

UTICAJ VREMENA PRIMENE I OBLIKA AZOTA NA PRINOS SEMENA DVE INBRED LINIJE KUKURUZA

HOJKA, Z.¹

IZVOD: *Istraživanja su obavljena u periodu od 2001. do 2003. godine na eksperimentalnom polju Instituta za kukuruz "Zemun Polje" na zemljištu tipa karbonatni černozem. Ispitivan je uticaj različitog vremena primene i oblika azota na prinos semena dve inbred linije različite dužine vegatacije (L_1 - FAO 400 i L_2 - FAO 600). Azot u količini od 100 kg ha^{-1} primenjen je u jesen, u proleće, $1/2$ u jesen + $1/2$ u proleće, $1/3$ u jesen + $1/3$ u proleće + $1/3$ u pribrani. Takođe, azot je primenjen na bazi N_{min} metode. Oblici azota u okviru ovih vremena primene bili su: amidni, amonijum i amonijum-nitratni.*

Prinos semena inbred linije grupe zrenja FAO 400 imao je najveće vrednosti na N_{min} tretmanu prosečno za sve godine. Najveći prinos semena inbred linija grupe zrenja FAO 600 ostvarila je primenom azota u proleće i u amonijum-nitratnom obliku (KAN). Najveći efekat N -dubrenja na povećanje prinosa semena ispitivanih inbred linija kukuruza u odnosu na kontrolu (bez primene đubriva), ostvaren je na N_{min} tretmanu (39,2%) i tretmanu gde je azot primenjen u amonijum-nitratnom obliku (32,3%).

Ključne reči: azot, vreme primene azota, oblik azota, inbred linije kukuruza, prinos semena

UVOD: Kukuruz je jedan od tri najvažnije i najrasprostranjenije poljoprivredne biljne vrste, ali je svakako pojedinačno najistaknutija semenarska biljka. Ta konstatacija se odnosi i na novčanu vrednost godišnje produkcije semena kukuruza u svetu i u Srbiji i Crnoj Gori, koja je višestruko veća od vrednosti semena bilo koje druge biljne vrste ponosa. Pored toga, seme kukuruza karakteriše intenzivna i obimna spoljno-trgovinska razmena, gde je država Srbija i Crna Gora bila jedna od čelnih u pogledu obima izvoza i visokog učešća u svetskom izvozu. Na osnovu navedenih činjenica, ističe se značaj kulture kukuruza i njegovog semena u današnjem svetu, posebno semena tzv. visokih kategorija u koje spadaju inbred linije. Nova sorta ili hibrid su najjeftinije i najunosnije agroinovacije, pošto u prinosu čine deo od oko 50%, a u troškovima samo do 5%, gde je uračunata i cena oplemenjivanja i semenarstva. U prilog tome treba navesti jednu

misao čuvenog ruskog naučnika N. I. Vavilova, koji je konstatovao da je oplemenjivanje biljaka evolucija u rukama čoveka. U semenarstvo takođe spada i agrotehnika semenjskog useva i njegova ishrana, uključujući i njihovo proučavanje, jer svaka sorta ili njene linije imaju različite zahteve prema pojedinim agrotehničkim merama i đubrivima, a posebno azotnim.

Cilj ovih istraživanja je da se u agroekološkim uslovima Zemun Polja, na zemljištu tipa karbonatni černozem, utvrdi prinos semena inbred linija kukuruza u zavisnosti od oblika i vremena primene azota, i na bazi utvrđenih parametara izvrši optimizacija i racionalizacija primene N-đubriva kod semenjskog kukuruza.

Materijal i metod rada

Ispitivanja su obavljena na eksperimentalnom polju Instituta za kukuruz "Zemun

Originalni naučni rad (Original scientific paper)

¹ Dr ZDRAVKO HOJKA, profesor, Megatrend univerzitet primenjenih nauka - Beograd, Viša poljoprivredna škola - Bačka Topola

"Polje" u toku 2001., 2002. i 2003. godine. Ogled je postavljen kao trofaktorijski, po planu randomiziranog blok sistema u četiri ponavljanja. Površina elementarne parcele je 28,00 m² (10,00 x 2,8m) a ukupna površina ogleda 7789,00 m².

