

Utjecaj načina sustava sjetve na prinos i kvalitetu kukuruzne silaže

Guberac, Ante

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:

**Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek /
Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:805554>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-29**



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](#)



SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Ante Guberac

Sveučilišni prijediplomski studij Poljoprivreda

Modul Bilinogojstvo

**Utjecaj načina sustava sjetve na prinos i kvalitetu kukuruzne
silaže**

Završni rad

Osijek, 2024.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Ante Guberac

Sveučilišni prijediplomski studij Poljoprivreda

Modul Bilinogojstvo

**Utjecaj načina sustava sjetve na prinos i kvalitetu kukuruzne
silaze**

Završni rad

Povjerenstvo za ocjenu završnog rada:

1. prof. dr. sc. Đuro Banaj, mentor
2. prof. dr. sc. Bojan Stipešević, član
3. dr. sc. Anamarija Banaj, član

Osijek, 2024.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek
Sveučilišni prijediplomski studij Poljoprivreda, modul Bilinogojstvo

Završni rad

Ante Guberac

Utjecaj načina sustava sjetve na prinos i kvalitetu kukuruzne silaže

Sažetak: U znanstvenom radu prikazani su ostvareni rezultati dobiveni primjenom dvije različite tehnologije sjetve silažnog kukuruza Mikado. Istraživanja su provedena tijekom 2023. godine, a za sjetve u udvojene redove korištena je sijačica *MaterMacc Twin Row-2*. Kod sjetve obavljene na standardni način utvrđen je prosječan broj biljaka ha^{-1} od 73 840 komada, a kod sjetve u udvojene redove od svega 57 600 komada s koeficijentom varijacije koji je iznosio 4,65 %. Utvrđena razlika kod prosječnih vrijednosti sklopova iznosila je 16 240 biljaka. Prinos ukupne mase pri standardnom načinu sjetve iznosio je $55\,638\text{ kg ha}^{-1}$ odnosno sadržaj suhe tvari iznosio je $16\,393,59\text{ kg ha}^{-1}$. Međutim kod sjetve u udvojene redove prinos ukupne mase bio je manji za $6\,577\text{ kg ha}^{-1}$. Isto tako primjećen je i pad suhe tvari od $487,15\text{ kg ha}^{-1}$. Pad prinosa bio je i očekivan jer je pri sjetvi ostvaren znato manji sklop biljaka po hektaru.

Ključne riječi: twin row sjetva kukuruza, standardna sjetva, silaža, prinos suhe tvari

22 stranice, 11 tablica, 8 slika i grafikona, 27 literaturnih navoda

Završni rad je pohranjen u Knjižnici Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek i u digitalnom repozitoriju završnih i diplomskih radova Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku.

BASIC DOCUMENTATION CARD

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek
Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek
Undergraduate university study Agriculture, course Plant production

BSc thesis

Ante Guberac

The influence of the sowing method on the yield and quality of corn silage

Summary: The scientific paper presents the results achieved by applying two different technologies for sowing Mikado silage corn. The research was conducted during 2023, and the MaterMacc Twin Row-2 seeder was used for sowing in double rows. The average number of plants per ha^{-1} of 73,840 plants per ha^{-1} was determined when sowing in the standard way, and only 57,600 plants were planted in double rows with a coefficient of variation of 4.65%. The determined difference in the average values of the assemblages was 16,240 plants. The total mass yield with the standard sowing method was $55,638\text{ kg ha}^{-1}$, that is, the dry matter content was $16,393.59\text{ kg ha}^{-1}$. However, when sowing in double rows, the total mass yield was lower by $6,577\text{ kg ha}^{-1}$. A drop in dry matter of 487.15 kg ha^{-1} was also noticed. The drop off in yield was expected, as a much smaller set of plants per hectare was achieved during sowing.

Keywords: twin row corn sowing, standard sowing, silage, dry matter yield

22 pages, 11 tables, 8 figures, 27 references

BSc Thesis is archived in Library of Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek and in digital repository of Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

SADRŽAJ:

1. UVOD	1
1.1. Cilj istraživanja	3
2. MATERIJAL I METODE.....	4
2.1. Meteorološki uvjeti u vrijeme istraživanja	4
2.2. Tip tla na ispitnoj parceli	10
2.3. Sjetva pokusa	11
3. REZULTATI I RASPRAVA	12
3.1. Broj biljaka po jedinici površine.....	12
3.2. Visina biljaka	14
3.3. Visina košnje hibrida kukuruza	14
3.4. Vlažnost silirane mase	16
3.5. Prinos silaže ispitivanih hibrida	17
4. ZAKLJUČAK	19
5. POPIS LITERATURE	20

1. UVOD

Kukuruz je jedan od najznačajnijih usjeva koji se uzgaja širom svijeta zbog svoje visoke prilagodljivosti (Konuskan i sur., 2017.). Postoji nekoliko okolišnih i genetskih faktora koji utječu na kvalitetu i proizvodnju silažnog kukuruza (El Sabagh i sur., 2018.). Danas se najviše proučava utjecaj klimatskih uvjeta, sorte, tipa tla, gnojidbe, kao i utjecaj agrotehničkih zahvata na produktivnost kukuruzne silaže (Kirschke i sur., 2018; Šeremešić i sur., 2019.). Silažni kukuruz je jedna od najznačajnijih kultura za proizvodnju biomase koja se koristi u stočarstvu i industrijskoj proizvodnji (Konuskan, 2018.). Zbog svoje visoke energetske vrijednosti i probavljivosti, kukuruzna silaža nezamjenjiva je komponenta obroka za preživače (Kirschke i sur., 2018.; Šeremešić i sur., 2019.).

Kukuruz se u većini uzgojnih područja sije u razmaknutim redovima do 70 cm (Finck, 2004.), iako je ovaj raspored sjetve povezan s rizicima za okoliš, osobito erozijom tla (Vogel i sur., 2016.) i ispiranjem hranjivih tvari (Allende-Montalbán i sur., 2022.). Prostorni raspored biljaka kukuruza ovisi o gustoći biljaka po jedinici površine (sklopu biljaka ha^{-1}) i razmaku redova pri sjetvi. Kada se kukuruz sije na nejednake razmake u redu, dolazi do kompeticije između biljaka koje se bore za hraniva i prostor te ne mogu ostvariti svoj biološki potencijal (Finck, 2003).

