

UTJECAJ SKLOPA I NAČINA SJETVE NA PRINOS ZRNA KUKURUZA

IMPACT OF SET OF PLANTS AND SEEDING SYSTEM ON THE MAIZE GRAIN YIELD

D. Petrović, Đ. Banaj, V. Tadić, B. Stipešević, Anamarija Banaj

SAŽETAK

U radu su prikazani rezultati ostvarenog prinosa zrna kukuruza pri različitim sustavima sjetve u 2016. godini na pokušalištu Slovinska Kovačica (45°45'44,85" N i 17°0'21,43" E). Sjetva je obavljena u udvojene redove s razmakom od 22 cm (*twin row* tehnologija) i na standardni način s razmakom redova od 70 cm. Korištena su dva hibrida kukuruza *P0023* (FAO 420) i *P0412* (FAO 520) posijana u četiri različita sklopa. Analizom varijance utvrđeno je da su sustav sjetve i sklop statistički značajno utjecali na ostvareni prinos zrna (kg ha⁻¹). U standardnoj sjetvi hibrid *P0023* u prosječnom sklopu od 64 116 biljaka ha⁻¹ ostvario je prinos zrna od 13 374 kg ha⁻¹, a u sjetvi udvojenih redova zabilježen je prinos zrna veći za 5,12%. Najveći prinos istog hibrida u standardnoj sjetvi ostvaren je pri sklopu od 94 466 biljaka ha⁻¹ (14 264 kg ha⁻¹), dok je u udvojenim redovima ostvaren prinos od 15 004 kg ha⁻¹ ili 5,19 % više. Povećanjem prosječnog sklopa na 103 741 i 104 931 biljaka ha⁻¹ u oba sustava sjetve došlo je do pada prinosa zrna na 13 237 i 14 143 kg ha⁻¹, pri čemu je ipak sjetva u udvojene redove i u ovim uvjetima rezultirala povećanjem prinosa od 6,84%. Hibrid *P0412* u sklopu od 95 935 biljaka ha⁻¹ u udvojenim redovima ostvario je prinos zrna od 14 994 kg ha⁻¹ ili 5,82 % više dok je u sklopu od 105 143 biljaka ha⁻¹ u sjetvi u udvojene redove zabilježen također viši prinos zrna za 4,56%. Najbolji rezultat u pokusu hibrida *P0023* ostvaren je sjetvom u udvojene redove u sklopu 95 389 biljaka ha⁻¹, a hibrida *P0412* također sjetvom u udvojene redove u sklopu 76 133 biljaka ha⁻¹. U sustavu sjetve u udvojene redove utvrđena je nešto niža vlaga zrna u vrijeme berbe kod oba hibrida.

Ključne riječi: kukuruz, standardna sjetva, sjetva u udvojene redove, prinos

ABSTRACT

The paper presents the results of the achieved corn grain yield under different sowing systems in 2016. at the Slovinska Kovačica experimental field (45°45'44.85" N; 17°0'21.43" E). Sowing was done in double rows with a spacing of 22 cm (twin row technology) and in the standard way with a row spacing of 70 cm. Two maize hybrids, *P0023* (FAO 420) and *P0412* (FAO 520) sown in four different set of plants, were used. Analysis of variance showed that the sowing system and set of plants had a statistically significant effect on the achieved grain yield (kg ha⁻¹). In standard sowing, the hybrid *P0023* in an average of 64 116 plants ha⁻¹ achieved a grain yield of 13 374 kg ha⁻¹, and in the sowing in twin rows, the grain yield was increased by 5,12 %. The highest yield of the same hybrid in standard sowing was achieved with 94 466 ha⁻¹ plants (14 264 kg ha⁻¹), while in twin row the yield was 15 004 kg ha⁻¹ or 5,19 % higher. Increasing the average set to 103 741 and 104 931 ha⁻¹ plants in both sowing systems led to a decrease in grain yield to 13 237 and 14 143 kg ha⁻¹, while sowing in double rows and in these conditions resulted in an increase in yield of 6,84 %. Hybrid *P0412* with 95 935 plants ha⁻¹ in twin row achieved a grain yield of 14 994 kg ha⁻¹ or 5,82 % more, while with 105 143 ha⁻¹ plants in twin rows higher yield was also recorded by 4,56 %. The best result in the experiment with hybrid *P0023* was achieved by sowing in twin rows with 95 389 plants ha⁻¹ and hybrid *P0412* also by sowing in twin rows with 76 133 ha⁻¹ plants. In the twin row sowing system, slightly lower grain moisture was found at harvest time in both hybrids.

