 7 godina u poljskim pokusima provedena su nedaleko Ithace (New Jersey). Tlo je bilo umjereno siromašno organskom tvari, umjereno visokog sadržaja P i K, vrlo siromašno cinkom i kalcizacijom dovedeno do pH blizu pH = 7. Kukuruz je reagirao na gnojidbu cinkom u šest do sedam godina. Reakcija na početnu primjenu cinka (8 lb Zn/acre u prvoj godini istraživanja; 1 acre = 0,405 ha i 1 lb = 0.453 kg) bila je po učinku jednaka primjeni te količine u svakoj godini. Reakcija na gnojidbu u trake sa sjetvom (svake godine po 4 lb Zn/acre) bila je učinkovita tek nakon nekoliko godina ponovljene primjene u stacioniranom pokusu nakon miješanja s tlom. Nedostatak cinka i s njom povezana redukcija priroda može biti prevladana u trajanju od najmanje pet godina s jednom gnojidbom cinkom (8 lb/acre) raspoređenog širom i inkorporiranog u tlo (Carsky i Reid 1990). Korekcija nedostatka cinka u kukuruзу može se, prema Lindsay (1972) postići primjenom 4 do 10 lb/acre kao ZnSO₄ i to kada je raspoređen širom i inkorporiran. Superiornost raspodjele širom prema gnojidbi cinkom u trake ustanovljena je u polju (Pumphrey i sur. 1963) i stakleniku. Folijarna prihrana je općenito manje efikasna od primjene u tlo i stoga se preporučuje izuzetno u kriznim situacijama (Viets 1961).

Nedostatak cinka ustanovljen je u provinciji Saskatchewan (Canada). Od 1200 uzoraka tla analiziranih na sadržaj cinka (DTPA-ekstrakcija), oko 12% uzoraka imalo je ispod 0.5 mg Zn/kg što predstavlja potencijalni deficit cinka.

Međutim, od 23 poljska pokusa, prirodi usjeva (uglavnom pšenice) signifikantno su povećani samo u jednom slučaju kada je uzgajan kukuruz (Singh i sur.) 1987. Slični rezultati su dobijeni u susjednoj provinciji Manitoba (Loewen-Rudgers i sur. 1983). Reakcija na cink izostala je u pokusima s kukuruzom i suncokretnom u Zapadnoj Virginiji i Sjevernoj Dakoti (SAD) usprkos činjenici da je analizama tla ustanovljen sadržaj cinka ispod kritične razine (Stout i Bennett 1983; Hilton i Zubrinski 1985).

U blizu 70% svih gnojdbenih pokusa s cinkom koji su postavljeni širom Indije u razdoblju 1970—1977. g. sa žitaricama, ostvareno je povećanje priroda zrna od najmanje 10 kg na 1 kg dodanog ZnSO₄ (Kulkarni i Kavalappa 1979). Inače, nedostatak cinka je raširena pojava u Indiji. Randawa i sur. (1974) su objavili rezultate istraživanja od ukupno 456 pokusa u polju. Cinkov sulfat pokazao se najefikasniji i najjeftiniji izvor cinka, a njegova primjena u tlo (širom ili u trake ispod sjemena) bila je najefikasniji način korekcije nedostatka. Međutim, u uvjetima slabije izraženog nedostatka cinka i na tlima s visokom fiksacijom cinka (karbonatna tla), folijarna prihrana bila je ekonomičnija. Kukuruz je najbolje reagirao na cink: prirod zrna je prosječno povećan za 0.77 t/ha (prosjeak 31 pokusa). Međutim, najzastupljeniji su bili pokusi s pšenicom (270 pokusa), a prosječno povećanje priroda zrna iznosilo je 0.58 t/ha. Zahvaljujući ovim spektakularnim rezultatima, gnojidba cinkom postala je redovitom praksom u Indiji na površini od preko nekoliko stotina tisuća hektara. Također, uspjele su se stvoriti varijeteti pšenice, kukuruza i riže koji su tolerantniji na nedostatak cinka (npr. kukuruz Ganga 2, Ganga 3, JML 22). Autori su u svojim preliminarnim istraživanjima (Randhawa 1972, Takkar i

sur. 1971) ustanovili da se alarmantna situacija nedostatka cinka može kontrolirati primjenom u tlo 50 kg $ZnSO_4$ /ha ili folijarno s 0.5% neutralnom otopinom $ZnSO_4$.