Ispitivani su sledeći faktori:

- (I) Dve inbred linije različite dužine vegetacije:
 1. L₁ (FAO 400) - 60.000 biljaka po hektaru;
 2. L₂ (FAO 600) - 60.000 biljaka po hektaru.
- (II) Mineralna đubriva primenjena u pet varijanti i kontrola bez primene đubriva (II):
 1. Kontrola bez primene đubriva (N₀);
 2. PK - 60 kg P₂O₅ ha⁻¹ i 60 kg K₂O ha⁻¹ primenjeni u jesen (const.) + N - 100 kg ha⁻¹ (primenjen u jesen) (N_{jesen});
 3. PK (const.) + N - 100 kg ha⁻¹ (primenjen u proleće) (N_{proleće});
 4. PK (const.) + N - 100 kg ha⁻¹ (primenjen 1/2 u jesen i 1/2 u proleće) (N_{1/2});
 5. PK (const.) + N - 100 kg ha⁻¹ (primenjen 1/3 u jesen, 1/3 u proleće i 1/3 u prihrani) (N_{1/3});
 6. PK (const.) + đubrenje u proleće na bazi N-min metode (mineralni azot u profilu zemljišta od 0 do 120 cm sa dopunom do 100 kg N ha⁻¹) (N_{min}):
 - u 2001. godini količina azota primenjena u vidu đubriva iznosila je 35,0 kg ha⁻¹;
 - u 2002. godini količina azota primenjena u vidu đubriva iznosila je 31,0 kg ha⁻¹;
 - u 2003. godini količina azota primenjena u vidu đubriva iznosila je 17,0 kg ha⁻¹.
- (III) Oblici azota u primenjenim N-đubrivismima:
 1. Amidni (CO(NH₂)₂ - Urea);
 2. Amonijum ((NH₄)₂SO₄ - amonijum sulfat);
 3. Amonijum-nitratni (KAN- krečni amonijumnitrat).

Predusev na ogledu je bila pšenica. Posle žetve pšenice i uklanjanja slame sa parcele sredinom jula meseca, obavljeno je plitko zaoravanje strništa na dubini od 12 do 15 cm. Žetveni ostaci kukuruza blagovremeno su uklonjeni sa parcela pre osnovne obrade u jesen. Osnovna obrada obavljena je u jesen na dubini od 25 cm, a predsetvena obrada u

proleće. U jesen je zaorano 182 kg ha⁻¹ superfosfata, 100 kg ha⁻¹ kalijum-hlorida i odgovarajuća količina azotnih đubriva u zavisnosti od varijante đubrenja i oblika azota. Pre predsetvene obrade zemljišta primenjena je takođe odgovarajuća količina azotnih đubriva. Setva inbred linija kukuruza obavljena je pneumatskom sejalicom u gustini od 69000 biljakaha⁻¹ 08.05.2001., 24.04.2002. i 15.04.2003. godine.

Zaštita od korova sastojala se u primeni: Eradikan 6 l ha⁻¹ je unet u zemljište u predsetvenoj pripremi, a kombinacija Atrazin 1,0 l ha⁻¹ + Prometrin 1,5 kg ha⁻¹ + Monosan 1,5 l ha⁻¹ posle setve a pre nicanja. Posle nicanja biljaka kukuruza vršeno je po potrebi njihovo proredivanje na zadatu gustinu.

Berba je obavljena 04-05.10.2001., 10.09. 2002. i 05.09.2003. godine u fiziološkoj zrelosti semena inbred linija kukuruza i izvršeno je merenje prinosa semena koji je preračunat na 14% vlage. Obrani klipovi sušeni su u Centru za sušenje i doradu semena u Zemun Polju.

Rezultati su obrađeni Faktorijskom analizom varijanse (ANOVA) i izračunate odgovarajuće vrednosti LSD-testa.