Key words: maize, standard sowing, twin row sowing, yield

UVOD

Sjetva kukuruza na europskom prostoru većinom se obavlja na razmak redova od 70 cm. Međutim u novije vrijeme, u manjem udjelu, sjetva se obavlja na razmak redova od 75 cm kao posljedica korištenja američkih adaptera za berbu kukuruza. Osim navedenog, poznata je i sjetva u udvojene redove ili *Twin Row* sjetva. Naročito velika primjena sjetve u udvojene redove prisutna je u SAD-u kao mjera kojom bi se osigurao veći prinos na istoj površini. Povećanje sklopa biljaka ha⁻¹ moguće je samo povećanjem broja redova (smanjenjem razmaka standardnih redova) i sa što boljim razmještajem zrna unutar reda. Kod standardne sjetve (razmak unutar redova 70 cm - 142 reda po hektaru) sklop biljaka od 65 000 ha⁻¹ ostvaruje se pri sjetvi zrna na razmak od 21,8 cm. Na ovaj način teorijsko iskorištenje tla po biljci iznosi 373,25 cm²

odnosno iskorištenje površine tla ha^{-1} iznosi 24,26%. Kod sjetve u sklopu od 105 000 biljaka ha^{-1} (razmak zrna u sjetvi 13,5 cm) teorijsko iskorištenje tla po biljci iznosi 143,14 cm^2 odnosno iskorištenje površine tla ha^{-1} je 15,03%. Pri sjetvi u udvojene redove (razmak udvojenih redova 22 cm - 284 reda ha^{-1}) sklop biljaka od 65000 ha^{-1} ostvaruje se sjetvom zrna na razmak od 43,69 cm. Na ovaj način teorijsko iskorištenje tla po biljci je 754,93 cm^2 odnosno iskorištenje površine tla ha^{-1} iznosi visokih 49,07%. Nadalje, sjetvom udvojenih redova na razmak zrna 27,04 cm ostvaruje se sklop od 105 000 biljaka ha^{-1} pri čemu je teorijsko iskorištenje tla po biljci od 523,70 cm^2 odnosno iskorištenje površine tla ha^{-1} je 54,99%. Kod sjetve u udvojene redove biljke bolje koriste svjetlost i vegetacijski prostor, te je manja konkurencija korijena biljaka za hraniva. Morfološki izgled biljaka se poboljšava i ostvaruje se nešto veći prinos po hektaru. Banaj i sur. (2018c.) navode da je hibrid *Chapalu* (FAO 350) kod sjetve u udvojene redove (74 905 biljaka ha^{-1} nakon nicanja) ostvario prinos od 14 501 kg ha^{-1} ili 5,61% više u odnosu na standardnu sjetvu (73 130 biljaka ha^{-1} nakon nicanja i prinos 13 731 kg ha^{-1}). Isti autori navode da su kod hibrida *Ferarix* sjetvom u udvojene redove (75970 biljaka ha^{-1} nakon nicanja) ostvarili prinos od 14 570 kg ha^{-1} ili 7,79% više u odnosu na standardnu sjetvu (13 516 kg ha^{-1}). U istočnom dijelu Hrvatske, autori Banaj i sur. (2017a.) utvrđuju veći prinos zrna kod uzgoja kukuruza *P0023* u tehnologiji udvojenih redova od 10,35%, a kod hibrida *P0412* u istom sustavu sjetve ostvaren je veći prinos zrna za 10,59% više u odnosu na standardnu sjetvu. Prema navodima autora Banaja i sur. (2017b.) kod sjetve hibrida *Kamparis* (FAO 380) u udvojene redove zabilježen je prinos zrna veći od 10,07%, dok je hibrid *Balasco* (FAO 410) u istoj tehnologiji sjetve ostvario niži prinos za 5,6% u odnosu na standardnu sjetvu. Jurković i suradnici (2018.) bilježe povećanje prinosa kod hibrida *OS 403* u udvojenim redovima za 3,56%, a kod hibrida *OS 378* od 7,66% više u odnosu na standardnu sjetvu. Slične rezultate bilježe Jurković i sur. (2017.) gdje je povećanje prinosa zrna kod sustava sjetve u udvojene redove kod hibrida *P0412* iznosilo 5,53% a kod hibrida *BC 525* 14,95% više u odnosu na standardnu sjetvu. Autori Tadić i sur. (2017.) potvrđuju da su u sustavu sjetve u udvojene redove kod hibrida *ZP 488* ostvarili povećanje prinosa od 6,48%, a kod hibrida *ZP 560* svega 2,40% više nego kod standardne sjetve. Prema istraživanju Banaj i sur. (2018b.) hibrid *P 9911* iz FAO grupe 480 u sjetvi u udvojenim redovima ostvario je povećanje prinosa zrna za 2,44%, a pri sklopu od 85 049 biljaka ha^{-1} za 7,09% ili 985 kg ha^{-1} u odnosu na standardnu sjetvu. Banaj i sur. (2019b.) utvrdili su

da je hibrid FAO grupe 290 u udvojenoj sjetvi ostvario veći prinos zrna od 3,77 do 9,66%, hibrid FAO grupe 380 6,46 do 10,97%, hibrid FAO grupe 410 od 3,45 do 9,95% te hibrid FAO grupe 450 za 11,72%. Hibrid FAO grupe 590 ostvario je u 2018. godini sjetvom u trake manji prinos za 0,59% s obzirom na standardnu sjetvu. Ogrizović (2015.) navodi da je sjetvom u udvojene redove utvrđeno povećanje prinosa za 3,26% u odnosu na standardnu sjetvu. Blandino i sur. (2013.) navode da je na 66% ispitivanih lokacija došlo do povećanja prinosa zrna u sjetvi u udvojenim redovima u prosjeku za 5,5%. U ovom slučaju povećanje prinosa iznosilo je od 0,6 t ha⁻¹ do 0,9 t ha⁻¹.

