

Utjecaj frakcija zrna kukuruza i tehničkih čimbenika podešavanja na kvalitetu rada sijačice PSK4

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

Source / Izvornik: **Poljoprivreda, 2021, 27, 11 - 21**

Journal article, Published version

Rad u časopisu, Objavljena verzija rada (izdavačev PDF)

<https://doi.org/10.18047/poljo.27.1.2>

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:002109>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-08-16**



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 frakcija zrna kukuruza i tehničkih čimbenika podešavanja na kvalitetu rada sijačice PSK4

The Impact of Maize Fraction and Technical Adjustment Factors on the Working Quality of the PSK4 Sowing Machine

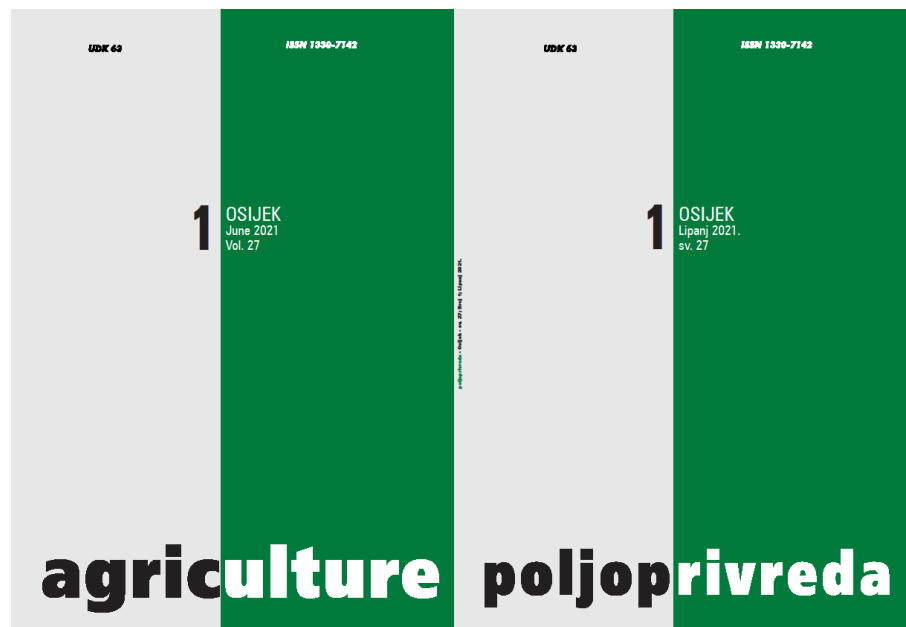
Banaj, A., Banaj, Đ., Petrović, D., Stipešević, B., Tadić, V.

Poljoprivreda/Agriculture

ISSN: 1848-8080 (Online)

ISSN: 1330-7142 (Print)

<https://doi.org/10.18047/poljo.27.1.2>



Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Poljoprivredni institut Osijek

Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, Agricultural Institute Osijek

UTJECAJ FRAKCIJA ZRNA KUKURUZA I TEHNIČKIH ČIMBENIKA PODEŠAVANJA NA KVALITETU RADA SIJAČICE PSK4

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

Izvorni znanstveni članak
Original scientific paper

SAŽETAK

U radu su prikazani rezultati kvalitete sjetve pri simulaciji na ispitnome stolu. Utvrđivanje kvalitete rada sijačice prikazano je s pomoću koeficijenta kvalitete sjetve (ISO standard 7256/1 i 7256/2), odnosno MISS, MULT i QFI indeksa. Ispitan je utjecaj četiriju različitih frakcija sjemena kukuruza dvaju hibrida na kvalitetu sjetve. Simulacija sjetve obavljena je s različitim tehničkim čimbenicima podešavanja sijačice na ispitnome stolu (dva podtlaka, tri radne brzine sijačice i četiri položaja skidača viška sjemena). Provedenom simulacijom sjetve utvrđena je statistički značajna razlika utjecaja različitih oblika/frakcija zrna, položaja skidača sjemena, podtlaka i radne brzine sijačice na razmak zrna unutar reda prilikom sjetve oba istraživana hibrida. Podtlačna sijačica PSK4 ostvarila je na ispitnome stolu pri radnoj brzini od 4 km ha⁻¹ i položaju skidača sjemena na oznaci 10 visoke koeficijente kvalitete sjetve te se temeljem ostvarenoga QFI indeksa >98,6% može svrstati u grupu vrlo dobrih sijačica. Nadalje, pri upotrebi hibrida H₁ ostvaren je prosječni razmak zrna u sjetvi unutar reda od 19,60 cm, koji osigurava sjetvu od 72.448 biljaka ha⁻¹, dok je sjetvom hibrida H₂ ostvaren prosječni razmak sjetve od 19,51 cm (72.831 biljaka ha⁻¹). LSD_{0,05} testom utvrđena je statistički značajna razlika razmaka zrna unutar reda između navedenih hibrida.

Ključne riječi: kukuruz, sjetva, podtlačna sijačica, frakcije sjemena, razmak zrna unutar reda

UVOD

Sjetvi kukuruza treba posvetiti veliku pozornost jer čini jedan od bitnijih koraka u cjelokupnoj proizvodnji. Na kvalitetu sjetve utječu sljedeći čimbenici: odabir hibrida (zrno, silaža, klip), željeni sklop, izbor i podešavanje sijačice (s obzirom na preporučeni sklop), rokovi sjetve, dubina sjetve, te brzina gibanja sijačice tijekom sjetve (Banaj i sur., 2019.a; 2019.b). Adekvatna priprema i podešavanje sijačice prije sjetve u današnjim uvjetima proizvodnje predstavlja važan čimbenik za uspješnu sjetvu (Tadić i sur., 2017.; Banaj i sur., 2018.). Nakon odabira hibrida i podešavanja prijenosnoga odnosa, potrebno je podesiti skidač sjemena s obzirom na oblik i veličinu zrna koje sijemo. Berus (2010.) navodi da je zadovoljavajuća podešenost skidača viška sjemena ako je postotak isijavanja veći od 95%. Međutim, u ovome se

postotku nalaze udvojene sjemenke koje negativno utječu na ostvarenje zadanoga sklopa. Pojavu udvojenih sjemenaka na otvoru sjetvene ploče, kao i praznih mjesta, istraživali su Schrödl (1993.) i Berus (2010.). Navedeni autori zaključuju da postotak veći od 5% praznih mjesta ili udvojenih sjemenaka zahtjeva ponovno podešavanje sijačice. Fanigliulo i Pochi (2011.) navode da je ujednačen razmak sjemena u sjetvi temeljni čimbenik kvalitete rada i ostvarenja prinosa za mnoge poljoprivredne kulture. Prema autorima Banaju i sur. (2017.) i Laueru (2001.), nedostatak od 7 do 10% biljaka u odnosu na planirani