Jedan od najvažnijih agrotehničkih postupaka je način sjetve. Postoji nekoliko različitih načina sjetve koje mogu uključivati razlike u gustoći biljaka, dubini sjetve i razmaku između redova. Svaka od ovih metoda može imati specifične učinke na rast i razvoj kukuruzne silaže, a time i na konačni prinos i kvalitetu. Bavec i sur. (2017.) navode kako su istraživanja pokazala da veća gustoća biljaka može povećati ukupni prinos biomase, ali istovremeno smanjiti kvalitetu silaže zbog niže koncentracije hranjivih tvari (Bavec i sur., 2017.). S druge strane, Mahmood i sur. (2021.) navode da optimalna gustoća sjetve osigurava uravnotežen odnos između prinosa i kvalitete, što je od presudne važnosti za uspješnu proizvodnju silaže (Mahmood i sur., 2021.).

Gao i suradnici (2021.) navode da uski razmak između redova smanjuje kompeticiju korijena i povećava distribuciju korijena u gornjem sloju tla. Štoviše, utvrđen je manji pad erozije kod sjetve u uskim redovima (0,45 m) u usporedbi sa širim razmakom redova (0,75 m) (Brant i sur., 2017.). Finck (2003.) navodi da sjetva kukuruza u dvored povećava razmak između biljaka kao i iskoristivost vegetacijskog prostora te apsorbciju sunčevog zračenja.

Ujednačeniji raspored biljaka (s istom ili većom gustoćom biljaka) može teorijski povećati prinos (Robles i sur., 2012.), ali objavljene studije pokazuju različite utjecaje razmaka redova na prinos kukuruza i druge (morfološke i kvalitativne) karakteristike zbog dodatnih učinaka hibrida (Ferreira i sur., 2021.), gnojidbe (Valadabadi i sur., 2010.) te uvjeta okoliša (Gözübenli, 2010.). Na primjer, Sposito i sur. (2021.) su utvrdili da različite sorte kukuruza mogu reagirati drugačije na način sjetve ovisno o specifičnim agroekološkim uvjetima područja.

Razmak u redu značajno utječe na ujednačenost rasporeda biljaka i definira ukupnu gustoću biljaka. Budući da se biljke natječu za hranjive tvari, svjetlost i druge čimbenike rasta, jednako razmaknute biljke pokazale bi minimalnu konkurenciju, a time i maksimalnu učinkovitost u smislu rasta i prinosa (Vafias i sur., 2007.) kroz bolje iskorištavanje raspoloživih resursa po jedinici površine (Barbieri i sur., 2008.). Vafias i sur. (2007.) navode da su prethodne studije pokazale da smanjenje razmaka redova također smanjuje heterogenost tla. Iako optimalni razmak između redova varira ovisno o usjevu, maksimalan odgovor prinosa postići će se korištenjem jednako razmaknutih biljaka, jer će se osigurati optimalno korištenje vode, hranjivih tvari i sunčevog zračenja (Bullock i sur., 1988.). Stoga odsutnost stresa gustoće igra važnu ulogu za povećanje učinkovitosti korištenja resursa i za poboljšanje potencijala prinosa pojedinačne biljke (Fasuola i sur., 1997., Lacolla i sur., 2023.).

Što se tiče iskorištenja učinka razmaka u redovima ispitivan je i procijenjen uglavnom kod kukuruza za zrno, dok je samo nekoliko studija usmjereno na silažni kukuruz.

Značajan učinak na prinos zrna kukuruza koji je posijan u uskim redovima zabilježio je Gözübenli (2010.) te navodi da su prinosi zrna u tri sklopa u uskim redovima, te udvojenim redovima bili veći nego u konvencionalnim redovima za oko 1,0 odnosno 0,9 t ha⁻¹.

Uzimajući u obzir korištenje silaže, Widdicombe i Thelen (2002.) zabilježili su značajno povećanje prinosa suhe tvari krme (5,4 %) kada je razmak reda sužen s 0,76 na 0,38 m, ali nije bilo interakcije razmaka reda i gustoće biljaka. Turgut i suradnici (2005.) uspoređivali su konvencionalni red (0,65 m) i alternativni udvojeni red (0,40 : 0,25 m) pod povećanjem gustoće biljaka (od 65 000 do 125 000 biljaka ha⁻¹). Ustanovili su značajno veći prinos kod udvojenih redova kao i kod većeg sklopa.

Za razliku od prethodno spomenutih studija, Robles i suradnici (2012.) nisu naveli značajan učinak razmaka reda na prinos zrna ili krme. Razlike u potencijalnom prinosu kukuruza i

stvarnim prinosima ukazuju na daljnja moguća povećanja prinosa zbog napretka u oplemenjivanju biljaka i poboljšanju agronomске prakse, navode Tollenaar i Lee (2002.). Klimatske prilike u vegetaciji značajno utječu na prinos kukuruza (Strieder i sur. (2008.), te je, stoga, učinak razmaka reda potrebno procijeniti u pokusima tijekom nekoliko godina (Fuksa i sur., 2023.). Prethodna istraživanja (Pokušalište FAZOS (2021.-2023.), KLISA 2023.) pokazala su da se optimizacijom rasporeda biljaka može povećati prinos zrna kukuruza ili suhe tvari u silaži.

1.1. Cilj istraživanja

Cilj istraživanja bio je ispitati utjecaj načina sjetve (standardni i twin row) na prinos i kvalitetu silaže hibrida kukuruza Mikado.

2. MATERIJAL I METODE

2.1. Meteorološki uvjeti u vrijeme istraživanja

U Tablici 1 prikazane su srednje mjesečne temperature zraka (°C), a u Tablici 2 ukupne mjesečne količine oborina (mm) za vegetacijsku 2023. godinu. Usporedbom podataka prikazanih u Tablici 1 i Tablici 2 sa višegodišnjim prosjecima (Tablice 3 i 4) vidljivo je da meteorološki uvjeti tijekom 2023. godine nisu značajnije odstupali od prosječnih višegodišnjih vrijednosti.

