

**Sustavi sjetve kao čimbenik prinosa zrna u proizvodnji suncokreta**

**Sowing Systems as a Factor of Grain Yield in Sunflower Production**

**Banaj, A., Banaj, Đ., Petrović, D., Stipešević, B., Tadić, V.**

**Poljoprivreda/Agriculture**

ISSN: 1848-8080 (Online)

ISSN: 1330-7142 (Print)

<https://doi.org/10.18047/poljo.27.2.11>



**Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Poljoprivredni institut Osijek**

Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, Agricultural Institute Osijek

# SUSTAVI SJETVE KAO ČIMBENIK PRINOSA ZRNA U PROIZVODNJI SUNCOKRETA

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

Izvorni znanstveni članak  
Original scientific paper

## SAŽETAK

*U radu su prikazani rezultati trogodišnjega istraživanja utjecaja sustava sjetve na prinos zrna, masu zrna po glavi, sklop i vlagu zrna jednoga srednje ranog hibrida suncokreta. Standardna sjetva obavljena je sijačicom PSK OLT na razmak redova od 70 cm, dok je sjetva u udvojene redove obavljena sijačicom MaterMacc Twin Row-2 na razmak redova od 22x48 cm. Obje sijačice podešene su prema ISO standardu 7256/1 i 7256/2 s visokim QFI indeksom (PSK OLT: 96,32 %; MaterMacc Twin Row-2: 93,93 %). Istraživanje je obavljeno na pokušalištu Gorjani na psudogleju teksturne oznake praškaste ilovače, sa slabo kiselom reakcijom i malom količinom humusa. Analizom varijance utvrđena je statistička značajnost sustava sjetve na prinos zrna i masu zrna po glavi suncokreta. Sjetva u udvojene redove ostvarila je za sve tri godine istraživanja veće prinose zrna: za 19,59 % u 2017., 19,11 % u 2018. i 18,45 % u 2019. godini. Na sklop biljaka nisu statistički značajno utjecali sustavi sjetve i vegetacijske godine, a vlaga zrna bila je statistički značajno različita između analiziranih godina istraživanja.*

*Ključne riječi: suncokret, standardna sjetva, sjetva u udvojene redove, prinos zrna, sijačica*

## UVOD

U Republici Hrvatskoj, u vegetacijskoj 2019. godini suncokret je uzgajan na 35 982 ha, od čega desetak tisuća hektara u Osječko-baranjskoj županiji. Ukupna proizvodnja zrna u 2019. godini iznosila je 106 555 t (Hrvatski zavod za statistiku, 2020.). Pozderović i sur. (2011.) navode da RH svojim iznimnim geografskim položajem, a posebno njezin istočni dio, ima povoljne klimatske uvjete i kvalitetno tlo za poljoprivrednu proizvodnju, uz mogućnost navodnjavanja obradivih površina. RH vlastitom proizvodnjom suncokreta zadovoljava samo oko 50 % domaćih potreba (Jukić i sur., 2017.) te postoji potreba za povećanjem proizvodnih površina ili prinosa. Rauf i sur. (2012.) navode da se suncokret smatra otpornom biljkom na sušu, ali kod nedostatka oborina u kritičnim fazama razvoja, tijekom intenzivnog porasta i zriobe, dolazi do smanjenja prinosa zrna i ulja. Autori Milošević i sur. (2015.) te González i sur. (2013.) navode da su prinosi zrna suncokreta te sadržaj ulja u zrnu u jakoj povezanosti s oborinama i temperaturama zraka tijekom perioda vegetacije. Suncokret je kultura

koja je vrlo osjetljiva na okolinske uvjete, navode Liović i sur. (2017.), prije svega na vodu, toplinu i svjetlo. U trogodišnjem istraživanju navode da oborine i temperature statistički značajno utječu na prinos zrna i sadržaj ulja kod ispitivanih hibrida suncokreta. Pospišil (2008.) konstatira da broj biljaka po hektaru i način sjetve ovise o hibridu i uvjetima uzgoja te da ekološki uvjeti mogu značajno modificirati komponente prinosa i fiziološke osobine suncokreta. Spomenuti autor navodi da sjetva kasnih hibrida u pregustome sklopu rezultira manjim glavama, manjim sjemenkama i manjim brojem sjemenaka, a sjetva u rjeđim sklopovima stvara veće mogućnosti za razvoj bolesti i polijeganje.

Navedenu tvrdnju opovrgavaju Ali i sur. (2012.) dvogodišnjim istraživanjem, u kojem navode da je veći prinos zrna ostvaren s razmakom zrna unutar reda od 20 cm (3 470 kg ha<sup>-1</sup>), za razliku od onoga s razmakom

*Dr. sc. Anamarija Banaj, prof. dr. sc. Đuro Banaj, Davor Petrović, dipl. ing., prof. dr. sc. Bojan Stipešević, izv. prof. dr. sc. Vjekoslav Tadić (vtadic@fazos.hr) – Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Vladimira Preloga 1, 31000 Osijek, Hrvatska*

od 30 cm (2 690 kg ha<sup>-1</sup>). U RH, Banaj i sur. (2018.) navode da se sjetva suncokreta u udvojene redove (*twin row*) obavlja na razmak redova od 70 i 75 cm. Ovisno o proizvođačima sijačica, udvojeni redovi siju se na međusobni razmak od 20, 22 ili 25 cm, a središnji razmak susjednih udvojenih redova iznosi 70 ili 75 cm, tako da se berba može obaviti standardnim beračima za suncokret. Također, Banaj i sur. (2019.) navode da se trenutačno na tržištu poljoprivredne tehnike mogu pronaći sijačice većega broja proizvođača s mogućnošću sjetve u udvojene redove od 20–25 cm.