MATERIJAL I METODE ISTRAŽIVANJA

Sjetva na razmak redova od 70 cm obavljena je pneumatskom sijačicom PSK 2 - OLT. Sjetva u udvojene redove (razmak između dva udvojena reda iznosio je 22 cm s razmakom između dva susjedna reda od 48 cm) obavljena je sijačicom *MaterMacc Twin Row 2*. Sjetva je obavljena 21. 4. 2016. godine na površini gdje je predkultura bio ječam, a gnojidba, prema gnojidbenoj preporuci, s ukupno 200 kg ha⁻¹ N, 90 kg ha⁻¹ P₂O₅ i sa 115 kg ha⁻¹ K₂O. Tlo je obrađeno na konvencionalni način, a za zaštitu od korova korištene su aktivne tvari tienkarbazon-metil 45 g ha⁻¹ i izoksaflutol 112 g ha⁻¹. Poljska ispitivanja obavljena su na pokušalištu Slovinska Kovačica (45° 45' 44,85" N i 17° 0' 21,43" E) u Bjelovarsko-bilogorskoj županiji. Berba kukuruza obavljena je 15. listopada 2016. godine kod standardne sjetve ručnim branjem duljine reda 20 m u 4 ponavljanja, a kod udvojenih redova brana su 2 središnja reda duljine 10 m također u 4 ponavljanja. Vaganje mase ubranih klipova kao i utvrđivanje vlage zrna obavljeno je neposredno nakon berbe na pokušalištu. Sijačice su podešene na ispitnom stolu u Centralnom laboratoriju Zavoda za poljoprivrednu tehniku i obnovljive izvore energije Fakulteta Agrobiotehničkih znanosti Osijek. Za ostvarenje predviđenih sklopova pri različitim sustavima sjetve sijačice su podešene kako je prikazano u Tablici 1.

Tablica 1. Podešenost sijačica na teorijske sklopove i razmake biljaka unutar reda**Table 1 Adjustment of sowing machines to theoretical set of plants and plant spacing within a row**

Sjetva / Sowing	Teorijski sklop / Theoretical set of plants ha ⁻¹	Omjer PK i SP / Drive wheel to seed plate ratio (<i>i</i>)	Razmak zrna / Spacing of plants within a row (cm)
ST	70579	0,3590	20,12
ST	83769	0,4222	17,11
ST	103769	0,5278	13,68
ST	113769	0,5778	12,50
TR	70198	0,3398	40,45
TR	84530	0,4092	33,59
TR	104183	0,5044	27,25
TR	115150	0,5575	24,66

ST = standardna sjetva / *standard sowing*, $n = 27 \text{ } \varnothing 5,5 \text{ mm}$, $D_d = 62,10 \text{ cm}$, TR = udvojeni redovi / *twin row sowing*, $n = 12 \text{ } \varnothing 5,5 \text{ mm}$, $D_d = 47,8 \text{ cm}$, PK = pogonski kotač, SP = sjetvena ploča

Za ostvarenje teorijskog sklopa od 70 579 biljaka ha⁻¹ u standardnoj sjetvi korišten je omjer voznog kotača ($D_d=62,10 \text{ cm}$) i sjetvene ploče ($n = 27 \text{ } \varnothing 5,5 \text{ mm}$) od $i = 0,3590$. Razmak sjemena u sjetvi iznosio je 20,12 cm. Kod sjetve u udvojene redove za ostvarenje približnog teorijskog sklopa od 70 198 biljaka ha⁻¹ korištena je sjetvena ploča $n = 12 \text{ } \varnothing 5,5 \text{ mm}$ s razmakom zrna u sjetvi od 40,45 cm. U standardnoj sjetvi za ostvarenje teorijskog sklopa biljaka ha⁻¹ od 113 769 potrebno je osigurati prosječni razmak zrna od 12,50 cm, a u sjetvi u udvojene redove prosječni razmak zrna iznosi 24,66 cm.

