

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Tomislav Bižić

Preddiplomski stručni studij Bilinogojstvo

Smjer Ratarstvo

**Utjecaj različitih FAO grupa na prinos i agronomska svojstva
kukuruza tijekom vegetacije 2021. godine**

Završni rad

Osijek, 2022.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Tomislav Bižić

Preddiplomski stručni studij Bilinogojstvo

Smjer Ratarstvo

**Utjecaj različitih FAO grupa na prinos i agronomska svojstva
kukuruza tijekom vegetacije 2021. godine**

Završni rad

Povjerenstvo za ocjenu završnog rada:

1. doc. dr. sc. Dario Iljkić, mentor
2. prof. dr. sc. Mirta Rastija, član
3. izv. prof. dr. sc. Miro Stošić, član

Osijek, 2022.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek
Preddiplomski stručni studij Bilinogojstvo, smjer Ratarstvo

Završni rad

Tomislav Bižić

Utjecaj različitih FAO grupa na prinos i agronomska svojstva kukuruza tijekom vegetacije 2021. godine

Sažetak

Kukuruz je jedna od gospodarski najvažnijih žitarica u svijetu i Hrvatskoj. S obzirom da se u intenzivnoj proizvodnji siju hibridi, kojih na tržištu ima velik broj, cilj rada bio je utvrditi prinos, agronomska i morfološka svojstva različitih hibrida kukuruza te prikazati utjecaj vremenskih prilika na ispitivane parametre. Poljski pokus je proveden na pokušalištu Tenja Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek u tri ponavljanja tijekom 2021., a korišteno je ukupno šest hibrida različitih FAO skupina (OS 3114, OS 398, Kulak, Tomasov, Filigran i Velimir). Vremenske prilike u 2021. godini su bile povoljne i slične višegodišnjem prosjeku izuzev lipnja koji je obilježen manjkom oborina i srpnja tijekom kojeg je pala veća količina oborina.

Analiza varijance je pokazala statističku značajnost za sva svojstva osim sadržaja vlage u zrnu i ostvarenog sklopa. Prosječan prinos u istraživanju je bio 9,66 t/ha, vlaga zrna 21,4%, a ostvaren sklop 58 055 biljaka po hektaru. Općenito, hibridi kasnijih FAO skupina su postigli bolje vrijednosti morfoloških parametara dok za prinos i agronomska svojstva nije uočena jasna razlika između ranih i kasnijih FAO skupina.

Glavne riječi: kukuruz, hibridi, FAO skupine, vremenske prilike, svojstva

27 stranica, 4 tablice, 14 slika, 3 grafikona, 23 literaturna navoda

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

BASIC DOCUMENTATION CARD

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek
Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek
Professional study Plant production

Final work

Tomislav Bižić

Influence of different FAO groups on yield and agronomic properties of maize during the vegetation in 2021

Summary

Maize is one of the most economically important cereals in the world and in Croatia itself. Considering that hybrids are sown in intensive production, of which there are a large number on the market, the aim of this work was to determine the yield, agronomic and morphological properties of different maize hybrids and to show the influence of weather conditions on the examined parameters. Field experiment was conducted at Tenja experimental site of the Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek in three repetitions during 2021, and total of six hybrids of different FAO groups were used (OS 3114, OS 398, Kulak, Tomasov, Filigran and Velimir). The weather conditions were favourable and similar to the multi-year average, with the exception of June, which was characterized by lack of precipitation and July, during which a larger amount of precipitation fell. Analysis of variance showed statistical significance for all properties except moisture content in the grain and the achieved plant density. The average yield in the research was 9,66 t/ha, grain moisture at 21,4 %, and plant density of 58 055 plants per hectare. In general, hybrids of later FAO groups achieved higher values of morphological parameters, while no clear difference was observed for yield and agronomical properties between the earlier and later FAO groups.