Rezultati istraživanja i diskusija

U periodu izvođenja ogleda (2001., 2002. i 2003. godine) prosečne godišnje temperature bile su više od prosečnih temperatura za period od 1953 do 2000. godine. Na osnovu podataka iz grafikona 1, srednje godišnje temperature u godinama ispitivanja iznosile su 11,81 °C u 2001. godini, 12,80 °C u 2002. godini i 12,08 °C u 2003. godini, i bile su više u odnosu na višegodišnji prosek (11,56 °C). Prosečne temperature vegetacionog perioda takođe su odstupale od višegodišnjeg proseka (za - 0,42 °C u 2001., za + 0,57 °C u 2002., odnosno za + 1,42 °C u 2003. godini).

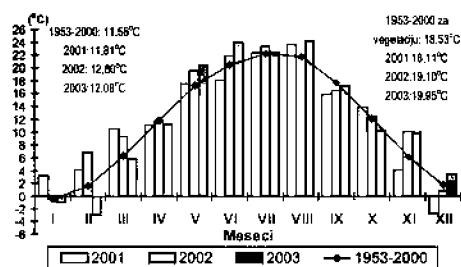
Suma padavina u 2001. godini iznosila je 740,4 mm, što je za 130,4 mm više od višegodišnjeg proseka. U 2002. godini zabeleženo je 570,4 mm, odnosno 39,6 mm manje od višegodišnje prosečne količine padavina, i 170,0 mm manje od padavina izmerenih u 2001. godini. U 2003. godini izmerena je najmanja količina padavina za vreme trajanja eksperimenta i iznosila je 459,2 mm (graf. 2).

Vegetacioni period 2001. godine imao je za 154,2 mm više padavina, a vegetacioni periodi 2002. i 2003. godine za 11,8 mm

odnosno 113,4 mm manje padavina od višegodišnjih prosečnih vrednosti.

Graf. 1. Prosečne vrednosti srednjih mesečnih temperatura vazduba u Zemun Polju, za višegodišnji period od 1953 do 2000. u poređenju sa 2001., 2002. i 2003. godinom

Fig. 1. Long-term mean (1953-1999) of average monthly air temperatures at Zemun Polje, compared to 2001., 2002. and 2003

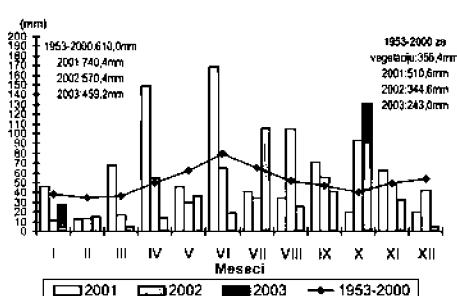


Analiza varijanse za prinos semena ispitivanih inbred linija kukuruza pokazuje da su godina (G), inbred linije (I), vreme primene N (V), oblik N (O), interakcija godina-in-

bred linije (GxI), godina-vreme primene N (GxV), inbred linije-vreme primene N (IxV), inbred linije-oblik N (IxO), vreme primene N-oblik N (VxO) imali statistički vrlo značajan uticaj na prinos semena (Tabela 1).

Graf. 2. Mesečne sume padavina u Zemun Polju za višegodišnji period od 1953 do 2000. godine u poređenju sa 2001., 2002. i 2003. godinom

Fig. 2. Long-term (1953-1999) mean precipitation at Zemun Polje compared to 2001., 2002. and 2003



Tab. 1. Analiza varijanse za prinos semena ispitivanih inbred linija kukuruza
Tab. 1. Analysis of variance for maize inbred lines seed yield

Izvori variranja Sources of variation	Stepeni slobode Degree of freedom	Sredine kvadrata Mean square
Godina	G	2
Ponavljanje	P (G)	9
Inbred linije	I	1
Interakcija	G x I	2
Vreme primene N	V	5
Interakcija	G x V	10
Interakcija	I x V	5
Interakcija	G x I x V	10
Oblik N	O	2
Interakcija	G x O	4
Interakcija	I x O	2
Interakcija	G x I x O	4
Interakcija	V x O	10
Interakcija	G x V x O	20
Interakcija	I x V x O	10
Interakcija	G x I x V x O	20
Greška		108
Ukupno		224

$$CV = 3.83\%; p < 0.05^*; p < 0.01^{**}$$

Na osnovu LSD-testa utvrđeno je da je godina statistički vrlo značajno uticala na

prinos semena inbred linija kukuruza (Tabela 2). Najveći prinos semena izmeren je u 2002.