Vremenski uvjeti u vrijeme istraživanja

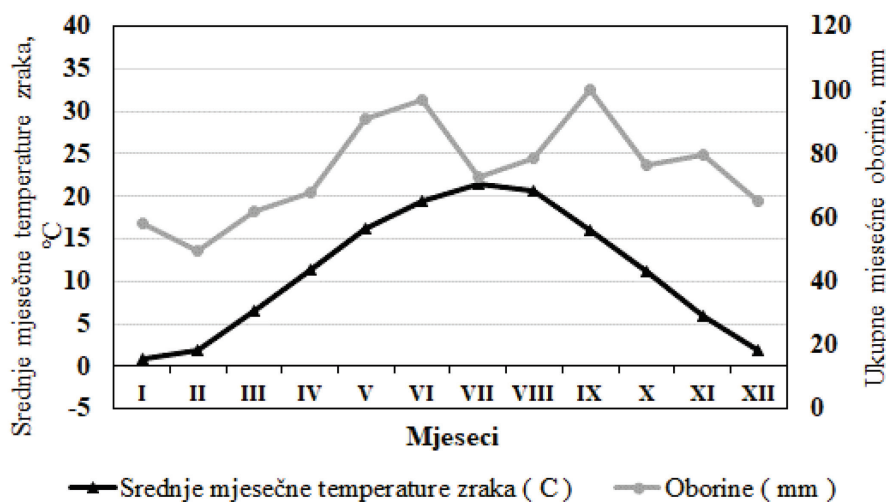
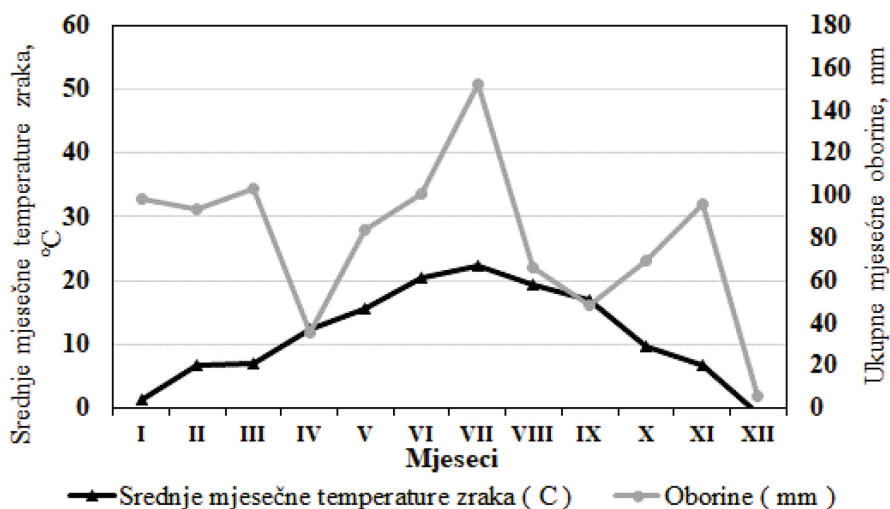
Vremenski uvjeti tijekom 2016. godine kao i tijekom vegetacije kukuruza nisu značajnije odstupali od prosječnih vrijednosti. U Tablici 2. prikazane su srednje mjesečne temperature zraka i ukupne mjesečne količine oborina (mm) za vegetacijsku 2016. godinu.

Tablica 2. Vremenski uvjeti u 2016. godini – meteorološka postaja Daruvar**Table 2 Weather conditions in 2016 – meteorological station Daruvar**

Mjesec / Month	Srednje mjesečne temperature zraka / Mean air temperature (°C)		Oborine / Precipitation (mm)	
	2016.	1981 - 2015.	2016.	1981 - 2015.
I.	1,3	0,8	98,0	58,3
II.	6,8	2,0	93,4	49,6
III.	7,1	6,6	102,8	62,1
IV.	12,3	11,3	35,3	68,1
V.	15,5	16,2	83,7	90,8
VI.	20,4	19,5	100,6	97,1
VII.	22,3	21,5	152,6	72,9
VIII.	19,4	20,7	66,2	78,6
IX.	17,0	16,0	48,5	99,9
X.	9,6	11,2	69,3	76,7
XI.	6,6	6,0	95,8	79,6
XII.	-0,8	1,9	5,9	65,0
Ukupno IV.-X. Total IV.-X.	16,64	16,60	556,20	584,10
Ukupno I.-XII. Total I.-XII.	11,45	11,14	952,10	898,70

Izvor (Source): DHMZ / CMHS (2019.); IV.-X. - vegetacija kukuruza / maize vegetation,

Provođenjem pokusa uzgoja kukuruza u 2016. godini na pokušalištu Slovinska Kovačica zabilježeni su sljedeći vremenski uvjeti (Tablica 2.): količina oborina u vegetaciji kukuruza iznosila je 556,2 mm odnosno 27,9 mm manje u odnosu na vrijednosti višegodišnjeg prosjeka (584,1 mm). Prosječna srednja mjesečna temperatura zraka u vegetaciji kukuruza (travanj – listopad) u 2016. godini iznosila je 16,64 °C slično kao vrijednost višegodišnjeg prosjeka (16,60 °C). Temeljem navedenog može se zaključiti da je vegetacijska 2016. godina bila uobičajena godina za uzgoj kukuruza na pokušalištu Slovinska Kovačica (Grafikon 1.).



Grafikon 1. Klima dijagram prema Walteru za 2016. (lijevo) i 1981 - 2015. godine (desno) – meteorološka postaja Daruvar

Graph 1 Climate diagrams according to Walther method for 2016 (left) and period 1981-2015 (right) - meteorological station Daruvar

Rezultati kemijske analize tla na pokušalištu

Neke vrijednosti kemijske analize tla na pokušalištu Slovinska Kovačica prikazane su u Tablici 3.

Tablica 3. Kemijska analize tla na području pokušališta Slovinska Kovačica

Table 3 Chemical analysis soil on experimental field Slovinska Kovačica

Lokacija/ Location		Dubina/ Depth (cm)	pH			Humus	
			H ₂ O	KCl	Ocjena/ Evaluation	%	Ocjena/ Evaluation
Slovinska Kovačica		0-30	8,75	7,31	Alkalna Alcaline	1,85	Slabo humozno Poorly humus
Karbonati / Carbonates		AL-P ₂ O ₅			AL-K ₂ O		
%	Ocjena/ Evaluation	mg/100g	Ocjena/ Evaluation		mg/100g	Ocjena/ Evaluation	
9,71	Srednje karbonatna/ Medium carbonate	12,87	Dobra/ Good		16,69	Dobra/ Good	

Na temelju analize tla može se zaključiti da je tlo na pokušalištu slabo humozno s dobrom opskrbljenošću P₂O₅ i K₂O. Tlo na pokušalištu s obzirom na pH pripada u grupu alkalnih tala (pH/KCL 7,31) s udjelom od 9,71% karbonata (srednje karbonatno).