Key words: maize, hybrids, FAO groups, weather conditions, properties

27 pages, 4 tables, 14 figures, 3 graphs, 23 references

Final work 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	4
2.	PREGLED LITERATURE	5
2.1.	Agroekološki i agrotehnički čimbenici prinosa kukuruza	5
3.	MATERIJAL I METODE	8
3.1.	Opis pokusa	8
3.2.	Određivanje parametara	9
3.3.	Karakteristike hibrida kukuruza	12
3.4.	Analiza meteoroloških podataka	16
3.5.	Statistička obrada podataka	17
4.	REZULTATI I RASPRAVA	18
4.1.	Kontinentalna klima Hrvatske	18
4.2.	Vremenske prilike tijekom 2021. godine	18
4.3.	Prinos i agronomska svojstva	20
4.4.	Morfološka svojstva	22
5.	ZAKLJUČAK	24
6.	POPIS LITERATURE	25

1. UVOD

Kukuruz (lat. *Zea mays*) je jednogodišnja zeljasta biljka koja pripada porodici trava (*Poaceae*). Ima žiličast korijenov sustav kao i ostale žitarice, visoku, čvrstu stabljiku te razdvojene muške (metlica) i ženske cvjetove (klip). Plod mu je zrno koje se nalazi na klipju u najčešće 8 – 12 redova. Zrna su uobičajeno žute ili bijele boje, ali postoje sorte i hibridi i u drugim bojama.

Smatra se da je porijeklom iz srednje Amerike, točnije područja današnjeg južnog Meksika. Poznavali su ga i uzgajali drevne civilizacije Maja i Azteca kojima je bio od ključne važnosti u prehrani i svakodnevnom životu. Naziv potječe od riječi *mahiz* što znači „zrno života“, a „milpa“ je naziv za polje kukuruza koje su stvorili krčenjem i paljenjem (Bekrić, 1997.). Ograđeno je kamenjem kako bi zaštitili usjev od divljači. Koristili su se primitivnim oruđima te tako sijali kukuruz, a nakon 2 do 3 godine bi napustili površinu zbog opadanja plodnosti i korova te na istu površinu bi se vratili nakon 10-ak godina i ponavljali navedeni proces. Također su korišteni sustavi kanala od brdskih potoka kako bi se obavljalo navodnjavanje. Prije prenošenja kukuruza u Europu, ljudi su se uglavnom hranili pšenicom i krumpirom (Bekrić, 1997.). U Europu ga prvi put donosi Kristofer Kolumbo 1492. godine zajedno sa uputama za uzgoj. Pošto je bio u službi španjolskog dvora, tamo kreće sijanje kukuruza na većim površinama od 16. stoljeća. Ubrzo se širi po ostatku kontinenta, a u Hrvatskoj se prvi puta pojavljuje u Dalmaciji 1572. godine (Gagro, 1998.). U početku su proizvođači bili iznenađeni prinosom i stabilnosti uroda kao i višestrukom mogućnošću upotrebe. Može biti kuhan, pečen, mrvljen za brašno i slično, što je dosta značilo ljudima onog doba. Tijekom vremena počinje se koristiti za razne namjene.

Danas, pored prehrambene industrije, koristi se u farmaceutskoj, kemijskoj, tekstilnoj i papirnoj industriji (Hrgović, 2007.). Zrno se prerađuje u alkohol, škrob, šećer, viski, glukozni sirup, dekstrozu i slično. Od kukuruzovine nastaje celuloza, šećer, ogrjev, građevinski materijal itd.

Za silažu se počeo uzgajati u 19. stoljeću u SAD-u i kukuruzna silaža postaje osnovna zimska hrana za preživače u to doba. U Europi praksa uzgoja ove žitarice za siliranje se sporo širi zbog nedostatka pogodne tehnike za ubiranje biljne mase, što se mijenja širenjem tehnologije odnosno kombajna (Bekrić, 1997.).

Postoje razne klasifikacije kukuruza, ali se najviše koristi ona na osnovi oblika, sastava, građe i boje zrna u 9 podvrsta. U Republici Hrvatskoj su najzastupljenije četiri podvrste.

Zuban (*Zea mays* ssp. *identata*) je jedna od najraširenijih podvrsta kukuruza. U gospodarskoj zriobi, zrno ovoga kukuruza nalikuje na konjski zub zbog udubljenja na vrhu po čemu je i dobio ime. Može biti žute ili bijele boje. Broj redova se kreće od 12 – 22. Obično je prinosa forma kukuruza ali nešto slabije kvalitete. Brašnastog je endosperma, a najviše se koristi za ishranu stoke ili proizvodnju alkohola (Šarić i Muminović, 1998.).