Souza i sur. (1985) uzgajali su kukuruz na različitim razinama fosfora kombiniranih s različitim razinama cinka (do 200 kg P_2O_5 i do 100 kg $ZnSO_4$ /ha) na tlu deficitarnom cinkom (0.4 mg Zn/kg — ekstrakcija s 0.1 N HCl) u državi Mato Grosso (Brazil). Najveći prirod zrna ostvaren je kombinacijom najvećih primjenjenih doza (3.88 t/ha) dok je na kontroli (negnojeno) taj prirod bio samo 0.77 t/ha. Međutim, za praksu je preporučena gnojidba fosforom neposredno pred sjetvu sa 150 kg P_2O_5 /ha i 25 kg $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ /ha.

ZAKLJUČAK

Četiri gnojidbena pokusa postavljena su na parcelama sjemenskog kukuruza u 1991. g. sa slijedećim varijantama: predsjedvena gnojidba ili s 13 kg Zn/ha u sulfatnom obliku ili s NPK (50 kg N + 170 kg P_2O_5 + 170 kg K_2O /ha); folijarna prihrana u ranom porastu s 1% otopinom ili cinkovog sulfata ili lisnog gnojiva »Folifertil-T«. Predsjedvena gnojidba cinkom povećala je u dva slučaja prirod zrna za u prosjeku 0.5 t/ha, u jednom slučaju prirod je smanjen za 0.7 t/ha, a u jednom slučaju nije bilo značajne razlike priroda. Pojačana gnojidba s NPK dala je u jednom slučaju prirod zrna manji za 0.7 t/ha, a u prosjeku tri slučaja prirod zrna bio je u rangu kontrole. Folijarna prihrana nije utjecala na prirod zrna. Vlažnost zrna u berbi bila je najmanja nakon primjene cinka, a najveća nakon pojačane NPK gnojidbe. Masa 1000 zrna više je ovisila o lakalitetu (faktor tlo) nego o gnojidbi, a hektolitarska masa zrna bila je ujednačena. Problem ishrane kukuruza, osobito sjemenskog kukuruza, treba detaljnije analizirati tijekom slijedećih nekoliko godina i u skladu s dobijenim rezultatima uvesti gnojidbu cinkom kao redovitu agrotehničku mjeru u okolnostima sumnjivim za moguću pojavu nedostatka ovog elementa.

LITERATURA — REFERENCES

1. Aubert H., Pinta M. (1977): Zinc. In »Trace elements in soils« Elsevier Scientific Publishing Company, New York, p. 395.
2. Blasl S., Mayr H. H. (1978): Der Einfluss von Zinc auf die Ernährung der Maispflanze und seine Wechselbeziehungen zu Phosphor und Eisen. Die Bodenkultur 29 (3), 253—269, Wien.
3. Carsky R. J., Reid W. S. (1990): Response of corn to zinc fertilization. J. Prod. Agric., 3 (4), 502—507.
4. Grbeša I., Perić Z., Penić A., Mikulić S., Čulo F. (1992): Kukuruz '91 — tehnološkoekonomska analiza proizvodnje. PIK »Đakovo« DP, Poljoprivredna stručna služba, Đakovo.
5. Horak O. (1989): Mikronährstoffmangel bei Pflanzen. In »Reaktionen von Pflanzen auf Stress (H. Guttenberger, E. Bermadinger and D. Grill Editors). Karl-Franzeus-Universität Graz. Institute für Pflanzenphysiologie. p 35—44.
6. Hilton B. R., Zubrinski J. C. (1985): Effect of sulfur, zinc, iron, manganese and boron application on sunflower yield and plant nutrient concentration. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 16, 399—409.
7. Kovačević V. (1989): Pregled poremećaja mineralne ishrane kukuruza na tlima Slavonije i njihovo rješavanje. Zbornik referata XXIII seminara agronoma Kupari 10—18. februara, Poljoprivredni fakultet i Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad, 181—189.