Tab.2. Uticaj različitog vremena primene i oblika azota na prinos semena ispitivanih inbred linija kukuruza po godinama (kg ha^{-1})

Tab. 2. Effects of different fertilisation dates and nitrogen forms on maize inbred lines seed yield for 2001., 2002. and 2003. (kg ha^{-1})

2001							
Inbred linije Inbred lines	Oblik N N form	Vreme primene N-đubriva / Fertilisation dates					
		N_{\min} N_{\min}	N_{jesen} N_{autumn}	$N_{\text{proleće}}$ N_{spring}	$N_{1/2}$ $N_{1/2}$	$N_{1/3}$ $N_{1/3}$	N_o N_o
L ₁	Urea	4394	4492	4222	3715	3685	4008
	KAN	4222	4140	3687	4127	3862	
	(NH ₄) ₂ SO ₄	4057	4292	4197	4125	4132	
\bar{X}_1		4225	4308	4036	3989	3893	3540
L ₂	Urea	2927	2335	2935	1762	1410	2118
	KAN	2695	3055	3547	1895	1910	
	(NH ₄) ₂ SO ₄	2677	2377	3385	1917	1750	1337
	\bar{X}_1	2767	2589	3289	1858	1690	1337
2002							
Inbred linije Inbred lines	Oblik N N form	Vreme primene N-đubriva / Fertilisation dates					
		N_{\min} N_{\min}	N_{jesen} N_{autumn}	$N_{\text{proleće}}$ N_{spring}	$N_{1/2}$ $N_{1/2}$	$N_{1/3}$ $N_{1/3}$	N_o N_o
L ₁	Urea	4770	4905	4342	4330	4660	4423
	KAN	4905	4465	4602	4232	4345	
	(NH ₄) ₂ SO ₄	4720	4655	4230	4207	4082	
\bar{X}_1		4798	4675	4392	4257	4362	3530
L ₂	Urea	2372	2425	2630	2207	2852	2414
	KAN	2970	2395	2460	2587	2592	
	(NH ₄) ₂ SO ₄	2510	2540	2302	2605	2442	1995
	\bar{X}_1	2617	2453	2464	2467	2629	1995
2003							
Inbred linije Inbred lines	Oblik N N form	Vreme primene N-đubriva / Fertilisation dates					
		N_{\min} N_{\min}	N_{jesen} N_{autumn}	$N_{\text{proleće}}$ N_{spring}	$N_{1/2}$ $N_{1/2}$	$N_{1/3}$ $N_{1/3}$	N_o N_o
L ₁	Urea	4360	3917	3957	3905	4287	4010
	KAN	4702	3822	4382	4347	4412	
	(NH ₄) ₂ SO ₄	4587	4780	3470	4297	4330	
\bar{X}_1		4550	4173	3937	4183	4343	3632
L ₂	Urea	1062	990	1222	792	565	856
	KAN	1425	1252	1342	932	910	
	(NH ₄) ₂ SO ₄	1370	940	1195	887	762	503
	\bar{X}_1	1285	1061	1253	870	745	503