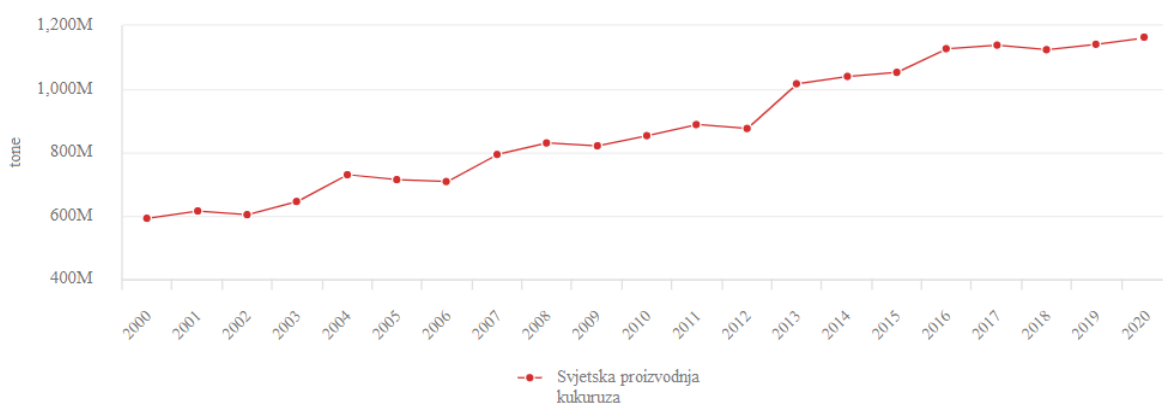
Tvrđunac (*Zea mays* ssp. *indurata*) je okruglastog, glatkog i sjajnog zrna žute ili bijele boje. Iako razvija 8 do 16 redova na klipju, najčešće u proizvodnji bude 8 do 12. U usporedbi sa zubanom ima tanje klipove, a na stabljici često formira 2 ili više klipa. Uglavnom je staklastog endosperma, ali u sredini je brašnav. Daje niži prinos od zubana, ali je bolje kvalitete zbog više bjelančevina zbog čega se više koristi u ljudskoj prehrani (Šarić i Muminović, 1998.).

Šećerac (*Zea mays* ssp. *saccharata*) u fiziološkoj zriobi ima naborano zrno, staklasto i bogato šećerom. Svježe zrno se koristi u kasnoj mliječnoj zriobi za kuhanje, konzerviranje ili pečenje. Ranije dozrijeva, a biljka daje više klipova. Kratke je vegetacije te se najviše koristi za ljudsku konzumaciju (Šarić i Muminović, 1998.).

Kokičar (*Zea mays* ssp. *evarta*) je sitnog i vrlo tvrdog, okruglog zrna, staklastog endosperma, a zrno je brašnavo samo oko klice. Kao što ime govori, koristi se za dobivanje kokica odnosno ljudsku konzumaciju. Prženjem endosperm puca i prelazi u bijelu masu čiji je volumen mnogo veći od samoga zrna. Rano zrije, a na stabljici formira više klipova.

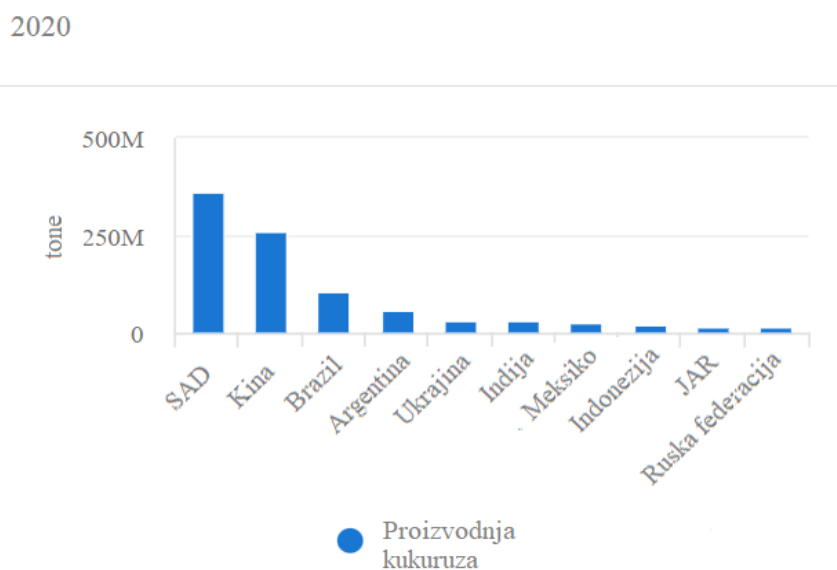
Osim navedenih, ekonomski najznačajnijih, podvrsta kukuruza u svijetu se uzgajaju i koriste i polutvrđunac/poluzuban, mekani šećerac, voštani kukuruz, pljevičar i mekunac (Šarić i Muminović, 1998.).

