

Utjecaj načina sjetve u petogodišnjem razdoblju na prinos zrna kukuruza

Banaj, Anamarija; Tadić, Vjekoslav; Petrović, Davor; Banaj, Đuro; Stipešević, Bojan

Source / Izvornik: **Agronomski glasnik : Glasilo Hrvatskog agronomskog društva, 2022, 83, 29 - 42**

Journal article, Published version

Rad u časopisu, Objavljena verzija rada (izdavačev PDF)

<https://doi.org/10.33128/ag.83.1-2.2>

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:120489>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-09-08**



Sveučilište Josipa Jurja
Strossmayera u Osijeku

**Fakultet
agrobiotehničkih
znanosti Osijek**

Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Agrobiotechnical
Sciences Osijek - Repository of the Faculty of
Agrobiotechnical Sciences Osijek](#)



UTJECAJ NAČINA SJETVE U PETOGODIŠNJEM RAZDOBLJU NA PRINOS ZRNA KUKURUZA

IMPACT OF SOWING SYSTEM IN THE FIVE-YEAR PERIOD
ON MAIZE GRAIN YIELD

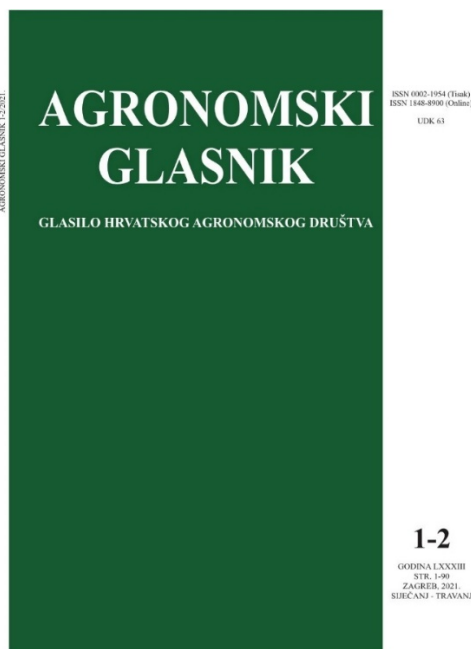
Anamarija Banaj, V. Tadić, D. Petrović, Đ. Banaj, B. Stipešević

Agronomski glasnik

ISSN 0002-1954 (Tisak)

ISSN 1848-8900 (Online)

<https://doi.org/10.33128/ag.83.1-2.2>



UTJECAJ NAČINA SJETVE U PETOGODIŠNJEM RAZDOBLJU NA PRINOS ZRNA KUKURUZA

IMPACT OF SOWING SYSTEM IN THE FIVE-YEAR PERIOD ON MAIZE GRAIN YIELD

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

SAŽETAK

U radu su prikazani rezultati utjecaja standardne sjetve i sjetve u udvojene redove tj. *twin row* tehnologije na prinos zrna kukuruza u Republici Hrvatskoj. Istraživanja su provedena od 2016. do 2020. godine na dva pokušališta: Jakšić (45°21'56,12"N i 17°47'0,08"E) i pokušalište Lužani (45°09'07,8"N i 17°42'41,6"E). U istraživanju je provedena sjetva hibrida *KWS 2370* (FAO 290) i *KWS Smaragd* (FAO 350) na razmak redova 70 cm, te u udvojene redove s razmakom 22 cm. Tijekom provođenja pokusa sjetvom u udvojene redove ostvaren je značajno veći prinos zrna (kg ha^{-1}), ali s nešto većom vlagom zrna u vrijeme berbe. Najviši prinos zrna na pokušalištu Jakšić u standardnoj sjetvi zabilježen je 2016. godine od 12 180 kg ha^{-1} kod hibrida *KWS 2370* iz *FAO* grupe 290 dok je u sjetvi u sustavu udvojenih redova ostvaren prosječni prinos zrna veći za 10,76 % u odnosu na standardnu sjetvu. Najniži zabilježeni prinosi zrna (kg ha^{-1}) na istom pokušalištu ostvaren je u 2017. vegetacijskoj godini. Iste godine u tehnologiji udvojenih redova ostvaren je prinos zrna za 15,51 % veći u odnosu na standardnu sjetvu. Također u vegetacijskoj 2017. godini i na pokušalištu Lužani zabilježeni su najniži prosječni prinosi zrna u berbi pri čemu je sjetva u udvojene redove ostvarila povećanje prinosa od 12,03 % u odnosu na standardnu sjetvu. Kod sjetve hibrida *KWS Smaragd* najniži prinos zrna zabilježen je u 2016. godini s 10 450 kg ha^{-1} , dok je prinos u udvojenim redovima iznosio 11 693 kg ha^{-1} , pri čemu je zabilježena i najveća razlika između sustava sjetve od 11,89 % na pokušalištu Lužani. Sjetva u udvojene redove na oba pokušališta rezultirala je statistički značajnim razlikama za glavna svojstva istraživanja u svih pet vegetacijskih godina. Statistički značajne razlike uočene su i za svojstvo mase zrna po klipku kao i sadržaja vlage u zrnu. Nešto niža vrijednost vlage u zrnu u svih pet godina istraživanja zabilježena je u standardnoj sjetvi. Razlike ostvarenih sklopova na pokušalištima u vrijeme petogodišnjeg istraživanja nisu bile statistički značajne.

