

UDK: 631.58

*Originalni naučni rad
Original scientific paper*

EFEKTI MEHANIZOVANOG NAČINA APLIKACIJE TEČNOG STARTNOG ĐUBRIVA U PROIZVODNJI KUKURUZA

Milan Dražić^{1*}, Miloš Pajić¹, Zoran Dumanović², Dušan Radojičić¹,
Kosta Gligorević¹, Miloš Stojanović³, Steva Božić¹

¹Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Institut za poljoprivrednu tehniku,
Beograd-Zemun

²Institut za kukuruz "Zemun Polje", Beograd-Zemun

³Agromarket doo, Kragujevac

Sažetak: Konvencionalna proizvodnja kukuruza podrazumeva upotrebu standardnih mineralnih hraniva koja se u zemljište mogu uneti na različite načine. Za razliku od konvencionalne proizvodnje, ova istraživanja su sprovedena uz pretpostavku da će se primenom različitih normi osnovnih i tečnih startnih đubriva kao i unapređenim načinom njihove aplikacije ostvariti veće vrednosti prinosa i niži sadržaj vlage ubranog zrna. U radu je istraživana uticaj mehanizovane aplikacije različitih normi i načina unošenja osnovnog i tečnog startnog đubriva u zemljište pri proizvodnji merkantilnog kukuruza. Aplikacija tečnih startnih đubriva vršena je istovremeno sa setvom i to na dva načina: u trake i tačke pojedinačno za svaku biljku. Dobijeni rezultati pokazuju da je prinos zrna na površinama gde je vršena aplikacija startnog đubriva viši za 1,79 t·ha⁻¹, dok je sadržaj vlažnosti zrna niži za 3,6% u odnosu na rezultate dobijene na kontrolnoj površini.

Ključne reči: *startno đubrivo, mehanizovana aplikacija, kukuruz, prinos, vlažnost,*

UVOD

Kukuruz je danas jedan od najznačajnijih ratarskih useva kako u svetu tako i kod nas. U našoj zemlji, tokom 2012 godine kukuruzom je zasejano 1.235.000 ha [8]. Kukuruz je biljka univerzalnog privrednog značaja, jer se koristi u ishrani ljudi, stoke i za prerađivačku industriju. Savremena ratarska proizvodnja, pa samim tim i proizvodnja

* Kontakt autor. E-mail: mdradic@agrif.bg.ac.rs

Rad je rezultat istraživanja u okviru realizacije Projekta TR-31051: "Unapređenje biotehnoških postupaka u funkciji racionalnog korišćenja energije, povećanja produktivnosti i kvaliteta poljoprivrednih proizvoda".

kukuruzu imaju za cilj postizanje što većih prinosa po jedinici površine kao i što bolji kvalitet dobijenog zrna. Na kvalitet i količinu dobijenog zrna utiču agroekološki uslovi kao i primenjena tehnologija gajenja [7]. Pravilan sistem ishrane biljaka, zasnovan na naučnoj osnovi, jedna je od najznačajnijih agrotehničkih mera u proizvodnji kukuruza i uopšte u ratarskoj proizvodnji. Ujedno, to je agrotehnička mera kojom najefikasnije možemo uticati na povećanje prinosa, pod uslovom da se hraniva upotrebljavaju racionalno i u dovoljnoj količini [10].

Kukuruz se svrstava u grupu ratarskih useva koji proizvode najveću količinu organske materije po jedinici površine. Pored toga savremeni hibridi imaju genetski potencijal koji dostiže prinos i do 20 t·ha⁻¹ i zato kukuruz kao biljka zahteva znatne količine hraniva [4]. Konvencionalna proizvodnja kukuruza podrazumeva upotrebu mineralnih đubriva koja sadrže tri osnovna elementa azot, fosfor i kalijum koji su neophodni za pravilan rast i razvoj same biljke kukuruza [2]. U ogledu koji je sproveden, pored upotrebe konvencionalnih mineralnih đubriva izvršena je i aplikacija tečnog startnog đubriva neposredno sa setvom.

Startna đubriva nisu namenjena da obezbede sve neophodne hranljive materije biljci. Tečno startno đubrivo koje se aplicira zajedno sa setvom ima zadatak da obezbedi lako dostupne hranljive materije tek proklizalom semenu [5]. Uticaj fosfora na život biljke je višestruk. U fenofazi klijanja i nicanja fosfor utiče na rast i razvoj korenovog sistema biljke kao i na povećanje otpornosti prema bolestima. Iz tog razloga tečna đubriva koja se u zemljište unose zajedno sa setvom sadrže veći procenat fosfora.