Kukuruz je izuzetno važna žitarica širom svijeta. U prilog tome najbolje pokazuju podatci o ekspanzionalnom rastu proizvodnje kukuruza zadnjih 20 godina (Grafikon 1).



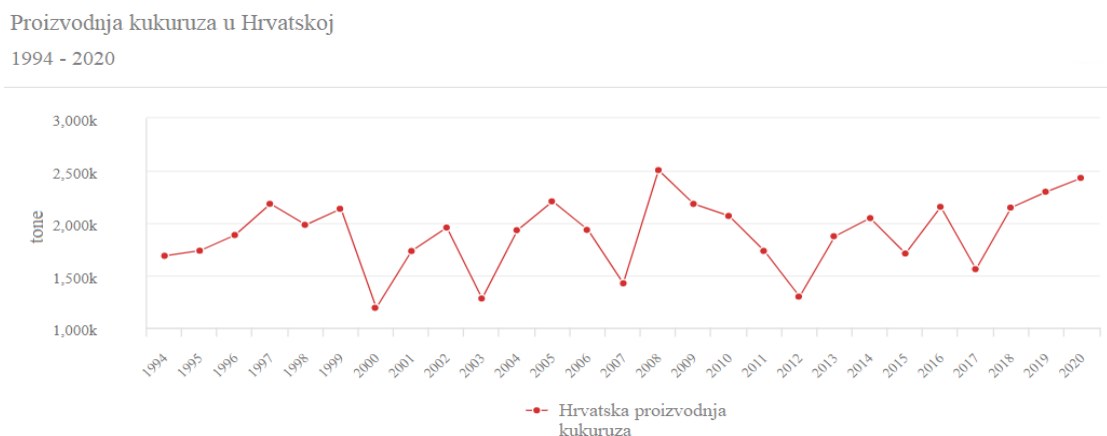
Grafikon 1. Proizvodnja kukuruza u svijetu (izvor: FAOSTAT, 2022.)

Na početku 2000-ih se proizvodilo oko 600 milijuna tona kukuruza, a u 2020. godini taj iznos se popeo na 1 milijardu i 162 milijuna tona. U 2020. godini među najvećim proizvođačima su SAD, Kina, Brazil, Argentina i Ukrajina (Grafikon 2). To su uglavnom zemlje sa velikim površinama na raspolaganju te se nalaze u geografski povoljnim područjima za uzgoj kukuruza. SAD je vodeći sa 360 milijuna tona proizvedenog kukuruza, prati ga Kina sa 260 milijuna tona, dok je Brazil u 2020. proizveo 103 milijuna tona kukuruza.



Grafikon 2. Najveći proizvođači kukuruza u 2020. (izvor: FAOSTAT, 2022.)

Prosjek proizvedenog kukuruza u Republici Hrvatskoj je oko 2 milijuna tona (Grafikon 3.). Na proizvodnju najviše utječu vremenski uvjeti pa tako svaki veći pad u proizvodnji se može primjetiti u godinama u kojima su bile velike suše i visoke temperature.



Grafikon 3. Proizvodnja kukuruza u Republici Hrvatskoj (izvor: FAOSTAT, 2022.)

Vrhunac proizvodnje kukuruza u Hrvatskoj je bio 2008. godine kada je proizvedeno 2,50 milijuna tona, a proizvodnja se tog broju približila 2020. god. sa 2,43 milijuna tona. Prema Državnom zavodu za statistiku (Statistički ljetopis, 2018.), tijekom perioda od 2000. do 2017. godine, prinosi u RH su varirali od 4,1 do 8,5 t/ha. Glavni razlozi ovako velikih odstupanja su vremenski povoljne i nepovoljne godine. Površine na kojima se sije kukuruz u RH su smanjene sa 370 000 ha (početak 90-ih) na otprilike 255 000 ha u zadnjih 5 godina (FAOSTAT, 2022.). Međutim, prema zasijanim površinama kukuruz se i dalje nalazi na prvom mjestu. O važnosti kukuruza govori i činjenica da je na Sortnoj listi Republike Hrvatske 2022. bilo više od 330 hibrida različitog vremena dozrijevanja i sjemenskih kuća. Međutim, tako velik broj otežava odluku proizvođačima koji hibrid odabrati za sjetvu.

