

Prinos i evapotranspiracija kukuruza različite gustine setve u zavisnosti od predzalivne vlažnosti zemljišta

- Originalan naučni rad -

Đuro BOŠNJAK¹, Ksenija MAČKIĆ¹ i Stanko MILIĆ²

¹Poljoprivredni fakultet, Novi Sad

²Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad

Izvod: Obavljena su trogodišnja eksperimentalna istraživanja poljskim ogledom na oglednom polju Rimski Šančevi Instituta za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu. U ogledu je korišćen hibrid kukuruza NS-6010 u pet gustina setve 50.000-90.000 biljaka po hektaru. Navodnjavanje orošavanjem je bilo pri predzalivnoj vlažnosti zemljišta 60%, 70% i 80% od poljskog vodnog kapaciteta (PVK), a takođe je postojala i kontrola bez navodnjavanja. Navodnjavanje je visoko značajno povećalo prinose kukuruza u 2004. i 2006. godini, dok je uticaj navodnjavanja izostao u izrazito kišnoj 2005. godini. Sa povišenjem predzalivne vlažnosti zemljišta prinos kukuruza nije rastao, čak se ostvarila tendencija malog opadanja. Najveći prinosi su postignuti pri gustini setve 60.000 i 70.000 biljaka po hektaru. Evapotranspiracija kukuruza u uslovima navodnjavanja bila je na istom nivou bez obzira na predzalivnu vlažnost zemljišta između 540-600 mm u zavisnosti od uslova godine. U kontroli bez navodnjavanja bila je manja evapotranspiracija izuzev u kišnoj 2005. kada je bila na istom nivou kao u uslovima navodnjavanja.

ključne reči: Evapotranspiracija, gustine, kukuruz, predzalivna vlažnost

Uvod

Kukuruz je najzastupljeniji ratarski usev u Srbiji. Ukupne požnjevene površine u periodu 2004/06. iznosile su 1.196.690 ha, dok je ukupna proizvodnja u proseku iznosila 6.557.182 tona. U istom periodu, površine pod kukuruzom u Vojvodini zauzimale su 633.943 ha, odnosno 53% ukupnih površina, a prosečna proizvodnja iznosila je 3.880.448 tona (59% ukupne proizvodnje kukuruza u Srbiji). Ostvaren je prosečan prinos od 5,5 t/ha u Srbiji, dok je u Vojvodini za isti trogodišnji period prinos zrna bio 6,1 t/ha.

Niski prinosi kukuruza kao i njihovo variranje, prvenstveno zavise od klimatskih uslova. Meteorološki uslovi na području Vojvodine su vrlo promenljivi, prvenstveno padavine koje variraju po količinama i rasporedu. U letnjem periodu suša je redovna pojava, najizrazitija u julu i avgustu te se ova dva meseca smatraju da su na granici nepogodnosti za biljnu proizvodnju u uslovima prirodne obezbeđenosti vodom, **Bošnjak**, 1993. Biljkama je neophodno obezbediti lakopristupačnu vodu u zoni aktivne rizosfere u toku celog perioda vegetacije u cilju dobijanja visokih i stabilnih prinosa. U našim uslovima kada se navodnjavanjem eliminiše prirodni deficit vode uz primenu drugih agrotehničkih mera, moguće je postići prinose kukuruza i preko 12,5 t/ha.

Jedan od bitnih činilaca koji određuju gustinu setve jeste i količina i raspored padavina. **Starčević** i **Latković**, 2004, smatraju da optimalna gustina nije stalna vrednost već manje ili više varira u zavisnosti od uslova godine. Jedino je navodnjavanjem moguće eliminisati prirodni deficit vlage, a uz adekvatnu primenu ostalih agrotehničkih mera postići visoke i stabilne prinose.

Materijal i metode

Trogodišnja eksperimentalna istraživanja poljskim ogledom obavljena su u periodu 2004/06. godina, na oglednom polju Rimski Šančevi Instituta za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu. U ogledu je korišćen hibrid kukuruza NS-6010 u pet gustina setve 50, 60, 70, 80 i 90.000 biljaka po hektaru. Navodnjavano je orošavanjem pri predzalivnoj vlažnosti zemljišta 60%, 70% i 80% od poljskog vodnog kapaciteta (PVK). U ogled je bila uvršćena i kontrola bez navodnjavanja. U varijantama navodnjavanja, kao i u kontroli, praćena je dinamika vlažnosti zemljišta u zoni aktivne rizosfere po slojevima 10-20 cm do 60 cm dubine termogravimetrijskom metodom u sušnici na 105-110°C. Na početku i kraju vegetacije u cilju određivanja utroška vode na evapotranspiraciju izmerena je vlažnost zemljišta po slojevima od 20 cm do 200 cm dubine. Utrošak vode na evapotranspiraciju u varijantama navodnjavanja i kontroli obračunat je bilansiranjem zemljišnih rezervi, padavina i norme navodnjavanja.