Ključne riječi: kukuruz, standardna sjetva, sjetva u udvojene redove, twin row sijačica, prinos

ABSTRACT

The paper presents the results of the influence of standard and sowing in double rows, ie twin row technology on corn grain yield in the Republic of Croatia. The research was conducted from 2016. to 2020. at two experimental field Jakšić (45°21'56,12"N and 17°47'0,08"E) and experimental field Lužani (45°09'07,8"N and 17°42'41,6 "E). The research was carried out by sowing hybrids *KWS 2370* (FAO 290) and *KWS Smaragd* (FAO 350) in the standard way with a row spacing of 70 cm, and in double rows with a spacing of 22 cm. During the experiment by sowing in twin rows, a significantly higher grain yield of kg ha⁻¹ was achieved, but with slightly higher grain moisture at harvest time. The highest yield at the experimental field Jakšić in standard sowing was recorded in 2016 of 12 180 kg ha⁻¹ in hybrid *KWS 2370* from FAO group 290 while in twin row sowing the average grain yield was higher by 10.76 % compared to standard sowing. The lowest recorded grain yield kg ha⁻¹ at the same experimental field was achieved in the 2017 vegetation year. In the same year, in the twin row sowing, the grain yield was 15.51 % higher than in standard sowing. Also, in the vegetation year 2017 at the Lužani experimental field, the lowest average grain yield in the harvest was recorded, while sowing in twin rows achieved a yield increase of 12.03 % compared to standard sowing. When sowing *KWS Smaragd* hybrid, the lowest grain yield was recorded in 2016 with 10 450 kg ha⁻¹, while the yield in twin rows was 11 693 kg ha⁻¹ with the largest difference between the sowing systems of 11,89 % in the experimental field Lužani. Sowing in twin rows at both experimental sites resulted in statistically significant differences for the main study properties in all five vegetation years. Statistically significant differences were observed for the property of grain mass per cob as well as for the moisture content in the grain. A slightly lower value of grain moisture in all five years of research was recorded in standard sowing. The differences in the realized set of plants at the experimental field sites at the time of the five-year study were not statistically significant.

Keywords: maize, standard sowing, twin row sowing, twin row sowing machine, grain yield

UVOD

U Hrvatskoj, ali i u svijetu, kukuruz (*Zea mays L.*) je jedna od najznačajnijih ratarskih kultura. Kukuruz je u Hrvatskoj u 2019. godini, prema podacima Državnog zavoda za statistiku o biljnoj proizvodnji (2020.), zasijan na 255 887 ha s ukupnom proizvodnjom zrna od 2 298 316 tona s prosječnim prinosom 9 000 kg ha⁻¹. Sjetva kukuruza na našem prostoru standardno se obavlja na razmak redova od 70 cm, a u manjem postotku na 75 cm. Smanjenjem obradivih površina u svijetu, a posebno na američkom prostoru, pokušalo se boljim rasporedom zrna u sjetvi omogućiti povećanje prinosa. Jedan od pokušaja je sjetva kukuruza u udvojene redove, poznata kao *Twin row* tehnologija. Poljoprivredni proizvođači pod *Twin row* tehnologijom smatraju sjetva u povećanom sklopu biljaka ha⁻¹. Ovom tehnologijom možemo povećati sklop biljaka, ali prvenstveno se temelji na povoljnijem rasporedu zrna u sjetvi. Udvojeni redovi zasijavaju se na razmak 20, 22 ili 25 cm, a središnji razmak susjednih udvojenih redova iznosi 70 ili 75 cm tako da se berba može obaviti sa standardnim beračima za kukuruz. Ova tehnologija sjetve omogućava bolje iskorištenje osnovnih resursa iz tla, sunčeve svjetlosti i u većini pokusa doprinosi ostvarenju jednakog ili većeg prinosa po hektaru. Prema literaturnim navodima koji se mogu pronaći u dijelu znanstvene bibliografije primjena *Twin row* tehnologije započela je već početkom devedesetih godina u SAD-u kao težnja da se poveća prinos s povećanjem sjetve većeg broja biljaka (sklopa) po proizvodnoj površini (ha). Tijekom 2016. godine, djelatnici Fakulteta Agrobiotehničkih znanosti Osijek započeli su preliminarna istraživanja sjetve kukuruza na 25 lokacija diljem Republike Hrvatske. Autori Banaj i suradnici (2017a.) navode rezultate prinosa hibrida kukuruza pri različitim sustavima sjetve u istočnom dijelu Hrvatske. Nadalje, autori navode da je u standardnoj sjetvi hibrida *P0023* kod sklopa od 60 705 biljaka ha⁻¹ ostvaren prinos zrna 13 814 kg ha⁻¹. Isti hibrid pri sjetvi u udvojene redove (61 415 biljaka ha⁻¹) ostvario je prinos od 15 245 kg ha⁻¹ ili 10,35 % više u odnosu na standardnu sjetvu. Hibrid *P0412* u sklopu od 63 723 biljaka ha⁻¹, navode autori, ostvario je prinos od 15 427 kg ha⁻¹. Prinos istog hibrida u tehnologiji udvojenih redova iznosio je 17 060 kg ha⁻¹ ili 10,59 % više u odnosu na standardnu sjetvu. Slične rezultate navode Banaj i suradnici (2017b.) pri sjetvi hibrida *KWS Kamparis* (FAO 380) u tehnologiji udvojenih redova gdje bilježe prinos zrna (62 835 biljaka/ha) od 13 712 kg ha⁻¹ ili 10,07 % više u odnosu na standardnu sjetvu (12 457 kg zrna ha⁻¹). Međutim, isto tako autori navode da je hibrid *KWS Balasco* (FAO 410) u tehnologiji