Opis korištenih hibrida *P0023* i *P0412* tvrtke *DuPont Pioneer*

Hibrid kukuruza *P0023* temeljem dužine vegetacije (123 do 129 dana) uvrštava se u FAO grupu 420 odnosno za njega možemo reći da pripada srednje ranoj grupi zrenja. Hibrid *P0023* ima srednje visoku te čvrstu stabljiku s uspravno postavljenim listovima zagasite zelene boje i sa srednje visoko postavljenim klipom. Klip je u potpunosti završen, sa 14 do 16 redova zrna i sa 39 do 41 zrna po redu. U proizvodnji zrna preporuča se ostvarenje sklopa u vrijeme berbe, na tlima srednje opskrbljenosti tla hranivima, od 73 000 do 77 000 biljaka ha⁻¹ odnosno sjetva na razmak zrna unutar reda od 18,5 do 19,5 cm. Hibrid kukuruza *P0412* temeljem dužine vegetacije od 135 do 142 dana do fiziološke zriobe uvrštava se u FAO grupu 520. Hibrid *P0412* posjeduje visoku te čvrstu stabljiku s uspravno postavljenim listovima zagasite zelene boje i s visoko postavljenim klipom. Klip je u potpunosti završen, sa 14 do 16 redova zrna i s 39 do 43 zrna po redu. Zrno je u tipu tvrdog zubana, žute boje, velike apsolutne mase od 420 do 445 g s mogućnosti brzog otpuštanja vlage. Prikaz hibrida *P0023* zasijanog na standardni način i u udvojene redove.



Slika 1. Standardna sjetve i sjetva u udvojene redove hibrida P0023
Figure 1 Standard sowing and sowing in twin rows of hybrid P0023

REZULTATI I RASPRAVA

Ostvarene brzine gibanja sijačica, te radne dubine polaganja sjemena u vrijeme sjetve na pokušalištu *Slovinska Kovačica* prikazane su u Tablici 4.

Tablica 4. Neke statističke vrijednosti eksploatacijskih pokazatelja kvalitete rada

Table 4 Some statistical values of operational indicators of working quality

Sijačica / Sowing machine	Brzina rada / Speed, (km/h)			Dubina rada / Depth, (cm)		
	\bar{x}	σ	K. V. %	\bar{x}	σ	K. V. %
PSK 2, OLT Osijek	4,74	0,559	11,80	5,00	0,714	14,28
MaterMacc Twin Row-2	4,52	0,526	11,64	5,38	0,327	6,08

U vrijeme sjetve kod obje sijačice brzina gibanja bila je manja od 5 km h⁻¹. Kod sijačice PSK 2 OLT, ostvarena je nešto manja dubina polaganja zrna, a iznosila je u prosjeku 5,0 cm uz koeficijent varijacije od 14,28%. Kod sijačice MaterMacc Twin Row-2 prosječna radna dubina pri sjetvi iznosila je 5,38 cm uz koeficijent varijacije 6,08% što je i razumljivo radi posjedovanja novo razvijenog sustava ulaganja sjemena s dvije tanjuraste ploče i kotačića za održavanje dubine rada. Dobivene prosječne vrijednosti dubine polaganja sjemena kod obje sijačice ukazuju da su posijane sjemenke uložene na dubinu od najmanje 1 cm u području vlažnosti tla.

Tablica 5. Prosječni sklopovi (biljaka ha⁻¹) i prinosi (kg ha⁻¹) na pokušalištu Slovinska Kovačica

Table 5 Average set of plants and yield values of experimental field Slovinska Kovačica

Sjetva / Sowing	\bar{x} Sklop biljaka / Set of plants ha ⁻¹	Statističke vrijednosti prinosa zrna (14 % vlage) u kg ha ⁻¹ / Statistical values grain yield (14% moisture) kg ha ⁻¹				
		\bar{x}	σ	KV C.V. (%)	Najmanji prinos / Min. yield	Najveći prinos / Max. yield
Hibrid P0023 / Hybrid P0023						
ST	64 116	13 374	551,163	4,12	12 590	13 864
TR	64 425	14 020	596,462	4,25	13 478	14 648
ST	76 148	14 101	503,871	3,57	13 375	14 462
TR	77 156	14 965	138,018	0,92	14 767	15 074
ST	94 466	14 264	839,561	5,89	13 329	15 368
TR	95 389	15 004	229,971	1,53	14 671	15 188
ST	103 741	13 237	238,648	1,80	12 912	13 422
TR	104 931	14 143	198,548	1,40	13 986	14 434
Hibrid P0412 / Hybrid P0412						
ST	63445	13169	437,990	3,33	12617	13680
TR	63878	13885	639,596	4,61	13116	14637
ST	74741	14391	298,409	2,07	13975	14628
TR	76133	15167	541,706	3,57	14764	15926
ST	94096	14169	560,854	3,96	13660	14726
TR	95935	14994	277,795	1,85	14721	15371
ST	104678	13515	169,581	1,25	13331	13727
TR	105143	14132	233,523	1,65	13851	14348