Zarea i sur. (2005.) istraživali su utjecaj različitih tehnika sjetve i međurednoga razmaka odnosno sklopa na prinos zrna suncokreta. Suncokret je sijan u širokim redovima (75 cm), u standardnim redovima (50 cm), u *twin row* kvadratnoj sjetvi i u *twin row* cik-cak sjetvi sa sklopovima 6, 8 i 10 biljaka m<sup>2</sup>. Autori su utvrdili da se smanjenjem razmaka između redova povećava prinos. Također, rezultati su pokazali da su najveće prinose imali suncokreti posijani *twin row* sjetvom u cik-cak obliku pri sklopu od 8 biljaka m<sup>2</sup>. Slična istraživanja u južnoj Rumunjskoj proveli su Ion i sur. (2015.) i Viorel i sur. (2018.). Standardnu sjetvu obavili su na razmaku između redova od 50 i 70 cm te sjetvu u udvojene redove od 74/45 cm na dvama pokušajima. Najveći prinos tijekom 2013. na prvome pokušajima ostvaren je u udvojenim redovima od 4 055 kg ha<sup>-1</sup> te 4 355 kg ha<sup>-1</sup> s razmakom od 50 cm. Na drugome pokušajima, najveći prinos je ostvaren sa sklopom od 70 000 biljaka ha<sup>-1</sup>, s razmakom redova od 70 cm, odnosno 4 260 kg ha<sup>-1</sup> u 2013. i 4 466 kg ha<sup>-1</sup> u 2014. godini. U suprotnosti s navedenim istraživanjem iz Rumunjske su rezultati Zaffaronija i Schreitera (1991.), koji su istraživali utjecaj rasporeda biljaka i sklopa na prinos zrna s polupatu-

ljastim i standardnim hibridima suncokreta tijekom trogodišnjega istraživanja. Sklop je iznosio 35, 50 i 65 000 biljaka ha<sup>-1</sup>, a raspoređen je na sljedeće: standardne redove (76 cm između redova), uskorednu sjetvu (38 cm između redova) i sjetvu u udvojene redove (19 cm između udvojenih redova i 76 cm između glavnih redova). Prema navedenim čimbenicima, autori su zaključili da nema statistički značajnih razlika između hibrida, sklopova i razmaka redova na prinos zrna.

Proučavajući literaturne navode, jasno su vidljivi različiti i oprečni znanstveni zaključci vezani za problematiku sklopa, raspored biljaka po proizvodnoj površini i prinos zrna suncokreta. Stoga je zadatak i cilj ovoga istraživanja u zadanome agroekološkom okruženju trogodišnjim pokusom s različitim sustavima sjetve doći do zaključka kakav raspored i koji sklop biljaka ostvaruje najveći prinos zrna suncokreta.

## MATERIJAL I METODE RADA

### Karakteristike tla

Trogodišnje istraživanje (2017. – 2019.) provedeno je na pokušajima Gorjani (45°24'22,1" N 18°23'06,9" E). Na pokušajima prevladava tip tla pseudoglej na zaravni (pretežito antropogeniziran). Tlo prema teksturi pripada u praškaste ilovače, malo porozno, s osrednjim kapacitetom tla za vodu u oraničnome horizontu. Reakcija tla je slabo kisela, sa slabim udjelom humusa (2,55 %), ali s dobrim sadržajem fosfora (19,72 mg 100 g<sup>-1</sup>) i kalija (16,47 mg 100 g<sup>-1</sup>). Uz navedene značajke, ostale pedomorfološke značajke tla korištenoga u istraživanju prikazane su u Tablici 1.

**Tablica 1. Tip tla i njegova svojstva na području pokušajima Gorjani**

*Table 1. Soil type and its characteristics on the Gorjani experimental field*

Lokacija / Location Gorjani 0-30	Dubina / Depth (cm) H <sub>2</sub> O	pH		Humus	
		KCl	Ocjena / Evaluation	Ocjena / Evaluation Slabo humozno / Poorly humus	2,55 %
6,42		6,04	Slabo kiselo / Slightly acidic		
Karbonati / Carbonates		AL-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		AL-K <sub>2</sub> O	
1,26 %	Ocjena / Evaluation	19,72 mg 100 g <sup>-1</sup>	Ocjena / Evaluation	16,48 mg 100 g <sup>-1</sup>	HK / HA cmol (+) kg <sup>-1</sup> 2,63
	Slabo karbonatno / Slightly carbonate		Dobra / Good	Dobra / Good	
Tekstura tla / Soil texture (mm)					
Glina / Clay	Sitni prah / Fine silt	Krupni prah / Coarse silt	Sitni pijesak / Fine sand	Krupni pijesak / Coarse sand	Teksturna oznaka / Texture index Pr1 – Praškasta ilovača / Silty loam
< 0,002	0,002-0,02	0,02-0,05	0,05-0,2	0,2-2,0	
18,28 %	36,26 %	41,66 %	2,61 %	1,2 %	

