

ISSN 0370-0291, UDC 63



**ACS**

CROATIA

---

**AGRICULTURAE  
CONSPECTUS  
SCIENTIFICUS**

**POLJOPRIVREDNA  
ZNANSTVENA  
SMOTRA**

---

**VOLUMEN 62 BROJ 3-4 1997**

<http://www.agr.hr/smotra/>

# Reakcija kukuruza na gnojdbu dušikom i mikroelementima, sklop i režim vlažnosti hidromelioriranog tla

M. JURIŠIĆ

Zavod za mehanizaciju, Poljoprivredni fakultet  
Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku, -

Trg Svetog. Trojstva 3,  
31000 Osijek

## SAŽETAK

*Tijekom 1993. i 1994. godine obavljena su istraživanja putem poljskih pokusa na lesiviranom semiglejnom i hidromelioriranom tipu tla u Vinkovcima (Istočna Hrvatska). Istražena je reakcija srednje kasnog hibrida kukuruza (Bc 592) na gnojdbu dušikom ( $N_1=90$ ,  $N_2=180$  i  $N_3=270$  kg/ha) i mikroelementima (INA FERTINA  $K_1$  - bor 0.4 i cink 2 kg/ha), sklop ( $S_1=48.000$ ,  $S_2=60.000$  i  $S_3=80.000$  biljaka/ha) te režim vlažnosti tla).*

*Tijekom vegetacije izvršeno je niz potrebitih motrenja i mjera, kao naprimjer fenološke faze (pojava i protjecanje), važniji klimatski čimbenici (temperature, oborine, sume efektivnih toplinskih jedinica, relativna vlaga zraka, insolacija i drugo), kemijske analize tla (EUF metodom), režim vlažnosti tla (u izrazu dinamike sadržaja trenutačne vlage s uzorcima u porušenom putem sondi i prirodnom stanju tla pomoću metalnih cilindara po Kopeckom te niza drugih svojstava značajnih posredno ili neposredno za prinos zrna. Obraden je i utjecaj sadržaja vode u tlu na prinos zrna. U svilanju je mjerena lisna površina (LAI), te je obraden njen utjecaj na prinos zrna.*

*Uz prinos, određena je i bilanca oborinske vode, odnosno prva faza hidrološkog proračuna komponenata bilance vode u tlu na bazi određenih meteoroloških pokazatelja pomoću odgovarajućeg kompjutorskog programa. Većina dobivenih rezultata obrađena je statistički odgovarajućim metodama, kao na primjer analiza varijance split-split-plot pokusa u četiri repeticije, korelacijske i regresijske analize pojedinih svojstava.*

*Izvorni znanstveni rad  
Original scientific paper*

**Ključne riječi:** kukuruz, gnojdba dušikom, lisna površina, vodni režim, režim vlažnosti, mikroelementi, prinos zrna

## UVOD

Uz pšenicu i rižu, kukuruz je najvažniji usjev u svijetu prema površinama koje zaposjeda, biološkom potencijalu i mogućnosti raznovrsnog korištenja.

Prinos kukuruza uvjetuje mnoštvo čimbenika, a posebice klimatske prilike, plodnost tla, izabrani hibrid, dostupnost makro i mikro hraniva, sklop, režim vlažnosti tla i primjenjena agrotehnika.

Nedostatak dušika ograničava rast i razvoj biljaka, jer on utječe na proizvodnju organske mase, a time i na njihov biološki i poljoprivredni prinos (Kastori, 1983).

Od neophodnih mikroelemenata cink i bor imaju značajnu ulogu u biljnoj proizvodnji. Pojava nedostatka cinka prema istom autoru kod biljaka prisutna je u cijelom svijetu, zbog čega proučavanje problema cinka u različitim agroekološkim uvjetima ima veliku praktičnu važnost. Nedostatak bora izaziva značajne fiziološke i morfološke promjene. Ovaj element ima veliki utjecaj na aktivnost većeg broja enzima. Veliku ulogu ima u oplodnji, prometu ugljikohidrata i drugo (Kastori, 1983).

Sklop, tj. broj biljaka po jedinici površine značajno utječe na visinu prinosa, a posebice u interakciji s ostalim navedenim čimbenicima, naročito s dušikom i režimom vlažnosti tla.

U svezi s tim u ovom radu istražena je reakcija kukuruza na gnojdbu, posebice dušikom i mikroelementima (Zn i B), sklop i režim vlažnosti na lesiviranom-semiglejnem hidromelioriranom tlu. Obradena je i međuzavisnost navedenih čimbenika značajnih za ostvarenje optimalnih prinosa kukuruza

## KRATKI LITERATURNI PRIKAZ

Za normalnu fiziološku aktivnost biljke u svim razvojnim fazama, mineralna ishrana u skladu sa ostalim čimbenicima predstavlja vrlo važnu agrotehničku mjeru. Ona utječe na genetičko-proizvodni potencijal hibrida u interakciji s ostalim čimbenicima, a poglavito sklopom i režimom vlažnosti.

Gotlin (1967), Gotlin i Pucarić (1969), navode da se s 190-200 kg/ha dušika mogu postići maksimalni prinosi zrna kukuruza na tlima slabo opskrbljenim dušikom, ukoliko prinos ne limitiraju drugi čimbenici. Na tlima visoke plodnosti prema većini autora optimalni prinosi zrna mogu se postići sa 100-140 kg/ha dušika.

Iskorištenje dušika iz gnojiva je znatno ispod 100 % (Debreczeni i Sisak, 1994), jer se dio dušika iz gnojiva akumulira u tlu i može imati dugoročni efekt. Autori tvrde da bi trebalo ispitati utjecaj ishrane dušikom na okolinu, kako bi se za duže vrijeme optimizirala ishrana kukuruza ovim elementom.

Primjena tekućih gnojiva predstavlja višu fazu razvoja fertilizacije u intenzivnoj biljnoj proizvodnji (Manojlović i suradnici, 1983), a doprinosi većoj produktivnosti rada,

smanjuje cijenu koštanja, a omogućuje primjenu makro i mikroelemenata te pesticida u širokoj proizvodnji.

Pojava kada fosfor uvjetuje nedostatak cinka je dobro poznata iz literature o fiziologiji i ishrani bilja (Benton i Jones, 1972). Ovu pojavu srećemo kod kukuruza koji ima velike zahtjeve prema cinku (vapnenasta tla), gdje je zbog visoke vrijednosti pH cink nepristupačan biljkama (Warnok, 1970).

Sklop značajno utječe na visinu i kvalitetu prinosa. Visoke prinose zrna moguće je postići tek ako se uz ostale čimbenike osigura optimalni broj biljaka na jedinici površine. Za svaku grupu dozrijevanja, odnosno za svaki hibrid u optimalnom sklopu najbolje se koriste svi potrebni čimbenici za rast i razvoj biljaka.