		Godina x genotip Year x genotype	Godina x vreme primene N Year x fertilisation dates	Godina x oblik N Year x N form
LSD	0.05	16,82	29,14	20,60
	0.01	22,25	38,54	27,25
		Genotip x vreme primene N Genotype x fertilisation date	Genotip x oblik N Genotype x N form	Vreme x oblik N Fertilisation date x N form
LSD	0.05	23,79	16,82	29,14

godini (3387 kg ha^{-1}). Prinos semena u ovoj godini je bio vrlo značajno veći u odnosu na prinos semena izmeren u 2001. (3127 kg ha^{-1}) i 2003. godini (2545 kg ha^{-1}). U prvoj godini ispitivanja, primenom 100 kg N ha^{-1} pre setve ($N_{\text{proleće}}$) dobijen je najveći prinos semena (3663 kg ha^{-1}), dok je u 2002. i 2003. godini takav prinos dobijen đubrenjem na bazi N_{\min} metode (3708 odnosno 2918 kg ha^{-1}). U svim godinama najmanji prinos izmeren je na tretmanu bez primene mineralnih đubriva (N_0).

Prinos semena inbred linije L_1 (4157 kg ha^{-1}) bio je statistički značajno veći ($p < 0.01$) od prinosa semena inbred linije L_2 (1882 kg ha^{-1}), prosečno za sve godine, vremena primene azota i primenjene oblike azota (Tabela 3). Primena azota N_{\min} metodom uticala je vrlo značajno na povećanje

prinosa semena inbred linije L_1 (4524 kg ha^{-1}) u odnosu na ostale tretmane đubrenja. Kod inbred linije L_2 , primenom azota u proleće dobijen je vrlo značajno veći prinos semena (2335 kg ha^{-1}) u poređenju sa ostalim tretmanima đubrenja. Primena KAN-a statistički opravdano ($p < 0.01$) je povećala prinos semena inbred linije L_2 (1989 kg ha^{-1}) u odnosu na primenu amonijum-sulfata (1861 kg ha^{-1}) i uree (1796 kg ha^{-1}). Kod inbred linije L_1 nisu uočene statističke značajnosti u prinosu semena primenom različitih oblika azota. Primena amonijum-nitratnog oblika azota na tretmanima N_{\min} , $N_{\text{proleće}}$, $N_{1/2}$ i $N_{1/3}$ doprinela je statistički značajnom ($p < 0.01$) povećanju prinosa semena inbred linija kukuruza. Na tretmanu gde je sav azot primenjen u jesen, najveći prosečan prinos semena dobijen je primenom amonijum-sulfata.

Tab. 3. Uticaj različitog vremena primene i oblika azota na prinos semena ispitivanih inbred linija kukuruza (2001-2003) (kg ha^{-1})

Tab. 3. Effects of different fertilisation dates and nitrogen forms on maize inbred lines seed yield (2001-2003) (kg ha^{-1})

	0.01	31,47	22,25	38,54
--	------	-------	-------	-------

\bar{X}_1 - prosek po vremenima primene N-đubriva; \bar{X}_2 - prosek po obliku N u đubriva

Inbred linije Inbred lines	Oblik N N form	Vreme primene N-đubriva / Fertilisation dates						\bar{X}_2
		N_{\min} N_{\min}	N_{jesen} N_{autumn}	$N_{\text{proleće}}$ N_{spring}	$N_{1/2}$ $N_{1/2}$	$N_{1/3}$ $N_{1/3}$	N_0 N_0	
L_1	Urea	4508	4438	4174	3983	4211	3567	4147
	KAN	4610	4142	4224	4236	4207		4164
	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	4455	4576	3966	4210	4182		4159
L_2	\bar{X}_1	4524	4385	4121	4134	4200	3567	4157
	Urea	2121	1917	2262	1587	1609	1278	1796
	KAN	2363	2234	2450	1805	1804		1989
	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	2186	1952	2294	1803	1652		1860
	\bar{X}_1	2223	2034	2335	1732	1688	1278	1882

Na grafikonu 3 prikazan je efekat različitog vremena primene azota na prosečan prinos semena ispitivanih inbred linija kukuruza. Najveći efekat na povećanje prinosa semena imala je primena azota N_{\min} metodom (primena azota u proleće u prosečnoj količini od $27,7 \text{ kg N ha}^{-1}$) i iznosio je $39,2\%$ u odnosu na tretman bez primene mineralnih đubriva.