Tablica 1. Srednje mjesečne temperature zraka (°C) po danima i mjesecima izmjerene na glavnoj meteorološkoj postaji *Osijek–aerodrom* (45°28'4"N 18°48'23"E)

Osijek - Klisa aerodrom - srednja dnevna temperatura 2023.												
	Mjesec											
2023.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	9,8	3,8	5,4	8,9	16,4	21,7	23,7	22,6	20,4	17,0	11,3	9,3
2	9,0	4,6	6,0	11,1	17,9	20,0	23,1	22,0	22,2	17,6	14,4	4,3
3	7,0	4,7	6,4	6,4	16,4	18,9	24,1	26,9	21,2	19,1	12,5	0,4
4	6,8	2,9	6,1	3,5	15,5	20,6	22,0	25,4	19,2	16,6	10,7	-0,8
5	8,2	-0,8	5,0	4,0	17,6	20,0	24,4	21,5	20,0	14,2	12,8	3,4
6	7,2	-3,4	6,7	5,5	19,9	19,7	24,1	16,9	21,2	15,8	13,0	0,8
7	5,2	-3,7	9,4	5,8	20,1	21,2	22,5	17,4	21,6	14,8	12,6	3,0
8	6,7	-2,2	10,8	7,2	13,4	18,7	23,0	18,4	21,6	18,3	8,9	1,1
9	8,6	-2,7	11,2	6,3	12,5	21,1	24,9	19,8	21,9	15,6	8,0	-0,8
10	5,5	-2,9	10,0	10,0	16,4	21,6	26,1	19,8	22,4	15,8	8,8	0,5
11	4,8	0,4	4,9	12,9	13,1	18,1	27,8	19,7	22,6	15,9	7,2	5,9
12	2,9	5,3	3,1	11,4	14,0	18,1	28,1	21,8	23,6	17,6	6,7	7,9
13	4,0	4,5	8,2	14,7	15,3	17,6	25,0	22,0	23,6	17,8	9,0	9,0
14	4,8	5,0	13,5	10,2	15,8	20,1	23,8	23,8	21,4	17,9	12,5	7,1
15	4,8	2,8	7,0	10,2	16,2	19,0	26,2	22,4	20,4	11,4	12,4	4,4
16	5,6	4,1	4,2	12,5	16,4	19,5	28,7	22,4	21,0	7,4	10,1	1,6
17	8,9	7,7	4,3	12,3	14,3	19,3	28,9	23,4	22,3	8,4	8,0	1,6
18	9,4	9,0	6,7	12,2	12,2	22,0	28,1	23,4	24,1	8,0	4,2	2,9
19	3,3	8,9	10,7	12,7	16,0	24,7	24,0	24,2	21,1	17,6	3,8	3,8
20	0,8	9,4	12,4	13,1	19,0	26,0	23,8	25,8	21,9	23,2	8,5	-0,1
21	1,2	9,3	12,6	13,9	19,5	27,0	24,2	27,2	22,0	18,1	7,8	5,3
22	2,3	8,2	12,2	14,8	20,3	27,9	22,1	27,5	24,2	16,6	5,4	5,8
23	5,7	9,6	12,4	16,6	22,2	25,8	22,3	27,4	19,1	16,4	2,8	3,7
24	3,9	11,6	15,9	13,6	20,7	21,4	26,1	27,5	15,8	18,5	4,4	7,1
25	2,2	4,8	10,0	12,9	20,8	21,5	23,6	27,4	17,2	17,8	2,6	10,7
26	0,8	1,0	11,1	9,9	20,2	23,9	18,9	28,4	20,3	17,5	2,0	8,4
27	0,4	2,0	7,0	10,1	19,7	20,8	18,7	28,2	19,9	15,4	3,2	5,5
28	1,2	1,2	4,0	13,8	18,9	18,7	22,6	30,2	18,8	14,2	5,4	5,1
29	1,1		6,9	15,9	19,0	21,0	24,3	22,4	18,8	15,2	1,5	5,0
30	1,2		13,4	15,3	18,2	22,7	21,8	19,0	19,7	15,7	5,0	7,6
31	2,8		14,4		19,4		22,3	18,0		13,8		6,2
\bar{x}	4,7	3,8	8,8	10,9	17,3	21,3	24,2	23,3	21	15,8	7,8	4,4
MAKS.	9,8	11,6	15,9	16,6	22,2	27,9	28,9	30,2	24,2	23,2	14,4	10,7
MIN.	0,4	-3,7	3,1	3,5	12,2	17,6	18,7	16,9	15,8	7,4	1,5	-0,8

Izvor: DHMZ / CMHS (2024)

Tablica 2. Ukupne mjesečne količine oborina (mm) po danima i mjesecima izmjerene na glavnoj meteorološkoj postaji *Osijek-aerodrom* (45°28'4"N 18°48'23"E)

Osijek - Klisa aerodrom – ukupne mjesečne količine oborona (mm) u 2023. godini												
Dan	Mjesec											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1		1,5	1,4	10,6		0,4					10,4	0,4
2		0,1	1,0	19,3		3,0		1,7				
3		0,2	2,8	0,1		1,0						9,9
4	0,1	1,7		0,1	2,1				1,9		11,8	
5								10,4			0,4	
6						1,2		0,9			6,2	0,2
7			3,0			1,7		8,0			5,6	8,2
8			1,1	0,4	7,4	1,3					1,6	4,1
9				1,3		6,2						
10	10,0		2,1					2,2				0,1
11	5,7		5,1	0,1		0,5				0,2	9,5	9,3
12	0,4		4,4		8,7	29,3					3,9	1,8
13	0,2											2,4
14	0,3			2,5	4,1		19,6					17,9
15				3,4	12,7					0,3	19,0	1,4
16				0,1	15,5	2,6				2,0	1,9	0,2
17	3,1			1,2	1,9			0,4			0,4	
18	4,0			14,4	4,7						7,3	
19	6,7			2,5	7,3			9,4		0,6		
20	5,1			0,1			3,5					
21	1,4											
22	9,7						17,5		2,6	10,1	10,7	0,7
23	0,9						5,7			0,6		
24	11,3			1,5					26,0			1,5
25	0,4			18,3					1,3	1,4	1,5	
26		35,7	2,1	0,1			10,0		0,5	0,1		
27	2,6	10,2	2,8		1,3					3,7	0,1	
28	3,4	4,1	1,5		2,1	2,8				1,6	1,0	
29			0,3			1,8		1,7			10,1	
30					0,4			3,4				
31			0,3		31,0			11,0				
SUMA	65,3	53,5	27,9	76	99,2	51,8	56,3	49,1	32,3	20,6	101,4	58,1

Izvor: DHMZ / CMHS (2024)

Tablica 3. Srednje mjesečne temperature zraka (°C) (suhi termometar) u razdoblju 2014. do 2023. godine po danima i mjesecima izmjerene na glavnoj meteorološkoj postaji *Osijek-aerodrom* (45°28'4"N 18°48'23"E)

