

Utjecaj sustava sjetve na prinos zrna kukuruza

Sažetak

Uradu su prikazani rezultati prinosa zrna kukuruza pri različitim sustavima sjetve u 2021. godini na pokušalištu Tenja Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek. Zasijano je pet hibrida u udvojene redove na razmak od 22 cm (twin row) te na standardni način s razmakom redova od 70 cm. U standardnoj sjetvi kod hibrida H2 ostvaren je najveći prosječni prinos zrna od 13 610 kg ha⁻¹, dok je u sjetvi u udvojene redove zabilježen prinos od 14 927 kg ha⁻¹ ili +1317 kg više (9,67 %). Najniži prinos zrna u standardnoj sjetvi zabilježen je kod hibrida H1 od 11 088 kg ha⁻¹. Isti hibrid u sjetvi u udvojene redove ostvario je prinos zrna od 12 496 kg ha⁻¹ što predstavlja povećanje za +12,70 % ili +1410 kg ha⁻¹. Kod hibrida H3 u udvojenim redovima zabilježen je prinos od 12 748 kg ha⁻¹ što je povećanje u odnosu na standardnu sjetvu od +1676 kg ha⁻¹ ili 15,14 %. Hibrid H4 u standardnoj sjetvi ostvario je prinos zrna od 12 088 kg ha⁻¹ što je manje u odnosu na sjetvu u udvojene redove od -1499 kg ha⁻¹ ili 12,40 %. Prosječno povećanje prinosa zrna kod udvojenih redova za svih 5 hibrida iznosi 12,51 % (1504,40 kg ha⁻¹). Analizom varijance utvrđeno je da postoji visoka signifikantnost između čimbenika „hibridi“ i „način sjetve“ na prinos zrna kao i na masu zrna po klipju. Navedeni čimbenici nisu statistički značajno djelovali na ostvarenje sklopa u sjetvi. Razlike u vlažnosti zrna također su statistički značajno potvrđeni samo kod čimbenika „hibridi“.

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

Uvod

U svijetu, ali i Hrvatskoj, kukuruz (*Zea mays* L.) je jedna od najznačajnijih ratarskih kultura. Kukuruz u Hrvatskoj u 2019. godini, prema podacima Državnog zavoda za statistiku o biljnoj proizvodnji (2020.), zasijan je na 255 887 ha s ukupnom proizvodnjom zrna od 2 298 316 tona s prosječnim prinomom 9000 kg ha⁻¹. Povećanje ekonomske dobiti pri proizvodnji zrna kukuruza znatno je poraslo proizvodnjom etanola kao ekološke komponente u proizvodnji pogonskih goriva. Sjetva kukuruza na našem agroekološkom prostoru obavlja se na razmak redova od 70 cm. Kod sjetve kukuruza s nejednolikim razmacima unutar reda, biljke su u nepovoljnom položaju, tj. „bore“ se za vegetacijski prostor i ne mogu ostvariti svoj potpuni biološki potencijal. Manji dio površina zasijava se na razmak redova od 75 cm kao dio američke tehnologije (sjetva na razmak redova od 30 inča) uz korištenje hedera kombajna s istim razmakom sustava za berbu. Smanjenjem obradivih površina u svijetu, a posebice u SAD-u, pokušano je povoljnijim rasporedom zrna u sjetvi omogućiti povećanje prinosa. Pri povoljnim klimatskim uvjetima proizvodnje s obzirom na količinu oborina i temperatura, raspored sjemena unutar reda nije značajno presudan za ostvarenje prinosa zrna ha⁻¹. Međutim ukoliko se proizvodnja kukuruza obavlja u klimatskom području sa smanjenim količinama oborina pri visokim prosječnim srednje dnevnom temperaturama položaj biljaka unutar reda postaje vrlo značajan. Jedan od pokušaja da se utjecaj klimatskih promjena umanji je sjetva kukuruza u udvojene redove, poznata kao twin row tehnologija. Sjetvom kukuruza kod standardne tehnologije (70 cm) s razmakom biljaka od 20,3 cm ostvaruje se sklop od 70 000 biljaka ha⁻¹. Kod ovog načina sjetve omogućeno