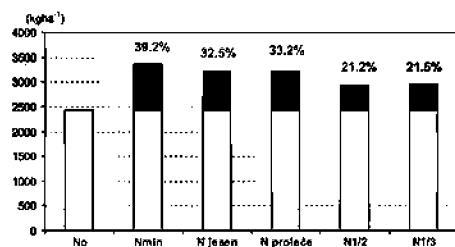
Povećanje prinosa od $33,2\%$ i $32,5\%$ ostvareno je primenom 100 kg N ha^{-1} pre setve ($N_{\text{proleće}}$) i u osnovnoj obradi (N_{jesen}).

Primena azota u više navrata - 50 kg u jesen i 50 kg u proleće ($N_{1/2}$) i $33,3 \text{ kg}$ u jesen, $33,3 \text{ kg}$ u proleće i $33,3 \text{ kg}$ u prihrani ($N_{1/3}$) uticala je na povećanje prinosa od $21,2\%$ odnosno $21,5\%$.

Od primenjenih oblika azota kroz đubriva, najveći efekat na povećanje prinosa semena obe inbred linije kukuruza u ispitivanom periodu imao je azot u amonijum-nitratnom obliku (KAN), zatim amonijum oblik ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$), pa amidni oblik ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$) u odnosu na kontrolu (Graf. 4).

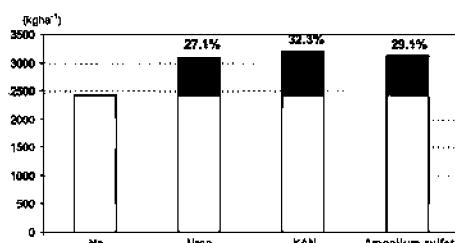
Graf. 3. Efekat vremena primene azota na prinos semena ispitivanih inbred linija kukuruza

Fig. 3. Effects of fertilisation dates on maize inbred lines seed yield



Graf. 4. Efekat primene različitih oblika azota na prinos semena ispitivanih inbred linija kukuruza

Fig. 4. Effects of different nitrogen form on maize inbred lines seed yield



U trogodišnjim ispitivanjima, u prvoj godini kada su april i maj bili sušni i topli, prinos zrna kukuruza je bio za 20 % manji na tretmanu gde je azot primjenjen u proleće u odnosu na prinos koji je dobijen na tretmanu gde je azot primjenjen u jesen (Vetsch i Randall, 2004). U druge dve godine ispitivanja nije bilo značajnih ralika u prinosu dobijenom primenom azota u različito vreme. Scharf i sar. (2002) dobili su rezultate gde nije bilo smanjenja prinosu zrna kukuruza kada je azot primjenjen do faze porasta 11 listova, zabeleženo je smanjenje od 3 % kada je azot primjenjen posle faze porasta od 12 do 16 listova, i smanjenje od 15 % kada je azot primjenjen posle sviljanja.

Upoređivanje primene azota pre setve i u prihrani, na srednje teškim i zemljištima lakšeg teksturnog sastava, pokazalo je da prihrana ne utiče na povećanje prinosu zrna kukuruza kao primena azota pre setve (Bundy, 1986). U dvanaestogodišnjim ispitivanjima primene azota u jesen, proleće i u prihrani, pri gajenju kukuruza u monokulturi na ilovastom zemljištu, Nelson i MacGregor

(1973) nisu našli razliku u prinosu kukuruza dobijenom primenom azota u proleće i u prihrani. Slične rezultate dobili su Stevenson i Baldwin (1969), Welch i sar. (1971). U godinama kada je u junu bilo više padavina od višegodišnjeg proseka, prihrana azotom dala je veće prinose od primene azota pre setve (Randall i sar., 2003). Dubrenje azotom (40 % istovremeno sa setvom i 60 % u prihrani u fazi 8 listova) dalo je veći prinos zrna kukuruza od celokupne količine azota primjenjenog u proleće i u prihrani (Smith i sar., 1996). Ovi autori zaključuju da je višestruka primena azota poželjnija na poljima gde zemljišta sadrže manje pristupačnog azota. Nasuprot njima, Polito i Voss (1991) i Randall i sar. (1997) u trogodišnjim ispitivanjima na različitim lokalitetima nisu dobili povećanje prinosu kukuruza primenom azota u više navrata.