1. 1. Cilj istraživanja

Cilj završnog rada bio je utvrditi prinos, agronomska i morfološka svojstva šest hibrida kukuruza različitih FAO skupina uzgajanih tijekom vegetacije 2021. godine. Također cilj je bio prikazati utjecaj vremenskih prilika tijekom vegetacije kukuruza na ispitivane parametre.

2. PREGLED LITERATURE

2. 1. Agroekološki i agrotehnički čimbenici prinosa kukuruza

Kukuruz je biljka koja voli toplije krajeve te je osjetljiva na niske temperature i mraz. Ima visoki potencijal rodnosti, ali da bi ta rodnost bila realizirana potrebni su mu optimalni agroekološki uvjeti. S obzirom na svoj visok habitus potrebna mu je velika količina vode kao i visoke temperature.

Potrebe za vodom su neujednačene jer ovise o fenološkim fazama rasta i razvoja. U početnim fazama rasta, kukuruz zahtijeva manje vode u odnosu na ostatak vegetacije. Velike količine padalina u tom periodu su nepoželjne jer narušavaju pravilan razvoj korijena, a mogu imati i negativan utjecaj na pojavu bolesti (Glamočlija, 2004.). Daljnjim razvojem biljke, potrebe za vodom rastu. Šarić i Muminović (1998.) navode da kritičan period za vlagu traje otprilike 60 dana, od faze 7 – 8 listova do kraja metličanja. Tada biljka traži najviše vlage jer se razvija biljna masa i generativni organi.

Kukuruz dobro podnosi kraće periode suše zahvaljujući razvijenom korijenovom sustavu koji može doprijeti i do dubljih slojeva. Listovi se mogu uviti kako bi smanjili gubitak vode u navedenim uvjetima. Naravno, duže razdoblje suše je nepoželjno jer uzrokuje slabu oplodnju zrna, manje ili veće padove u prinosu te produžuju vegetaciju (Šarić i Muminović, 1998.). Grbeša i sur. (2012.) navode da sušom pogođen kukuruz gubi hranidbenu vrijednost kako u zrnu tako i u cijeloj biljci. Energetska vrijednost silaže opada od 5 – 30 %, a iako je veći sadržaj proteina oni su lošije kvalitete. Pored toga, potencijalnu opasnost predstavljaju preostali nitrati, mikotoksini i dušični plinovi.

Također Kovačević i sur. (2009.) pri usporedbi uzgoja kukuruza 2005. i 2007. godine u istočnoj Hrvatskoj pokazuju da su niski prinosi usko vezani sa sušom i visokim temperaturama zraka tijekom ljeta. Kroz period od svibnja do kolovoza, u 2007., palo je 161 mm kiše što je daleko od optimalnih uvjeta, dok je srednja temperatura zraka iznosila 21,6°C. Slično potvrđuju Marković i Jovanović (2011.). Autori su analizirali prinose pšenice i kukuruza u Vojvodini kroz period od 1975. - 2005. godine. Također zaključuju da količina padalina od 4. do 8. mjeseca ima veliki utjecaj na visinu prinosa kukuruza. Analizom podataka sa pet lokacija Ivanović i sur. (2008.) pokazuju pad prinosa za 50 % u odnosu na višegodišnji prosjek u 2007. godini. Pad je uzrokovan stresom od suše u vrijeme cvatnje i nalijevanja zrna.