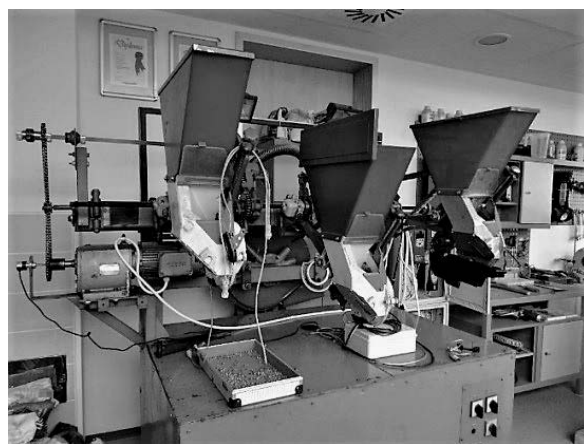
Dr. sc. Anamarija Banaj, prof. dr. sc. Đuro Banaj, dr. sc. Davor Petrović, znanstveni suradnik, prof. dr. sc. Bojan Stipešević, izv. prof. dr. sc. Vjekoslav Tadić (vtadic@fazos.hr) – Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Vladimira Preloga 1, 31000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

sklop u vrijeme berbe može se pripisati lošim podešavanjem sijačice i nepravilnim odabirom tehničkih čimbenika sjetve. Velik problem pri sjetvi s pneumatskim sijačicama jest nedostatak podataka za podešavanje podtlaka s obzirom na četiri različite frakcije odnosno oblika sjemena kukuruza u pakiranjima koje se distribuiraju na hrvatskome tržištu. Guberac i sur. (2001.) navode da se prosijavanjem 100 kg naturalnoga sjemena hibrida OSSP-644 u prosjeku dobije 52,60% srednje okrugle, 15,10% velike okrugle, 21,03% srednje plosnate te 6,20% velike plosnate frakcije sjemena. Nepoznati su podatci specifičnih masa i postotni udio oblika zrna te minimalne vrijednosti podtlaka (kPa) potrebnih za prihvaćanje ovakvih različitih sjemenaka na sjetvenu ploču. Podtlak je najvažniji tehnički čimbenik sjetve jer o njemu ovisi mogućnost zadržavanja zrna na sjetvenoj ploči. Bracy i Parish (1998.) navode da je za proizvodnju zrna kukuruza nužno ostvariti zadani sklop upotrebom optimalnoga podtlaka i pravilnim podešavanjem skidača viška sjemena. U hrvatskim uvjetima koristi se podtlak od 3,0 do 5,0 kPa (*PSK4* i *MaterMacc Twin Row-2*). U SAD-u postoje tvrtke koje farmerima prije same sjetve elektroničkim sustavima podešavaju sjetvene aparate za određene frakcije ili smjese frakcija zrna kukuruza. Takvim pristupom ostvaruje se maksimalna dobit kvalitete sjetve s optimalno podešenim podtlakom i položajem skidača viška sjemena. Brzina gibanja sijačice u vrijeme sjetve treba se povećati sve dok se ne naruši kvaliteta rada (Banaj i Šmrčković, 2002.). Lauer (2001.) navodi da brzinu sjetve uvjetuje više čimbenika, kao što su priprema tla, nagib parcele, itd. Staggenborg i sur. (2004.) navode da pravilno podešavanje sijačice ima važnu ulogu u ukupnoj proizvodnji kukuruza. Također navode da brzina sjetve nepovoljno utječe na ujednačenost razmaka biljaka u sjetvi. Bilandžić i Vitas (1991.) ukazuju na značajan utjecaj radne brzine na distribuciju raspodjele po odgovarajućim razredima sjetve. Nepovoljna distribucija razmaka pojavljuje se pri brzini gibanja sijačice od 8 km h^{-1} . Isti autori zaključuju da se, bez obzira na jednaku udaljenost otvora na sjetvenoj ploči, simulacijom sjetve u laboratoriju sjemenke ne raspoređuju na jednaki međusobni razmak. Kao uzrok tome navode različite mase sjemena i momenta odvajanja od sjetvene ploče. Značajan broj autora (Yazgi i

Degirmencioglu 2007., Bozdoğan, 2008., Fanigliulo i Pochi, 2011.) u istraživanju kvalitete rada sijačica primjenjuju *ISO standard 7256/1* i *7256/2*, odnosno indeks *MISS* (*miss index*), *MULT* (*multiple index*) i *QFI* (*quality of feed index*). Cilj je ovoga istraživanja simulacijom sjetve na ispitnome stolu utvrditi utjecaj tehničkih čimbenika sjetve (različite frakcije sjemena, podtlaka, obodne brzine sjetvene ploče, položaja skidača viška sjemena) na kvalitetu sjetve, odnosno na ujednačenost međusobnoga razmaka između sjemena. Na temelju rezultata doći će se do saznanja koja kombinacija tehničkih čimbenika ostvaruje najveću kvalitetu sjetve.

MATERIJAL I METODE

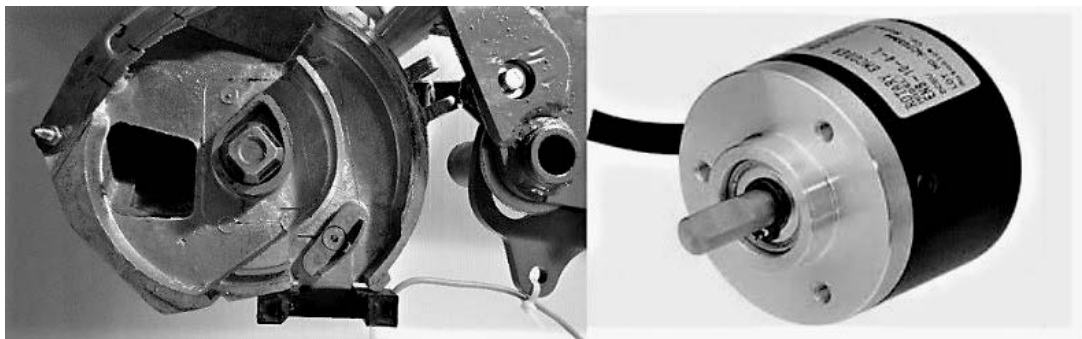
Na ispitni stol postavljena je sijačica *PSK4* (OLT OSIJEK – Osječka ljevaonica željeza i tvornica strojeva) za simulaciju sjetve kukuruza s različitim podešavanjima tehničkih čimbenika sjetve.



Slika 1. Ispitni stol za pneumatske sijačice

Picture 1. Testing table for pneumatic seeders

Pogon na sijačici konstrukcijski je izveden s pomoću dvaju trofaznih elektromotora. Jedan služi za pogon centralnoga pogonskog vratila sijačice, dok drugi pogoni ventilator. Broj okretaja oba elektromotora nadziran je statičkim frekventnim regulatorom (*Adjustable Speed Drives, Variable Frequency Drives – VFD*).



Slika 2. Senzor prolaza zrna i enkoder 1200 za praćenje položaja sijačice

Picture 2. Seed pass sensor and encoder 1200 for seeder position monitoring

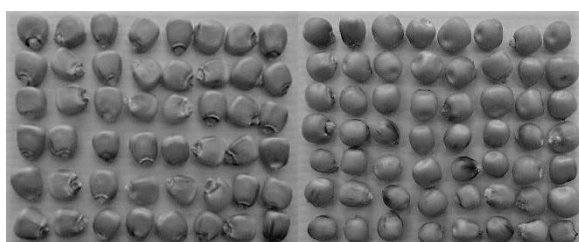
Podešavanjem brzine okretaja vratila ventilatora na 3.200 min^{-1} (400 min^{-1} PVT-a), kod sijačice *PSK4*, s popunjenim sjetvenim pločama $n=22$ otvora $\varnothing 5,5 \text{ mm}$, ostvaren je podtlak od $2,7 \text{ kPa}$. Povećanjem broja okretaja vratila ventilatora na 4.320 min^{-1} (540 min^{-1} PVT-a) ostvaren je podtlak od $4,5 \text{ kPa}$. Istraživanje ostvarenih razmaka obavljeno je pri trima radnim brzinama, $v_1=4$, $v_2=8$ i $v_3=10 \text{ km h}^{-1}$, odnosno pri obodnoj brzini ploča $0,162$, $0,647$, $1,011 \text{ m s}^{-1}$ te kod položaja skidača viška sjemena na oznakama 10, 15, 20 i 25. Simulacija sjetve obavljena je na teorijski razmak $19,59 \text{ cm}$ kod dinamičkoga promjera pogonskoga kotača $D_d=62,10 \text{ cm}$ i prijenosnoga odnosa $i=0,452$ (proizvođačka oznaka kombinacije 3C) te s pogonskim lančanicom $z_1=32$. Utvrđivanje ostvarenih razmaka obavljeno je pomoću senzora za detekciju vremena prolaza zrna, pri čemu centralna jedinica uz simuliranu brzinu rada izračunava razmake sjetve. Položaj sijačice određivan je enkoderom 1200, s pogreškom pri mjerenju prijednoga puta od $\pm 1,62 \text{ mm}$, pri čemu je postignuta vrlo velika preciznost položaja, a postavljen je na pogonsko vratilo sijačice.