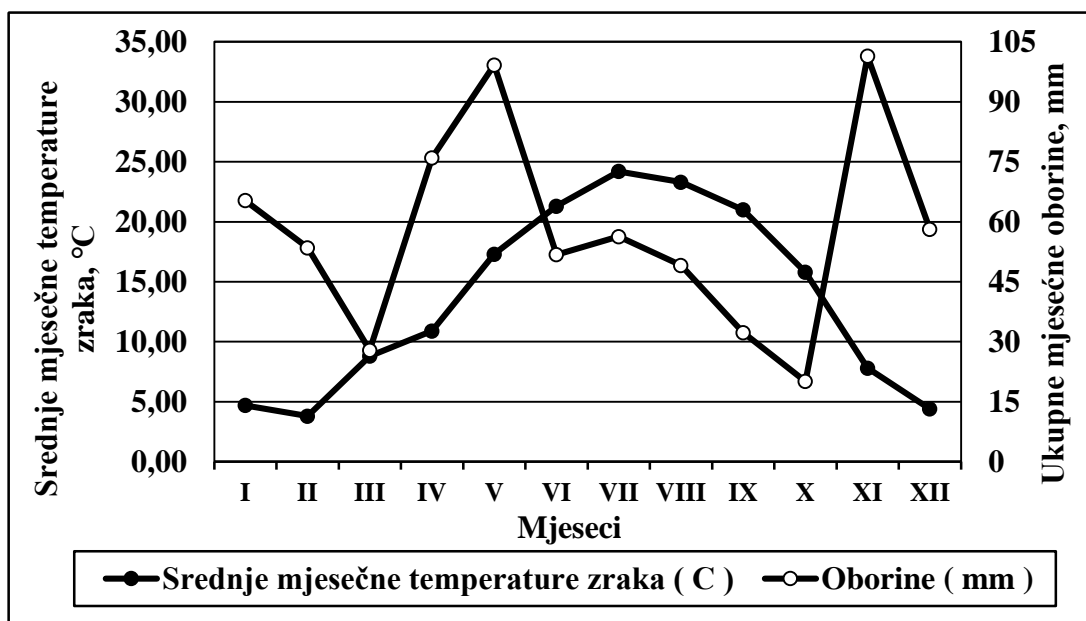
Godina	Mjesec												\bar{x}
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
2014.	3,8	5,4	9,7	13,2	16,6	20,9	22,3	21,2	17,2	13,3	8,1	3,5	12,9
2015.	2,6	2,5	7,3	12,3	18,2	21,4	25,0	24,4	18,4	11,2	7,5	3,1	12,8
2016.	0,9	6,7	7,7	13,6	17,1	21,6	23,1	21,1	18,5	10,6	6,1	0,0	12,2
2017.	-5,	3,8	10,0	11,6	18,3	23,4	23,9	24,2	16,5	12,4	6,9	3,5	12,4
2018.	4,2	0,9	4,6	17,0	20,6	21,7	22,5	24,3	18,3	14,4	7,6	1,5	13,1
2019.	0,3	4,5	9,6	13,2	14,6	23,6	23,3	24,0	18,0	13,5	10,3	4,3	13,3
2020.	0,5	6,2	7,6	13,0	16,1	20,7	22,8	23,8	19,4	12,9	6,8	4,5	12,9
2021.	2,6	5,1	5,9	9,7	15,6	23,6	25,3	22,0	17,7	10,1	6,6	3,0	12,3
2022.	1,6	5,3	5,6	10,9	19,1	23,4	24,4	23,8	17,0	13,6	7,9	4,7	13,1
2023.	4,7	3,8	8,8	10,9	17,3	21,3	24,2	23,3	21,0	15,8	7,8	4,4	13,6
Ukupno	16,1	44,2	76,8	125,4	173,5	221,5	235,8	232,1	182,0	127,8	75,6	32,5	128,6
\bar{x}	1,6	4,4	7,7	12,5	17,4	22,2	23,7	23,2	18,2	12,8	7,6	3,2	12,9
Maksimalna	4,7	6,7	10,0	17,0	20,6	23,6	25,3	24,4	21,0	15,8	10,3	4,7	13,6
Godina	2023	2016	2017	2018	2018	2019	2021	2015	2023	2023	2019	2022	2023
Minimalna	-5,1	0,9	4,6	9,7	14,6	20,7	22,3	21,1	16,5	10,1	6,1	0,0	12,2
Godina	2017	2018	2018	2021	2019	2020	2014	2016	2017	2021	2016	2016	2016

Izvor (Source): DHMZ / CMHS (2024)

Tablica 4. Ukupne mjesečne i godišnje količine oborina (mm) u razdoblju 2014. do 2023. godine izmjerene na glavnoj meteorološkoj postaji *Osijek-aerodrom* (45°28'4"N 18°48'23"E)