Đubrivo se aplicira u neposrednoj blizini semena tako da nakon klijanja biljka odmah počinje sa usvajanjem hraniva, što dovodi do ubrzanog rasta i ranijeg nicanja [6]. Sa ubrzanim rastom biljka dobija prednost u odnosu na konkurentne korovske biljke kao i ranije postizanje zrelosti [11]. Dalje u radu će biti prikazan način mehanizovane aplikacije tečnog startnog đubriva kao i njegov uticaj na prinos i sadržaj vlage dobijenog zrna u proizvodnji kukuruza.

MATERIJAL I METODE RADA

Istraživanja su obavljena na oglednoj parceli instituta za kukuruz Zemun Polje tokom 2012. godine. Zemljište na kome je postavljen ogled je slabo karbonatni černozem. U Tabelama 1 i 2 prikazana su osnovna agrohemijiska svojstva zemljišta na kojem je postavljen ogled.

Tabela 1. Osnovna agrohemijiska svojstva zemljišta

Table 1. Basic agrochemical properties of the soil

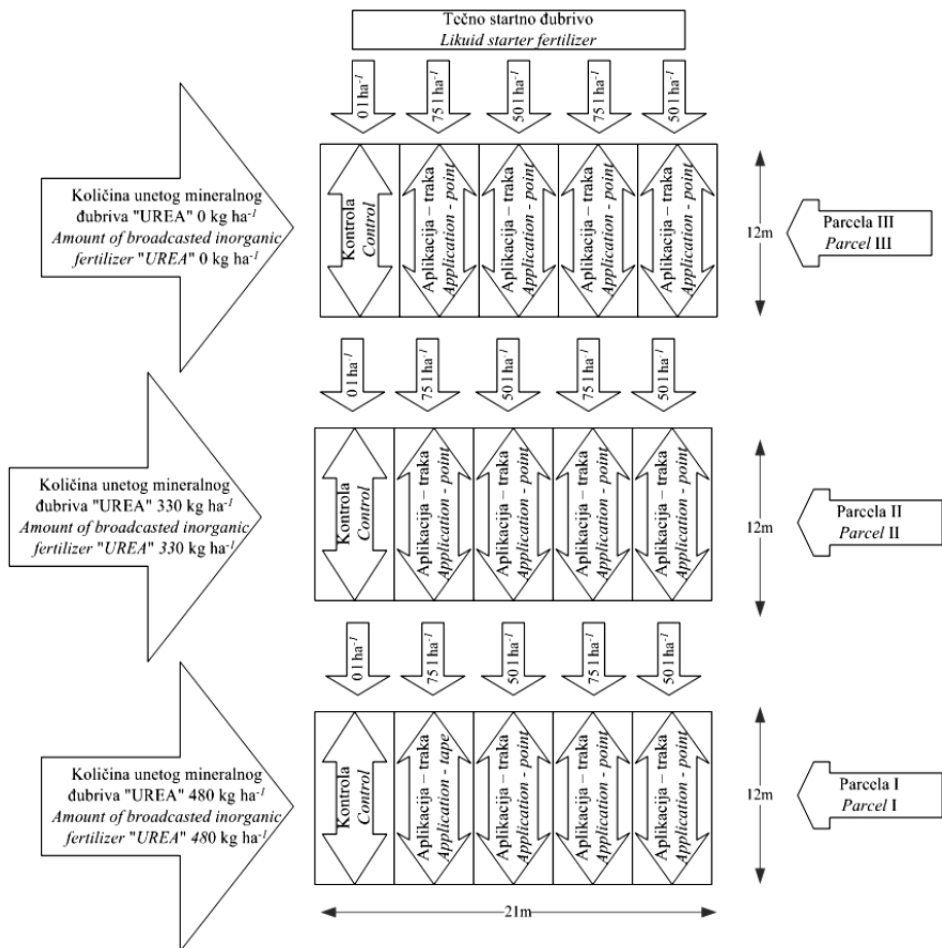
Dubina <i>Depth</i> (cm)	pH <i>pH</i> H ₂ O	pH <i>pH</i> KCl	CaCO ₃ <i>CaCO₃</i> (%)	Humus <i>Humus</i> (%)	Ukupni N <i>Total N</i> (%)	Odnos C/N <i>C/N ratio</i> -
0-30	7,38	6,71	0,62	2,77	0,20	8,0:1
30-60	7,86	7,08	1,54	2,61	0,18	8,1:1

Predusev je bila ozima pšenica, a nakon žetve uklonjeni su žetveni ostaci i izvršeno je ljuštenje strništa. U jesen je izvršeno duboko oranje bez unošenja hraniva. Predsetvena

priprema izvedena je u dva prohoda, tanjiranjem a nakon toga je izvršena kultivacija. Celokupna količina azota, fosfora i kalijuma uneta je neposredno pre izvođenja predsetvene pripreme.