### Agrotehnika i agrometeorološki uvjeti proizvodnje

Hibrid suncokreta korišten u istraživanju svrstava se u grupu srednje ranih hibrida, s dužinom vegetacije od 110 do 130 dana. Radi smanjenja utjecaja oblika sjemena i skidača viška sjemena na kvalitetu sjetve

obavljena su laboratorijska mjerenja dimenzija sjemena. Sjeme je srednje dugačko, s prosječnom vrijednošću od 9,581 mm, odnosno s pouzdanošću od 95 % možemo očekivati dužinu sjemenaka od 9,336 do 9,825 mm. Utvrđena širina sjemenaka bila je 5,049 mm, a debljina

4,088 mm. Apsolutna masa iznosila je 59,16 g, a vlažnosti sjemena 7,2 %. Primjenjena gnojdba suncokreta bila je jednaka u svim godinama istraživanja 94 kg N ha<sup>-1</sup>, 60 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i 90 kg K<sub>2</sub>O. Zaštita od korova i bolesti je obavljena *Frontierom* 900 EC (1,2 l ha<sup>-1</sup>), *Racerom* 25-EC

(2 l ha<sup>-1</sup>) te *Pictorom* (0,5 l ha<sup>-1</sup>). Sjetva je obavljena od 10. do 14. travnja, a žetva od 31. kolovoza do 10. rujna. Uvjeti proizvodnje suncokreta na pokušalištu Gorjani prikazani su u Tablici 2. (Podatci preuzeti od DHMZ-a, Meteorološka postaja Osijek-Čepin).

**Tablica 2. Srednje mjesečne temperature zraka (°C) i ukupne mjesečne količine oborine (mm)**

**Table 2. Mean air temperature (°C) and total monthly precipitation (mm)**

Mjesec / Month	Godina / Year							
	2017.		2018.		2019.		1998.-2018.	
	T <sub>z</sub> (°C)	O (mm)	T <sub>z</sub> (°C)	O (mm)	T <sub>z</sub> (°C)	O (mm)	T <sub>z</sub> (°C)	O (mm)
I.	-5,1	25,2	4,5	61,7	0,5	42,4	-0,6	45,4
II.	4,2	74,4	0,6	70,2	4,2	26,8	1,3	42,7
III.	9,5	67,6	4,6	83,4	9,1	8,4	6,3	45,7
IV.	11,3	49,7	16,5	21,0	12,8	68,6	11,6	57,8
V.	17,5	50,6	20,0	27,4	14,0	150,8	16,6	70,3
VI.	22,4	45,5	21,0	126,8	23,1	112,8	19,8	82,4
VII.	23,5	64,0	22,1	131,6	22,6	57,4	21,7	61,3
VIII.	23,7	30,0	23,6	36,3	23,4	82,2	20,9	58,8
IX.	16,1	80,3	17,4	27,1	17,5	75,0	16,7	55,5
X.	11,8	68,7	14,0	12,2	13,0	32,3	11,3	59,5
XI.	6,7	33,0	7,3	25,2	10,1	57,1	5,8	59,8
XII.	3,6	51,7	1,4	26,7	4,0	44,9	1,3	53,7
Prosjeck/Mean IV. – IX.	19,08		20,10		18,90		17,88	
Ukupno/Total IV. – IX.		320,10		370,20		546,80		386,10
Prosjeck/Mean I. – XII.	12,10		12,75		12,85		11,05	
Ukupno/Total I. – XII.		640,60		649,60		758,70		692,90

Izvor: DHMZ (2020.): T<sub>z</sub> – temperatura zraka (°C); O – oborine (mm); IV. – IX. – vegetacija suncokreta

Source: DHMZ (State Hydrometeorological Institute): T<sub>z</sub> – air temperature (°C); O – precipitation (mm); IV – IX – sunflower vegetation

### Čimbenici istraživanja i teorijsko iskorištenje tla

Poljsko istraživanje postavljeno je kao dvofaktorijski pokus u četiri repeticije, sa sljedećim osnovnim tretmanima: čimbenik godine istraživanja s trima podrazinama, 2017., 2018. i 2019. godina, i sustav sjetve s dvjema podrazinama, standardna sjetva i sjetva u udvojene redove ili trake (engl. *twin row*). Za sjetvu pokusne

parcele na razmak redova od 70 cm korištena je pneumatska podtlačna sijačica *PSK OLT Osijek* za standardni način sjetve. Ovom sjetvom može se zasijati 142 reda dužine 100 m na površini od 1 ha. Sjetva u udvojene redove obavljena je sijačicom tvrtke *MaterMacc Twin Row-2* s razmakom redova od 22 x 48 cm, uz ostvarenje 284 reda dužine 100 m na površini od 1 ha (Tablica 3.).