¹ Dr. sc. Anamarija Banaj, prof. dr. sc. Đuro Banaj, prof. dr. sc. Bojan Stipešević, prof. dr. sc. Dražen Horvat, Fakultet Agrobiotehničkih znanosti Osijek, Vladimira Preloga 1, 31000 Osijek, Hrvatska (dopisni autor: abanaj@fazos.hr)

² Dominik Mikolčević, KWS Sjeme d.o.o., Vukovarska cesta 31, 31000 Osijek, Hrvatska

je teorijsko iskorištenje tla po biljci od svega 323,65 cm² ili ukupno iskorištenje tla po ha⁻¹ od svega 2266 m². Sjetvom u twin row tehnologiji (22 x 48 cm) na razmak biljaka unutar reda od 40,57 cm (70 000 biljaka ha⁻¹) omogućili smo teorijsko iskorištenje tla po biljci od 703,31 cm² ili ukupno iskorištenje tla po ha od 4923 m². Ova tehnologija sjetve omogućava, osim boljeg iskorištenje tla, sunčeve svjetlosti i u većini istraživanja ostvaruje jednake ili većeg prinosa po hektaru. Sjetvom kukuruza u udvojene redove dolazi do povećanja razmaka između biljaka u odnosu na standardnu sjetvu pri istome sjetvenom sklopu (Finck, 2003.) te iskoristivosti vegetacijskog prostora i povećanje apsorpcije sunčevog zračenja.

Autori Banaj i sur. (2017.a, 2017.b, 2018.a, 2018.c) navode povećanje prinosa zrna kg ha⁻¹ sjetvom hibrida kukuruza u udvojene redove od 5,6 do 10,59 % više u odnosu na standardnu sjetvu. Potvrđne rezultate ispitivanja u BiH navode autori Jurković i sur. (2018.) gdje su ispitivani hibridi pri sjetvi u udvojene redove ostvarili veće prinose zrna u odnosu na standardnu sjetvu od 3,56 do 14,95 %. Veći dio europskih autora navodi slične rezultate koji potvrđuju postojanje statistički značajnog povećanja prinosa zrna kukuruza u sjetvi u udvojene redove u odnosu na standardnu sjetvu (Gutiérrez López i sur., 2014; Blandino i sur., 2013.). Ovako povećani prinos ostvaren sjetvom u udvojene redove mnogi znanstvenici objašnjavaju povećanim sklopom, gdje biljke bolje iskorištavaju svjetlost i vegetacijski prostor te bolje usvajaju hraniva i vodu (Balem i sur. (2014.). Balkcom i sur. (2011.) navode da je sjetva u udvojene redove ostvarila za 16 % viši prinos kod najvećeg sklopa i 10 % više kod manjeg sklopa u odnosu na standardnu sjetvu. Balem i sur., (2014.) navode da je povećanje prinosa kukuruza direktno vezano uz dobru praksu sjetve, a posebno je važno ostvarenje ujednačenosti razmaka biljaka u sjetvi. Također navode da je sjetva u udvojene redove ostvarila bolje rezultate promjera stabljike, broja zrna po klip, apsolutne mase zrna, mase klipa i prosječnog prinosa. Povećanjem gustoće sklopa, navedene vrijednosti su se smanjivale.

Zadatak ispitivanja je korištenjem standardnih metoda utvrditi opravdanost primjene tehnologije sjetve u udvojene redove sjetvom kukuruza na pokušalištu *Tenja* u vegetacijskoj 2021. godini. Temeljem dobivenih rezultata istraživanja doći će se do saznanja o opravdanosti primjene ove tehnologije sjetve na ispitivanom pokušalištu postoje li neki ograničavajući čimbenici sjetve kukuruza u udvojene redove.