Tabela 2. Prisustvo makro elementa u ispitivanom zemljištu
 Table 2 Macronutrients concentration in the soil samples

Dubina Depth (cm)	NH ₄ NH ₄ (mg·kg ⁻¹)	NO ₃ NO ₃ (mg·kg ⁻¹)	NH ₄ +N ₃ NH ₄ +N ₃ (mg·kg ⁻¹)	N N (kg·ha ⁻¹)	P ₂ O ₅ P ₂ O ₅ (mg·100g ⁻¹)	K ₂ O K ₂ O (mg·100g ⁻¹)
0-30	11,9	14,7	26,6	120,0	16,0	23,0
30-60	2,8	12,6	15,4	69,0	10,0	18,1



Slika 1. Grafički prikaz postavljenog ogleda
 Figure 1. Diagram of experimental setup

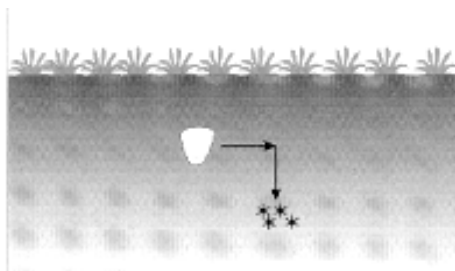
Ogled je postavljen po split-plot modelu po potpuno slučajnom planu. Ukupna površina na kojoj je postavljen ogled iznosi 756 m² i podeljena je na tri parcele. Sve tri parcele su jednakih površina sa dimenzijama 21 × 12 m. Površina elementarne parcele iznosi 16,8 m².

Na parceli I (Slika 1) neposredno pre izvođenja predsetvene pripreme izvršeno je unošenje mineralnog đubriva "UREA" (46% N) u količini od 300 kg·ha⁻¹. Na parceli II na isti način izvršeno je unošenje mineralnog đubriva "UREA" (46% N) u količini od 150kg·ha⁻¹, dok na parceli III nije vršeno unošenje mineralnih đubriva.

Setva kukuruza je obavljena je 17. apila 2012 godine. Sejan je hibrid "ZP-427" sa normom setve 60.000 biljaka·ha⁻¹. Setva je obavljena četvororednom pneumatskom sejalicom "Majeвица- MPS 566/01" u agregatu sa traktorom "MTZ-82". Na sejatici je izvršena adaptacija postavljanjem prototipa mašine za aplikaciju "PTI-12/7", čime je izvršena aplikacija tečnog startnog đubriva zajedno sa setvom. Prototip mašine je namenjen za aplikaciju tečnih đubriva kod širokorednih useva u ratarskoj proizvodnji.

Adaptacija sejalice podrazmeva postavljanje dodatnih otvarača brazde, rezervoara, pumpe, senzora, rasprskivača i upravljačke jedinice. Programiranjem upravljačke jedinice može se uticati na ostvarenu normu kao i način apliciranja. Jedan od načina je aplikacija tečnog đubriva u neprekidne trake duž celog reda. Drugi način za aplikaciju je da se tečno đubrivo dozira prekidno "u tačkama" za svaku biljku, čime se može ostvariti ušteda startnog đubriva.

Aplikacija je izvršena na dva mehanizovana načina, kao i u dve različite norme aplikacije. U oba slučaja, tečno startno đubrivo, je uneto na 5 cm bočno u stranu od semena kao i 5 cm ispod dubine na koju je seme posejano [1] [3] kao što je prikazano na Slici 2.



Slika 2. Šema unošenja tečnog startnog đubriva

Figure 2. Pattern of liquid starter fertilizer application

U proleće, nakon setve zemljište može biti hladno što dovodi do usporenog porasta korena posejane biljke, a samim tim i nemogućnost da dođe do dostupnih hraniva neophodnih za rast i razvoj. Upotreba startnih đubriva podrazumeva postavljanje određene količine hraniva u blizini semena kako koren može što lakše stići do njih i početi sa usvajanjem. Osnovni zadatak startnih đubriva je da obezbedi pristupačan izvor hraniva neophodnih za rast i razvoj biljke. Hemijski sastav korišćenog tečnog startnog đubriva prikazan je u Tabeli 3.