**Tablica 3. Iskorištenje vegetacijskoga prostora pri različitim sustavima sjetve suncokreta**

**Table 3. Utilization of vegetation space in different sunflower sowing systems**

Sklop biljaka / Plant density (ha <sup>-1</sup> )	Standardna sjetva / Standard sowing (70 cm)			Sjetva u udvojene redove / Twin row sowing (22 cm)		
	Razmak biljaka unutar reda / Spacing of plants within a row (cm)	Teorijsko iskorištenje tla po biljci / Theoretical soil utilization per plant (cm <sup>2</sup> )	Iskorištenje tla ha <sup>-1</sup> / Soil utilization per hectare (%)	Razmak biljaka unutar reda / Spacing of plants within a row (cm)	Teorijsko iskorištenje tla po biljci / Theoretical soil utilization per plant (cm <sup>2</sup> )	Iskorištenje tla ha <sup>-1</sup> / Soil utilization per hectare (%)
55 000	25,80	522,79	28,75	51,63	903,53	49,69
60 000	23,70	441,15	26,47	47,33	819,98	49,20
65 000	21,80	373,25	24,26	43,69	754,93	49,07

Prije sjetve u polju obavljeno je laboratorijsko ispitivanje sijačica primjenom standardiziranih metoda (*ISO standard 7256/1 i 7256/2*) za utvrđivanje najpovoljnijih položaja skidača viška sjemena. Ocjena kvalitete rada

prema navedenim standardima analizirana je primjenom kvalitativnih indeksa, pri čemu je glavna pozornost usmjerena na *QFI* indeks (engl. *quality of feed indeks* - postotni udio razmaka >0,5 - <1,5 predviđenoga

razmaka). Simulacija sjetve pri različitim položajima skidača viška sjemena obavljena je pri brzini gibanja sijačica od 5 km h<sup>-1</sup>. Podešavanje položaja skidača viška sjemena obavljeno je za dvije sijačice korištene u istraživanju: za standardnu sjetvu sijačica *PSK OLT* te sijačica *MaterMacc Twin Row-2* za sjetvu u udvojene redove.

Simulacija sjetve za sijačicu *PSK OLT* obavljena je pri prijenosnome omjeru voznoga pneumatika i sjetvene ploče  $i=0,5777$ , sa sjetvenom pločom  $n=18$  i  $\phi$  3,5 mm. Najpovoljniji položaj skidača viška zabilježen je na orijentacijskome tvorničkom položaju broj 15, odnosno kod udaljenosti zadnjega (petog) vrha zuba skidača viška sjemena od sredine otvora sjetvene ploče ( $\phi$  3,5 mm) za 1 mm. Simulacija je provedena kod dinamičkoga promjera pogonskoga kotača  $D_d=62,10$  cm, pri čemu je utvrđen teorijski razmak zrna od 18,75 cm, odnosno 5,33 biljke po metru. Simulacija sjetve sijačicom *MaterMacc Twin Row-2* obavljena je sjetvenom pločom  $n=12$  i  $\phi$  3,5 mm kod prijenosnoga omjera  $i=0,3398$ , uz tvornički položaj skidača na broju 6, odnosno kod udaljenosti predzadnjega (dvanaestog) vrha zuba skidača viška sjemena od sredine otvora sjetvene ploče za 1,20 mm. Simulacija je obavljena pri dinamičkome promjeru pogonskoga kotača  $D_d=47,8$  cm, pri čemu je ostvaren teorijski razmak zrna u sjetvi od 36,82 cm.

### Statistička obrada podataka

Statistička obrada podataka obavljena je softverskim paketom *SAS Enterprise Guide 7.1* bez transformacije podataka. U statističkoj obradi podataka korištena je analiza varijance (*ANOVA*) za dva čimbenika istraživanja (vegetacijska godina i sustav sjetve) u četiri ponavljanja. Nakon određivanja statističkih značajnosti glavnih čimbenika, utvrđene su značajnosti između podčimbenika istraživanja *LSD* testom ( $\alpha=0,05$ ): prinos zrna, sklop biljaka ha<sup>-1</sup>, masa zrna po glavi i vlaga zrna. Uz navedeno, u Tablici 4. prikazani su prosječni rezultati sklopa i prinosa s deskriptivnom statistikom.

## REZULTATI I RASPRAVA

Praćenjem vremenskih prilika može se vidjeti da je 2017. godina bila sušnija i toplija od višegodišnjega prosjeka (66,0 l m<sup>2</sup> manje u vegetacijskome periodu), dok je 2019. godina bila vlažnija, sa 160,7 l m<sup>2</sup> više od