Materijal i metode

Istraživanja su provedena na pokušalištu *Tenja* Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek. Standardna sjetva (SR) na razmak redova od 70 cm obavljena je podtlačnom pneumatskom sijačicom *PSK4* proizvedene u tvrtci *Future Machines d.o.o.*, Osijek. Sjetva u udvojene redove (razmak između dva udvojena reda 22 cm s razmakom između dva susjedna reda od 48 cm) obavljena je također podtlačnom sijačicom *MaterMacc Twin Row 2*. Sjetva pet hibrida kukuruza u dvije načina sjetve obavljena je 23. 4. 2021. godine na površini gdje je predkultura bio ječam. Gnojidba je obavljena prema gnojidbenoj preporuci *Fakulteta Agrobiotehničkih znanosti Osijek*, s ukupno 225 kg N, 140 kg P₂O₅ i sa 225 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 *izoksafutol* 112 g ha⁻¹. Utvrđivanje prinosa zrna kg ha⁻¹ kod ispitivanih hibrida u standardnoj sjetvi obavljeno je ručnom berbom klipova na duljini reda od 20m u 4 ponavljanja, a kod udvojenih redova brana su 2 središnja reda duljine 10 m u istom broju ponavljanja. Vaganje ubranih klipova obavljeno je primjenom elektronske vage (*Kern electronic balance: d=10 g*). Analizom 10 prosječnih klipova, kod različitih načina sjetve, utvrđen je udjel mase zrna u klip (randman) i sadržaj vlage u zrnu. Vlaga zrna određena je odmah u polju, neposredno nakon što su klipovi ubrani i ručno okrunjeni (prijenosni elektronski vlagomjer *WILE-200, Agroelectronics, Finland*). Ukupan prinos zrna (kg ha⁻¹) utvrđen je preračunavanjem na vrijednost vlage od 14 %. Tehničke karakteristike podešenosti sijačica u vrijeme sjetve prikazane su u Tablici 1.

Tablica 1. Tehničke karakteristike sijačica pri brzini rada od 1,6 m s⁻¹**Table 1.** Technical characteristics of sowing machines at a working speed of 1,6 m s⁻¹

Sijačica / Sowing machine	PSK4	MaterMacc Twin Row-2
Broj otvora na sjetvenoj ploči / Number of sowing plate holes (n)	n=27	n=12
Omjer PK i SP / Drive wheel to sowing plate ratio (i)	0,45237	0,43079
Obodna brzina SP / Peripheral speed (ms ⁻¹)	0,385	0,410
Broj isijanih sjemenki /Seed releasing frequency/s	10,386	4,917
Opseg sjetvene ploče / Perimeter of sowing plate (m)	0,597	0,565
Teorijski razmak / Theoretical spacing (cm)	15,965	31,917
Teorijski sklop / Theoretical set of plants ha ⁻¹	88945	88980
Dinamični radijus PK / Dynamical wheel radius (cm)	31,050	26,273

PK=pogonski kotač / drive wheel, SP=sjetvena ploča / sowing plate, Promjer otvora sjetvene ploče / Sowing plate hole diameter ø 5,5 mm

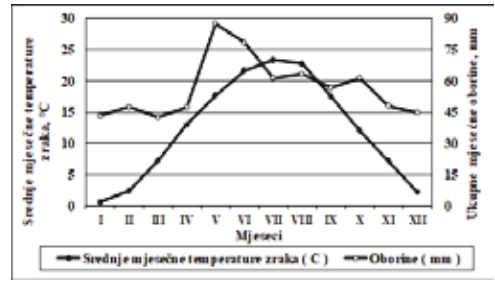
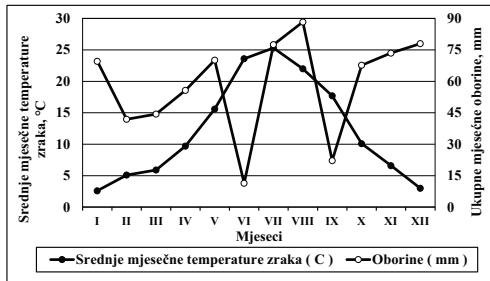
Meteorološki uvjeti u vrijeme istraživanja

Meteorološki uvjeti tijekom 2021. godine, kao i tijekom vegetacije kukuruza, nisu značajnije odstupali od prosječnih vrijednosti. U Tablici 2. prikazane su srednje mjesečne temperature zraka (°C) i ukupne mjesečne količine oborina (mm) za vegetacijsku 2021. godinu.