Prema Gotlinu i Pucariću (1979) koji su saželi velik broj istraživanja, za hibride FAO grupa 200 i 300 optimalni sklop bio bi od 65.000-80.000 biljaka/ha, za hibride FAO grupa 400 i 500, optimalni sklop je 50.000-65.000 biljaka/ha, a FAO grupe 600 i 700 potrebno je sijati u rasponu od 40.000-55.000 biljaka/ha. Ove vrijednosti su aproksimirane, te će sklop zavisiti od niza čimbenika koji su većinom spomenuti i obrađeni u ovom literaturnom pregledu.

Istraživanja velikog broja autora pokazala su da postoji uzajamna povezanost između gnojdbu dušikom i sklopa. Rezultati ovakvih ispitivanja uglavnom se svode na činjenicu da je dušik svoje djelovanje jače izrazio u većem sklopu.

Najnovija istraživanja provedena u Mađarskoj prema Berczenyiu (1994) ukazuju na to da LAI i NAR (čista asimilacijska količina) imaju važnu ulogu u određivanju rasta usjeva gdje je direktan utjecaj LAI od 56.6-67.9 %.

Pri uzgoju poljoprivrednih kultura potrebno je održavati povoljan vodni režim u tlu tijekom vegetacijskog razdoblja. Za praktične namjene optimalna vlažnost je ona koja se nalazi između poljskog vodnog kapaciteta i lentokapilarne vlažnosti tla. U cilju održavanja vlažnosti tla u određenom intervalu potrebno je obavljati mjerenje njenog stanja tijekom cijele vegetacije (Tomić, 1988 i Tomić i Romić, 1990).

## METODE ISTRAŽIVANJA

Istraživanja su obavljena tijekom 1993. i 1994. godine na pokušalištu Poljoprivrednog fakulteta Osijek, a na P. J. Ekonomija u Vinkovcima, uzvodno uz rijeku Bosut na lesiviranom semiglejnem i hidromelioriranom tlu.

Hibrid kukuruza uključen u ispitivanje 1993 i 1994 je Bc 592. Sklopovi su regulirani razmakom unutar redova (za S1-48.000 biljaka / ha = 29.7 cm, S2-60.000 biljaka / ha = 23.8 cm i S3-80.000 biljaka / ha = 17.9 cm) uz razmak između redova 70 cm.

Primjenjene su tri razine gnojidbe dušikom ( $N_1=90$ ,  $N_2=180$  i  $N_3=270$  kg/ha) uz 100 kg/ha  $P_2O_5$  i 150 kg/ha  $K_2O$ .

U fazi intenzivnog porasta kukuruza na dijelu pokusa (M1) obavljeno je u dva navrata svake godine folijarno tretiranje smjesom INA-Fertina  $K_1$  u koncentraciji 3 % (9 l uz primjenu 300 l vode po pokusnoj površini), a u čijem se sastavu nalazi dušik i vodotopljivi kalij, cink i bor (4, 5, 1 i 0.2 % ili 8, 10, 2 i 0.4 kg/ha).

U fazi svilanja utvrđena je lisna površina u svim varijantama te je obrađen njen utjecaj na prinos zrna (Mc Kee, 1964) Utvrđene su i vrijednosti prinosa zelene mase u svilanju po varijantama pokusa, a dobivene vrijednosti preračunate su na jedinicu površine tla. Većina dobivenih parametara obrađena je statistički odgovarajućim metodama (split-split-plot u četiri repeticije), tj. analizom varijance, multiplom regresijskom analizom nekih elemenata u odnosu na prinos u svim kombinacijama pokusa (Hadživuković, 1984).

Analizirani su značajni klimatski elementi (Agrometeorološka postaja Vinkovci).

Za vegetacijski period izračunata je i suma toplinskih jedinica u efektivnim stupnjevima (Gilmore i Rogers, 1958). Efektivni stupnjevi prema pojedinim danima sumirani su za cijelo vegetacijsko razdoblje.

Za ekstrakciju elemenata primjenjena je EUF metoda (Nemeth, 1982). Dobivene vrijednosti predstavljaju koncentraciju hraniva u vodenoj otopini tla i daju uvid u potencijal puferne sposobnosti tla.

Na bazi dobivenih rezultata teorijski je izračunata vrijednost očekivane mineralizacije dušika u ovom supstratu.

Tijekom istraživanja mjereno je sadržaj vode u tlu, dekadno do 60 cm dubine (svakih 10 cm), gravimetrijskom metodom u porušenom stanju uzorka tla na devet mjesta. Uz sadržaj trenutačne vlage tijekom vegetacije određivana je i specifična volumna gustoća, kao i retencijski kapacitet tla za vodu.

Za određivanje referentne evapotranspiracije korištena je modificirana metoda po Blaney - Criddleu (FAO 1977, citirano prema Tomiću 1988).

Određivanje bilance oborinske vode u tlu provedeno je metodom Palmera (1965). Za potrebe poljoprivrednih melioracija ili konkretno za procjenu, planiranje i projektiranje odvodnje i navodnjavanja zadovoljava tzv. prva faza Palmerovog postupka ili hidrološki proračun komponenata bilance vode u tlu (Vidaček 1981; Vidaček i Husnjak 1989; Vidaček, Bogunović i Škorić 1990).

Za proračun bilance oborinske vode u tlu prema metodi Palmera korišten je odgovarajući kompjutorski program (Tanić i Vidaček, 1989).

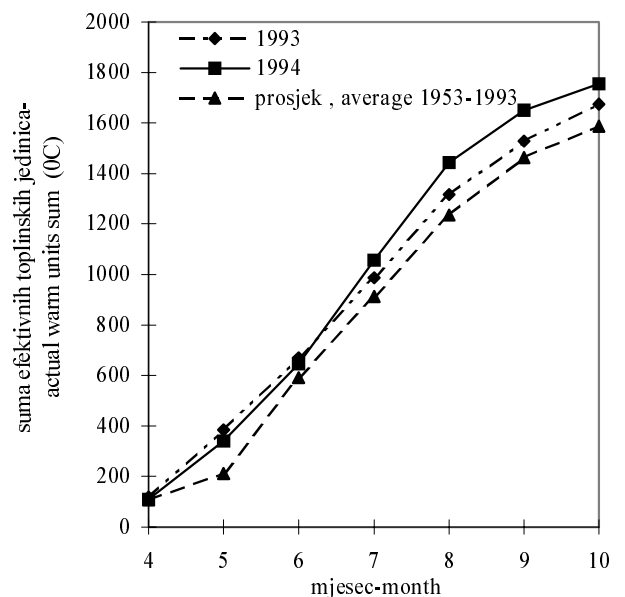
U cjelini vegetacijsko razdoblje u 1993. godini značajno se razlikovalo u pogledu sume efektivnih toplinskih

jedinica. Iz grafičkog prikaza 1. vidljive su značajne razlike prve godine istraživanja u odnosu na višegodišnji prosjek za istraživano područje, koji iznosi 1 591 efektivnih  $^{\circ}C$ . U 1993. godini sume efektivnih  $^{\circ}C$  bile su znatno veće, a iznosile su 1 755  $^{\circ}C$ .

U vegetacijskom razdoblju druge godine istraživanja sume efektivnih toplinskih jedinica bile su nešto veće u odnosu na višegodišnji prosjek, a iznosile su 1 598  $^{\circ}C$ .