Kovačević i sur. (2012.) su promatrali vegetaciju kukuruza u 2010. i 2011. na šest lokacija: Slavonski Brod, Osijek, Sisak, Varaždin, Bjelovar i Zagreb. U povoljnijoj godini (2010.) ostvaren je prosječni prinos od 7 t/ha. S druge strane, 2011. je bila nepovoljna zbog visokih temperatura zraka i suše. Količina oborina za vrijeme vegetacije je bila 274 mm odnosno ~40 % manje od višegodišnjeg prosjeka. U isto vrijeme, temperatura je bila 19,2°C ili 2,3°C iznad prosjeka. Zbog ovih neprilika prinos je bio 30 % manji u odnosu na normalne godine sa stajališta količine i rasporeda oborina. Također isti autori navode da se korištenjem konvencionalne obrade tla umjesto reducirane, jesenskim oranjem uz zaoravanje dostatnih količina gnojiva i korištenjem otpornijih hibrida, može smanjiti utjecaj suše na kukuruz. Nemet i sur. (2021.) su analizirali prinose kukuruza jednog obiteljskog poljoprivrednog gospodarstva kroz petogodišnje razdoblje od 2012. do 2016. godine. Padaline su bile neravnomjerno raspoređene kroz vegetaciju dok su temperature iznadprosječne, posebice u ljetnim mjesecima pri osjetljivim fenološkim fazama. Tijekom petogodišnjeg razdoblja ostvaren je prosječni prinos od 9,7 t/ha, a oscilacije u prinosima su rezultat različitih vremenskih uvjeta. Najniži je bio 2012. godine 7,3 t/ha zbog suše i visokih temperatura, a najveći prinos je postignut 2016. godine od 13,4 t/ha zahvaljujući izuzetno povoljnim vremenskim uvjetima.

Kukuruz najbrže raste kada su temperature oko 30°C, pod uvjetom da u tlu ima dovoljno vode. Takvi uvjeti se rijetko postižu, pa zapravo povoljne temperature iznose od 24°C do 29°C (Pucarić i sur., 1997.).

Za visoke i kvalitetne prinose, važnu ulogu ima i obrada tla. Zadatak osnovne obrade tla je unošenje mineralnih i organskih hraniva zajedno sa žetvenim ostacima prethodnog usjeva, te stvaranje povoljnog oraničnog sloja (Glamočlija, 2004.). Jug i sur. (2006.) su uspoređivali utjecaj vrste obrade tla na prinos kukuruza. Provedena je konvencionalna obrada, koja je postigla najveće prinose (9,29 t/ha), zatim rahljenje sa tanjuranjem (8,37 t/ha), višekratno tanjuranje (8,07 t/ha), jednokratno tanjuranje (6,99 t/ha), te no-tillage varijanta koja je postigla najmanje prinose od 5,94 t/ha. Sve brojke predstavljaju trogodišnji prosjek, a istim redoslijedom ide i ekonomska dobit. Najveća je kod konvencionalne obrade (655,34 kn/ha), a najmanja kod varijante jednokratnog tanjuranja (-334,95 kn/ha) i no-tillagea (-459,81 kn/ha) gdje su zabilježeni gubitci. Isto pokazuje i istraživanje na pseudogleju u središnjoj Hrvatskoj gdje izostavljena obrada daje znatno manji prinos od one parcele na kojoj se primjenila duboka obrada (Kisić i sur., 2002.). Može se zaključiti da je duboka tj. konvencionalna obrada nužna u većini slučajeva, ali uz napomenu da bitnu ulogu igra i vrsta

tla. Pjeskovita i lagana tla nisu dobar odabir za uzgoj ove biljke jer više trpe od suše, osim ako su prisutne visoke podzemne vode.

Suprotno tome, teška tla također ne odgovaraju zbog slabe prozračnosti i propusnosti. Na njima kukuruz pati od viška vode što je pogotovo štetno nakon sjetve i u ranom porastu (Pucarić i sur., 1997.). Kukuruz najbolje uspijeva na blago kiselim do neutralnim tlima (6,5 – 7 pH) koja su rastresita s velikim kapacitetom za vodu (Glamočlija, 2004.). To su uglavnom černozemi i dobra aluvijalna tla.

Kontinuiranom poljoprivrednom proizvodnjom, tlo se postepeno osiromašuje od hraniva. Zbog toga proizvođač mora gnojidbom unijeti u tlo dostatnu količinu hraniva kako bi postigao visoke i kvalitetne prinose (Komljenović i Todorović, 1998.). Gnojidba naravno ovisi o kemijskoj analizi tla, ali brojke se uglavnom kreću u slijedećim rasponima: 150 – 200 kg/ha dušika (N), 100 – 130 kg/ha fosfora (P_2O_5), 120 – 180 kg kalija (K_2O) (Stojić, 2009.). Mogu se primjenjivati i organska gnojiva. Pucarić i sur. (1997.) navode da kukuruz vrlo povoljno reagira na korištenje stajnskoga gnoja, te preporučuju primjenu u velikim količinama. U slučaju krutog stajnjaka 20 – 40 t/ha ili 20 – 50 m³ tekućega tj. gnojovke u tlo se unosi 40 – 80 kg N, 35 – 70 kg P_2O_5 te 70 – 140 kg K_2O (po hektaru). Nakon jednoličnog nanošenja autori preporučuju što raniji unos u tlo, najčešće oranjem.