Tablica 2. Srednje mjesečne temperature zraka (°C) i ukupne mjesečne količine oborine (mm) izmjerene na glavnoj meteorološkoj postaji Osijek–aerodrom (45°28'4"N 18°48'23"E)**Table 2.** Mean air temperature (°C) and total monthly precipitation (mm) measured at me-teo station Osijek-airport (45°28'4"N 18°48'23"E)

Mjesec / Month	Srednje mjesečne temperature zraka / Monthly mean air temperature (°C)		Ukupne mjesečne količine oborina / Monthly total precipitation (mm)	
	2021.	1991.-2020.	2021.	1991.-2020.
I.	2,6	0,6	69,6	43,2
II.	5,1	2,4	41,9	47,4
III.	5,9	7,2	44,4	42,4
IV.	9,7	13,0	55,7	47,2
V.	15,6	17,6	70,1	87,2
VI.	23,6	21,6	11,4	78,3
VII.	25,3	23,3	77,5	61,3
VIII.	22	22,7	88,3	63,2
IX.	17,7	17,5	22,2	56,5
X.	10,1	12,0	67,7	61,3
XI.	6,6	7,2	73,5	47,9
XII.	3	2,2	78,0	44,7
Ukupno IV.-X. Total IV.-X.	17,7	19,3	392,9	393,7
Ukupno I.-XII. Total I.-XII.	12,3	12,3	700,3	680,6

Izvor (Source): DHMZ / CMHS (2023.); IV.-X. - vegetacija kukuruza / maize vegetation



Grafikon 1. Klimadijagram prema Waltheru za 2021. godinu (lijevo) te za razdoblje od 1991. do 2020. godine (desno) za glavnu meteorološku postaju *Osijek-aerodrom*

Chart 1. Climate diagram according to Walther method for 2020-2022. (left) and period 1991.- 2020. (right) measured at main meteo. station *Osijek-airport*

U vegetacijskoj 2021. godini na pokušalištu *Tenja* zabilježena (Tablica 2.) je ukupna količina oborina u vegetaciji kukuruza od 392,9 mm odnosno 0,8 mm manje u odnosu na vrijednosti višegodišnjeg prosjeka (393,7 mm). Prosječna srednja mjesečna temperatura zraka u vegetaciji kukuruza (travanj – listopad) u 2021. godini iznosila je 17,72 °C odnosno za 1,58 °C niža od vrijednost višegodišnjeg prosjeka (19,3 °C). Temeljem navedenog može se zaključiti da je vegetacijska 2021. godina bila uobičajena godina za uzgoj kukuruza na pokušalištu *Tenja* (Grafikon 1.)

Tablica 2a. Tip tla i njegova svojstva na području pokušališta *Tenja*

Table 2a. Soil type and characteristics of soil on trial site *Tenja*

Pokušalište / Trial site	pH			Humus (%)	
	H ₂ O	KCL	Ocjena / Evaluation	Sadržaj / Content	Ocjena / Evaluation
<i>Tenja</i>	8,29	7,64	alkalna	2,45 %	Slabo humozno/ Poorly humus
	AL-P ₂ O ₅ (mg/100 g tla (soil))			AL-K ₂ O (mg/100 g tla (soil))	
	11,44	umjereno siromašno		18,35	umjereno

Na temelju analize tla zaključeno je da je tlo na pokušalištu *Tenja* slabo humozno (2,45%), a sadržaj P₂O₅ od 11,44 mg/100 g tla ovo tlo svrstava u kategoriju umjereno siromašnih tala. Utvrđeni sadržaj K₂O iznosi je 18,35 mg/100 g tla te se tlo svrstava u kategoriju s umjerenom opskrbljenošću. Tlo na pokušalištu, s obzirom na pH, pripada u grupu alkalnih tala (pH/KCL 7,64) s udjelom od 9,71 % karbonata (srednje karbonatno).

Rezultati i rasprava

Brzina gibanja u sjetvi, kod obje sijačice, iznosila je u prosjeku oko 6 km h⁻¹. Kod sijačice *PSK4*, ostvarena je nešto manja dubina polaganja zrna, a iznosila je u prosjeku 4,6 cm. Kod sijačice *MaterMacc Twin Row-2* prosječna radna dubina pri sjetvi iznosila je 5,2 cm uz koeficijent varijacije 8,20 % što je i razumljivo zbog novo razvijenog sustava ulaganja sjemena s dvije tanjuraste ploče i kotačića za održavanje dubine rada. Iako su utvrđene razlike u dubini sjetve, obje sijačice položile su sjeme kukuruza 1 do 2 cm ispod utvrđene razine vlažnosti tla. Utvrđeni prosječni prinosi zrna kod ispitivanih hibrida prikazani su u Tablici 3.