Primenjena je savremena tehnologija proizvodnje. U toku vegetacije agrotehničke mere su obavljene u optimalnim rokovima. Nakon berbe obračunat je prinos zrna i prikazan na nivou opšteg proseka po tretmanima.

Rezultati i diskusija

Efekat navodnjavanja na povećanje prinosa kukuruza u proseku je iznosio 14,6%. Povoljni uslovi za proizvodnju kukuruza u 2005. godini, prvenstveno količine i raspored padavina, doprineli su stvaranju visokih prinosa, te je izostao efekat navodnjavanja. Navodnjavanje je povećalo prinos u 2004. godini za 15,65%, u 2006. za 13,6%.

Za desetogodišnji period istraživanja **Bošnjak** i **Pejić**, 1999, navode povećanje prinosa kukuruza u proseku za 32,6%. Takođe ističu da je navodnjavanje u izrazito sušnim godinama dalo oko tri puta više prinose, ali i da je u povoljnim godinama u pogledu prirodne obezbeđenosti vodom efekat bio vrlo skroman 2,4-6,5%. Efekat navodnjavanja za trogodišnji period istraživanja prema **Maksimovića i sar.**, 2004 iznosi u proseku 31,88%.

U sve tri godine istraživanja postignuti su visoki prinosi kukuruza. Ostvareni su prinosi preko 12 t/ha prvenstveno usled povoljnih vremenskih uslova. Sa povišenjem predzalivne vlažnosti zemljišta prinos kukuruza nije rastao, čak se ostvarila tendencija malog opadanja. Najveći prinos u 2004. godini postignut je pri predzalivnoj vlažnosti 60 i 70% od PVK, ali razlika između njih nije statistički značajna (Tabela 1). Slično je bilo i u 2006. godini kada je najveći prinos bio pri predzalivnoj vlažnosti 70% od PVK, ali bez značajnih razlika sa 60% od PVK (Tabela 3). U 2005. godini, kada je vegetacioni period bio sa povoljnom količinom padavina, ostvaren je prinos od 15,98 t/ha u varijanti zalivanja pri predzalivnoj vlažnosti od 60% od PVK, a u kontroli 15,93 t/ha (Tabela 2) dok se sa povišenjem predzalivne vlažnosti prinos značajno smanjivao.

Tabela 1. Prinos zrna kukuruza (t/ha) u zavisnosti od predzalivne vlažnosti i gustine biljaka (Rimski Šančevi, 2004)
Maize Yield (t ha⁻¹) depending on Pre-watering Soil Moisture and Plant Densities (Rimski Šančevi, 2004)

Varijanta - A - Variant	Gustina - B - Density					\bar{X}	%
	G1	G2	G3	G4	G5		
80% od PVK - 80% of FWC	12,77	13,21	13,10	13,42	13,02	13,10	112,20
70% od PVK - 70% of FWC	12,57	13,84	14,05	14,12	14,32	13,78	118,00
60% od PVK - 60% of FWC	12,71	13,05	13,75	13,97	14,17	13,53	119,00
Ø	10,47	12,19	11,72	12,02	11,93	11,67	100,00
\bar{X}	12,13	13,07	13,16	13,38	13,36	13,02	
LSD	A	B	AB				
0,05	0,5165	0,4925	1,0399				
0,01	0,7420	0,6483	1,4157				

Najviši prinosi su postignuti pri gustini setve od 60.000 i 70.000 biljaka po hektaru. U 2004. godini sa povećanjem gustine biljaka na 80.000 pa i 90.000 biljaka po hektaru povećanje prinosa nije bilo statistički značajno, osim pri predzalivnoj vlažnosti zemljišta od 60% od PVK kada je postignut prinos od 14,17 t/ha. U godini sa povoljnim vremenskim uslovima kakva je bila 2005. najviši prinos ostvaren je pri 80.000 biljaka po hektaru i varijanti 60% od PVK. U 2006. godini najveći prinosi bili su u varijanti 60% od PVK i gustini biljaka od 50.000.