Utvrđivanje kvalitete rada sijačice obavljeno je s pomoću koeficijenata kvalitete sjetve uz primjenu *ISO standarda 7256/1* i *7256/2*, odnosno indeksa *MISS* (*miss index*), *MULT* (*multiple index*) i *QFI* (*quality of feed index*):

$$\text{Missing-seeding indeks: } \text{MISS indeks} = \frac{n_0}{N} \cdot 100\% \quad (1),$$

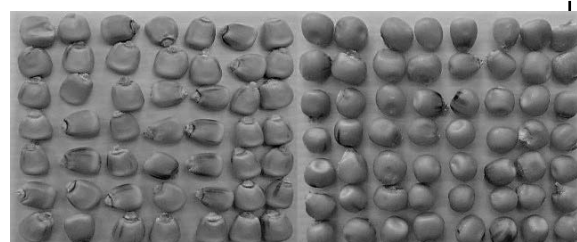
$$\text{Quality of feeding indeks: } \text{QFI indeks} = \frac{n_1}{N} \cdot 100\% \quad (2),$$

$$\text{Multiple indeks: } \text{MULT indeks} = \frac{n_2}{N} \cdot 100\% \quad (3),$$



Srednje plosnato
Medium flat grain

Srednje okruglo
Medium round grain



Krupno plosnato
Large flat grain

Krupno okruglo
Large round grain

Slika 3. Oblik frakcija zrna hibrida korištenih u istraživanju

Picture 3. Shape of hybrid seed fraction used in research

Analizom varijance (*ANOVA*) analiziran je utjecaj različitih tehničkih čimbenika sjetve: radna brzina sijačice, podtlak, položaj skidača viška sjemena i frakcije hibrida na ispitivano svojstvo razmaka zrna unutar sjetvenoga reda. *Post hoc LSD* testom (*Least Statistical Difference*) ispitana je statistički značajna razlika između podčimbenika istraživanja. Statistička značajnost svih svojstva određena je na razini $\alpha=0,05$. Za statističku

gdje su:

n_0 = broj zabilježenih razmaka koji su veći od $1,5$ predviđenoga razmaka sjemena unutar reda,

n_1 = broj zabilježenih razmaka koji su od $>0,5$ do $<1,5$ predviđenoga razmaka sjemena unutar reda,

n_2 = broj zabilježenih razmaka koji su \leq od $0,5$ predviđenoga razmaka sjemena unutar reda,

N - ukupan broj mjerenja.

U istraživanja su ispitivane četiri frakcije: krupno plosnato (KP), krupno okruglo (KO), srednje okruglo (SO) i srednje plosnato sjeme hibrida kukuruza H_1 i H_2 (Slika 3). Hibrid H_1 svrstava se u FAO-vu skupinu 400, a hibrid H_2 u FAO-vu skupinu 600. Hibrid H_1 namijenjen je za proizvodnju zrna, ali zbog više, lisnatije i robusnije stabljike ostvaruje izvrsne rezultate u proizvodnji rane silaže. Klip je cilindričan, nešto krupniji i srednje visoko postavljen, sa 16 do 18 redova zrna u tipu pravoga zubana. S dobrim omjerom klipa i stabljike pogodan je i za proizvodnju silaže. Stabljika je srednje visine, robusna, s bujnim listovima i visoke tolerantnosti na polijeganje. Hibrid H_2 namijenjen je za proizvodnju silaže cijele biljke ili klipa. Stabljika je srednje visine, lisnata i robusna. Klip je krupniji, pravilno formiran, sa 16 do 18 redova zrna u tipu pravoga zubana. Preporučeni sklop za proizvodnju zrna je 70.000 biljaka po hektaru (PIOS, 2019.). Mjerenja osnovnih svojstava debljine, širine i duljine zrna korištenoga sjemena po frakcijama ispitivanih hibrida obavljeno je pomičnim digitalnim mjerilom tvrtke *INSIZE* (Kina), kod slučajno odabranih 200 zrna.

analizu rezultata istraživanja korišten je statistički paket *SAS* (*SAS Institute*, 2017.)

REZULTATI I RASPRAVA

Mjerenja osnovnih svojstava debljine, širine i duljine zrna korištenoga sjemena po frakcijama ispitivanih hibrida prikazani su u Tablici 1.

Tablica 1. Prosječne dimenzije zrna po frakcijama i hibridima H₁ i H₂*Table 1. Average grain dimensions by fractions and hybrids H₁ i H₂*

Hibrid <i>Hybrid</i>	Frakcija <i>Fraction</i>	Dimenzije zrna / <i>Grain dimensions, \bar{x}</i>			Svojstva zrna / <i>Grain properties, \bar{x}</i>		
		Debljina <i>Thickness</i> (mm)	Širina <i>Width</i> (mm)	Duljina <i>Length</i> (mm)	Apsolutna masa <i>Absolute mass</i> (g)	Hekt. masa <i>Hectolitre mass</i> (kg)	Vlaga <i>Moisture</i> (%)
H ₁	KO	6,83	8,80	9,79	374,25	66,18	9,95
	SO	6,79	8,24	9,67	318,50	69,87	10,08
	KP	4,90	8,63	10,70	318,53	70,45	10,55
	SP	5,16	8,16	10,40	287,11	69,95	12,55
H ₂	KO	6,33	7,97	10,15	358,25	70,95	9,98
	SO	6,37	7,41	10,20	326,14	71,88	10,13
	KP	4,81	8,28	11,43	332,25	74,35	10,80
	SP	4,85	7,75	10,92	304,25	75,83	10,48

KO – krupno okruglo zrno; SO – srednje okruglo zrno; KP – krupno plosnato zrno; SP – srednje plosnato zrno

KO – large round grain; SO – medium round grain; KP – large flat grain; SP – medium flat grain

Iz Tablice 1 vidljivo je da hibrid H₁ u frakciji zrna KO ima najveću prosječnu apsolutnu masu od 374,25 g, uz prosječnu hektolitarsku masu od 66,18 kg pri vlazi od 9,95%. Kod navedenoga hibrida najveću prosječnu hektolitarsku masu (70,45 kg) imaju zrna krupno plosnate (KP) frakcije pri vlazi od 10,55%. Kod hibrida H₂ najveća prosječna apsolutna masa utvrđena je kod zrna frakcije krupno okruglo (KO) od 358,25 g. Najveća prosječna hektolitarska masa zabilježena je kod frakcije srednje plosnato (SP) od 75,83 kg, dobivena pri prosječnoj vlazi od 10,48%. Kod hibrida H₁ kod sve četiri frakcije dominira širina zrnja >8 mm, a kod hibrida H₂ kod svih frakcija ističe se njihova duljina, koja iznosi >10 mm. Prosječno najduža zrna kod hibrida H₂ od 11,43 mm, kao i najšira od 8,28 mm, utvrđena su u istoj frakciji zrna KP. Ovi rezultati u skladu su s distribucijom oblika i veličine zrna koje iznose Guberac i sur. (2001.). Iz Tablice 2 vidljivo je da je najveći QFI indeks od 99,9% ostvaren kod hibrida H₁ pri brzini rada od 4 km h⁻¹ i pri podtlaku p=2,7 kPa upotrebom sjemena oblika KP. Upotrebom KO oblika sjemena zabilježen je također visoki QFI od 99,2%, koji je također ostvaren pri simulaciji rada od 4 km h⁻¹ i pri položaju skidača sjemena na oznaci 10. Sjeme SO i SP oblika ostvarili su najbolji QFI rezultat >99% pri najnižoj radnoj brzini od 4 km h⁻¹ i položaju skidača na oznaci 10.