Graf 1.: Sume efektivnih  $^{\circ}C$  (prema Gilmoreu i Rogersu 1950) tijekom vegetacije 1993. i 1994. godine u odnosu na prosjek od 1953-1993. godine na području Vinkovaca

Figure 1. Relation of actual warm units sum  $^{\circ}C$  (after Gilmore and Rogers, 1950) during vegetation period in 1993 and 1994 and yearly average (1953-1994) at Vinkovci area



Istraživano područje karakterizira hidromeliorirano lesivirano-semiglejno tlo s praškasto ilovastom i praškasto glinasto ilovastom teksturom soluma.

Prosječna vrijednost donje granice optimalne vlažnosti tla sloja 0-30 cm iznosi 45.9 mm. Za sloj 30-45 cm ova vrijednost iznosi 22.95 mm, odnosno 30.3 mm u sloju tla 45-60 (Vidaček, 1981).

Prisutna je obilna opskrbljenost tla kalijem i fosforom (za kalij 20.3 mg/100 g tla pri  $K_{20}$  - tj. 20 $^{\circ}C$ , 200 V te 15 mA i 14.3 mg/100 g tla pri  $K_{80}$  - tj. 80 $^{\circ}C$ , 400 V te 150 mA. Za fosfor vrijednosti su iznosile 4.4 mg/100 g tla pri  $P_{20}$ , odnosno 3.2 mg/100 g. tla pri  $P_{80}$ ). Kalcijem i magnezijem tlo je opskrbljeno u optimalnoj količini, posebice kalcijem ( $Ca_{20}=42.1$  mg/100 g tla)

Računskim putem dobivena je prema sadržaju humusa u tlu očekivana mineralizacija dušika u vrlo visokim količinama (140-210 kg dušika/ha).

Odnos Ca i Na (42.1 mg/100 g tla  $Ca_{20}$  i 31.6 mg/100 g  $Ca_{80}$  prema 2.4 mg/100 g Na) ukazuje na dobre strukturne osobine tla.

Opskrbljenost mikroelementima je na razini dobre, a posebice se to odnosi na sadržaj bora i mangana (0.6 odnosno 0.2 ppm).. Opskrbljenost tla cinkom (0.8 ppm) je na zadovoljavajućoj razini.

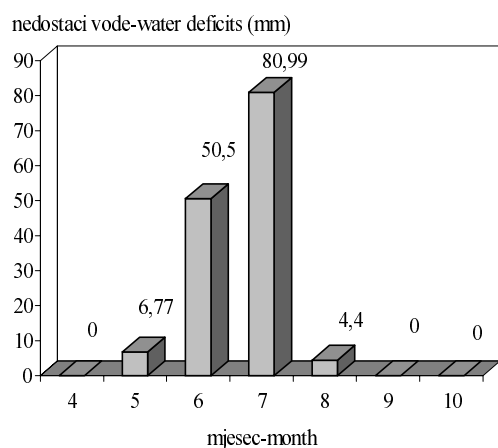
## REZULTATI

Rezultati hidrološkog proračuna komponenata bilance vode u tlu (prema Palmeru, 1965) u prvoj godini istraživanja na bazi količina oborina koja je pala tijekom vegetacije (288 mm), što je za 138 mm manje u odnosu na višegodišnji prosjek za ovo područje.

Ukupni nedostaci vode za vegetacijsko razdoblje u 1993. godini prikazani su grafikonom 2. Najveći nedostatak vode prema hidrološkom proračunu bio je u lipnju i srpnju, kada je nedostajalo čak 131.5 mm, a u fazi rasta i razvoja kukuruza kada je voda od presudnog značaja za prinos.

Graf 2.: Nedostaci vode prema hidrološkom proračunu u 1993. godini

Figure 2. Water deficits after hydrological estimate in 1993.



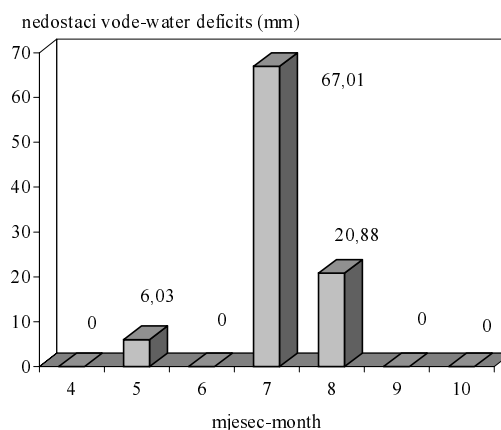
U 1994. godini količina oborina tijekom vegetacije iznosila je 379 mm, što je manje za 47 mm nego višegodišnji prosjek, a više za 91 mm u odnosu na prethodnu godinu istraživanja. Ukupni nedostatak vode tijekom vegetacije u 1994. godini prikazan je grafikonom 3.

Druge godine istraživanja najveći nedostaci vode bili su tijekom srpnja i kolovoza, kada je nedostajalo 87.9 mm, također u fazi predmetličanje, metličanje i fazi formiranja zrna kada su potrebe kukuruza za vodom najveće. Ovaj nedostatak nije se u takvoj mjeri odrazio na prinos zrna kao nedostatak vode u prethodnoj godini istraživanja.

Režim vlažnosti je u izrazu dinamike sadržaja trenutačne vlage tla tijekom vegetacije u 1993. godini sloja 0-30 u različitim sklopovima (48.000, 60.000 i 80.000 biljaka/ha), prikazan grafovima 4. i 5.

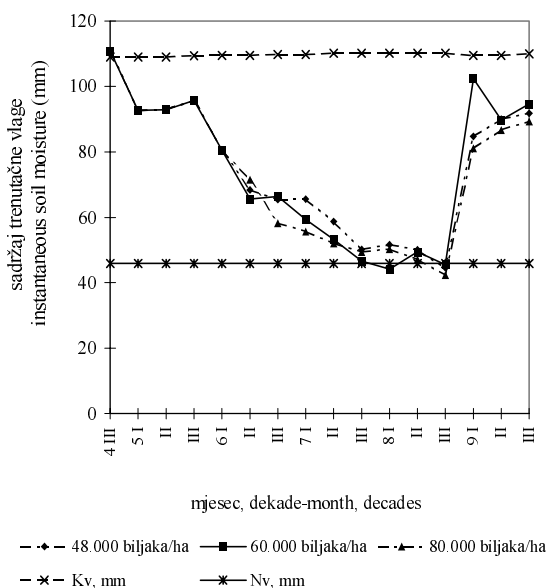
Graf 3.: Nedostaci vode prema hidrološkom proračunu u 1994. godini

Figure 3. Water deficits after hydrological estimate in 1993.



Graf 4.: Dinamika sadržaja trenutačne vlage tla (mm) sloja 0-30 cm tijekom vegetacije 1993. godine u različitim sklopovima kukuruza

Figure 4. Instantaneous soil moisture dynamics (mm) layer 0-30 cm during vegetation period in 1993 in different plant densities



Vrijednosti sadržaja vlage tla do 10. VI u svim sklopovima bile su u granicama od 80.6-110.9 mm.