udvojenih redova u sklopu biljaka od 59 108 biljaka ha⁻¹ ostvario prinos zrna od 13 718 kg ha⁻¹ odnosno 5,6 % manje u odnosu na standardnu sjetvu. Tadić i suradnici (2017.) navode da je hibrid *ZP 488* zasijan u udvojene redove sa sklopom 63 723 biljaka ha⁻¹ ostvario prinos zrna od 15 028 kg ha⁻¹ ili 6,48 % više od standardne sjetve. Isto tako hibrid *ZP 560*, posijan u udvojene redove (53 605 biljaka/ha) je imao prinos zrna od 14 747 kg ha⁻¹ ili 2,40 % više od standardne sjetve. Potvrđne rezultate ispitivanja u BIH navode autori Jurković i suradnici (2017.) gdje su ispitivani hibridi u sjetvi u udvojenim redovima ostvarili veće prinose zrna u odnosu na standardnu sjetvu od 5,53 do 14,95 %. Isti autori, Jurković i suradnici (2018.), navode da je hibrid *Os 403*, pri sjetvi u udvojene redove, ostvario prinos zrna od 15 693 kg ha⁻¹ ili 3,56 % više u odnosu na standardnu sjetvu. Kod hibrida *Os 378*, zasijanog u udvojene redove utvrđen je prinos veći za 7,66 % više u odnosu na standardnu sjetvu. Blandino M. i suradnici (2013.) u Italiji proveli su istraživanja na 12 lokacija na različitim tlima i klimatskim uvjetima. Dobiveni rezultati ukazuju na povećanje prinosa na 8 lokacija u prosjeku za 5,5 %. Na području Srbije Ogrizović (2015.) navodi rezultate sjetve u udvojene redove pri čemu je zabilježeno povećanje prinosa za 3,26 % u odnosu na standardnu sjetvu. Zadatak ispitivanja je korištenjem standardnih metoda utvrditi opravdanost primjene tehnologije sjetve u udvojene redove sjetvom hibrida kukuruza ranih FAO grupa (FAO 290 i FAO 350) na pokušalištima *Jakšić* i *Lužani* u vegetacijskim godinama 2016. do 2020. godine. Temeljem dobivenih rezultata istraživanja doći će se do cilja, tj. do saznanja o opravdanosti primjene ove tehnologije sjetve na ispitivanim pokušalištima.

MATERIJAL I METODE RADA

Za sjetvu u standardne redove, na razmak redova od 70 cm, korištena je pneumatska sijačica *PSK OLT* Osijek. Za predviđeni broj biljaka ha⁻¹ u standardnoj sjetvi od 70 000 u vrijeme berbe upotrijebljena je standardna sjetvena ploča $n=18$ otvora $\varnothing 5,5$ mm s prijenosnim omjerom ($n_{\text{kotač}}-n_{\text{sjetvena ploča}}$) $i = 0,6190$. Na ovaj način ostvaruje se prosječni teorijski razmak zrna u sjetvi od 17,50 cm odnosno ostvaruje se teorijski sklop od 81 142 biljaka ha⁻¹. Za sjetvu u udvojene redove (Slika 1.) korištena je sijačica *MaterMacc Twin Row-2* s razmakom udvojenih redova od 22 cm. Sjetva je obavljena u isto vrijeme sa standardnom sjetvom uz uporabu sjetvene ploče $n= 12$ otvora $\varnothing 5,5$ mm s prijenosnim omjerom ($n_{\text{kotač}}-n_{\text{sjetvena ploča}}$) $i = 0,37205$ pri čemu je ostvaren teorijski sjetveni razmak od 34,05 cm uz ostvarenje teorijskog sklopa od 83 406 biljaka ha⁻¹. Sjetve sa sijačicom *PSK* obavljene su s pogonom *PVT*-a od

540 min⁻¹, tj. pri 4 200 min⁻¹ vratila ventilatora. Na ovaj način s popunjenom sjetvenom pločom ostvaren je podtlak od 4,661 kPa na otvoru sjetvene ploče. Kod sijačice *MaterMacc Twin Row-2* pri korištenju 540 min⁻¹ PVT-a, kod popunjene sjetvene ploče $n=12$, ostvaren je podtlak od 4,713 kPa. Poljska istraživanja tj. sjetva hibrida obavljena je kroz pet vegetacijskih godina (od 2016. do 2020. god.) na dva pokušališta, Jakšić i Lužani.