Najmanja prosječna odstupanja (Tablica 4) pri simulaciji sjetve uz isti podtlak kod hibrida H₂, uporabom sjemena oblika KP, KO i SO, zabilježena su pri radnoj brzini sijačice od 8 km h⁻¹, s položajem skidača sjemena na oznaci 10 (KP +0,60%, KO +0,44% i SO +0,19%). Isto tako, pri simulaciji sjetve sjemenom oblika SP, najbolji su rezultati ostvareni pri radnoj brzini od 8 km h⁻¹ i s položajem skidača na oznaci 25 (-0,32%). Najmanja prosječna postotna odstupanja (-0,17%) zabilježena su uz podtlak p=4,5 kPa kod hibrida H₁ i oblika sjemena KP pri radnoj brzini od 8 km h⁻¹, to jest kod položaja skidača viška sjemena na oznaci 10. Isto tako, Kocher i sur. (2011.) u svojim istraživanjima navode da je položaj skidača sjemena vrlo važan i ključan u sjetvi. Kod uporabe sjemena KO, SO i SP najbolji rezultati zabilježeni su kod položaja skidača na oznaci 20 pri radnoj brzini od 10 km h⁻¹ (KO -1,09%, SO -1,19% i SP -1,24%). Najmanja prosječna postotna odstupanja zabilježena su uz podtlak p=4,5 kPa kod hibrida H₂ kod svih oblika sjemena (KP -2,25%, KO -1,02%; SO -0,36%; SP -1,99%) pri radnoj brzini od 10 km h⁻¹ i kod položaja skidača viška sjemena na oznaci 10. Dobiveni koeficijenti kvalitete rada sijačice PSK4 pri simulaciji na ispitnome stolu, uz primjenu pojedinih frakcija kod obaju hibrida, svih položaja skidača sjemena te svih radnih brzina, prikazani su u Tablicama 2 i 3.

Tablica 2. Ostvareni indeksi kvalitete sjetve za hibrid H₁*Table 2. Achieved indices of sowing quality for hybrid H₁*

Brzina / Speed (km h ⁻¹)	Radni podtlak od 2,7 kPa / Working vacuum of 2.7 kPa											
	4				8				10			
Skidač Selector	10	15	20	25	10	15	20	25	10	15	20	25
Frakcija sjemena KP / Large flat seed fraction												
MULT	0,1	0,7	1,4	1,1	0,7	0,7	0,6	0,8	1,4	2,1	2,3	1,3
QFI	99,9	99,2	98,6	98,8	98,1	97,5	97,3	97,3	92,3	92,9	91,9	95,0
MISS	0	0,1	0	0,1	1,2	1,8	2,1	1,9	6,3	5,0	5,8	3,7
Frakcija sjemena KO / Large round seed fraction												
MULT	0,2	0,3	0,1	1,0	0	0,2	0,4	0,1	0,2	0,1	0,2	0,5
QFI	99,0	98,9	99,2	98,8	91,8	92,0	92,6	93,1	71,8	77,6	81,4	85,1
MISS	0,8	0,8	0,7	0,2	8,2	7,8	7,0	6,8	28,0	22,3	18,4	14,4
Frakcija sjemena SO / Medium round seed fraction												
MULT	0,1	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0	0,3	0	0,1	0,9	1,0
QFI	99,6	99,1	99,4	99,3	94,4	95,1	97,2	95,8	82,6	88,9	85,5	88,7
MISS	0,3	0,6	0,3	0,4	5,3	4,7	2,8	3,9	17,4	11,0	13,6	10,3
Frakcija sjemena SP / Medium flat seed fraction												
MULT	0,2	1,4	2,4	3,3	0,8	1,2	0,8	1,1	2,1	1,7	2,1	1,2
QFI	99,7	98,4	97,6	96,7	97,5	97,3	98,2	98,0	94,3	96,9	94,9	96,6
MISS	0,1	0,2	0	0	1,7	1,5	1,0	0,9	3,6	1,4	3,0	2,2
Radni podtlak od 4,5 kPa / Working vacuum of 4.5 kPa												
Frakcija sjemena KP / Large flat seed fraction												
MULT	0,3	0,5	1,9	1,0	1,0	1,4	1,8	3,0	2,1	3,3	4,2	5,6
QFI	99,7	99,5	98,1	99,0	98,4	98,4	97,2	96,8	95,9	94,0	91,5	87,9
MISS	0	0	0	0	0,6	0,22	1,0	0,2	2,0	2,7	4,3	6,5
Frakcija sjemena KO / Large round seed fraction												
MULT	0,2	0,5	0,5	1,0	0,1	0,1	0,2	1,1	1,0	1,4	1,3	1,5
QFI	99,8	99,5	99,5	99,0	99,4	99,8	99,5	98,5	97,0	96,7	97,4	96,9
MISS	0	0	0	0	0,5	0,1	0,3	0,4	2,0	1,9	1,3	1,6
Frakcija sjemena SO / Medium round seed fraction												
MULT	0	0,5	1,0	1,5	0,8	0,6	0,6	0,6	1,3	1,5	2,8	1,2
QFI	100	99,5	99,0	98,5	98,7	99,3	99,0	98,8	96,7	96,6	95,4	97,8
MISS	0	0	0	0	0,5	0,1	0,4	0,6	2,0	1,9	1,8	1,0
Frakcija sjemena SP / Medium flat seed fraction												
MULT	0,9	0,6	2,1	6,7	1,1	1,6	3,5	3,9	3,4	2,6	3,9	6,3
QFI	99,1	98,6	97,9	93,3	98,3	98,0	95,9	95,0	94,3	94,6	92,9	91,2
MISS	0	0,8	0	0	0,6	0,4	0,6	1,1	2,3	2,8	3,2	2,5

Tablica 3. Ostvareni indeksi kvalitete sjetve za hibrid H₂Table 3. Achieved indices of sowing quality for hybrid H₂