Evidentno je značajno smanjenje sadržaja vode u tlu (blizu, pa i na granici vrijednosti nepokretne vode) početkom treće dekade srpnja, a posebice u najvećem sklopu (80.000 biljaka/ha). Nakon treće dekade kolovoza, sadržaj trenutačne vlage tla bio je značajno veći, te je početkom mjeseca rujna iznosio 86.64-89.94 mm za sva tri sklopa.

Trend dinamike vlage tla bio je vrlo ujednačen za sva tri sklopa na ovoj dubini. Nešto veći, no većinom nesigifikantno veći gubici vode iz tla, registrirani su u usjevu kukuruza najvećeg sklopa.

Početak druge dekade lipnja, u prvoj godini istraživanja razlike između najvećeg i najmanjeg sklopa (80.000 i 48.000 biljaka/ha) pokazale su nešto značajnije vrijednosti. Razlike su bile izražene sve do prve dekade mjeseca kolovoza, kada je sadržaj trenutačne vlage tla za sve sklopove u pokusu bio na razini 47.1-50.4 mm.

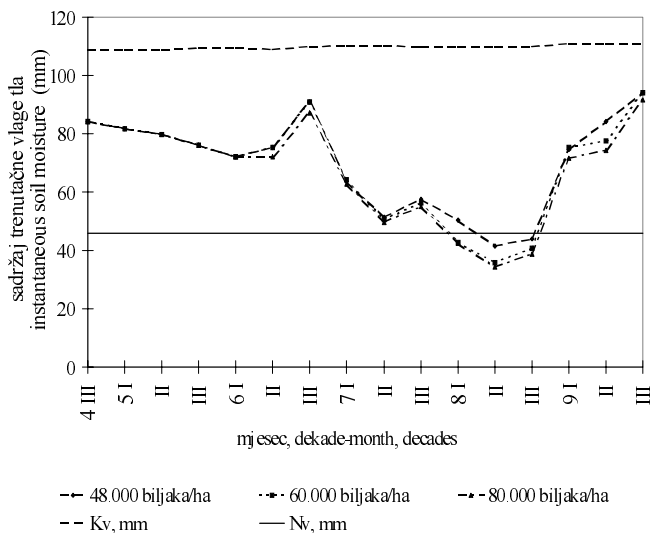
Trend dinamike trenutačne vlage tla za sva tri sklopa u 1994. godini bio je također vrlo ujednačen. Do treće dekade srpnja, bio je gotovo istovjetan za sve sklopove. Do druge dekade lipnja vrijednosti su iznosile 72.0-84.2 mm. Početak druge dekade lipnja sadržaj trenutačne vlage tla se naglo povećao i u prosjeku za sve sklopove iznosio 87.1 mm u najvećem do 90.8 mm u najnižem sklopu.

Jedino u sklopu od 48.000 biljaka/ha sadržaj trenutačne vlage tla nije bio duže od jedne dekade (10-20. VIII) ispod granice vrijednosti nepokretne vode. Između sklopova 60.000 i 80.000 biljaka/ha u pogledu vrijednosti sadržaja trenutačne vlage tla, gotovo da nije bilo razlika.

Režim vlažnosti je u izrazu dinamike trenutačne vlage tla tijekom 1994. godine u oraničnom sloju za sve sklopove prikazan grafikonom 5.

Graf 5.: Dinamika sadržaja trenutačne vlage tla (mm) sloja 0-30 tijekom vegetacije 1994. godine u različitim sklopovima kukuruza

Figure 5. Instantaneous soil moisture dynamics (mm) layer 0-30 cm during vegetation period in 1994 in different plant densities



Dat je prikaz odnosa dinamike sadržaja trenutačne vlage tla (sloja 0-30 i 30-60 cm) i prinosa zrna.

Iz navedenog odnosa po fazama rasta i razvoja kukuruza, vidljive su određene zakonomjernosti.

U 1993. godini sadržaj trenutačne vlage tla značajno je utjecao na prinos zrna, posebice u fazi 10-15 dana prije metličanja ( $r=0.993^{**}$ ), metličanju ( $r=0.994^{**}$ ) te fazama formiranja zrna ( $r=0.866^{*}$  i  $r=0.942^{**}$ ). Nedostaci vlage

tla u ovim fazama rasta i razvoja značajno su utjecali na smanjenje prinosa zrna. Nešto manji utjecaj na prinos zrna (razina  $P=5\%$ ) imao je sadržaj trenutačne vlage tla u fazi nicanja, ranog i intenzivnog porasta kukuruza te svilanju i u fazi formiranja zrna.

Tablica 1. Odnos dinamike trenutačne vlage tla i prinosa kukuruza po fazama rasta i razvoja prikazan koeficijentima korelacije u 1993. i 1994. godini

Table 1. Relation of instantaneous soil moisture dynamics and corn yield per growth and development phases expressed by correlation coefficient in 1993 and 1994.

Datum Date	Faza razvoja Development phase	1993.		1994	
		Sloj tla-soil layer 0-30 cm ( $r^*$ )	30-60 cm ( $r$ )	0-30 cm ( $r$ )	30-60 cm ( $r$ )
20.IV- 30.IV	sjetva-sowing nicanje-emergence	0.762*	0.674	0.888*	0.691
10.V- 10.VI	3-7 listova-leaves	0.884*	0.378	0.878*	0.712
10.VI	7-9 listova-leaves	0.853*	0.856*	0.852*	0.681
20.VI	10-12 listova-leaves	0.993**	0.627	0.961**	0.962**
30.VI	početak-start metličanja-tasseling	<b>0.994**</b>	<b>0.996**</b>	<b>0.955**</b>	<b>0.978**</b>
10.VII	svlanje-silking	0.768*	0.755*	0.869*	0.834*
20.VII	cvatnja-blooming	0.660	0.647	0.754	0.734
30.VII	formiranje-form. zrna-grain	0.866*	0.839*	0.826*	0.852*
10.VIII	formiranje-form. zrna-grain	<b>0.942**</b>	<b>0.815*</b>	<b>0.949**</b>	<b>0.884*</b>
20.VIII	mliječna-milk zrelost-maturity	0.848*	0.620	0.964**	0.503
30.VIII	voštana-waxy zrelost-maturity	0.540	0.579	0.531	0.597
11.IX	puna zrelost-full	0.481	0.495	0.520	0.430

\* koeficijent korelacije-correlation coefficient

Znatno veći utjecaj na prinos zrna kukuruza imao je sadržaj trenutačne vlage tla u površinskom sloju, a odnos sadržaja u površinskom i potpovršinskom sloju u 1993. godini određen je također visokim korelacijskim koeficijentom ( $r=0.923^{*}$ ).

U drugoj godini istraživanja sadržaj trenutačne vlage znatno je više utjecao na prinos kukuruza gotovo u svim fazama rasta i razvoja. Poseban utjecaj na prinos također je izrađen u fazama predmetličanja i metličanja ( $r=0.961^{**}$  i  $r=0.995^{**}$ ) te fazama formiranja zrna ( $r=0.949^{**}$ ) i mliječne zrelosti ( $r=0.964^{**}$ ). Nešto manji utjecaj (na razini  $P=5\%$ ) na prinos zrna bio je u ostalim fazama, izuzev u cvatnji, voštanoj i punoj zrelosti, kada koeficijent korelacije nije imao značajnu statističku opravdanost.