prosjeka (prosječna temperaturom zraka od 18,90 °C). Vegetacijska 2018. godina može se svrstati u višegodišnji prosjek, s prosječnom temperaturom zraka od 20,10 °C i s 370,2 l m<sup>2</sup> oborina u vegetacijskome razdoblju. Temeljem *ISO standarda 7256/1 i 7256/2*, u laboratoriju je utvrđena kvaliteta rada sijačica radi smanjenja utjecaja sustava sjetve u daljnjim poljskim ispitivanjima. Glavni čimbenik navedenoga standarda predstavlja *QFI*, koji mora iznositi preko 90,4 % da bi se sijačica svrstala u razred pouzdanih (Kachman i Smith 1995.). Ovim istraživanjem *QFI* za sijačicu *PSK OLT* iznosio je 96,32 % te 93,93 % za sijačicu *MaterMaccTwin Row-2*. Slične rezultate navode Fanigliulo i Pochi (2011.), pri čemu je *QFI* indeks u njihovu istraživanju iznosio 99,5 i 96,5 %, ovisno o brzini gibanja sijačice. Banaj i sur. (2018.) koriste se istim sijačicama kao i u ovome istraživanju, ali s drugim hibridom suncokreta, te također ostvaruju vrlo visoke *QFI* indekse (*PSK OLT* - 94,11 % te *MaterMacc Twin Row-2* - 82,44 do 84,98 %). Vrlo je važno obratiti pozornost na razlike između teorijskoga sjetvenog sklopa, utvrđenoga matematičkim izračunom (međuredni razmak i teorijski razmak unutar reda) i stvarnoga sjetvenog sklopa utvrđenoga u polju. Teorijski sklop za standardnu sjetvu iznosi 75 733 biljaka ha<sup>-1</sup>, dok za sjetvu u udvojene redove iznosi 77 131 biljaka ha<sup>-1</sup>, a stvarno izmjereni sklopovi prikazani su u Tablici 4. Iako su sijačice podešene s velikom točnošću (*QFI* za sijačicu *PSK OLT* iznosi 96,32 %, a za *MaterMacc* 93,93 %), ipak se ostvaruju velike razlike između navedenih sklopova. U konačnici, nakon podešavanja i simulacijom sjetve u laboratorijskim uvjetima, sijačica *PSK OLT* ostvaruje prosječni razmak unutar reda od 19,09 cm ili 1,84 % više od očekivanoga teorijskoga razmaka, što rezultira smanjenjem sklopa pri sjetvi za 749 biljaka ha<sup>-1</sup>. Prema *ISO* standardu, s 95 % pouzdanosti može se očekivati vrijednost razmaka unutar reda od 18,92 do 19,27 cm. Kod sijačice *MaterMaccTwin Row-2* u laboratorijskim uvjetima dobiven je prosječni razmak u sjetvi od 38,01 cm ili 3,13 % više od teorijskoga, pri čemu dolazi do smanjenja sklopa za 2 426 biljaka ha<sup>-1</sup>. Kod ove sijačice s 95 % pouzdanosti može se očekivati vrijednost razmaka unutar reda od 37,66 do 40,72 cm. Slične rezultate s proučavanjem razlika između teorijskoga i stvarnog sklopa pri sjetvi kukuruza dobila je Banaj, (2020.), pri čemu su utvrđene slične razlike.

**Tablica 4. Rezultati prosječnih vrijednosti sklopa (biljaka ha<sup>-1</sup>) i prinosa zrna (kg ha<sup>-1</sup>)**

Table 4. Results of average values of plant density (ha<sup>-1</sup>) and grain yield (kg ha<sup>-1</sup>)

Mjerena vrijednost / Measured value	Standardna sjetva <sup>1</sup> / Standard sowing			Sjetva u trake; udvojene redove <sup>2</sup> / Twin row sowing		
	Sklop biljaka u vrijeme berbe (ha <sup>-1</sup> ) / Plant density in harvest (ha <sup>-1</sup> ) <sup>1</sup>					
	2017.	2018.	2019.	2017.	2018.	2019.
$\bar{x}$	61 983	61 663	62 799	63 545	63 616	63 190
$\sigma$	1 566,30	2 145,33	2 829,03	2 425,11	1 159,43	2 289,68
C. V. (%)	2,53	3,48	4,50	3,82	1,82	3,62
Prinosi zrna u žetvi (kg ha <sup>-1</sup> ; vlažnost 10 %) / Grain yield in harvest (kg ha <sup>-1</sup> ; moisture 10 %)						
$\bar{x}$	4 170	4 145	4 271	4 987	4 937	5 059
$\sigma$	156,70	148,94	159,29	169,30	99,41	202,48
C. V. (%)	3,76	3,59	3,73	3,40	2,01	4,00

<sup>1</sup> Teorijski sklop biljaka za standardnu sjetvu = 75 733 biljaka ha<sup>-1</sup> / Theoretical plant density for standard sowing = 75 733 plants ha<sup>-1</sup>;

<sup>2</sup> Teorijski sklop biljaka za sjetvu u udvojene redove = 77 131 biljaka ha<sup>-1</sup> / Theoretical plant density for twin row sowing = 77 131 plants ha<sup>-1</sup>

U standardnoj sjetvi 2017. godine (Tablica 4.) ostvaren je prosječni sklop od 61 983 biljaka ha<sup>-1</sup>, s prosječnim prinomom zrna od 4 170 kg ha<sup>-1</sup>, dok je sjetvom u udvojene redove zabilježen prinos od 4 987 kg ha<sup>-1</sup> ili 19,59 % više. Sjetva u udvojene redove 2018. godine sa sklopom od 63 616 biljaka ha<sup>-1</sup> ostvarila je prinos od 4 937 kg ha<sup>-1</sup> ili 19,11 % više u odnosu na standardnu. U standardnoj sjetvi 2019. godine zabilježen je prinos od 4 271 kg ha<sup>-1</sup> u sklopu od 62 799 biljaka ha<sup>-1</sup>, a u sjetvi u udvojene redove ostvaren je prosječni prinos od 5 059 kg ha<sup>-1</sup>, odnosno 18,45 % više, što je u suglasju s istraživanjem Diepenbrocka i sur. (2001.), koji su zaključili da se boljim rasporedom