Brzina Speed (km h ⁻¹)	Radni podtlak od 2,7 kPa / Working vacuum of 2.7 kPa											
	4				8				10			
Skidač Selector	10	15	20	25	10	15	20	25	10	15	20	25
Frakcija sjemena KP / Large flat seed fraction												
MULT	0,5	0,4	1,3	1,5	0,4	1,0	1,2	1,1	1,0	1,6	1,8	2,6
QFI	99,2	99,4	98,5	98,2	96,6	97,6	97,2	96,9	92,1	92,9	92,0	90,6
MISS	0,3	0,2	0,2	0,3	3,0	1,4	1,6	2,0	6,9	5,5	6,2	6,8
Frakcija sjemena KO / Large round seed fraction												
MULT	0,2	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,6	0,3	0,2
QFI	99,2	99,2	99,0	99,3	92,2	93,7	94,3	93,5	81,4	79,3	85,6	85,1
MISS	0,6	0,4	0,6	0,3	7,5	6,0	5,4	6,2	18,2	20,1	14,1	14,7
Frakcija sjemena SO / Medium round seed fraction												
MULT	0	0,3	0	0,5	0,1	0,3	0,1	0	0,6	0,4	0,5	1,0
QFI	99,7	99,0	99,6	99,4	95,3	96,3	96,4	96,3	87,8	85,4	88,7	89,0
MISS	0,3	0,7	0,4	0,1	4,6	3,4	3,5	3,7	11,6	14,2	10,8	10,0
Frakcija sjemena SP / Medium flat seed fraction												
MULT	0,6	0,7	1,5	3,1	0,3	0,5	1,0	1,4	1,5	1,9	2,3	1,6
QFI	99,3	99,2	98,5	96,9	98,3	98,3	97,9	97,6	94,0	94,3	94,9	95,3
MISS	0,1	0,1	0	0	1,4	1,2	1,1	1,0	4,5	3,8	2,8	3,1
Radni podtlak od 4,5 kPa / Working vacuum of 4.5 kPa												
Frakcija sjemena KP / Large flat seed fraction												
MULT	0,5	1,4	2,8	4,9	1,2	1,9	2,3	4,8	2,0	2,0	2,2	3,9
QFI	99,5	98,5	97,1	95,0	98,2	97,7	97,4	94,7	96,6	96,7	96,7	94,9
MISS	0	0,1	0,1	0,1	0,6	0,4	0,3	0,5	1,4	1,3	1,1	1,2
Frakcija sjemena KO / Large round seed fraction												
MULT	0	0	0,5	0,8	0,4	0,5	1,1	0,5	0,4	1,2	1,4	1,7
QFI	99,6	99,9	99,5	99,2	99,2	99,0	98,6	99,1	98,6	97,2	97,2	97,2
MISS	0,4	0,1	0	0	0,4	0,5	0,3	0,4	1,0	1,6	1,4	1,1
Frakcija sjemena SO / Medium round seed fraction												
MULT	0,2	0,3	0,3	1,1	0,1	0,5	0,5	0,8	0,5	1,5	1,8	1,5
QFI	99,8	99,7	99,7	98,9	99,6	99,1	99,1	98,8	97,3	96,6	97,1	96,7
MISS	0	0	0	0	0,3	0,4	0,4	0,4	2,2	1,9	1,1	1,8
Frakcija sjemena SP / Medium flat seed fraction												
MULT	0,9	2,4	4,1	7,4	0,9	2,9	2,5	4,2	3,2	3,3	3,5	4,6
QFI	99,0	97,4	95,8	92,4	98,5	96,1	97,0	95,4	94,6	94,7	94,3	92,8
MISS	0,1	0,2	0,1	0,2	0,6	1,0	0,5	0,4	2,2	2,0	2,2	2,6

Iz Tablica 2 i 3 vidljivo je da podtlačna sijačica PSK4 na ispitnom stolu, pri radnoj brzini od 4 km h⁻¹ i s položajem skidača sjemena na oznaci 10, ostvaruje visoke koeficijente kvalitete sjetve, te se temeljem ostvarenoga QFI indeksa >98,6% može svrstati u grupu vrlo dobrih sijačica. Kod ove radne brzine sijačice ispitivani oblici sjemena nisu značajno utjecali na ostvarenje razmaka u sjetvi. Međutim, pri radnoj brzini v₃ = 10 km h⁻¹ došlo je do narušavanja QFI indeksa kod obaju hibrida, a samim time svrstala se u kategoriju dobrih sijačica (QFI indeks >90,4 do ≤ 98,6).

Prikaz rezultata kroz ostvarene prosječne razmake zrna unutar reda prikazani su za hibrid H₁ u Tablici 4, a za hibrid H₂ u Tablici 5. Ostvareni prosječni rezultati razmaka zrna unutar reda potvrđuju rezultate ostvarenih ISO indeksa. Svaki prosječni razmak uspoređen je s teorijskim razmakom od 19,59 cm u koloni R te je prikazana deskriptivna statistika za svaki razmak. Prosječno ostvareni razmaci zrna unutar reda prikazani su za sve brzine gibanja, položaje skidača viška sjemena i radne podtlakove, i to prema frakcijama zrna za oba hibrida.

Tablica 4. Ostvareni prosječni razmaci zrna unutar reda za hibrid H₁Table 4. Achieved average grain spacing within the row for hybrid H₁

Radni podtlak od 2,7 kPa / Working vacuum of 2.7 kPa												
Brzina rada - working speed / Položaj skidača viška sjemena - selector position												
	4/10	4/15	4/20	4/25	8/10	8/15	8/20	8/25	10/10	10/15	10/20	10/25
Frakcija sjemena KP / Large flat seed fraction												
\bar{X}	19,18	19,12	18,90	19,02	19,58	19,46	19,46	19,39	20,28	19,85	20,04	19,72
R	-0,41	-0,47	-0,69	-0,57	-0,01	-0,13	-0,13	-0,20	0,69	0,26	0,45	0,13
σ	1,45	1,91	2,28	2,12	4,39	3,78	3,79	3,71	5,98	5,34	6,17	5,05
KV	7,54	9,99	12,09	11,14	22,44	19,45	19,50	19,14	29,49	26,91	30,78	25,59
Frakcija sjemena KO / Large round seed fraction												
\bar{X}	19,32	19,30	19,30	19,06	20,99	20,83	20,62	20,51	26,44	24,58	23,26	22,48
R	-0,27	-0,29	-0,29	-0,53	1,40	1,24	1,03	0,92	6,85	4,99	3,67	2,89
σ	1,84	2,18	2,49	2,35	4,45	3,85	3,88	3,75	6,05	5,42	6,22	5,11
KV	9,53	11,28	12,89	12,32	21,22	18,50	18,84	18,27	22,90	22,05	26,77	22,72
Frakcija sjemena SO / Medium round seed fraction												
\bar{X}	19,23	19,25	19,19	19,21	20,17	20,11	19,73	19,96	23,27	21,51	22,07	21,23
R	-0,36	-0,34	-0,40	-0,38	0,58	0,52	0,14	0,37	3,68	1,92	2,48	1,64
σ	2,05	2,34	2,56	2,46	4,48	3,88	3,95	3,81	6,10	5,45	6,17	5,17
KV	10,64	12,14	13,36	12,82	22,19	19,30	20,00	19,10	26,21	25,33	27,95	24,34
Frakcija sjemena SP / Medium flat seed fraction												
\bar{X}	19,17	18,96	18,73	18,60	19,37	19,26	19,19	19,15	19,65	19,36	19,34	19,36
R	-0,42	-0,63	-0,86	-0,99	-0,22	-0,33	-0,40	-0,44	0,06	-0,23	-0,25	-0,23
σ	2,22	2,48	2,63	2,57	4,54	3,95	4,01	3,86	6,12	5,47	6,17	5,22
KV	11,59	13,10	14,05	13,82	23,42	20,48	20,90	20,17	31,13	28,26	31,89	26,94
Radni podtlak od 4,5 kPa / Working vacuum of 4.5 kPa												
Frakcija sjemena KP / Large flat seed fraction												
\bar{X}	19,16	19,10	18,86	18,40	19,19	19,06	19,07	18,81	19,35	19,19	19,39	19,25
R	-0,43	-0,49	-0,73	-1,19	-0,40	-0,53	-0,52	-0,78	-0,24	-0,40	-0,20	-0,34
σ	1,73	2,10	2,42	2,28	4,45	3,82	3,85	3,78	6,03	5,39	6,20	5,08
KV	9,02	10,97	12,85	12,37	23,19	20,06	20,21	20,09	31,16	28,09	31,99	26,37
Frakcija sjemena KO / Large round seed fraction												
\bar{X}	19,15	19,09	19,10	19,00	19,29	19,19	19,23	19,07	19,42	19,33	19,31	19,32
R	-0,44	-0,50	-0,49	-0,59	-0,30	-0,40	-0,36	-0,52	-0,17	-0,26	-0,28	-0,27
σ	1,75	1,94	2,52	3,35	3,41	3,44	3,74	3,75	4,63	4,78	5,51	6,29
KV	9,16	10,16	13,19	17,64	17,66	17,91	19,46	19,65	23,83	24,72	28,55	32,56
Frakcija sjemena SO / Medium round seed fraction												
\bar{X}	19,19	19,12	18,98	18,96	19,17	19,10	19,17	19,19	19,37	19,35	19,31	19,21
R	-0,40	-0,47	-0,61	-0,63	-0,42	-0,49	-0,42	-0,40	-0,22	-0,24	-0,28	-0,38
σ	1,76	1,89	2,53	3,36	3,40	3,45	3,75	3,76	4,64	4,80	5,51	6,27
KV	9,18	9,87	13,31	17,74	17,75	18,06	19,54	19,61	23,98	24,79	28,54	32,66
Frakcija sjemena SP / Medium flat seed fraction												
\bar{X}	19,00	19,19	18,78	17,94	19,10	19,00	18,69	18,71	19,13	19,15	19,21	18,62
R	-0,59	-0,40	-0,81	-1,65	-0,49	-0,59	-0,90	-0,88	-0,46	-0,44	-0,38	-0,97
σ	1,77	1,88	2,54	3,34	3,41	3,43	3,71	3,78	4,63	4,76	5,50	6,25
KV	9,29	9,82	13,51	18,63	17,88	18,05	19,87	20,20	24,20	24,85	28,63	33,56