Tablica 3. Statističke vrijednosti prinosa zrna (14 % vlage) u kg ha⁻¹
Table 3. Statistical values of grain yield (14 % moisture) (kg ha⁻¹)

Sjetva / Pattern	Hibrid / Hybrid	\bar{x}	σ	C.V. (%)	Najmanji prinos / Min. yield	Najveći prinos / Max. yield
ST	Bc 442	11 088	520,813	4,70	10 578	11 801
TR	(H1)	12 496	664,560	5,32	11 764	13 070
ST	DKC 5182 (H2)	13 611	368,438	2,71	13 087	13 935
TR		14 927	282,211	1,89	14 628	15 305
ST	MAS 348	11 072	226,470	2,05	10 745	11 268
TR	(H3)	12 748	207,396	1,63	12 511	13 017
ST	Pioneer P9978 (H4)	12 088	674,924	5,58	11 463	12 785
TR		13 587	484,803	3,57	12 992	14 164
ST	RWA Tweetor (H5)	12 273	511,934	4,17	11 591	12 683
TR		13 896	785,244	5,65	13 414	15 067

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

U standardnoj sjetvi na pokušalištu *Tenja* u 2021. godini ostvaren je najveći prosječni prinos zrna od 13 610 kg ha⁻¹ kod hibrida H2. Međutim pri sjetvi u udvojene redove najviši prinos zrna zabilježen je kod istog hibrida od 14 927 kg ha⁻¹ ili +1317 kg više (9,67 %). Najniži prinos zrna u standardnoj sjetvi zabilježen je kod hibrida H1 od 11 088 kg ha⁻¹. Isti hibrid u sjetvi u udvojene redove ostvario je prinos zrna od 12 496 kg ha⁻¹ što predstavlja povećanje za 12,70 % ili +1410 kg ha⁻¹. Sjetvom hibrida H3 u udvojene redove zabilježen je prinos od 12 748 kg ha⁻¹ što je povećanje u odnosu na standardnu sjetvu od +1676 kg ha⁻¹ ili 15,14 %. Hibrid H4 u standardnoj sjetvi ostvario je prinos zrna od 12 088 kg ha⁻¹ što je manje u odnosu na sjetvu u udvojene redove od -1499 kg ha⁻¹ ili 12,40 %. Isto tako kod hibrida H5 kod sjetve u udvojene redove ostvareno je povećanje prinosa zrna od +1623 kg ha⁻¹ ili 13,23 %. Slične rezultate navode Banaj i sur. (2018.c) da su hibridi *P0023* i *P0412* u sjetvi u udvojene redove ostvarili veće prinose za 4,62 i 5,83 % u odnosu na standardnu sjetvu. Autori Banaj i suradnici (2018.b; 2019.a; 2019.b) navode povećanje prinosa zrna kg ha⁻¹ sjetvom hibrida kukuruza u udvojene redove tehnologiji od 5,6 do 10,59 % više u odnosu na standardnu sjetvu. Veći dio 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.; Küper, 2014.; Jócsák, 2014.; Gutiérrez López i sur., 2014.; Blandino i sur., 2013.; Jakubec, 2010.; A Banaj i sur., 2023.).

Tablica 4. Analiza varijance za navedena svojstva istraživanja – prinos zrna (kg ha⁻¹)
Table 4. Analysis of variance for the specified research properties – grain yield (kg ha⁻¹)

ANOVA – Prinos zrna / Grain yield						
Čimbenik / Factor	Suma kvadrata / Sum of Squares	df	SRP / Mean Square	F	p	
Hibridi / Hybrids	3,238×10 ⁺⁷	4	8,096×10 ⁺⁶	31,237*	<,001	
Sjetva / Pattern	2,264×10 ⁺⁷	1	2,264×10 ⁺⁷	87,331*	<,001	
Hibridi * Sjetva	177284,500	4	44321,125	0,171 ^{n.s.}	0,952	
Residuals	7,776×10 ⁺⁶	30	259188,350			

Note: Type III Sum of Squares, SRP=Srednja kvadratna pogreška

Analizom varijance utvrđena je statistički značajna razlika između čimbenika „hibridi“ i „način sjetve“ (Tablica 4.) na ostvareni prinos zrna (kg ha⁻¹) („Hibridi“ p= <,001; „Sjetva“ p= <,001). Kod njihove interakcije u istraživanju nije zabilježena statistička značajnost na prinos zrna.