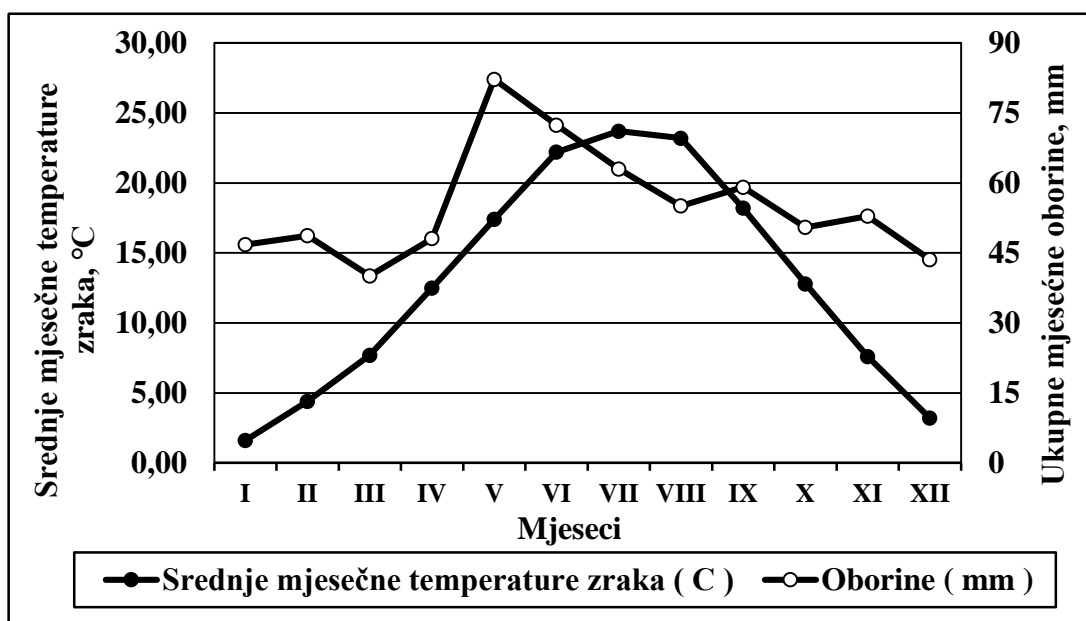
Godina	Mjesec												Ukupno
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
2014.	29,5	46,0	41,1	79,9	166,3	63,3	82,6	92,5	82,1	85,6	6,8	64,0	839,7
2015.	77,6	64,1	54,8	13,5	106,4	26,2	24,9	38,9	40,2	85,7	49,2	2,8	584,3
2016.	70,6	76,0	58,0	38,1	39,6	164,8	114,2	48,7	37,6	68,0	54,8	0,8	771,2
2017.	36,9	52,1	55,7	54,8	50,5	35,7	60,1	24,0	64,6	55,7	37,3	44,0	571,4
2018.	59,1	70,9	71,9	25,1	77,6	102,9	89,2	45,6	106,1	13,7	31,9	24,4	718,4
2019.	41,7	20,0	11,1	74,7	118,8	105,8	57,3	83,4	61,6	31,3	78,6	48,8	733,1
2020.	12,8	37,6	28,9	14,5	38,2	101,8	53,2	49,6	22,1	64,6	17,1	54,8	495,0
2021.	69,6	41,9	44,4	55,7	70,1	11,4	77,7	88,3	22,2	67,7	73,5	78,0	700,3
2022.	5,3	24,5	7,0	48,6	55,2	60,7	14,3	31,3	122,3	12,0	78,0	59,8	519,0
2023.	65,3	53,5	27,9	76,0	99,2	51,8	56,3	49,1	32,3	20,6	101,4	58,1	691,5
Ukupno	468,4	486,6	400,8	480,9	821,9	724,4	629,9	551,4	591,1	504,7	528,6	435,5	6623,9
\bar{x}	46,8	48,7	40,1	48,1	82,2	72,4	63	55,1	59,1	50,5	52,9	43,6	662,4
Maksimalna	77,6	76	71,9	79,9	166,3	164,8	114,2	92,5	122,3	85,7	101,4	78	839,7
Godina	2015	2016	2018	2014	2014	2016	2016	2014	2022	2015	2023	2021	2014
Minimalna	5,3	20	7	13,5	38,2	11,4	14,3	24	222,1	12	6,8	0,8	495
Godina	2022	2019	2022	2015	2020	2021	2022	2017	2020	2022	2014	2016	2020

Izvor: DHMZ / CMHS (2024)



Grafikon 1. Klimadijagram prema Walteru za 2023. godinu za glavnu meteorološku postaju *Osijek-aerodrom* (45°28'4"N 18°48'23"E)

Iz Grafikona 1. može se uočiti nedostatak oborina u vegetaciji kukuruza tijekom 2023. godine tijekom lipnja pa sve do listopada. Iz Grafikona 2. vidljivo je da je u višegodišnjem razdoblju promatranja (2014.-2023.) taj nedostatak ublažen i proteže su u periodu od lipnja do rujna.



Grafikon 2. Klimadijagram prema Walteru za razdoblje od 2014. do 2023. godine za glavnu meteorološku postaju *Osijek-aerodrom* (45°28'4"N 18°48'23"E)

2.2. Tip tla na ispitnoj parceli

Na temelju analiza tla zaključeno je da je tlo na pokušalištu *Tenja* slabo humozno (1-3 % humusa) (analize broj 1, 3, 4, 7 i 8; Tablica 5), te dosta humozno (3-5 % humusa) (analize broj 2, 5 i 6; Tablica 5). Temeljem sadržaja P₂O₅ (pH tla < 6) od 3,5 do 15,6 mg/100 g tla ovo tlo možemo svrstati u kategoriju tala s vrlo niskom i niskom opskrbljenošću. Međutim, iz analiza broj 3, 4, 7 i 8 u području pH > 6 ovo tlo radi sadržaja P₂O₅ od 15,5 do 27,3 mg/100 g tla ovo tlo možemo svrstati u kategoriju tala s dobrom i visokom opskrbljenošću. Provedenim analizama utvrđena je srednja tekstura tla. Utvrđeni sadržaj K₂O iz analize broj 1 (20,4 mg/100 g tla) svrstava tlo u kategoriju tla s dobrom opskrbljenošću. Međutim, iz nekoliko analiza (Tablica 5) tlo se može svrstati u kategoriju s vrlo visokom opskrbljenošću. Tlo na pokušalištu, s obzirom na pH, pripada u grupu slabo kiselih (pH/KCL 4,94) s udjelom od 2,19 % karbonata. Temeljem rezultata analize broj 8 (pH/KCL 7,01) s udjelom od 2,14 % karbonata tlo možemo svrstati u tla s neutralnom reakcijom. Značajnije odlike tla na pokušalištu prikazane su u Tablici 7.

Tablica 5. Vrijednosti laboratorijskih mjerenja uzoraka table K-24 (45,50198; 18,80389)

Parametri ispitivanja	Metoda ispitivanja	Uzorak							
		1	2	3	4	5	6	7	8
pH tla u vodi	RU 122-04*	6,92	6,31	8,03	7,87	5,89	5,93	7,35	7,82
pH tla u 1M KCl	RU 122-04*	5,66	5,20	7,21	7,05	4,94	4,97	6,49	7,01
Humus (%)	RU 124-05	2,59	3,73	2,08	2,01	3,60	4,01	2,24	2,14
Karbonati (%)	RU 127-04	0,42	2,57	2,55	0,85	2,19	2,11	0,43	1,28
Lakopristupačni kalij (mg K ₂ O/100 g tla)	RU 125-05*	20,4	36,4	31,5	25,1	36,2	40,0	>50,0	48,9
Lakopristupačni fosfor (mg P ₂ O ₅ /100 g tla)	RU 126-04	3,5	14,5	27,3	15,4	12,4	15,6	18,2	22,5

* - akreditirana metoda prema HRN EN ISO/IEC 17025:2017, Inspecta 31.5.2023.