Tretman herbicidima izvršen je 26. maja 2012. godine, na celokupnoj površini na kojoj je postavljen ogled, pri čemu je korišćena kombinacija dva herbicida, "LAUDIS" u količini od 2 l·ha⁻¹ i "KALISTO" u količini od 200 gr·ha⁻¹. Na parcelama I i II, 7. juna izvršena je prihrana mineralnim đubrivom "UREA" (46% N) u količini od 180 kg·ha⁻¹. Na parceli III nije vršena prihrana mineralnim hranivima.

Tabela 3. Hemijski sastav tečnog startnog đubriva

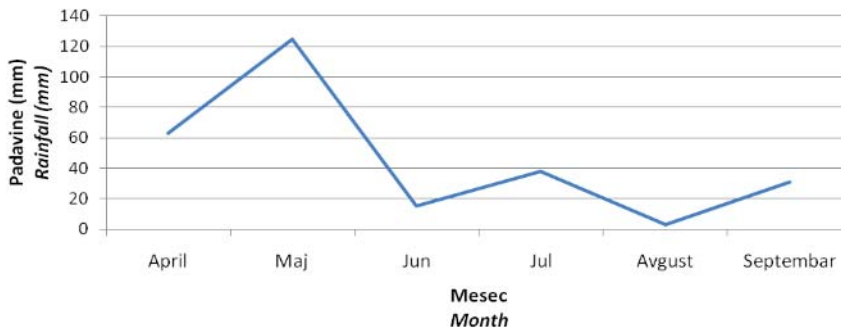
Table 3. Chemical composition of liquid starter fertilizer

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Fe	Mn	Zn	Aminokiseline	Fulvo kiseline
	<i>N</i>	<i>P₂O₅</i>	<i>K₂O</i>	<i>Fe</i>	<i>Mn</i>	<i>Zn</i>	<i>Aminoacids</i>	<i>Fulvoacids</i>
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
Startno đubrivo <i>Liquid starter fertilizer</i>	8	20	8	0,01	0,01	0,02	3	3

Berba je obavljena 17. septembra. Određivanje prinosa gajenih kultura je rađena metodom probnih površina [9], po dijagonali površine tretmana, u tri ponavljanja. Vlažnost zrna je određena pomoću uređaja "Pfeuffer-HE 90", odmah nakon ubiranja.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

Rezultati istraživanja, sa različitim varijantama unošenja osnovnog i tečnog startnog đubriva prikazani su tabelarno. Kako je ogled sproveden tokom 2012. godine, koju karakteriše jako niska količina padavina u toku vegetacionog perioda, tako su i dobijene vrednosti prinosa kukuruza ispod proseka. Na Slici 3 dat je prikaz količine i rasporeda padavina za period april-septembar 2012. godine, meteorološke stanice instituta za kukuruz "Zemun Polje".



Slika 3. Raspored i količine padavina 2012. godine

Figure 3. Distribution and amount of precipitation in 2012

Rezultati eksperimentalnih ispitivanja poljskog ogleda sa različitim sistemima primene đubriva prikazani su tabelarno.

Rezultati prikazani u Tabeli 4 pokazuju različite vrednosti žetvenog indeksa u zavisnosti od primenjenog sistema đubrenja. Više vrednosti žetvenog indeksa ostvarene su na površinama gde je pored unošenja mineralnog đubriva vršena i aplikacija startnih đubriva u odnosu na kontrolne površine. Najviša vrednost žetvenog indeksa ostvarena je na površini gde je vršena trakasta aplikacija startnog đubriva u količini od 50 l·ha⁻¹ a količina mineralnog đubriva iznosila 480 kg·ha⁻¹. Ako dobijenu vrednost žetvenog indeksa od 82,7 uporedimo sa vrednostima ostvarenim na kontrolnoj površini možemo zaključiti da se primenom startnih đubriva može uticati na porast vrednosti ovog parametra.