Kukuruz počinje intenzivno da usvaja azot tokom sredine vegetacionog perioda, sa maksimalnom količinom usvajanja pred fazu sviljanja (Hanway, 1963). Zato primena azota u prihrani (u fazi rasta 8-10 listova) treba da bude jedan od boljih načina zadovoljavanja potreba biljaka kukuruza za ovim hranivom. To je potvrđeno u istraživanjima Olson i sar. (1986) i Reeves i Touchton (1986), gde je primenom azota u prihrani dobijen veći prinos zrna kukuruza u odnosu na primenu azota pre setve. Binder i sar. (2000) dobili su rezultate koji pokazuju da je najveći prinos dobijen primenom azota pre ili u fazi sviljanja. Značajna interakcija između nivoa nedostatka azota i vremena njegove primene pokazuje da ne postoji jedinstveno i najbolje vreme za primenu azota. Najpodesnije vreme primene azota zavisi od stepena njegovog nedostatka, i u vezi je sa njegovom pristupačnošću i potrebama useva za azotom.

Zaključak

Najveći prosečan prinos semena ispitivanih inbred linija kukuruza ostvaren je u 2002. godini (3387 kg ha^{-1}), dok je u ostalim godinama prinos bio niži za 7,7% (2001. godina), odnosno 24,8% (2003. godina). Variranje prinosu semena po godinama, uslovljeno je, pre svega, variranjem suma i rasporeda padavina, čime je ostvarena različita obezbeđenost biljaka vodom.

U godini sa većom količinom padavina (2001. godina) najveći prosečan prinos semena ostvaren je dubrenjem azotom u

količini od 100 kg ha⁻¹ u proleće ($N_{\text{proleće}}$), dok je u godinama sa manje padavina najveći efekat imala primene azota u količini od 17 do 35 kg ha⁻¹ (N_{min}).

Prinos semena inbred linije grupe zrenja FAO 400 imao je najveće vrednosti na N_{min} tretmanu prosečno za sve godine. Najveći prinos semena inbred linija grupe zrenja FAO

600 ostvarila je primenom azota u proleće i u amonijum-nitratnom obliku (KAN).

Najveći efekat N-dubrenja na povećanje prinosa semena ispitivanih inbred linija kukuruza u odnosu na kontrolu (bez primene dubriva), ostvaren je na N_{min} tretmanu (39,2%) i tretmanu gde je azot primenjen u amonijum-nitratnom obliku (32,3%).