3. MATERIJAL I METODE

3. 1. Opis pokusa

Poljski pokus je postavljen na pokušalištu Tenja Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek (45°31'04.5"N i 18°46'55.4"E) tijekom vegetacije kukuruza 2021. Posijano je ukupno 6 hibrida kukuruza različite dužine vegetacije, sjemenske kuće Poljoprivredni institut Osijek (3114, 398, Kulak, Tomasov, Filigran i Velimir) u tri ponavljanja. Svaki hibrid sijan je u dva reda na dužinu od 15 m, pri čemu su početkom vegetacije napravljene „staze“ na dužinu 14,3 m što predstavlja površinu od 20,02 m² po ponavljanju. Ukupna površina pokusa iznosila je 378 m².

Predkultura kukuruzu je bila pšenica, nakon koje je obavljeno prašenje strništa i osnovna obrada u jesenskom razdoblju. Temeljem provedene kemijske analize tla utvrđena je neutralna pH vrijednost (7,33), niski sadržaj humusa (1,21%) i dobra odnosno vrlo dobra opskrbljenost fosforom i kalijem (23,67 mg/kg P₂O₅ i 43,12 mg/kg K₂O). Sukladno tome u osnovnoj gnojidbi je dodano samo 150 kg/ha monoamonijevog fosfata (MAP, 15:51) dok je predstjetveno dodana ureja u količini 230 kg/ha. Kultivacija s prihranom 300 kg/ha KAN-a je obavljena 10. lipnja 2021. Tijekom vegetacije su korišteni herbicidi Nicogan 40 i Calaris 400 SC uz primjenu okvašivača Inex. Ručna berba je obavljena 19. listopada 2021. godine.



Slika 1. Ručna berba kukuruza (izvor: Bižić, T.)

3. 2. Određivanje parametara

Određivanje parametara obavljeno je neposredno prije berbe, tijekom berbe, a neki nakon berbe u Laboratoriju za analizu ratarskih usjeva na Fakultetu agrobiotehničkih znanosti Osijek. Prije ručne berbe određen je sklop kukuruza (biljaka po hektaru), te izmjerena visina klipa (cm) i visina biljke (cm), a tijekom berbe određen je broj klipova i izmjerena odvaga (kg). Ostali parametri su utvrđeni u laboratoriju.

Sklop je određen tako što je mjernom trakom odmjereno 14,3 m unutar jednog reda i izbrojane sve biljke kukuruza. S obzirom da je razmak između redova 0,70 m, a izmjerena dužina 14,3 m navedeno predstavlja površinu od 10 m². Izbrojane biljke unutar 10 m² je potrebno pomnožiti s 1000 kako bi se dobio sklop po hektaru.

Visina stabljike mjerena je drvenim metrom i izražena u centimetrima. Mjereno je od baze stabljike do zadnjeg internodija. Također, istim alatom je mjerena i visina klipa, od baze stabljike do prvog nodija ispod klipa na stabljici. Odvaga je rađena pomoću digitalne vage KERN CH25 K50 (Slika 2.), a vagani su svi klipovi jednog reda unutar navedenih 14,3 m. Mjereno je na dvije decimale. Nakon toga 5 klipova od svakog hibrida je uzeto za daljnje analize u laboratoriju. Treba napomenuti da je za svaki parametar mjereno po 3 ponavljanja kako bi se mogla raditi analiza varijance odnosno utvrditi značajnost.



Slika 2. Mjerenje odvage tijekom berbe (izvor: Bižić, T.)

U laboratoriju su izmjereni masa zrna (g) i masa klipa (g), dužina (cm) i promjer klipa (mm), broj redova u klipu, vlaga zrna (%), hektolitarska masa (kg/hl), masa 1000 zrna (g) te je

izračunat prinos po hektaru. Dužina klipa je mjerena običnim ravnalom, od baze do vrha klipa (Slika 3.) i izražena u centimetrima. Promjer klipa je izmjeren pomoću digitalnog „šublera“ tj. pomičnog mjerila marke Beta Utensili 1651 DGT na sredini klipa (Slika 4.) i zaokružen na jednu decimalu, a izražen u centimetrima.