2.3. Sjetva pokusa

Sjetveni pokus hibrida u tehnologiji standardnog oblika (razmak redova 70 cm) na Tabli K-24 obavljena je 27. 04. 2023. godine osmorednom sijačicom ED tvrtke Amazone. Tijekom rada sjetva je obavljena na dubinu između 3,5 i 4,5 cm ovisno o zbijenosti tla. Radna brzina tehničkog sustava u vrijeme sjetve bila je u granicama od 8 do 10 km h⁻¹. Sjetva u tehnologiji udvojenih redova radi nestabilnog vremena i prevelike vlažnosti tla obavljena je 05.05.2023. godine sijačicom *MaterMacc Twin Row-2* na radnu dubinu oko 4 cm (Slika 1). Za standardnu sjetvu sijačica je podešena na teorijski sklop oko 75 000 biljaka ha⁻¹.



Slika 1. Sijačica tvrtke MaterMacc S.p.a. – Twin Row–2 (Izvor: Guberac, A.)

Prikaz zasijanog broja redova i površine na ispitnoj parceli K-24 prikazan je u Tablici 6.

Tablica 6. Redoslijed sjetve i primjenjeni hibridi u sjetvenom pokusu

Redni broj	Naziv hibrida	Fao grupa	Zasijano	
			redova	površina (ha)
1.	KWS MIKADO - STANDARD	620	32	1,6
2.	TWIN ROW MIKADO	620	20	0,98

3. REZULTATI I RASPRAVA

3.1. Broj biljaka po jedinici površine

Mjerenje sklopa odnosno biljaka po hektaru obavljeno je u faza razvoja kukuruza od 6 do 10 listova. Utvrđivanje broja biljaka ha^{-1} obavljeno je u četiri ponavljanja kod četiri reda na početku, sredini i kraju parcele u duljini od 50 m.

Prinos mase u visokoj je korelaciji s ostvarenim proizvodnim sklopom biljaka po ha^{-1} , stoga svaka sjemenska kuća daje preporuku optimalnog sklopa za svaki pojedini hibrid. Tvrtka KWS preporuča sjetvu hibrida Mikado u sklop od 65 000 do 78 000 biljaka ha^{-1} .

Na Slici 2 prikazan je sklop kukuruza kod sjetve u udvojene redove, a na Slici 3 sklop kukuruza kod standardne sjetve.



Slika 2. Sjetveni pokus silažnog kukuruza Mikado kod sjetve u udvojene redove (Izvor: Guberac, A.)



Slika 3. Sjetveni pokus silažnog kukuruza Mikado kod sjetve u standardne redove (Izvor: Guberac, A.)

Tablica 7. Statističke vrijednosti utvrđenih sklopova (biljaka/ha) kod ispitivanih hibrida na dan 26.07.2023. godine

R. br. u pokusu	HIBRID	Statističke vrijednosti izmjerenog sklopa biljaka/ha				
		\bar{x}	σ	KV (%)	Min.	Max.
STANDARDNA (70 cm – 142 reda ha ⁻¹) – TWIN ROW (22*48 cm -284 reda ha ⁻¹)						
1.	KWS MIKADO - STANDARD	73840	946,667	1,29	73367	75260
2.	TWIN ROW MIKADO	57600	2678,619	4,65	53000	59500

U Tablici 7 prikazani su rezultati mjerenja sklopa. Iz tablice se može uočiti velika razlika u ostvarenju sklopa od 16 240 biljaka ha⁻¹. Kod standardne sjetve prosječna vrijednost sklopa iznosila je 73 840 sa standardnom devijacijom od 946.667 biljaka uz koeficijent varijacije od 1,29 %. Kod hibrida Mikado posijanog u uske redove utvrđena je prosječna vrijednost sklopa od 57 600 biljaka ha⁻¹ uz koeficijent varijacije od 4,65 %. Znanstveno objašnjenje treba tražiti

u gubitku biljaka prilikom kultivacije i pogrešnom izboru omjera voznog kotača i broja otvora na sjetvenoj ploči.

3.2. Visina biljaka

Mjerenje visina biljaka hibrida kukuruza nakon cvatnje provedeno je 27. srpnja 2023. godine, pri čemu je za mjerenje korišten označeni štap u centimetrima visine od tri metra. Visina je mjerena od tla uz biljku, sve do vršnog djela metlice u dubini parcele 150 do 450 m u 100 ponavljanja. Prosječna visina biljaka kod sjetve u udvojene redove iznosila je 286,1 cm odnosno bila je veća za 2,8 cm u odnosu na standardnu sjetvu (Tablica 8).

Tablica 8. Statističke vrijednosti izmjerenih visina biljaka (cm) kod ispitivanih hibrida na dan 27.07.2023. godine

R.br. u pokusu	HIBRID	Statističke vrijednosti izmjerenih visina biljaka (cm)			
		\bar{x}	95 % sigurnosti ($\pm 2 \sigma$)	Min.	Max.
1.	KWS MIKADO STANDARD	283,3	266,75 – 299,84	258	294
2.	TWIN ROW MIKADO	286,1	269,36 – 302,84	263	298

3.3. Visina košnje hibrida kukuruza

Prilikom košnje odnosno ubiranja silažnog kukuruza mora se voditi računa o visini reza stabljika kukuruza. Prema navodima većeg broja autora prihvatljiva je visina oko 25 cm. Kako se u ovom pokusu isjeckana masa istovremeno koristila za potrebe energane te za strojno punjenje silažne vreće („kobasice“) predložena je visina košnje od 15 do 17 cm.

Košnja silažnog kukuruza ostvarena je pri visini od 15,34 cm pri čemu smo zadovoljili oba korisnika isjeckane mase. Utvrđena najniža visina košnje iznosila je 13 cm a najviša 17 cm. Ostvarene visine košnje prikazane su u Tablici 9.

Tablica 9. Ostvarene visine košnje (cm) silažnog kombajna

Visina reza – košnje (cm)	Statističke vrijednosti visine košnje pri radu silokombajna			
	\bar{x}	95 % sigurnosti ($\pm 2 \sigma$)	Min.	Max.
	15,34	12,971 – 17,710	13,00	17,00

Na Slici 4 prikazana je visina košnje u standardnoj sjetvi, a na Slici 5 visina košnje kod sjetve u udvojene redove.