Najveće potrebe za vodom podudaraju se za srednje kasni hibrid upravo u navedenim fazama, a nedostaci vode u tom razdoblju presudno utječu na smanjenje prinosa zrna, što je u skladu sa spoznajom većine autora za tzv. kritično razdoblje u razvoju kukuruza. Prema Tomiću (1988) te Wallace-Bressmanu (citirano prema Tomiću, 1988) najveće potrebe za vodom podudaraju se

za srednje kasne i kasne hibride upravo sa navedenim razdobljima, a nedostatak vode u ovim fazama značio je i smanjenje prinosa zrna, posebice u prvoj godini istraživanja.

Lisna površina, kao osnova za formiranje prinosa zrna kukuruza bila je vrlo različita pri različitim količinama dušika u gnojidbi i u navedenim sklopovima tijekom dvije godine provođenja pokusa.

Tablica 2. Lisna površina (LAI) u 1993. i 1994. godini

Table 2. Leaf area index (LAI) in 1993. and 1994.

faktori istraživanja-investigation factors		
- utjecaj primjene FERTINE K <sub>1</sub> na lisnu površinu (LAI), FERTINA K <sub>1</sub> -LAI		
faktori-factors	1993.	1994.
M1	3.188	4.155
M0	2.984	3.909
LSD 5%	0.099	N.S.
1%	N.S.	N.S.
- utjecaj količine dušika na lisnu površinu (LAI), nitrogen-LAI		
N1	2.873	3.840
N2	3.117	4.017
N3	3.268	4.240
LSD 5%	0.127	0.135
1%	0.173	0.182
- utjecaj sklopa na lisnu površinu (LAI), density-LAI		
S1	2.334	3.173
S2	2.934	3.846
S3	3.990	5.077
LSD 5%	0.139	0.194
1%	0.188	0.263

Iz analize varijance za 1993. godinu (tablica 2.) proizlazi da se varijante razlikuju u pogledu primjene mikroelemenata u fazi intenzivnog porasta ( $P < 0,05$  %), rastućih količina dušika ( $P < 0,01$  %) te sklopova ( $P < 0,01$  %).

Lisna površina izražena indeksom lisne površine (LAI), bila je značajno veća ( $P < 0,05$ %) uz primjenjenu smjese mikroelemenata, a iznosila je u prosjeku 3.19.

Primjenom većih količina dušika, indeks lisne površine bio je značajno veći u odnosu na varijantu sa 90 kg/ha dušika. Ovo povećanje bilo je za 0.25 odnosno 1.66, respektivno. Signifikantno najveće vrijednosti LAI u odnosu na niže razine gnojbe dušikom imala je gnojdba od 270 kg N/ha (3.99).

U pogledu sklopova, bilo je značajnih razlika u svim varijantama. Povećanjem sklopa za 20, odnosno 25 %, indeks lisne površine bio je veći za 21, odnosno 26.5 % u prosjeku za sve kombinacije u pokusu. Povećanjem sklopa na 80.000 biljaka/ha, lisna površina bila je veća za 41 %.

Analiza varijance za 1994. godinu, pokazala je da su se varijante značajno razlikovale u pogledu gnojdbi dušikom i sklopa (Tablica 2.). Folijarna ishrana mikroelementima, kao i interakcije nisu bile statistički opravdane u pogledu lisne površine. U pokusu s primjenom mikroelemenata lisna površina bila je veća u

odnosu na drugi dio pokusa za 0.25 (LAI), što je većinom nesigifikantno.

Primjenom rastućih količina dušika, indeks lisne površine bio je značajno veći (4.02 i 4.24) u odnosu na gnojdbu od 90 kg/ha (3.84). Najveće vrijednosti bile su u najvećem sklopu kukuruza (4.67-5.37) što predstavlja značajno povećanje u odnosu na vrijednosti LAI dobivene u nižem sklopu. Ove navode potvrđuju istraživanja Hanwaya (1962), Kolčara i Videnovića (1983) koji navode da se smanjenjem količine dušika znatno smanjuje i lisna površina.

Prema podacima Berczenya (1994) koji potvrđuje naša istraživanja, vrijednost LAI bila je osjetno manja u tretmanima bez gnojdbi dušikom, a najveća pri gnojdbi od 160-240 kg/ha. Slične rezultate dobili su i mnogi drugi autori.

Povećanjem sklopa za 20, odnosno 25 %, indeks lisne površine bio je veći za 17.5 i 24.3 %. S povećanjem sklopa na 80.000 biljaka/ha, indeks lisne površine bio je veći za 37.51 %. Berczenyi (1994) je dobio linearnu korelaciju između vrijednosti LAI i sklopa. U većem sklopu prema njegovim istraživanjima vrijednost LAI kretala se od 4.3-5.2, pri čemu se dijelom povećavao i prinos. Ova istraživanja u potpunosti potkrepljuju provedena vlastita istraživanja.

Za cijeli pokus indeks lisne površine u 1994. godini, bio je 4.03, a što za 0.95 više u odnosu na prethodnu godinu. Ovakvi uvjeti rezultirali su dijelom i većim prinosom zrna u 1994. godini..

Gotlin i Pucarić (1969) navode slično dobivenim rezultatima da se porast lisne površine može regulirati sklopom, odnosno povećanjem sklopa za 20 %, povećanje lisne površine iznosilo je oko 30 %.

Na bazi istraživanja Pucarića i Gotlina (1973) može se zaključiti da je lisna površina od LAI 3-4 dovoljna za postizanje visokih prinosa.

Prinos zrna kukuruza u 1993. i 1994. godini imao je različite vrijednosti u pokusnim varijantama.

Analizom varijance za 1993. godinu provođenja pokusa, utvrđen je samo sklop kao faktor sa značajnim djelovanjem ( $P = 1$  %). Primjena mikroelemenata (B i Zn) nije značajno povećala prinos zrna, iako je primjetno neznatno povećanje prinosa u tom dijelu pokusa (0.16 t/ha).

Budući da je koncentracija B i Zn u tlu (prema EUF metodi) bila na granici vrlo dobre opskrbljenosti, a iznosila je 0.6 odnosno 0.8 ppm veći značaj primjene istih bio je s aspekta veće otpornosti prema suši. Slične tvrdnje iznose i drugi autori (Miladinović i Rukavina, 1979). Povećanje prinosa primjenom ovih mikroelemenata bilo bi vjerojatno izrazitije pri većim vrijednostima pH ( $> 7.6$ ) i uz navodnjavanje.

Porastom dušičnih doza, prinos zrna je nesigifikantno rastao i to 0.22, odnosno 0.43 t/ha u odnosu na gnojidbu od 90 kg N/ha.

Faktor sklop pokazao je visoko sigifikantno djelovanje, a prinos zrna rastao je sve do primjene najvećeg sklopa, a posebice se to odnosi na uzgoj kukuruza u sklopu od 80.000 biljaka/ha, kada je prinos zrna iznosio 6.296 t/ha.