R – Razlika između prosječnoga ostvarenog i teorijskoga razmaka / The difference between the average achieved and theoretical spacing; Teorijski razmak = 19,59 cm / Theoretical spacing = 19.59 cm; σ – standardna devijacija / standard deviation; KV – koeficijent varijacije (%); Coefficient of variation (%)

Tablica 5. Ostvareni prosječni razmaci zrna unutar reda za hibrid H₂Table 5. Achieved average grain spacing within the row for hybrid H₂

Radni podtlak od 2,7 kPa / Working vacuum of 2.7 kPa												
Brzina rada - working speed / Položaj skidača viška sjemena - Selector position												
	4/10	4/15	4/20	4/25	8/10	8/15	8/20	8/25	10/10	10/15	10/20	10/25
Frakcija sjemena KP / Large flat seed fraction												
\bar{x}	19,15	19,16	18,99	18,96	19,73	19,30	19,28	19,40	20,50	20,11	20,34	20,22
R	-0,44	-0,43	-0,6	-0,63	0,14	-0,29	-0,31	-0,19	0,91	0,52	0,75	0,63
σ	2,21	1,98	2,41	2,64	4,33	3,59	3,69	4,16	6,02	5,73	9,10	6,16
KV	11,56	10,36	12,68	13,92	21,93	18,63	19,16	21,44	29,35	28,49	44,74	30,47
Frakcija sjemena KO / Large round seed fraction												
\bar{x}	19,27	19,21	19,23	19,19	20,69	20,37	20,26	20,38	23,66	24,41	22,33	22,57
R	-0,32	-0,38	-0,36	-0,4	1,1	0,78	0,67	0,79	4,07	4,82	2,74	2,98
σ	2,37	2,15	2,52	2,74	4,39	3,67	3,77	4,17	6,07	5,78	9,14	6,21
KV	12,32	11,22	13,11	14,28	21,23	18,00	18,60	20,46	25,65	23,67	40,94	27,51
Frakcija sjemena SO / Medium round seed fraction												
\bar{x}	19,25	19,27	19,24	19,09	20,11	19,79	19,84	19,90	21,57	22,38	21,34	21,18
R	-0,34	-0,32	-0,35	-0,5	0,52	0,2	0,25	0,31	1,98	2,79	1,75	1,59
σ	2,66	2,41	2,70	2,93	4,51	3,72	3,83	4,24	6,14	5,78	9,28	6,30
KV	14,03	12,70	14,32	15,58	22,97	19,40	20,00	21,92	30,04	28,91	45,55	31,30
Frakcija sjemena SP / Medium flat seed fraction												
\bar{x}	19,09	19,05	18,91	18,61	19,43	19,35	19,24	19,19	19,90	19,69	19,41	19,53
R	-0,5	-0,54	-0,68	-0,98	-0,16	-0,24	-0,35	-0,4	0,31	0,1	-0,18	-0,06
σ	2,03	2,14	2,40	2,97	3,37	3,61	3,53	3,45	5,49	5,05	4,68	4,61
KV	10,66	11,26	12,68	15,98	17,37	18,66	18,35	17,99	27,60	25,65	24,11	23,60
Radni podtlak od 4,5 kPa / Working vacuum of 4.5 kPa												
Frakcija sjemena KP / Large flat seed fraction												
\bar{x}	19,09	18,95	18,70	18,17	19,08	18,97	18,80	18,40	19,15	19,11	19,09	18,72
R	-0,5	-0,64	-0,89	-1,42	-0,51	-0,62	-0,79	-1,19	-0,44	-0,48	-0,5	-0,87
σ	1,83	2,35	3,00	3,65	3,27	3,42	3,50	4,11	4,06	4,06	4,06	4,46
KV	9,56	12,41	16,06	20,10	17,16	18,05	18,61	22,32	21,22	21,25	21,25	23,85
Frakcija sjemena KO / Large round seed fraction												
\bar{x}	19,27	19,20	19,09	19,03	19,23	19,18	19,05	19,15	19,39	19,30	19,21	19,10
R	-0,32	-0,39	-0,5	-0,56	-0,36	-0,41	-0,54	-0,44	-0,2	-0,29	-0,38	-0,49
σ	1,83	2,36	3,02	3,67	3,29	3,42	3,50	4,11	4,07	4,08	4,06	4,48
KV	9,49	12,27	15,79	19,28	17,09	17,84	18,39	21,47	20,99	21,12	21,15	23,45
Frakcija sjemena SO / Medium round seed fraction												
\bar{x}	19,15	19,13	19,14	19,00	19,25	19,18	19,17	19,07	19,52	19,31	19,19	19,21
R	-0,44	-0,46	-0,45	-0,59	-0,34	-0,41	-0,42	-0,52	-0,07	-0,28	-0,4	-0,38
σ	1,84	2,32	3,04	3,69	3,24	3,43	3,49	4,11	4,08	4,08	4,09	4,45
KV	9,61	12,13	15,90	19,44	16,81	17,88	18,22	21,53	20,92	21,12	21,33	23,16
Frakcija sjemena SP / Medium flat seed fraction												
\bar{x}	19,04	18,75	18,45	17,86	19,15	18,83	18,81	18,52	19,20	19,04	19,02	18,87
R	-0,55	-0,84	-1,14	-1,73	-0,44	-0,76	-0,78	-1,07	-0,39	-0,55	-0,57	-0,72
σ	1,84	2,32	3,04	3,70	3,24	3,44	3,49	4,10	4,08	4,07	4,09	4,45
KV	9,66	12,40	16,48	20,71	16,89	18,24	18,55	22,16	21,27	21,40	21,49	23,56

R – Razlika između prosječnoga ostvarenog i teorijskoga razmaka / The difference between the average achieved and theoretical spacing; Teorijski razmak = 19,59 cm / Theoretical spacing = 19.59 cm; σ – standardna devijacija / standard deviation; KV – koeficijent varijacije (%) / Coefficient of variation (%)

Slični rezultati, s opadanjem *QFI* indeksa pri povećanju radne brzine, zabilježeni su i u istraživanjima koje su proveli Nielsen (1995.), Singh i sur. (2007.) te Ormond i sur. (2018.). Kod hibrida H_1 najniža je zabilježena vrijednost *QFI* indeksa od 91,2% utvrđena simulacijom sjetve kod oblika sjemena SP, a kod hibrida H_2 primjenom istoga oblika sjemena utvrđene su sljedeće vrijednosti: *QFI* indeks 92,8%, *MULT* indeks 4,6% i *MISS* indeks 2,6%.