Tablica 5. Prosječni rezultati sklopa biljaka ha⁻¹, vlage (%) i mase zrna po klipju (g klip⁻¹)
Table 5. Average results of set of plants ha⁻¹, moisture (%) and grain yield per cob (g cob⁻¹)

Sjetva / Pattern	Hibrid / hybrid	Vlaga / Moisture (%)	Sklop biljaka / Set of plants ha ⁻¹				
			\bar{x}	σ	C. V. (%)	Najmanji / Min.	Najveći / Max.
ST	H1	22,3	76 219	3488,646	4,58	71 568	79 236
TR		24,2	76 538	4033,067	5,27	71 852	81 224
ST	H2	23,3	79 485	2176,433	2,74	77 532	81 508
TR		23,1	78 100	3478,275	4,45	73 272	81 678
ST	H3	20,9	78 171	2225,674	2,85	75 544	80 088
TR		21,3	80 301	2357,656	2,94	78 384	83 212
ST	H4	21,2	79 165	4010,505	5,07	74 266	82 786
TR		21,2	80 159	3457,926	4,31	76 396	84 632
ST	H5	22,8	79 165	3867,165	4,88	74 408	82 786
TR		23,0	79 804	3493,700	4,38	76 112	84 348

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

Iz Tablice 6. zaključeno je da su u sjetvenom pokusu ostvareni približno slični sklopovi kod oba načina sjetve. To je i bio cilj podešavanja sijačica, koji je obavljen u praktikumu za mehanizaciju prije sjetve, kako bi bio smanjen utjecaj sklopa na prinos zrna ispitivanih hibrida. Najmanji broj biljaka u sjetvi zabilježen je kod hibrida H1 u oba načina sjetve od 76 219 i 76 538 biljaka ha⁻¹. Najveći sklop biljaka ha⁻¹ zabilježen je kod H3 hibrida u sjetvi u udvojene redove od 80 301 biljke ha⁻¹.

Tablica 6. Analiza varijance za navedena svojstva istraživanja – sklop biljaka
Table 6. Analysis of variance for the specified research property - set of plants

ANOVA – Broj biljaka (biljaka ha ⁻¹) / Set of plants (plants ha ⁻¹)					
Čimbenik / Factor	Suma kvadrata / Sum of Squares	df	SRP / Mean Square	F	p
Hibridi / Hybrids	5,781×10 ⁺⁷	4	1,445×10 ⁺⁷	1,302 ^{n.s.}	0,292
Sjetva / Pattern	2,912×10 ⁺⁶	1	2,912×10 ⁺⁶	0,262 ^{n.s.}	0,612
Hibridi * Sjetva	1,299×10 ⁺⁷	4	3,248×10 ⁺⁶	0,293 ^{n.s.}	0,880
Residuals	3,330×10 ⁺⁸	30	1,110×10 ⁺⁷		

Note: Type III Sum of Squares, SRP=Srednja kvadratna pogreška

Promatrajući rezultate analize varijance u Tablici 6. vidljivo je da istraživani čimbenici „Hibridi“, te „Sjetva“, kao i njihova interakcija „Hibrid*Sjetva“ nisu polučili statistički značajni utjecaj na ostvarenje sklopa (Hibridi p=0,292; Sjetva p= 0,612; Hibrid * Sjetva p=0,880). Dobiveni rezultati

bili su očekivani jer su sijačice podešene na iste vrijednosti za ostvarenje teorijskog sklopa biljaka ha^{-1} u sjetvi. Isto tako vidljivo je iz Tablice 7. da su ostvarene vlage zrna kukuruza u standardnoj sjetvi nešto niže kod pojedinih hibrida što je potvrđeno s visokom signifikantnošću (Tablica 7). Dobivene vlage zrna kukuruza statistički su različite samo kod čimbenika „Hibridi“ ($p < ,001$).