8. Kovačević V., Bertić B. (1988): Pregled poremećaja mineralne ishrane na tlima Slavonije i Baranje. *Privreda XXIII* (10) 55—63. Osijek.
9. Kovačević V., Bertić B., Vukadinović V. (1988a): Disorders of potassium uptake by maize (*Zea mays* L.) plants growing on hypogley soil. *Proc. 7th Colloq. of the Intern. Ass. for Optimization of Plant Nutrition*, Nyborg, Denmark.
10. Kovačević V., Katušić V., Vukadinović V. (1990a): Nutritional stress of maize (*Zea mays* L.) growing on a gleysol of East Croatia. In »Plant nutrition — physiology and application«, Kluwer Academic Publishers, p. 607—610.
11. Kovačević V., Komljenović I., Katušić V. (1990b): Osvrt na poremećaje rasta sjemenskog kukuruza u 1989 g. sa stajališta mineralne ishrane. *Poljoprivredne aktualnosti* 35 (1—2), 181—184 Zagreb.
12. Kovačević V., Vujević S. (1991): Reakcija genotipova kukuruza na tlima Slavonije u 1990. godini. *Poljoprivredne aktualnosti* 38 (1—2), 75—80 Zagreb.
13. Kovačević V., Vukadinović V. (1992): The potassium requirements of maize and soyabean on a high K-fixing soil. *South African Journal of Plant and Soil* 9 (1) 10—13, Pretoria.
14. Kovačević V., Vukadinović V., Bertić B. (1988b): Excessive iron and aluminium uptake and nutritional stress in corn (*Zea mays* L.) plants. *Journal of Plant Nutrition* 11 (6—11) 1263—1272.
15. Kovačević V., Žugec I., Bertić B. (1987a): Poremećaji mineralne ishrane kukuruza i suncokreta na oranicama Kombinata »Đuro Salaj« Valpovo u 1985. godini. *Zemljište i biljka* 36 (2) 141—147, Beograd.
16. Kovačević V., Žugec I., Bertić B., Katušić V. (1988c): Growth retardation and chlorosis due to zinc deficiency under the conditions of Eastern Croatia. *Tag. -Ber. Akad. Landwirtsch. -Wiss. DDR, Berlin* 267, p. 379—386.
17. Kovačević V., Žugec I., Jurić I., Katušić V. (1987b): Osvrt na poremećaje rasta kukuruza uslijed debalansa mineralne ishrane u 1986. godini. *Poljoprivredne aktualnosti* 28 (1—2) 357—361, Zagreb.
18. Kovačević V., Žugec I., Katušić V. (1989): Potassium — a limiting factor of maize yield on hypogley of Eastern Croatia. *Periodicum biologorum* 91 (1) Zagreb.
20. Lindsay W. L. (1972): Zinc in soils and plant nutrition. In »Advances in Agronomy« 24, Amer. Society of Agronomy, Madison, Wisc. p 147—186.
21. Loewen-Rudgers L., Tokarchuk J. M., McAndrew D. W. (1983): Micronutrient deficiencies in Manitoba crops. In »Proc. Soil and Crops Workshop, Extension Division, University of Saskatchewan, Saskatoon, Sask. Canada, p. 21—44.
22. Lucas R. E., Knezek B. D. (1972): Climatic and soil conditions promoting micronutrient deficiencies in plants. In »Micronutrients in Agriculture« (Mortvedt J. J., Giordano P. M. and Lindsay W. L. Editors). *Soil Sci. Soc. Amer. Inc. Madison, Wisconsin USA*, p. 265—288.
23. Pumphrey F. W., Koehler F. E., Allmaras R. R., Roberts S. (1963): Methods and rate of applying zinc sulfate for corn on zinc-deficient soil in western Nebraska. *Agronomy Journal* 55, 235—238.
24. Randhawa N. S. (1972): Fifth annual report of the all-India co-ordinated scheme of micronutrients in soils. I.C.A.R., New Delhi.
25. Randhawa N. S., Takkar P. N., Venkata Ram C. S. (1974): Zinc deficiency in Indian soils. Reprint form »Zinc in Crop Nutrition«. Intern. Lead Zinc Research Organization and Zinc Institute New York and the Indian Lead Zinc Information Centre, New Delhi.

26. Singh J. P., Karamanos R. E., Stewart W. B. (1987): Te zinc fertility of Saskatchewan soils. *Canadian Journal of Soil Science* 67, 103—116.
27. Souza E. C. A., Santiago G., Oliveira L. C. L., Coutinho E.L. M., Lima L. A. (1985): Respostas do milho (*Zea mays* L.) a adubacao com fosforo e zinco. *Cientifica* 13 (1/2) 39—49. Sao Paulo.
28. Sparr M. C. (1970): Micronutrient needs — which, where, on what — in the United States. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, 1, 241—262.
29. Stout W. L., Bennett D. L. (1983): Effect of Mg on Zn fertilization on soil test levels, earleaf composition and yields of corn in northern West Virginia. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 14, 603—613.
30. Takkar P. N., Mann M. S., Randhawa N. S. (1971): How zinc deficiency affects wheat yields. *Indian Farming* 21 (9) 31—32.
31. Viets F. G. Jr. (1961): Zinc deficiency of field and vegetables crops in the West. USDA Leaflet 495.