biljaka na površini bolje iskorišćuje i vlaga u tlu jer biljke suncokreta imaju nerazgranati, vretenasti korijen, sa samo jednom centralnom osi. Liović i sur. (2017.) navode da se u standardnoj sjetvi (cca. 62 000 biljaka ha<sup>-1</sup>) ostvario prosječni prinos zrna od 5,27 t ha<sup>-1</sup> za hibrid *OS-H-3* i 6,95 t ha<sup>-1</sup> za hibrid *Matej*. Černý i sur. (2013.) navode da su dobili statistički značajno veći prinos zrna i sadržaj ulja u standardnoj sjetvi u godini s manje oborina i većom temperaturom zraka. Ion i sur. (2015.) navode da su u svojem istraživanju pri sjetvi s razmakom redova od 70 cm ostvarili prinos od 3 710 kg ha<sup>-1</sup>, dok je prinos s užim redovima iznosio 3 556 kg ha<sup>-1</sup> ili 4,15 % manje.

**Tablica 5. Analiza varijance za glavne čimbenike istraživanja ( $\alpha=0,05$ )**

Table 5. Analysis of variance for the main research properties ( $\alpha=0,05$ )

ANOVA	Prinos zrna / Grain yield (kg ha <sup>-1</sup> )		Sklop biljaka / Plant density (ha <sup>-1</sup> )		Masa zrna po glavi / Grain mass per head (g)		Vlaga / Moisture (%)	
	F – test	p	F – test	p	F – test	p	F – test	p
Sustav sjetve / Sowing system	152,52*	< ,0001	0,08 n.s.	0,9254	143,71*	< ,0001	2,54 n.s.	0,1287
Godina / Year	1,28 n.s.	0,3016	1,66 n.s.	0,2140	0,95 n.s.	0,4035	23,12*	< ,0001
Sustav sjetve*Godina / Sowing system*Year	0,02 n.s.	0,9804	0,24 n.s.	0,7883	0,31 n.s.	0,7399	5,38*	0,0148

Analizom varijance (Tablica 5.) utvrđeno je da nema statistički značajnoga utjecaja vremenskih prilika (čimbenik godine) i sustava sjetve na sklop biljaka, što je bilo i očekivano, jer su obje sijačice podešene na približan teorijski sklop te brzinu i dubinu sjetve.

Statistička značajnost ostvarena je za prinos zrna sa sustavom sjetve te za masu zrna po glavi suncokreta. Vegetacijske godine uzgoja, kao i interakcija sustav sjetve \* godina, su statistički značajano utjecali na vlagu zrna.

**Tablica 6. LSD<sub>0,05</sub> test za glavna svojstva istraživanja prema godinama istraživanja ( $\alpha=0,05$ )**

Table 6. LSD<sub>0,05</sub> test for the main research properties according to the research year ( $\alpha=0,05$ )

Svojstvo / Property	2017. godina ( $\bar{x}$ )		2018. godina ( $\bar{x}$ )		2019. godina ( $\bar{x}$ )	
	Sjetva u trake / Twin row sowing	Standardna sjetva / Standard sowing	Sjetva u trake / Twin row sowing	Standardna sjetva / Standard sowing	Sjetva u trake / Twin row sowing	Standardna sjetva / Standard sowing
Prinos zrna (kg ha <sup>-1</sup> ) / Grain yield (kg ha <sup>-1</sup> )	4 986,50 <sup>A</sup>	4 169,80 <sup>B</sup>	4 936,91 <sup>A</sup>	4 145,00 <sup>B</sup>	5 058,60 <sup>A</sup>	4 271,30 <sup>B</sup>
Sklop biljaka / Plant density (ha <sup>-1</sup> )	63 190 <sup>A</sup>	61 983 <sup>A</sup>	63 616 <sup>A</sup>	61 664 <sup>A</sup>	63 190 <sup>A</sup>	62 800 <sup>A</sup>
Masa zrna po glavi / Grain mass per head (g)	78,96 <sup>A</sup>	67,28 <sup>B</sup>	77,61 <sup>A</sup>	67,30 <sup>B</sup>	80,06 <sup>A</sup>	68,04 <sup>B</sup>
Vlaga zrna / Grain moisture (%)	12,05 <sup>A</sup>	11,95 <sup>A</sup>	12,60 <sup>A</sup>	11,07 <sup>B</sup>	10,32 <sup>A</sup>	9,90 <sup>A</sup>

Uvidom u Tablicu 6. zamjećuje se da je statistički značajno veći prinos zrna ostvaren sjetvom u udvojene redove (*twin row*) za sve godine istraživanja – u 2017. za 19,59 %, u 2018. za 19,11 % te u 2019. za 18,43 %. Slična dinamika utvrđena je i za masu zrna

po glavi suncokreta – u 2017. za 17,36 %, u 2018. za 15,32 % te u 2019. za 17,67 %. Razlika između sklopova biljaka nije utvrđena niti u jednoj godini istraživanja, dok je značajna razlika u vlazi zrna utvrđena u 2018. (13,82 %).