*Slika 1. Sijačica MaterMacc Twin Row-2 (lijevo)
i hibrid kukuruza KWS Smaragd (desno)*

*Figure 1 Sowing machine MaterMacc Twin Row-2 (left)
and maize hybrid KWS Smaragd (right)*

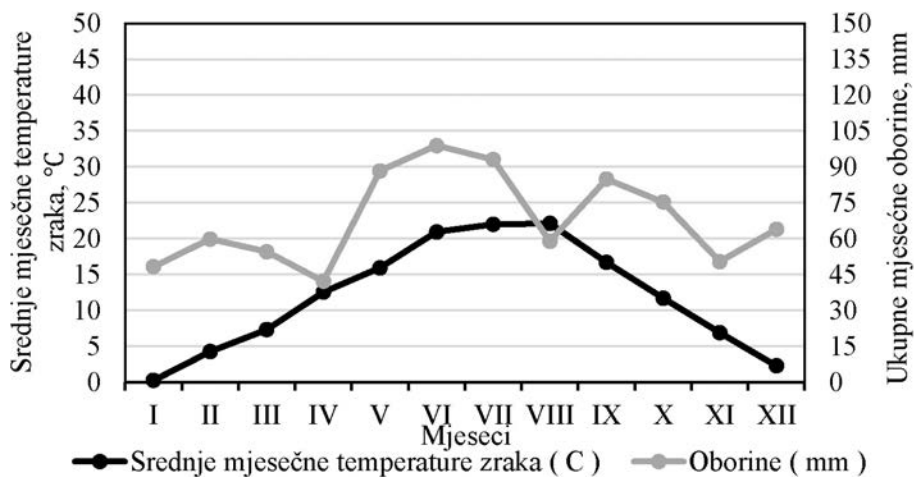
Izvor (Source): A. Banaj

U pokusu su korišteni hibridi *KWS 2370* i *KWS Smaragd*. Hibrid *KWS 2370* svrstan je u FAO grupu 290 s deklariranom dužinom vegetacije od oko 115 dana, a namijenjen je prvenstveno za proizvodnju zrna. Hibrid ima vrlo intenzivan porast te odličnu asimilacija hraniva iz tla što mu osigurava pojavu ranog metličanja i svilanja, čime se, u našem području, izbjegava oplodnja u vrijeme suše i visokih temperatura. Hibrid ima snažnu stabljiku sa srednje visokim položajem klipa, uglavnom sa 16 redova zrna. Preporuča se sklop u berbi od 72 do 80 000 biljaka ha⁻¹. Hibrid *KWS Smaragd*, nalazi se u sredini FAO grupe 300 (FAO 350), posjeduje svojstva prilagodbe te izrazito visokog prinosa, naročito u intenzivnoj proizvodnji. Isto tako, klip je dobro pokriven komušinom u vrijeme nalijevanja zrna što ga čini otpornim na sušu u razvojnem

periodu, ali i u vrijeme oplodnje. Stabljika je dosta visoka, izrazito čvrsta i stabilna, izuzetno otporna na polijeganje i pucanje. Komušina se otvara u vrijeme otpuštanja vlage iz zrna, čime se osigurava niža vlaga u vrijeme berbe. Klip je uvijek dobro završen i najčešće ima 18 redova vrlo lijepoga, intenzivno narančastoga zrna.

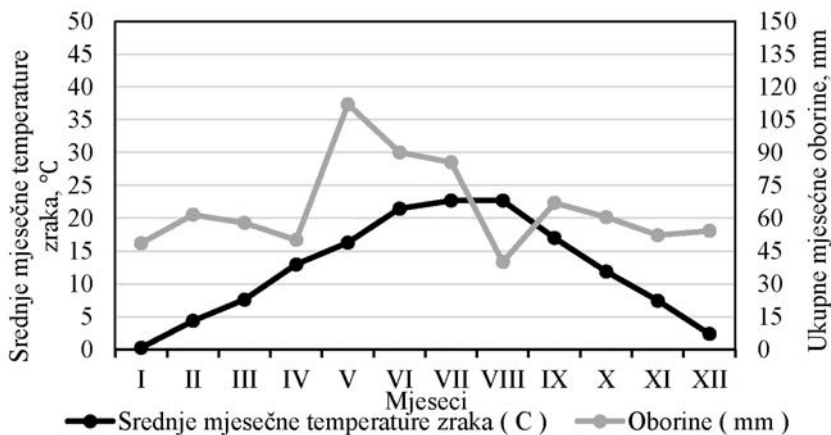
Klimatske prilike u vrijeme istraživanja