ST= standardna sjetva / standard sowing, TR= udvojeni redovi / twin row sowing

U standardnoj sjetvi hibrid *P0023* u prosječnom sklopu od 64 116 biljaka ha⁻¹ ostvario je prinos zrna od 13 374 kg ha⁻¹. Međutim u sustavu sjetve udvojenih redova hibrid je ostvario prinos zrna od 14 020 kg ha⁻¹ ili 5,12% više. Isti hibrid u standardnoj sjetvi u sklopu od 94 466 biljaka ha⁻¹ ostvario je prinos zrna od 14 264 kg ha⁻¹. Sjetvom u udvojene redove ostvaren je sklop od 95 389 biljaka ha⁻¹ s prinosom najvišim u pokusu od 15 004 kg ha⁻¹ ili 5,19% više. Povećanjem sklopa na 103 741 biljaka ha⁻¹ u standardnoj sjetvi dolazi do pada prinosa na 13 237 kg ha⁻¹ što je približno prinosu ostvarenom u sklopu od 64 116 biljaka ha⁻¹. U sklopu 104 931 biljaka ha⁻¹ u pokusu u udvojenim redovima zabilježen je također pad prinosa zrna. Međutim u odnosu na standardnu sjetvu zabilježeno je povećanje prinosa od 6,84%. Slični rezultati prinosa ostvareni su i kod sjetve hibrida *P0412* u oba sustava sjetve. Hibrid *P0412* u standardnoj sjetvi u sklopu od 74 741 biljaka ha⁻¹ ostvario je prinos zrna od 14 391 kg ha⁻¹, a u udvojenim redovima ubrano je 15 167 kg ha⁻¹ ili 5,39% više. U sklopu od 94 096 biljaka ha⁻¹ u standardnoj sjetvi ubrano je 14 169 kg ha⁻¹ zrna, dok je u sjetvi u udvojene redove ostvaren prinos zrna od 14 994 kg ha⁻¹ ili 5,82% više. Pad prinosa u standardnoj sjetvi nastavljen je i kod sjetve u sklop od 104 678 biljaka ha⁻¹ pri čemu je ostvaren prinos od svega 13 515 kg ha⁻¹ zrna. Kod sjetve u udvojene redove ostvaren je prinos zrna od 14 132 kg ha⁻¹ ili 4,56% više. Slične rezultate navode Banaj i sur. (2018c) da je hibrid *P0023* u sjetvi u udvojene redove ostvario veći prinos od 4,62% u odnosu na standardnu sjetvu. Isto tako navode da je i hibrid *P0412* u tehnologiji udvojenih redova ostvario veći prinos od 5,83% u odnosu na standardnu sjetvu. Većina europskih autora navodi slične rezultate koji potvrđuju postojanje statistički značajnog povećanja prinosa zrna kukuruza u sjetvi u udvojene redove u odnosu na standardnu sjetvu (García Ramos i sur., 2014.; Jócsák, 2014.; Küper, 2014.; Gutiérrez López i sur., 2014.; Blandino i sur., 2013.; Jakubec, 2010.).

Tablica 6. Prosječni rezultati usporedbe dvaju načina sjetve kukuruza**Table 6 Average comparison results of two maize sowing systems**

Sjetva / Sowing	\bar{x} Masa zrna/klipu / Grain mass per cob (g)	\bar{x} Vlaga / Moisture (%)	Sklop biljaka / Set of plants ha ⁻¹				
			\bar{x}	σ	C. V. (%)	Najmanji sklop biljaka / Min. set of plants ha ⁻¹	Najveći sklop biljaka / Max. set of plants ha ⁻¹
Hibrid P0023 / Hybrid P0023							
ST	208,590	16,75	64 116	2489,131	3,88	61032	66555
TR	217,606	15,70	64 425	2617,786	4,06	61599	67166
ST	185,165	17,93	76 148	2033,147	2,67	73371	78072
TR	194,042	16,43	77 156	2125,562	2,75	74720	79207
ST	150,906	18,10	94 466	2533,881	2,68	91207	97355
TR	157,383	17,25	95 389	2261,964	2,37	92186	97298
ST	127,644	18,98	103 741	2630,627	2,54	101317	106060
TR	134,854	18,03	104 931	2589,583	2,47	102183	108260
Hibrid P0412 / Hybrid P0412							
ST	207,654	16,35	63445	2651,588	4,18	59825	65519
TR	217,323	16,08	63878	2157,575	3,38	61571	65717
ST	192,602	17,13	74741	2412,064	3,23	71696	77489
TR	199,397	16,28	76133	1865,252	2,45	73754	77872
ST	150,583	17,95	94096	2315,525	2,46	91263	96887
TR	156,366	17,25	95935	2272,828	2,37	93095	98150
ST	129,155	18,95	104678	2395,760	2,29	101374	106543
TR	134,454	19,08	105143	2613,559	2,49	101899	108232

ST= standardna sjetva / standard sowing, TR= udvojeni redovi / twin row sowing

Iz Tablice 6. može se zaključiti da je u sustavu sjetve u udvojene redove utvrđena nešto niža vlaga kod hibrida P0023. Slični rezultati potvrđeni su i kod hibrida P0412 osim u sklopu od 105 143 biljaka ha⁻¹. Promatrajući dobivenu prosječnu masu zrna po klipu uočava se da je u svim sklopovima kod oba hibrida u sjetvi u udvojene redove zabilježena veća masa zrna klip⁻¹ (g).