**Tablica 7. LSD<sub>0,05</sub> test ostvarenih razlika između svojstava istraživanja – sustav sjetve ( $\alpha=0,05$ )**Table 7. LSD<sub>0,05</sub> test of achieved differences between properties – sowing system ( $\alpha=0,05$ )

Svojstvo / Property	Sjetva u trake ( $\bar{x}$ ) / Twin row sowing	Standardna sjetva ( $\bar{x}$ ) / Standard sowing
Prinos zrna / Grain yield (kg ha <sup>-1</sup> )	4 994,03 <sup>A</sup>	4 195,33 <sup>B</sup>
Sklop biljaka / Plant density (ha <sup>-1</sup> )	63 332 <sup>A</sup>	62 148 <sup>A</sup>
Masa zrna po glavi / Grain mass per head (g)	78,87 <sup>A</sup>	67,54 <sup>B</sup>
Vlaga zrna / Grain moisture (%)	11,51 <sup>A</sup>	11,11 <sup>A</sup>

Prema Tablici 7., ako se sve godine istraživanja uprosječe, dobivaju se slični rezultati kao i u Tablici 6., to jest statistički značajna razlika ostvarena je za svojstvo prinosa zrna (19,04 %) i masu zrna po glavi suncokreta (16,78 %). Ostala svojstva ne pokazuju statističke značajnosti na razini  $\alpha=0,05$ .

## ZAKLJUČAK

Sijačice korištene u eksploataciji iznimno točno su podešene u laboratorijskim uvjetima, s visokim QFI indeksima, te su gubitci u sklopu minimalni (PSK OLT: 749 biljaka ha<sup>-1</sup>; MaterMacc Twin Row-2: 2 426 biljaka ha<sup>-1</sup>). Ostale čimbenike koji utječu na ostvarenu razliku između teorijskoga i stvarnog sklopa tijekom berbe treba potražiti u klijavosti sjemena, pojavi bolesti tijekom klijanja/nicanja, polijeganju biljaka, pojavi različitih sila stohastičnoga karaktera koje utječu na sjetveni aparat, pripremi tla za sjetvu i tako dalje. Analizom varijance utvrđeno je da nema statistički značajnoga utjecaja vegetacijske godine i sustava sjetve na sklop biljaka, što je bilo i očekivano, jer su sijačice iznimno točno podešene na zadane parametre. Statistička značajnost sustava sjetve utvrđena je za prinos zrna i masu zrna po glavi suncokreta, dok su vegetacijska godina i interakcija sustav sjetve \* godina statistički značajno utjecali na vlagu zrna. Prema navedenom, može se zaključiti da je za svaku godinu istraživanja sjetva u udvojene redove ostvarila statistički značajno veće prinose zrna, i to za 19,59 % u 2017., 19,11 % u 2018. i 18,45 % u 2019. godini. Ovim istraživanjem potvrdila se hipoteza predstavljena u uvodu, prema kojoj sjetva u udvojene redove ostvaruje statistički značajno veći prinos zrna suncokreta u odnosu na standardnu sjetvu. Navedena tvrdnja, koja je dokazana za specifične uvjete trogodišnjega istraživanja na pokušalištu Gorjani, može se tražiti u boljim vegetacijskim uvjetima za sjetvu u udvojene redove (bolje iskorištenje vegetacijskoga prostora, bolje iskorištenje hraniva i vode, manja kompeticija biljaka, veći intenzitet fotosinteze i dr.). Stoga bi se ovakav tip istraživanja trebao nastaviti u idućim godinama, s većim brojem hibrida i lokacija, kako bi se potvrdio benefit sjetve u udvojene redove za šire agroekološko područje istočne Hrvatske.

## LITERATURA

- Ali, A., Ahmad, A., Khaliq, T., & Akhtar, J. (2012). Planting density and nitrogen rates optimization for growth and yield of sunflower (*Helianthus Annuus* L.) hybrids. *The Journal of Animal & Plant Sciences*, 22(4), 1070-1075.
- Banaj, A. (2020). *Kvaliteta rada pneumatskih sijačica s podtlakom pri različitim sustavima sjetve kukuruza* (Doctoral dissertation, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek. Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek. Department for mechanization in agriculture).
- Banaj, A., Banaj, Đ., Tadić, V., Petrović, D., & Knežević, D. (2018). Comparison of standard and twin row seeding on sunflower yield. In *Proceedings 46th International Symposium: Actual tasks on agricultural engineering*, Opatija, Croatia, 27th February-1st March, 2018 (pp. 79-88). University of Zagreb, Faculty of Agriculture.
- Banaj, A., Banaj, Đ., Tadić, V., Petrović, D., & Stipešević, B. (2019). Utjecaj sustava sjetve na prinos zrna kukuruza različitih FAO grupa. *Poljoprivreda*, 25(2), 62-70. <https://doi.org/10.18047/poljo.25.2.9>
- Černý, I., Veverková, A., Kovár, M., & Mátyás, M. (2013). The variability of sunflower (*Helianthus annuus* L.) yield and quality influenced by wheater conditions. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 61(3), 595-600. <http://dx.doi.org/10.11118/actaun201361030595>
- Diepenbrock, W., Long, M., & Feil, B. (2001). Yield and quality of sunflower as affected by row orientation, row spacing and plant density. *Die Bodenkultur*, 52(1), 29-36.
- Državni zavod za statistiku: Žetvena površina, proizvodnja i prirod oraničnih usjeva u hektarima, tonama i t/ha, <https://www.dzs.hr/>. Pristupljeno: 21. prosinca 2020.
- Fanigliulo, R., & Pochi, D. (2011). Air-Flow Distribution Efficiency of a Precision Drill Used in the Sowing of Different Graded Seeds. *Journal of Agricultural Science and Technology B*, 1(5), 655-662.
- González, J., Mancuso, N., & Ludueña, P. (2013). Sunflower yield and climatic variables. *Helia*, 36(58), 69-76. <http://dx.doi.org/10.2298/HEL1358069G>
- International standard ISO 7256/1; 7256/2: Sowing equipment, Test methods; Part 1: Single seed drills (precision drills); Part 2: Seed drills for sowing in lines, Geneva, Switzerland, 7256/2, 1984.