LITERATURA

- BINDER, D.L., SANDER, D.H., WALTERS, D.T. (2000): Maize response to time of nitrogen application as affected by level of nitrogen deficiency. *Agron. J.*, 92, 1228-1236.
- BUNDY, L.G. (1986): Review: Timing nitrogen applications to maximize fertilizer efficiency and crop response in conventional corn production. *J. Fert. Issues*, 3, 99-106.
- HANWAY, J.J. (1963): Growth stages of corn (*Zea mays L.*). *Agron. J.*, 55, 487-492.
- NELSON, W.W., MACGREGOR, J.M. (1973): Twelve years of continuous corn fertilization with ammonium nitrate or urea nitrogen. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 37, 583-586.
- OLSON, R.A., RAUN, W.R., CHUN, Y.S., SKOPP, J. (1986): Nitrogen management and inter-seeding effects on irrigated corn and sorghum and on soil strength. *Agron. J.*, 78, 856-862.
- POLITO, T.A., VOSS, R.D. (1991): Corn yield response to varied producer controlled factors and weather in high yield environments. *J. Prod. Agric.*, 4, 51-57.
- RANDALL, G.W., IRAGAVARAPU, T.K., BOCK, B.R. (1997): Nitrogen application methods and timing for corn after soybean in a ridge-tillage system. *J. Prod. Agric.*, 10, 300-307.
- RANDALL, G.W., VETSCH, J.A., HUFFMAN, J.R. (2003): Nitrate losses in subsurface drain-
- age from a soybean rotation as affected by time of nitrogen application and use of ntrapyrin. *J. Environ. Qual.*, 32, 000-000.
- REEVES, D.W., TOUCHTON, J.W. (1986): Subsoiling for nitrogen applications to corn growth in conservation tillage system. *Agron. J.*, 78, 921-926.
- SCHARF, P.C., WIEBOLD, W.J., LORY, J.A. (2002): Maize response to time of nitrogen application as affected by level of nitrogen deficiency. *Agron. J.*, 92, 1228-1236.
- SMITH, S.E., ROTH, G.W., BEEGLE, D.B., KNIEVEL, D.P. (1996): Effects of delaying N on corn growth and yield. p. 248. In *Agronomy abstracts*. ASA, Madison, WI.
- STEVENSON, C.K., BALDWIN, C.S. (1969): Effect of time and method of nitrogen application and source of nitrogen on the yield and nitrogen content of corn. *Agron. J.*, 61, 381-384.
- VETSCH, J.A., RANDALL, G.W. (2004): Corn production as affected by nitrogen application timing and tillage. *Agronomy Journal*, 96, 2, 502-509.
- WELCH, L.F., MULVANEY, D.L., OLDHAM, M.G., BOONE, L.V., PENDLETON, J.W. (1971): Corn yields with fall, spring, and sidedress nitrogen. *Agron. J.*, 63, 119-123.

EFFECTS OF THE TIME OF APPLICATION AND THE FORM OF NITROGEN ON TWO MAIZE INBRED LINES SEED YIELD

HOJKA, Z.

SUMMARY

The study was carried out in the experimental field of the Maize Research Institute, Zemun Polje, on calcareous chernozem in the period 2001-2003. The traits of two maize inbred lines (L_1 - FAO 400 and L_2 - FAO 600) were observed in dependence on the time of the nitrogen application (No - control without fertilising; Autumn - 60 kg P₂O₅ ha⁻¹ and 60 kg K₂O ha⁻¹ applied in autumn (const.) + 100 kg N ha⁻¹ (applied in autumn); Spring - PK (const.) + 100 kg N ha⁻¹ (applied in

spring); $N_{1/2}$ - PK (const.) + 100 kg N ha^{-1} (half of which was applied in autumn and the other half in spring); $N_{1/3}$ - PK (const.) + 100 kg N ha^{-1} (1/3 of which was applied in autumn, 1/3 in spring and 1/3 through soil dressing); N_{min} - PK (const.) + fertilising in spring on the basis of the N_{min} method, and forms of applied nitrogen: Urea (amide form), KAN (ammonium-nitrate form) and $(NH_4)_2SO_4$ (ammonium form).

The highest average yield was obtained by the use of N_{min} method (3,486 kg ha^{-1}), as well as, 100 kg N ha^{-1} applied in sprig (N_{spring}) (3,337 kg ha^{-1}), 100 kg N ha^{-1} applied in autumn and spring ($N_{1/2}$) (3,020 kg ha^{-1}) and 100 kg N ha^{-1} applied in autumn, spring and soil dressing ($N_{1/3}$) (3,005 kg ha^{-1}) in the ammonium-nitrate form (KAN). The highest average seed yield of observed maize inbred lines (3,264 kg ha^{-1}) was obtained by the application of ammonium-sulphate in the primary tillage (N_{autumn}). The use of the N_{min} method (N ranging from 17 to 35 kg ha^{-1} , in dependence on the soil mineral nitrogen content), especially in years with lower precipitation sums, resulted in the highest increase in seed yield (39.2%) of observed maize inbred lines in relation to the control.

Key words: nitrogen, time of nitrogen application, nitrogen form, maize inbred lines, seed yield