Utjecaj svih glavnih čimbenika istraživanja (oblik/frakcija zrna, položaj skidača sjemena, podtlak i radna brzina sijačice u sjetvi) te njihovih interakcija na ostvarenje razmaka zrna u sjetvi ispitivanih hibrida pokazao se statistički značajnim ($p < 0,05$) za sve parametre.

Primjenom $LSD_{0,05}$ testa utvrđena je statistički značajna razlika utjecaja različitih oblika/frakcija zrna, položaja skidača sjemena, podtlaka i radne brzine sijačice na razmak zrna u redu prilikom sjetve obaju istraživanih hibrida, a skupni rezultati prikazani su u Tablici 6.

Tablica 6. $LSD_{0,05}$ test razmaka zrna unutar reda sjetve

Table 6. $LSD_{0,05}$ test grain spacing within the spacing row at sowing

Hibrid Hybrid	Frakcija Fraction	\bar{X} razmak zrna Grain spacing (cm)	$LSD_{0,05}$	Položaj skidača Selector position	\bar{X} razmak zrna Grain spacing (cm)	$LSD_{0,05}$
H_1	KO	20,29 ^a	0,0861	10	19,88 ^a	0,0864
	SO	19,73 ^b		15	19,64 ^b	
	KP	19,34 ^c		20	19,55 ^c	
	SP	19,05 ^d		25	19,35 ^d	
H_2	KO	20,08 ^a	0,0817	10	19,71 ^a	0,0820
	SO	19,71 ^b		15	19,63 ^b	
	KP	19,22 ^c		20	19,42 ^c	
	SP	19,03 ^d		25	19,30 ^d	
Hibrid Hybrid	Podtlak Vacuum (kPa)	\bar{X} razmak zrna Grain spacing (cm)	$LSD_{0,05}$	Brzina Speed (km/h)	\bar{X} razmak zrna Grain spacing (cm)	$LSD_{0,05}$
H_1	2,7	20,08 ^a	0,0608	4	19,41 ^a	0,0745
	4,5	19,13 ^b		8	20,26 ^b	
				10	19,15 ^c	
H_2	2,7	20,02 ^a	0,0576	4	18,99 ^a	0,0706
	4,5	19,01 ^b		8	19,38 ^b	
				10	20,17 ^c	

Kod obaju ispitivanih hibrida, statistički značajne razlike u međurednome razmaku ($LSD_{0,05} H_1 = 0,0861$ i $LSD_{0,05} H_2 = 0,0817$) ostvarene su primjenom svih četiri oblika sjemena.

Analizom položaja skidača sjemena uočava se da su ostvarene statistički značajne razlike kod sjetve obaju hibrida ($LSD_{0,05} H_1 = 0,0864$ i $LSD_{0,05} H_2 = 0,0820$). Primjenom podtlaka od 2,7 kPa, kod obaju su hibrida zabilježeni veći razmaci u sjetvi, što je i razumljivo, jer su se pojavljivala prazna mjesta na sjetvenoj ploči, a to

potvrđuju i istraživanja Kachmanna i sur. (1995.), kao i Karayela i sur. (2006.). Povećanjem podtlaka na 4,5 kPa, kod obaju je hibrida došlo do približavanja ostvarenih razmaka očekivanomu teorijskom razmaku (19,59 cm).

Statistički značajne razlike utvrđene su primjenom $LSD_{0,05}$ testa glavnih čimbenika istraživanja (oblika/frakcije zrna, položaja skidača sjemena, radnoga podtlaka i radne brzine u sjetvi) na ostvareni razmak zrna unutar reda sjetve. Skupno su za oba hibrida prikazane u Tablici 7.

Tablica 7. $LSD_{0,05}$ test ostvarenja razmaka zrna unutar reda pri sjetvi

Table 7. $LSD_{0,05}$ test for achieved grain spacing within a row at sowing

Razmak zrna unutar reda sjetve / Grain spacing within the sowing row (cm)					
Frakcija Fraction	\bar{X}	$LSD_{0,05}$	Položaj skidača Selector position	\bar{X}	$LSD_{0,05}$
KO	20,18 ^a	0,0593	10	19,79 ^a	0,0595
SO	19,73 ^b		15	19,63 ^b	
KP	19,29 ^c		20	19,48 ^c	
SP	19,05 ^d		25	19,32 ^d	
Podtlak Vacuum (kPa)	\bar{X}	$LSD_{0,05}$	Brzina / Speed (km/h)	\bar{X}	$LSD_{0,05}$
2,7 4,5	20,05 ^a	0,0419	4	19,20 ^a	0,0515
	19,07 ^b		8	19,81 ^b	
			10	19,66 ^c	

Kod obaju ispitivanih hibrida u sjetvi, primjenom svih četiriju oblika sjemena zabilježene su statistički značajne razlike u ostvarenju razmaka sjetve ($LSD_{0,05} = 0,0593$). Primjenom različitih podtlakova u sjetvi skupo za oba hibrida, slični rezultati potvrđuju i statističke razlike u ostvarenju sjetvenoga razmaka između zrna ($LSD_{0,05} = 0,0419$). Rezultati $LSD_{0,05}$ testa ostvarenih prosječnih sjetvenih razmaka zrna u redu sjetvom ispitivanih hibrida prikazani su u Tablici 8.

Tablica 8. $LSD_{0,05}$ test razmaka zrna u redu sjetvom različitih hibrida

Table 8. $LSD_{0,05}$ test grain spacing by sowing different hybrids

Razmak zrna unutar reda sjetve (cm) Grain spacing within the sowing row (cm)		
Hibrid/Hybrid	\bar{x}	$LSD_{0,05}$
H ₁	19,60 ^a	0,0421
H ₂	19,51 ^b	

Simulacijom sjetve sijačicom PSK4 pri upotrebi hibrida H₁ ostvaren je prosječni razmak zrna u sjetvi unutar reda od 19,60 cm, koji osigurava sjetvu od 72.448 biljaka ha⁻¹, dok je sjetvom hibrida H₂ ostvaren prosječni razmak sjetve od 19,51 cm (72.831 biljaka ha⁻¹). $LSD_{0,05}$ testom utvrđena je statistički značajna razlika razmaka zrna u redu ($LSD_{0,05} = 0,0421$) između navedenih hibrida.