Tablica 7. Analiza varijance za navedena svojstva istraživanja – vlaga zrna
Table 7. Analysis of variance for the specified research properties – grain moisture

ANOVA – Vlaga zrna (%) / Grain moisture (%)

Čimbenik / Factor	Suma kvadrata / Sum of Squares	df	SRP / Mean Square	F	p
Hibridi / Hybrids	37,814	4	9,453	6,288*	<,001
Sjetva / Pattern	2,025	1	2,025	1,347 ^{n.s.}	0,255
Hibridi * Sjetva	5,640	4	1,410	0,938 ^{n.s.}	0,456
Residuals	45,105	30	1,503		

Note: Type III Sum of Squares, SRP=Srednja kvadratna pogreška

Tablica 8. Ostvareni prosječni rezultati mase zrna po klipju ($g\ klip^{-1}$)
Table 8. Average results of grain mass per cob ($g\ cob^{-1}$)

Hibridi / Hybrids	Sjetva / Pattern	N	\bar{x}	s.d.	SE	C.V.
H1	SR	4	145,498	3,513	1,756	0,024
	TR	4	163,278	3,018	1,509	0,018
H2	SR	4	171,262	3,243	1,622	0,019
	TR	4	191,313	5,596	2,798	0,029
H3	SR	4	141,755	6,192	3,096	0,044
	TR	4	158,810	2,891	1,446	0,018
H4	SR	4	152,690	2,977	1,488	0,019
	TR	4	169,538	1,554	0,777	0,009
H5	SR	4	155,070	1,487	0,744	0,010
	TR	4	174,100	4,440	2,220	0,026

SR: Standardna sjetva / standard sowing, TR: Sjetva u udvojene redove / twin row sowing

Analizirajući dobivenu prosječnu masu zrna po klipju Tablica 8. utvrđeno je kod svih hibrida pri sjetvi u udvojene redove veća masa zrna po klipju (g). Najveća razlika mase zrna po klipju pri različitim načinima sjetve zabilježena je kod hibrida H5 od 12,27 %. Kod ostalih hibrida razlike u masi zrna po klipju iznosile su 11,01 % kod hibrida H3 do 12,22 % kod hibrida H1. Iz Tablice 9. vidljivo je da su statistički visoko značajne razlike utjecaja na masu zrna po klipju utvrđene kod čimbenika „Hibridi“ i „Sjetva“ („Hibridi“ $p < ,001$; „Sjetva“ $p < ,001$).

Tablica 9. Analiza varijance za navedena svojstva istraživanja – masa zrna po klipu
Table 9. Analysis of variance for the specified research properties - grain mass per cob

ANOVA – masa zrna po klip (g klip ⁻¹) / grain mass per cob (g cob ⁻¹)					
Čimbenik / Factor	Suma kvadrata / Sum of Squares	df	SRP / Mean Square	F	p
Hibridi / Hybrids	4593,413	4	1148,353	80,202*	<,001
Sjetva / Pattern	3295,133	1	3295,133	230,134*	<,001
Hibridi * Sjetva	14,834	4	3,708	0,259 ^{ns} .	0,902
Residuals	429,549	30	14,318		

Note: Type III Sum of Squares, SRP=Srednja kvadratna pogreška

Zaključci

Na temelju rezultata istraživanja, provedenog na pokušalištu *Tenja* u 2021. godini, može se utvrditi da je sjetva u udvojene redove (sijačica *MaterMacc Twin Row-2*) rezultirala statistički većim prinosom zrna kukuruza kod svih pet ispitivanih hibrida kukuruza u usporedbi sa standardnom sjetvom (sijačica *PSK4*). Povoljniji raspored sjemenki sjetvom u udvojene redove, rezultirao je povećanjem prinosa kod Hibrida H2 od 9,67 % ili +1317 kg ha⁻¹. Najbolju prilagodbu na sjetvu u udvojene redove pokazao je hibrid H3 s povećanjem prinosa zrna do 1676 kg ha⁻¹ ili 15,14 %. Temeljem navedenog, za nastavak istraživanja primjene sjetve u udvojene redove, važan je izbor hibrida koji će u svojoj vegetaciji najpovoljnije iskoristiti povećanje vegetacijskog prostora tla kao i veću dostupnost sunčeve svjetlosti te vode tijekom ranih faza rasta i razvoja.