Tabela 4. Vrednost žetvenog indeksa ubranog zrna
 Table 4. Value of the harvest index of harvested kernels

Količina unetog mineralnog đubriva (UREA) (t·ha ⁻¹) Applied mineral fertilizer (UREA) dose (t·ha ⁻¹)	Način aplikacije tečnog startnog đubriva Method of liquid starter fertilizer application				Kontrola Control
	Tačka Point	Tačka Point	Traka Path	Traka Path	
	50 l·ha ⁻¹	75 l·ha ⁻¹	50 l·ha ⁻¹	75 l·ha ⁻¹	0 l·ha ⁻¹
300+180	71,7	60,9	82,7	67,9	48,1
150+180	65,0	57,6	59,2	59,7	38,2
0+0	61,9	51,0	63,0	43,8	28,4

U Tabeli 5 dat je prikaz vrednosti sadržaja vlage ubranog zrna kukuruza tretiranog različitim sistemima đubrenja.

Tabela 5. Sadržaj vlage ubranog zrna (%)
 Table 5. Moisture contents of harvested kernel (%)

Količina unetog mineralnog đubriva (UREA) (t·ha ⁻¹) Applied mineral fertilizer (UREA) dose (t·ha ⁻¹)	Način aplikacije tečnog startnog đubriva Method of liquid starter fertilizer application				Kontrola Control
	Tačka Point	Tačka Point	Traka Path	Traka Path	
	50 l·ha ⁻¹	75 l·ha ⁻¹	50 l·ha ⁻¹	75 l·ha ⁻¹	0 l·ha ⁻¹
300+180	12,0	12,1	12,1	12,7	15,6
150+180	13,6	13,0	11,9	13,4	13,9
0+0	14,0	13,0	14,7	13,3	13,1

Rezultati pokazuju da primenjeni sistemi đubrenja imaju određeni uticaj na sadržaj vlage dobijenog zrna. Površine kod kojih je vršena aplikacija startnog đubriva pokazuju niži procenat vlažnosti zrna. Vrednost vlažnosti zrna na kontrolnoj površini bila je viša za 3,6% u odnosu na vlažnost zrna sa površine gde je vršena aplikacija startnog đubriva.

U Tabeli 6 dat je prikaz dobijenih vrednosti prinosa postavljenog ogleada. Prikazani rezultati pokazuju da su različiti sistemi đubrenja ostvarili različite vrednosti prinosa.

Tabela 6. Prinos ubranog zrna (t·ha⁻¹)
 Table 6. Yield of the harvested kernel (t·ha⁻¹)

Količina unetog mineralnog đubriva (UREA) (t·ha ⁻¹) Applied mineral fertilizer (UREA) dose (t·ha ⁻¹)	Način aplikacije tečnog startnog đubriva Method of liquid starter fertilizer application				Kontrola Control
	Tačka Point	Tačka Point	Traka Path	Traka Path	
	50 l·ha ⁻¹	75 l·ha ⁻¹	50 l·ha ⁻¹	75 l·ha ⁻¹	0 l·ha ⁻¹
300+180	4,87	5,52	5,83	5,95	4,16
150+180	4,52	5,31	5,51	5,62	3,96
0+0	4,23	4,96	4,45	4,97	3,85

Na površinama gde je vršena aplikacija startnog đubriva mogu se primetiti više vrednosti ostvarenog prinosa. Najveći prinos ostvaren je na površini gde je izvršeno

unošenje mineralnog đubriva u količini od 480 kg·ha⁻¹ i izvršena trakasta aplikacija startnog đubriva u količini od 75 l·ha⁻¹. Upoređivanjem ostvarenog prinosa na ovoj parceli i kontrolnoj površini može se doći do zaključka da je prinos na parceli gde je vršena aplikacija startnog đubriva bio viši za 1,79 t·ha⁻¹. I pored jako male količine padavina u toku vegetacije, primena startnog đubriva je u velikoj meri uticala na porast ostvarenog prinosa.

ZAKLJUČAK

Održivost proizvodnje kukuruza u velikom stepenu zavisi od agroekološki uslova kao i primenjene tehnologije gajenja, u kojoj značajnu ulogu zauzima sistem đubrenja. Primena đubriva predstavlja agrotehničku meru kojom najefikasnije možemo uticati na povećanje prinosa. Dobijeni rezultati pokazuju da vrednosti prinosa, žetvenog indeksa kao i vlažnosti zrna u velikoj meri variraju kod različitih sistema đubrenja. Primenom tečnih startnih đubriva, koja se u zemljište apliciraju zajedno sa setvom, u velikoj meri može se uticati na povećanje prinosa. Dobijeni rezultati takođe pokazuju da sa primenom startnih đubriva dolazi do smanjenja procenta vlažnosti, kao i do povećanja vrednosti žetvenog indeksa kukuruza. Na površinama, gde je pored unošenja mineralnog đubriva vršena i aplikacija startnih đubriva, ostvareni prinos je bio viši za 1,79 t·ha⁻¹ dok je sadržaj vlažnosti dobijenog zrna niži za 3,6% u odnosu na rezultate ostvarene na kontroloj površini.