ZAKLJUČAK

Provedenom simulacijom sjetve na ispitnome stolu utvrđena je statistički značajna razlika utjecaja različitih oblika/frakcija zrna, položaja skidača sjemena, podtlaka i radne brzine sijačice na razmak zrna unutar reda kod obaju istraživanih hibrida. Primjenom podtlaka od 2,7 kPa kod obaju su hibrida zabilježeni veći razmaci u sjetvi, što je uzrokovano praznim mjestima na sjetvenoj ploči. Povećanjem podtlaka na 4,5 kPa došlo je kod obaju hibrida do približavanja ostvarenih razmaka očekivanom teorijskom razmaku (19,59 cm). Oba su ispitivana hibrida primjenom svih četiriju oblika sjemena ostvarili statistički značajne razlike razmaka sjemena unutar reda. Frakcija S0 ostvarila je najmanji otklon od teorijskoga razmaka sjemena unutar reda. Položaj skidača viška sjemena značajno utječe na kvalitetu sjetve. Optimalni položaj skidača viška sjemena u ovome istraživanju bio je na položaju 10 pri ostalim različitim čimbenicima sjetve. Povećanjem radne brzine sijačice iznad 8 km ha⁻¹ narušava se kvaliteta sjetve. Simulacijom gibanja sijačice brzinom od 4 km i položajem skidača sjemena na oznaci 10 ostvaren je visoki koeficijent kvalitete sjetve, QFI indeks > 98,6%, te se PSK4 sijačica može svrstati u grupu vrlo dobrih sijačica.

LITERATURA

- Banaj, Đ., & Šmrčković, P. (2002). Upravljanje poljoprivrednom tehnikom. Udžbenik, Poljoprivredni fakultet u Osijeku.
- Banaj, A., Šumanovac, L., Heffer, G., Tadić, V., & Banaj, Đ. (2017). 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.
- Banaj, A., Banaj, Đ., Petrović, D., Knežević, D., & Tadić, V. (2018). Utjecaj sustava sjetve na prinos zrna kukuruza. *Agronomski glasnik*, 80(1), 35-48. <https://doi.org/10.33128/ag.80.1.3>
- 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*, 25(2), 62-70. <https://doi.org/10.18047/poljo.25.2.9>
- Berus, P. (2010). *Vpliv hitrosti setve na točnost odlaganja semena pri pnevmatski podtladni sejalnici za koruzo* (Doctoral dissertation, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta), pp. 70.
- Bilandžić, M., & Vitas, N. (1991). Određivanje razmaka zrna u redu sijačice OLT-PSK aktivacijom interval isijavanja zrna osobnim računalom. *Scientific International Symposium: Actual Tasks on Agricultural Engineering*, 173-180.
- Bozdoğan, A. M. (2008). Seeding uniformity for vacuum precision seeders. *Scientia Agricola*, 65(3), 318-322. <https://doi.org/10.1590/S0103-90162008000300013>
- Bracy, R. P., & Parish, R. L. (1998). Seeding uniformity of precision seeders. *HortTechnology*, 8(2), 182-185. <https://doi.org/10.21273/HORTECH.8.2.182>
- 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.
- Guberac, V., Marić, S., & Tolušić, Z. (2001). Ekonomski učinak kalibriranja u doradi sjemenskog kukuruza. *Sjemenarstvo*, 18(1-2), 19-29.
- Internacional Standard ISO 7256/2, Sowing equipment, Test methods, Part 2: Seed drills for sowing in lines. Geneva, Switzerland, 7256/2, 1984.
- International standard ISO 7256/1, Sowing equipment, Test methods, Part 1: Single seed drills (precision drills). Geneva, Switzerland, 7256/1, 1984.
- 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. <https://doi.org/10.13031/2013.27843>
- Karayel, D., Wisenhoff, M., Özmerzi, A., & Müller, J. (2006). Laboratory measurement of seed drill seed spac-

- ing and velocity of fall of seeds using high-speed camera system. *Computers and Electronics in Agriculture*, 50(2): 89-96. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2005.05.005>
16. Kocher, M. F., Coleman, J. M., Smith, J.A., & Kachman, S. D. (2011). Corn seed spacing uniformity as affected by seed tube condition. *Biological Systems Engineering, Papers and Publications: Paper 194*. <https://doi.org/10.13031/2013.36484>
 17. Lauer, J. G. (2001). Theoretical and experimental evaluation of within-row plant spacing in corn. In Annual Meetings Abstracts (CD-ROM). ASA, CSSA, and SSSA, Madison, WI.
 18. Nielsen, R. L. (1995). Planting speed effects on stand establishment and grain yield of corn. *Journal of Production Agriculture*, 8(3), 391-393. <https://doi.org/10.2134/jpa1995.0391>
 19. Ormond, A. T. S., Furlani, C. E. A., de Oliveira, M. F., de Freitas Noronha, R. H., de Oliveira Tavares, T., & de Menezes, P. C. (2018). Maize sowing speeds and seed-metering mechanisms. *Journal of Agricultural Science*, 10(9), 468-476. <https://doi.org/10.5539/jas.v10n9p468>
 20. PIOS (2019). <https://cdn.poljininos.hr/upload/documents/POLJINOS%20Katalog%202019.pdf>
 21. SAS statistički paket: SAS Enterprise Guide 7.1 - SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
 22. Schrödl, J. (1993). Was ist beim Kauf und beim Einsatz einer Einzelkornsämaschine zu beachten? *Einzelkornsämaschinen. DLG Prüfberichte*: 3-20.
 23. Singh, R. C., Singh, G., & Saraswat, D. C. (2007). Design and operational parameters of a pneumatic seed metering device for planting of groundnut (*Arachis hypogaea*) seeds. *Indian Journal of Agricultural Science*, 77(1), 40-42.
 24. Staggengborg, S. A., Taylor, R. K., & Maddux, L. D. (2004). Effect of planter speed and seed firmers on corn stand establishment. *Applied Engineering in Agriculture*, 20(5), 573-580. <https://doi.org/10.13031/2013.17457>
 25. 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.
 26. Yazgi, A., & Degirmencioglu, A. (2007). Optimisation of the seed spacing uniformity performance of a vacuum-type precision seeder using response surface methodology. *Biosystems Engineering*, 97(3), 347-356. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2007.03.013>

THE IMPACT OF MAIZE FRACTION AND TECHNICAL ADJUSTMENT FACTORS ON THE WORKING QUALITY OF THE PSK4 SOWING MACHINE

SUMMARY

This paper demonstrates the maize sowing quality results obtained at a test bench. The sowing quality determination is illustrated using the sowing quality indices (ISO standard 7256/1 and 7256/2), i.e. the MISS, MULT, and QFI indices. The research examined a sowing-quality influence of four different maize-seed fractions with two hybrids. A sowing simulation was performed with different technical sowing parameters (two vacuum pressures, three working speeds, and four different grain-selector positions). With the aforementioned research parameters, a statistically significant difference was detected pertaining to different grain fractions, grain-selector positions, vacuum pressure and working speed concerning the intrarow grain spacing of both maize hybrids researched. The PSK 4 vacuum sowing machine scored the high sowing quality coefficients (QFI index >98.6%) at a working speed of 4 km h⁻¹ and with the grain selector positioned at 10 and can be classified in the group of the very good sowing machines. With regard to the H₁ maize hybrid, the average intrarow grain spacing amounted to 19.60 cm, which ensures a set of 72,448 plants per ha, while the set amounted to 72,831 plants per ha (having an average intrarow spacing of 19.51 cm) with regard to the H₂ maize hybrid. Concerning a grain intrarow spacing, a statistically significant difference between the hybrids was determined by the LSD_{0,05} test.

Keywords: maize, sowing, vacuum sowing machine, grain fraction, intrarow spacing

(Primljeno 15. listopada 2020.; prihvaćeno 15. ožujka 20201. / Received on October 15, 2020; accepted on March 15, 2021)