Tijekom provođenja pokusa u trajanju od pet vegetacijskih godina na pokušalištu Jakšić u 2020. godini zabilježeno je najviše oborina od 598,00 mm što je za 75,8 mm više od višegodišnjeg prosjeka (1990 - 2019). Niža količina oborina od višegodišnjeg prosjeka zabilježena je u 2018. godini za 51,4 mm (470,8 mm), te u 2017. godine od 36,2 mm. Prosječna srednja mjesečna temperatura zraka (°C) u vegetaciji kukuruza (IV-X mjesec) u 2017., 2019. i 2020. godini iznosila je nešto više od 17 °C što je i višegodišnji prosjek. U 2018. godini najviša prosječna srednja mjesečna temperatura zraka iznosila je 18,46 °C, a u 2016. godini zabilježena je najniža, od svega 16,67 °C. U Grafikonu 1. prikazan je klima dijagram prema Walteru za razdoblje 2016 do 2020. godine za pokušalište Jakšić.



Grafikon 1. Klimadijagram prema Walteru za razdoblje 2016. do 2020. godine
- meteorološka postaja Požega

Graph 1 Climate diagrams according to Walther method for period 2016-2020
- meteorological station Požega, Source: DHMZ (2021.)



Grafikon 2. Klimadijagram prema Waltheru za razdoblje 2016. do 2020. godine – meteorološka postaja Slavonski Brod,

Graph 2 Climate diagrams according to Walther method for period 2016-2020 - meteorological station Slavonski Brod, Source: DHMZ (2021.)

Na pokušalištu Lužani zabilježene su nešto niže ukupne mjesečne količine oborina u vegetacijskim 2018. i 2020. godini u kojima je zabilježeno manje 72,6 odnosno 36,3 mm od višegodišnjeg prosjeka. Najveća količina oborina utvrđena je u 2017. godini od 559,2 mm odnosno 55,5 više od višegodišnjeg prosjeka. Veće količine oborina zabilježene su u 2019. godini + 42,6 te u 2016. godini od + 20,4 mm. Prosječna srednja mjesečna temperatura zraka (°C), na pokušalištu Lužani, u vegetaciji kukuruza (IV-X mjesec) u 2016., 2017., 2019. i 2020. godini iznosile su između 17 i 18 °C što je i višegodišnji prosjek od 16,78 °C. Najviša prosječna srednja mjesečna temperatura zraka zabilježena je u 2018. godini 18,74 °C odnosno više za 1,96 °C od višegodišnjeg prosjeka. Tla na pokušalištima bila su slabo humozna (Lužani 1,7 i Jakšić 2,59 % humusa). Tlo na pokušalištu Jakšić imalo je 23,66, a tlo na pokušalištu Lužani 19,54 P₂O₅ mg/100 g tla te ih temeljem toga možemo svrstati u tla s dobrom opskrbljenošću s P₂O₅. Analizom vrijednosti sadržaja K₂O tlo na pokušalištu Jakšić (32,62 mg/100 g tla) svrstano je u grupu tla sa visokom opskrbljenošću, a tlo na pokušalištu Lužani u grupu tala s dobrom opskrbljenošću budući da sadrži 21,33 K₂O mg/100 g tla. Tla na pokušalištima bila su slabo do jako kisela (Lužani pH/KCl 6,24 i Jakšić pH/KCl 4,01). Berba je obavljena ručno branjem 4 reda u standardnoj sjetvi i 8 redova kod sjetve u udvojene redove dužine 20 m.

Statistička obrada podataka obavljena je paketom SAS Enterprise Guide 7.1. Istraživanje je postavljeno kao trofaktorijalni pokus sa četiri ponavljanja, pri čemu je određena statistička značajnost (ANOVA) za glavna svojstva istraživanja: sklop biljaka ha⁻¹, masa zrna po biljci i prinos zrna ha⁻¹. Nakon analize varijance ispitana je statistički značajna razlika unutar vegetacijskih godine i sustava sjetve za navedena glavna svojstva istraživanja. Statistička značajnost svih svojstva određena je na razini $\alpha=0,05$.

REZULTATI I RASPRAVA

Ispitivani sustav sjetve, godina istraživanja i hibrid značajno su utjecali na prinose zrna, masu zrna po klipu i vlagu zrna, dok utjecaja na ostvareni sklop nije bilo (Tablica 1.). Interakcije ispitivanih faktora imale su različitu značajnost, ovisno o promatranom svojstvu i kombinaciji faktora.