Tablica 3. Utjecaj primjene FERTINE K<sub>1</sub> na prinos zrna u 1993 i 1994. godini

Table 3. FERTINA K<sub>1</sub> application influence on grain yield in 1993. and 1994.

faktori istraživanja-investigation factors		
- utjecaj primjene FERTINE K <sub>1</sub> na prinos zrna (t/ha), FERTINA K <sub>1</sub> - grain yield		
faktori-factors	1993.	1994.
M1	5.669	7.389
M0	5.512	7.252
LSD 5%	N.S.	N.S.
1%	N.S.	N.S.
- utjecaj količine dušika na prinos zrna (t/ha), nitrogen-grain yield		
N1	5.374	7.099
N2	5.594	7.410
N3	5.804	7.451
LSD 5%	N.S.	0.199
1%	N.S.	0.270
- utjecaj sklopa na prinos zrna (t/ha), density-grain yield		
S1	5.137	6.843
S2	5.339	7.172
S3	6.296	7.946
LSD 5%	0.346	0.297
1%	0.469	0.403

Hibrid Bc 592 imao je značajno najveći prinos u najvećem sklopu (5.951-6.867 t/ha). Najniži prinos zabilježen je u najnižim sklopovima i pri najmanjim količinama dušika (4.878-4.977 t/ha).

Za sve kombinacije u pokusu prinos zrna je u prvoj godini bio znatno niži (5.591 t/ha) u odnosu na drugu godinu istraživanja koja je imala znatno povoljniji oborinski režim, a prosječni prinos zrna bio je za sve varijante 7.320 t/ha. U relativnim pokazateljima, prinos zrna je u 1994. godini bio veći za 23.63 % u odnosu na prethodnu godinu, koja je bila znatno nepovoljnija za uzgoj kukuruza.

Prema podacima iz tablice 3. analiza varijance za 1994. godinu pokazala je sigifikantne razlike za faktore dušik i sklop na razini P=1 %.

Primjena mikroelemenata niti ove godine nije uvjetovala značajnije povećanje prinosa (svega 0.14 t/ha).

Porastom dušičnih doza na 180 kg/ha, prinos zrna bio je u prosjeku 7.410 t/ha, što predstavlja visokosigifikantno (P=1 %) povećanje prinosa u odnosu na varijante sa 90 kg N/ha. Između varijanti s 180 i 270 kg N/ha nije bilo značajnijih razlika u pogledu prinosa zrna. Povećanjem količine oborina tijekom vegetacije (379 mm) u 1994. godini i boljom raspodjelom, kao i znatno većim sadržajem vode u tlu, prinos zrna povećao se visokosigifikantno primjenom 180 kg/ha dušika, što

ukazuje na bolje iskorištenje dušika u povoljnijem vodozračnom mediju. Gnojidba dušikom od 270 kg/ha niti u jednom slučaju nije uvjetovala značajnije povećanje prinosa zrna.

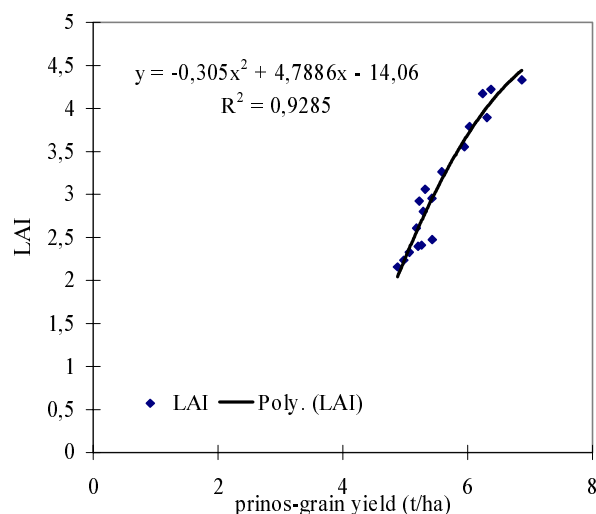
Izneseni rezultati potkrepljuju tvrdnje većeg broja autora, kao npr. Gotlina i suradnika (1967) koji navode i druga mnogobrojna istraživanja obavljena u SAD prema kojima je količina od 180 kg/ha dušika u gnojidbi dostatna za postizanje optimalnih prinosa zrna uz ostale uvjete povoljne za uzgoj kukuruza. Slične tvrdnje iznose Durman i Bertić (1988), koji naglašavaju pad efikasnosti dušika s većom i kontinuiranom dušičnom gnojidbom.

Izrazito djelovanje pokazao je faktor sklop. U većim sklopovima prinos zrna bio je značajno veći, a posebice se to odnosi na varijante sa 80.000 biljaka/ha, kada je prinos u prosjeku iznosio 7.946 t/ha. Ovo povećanje bilo je za 1.103 t/ha u odnosu na najniži sklop i za 0.774 t/ha u odnosu na sklop od 60.000 biljaka/ha. Sigifikantno najveći prinos zrna zabilježen je u najvećem sklopu i uz primjenu najvećih količina dušika u pokusu (7.506-8.335 t/ha). Najniži prinos zrna kukuruza bio je evidentno u najmanjem sklopu i uz uporabu 90 kg N/ha (6.610-6.988 t/ha). Rezultati Gotlina i Pucarića (1969), ukazali su na to da se hibridi FAO grupe 500 trebaju sijati u sklopu od 40.000-60.000 biljaka/ha, dok je prema našim istraživanjima prinos zrna rastao sve do sklopa 80.000 biljaka/ha, ali uz relativno povoljne uvjete (relativno povoljan režim vlažnosti tla, visoka mineralizacija dušika te gnojidba od 90-180 kg/ha dušika). Slične tvrdnje o povećanju prinosa zrna na plodnijim tlima i u uvjetima povoljne vlažnosti iznose Kolčar (1984), Kruzec (1989) i Vamerali (1994).

Lisna površina je tijekom istraživanja značajno utjecala na prinos zrna. Odnos LAI i prinosa zrna prikazan je grafikonomima 6 i 7.

Graf 6. Odnos LAI i prinosa zrna kukuruza u 1993. godini

Figure 6. Relation between LAI and grain yield in 1993.





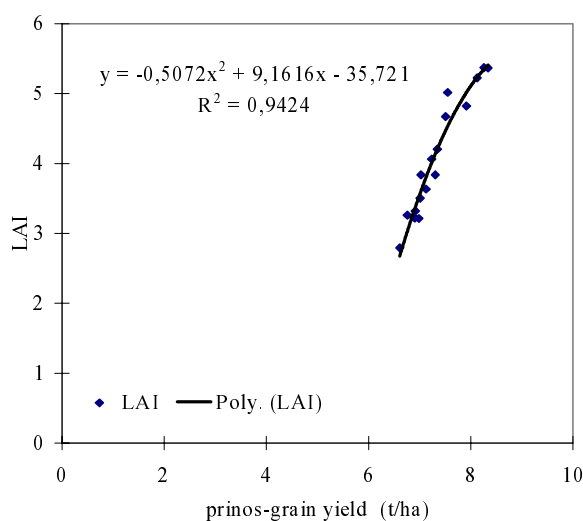
U 1993. godini odnos prinosa zrna i LAI prikazan je visokim korelacijskim koeficijentom ( $r=0.9285$ , \*\*), a oblik veze prikazan je kvadratnom regresijskom jednadžbom.