Slika 4. Visina košnje u standardnoj sjetvi istraživanog hibrida (Izvor: Guberac, A.)



Slika 5. Visina košnje kod sjetve u udvojene redove (Izvor: Guberac, A.)

3.4. Vlažnost silirane mase

Dosadašnja saznanja, a što je potvrđeno objavom većeg broja radova kako domaćih tako i stranih autoar, ukazuju na to da je najpogodniji period za siliranje čitave stabljike kukuruza kada usitnjena kukuruzna masa sadrži 60 do 70 % vlažnosti. Ako se gleda razvoj biljke tada nalijevanje zrna još uvijek nije završeno odnosno gornja polovica zrna je tvrda, a donja je meka (mliječna linija na 2/3 do 1/3 zrna). Ukoliko prijevremeno započnemo silirati cijelu biljku u silažnoj masi bit će manji udio zrna, odnosno manji energetske udio. Osim o suhoj tvari, kvaliteta silažne mase ovisi i o postotnom udjelu zrna, lista i stabljike u ukupnoj silažnoj masi. U silažnoj masi preporuča se da udio zrna bude od 40 do 50 %, te 20 do 30 % lisne mase (www.savjetodavna.hr).

Tablica 10. Statističke vrijednosti vlažnosti isjeckane mase ispitivanih hibrida na dan 25.-
26.8. 2023. godine

R.br. u pokusu	HIBRID	Statističke vrijednosti vlažnosti mase ispitivanih hibrida			
		\bar{x}	95 % sigurnosti ($\pm 2 \sigma$)	Min.	Max.
STANDARDNA (70 cm – 142 reda ha ⁻¹) – TWIN ROW (22*48 cm -284 reda ha ⁻¹)					
1.	KWS MIKADO STANDARD	70,54	69,50 – 71,57	70,07	70,99
2.	TWIN ROW MIKADO	65,59	64,93 – 66,25	65,31	66,02

Prema rezultatima iz Tablice 10 siliranje oba hibrida obavljeno je u povoljnim uvjetima s obzirom na sadržaj vlage od 65,59 % kod sjetve u udvojene redove i 70,54 % kod kukuruza u standardnoj sjetvi.

3.5. Prinos silaže ispitivanih hibrida

Siliranje hibrida u pokusu obavljeno je 25 i 26. kolovoza 2023. godine, a dobiveni rezultati prikazani su u Tablici 11. Na Slici 6 prikazan je postupak siliranja ispitivanog hibrida kukuruza u standardnoj sjetvi. Iz Tablice 11 vidljivo je da je hibrid Mikado posijan u standardni način sjetve ostvario veći prinos (55 638 kg ha⁻¹) u odnosu na kukuruz koji je sijan u udvojene redove (49 061 kg ha⁻¹). S druge strane, prinos suhe tvari bio je veći kod kukuruza sijanog u udvojene redove (16880,74 kg ha⁻¹), dok je kod kukuruza posijanog u standardnoj sjetvi bio manji (16 393,59 kg ha⁻¹).

Banaj i sur. (2018.) su uspoređivali prinos dva hibrida P0023 i P0412 posijanih standardnom sjetvom i twin-row sjetvom. Prinos hibrida P0023 u standardnoj sjetvi iznosio je 12882 kg/ha sa koeficijentom varijacije 4,90 %, a u twin-row sjetvi 13477 kg/ha ili 4,62 % više nego kod standardne sjetve. Slične rezultate je dao i hibrid P0412.

Tablica 11. Statističke vrijednosti prinosa isjeckane mase ispitivanih hibrida na dan 25. - 26.8.2023. godine

R.br. u pokusu	HIBRID	Statističke vrijednosti prinosa mase ispitivanih hibrida		
		Vlažnost (%)	Prinos (kg/ha)	Prinos suhe tvari (kg/ha)
1.	KWS MIKADO STANDARD	70,54	55 638	16393,59
2.	TWIN ROW MIKADO	65,59	49 061	16880,74



Slika 6. Siliranje hibrida Mikado u standardnoj sjetvi (Izvor: Banaj, Đ.)

4. ZAKLJUČAK

Na temelju istraživanja provedenog na pokušalištu Tenja (Tabla K-24) u 2023. godini, može se utvrditi da je sjetva u udvojene redove (sijačica MaterMacc Twin Row-2) obavljena 5. svibnja odnosno sedam dana kasnije nego standardna sjetva.

- Kod sjetve obavljene na standardni način utvrđen je prosječan broj biljaka ha^{-1} od 73 840. Utvrđeni najmanji sklop iznosio je 73 367, a najveći 75 260 biljaka ha^{-1} .

- Sjetvom hibrida *Mikado*, kod sjetve u udvojene redove utvrđen je znatno manji sklop od 57 600 s koeficijentom varijacije od 4,65 %. Utvrđena razlika između prosječnih vrijednosti sklopova iznosila je 16 240 biljaka ha^{-1} .

- Kod rezultata prosječne visine biljaka s obzirom na primijenjenu tehnologiju utvrđeno je da su biljke kod sjetve u udvojene redove ostvarile veću visinu za 2,8 cm. Kod standardne sjetve ostvarena je visina od 283,3 cm, a kod sjetve u udvojene redove 286,1 cm.

- Utvrđena vlažnost mase za siliranje kod standardnog načina sjetve kretala se u rasponu od 69,50 do 71,57 %. Najmanji sadržaj vlage u biljci zabilježen je kod sjetve u udvojene redove i iznosio je 65,31 %. Iako su oba hibrida, temeljem dosadašnjih saznanja bili u optimalnim vrijednostima, veći sadržaj vlage zabilježen je pri sjetvi hibrida na standardni način.

- Prinos ukupne mase pri standardnom načinu sjetve iznosio je 55 638 kg ha^{-1} odnosno sadržaj suhe tvari iznosio je 16393,59 kg ha^{-1} . Međutim, kod sjetve u udvojene redove prinos ukupne mase bio je manji za 6 577 kg ha^{-1} . Isto tako, primjećen je i pad suhe tvari od 487,15 kg ha^{-1} . Pad prinosa bio je i očekivan jer je pri sjetvi ostvaren manji sklop za 16 240 biljaka ha^{-1} .

- Dobivena saznanja ukazuju na opravdanost primjene sjetve silažnog kukuruza u udvojene redove te mogućnost ostvarenja većeg prinosa ukupne mase kao i suhe tvari po jedinici površine.