Tablica 1. Rezultati statističke analize značajnosti svojstava (analiza varijance)

Table 1 Results of statistical analysis of tested properties (variance analysis)

ANOVA	Prinos zrna / yield (kg ha ⁻¹)		Sklop biljaka / set of plants (ha)		Masa zrna/klipu grain mass per cob		Vlaga / moisture (%)	
	<i>F</i> – test	<i>p</i>	<i>F</i> – test	<i>p</i>	<i>F</i> – test	<i>p</i>	<i>F</i> – test	<i>p</i>
Pokušalište / experimental field Jakšić								
Sjetva / sowing	165,68*	<,0001	2,72 ^{n.s.}	0,1044	132,58*	<,0001	132,58*	<,0001
Godina / year	61,77*	<,0001	2,66 ^{n.s.}	0,0414	53,55*	<,0001	53,55*	<,0001
Hibrid / hybrid	120,38*	<,0001	7,81 ^{n.s.}	0,0070	70,08*	<,0001	70,08*	<,0001
Sjetva*Godina	1,66 ^{n.s.}	0,1701	0,02 ^{n.s.}	0,9995	1,71 ^{n.s.}	0,1590	1,71 ^{n.s.}	0,1590
Sjetva*Hibrid	1,21 ^{n.s.}	0,2750	0,02 ^{n.s.}	0,8977	1,18 ^{n.s.}	0,2808	1,18 ^{n.s.}	0,2808
Godina*Hibrid	65,53*	<,0001	0,29 ^{n.s.}	0,8813	63,18*	<,0001	63,18*	<,0001
Sjetva*Godina *Hibrid	0,40 ^{n.s.}	0,8073	0,36 ^{n.s.}	0,8347	0,83 ^{n.s.}	0,5142	0,83 ^{n.s.}	0,5142
Pokušalište / experimental field Lužani								
Sjetva / sowing	29,49*	<,0001	1,35 ^{n.s.}	0,2493	27,81*	<,0001	27,81*	<,0001
Godina / year	58,92*	<,0001	2,30 ^{n.s.}	0,0688	64,49*	<,0001	64,49*	<,0001
Hibrid / hybrid	68,32*	<,0001	2,03 ^{n.s.}	0,1591	66,61*	<,0001	66,61*	<,0001
Sjetva*Godina	0,17 ^{n.s.}	0,9530	0,20 ^{n.s.}	0,9352	0,17 ^{n.s.}	0,9525	0,17 ^{n.s.}	0,9525
Sjetva*Hibrid	29,49*	<,0001	1,35 ^{n.s.}	0,2493	27,81*	<,0001	27,81*	<,0001
Godina*Hibrid	117,32*	<,0001	1,79 ^{n.s.}	0,1422	139,79*	<,0001	139,79*	<,0001
Sjetva*Godina *Hibrid	0,17 ^{n.s.}	0,9530	0,20 ^{n.s.}	0,9352	0,17 ^{n.s.}	0,9525	0,17 ^{n.s.}	0,9525

Sjetva kukuruza u udvojene redove pokazala je značajno veće prinose zrna, masu zrna po klipu i vlagu zrna pri žetvu (Tablica 2.).

Tablica 2. $LSD_{0,05}$ test ostvarenih razlika između svojstava prema lokaciji istraživanja

Table 2 $LSD_{0,05}$ test of achieved differences between properties by research location

Svojstvo	Pokušalište/experimental field <i>Jakšić</i>			Pokušalište/experimental field <i>Lužani</i>		
	Twin row	Standard	$LSD_{0,05}$	Twin row	Standard	$LSD_{0,05}$
Prinos / yield (kg ha ⁻¹)	12653,3 ^{3A}	11591,5 ^B	491,65	12239,4 ^A	11744,9 ^B	603,51
Sklop (biljaka ha ⁻¹) set of plants (plants ha ⁻¹)	71403,3 ^A	70651,5 ^A	925,98	71994,0 ^A	71402,6 ^A	1033,9
Masa zrna (g/klipu) / grain mass (g per cob)	177,23 ^A	163,99 ^B	6,39	169,94 ^A	164,30 ^A	7,524
Vlaga/moisture (%)	16,41 ^A	15,90 ^B	0,3083	16,375 ^A	15,95 ^B	0,276

Prema rezultatima $LSD_{0,05}$ testa iz Tablice 2. uočava se da je sjetva u udvojene redove na oba pokušališta polučila statistički značajno bolje rezultate u svih pet godina istraživanja. Statistički značajne razlike uočene su i za svojstvo masa zrna po klipu kao i kod sadržaja vlage u zrnu. Razlike kod ostvarenih sklopova na pokušalištima u vrijeme istraživanja nisu bile statistički značajne, što je i bilo za očekivati jer su obje sijačice prije sjetve podešene na prihvatljive eksploatacijske čimbenike (izbor ploče, položaj skidača viška sjemena, izbor brzine gibanja).

Rezultati ostvarenih sklopova hibrida, prinosa zrna u vrijeme berbe prikazani su u Tablici 3. za pokušalište Jakšić, te u Tablici 4. za pokušalište Lužani.