11. Ion, V., Dicu, G., Basa, A. G., Dumbrava, M., Temocico, G., Epure, L. I., State, D. (2015). Sunflower Yield and Yield Components under Different Sowing Conditions. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 6, 44-51. <https://doi.org/10.1016/j.aaspro.2015.08.036>
12. Jukić, G., Mijić, Z., Šunjić, K., Varnica, I., & Mijić, E. (2017). Utjecaj lokacije i godine na prinos ulja novijih hibrida suncokreta. *Sjemenarstvo*, 30(1-2), 5-10.
13. Kachmann, S. D., & Smith, J. A. (1995). Alternative measures of accuracy in plant spacing for planters using single seed metering. *Transaction of the American Society of Agricultural Engineers*, 8(2), 379-387.
14. Liović, I., Mijić, A., Markulj Kulundžić, A., Duvnjak, T., & Gadžo, D. (2017). Utjecaj vremenskih uvjeta na urod zrna, sadržaj ulja i urod ulja novih OS hibrida suncokreta. *Poljoprivreda*, 23(1), 34-39. <http://dx.doi.org/10.18047/poljo.23.1.6>
15. Milošević, D., Savic, S.M., Stojanovic, V., & Popov-Raljic, J. (2015). Effects of precipitation and temperatures on crop yield variability in Vojvodina (Serbia). *Italian Journal of Agrometeorology - Rivista Italiana di Agrometeorologia*, 20(3), 35-46.
16. Pospišil, M. (2008). Sjetva suncokreta. *Glasnik zaštite bilja*, 4, 95-100.
17. Pozderović, A., Pichler, A., & Paragović, K. (2011). Proizvodnja, uvoz, izvoz i potrošnja hrane u Republici Hrvatskoj od 1997. do 2010. *Zbornik sažetaka—Okolišno prihvatljiva proizvodnja kvalitetne i sigurne hrane*, 13-14.
18. SAS Enterprise Guide 7.1, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
19. Rauf, A., Maqsood, M., Ahmad, A., & Gondal, S. A. (2012). Yield and oil content of sunflower (*Helianthus annuus* L.) as influence by spacing and reduced irrigation condition. *Journal of Crop Production*, 1, 41-45
20. Viorel, I. O. N., Adrian Gheorghe, B. A. Ş. A., & Marin DUMBRAVĂ, L. I. E. (2018). Results regarding yield components and grain yield at sunflower under different row spacing and nitrogen fertilisation conditions. *SCIENTIFIC PAPERS*, 247.
21. Zaffaroni, E., & Schreiner, A. A. (1991). Sunflower production as influenced by plant type, plant-population, and row arrangement. *Agronomy Journal*, 83(1), 113-118. <http://dx.doi.org/10.2134/agronj1991.00021962008300100027x>
22. Zarea, M. J., Ghalavand, A., & Daneshian, J. (2005). Effect of planting patterns of sunflower on yield and extinction coefficient. *Agronomy for sustainable development*, 25(4), 513-518. <http://dx.doi: 10.1051/agro:2005052>

## SOWING SYSTEMS AS A FACTOR OF GRAIN YIELD IN SUNFLOWER PRODUCTION

### SUMMARY

**The paper presents the results of a triennial study of the sowing system influence on the yield, grain weight per head, plant set per ha and of the grain moisture of a medium-early sunflower hybrid. Standard sowing was performed with the PSK OLT sowing machine at a row spacing amounting to 70 cm, while a twin row sowing was performed with the MaterMacc Twin Row-2 sowing machine at a row spacing of 22x48 cm. Both sowing machines were adjusted according to the ISO standard 7256/1 and 7256/2, with a high QFI index (PSK OLT: 96.32 %; MaterMacc Twin Row-2: 93.93 %). The research was conducted at the Gorjani Experimental Field on pseudogley bearing the textured markings of a silty loam, with a weak acid reaction and a small amount of humus. An analysis of variance determined a statistical significance of the sowing system on the grain yield and the grain mass per sunflower head. Sowing in twin rows achieved the higher yields for all three research years : 19.59% in 2017, 19.11% in 2018, and 18.45% in 2019. Plant density was not statistically significantly affected by the sowing systems and vegetation year, but the grain moisture was statistically significantly different between the analyzed research years.**

**Keywords:** sunflower, standard sowing, twin row sowing, yield, sowing machine

(Primljeno 7. siječnja 2021.; prihvaćeno 2. studenoga 2021. – Received on January 7, 2021; accepted on November 2, 2021)