Literatura

- Finck, C. (2003) Twin rows take to field. *Farm Journal* (Midwest/Cental edition). Philadelphia, 127.8.
- Balkcom, K.S., Satterwhite, J.L., Arriaga, F.J., Price, A.J., Van Santen, E. (2011.): Conventional and glyphosate-resistant maize yields across plant densities in single- and twin-row configurations. *Field Crops Res.* 120:330–337.
- Balem, Z.; Modolo, A.J.; Muzell Trezzi, M.; Oliveira Vargas, T.; Mesquita Baesso, M.; Brandelero, E.M.; Trogello, E. Conventional and twin row spacing in different population densities for maize (*Zea mays* L.). *African Journal of Agricultural Research*, Vol.9 (23) 1914.
- 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 141-152.
- 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, 180-186.
- 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 Scientific/Professional conference: Agriculture in Nature and Environment Protection*, 323-327.
- Banaj, A., Banaj, Đ., Petrović, D., Knežević, D., Tadić, V. (2018b). Utjecaj sustava sjetve na prinos zrna kukuruza. *Agro-nomski glasnik*, 80(1), 35-48.
- 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.
- 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.
- 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.
- Banaj, A., Banaj, Đ., Stipešević, B., Nemet, F. (2023.). Seeding Pattern Impact at Crop Density Establishment and Grain Yield of Maize. *Crops* 2023,3, 1-10. <https://doi.org/10.3390/crops3010001>
- 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

- Državni zavod za statistiku. (2023.) <https://dzs.gov.hr/> (10.11.2023.)
- Državni hidrometerološki zavod. (2023.) <https://meteo.hr/> (10.11.2023.)
- 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.
- 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.
- Jakubec, M. (2010.): Pestovanie kukurice dvojriadkovou metódou, CROP INSIGHTS. DIEL 20: 15.
- Jócsák Attila, (2014.) Twin-Row: Ikersoros térállásban jobb területkihasználás, magasabb termésátlag, MezőHír - Mezőgazdasági Szaklap, Retrieved from:<https://mezohir.hu/portal/2014/twin-row-ikersoros-terallasban-jobb-terulet-kihasznalas-magasabb-termesatlag-131684>
- 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. Küper Jan-Martin, (2014.): Das Maissägerät von morgen –Trends in der Einzelkornsaat, TOP AGRAR , prezentacija Landwirtschaftsverlag Münster, 24.01.2014.

Prispjelo/Received: 12.10.2023.

Prihvaćeno/Accepted: 27.11.2023.

Original scientific paper

Impact of seeding system on the maize grain yield

Abstract

The paper presents the results of maize grain yield with different sowing systems in 2021 at the Tenja trial site of the Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek. Five hybrids were sown in double rows (twin row) at a distance of 22 cm, and in the standard way with a row distance of 70 cm. In standard sowing, hybrid H2 achieved the highest average grain yield kg ha⁻¹ (13 610), while in twin row sowing, a yield of 14 927 kg ha⁻¹ or +1317 kg more (9,67 %) was recorded. The lowest grain yield in standard sowing was recorded at hybrid H1 of 11,088 kg ha⁻¹. The same hybrid, when sown in twin rows, achieved a grain yield of 12 496 kg ha⁻¹, which represents an increase of +12,70 % or +1410 kg ha⁻¹. With hybrid H3 in twin rows, a yield of 12 748 kg ha⁻¹ was recorded, which is an increase compared to standard sowing of +1676 kg ha⁻¹ or 15,14 %. Hybrid H4 in standard sowing achieved a grain yield of 12,088 kg ha⁻¹, which is less compared to sowing in twin rows of -1499 kg ha⁻¹ or 12,40 %. The average yield increase in twin row sowing for all 5 hybrids is 12,51 % (1504 kg ha⁻¹). Analysis of variance revealed that there is a high significance between the factors "hybrids" and "sowing method" on grain yield as well as grain weight per cob. The mentioned factors did not have a statistically significant effect on the realization of the set of plants in sowing. Differences in grain moisture were also statistically significant only with the factor "hybrids".

Keywords: maize, standard sowing, twin row, yield, hybrids