Anamarija Banaj i sur.: Utjecaj načina sjetve u petogodišnjem razdoblju na prinos zrna kukuruza

Tablica 3. Prosječni rezultati sklopa i prinosa na pokušalištu Jakšić

Table 3 Average results of set of plants and yield values on experimental field Jakšić

Godina / year	Sklop biljaka / set of plants /ha	Statističke vrijednosti ostvarenog prinosa naturalnog zrna / Statistical values yield of natural hybrid grain (kg ha ⁻¹)				
	\bar{x}_s	\bar{x}	σ	KV C. V.(%)	Najmanji prinos / Min yield	Najveći prinos / Max yield
	Hibrid / hybrid KWS 2370 – standardna sjetva / standard sowing					
2016.	69864	12180	526,398	4,32	11750	12932
2017.	70148	9261	69,111	0,75	9191	9340
2018.	70503	11221	326,499	2,91	10795	11505
2019.	70645	11984	158,044	1,32	11855	12200
2020.	68763	10822	300,704	2,78	10484	11216
	Hibrid / hybrid KWS 2370 – udvojeni redovi / twin row sowing					
2016.	70077	13491	615,890	4,57	12955	14056
2017.	70723	10698	474,784	4,44	10025	11037
2018.	71043	12053	472,254	3,92	11706	12738
2019.	71582	12703	425,870	3,35	12134	13130
2020.	70553	12286	447,530	3,64	11746	12701
	Hibrid / Hybrid KWS <i>Smaragd</i> – standardna sjetva / standard sowing					
2016.	69974	10607	196,647	1,85	10354	10828
2017.	70826	11575	386,890	3,34	11219	12126
2018.	71887	12487	384,160	3,08	11992	12839
2019.	73048	13310	152,259	1,14	13169	13445
2020.	70854	12467	419,114	3,36	11917	12937
	Hibrid / Hybrid KWS <i>Smaragd</i> – udvojeni redovi / twin row sowing					
2016.	71198	11655	356,691	3,06	11397	12182
2017.	72143	12571	354,993	2,82	12210	12989
2018.	72747	13344	261,76	1,96	13016	13588
2019.	73315	14131	290,792	2,06	13905	14542
2020.	70652	13601	260,363	1,91	13383	13921

U 2016. godini na pokušalištu Jakšić pri sjetvi hibrida KWS 2370 u standardni razmak redova, ubran je najveći prosječni prinos u petogodišnjem razdoblju od 12180 kg ha⁻¹ a u istoj godini sjetvom u udvojene redove zabilježeno je povećanje prinosa zrna za 10,76 %.

Najniži ostvareni prosječni prinos zrna istog hibrida u standardnoj sjetvi zabilježen je 2017. godine od svega 9261 kg ha⁻¹ pri čemu je kod udvojene sjetve zabilježena najveće razlika od

Anamarija Banaj i sur.: Utjecaj načina sjetve u petogodišnjem razdoblju
na prinos zrna kukuruza

15,51 % više od standardne sjetve. Slične razlike u prinosu zrna između načina sjetve zabilježene su i kod hibrida *KWS Smaragd* a iznose od 6,17 do 9,88 % više u korist sjetve u udvojene redove.

Tablica 4. Prosječni rezultati sklopa i prinosa na pokušalištu Lužani

Table 4 Average results of set of plants and yield values on experimental field Lužani

Godina / year	Sklop biljaka / set of plants /ha	Statističke vrijednosti ostvarenog prinosa naturalnog zrna / statistical values yield of natural hybrid grain (kg ha ⁻¹)				
		\bar{x}_s	\bar{x}	σ	KV C. V.(%)	Najmanji prinos / Min yield
Hibrid / hybrid <i>KWS 2370</i> – standardna sjetva / standard sowing						
2016.	71284	13105	481,048	3,67	12636	13678
2017.	71142	9487	370,819	3,91	9085	9963
2018.	71177	11028	666,281	6,04	10246	11855
2019.	71532	11846	407,119	3,44	11494	12343
2020.	68586	10141	432,605	4,27	9599	10652
Hibrid / hybrid <i>KWS 2370</i> – udvojeni redovi / twin row sowing						
2016.	71568	13876	251,801	1,81	13586	14200
2017.	71753	10629	253,742	2,39	10322	10933
2018.	72583	11996	645,317	5,38	11317	12860
2019.	72278	12740	132,816	1,04	12555	12846
2020.	71454	11310	406,026	3,59	10885	11862
Hibrid / hybrid <i>KWS Smaragd</i> – standardna sjetva / standard sowing						
2016.	70258	10450	283,381	2,71	10066	10711
2017.	71149	11507	358,933	3,12	10996	11777
2018.	72491	12779	506,985	3,97	12372	13470
2019.	74021	13636	433,904	3,18	13231	14065
2020.	72384	13471	241,654	1,79	13164	13724
Hibrid / hybrid <i>KWS Smaragd</i> – udvojeni redovi / twin row sowing						
2016.	71461	11693	331,447	2,83	11296	11986
2017.	72981	12522	416,359	3,32	12120	13095
2018.	73478	13414	213,615	1,59	13250	13726
2019.	73286	14384	103,040	0,72	14313	14536
2020.	72647	14646	205,220	1,40	14459	14906