U drugoj godini istraživanja koeficijent korelacije bio je  $r=0.9424$  \*\*, što čini jaču vezu u odnosu na onu iz prethodne godine .

Slične tvrdnje iznio je Early (1965), Sarić i Drezgic (1962), ali navedeni autori u svojim istraživanjima nisu uvijek dobili visoke korelacijske vrijednosti odnosa LAI i prinosa zrna.

Graf 7. Odnos LAI i prinosa zrna kukuruza u 1994. godini

Figure 7. Relation between LAI and grain yield in 1994.



## ZAKLJUČAK

Ukupni nedostatak vode prema hidrološkom proračunu u prvoj godini istraživanja tijekom vegetacije iznosio je prema hidrološkom proračunu 143 mm, a nedostaci vode u lipnju i srpnju 131.5 mm. Druga godina istraživanja bila je znatno povoljnija za rast i razvoj kukuruza. Ukupni nedostatak iznosio je za vegetacijsko razdoblje 94 mm, a tijekom srpnja i kolovoza nedostajalo je svega 37.9.

Svi ovi nedostaci vode tijekom istraživanja bili su najizrazitiji tijekom zadnje dekade lipnja, srpnja i kolovoza, kada je kukuruz bio u fazi predmetličanje, metličanje te fazi formiranja zrna. Ovi nedostaci odrazili su se i na smanjenje prinosa, posebice u prvoj godini istraživanja, kada je prosječni prinos bio niži u odnosu na drugu godinu istraživanja (7.320 t/ha) za 23.63 %, a iznosio je svega 5.591 t/ha.

Najmanji sadržaj trenutačne vlage u tlu bio je početkom treće dekade srpnja i prve dekade kolovoza u najvećem

sklopu (47.13-50.4 mm u prvoj godini, odnosno 38-79-44.01 mm u drugoj godini istraživanja u oraničnom sloju tla). Najveći nedostaci vode u tlu zabilježeni su u fazi formiranja zrna, što se također vrlo nepovoljno odrazilo na prinos zrna, posebice u prvoj godini, kada je sadržaj trenutačne vlage za sva tri sklopa u površinskom sloju tla iznosio svega 39.42-42.51 mm.

Odnos sadržaja trenutačne vlage tla u oraničnom i podoraničnom sloju i prinosa zrna bio je najizrazitiji u fazi predmetličanje, metličanje i fazi formiranja zrna u 1993 i 1994. godini. Znatno slabiji utjecaj evidentiran je u ranijim fazama rasta i razvoja kukuruza.

Povećana gnojidba dušikom u sušnijoj 1993. godini nije uvjetovala značajnije povećanje prinosa zrna. Prinos zrna bio je neznatno veći primjenom 180 i 270 kg/ha (za 0.22 i 0.43 t/ha) u odnosu na primjenu 90 kg/ha dušika, kada je iznosio 5.374 t/ha. Rastuće količine dušika u gnojidbi nisu bile statistički opravdane zbog slabije mineralizacije dušika pri značajnom nedostatku vode. Očekivana mineralizacija dušika u tlu (dobivena računskim putem prema analizi tla EUF-metodom s 2 % humusa) iznosila je čak 140-210 kg/ha u prvoj godini istraživanja.

Folijarna primjena mikroelemenata (B i Zn) u količini 0.4 odnosno 2.0 kg/ha (INA-Fertina K<sub>1</sub>) u fazi intenzivnog porasta, također nije imala značajnijeg utjecaja na povećanje prinosa zrna (svega 0.157 t/ha).

Povećanjem sklopa na 60.000 biljaka/ha prinos zrna povećao se svega za 0.202 t/ha, a u sklopu od 80.000 biljaka/ha prinos zrna bio je visokosignifikantno veći u odnosu na sve varijante (6.296 t/ha). Ovi rezultati upućuju na znatno bolje iskorištenje većih količina dušika u najvećem sklopu.

U manje sušnoj 1994. prinos zrna bio je veći za 23.63 % u odnosu na prethodnu godinu, a iznosio je u prosjeku za sve varijante 7.320 t/ha.

Povećane količine dušika od 180 kg/ha uvjetovala su i povećanje prinosa zrna (za 0.311 t/ha, respektivno). Gnojidba dušikom od 270 kg/ha povećala je značajno prinos zrna u odnosu na 90 kg/ha dušika (za 0.311 t/ha) i nesigifikantno u odnosu na 180 kg/ha. Samo je gnojidba dušikom od 180 kg/ha imala statističku opravdanost.

U sklopu od 60.000 biljaka/ha prinos zrna bio je značajno veći (za 0.329 t/ha) u odnosu na najniži sklop. Signifikantno najveći prinos zrna bio je u prosjeku u sklopu od 80.000 biljaka/ha i uz povećane količine dušika u gnojidbi, a iznosio je 8.122-8.335 t/ha.

Indeks lisne površine (LAI) je visoko signifikantno utjecao na prinos zrna, a odnos je predstavljen visokim korelacijskim koeficijentima za obje godine ( $r=0.9285$  \*\* u prvoj te  $r=0.9424$  \*\* u drugoj godini istraživanja). U prosjeku za sve varijante pokusa LAI je bio u drugoj godini istraživanja za 0.95 veći u odnosu na prethodnu godinu u kojoj je vrijednost LAI za sve varijante u pokusu iznosila 3.08. Najveće vrijednosti LAI postignute su u dvije godine istraživanja u najvećim sklopovima i pri

gnojidbi dušikom od 270 kg/ha (4.170-4.382 i 5.225-5.363).

U sklopu od 60.000 biljaka/ha vrijednosti LAI bile su od 2.61-3.2 u prvoj i 3.5-4.21 u drugoj godini kada je postignuta optimalna lisna površina dostatna za postizanje optimalnih prinosa (3.5-4). Povećanjem lisne površine u sklopu od 80.000 biljaka/ha (u odnosu na najniži sklop ovo je povećanje za 41 %) prinos zrna bio je signifikantno veći, a u konstelaciji s rastućim količinama dušika (180 kg/ha) i povoljnim klimatskim prilikama, posebice u 1994. godini.

Primjenom mikroelemenata LAI je bio veći za 0.21 ( $P < 0,05$ ) u prvoj i 0.25 (nesignifikantno) u drugoj godini istraživanja.

Povećanjem gnojidbe dušikom, lisna površina se gotovo proporcionalno povećavala sve do primjene 270 kg/ha dušika. Povećanjem sklopa na 60.000 i 80.000 biljaka/ha LAI je bio signifikantno veći (za 21 odnosno 26.5 % u prvoj i 17.5 odnosno 24.3 % u drugoj godini provođenja pokusa), što je značajno utjecalo i na prinos zrna.