Slične rezultate dobili su i **Starčević** i **Latković**, 2005, kod hibrida NS-6010 kada je ostvaren najviši prinos sa 5,71 biljkom/m², a pri ređem ili gušćem sklopu od ovih prinosa su bili statistički značajno niži. U četvorogodišnjem periodu istraživanja

Tabela 2. Prinos zrna kukuruza (t/ha) u zavisnosti od predzalivne vlažnosti i gustine biljaka (Rimski Šančevi, 2005)
Maize Yield (t ha⁻¹) depending on Pre-watering Soil Moisture and Plant Densities (Rimski Šančevi, 2005)

Varijanta - A - Variant	Gustina - B - Density					\bar{X}	%
	G1	G2	G3	G4	G5		
80% od PVK - 80% of FWC	12,32	14,58	14,02	15,71	14,34	14,19	89,00
70% od PVK - 70% of FWC	12,29	14,39	14,77	14,07	14,16	13,94	87,00
60% od PVK - 60% of FWC	13,48	16,84	15,95	16,99	16,64	15,98	100,00
Ø	14,77	15,29	16,76	16,20	16,64	15,93	100,00
\bar{X}	13,22	15,28	15,38	15,74	15,45	15,01	
LSD	A	B	AB				
0,05	0,4752	0,6957	1,3471				
0,01	0,6828	0,9157	1,8060				

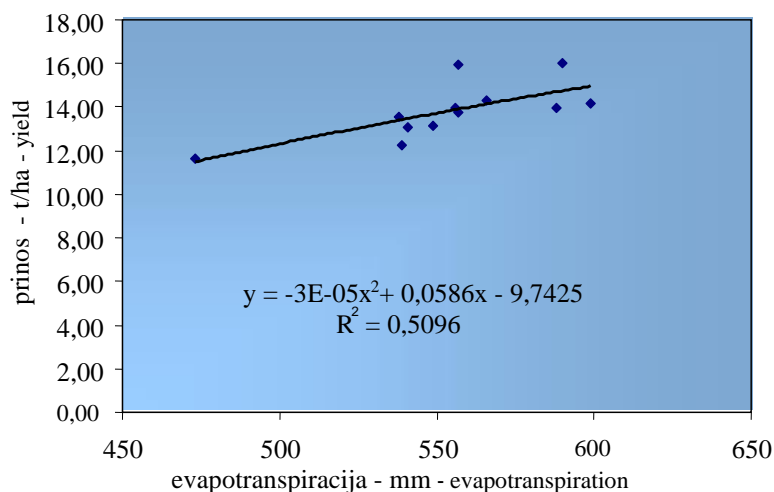
Tabela 3. Prinos zrna kukuruza (t/ha) u zavisnosti od predzalivne vlažnosti i gustine biljaka (Rimski Šančevi, 2006)
Maize Yield (t ha⁻¹) depending on Pre-watering Soil Moisture and Plant Densities (Rimski Šančevi, 2006)

Varijanta - A - Variant	Gustina - B - Density					\bar{X}	%
	G1	G2	G3	G4	G5		
80% od PVK - 80% of FWC	12,52	12,94	13,76	12,88	13,62	13,14	107,00
70% od PVK - 70% of FWC	14,66	14,35	15,02	13,42	14,14	14,32	116,60
60% od PVK - 60% of FWC	15,18	13,61	14,18	13,25	13,42	13,93	113,40
Ø	12,94	12,31	12,43	11,98	11,76	12,28	100,00
\bar{X}	13,83	13,30	13,85	12,88	13,24	13,42	
LSD	A	B	AB				
0,05	0,9460	0,7588	1,6888				
0,01	1,3592	0,9989	2,3160				

Norwood, 2001, navodi da su najviši prinosi dobijeni pri gustini 60.000 biljaka po hektaru.

Utrošak vode na evapotranspiraciju kukuruza prikazan je u Tabeli 4. Evapotranspiracija kukuruza u uslovima navodnjavanja bila je na istom nivou bez obzira na predzalivnu vlažnost zemljišta između 540-600 mm u zavisnosti od uslova godine. U kontroli bez navodnjavanja utrošak vode na evapotranspiraciju bio je manji u poređenju sa navodnjavanim varijantama 470-520 mm. Prinos kukuruza varirao je od 11,67 t/ha do 15,98 t/ha pri utrošku vode na evapotranspiraciju od 473-599 mm (Grafikon 1).

Za desetogodišnji period istraživanja **Bošnjak** i **Pejić**, 1999, navode da je prinos kukuruza varirao od 5,783 do 16,325 t/ha, pri utrošku vode na evaporaciju od 343 do 541 mm.