Tablica 7. Analiza varijance za glavne čimbenike istraživanja i njihove interakcije ($\alpha = 0,05$)**Table 7 Analysis of variance for the main research factors and their interactions ($\alpha = 0,05$)**

ANOVA	Prinos / Yield (kg ha ⁻¹)		Vlaga Moisture (%)		Masa zrna po klipu / Grain mass per cob (%)	
	F – test	p	F – test	p	F – test	p
Sustav sjetve / Sowing system	45,73*	<,0001	49,69*	<,0001	0,82 ^{n.s.}	0,3697
Hibrid / Hybrid	0,12 ^{n.s.}	0,7296	0,01 ^{n.s.}	0,9077	1,36 ^{n.s.}	0,2497
Sklop / Set of plants ha ⁻¹	23,91*	<,0001	101,49*	<,0001	914,73*	<,0001
Sustav sjetve-hibrid / Sowing system-hybrid	0,06 ^{n.s.}	0,8084	9,53*	0,0033	1,91 ^{n.s.}	0,1400
Sustav sjetve-sklop / Sowing system - set of plants ha ⁻¹	0,07 ^{n.s.}	0,9767	2,19 ^{n.s.}	0,1012	0,39 ^{n.s.}	0,7624
Sustav sjetve-hibrid-sklop / Sowing system-hybrid - set of plants ha ⁻¹	0,15 ^{n.s.}	0,9293	0,81 ^{n.s.}	0,4964	0,07 ^{n.s.}	0,9767

Analizom varijance (Tablica 7.) utvrđeno je da sustav sjetve i sklop statistički značajno utječu na ostvareni prinos zrna kg ha⁻¹ i na vlažnost zrna. Analizom varijance kod interpolacije sustava sjetve i hibrida značajan statistički utjecaj zabilježen je samo na vlagu zrna.

Tablica 8. LSD_{0,05} test za glavna svojstva istraživanja - skupno ($\alpha = 0,05$)**Table 8 LSD_{0,05} test for the main research properties - total ($\alpha = 0,05$)**

Svojstvo	Udvojeni redovi / Twin row (\bar{x})	Standardna sjetva / Standard sowing (\bar{x})	LSD _{0,05}
Prinos / Yield (kg ha ⁻¹)	14538,7 ^A	13777,4 ^B	316,51
Masa zrna po klipu / Grain mass per cob (g)	176,43 ^A	169,04 ^A	16,349
Vlaga / Moisture (%)	17,01 ^B	17,76 ^A	0,5321

Prema rezultatima LSD_{0,05} testa iz Tablice 8. uočava se da je sjetva u udvojene redove na pokušalištu Slovinska Kovačica u vegetacijskoj 2016. godini polučila statistički značajne rezultate (LSD_{0,05} = 316,51) za 5,23% u odnosu na rezultate prinosa u standardnoj sjetvi. Statistički značajne razlike kod sustava sjetve utvrđene su i kod svojstva sadržaja vlage u zrnu. Nešto niža vrijednost vlage zrna (%) zabilježena je kod sjetve u udvojene redove (LSD_{0,05} = 0,5321). Masa zrna po klip u sjetvi kod oba načina nije bila statistički značajna (LSD_{0,05} = 16,349).

ZAKLJUČCI

Temeljem dobivenih rezultata mogu se donijeti sljedeći zaključci;

- temeljem meteoroloških podataka promatrajući srednje mjesečne temperature zraka u vegetaciji kukuruza može se zaključiti da je vegetacijska 2016. godina bila uobičajena za pokušalište Slovinska Kovačica s nešto povećom količinom oborina u lipnju (100,6 mm) i srpnju 152,6 mm.

- analizom varijance utvrđeno je da sustav sjetve i sklop statistički značajno utječu na ostvareni prinos zrna kg ha^{-1} ,

- u standardnoj sjetvi oba korištena hibrida ostvarila su nešto niže prinose u odnosu na prinose ubrane kod sjetve u udvojene redove,

- manji pad prinosa utvrđen je kod oba hibrida i sustava sjetve pri povećanju prosječnih sklopova na 94 000 biljaka ha^{-1} ,

- kod hibrida *P0023* povećanjem prosječnog sklopa na 103 741 i 104 931 biljaka ha^{-1} u oba sustava sjetve dolazi do pada prinosa zrna na 13 237 i 14 143 kg ha^{-1} , dok je sjetva u udvojene redove i u ovim uvjetima polučila povećanje prinosa od 6,84%,

- kod hibrida *P0412* povećanjem prosječnog sklopa na 104 678 i 105 143 biljaka ha^{-1} u oba sustava sjetve dolazi do pada prinosa zrna na 13 331 i 13 851 kg ha^{-1} , dok je sjetva u udvojene redove i u ovim uvjetima polučila povećanje prinosa od 3,90%,

- najbolji rezultat u pokusu hibrida *P0023* ostvaren je sjetvom u udvojene redove u sklopu 95 389 biljaka ha^{-1} , a hibrida *P0412* pri sjetvi u udvojene redove u sklopu 76 133 biljaka ha^{-1} ,

- nešto niža vrijednost vlage zrna (%) zabilježena je kod hibrida posijanih u udvojene redove ($LSD_{0,05} = 0,5321$),

- masa zrna po klipu u sjetvi kod oba načina nije bila statistički značajna ($LSD_{0,05} = 16,349$).