LITERATURA

- [1] Binford, G.D., Hansen, D.J., Tingle, S.C. 2002. Corn Response to Starter and Seed-Placed Fertilizer in Delaware. *Mid-Atlantic Grain and Forage Journal*, 8: 7-23.
- [2] Glamočlija, Đ., Živanović, Lj., Ikanović, J. 2007. Proizvodnja kukuruza u uslovima ishrane biljaka azotom. Zbornik radova sa 21. *Konferencije Agronoma, veterinarara i tehnologa*. 13 (1/2): 31-44.
- [3] Gordon, W.B. 2009. Starter Fertilizer Application Method and Composition in Reduce-Tillage Corn Production. *Beter Crops*, 93(2): 10-11.
- [4] Latković, D., Jaćimović, G., Marinković, B., Malešević, M., Crnobarac, J. 2009. Sistem đubrenja u funkciji prinosa kukuruza u monokulturi i dvopolju. *Letopis naučnih radova Poljoprivrednog fakulteta*, 31 (1): 77-84.
- [5] Mandić, G., Đukić, A., Stevović, I. 2007. Biološka produktivnost i agrohemijski pokazatelji smonice pod kukuruzom u uslovima primene različitih đubriva. *Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo*, 44 (1): 461-467.
- [6] Mascagani, H.J., Boquet, D., Bell, B. 2007. Influence of Starter Fertilizer on Corn Yield and Plant Developmen on Mississippi River Alluvial Soils. *Beter Crops*, 91 (2): 8-10.
- [7] Mesarović, S. 2009. *Šta je najvažnije znati u proizvodnji kukuruza*. Kukuruz-tehnologija ishrane: 1-4. Dostupno na: www.agro-ferticrop.rs/ferticrop/wp-content/uploads/2011/.../kukuruz.pdf/ [datum pristupa: 16.11.2012.]
- [8] Milojić, A. 2012. *Statistički godišnjak Republike Srbije 2012*. Republički zavod za statistiku: 1-410.

- [9] Oljača, I.S., Dolijanović, K.Ž. 2003. *Praktikum iz agroekologije*. Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet: 1-97.
- [10] Starčević, Lj., Latković, D. 2006. Povoljna godina za rekordne prinose kukuruza. *Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo*, 42 (2): 299-310.
- [11] Zublena, J.P. 1997. *Starter Fertilizers for Corn Production*. Soil Facts. Dostupno na: www.soil.ncsu.edu/publications/Soilfacts/AG-439-29/ [datum pristupa: 13.11.2012.]

EFFECTS OF MECHANIZED METHOD OF LIQUID FERTILIZER APPLICATION IN CORN PRODUCTION

Dražić Milan¹, Pajić Miloš¹, Dumanović Zoran², Radojčić Dušan¹,
Gligorević Kostja¹, Stojanović Miloš³, Božić Steva¹

¹ *University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Institute of Agricultural Engineering, Belgrade, Republic of Serbia*

² *Maize Research Institute „Zemun Polje“, Belgrade, Republic of Serbia*

³ *Agromarket doo, Kragujevac, Republic of Serbia*

Abstract: Conventional corn production assumes usage of standard inorganic fertilizers which can be added to the soil by different methods. Unlike conventional production, this research was conducted with assumption that by using different application rates of basic and liquid starter fertilizers, as well as, with improved method of their application, higher yield values and lower moisture content of harvested kernels would be realized. This paper explored influence of mechanized application with different rates and ways of broadcasting basic and liquid starter fertilizer to the soil for corn production. Liquid starter fertilizers were applied concurrently with plantation in two ways: in lanes and spots individually for each plant. The results obtained show that kernel yield was higher in areas where starter fertilizer application was performed for 1.79 t·ha⁻¹, while kernel moisture contents was 3.6% lower compared to results obtained over control surfaces.

Key words: *starter fertilizer, mechanized application, maize, yield, moisture*

Datum prijema rukopisa: 19.11.2012.
Datum prijema rukopisa sa ispravkama: 20.11.2012.
Datum prihvatanja rada: 21.11.2012.