Na pokušalištu Lužani, kod sjetve hibrida *KWS 2370* na standardni način, najniži prosječni prinos zrna ostvaren je u vegetacijskoj 2017. godini od svega 9487 kg ha⁻¹ dok je prinos zrna u udvojenim redovima bio veći za 12,03 %. U 2016. godini pri ostvarenju najvećeg prosječnog prinosa zrna istog hibrida, zabilježena je i najmanja razlika između načina sjetve od 5,88 %. Kod sjetve hibrida *KWS Smaragd*, najniži prinos zrna zabilježen je u 2016. godini pri čemu je zabilježena i najveća razlika između sustava sjetve od 11,89 %. Najmanja postotna razlika između načina sjetve zabilježena je 2018. godine i iznosila je samo 4,96 % u korist sjetve u udvojene redove. Veći broj autora potvrđuje povećanje prinosa pri sjetvi u udvojene redove (Kevin Jarek, Joe Lauer, 2011.; Robles i sur. 2012.). Također rezultati europskih autora potvrđuju povećanje prinosa (F.J. García Ramos i sur. 2014.; Jan-Martin Küper 2014.; Miguel Gutiérrez López i sur. 2014.; Massimo Blandino i sur. 2013.). Također, autori Banaj i suradnici (2018.a, 2018.c, 2019.b), navode povećanje prinosa zrna u odnosu na standardnu sjetvu između 2,44 i 12,78 %, ovisno o hibridu i FAO grupi.

ZAKLJUČAK

Temeljem dobivenih rezultata može se donijeti više zaključaka;

- u svim okolišima (godina × lokacija) sjetva u udvojene redove bila je povezana s većim prinosima zrna kg ha⁻¹,
- povoljan učinak takve sjetve bio je izraženiji u godinama s nižim prosječnim prinosima kod oba hibrida,
- ipak, prosječna vlaga zrna bila je nešto viša kod sjetve u udvojene redove u odnosu na standardnu sjetvu,
- ostvareni sklopovi biljaka nisu se međusobno razlikovali među pokusnim varijantama na obje lokacije tijekom svih godina istraživanja,
- petogodišnji prosjek prinosa zrna na pokušalištu Jakšić kod sjetve u udvojene redove bio je 12653 kg ha⁻¹, a u standardnoj sjetvi 11591 kg ha⁻¹ (što je bilo 9,16 % manje u odnosu na udvojene redove,
- na pokušalištu Lužani prosječni petogodišnji prinos bio je 12239 kg ha⁻¹ u udvojenim redovima, dok je u standardnoj sjetvi bio 11744 kg ha⁻¹ (što je bilo 4,21 % manje od udvojenih redova).

LITERATURA

1. Banaj, A., Šumanovac, L., Hefer, G., Tadić, V., & Banaj, Đ. (2017a.): 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 (pp. 141-152). University of Zagreb, Faculty of Agriculture.
2. Banaj, A., Kurkutović, L., Banaj, Đ., & Menđušić, I. (2017b.): 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, Croatia (pp. 180-186). Croatian Soil Tillage Research Organization.
3. Banaj, Đ., Banaj, A., Jurković, D., Tadić, V., Petrović, D. & Lovrić, Ž. (2018a.): Sjetva kukuruza sijačicom MaterMacc Twin Row-2 na OPG-u Jasna Puhar. 11th International conference: Agriculture in Nature and Environment Protection, Vukovar, 323-327.
4. Banaj, A., Banaj, Đ., Petrović, D., Knežević, D. & Tadić, V. (2018b.): Utjecaj sustava sjetve na prinos zrna kukuruza. *Agronomski glasnik*, 80(1), 35-48. <https://doi.org/10.33128/ag.80.1.3>
5. Banaj, A., Banaj, Đ., Dundović, D., Tadić, V. & Lovrić, Ž. (2018c.): 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. (2019a.): 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. (2019b.): Utjecaj sustava sjetve na prinos zrna kukuruza različitih FAO grupa. *Poljoprivreda Osijek*, 25 No2, 62-70, doi:10.18047/poljo.25.2.9
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.
9. García Ramos, F.J., Boné Garasa, A., Vidal Cortés, M. (2014.): 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. Jarek Kevin, Joe Lauer (2011.): Evaluating Twin-Row Corn Silage Production. Midwest Forage Association (MFA), Midwest Forage Research Proposal (MFRP) Project Results, Retrieved from <https://outagamie.extension.wisc.edu/files/2011/09/MFA-MFRP-White-Paper-Evaluating-Twin-Row-Corn-Silage-Production-1-12-12.pdf>
12. 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.
13. 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.
14. Küper Jan-Martin, (2014.): Das Maissäegerät von morgen –Trends in der Einzelkornsaat, TOP AGRAR, prezentacija Landwirthschaftsverlag Münster, 24.01.2014.
15. 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.
16. 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. <https://doi:10.2134/agronj2012.0231>
17. 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. Anamarija Banaj,
e-mail: anamarija.banaj@fazos.hr
Izv. prof. dr. sc. Vjekoslav Tadić
Dr. sc. Davor Petrović
Prof. dr. sc. Đuro Banaj
Prof. dr. sc. Bojan Stipešević

Primljeno – Received:

15.12.2020.

Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek
Ulica Vladimira Preloga 1
31000 Osijek, Hrvatska