Prinos kukuruza je funkcija klimatskih čimbenika, plodnosti tla, hibrida, sklopa, primjenjenih hraniva i drugih agrotehničkih mjera. Prilično je teško u potpunosti kontrolirati navedene čimbenike i dovesti ih u međusobni sklad te ih usmjeriti prema visokoj i stabilnoj proizvodnji. Potrebno bi bilo razraditi cijeli sustav kontrole plodnosti tla u Hrvatskoj, optimizirati gnojidbu, sklop i ostale čimbenike važne za proizvodnju u svim agroekološkim uvjetima Hrvatske te njihov značaj na okolinu, a u cilju dobivanja proizvoda prihvatljivog za sve zahtjevnije tržište.

## LITERATURA

- Berczenyi Z. (1994): Effect of N Fertilization, plant density and genotype on the dynamics of growth and growth indices in maize. Proc. 3rd ESA Congress 68-9, Abano-Padova, Italy.
- Benton J., Jones Jr. (1972): In "Micronutrients in Agriculture". Ed. Mortvedt JJ et al 319-346, Madison Wisc. USA.
- Debreczeni K., Sisak I. (1994): Short-Term and long term effects of fertilization on the yield of maize. Proc. 3rd ESA Congress, Abano-Padova, 684-685.
- Durman P., Bertić B. (1988): Kontrola plodnosti tla u uvjetima intenzivne ratarske proizvodnje. Poljoprivredne Aktualnosti Svezak-Vol. 30, br. 1-2. Dubrovnik.
- Earley E. B. (1965): Relative maximum yield of corn. Agr. Jour. Vol. 57, No. 5.
- Gilmore C. E., Rogers S. J. (1958): Heat units as a method of measuring maturity in Corn. Agron. Jour. 50., 615-621.
- Gotlin J. (1967): Suvremena proizvodnja kukuruza. Zagreb.
- Gotlin J., Pucarić A. (1969): Utjecaj gustoće sklopa nekih hibrida kukuruza na visinu prinosa. Agronomski glasnik br. 4., Zagreb.
- Hadživuković S. (1984): Statistika. II izdanje, Privredni pregled, Beograd.
- Hanway J. J. (1962): Corn growth and composition in relation to Soil Fertility I, II and III. Agr. Jour. 54. 145-148.
- Kastori R. (1983): Uloga elemenata u ishrani biljaka. Novi Sad.
- Kolčar F., Videnović Ž. (1983): Yield of some maize hybrids depending on plant density and amounts of fertilizers. Arhiv za poljoprivredne nauke 44(155), 315-322, Beograd.
- Kruczek A. (1989): Effect of Nitrogen application on grain yields of maize in relation to cultivar and plant density. Pamietnik Pulawski 81, 105-118, Katedra upravy Roli i raslin, AR Poznan, Poland.
- Manojlović S., Jelenić D., Glintić M., Aćimović M. (1983): Mjesto i uloga tečnih đubriva. Agrohemija 1-2., Beograd.
- Miladinović N., Rukavina M. (1983): Prilog proučavanju uticaja cinka i magnezijuma u kompleksnim đubrivima na prinos i neke morfološke osobine kukuruza. Agrohemija 7-8., Beograd.
- McKee G. W. (1964): A coefficient for computing leaf area in hybrid corn. Agr. Jour. Vol. 56.
- Nemeth K. (1982): Određivanje stvarne i potencijalne raspoloživosti hranljivih elemenata u zemljištu pomoću metode Elektro-ultrafiltracije (EUF), Beograd.
- Palmer W. C. (1965): Meteorological Drought, US Weather Bureau, Tehnical Paper, No. 45., Washington, D. C. US Dep. of commerce.
- Pucarić A., Gotlin J. (1973): Promjenljivost nekih svojstava biljaka i prinosa hibrida kukuruza u zavisnosti od gustoće sklopa. I. Lisna površina. Poljoprivredna znanstvena smotra Sv.- Fasc. 30(40), 631-650. Zagreb.
- Sarić M., Drezgić P. (1962): Proučavanje broja i rasporeda biljaka kukuruza na asimilacionu površinu i na prinos. Savremena poljoprivreda br. 10., Novi Sad.
- Tanić S., Vidaček Ž. (1989): Hidrokalk, kompjutorski programski paket za proračun bilance oborinske vode u tlu. FPZ-Institut za Agroekologiju, Zavod za pedologiju, Zagreb.
- Tomić F. (1988): Navodnjavanje. Zagreb.
- Tomić F., Romić D. (1990): Rješenje vlažnosti tla geotestom. Poljoprivredne Aktualnosti Svezak-Vol 37., br. 3-4/90.

Vamerli T., Bona S., Mosca G. (1994): Root Length density, yield and Nitrogen allocation in maize selected for low input. Proc. 3rd ESA Congress, Abano-Padova, 548-549.

Vidaček Ž. (1981): Procjena proizvodnog prostora i prikladnosti tla za natapanje u Istočnoj Slavoniji i Baranji. Disertacija, Zagreb.

Vidaček Ž., Bogunović M., Škorić A. (1990): Water Balance Module for Free-Draining Soils of Subhumid Type Agroecological Systems, Poda No. 2., 91-99, Bratislava.

Vidaček Ž., Husnjak S. (1989): Hidropedološka osnova projekta za natapanje dijela područja Krnjak. FPZ-Institut za Agroekologiju, Zagreb.

Warnok R. E. (1970): SSSa. Proc. 34., 756-769.

## SUMMARY

### **Maize Reaction on Nitrogen and Microelements Fertilization, Plant Density and Hydromeliorated Soil Moisture Regime**

During 1993. and 1994. a field trials were carried out on hydromeliorated loessive semiglay type of soil on Vinkovci area (East Croatia).

Reaction of middle early maize hybrid Bc 592 on nitrogen fertilization (nitrogen rates were 90, 180 and 270 kg ha<sup>-1</sup>), microelements fertilizations by INA FERTINA K<sub>1</sub> (microelements rates were Boron 0.4 and Zinc 2 kg ha<sup>-1</sup>), plant density (48.000, 60.000 and 80.000 plants ha<sup>-1</sup>), and soil moisture regime were investigated in trials.

Pheno-phases (appearance and flow), climate factors (temperatures, rainfalls effective warmth unit totals, relative air humidity, insolation etc.) and chemical analysis of soil by EUF method were observed during vegetation.

Soil moisture regime was observed too. Dynamics of immediate soil moisture content was determined by taking Samples in destroyed condition (sonde) and natural condition (Kopecky cylinders). Many other traits were done which have direct or indirect importance and influence on grain yield.

In silking phase Leaf area index was measured, and processed influence between LAI and grain yield. With grain yield, grain moisture content was determined.

By computer program and meteorological parameters balance of rainfall and first phase hydrological estimate of water balance components in soil were determined.

The most of results were processed statistically by split-split-plot analysis in four repetitions, correlation and regression analysis (simplex and complex) some traits. Average values were used in results interpretation.

**Key words:** maize, nitrogen fertilization, density, leaf area index (LAI), water regime, moisture regime, microelements, grain yield