Grafikon 1. Zavisnost prinosa kukuruza od evapotranspiracije
Dependence of maize yield on evapotranspiration

Tabela 4. Evapotranspiracija (mm) kukuruza u zavisnosti od predzalivne vlažnosti zemljišta
Maize Evapotranspiration (mm) depending on Pre-watering Soil Moisture

Godina Year	Varijanta Variant	Zemljišne reserve Soil reserve	Padavine Precipitation	Norma navodnjavanja Irrigation requirement	Σ
2004	80% od PVK - 80% of FWC	45	316	180	541
	70% od PVK - 70% of FWC	61	316	180	557
	60% od PVK - 60% of FWC	102	316	120	538
	Ø	157	316	-	473
2005	80% od PVK - 80% of FWC	6	533	60	599
	70% od PVK - 70% of FWC	10	533	45	588
	60% od PVK - 60% of FWC	12	533	45	590
	Ø	24	533	-	557
2006	80% od PVK - 80% of FWC	59	370	120	549
	70% od PVK - 70% of FWC	66	370	130	566
	60% od PVK - 60% of FWC	76	370	110	556
	Ø	169	370	-	539
\bar{X}	80% od PVK - 80% of FWC	37	406	120	563
	70% od PVK - 70% of FWC	46	406	118	570
	60% od PVK - 60% of FWC	63	406	92	561
	Ø	117	406	-	523

Zaključak

U trogodišnjem periodu istraživanja navodnjavanje je povećalo prinose kukuruza za 14,6% u proseku. U godinama sa povoljnom količinom i rasporedom padavina, kakva je bila 2005. godina, efekat navodnjavanja je izostao. Sa povećanjem predzalivne vlažnosti zemljišta prinos kukuruza se nije značajno povećavao. Nije utvrđena statistički značajna razlika između varijanti 60% i 70% od PVK. Daljim povećanjem vlažnosti prinos se smanjivao. Optimalna gustina setve je 60-70.000 biljaka po hektaru u uslovima navodnjavanja. Povećanjem gustine setve došlo je do snižavanja prinosa, a u slučajevima povećanja prinosa razlike nisu bile statistički značajne. Evapotranspiracija u uslovima navodnjavanja varirala je od 540-600mm, dok je u kontroli bez navodnjavanja iznosila 470-520 u zavisnosti od prirodne obezbeđenosti vodom.

Literatura

- Bošnjak, Đ.** (1993) : Stanje posledice i predviđanje suše u Vojvodini. Zb. rad. Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, 21: 85-94.
- Bošnjak, Đ. i B. Pejić** (1999): Prinos i evapotranspiracija kukuruza u uslovima sa i bez navodnjavanja. Zb. rad. Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, 32: 107-116.
- Maksimović, L., Đ. Jocković i S. Dragović** (2004): Gajenje kukuruza u navodnjavanju značajan činilac unapređenja i stabilnosti proizvodnje. Zb. rad. Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, 40: 257-268.
- Norwood, A.C.** (2001): Planting date, hybrid maturity and plant population effects on soil water depletion, water use and dryland corn. Agron. J. 93: 1034-1042.
- Starčević, Lj. i D. Latković** (2005): Prinos kukuruza u Vojvodini, 2004. godine bio je navvši u poslednjih 10 godina (5,88 t/ha), da li je moglo biti više? Da! Zb. rad. Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, 41: 385-394.

Primljeno: 11.01.2008.

Odobreno: 12.06.2008.

* *
*

Maize Yield and Evapotranspiration at Various Plant Densities depending on Pre-watering Soil Moisture

- Original scientific paper -

Đuro BOŠNJAK¹, Ksenija MAČKIĆ¹ and Stanko MILIĆ²

¹Faculty of Agriculture, Novi Sad

²Institute of Field and Vegetable Crops, Novi Sad

Summary

A three-year experimental research was conducted in fields of the Institute of Field and Vegetable Crops, Novi Sad, at Rimski Šančevi. The field trials were carried out with the hybrid NS-6010 grown at five densities (50,000-90,000 plants ha⁻¹). Sprinkler irrigation was applied at pre-watering soil moisture of 60%, 70% and 80% of the field water capacity (FWC). The control plot without irrigation was also included. The maize yield increase by irrigation was highly significant in 2004 and 2006, while the irrigation effect lacked in very rainy 2005. The increase of pre-watering soil moisture did not increase the maize yield, there was even a tendency of a small decrease. The highest yields were achieved at the density of 60,000 and 70,000 plants per hectare. The maize evapotranspiration under irrigated conditions was at the same level regardless of the pre-watering soil moisture. It ranges from 540 mm to 600 mm depending on year conditions. The evapotranspiration was smaller in non-irrigated control, except in rainy 2005 when it was at the same level as in the irrigated variant.

Received: 11/01/2008

Accepted: 12/06/2008

Adresa autora:

Đuro BOŠNJAK

Poljoprivredni fakultet

Trg Dositeja Obradovića 8

21000 Novi Sad

Srbija

E-mail: djurob@polj.ns.ac.yu