LITERATURA

1. Banaj, A., Šumanovac, L., Hefer, G., Tadić, V., Banaj, Đ. (2017.a): Yield of corn grain by sowing in twin rows with MaterMacc-2 planter. In Proceedings of the 45th International Symposium on Agricultural Engineering, Actual Tasks on Agricultural Engineering, 21-24 February 2017, Opatija, Croatia 141-152.
2. Banaj, A., Kurkutović, L., Banaj, Đ., Mengušić, I. (2017.b): Application of MaterMacc Twin row-2 seeder in corn sowing. In 10th International Scientific/Professional Conference, Agriculture in Nature and Environment Protection, 5-7 June 2017, Vukovar, 180-186.
3. Banaj, Đ., Banaj, A., Jurković, D., Tadić, V., Petrović, D., Lovrić, Ž. (2018.a): Sjetva kukuruza sijačicom MaterMacc Twin Row-2 na OPG-u Jasna Puhar. 11th International Scientific/Professional conference: Agriculture in Nature and Environment Protection, 323-327.
4. Banaj, A., Banaj, Đ., Petrović, D., Knežević, D., Tadić, V. (2018.b): Utjecaj sustava sjetve na prinos zrna kukuruza. Agronomski glasnik, 80(1), 35-48.
5. Banaj, A., Banaj, Đ., Dundović, D., Tadić, V., Lovrić, Ž. (2018.c): Twin row technology maize sowing on family farm Vračić. 11th International Scientific/Professional conference: Agriculture in nature and environment protection, 318-322.
6. Banaj A., Banaj, Đ., Tadić, V., Petrović, D., Duvnjak, V. (2019.a): Rezultati sjetve kukuruza sijačicom Matermacc Twin Row-2 na pokušalištu Tenja. Proceedings of the 47th International Symposium on Agricultural Engineering: Actual Tasks on Agricultural Engineering, 89-95.
7. Banaj, A., Banaj, Đ., Tadić, V., Petrović, D., Stipešević, B. (2019.b): Utjecaj sustava sjetve na prinos zrna kukuruza različitih FAO grupa. Poljoprivreda Osijek, 25 No2, 62-70,
8. Blandino, M., Amedeo, R., Giulio, T. (2013): Aumentare la produttività del mais con alti investimenti e file binate. Un test in dodici località vocate conferma la validità delle nuove agrotecniche. Terra e Vita, Tecnica e Tecnologia, 7/ 2013: 76-78
9. García Ramos, F.J., Boné Garasa, A., Vidal Cortés, M. (2014., veljača): Resultados productivos de un maíz sembrado con la máquina Monosem Twin-Row Sync-Row. MAQ-Vida Rural, 66-70.
10. Gutiérrez López, M., Mula Acosta, J. (2014.): Resultados de la red de ensayos de variedades de maíz y girasol en Aragón. Campaña 2013, Dirección General de Alimentación y Fomento Agroalimentario, Servicio de Recursos Agrícolas, Núm. 253.
11. Jakubec, M. (2010.): Pestovanie kukurice dvojriadkovou metódou, CROP INSIGHTS. DIEL 20: 15.

12. Jócsák Attila, (2014., February, 12.): Twin-Row: Ikersoros térállásban jobb területkihasználás, magasabb termésátlag, MezőHír - Mezőgazdasági Szaklap, Retrieved from: <https://mezohir.hu/portal/2014/twin-row-ikersoros-terallasban-jobb-teruletkihasznalas-magasabb-termesatlag-131684>
13. Jurković, D., Kajić, N., Banaj, A., Tadić, V., Banaj, Đ., Jović, J. (2017.): Twin row technology maize sowing. Proceedings of the 8th International Agricultural Symposium: Agrosym, 62-66.
14. Jurković, D., Kajić, N., Banaj, A., Banaj, Đ. (2018.): Utjecaj načina sjetve na prinos zrna kukuruza. 53rd Croatian and 13th International Symposium on Agriculture, 299-303.
15. Küper Jan-Martin, (2014.): Das Maissägerät von morgen – Trends in der Einzelkornsaat, TOP AGRAR , prezentacija Landwirthschaftsverlag Münster, 24.01.2014.
16. Ogrizović B. (2015.): Rezultati setve kukuruza Twin – Row sejalicom u region Sombor, 43. International Scientific Symposium: Actual Tasks on Agricultural Engineering, Agronomy faculty in Zagreb; Opatija, Croatia, 319-329.
17. Robles, M., Ciampitti, I. A., Vyn, T. J. (2012.): Responses of Maize Hybrids to Twin – Row Spatial Arrangement at Multiple Plant Densities. Agronomy Journal 104, 1747-1756.
18. Tadić, V., Banaj, A., Banaj, Đ., Petrović, D., Knežević, D. (2017.): Twin row technology for maize seeding. The Third International Symposium on Agricultural Engineering, 69-74.

Adresa autora – Authors address:

dr. sc. Davor Petrović, e-mail: pdavor@fazos.hr
prof. dr. sc. Đuro Banaj,
izv. prof. dr. sc. Vjekoslav Tadić,
prof. dr. sc. Bojan Stipešević,
dr. sc. Anamarija Banaj, dopisni autor / corresponding author
e-mail: anamarija.banaj@fazos.hr

Primljeno – Received:

20.12.2020.

Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku
Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek,
Vladimira Preloga 1, Osijek, Hrvatska