5. POPIS LITERATURE

1. Banaj, Đ., Banaj, A., Jurkovic, D., Tadić, V., Petrović, D., Lovrić, Ž. (2018.): Application of MaterMacc Twin Row-2 sowing machine in corn sowing on family farm Jasna Puhar. Proceedings & Abstracts of 11th International Scientific/Professional Conference Agriculture in nature and environment protection, Vukovar, Croatia, 28-30 May 2018, pp. 323-327.
2. Barbieri, P.A., Echeverria, H.E., Sainz Rozas, H.R., Andrade, F.H. (2008.): Učinkovitost korištenja dušika u kukuruzu pod utjecajem dostupnosti dušika i razmaka redova. Agron. J., 100: 1094-1100.
3. Bavec, F., Grobelnik Mlakar, S., Bavec, M., & Škornik, S. (2017.): Agrotechnical measures for sustainable maize production: Impact on yield and nutrient use efficiency. Journal of Agricultural Science, 155(5): 725-738.
4. Brant, V., Zábranský, P., Škeříková, M., Pivec, J., Kroulík, M., & Procházka, L. (2017.): Effect of row width on splash erosion and throughfall in silage maize crops. Soil and Water Research, 12(1): 39-50.
5. Bullock, D. G., Nielsen, R. L., & Nyquist, W. E. (1988.): A growth analysis comparison of corn grown in conventional and equidistant plant spacing. Crop Science, 28(2): 254-258.
6. El Sabagh, A., Hossain, A., Barutçular, C., Khaled, A.A., Fahad, S., Anjorin, F.B., Islam, M.S., Ratnasekara, D., Kızılgöçü, F., Singh, G., Yıldırım, M., Konuskan, O., Yadav, M.Y., Saneoka, H. (2018.): Sustainable maize (*Zea mays* L.) production under drought stress by understanding its adverse effect, survival mechanism and drought tolerance indices. Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences, 6(2): 282-295.
7. Fasoula, D. A., V.A. Fasoula. (1997.): Competitive ability and plant breeding. Plant Breed. Rev., 14: 89-138.
8. Ferreira, L. L., Mendes, S., Carvalho, I. R., Conte, G. G., Leal, F. S., Santos, N. S. C., ... & Hutra, D. J. (2021.): Spatial arrangement and its implications in the yield of maize cultivars. Genetics and Molecular Research, 20(1): gmr18425.

9. Finck, C. (2003.): Twin rows take to field. *Farm Journal*, 127: 8.
10. Fuksa, P., Hrevušová, Z., Szabó, O., Hakl, J. (2023.): Effect of Row Spacing and Plant Density on Silage Maize Growth, Dry Matter Distribution and Yield. *Agronomy*, 13(4): 1117.
11. Gao, J., Lei, M., Yang, L., Wang, P., Tao, H., & Huang, S. (2021.): Reduced row spacing improved yield by optimizing root distribution in maize. *European Journal of Agronomy*, 127, 126291.
12. Gözübenli, H. (2010.): Influence of planting patterns and plant density on the performance of maize hybrids in the Eastern Mediterranean conditions. : *International Journal of Agriculture and Biology*, 12(4): 556-560.
13. Kirschke, D., Piorr, A., Müller, K. (2018.): Agricultural management and sustainability: Recent insights into yield quality trade-offs in maize silage production. *Sustainability*, 10(8): 2760.
14. Konuskan, O., Konuskan, B. D., Lavei, C.M. (2017.): Effect of foliar fertilization on chemical properties and fatty acid composition of corn (*Zea mays* L). *Revista de Chemie*, 68(9): 2073-2075.
15. Lacolla, G., Caranfa, D., De Corato, U., Cucci, G., Mastro, M. A., & Stellacci, A. M. (2023.): Maize Yield Response, Root Distribution and Soil Desiccation Crack Features as Affected by Row Spacing. *Plants*, 12(6): 1380.
16. Mahmood, T., Ullah, A., Khan, A. (2021.): Effect of plant density and sowing methods on forage quality and yield of maize. *Field Crops Research*, 263: 108061.
17. Robles, M., Ciampitti, I. A., Vyn, T. J. (2012.): Responses of maize hybrids to twin-row spatial arrangement at multiple plant densities. *Agronomy Journal*, 104(6): 1747-1756.

18. Sposito, T., Martins, P., Duarte, L. (2021.): Climate adaptation strategies in maize cultivation: Impact on forage quality under different planting methods. *Journal of Applied Plant Research*, 9(3): 145-158
19. Strieder, M. L., Silva, P. R. F. D., Rambo, L., Sangoi, L., Silva, A. A. D., Endrigo, P. C., Jandrey, D. B. (2008.): Crop management systems and maize grain yield under narrow row spacing. *Scientia Agricola*, 65: 346-353.
20. Šeremešić, S., Jovanović, Z., Mijatović, M. (2019.): Impact of agrotechnical factors on the productivity of maize. *Plant Science Today*, 6(1): 44-52.
21. Tollenaar, M., Lee, E. A. (2002.): Yield potential, yield stability and stress tolerance in maize. *Field crops research*, 75(2-3): 161-169.
22. Turgut, I., Duman, A., Bilgili, U. Ğ. U. R., Acikgoz, E. (2005.): Alternate row spacing and plant density effects on forage and dry matter yield of corn hybrids (*Zea mays* L.). *Journal of Agronomy and Crop Science*, 191(2): 146-151.
23. Vafias, B., Goulas, C., Lolos, G., Ipsilandis, C.G. (2007.): A triple stress effect on monogenotypic and multigenotypic maize populations.. *Asian J. Plant Sci.*, 6(1): 29–35.
24. Valadabadi, S. A., Farahani, H. A. (2010.): Effects of planting density and pattern on physiological growth indices in maize (*Zea mays* L.) under nitrogenous fertilizer application. *Journal of Agricultural Extension and Rural Development*, 2(3): 40-47.
25. Widdicombe, W. D., Thelen, K. D. (2002.): Row width and plant density effects on corn grain production in the northern Corn Belt. *Agronomy journal*, 94(5): 1020-1023.
26. Vogel, E., Deumlich, D., Kaupenjohann, M. (2016.): Bioenergy maize and soil erosion—Risk assessment and erosion control concepts. *Geoderma*, 261: 80-92.
27. Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i ribarstva (2009.): Proizvodnja silažne mase čitave stabljike kukuruza. Dostupno na: www.savjetodavna.hr (datum pristupa 5.6.2024.)