Slika 3. Mjerenje dužine klipa (izvor: Bižić, T.) Slika 4. Mjerenje promjera klipa (izvor: Bižić, T.)

Broj redova je dobiven tako što bi se označilo jedno zrno, te su redovi brojani dok se ne bi došlo do prethodno označenog zrna. Masa svakog klipa je izvagana s električnom preciznom digitalnom vagonom Kern EG 4200-2 NM.

Nakon vaganja svaki klip je bilo potrebno izruniti kako bi se mogla odrediti masa zrna. Ovo je bilo važno zbog određivanja randmana odnosno utvrđivanja udjela zrna na klip. Na temelju navedenog je bilo moguće preračunati prinos po hektaru. Ukupno je u ovom istraživanju izrunjeno 90 klipova kukuruza (Slika 5.).



Slika 5. Runjenje klipova (izvor: Bižić, T.)

Masa 1000 zrna je izmjerena tako što je izbrojano 5 puta po 100 zrna pomoću brojača zrna CONTADOR Seed Counter (Slika 6.). Uzorci koji su brojani su morali biti prethodno očišćeni kako aparat ne bi brojao nečistoće kao zrno. Nakon što brojanje završi, uzorak se premjestio u zdjelicu čija težina je tarirana te se važe (Slika 7.), a dobivena težina se pomnoži kako bi dobili masu 1000 zrna.



Slika 6. Brojanja zrna pomoću uređaja
(izvor: Bižić, T.)



Slika 7. Vaganje uzorka (izvor: Bižić, T.)

Hektolitarska masa i vlaga uzorka su izmjereni pomoću Perten AM 5200-A aparata (Slika 8.). Određena količina zrna od otprilike 1 kg se stavi u otvor aparata, nakon čega prolazi kroz aparat u spremnik, te na zaslonu se ispisuju vrijednosti vlage, hektolitarske mase i temperature zrna.



Slika 8. Mjerenje vlage i hektolitarske mase (izvor: Bižić, T.)

3. 3. Karakteristike hibrida kukuruza

Za potrebe provedbe ispitivanja korišteno je šest hibrida kukuruza različite FAO skupine dozrijevanja istog proizvođača (Poljoprivredni institut Osijek). Treba napomenuti da gledano po tipu zrna, svi hibridi pripadaju u podvrstu zuban.

Hibrid OS 3114 (Slika 9.) pripada u FAO grupu 330 i preporuča se za proizvodnju suhog zrna. Visoke je, robusne stabljike i bujnih listova. Velike je tolerantnosti na polijeganje. Klip mu je srednje veličine nasaden visoko na stabljici. Zahvaljujući kratkoj vegetaciji i brzom otpuštanju vlage u zriobi, pored prve sjetve, može se koristiti i za ranu postrnu sjetvu (Katalog Poljoprivrednog instituta Osijek, 2021.).



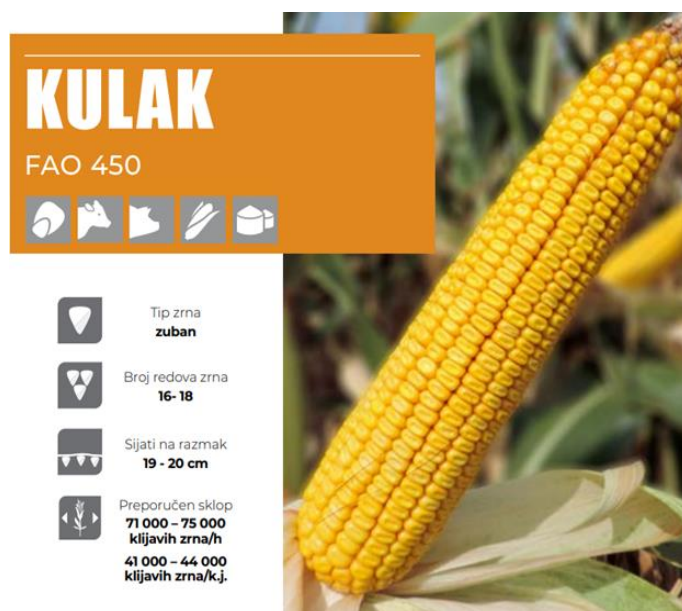
Slika 9. OS 3114 (izvor: www.poljinos.hr)

Hibrid OS 398 (Slika 10.) je također zuban, a pripada u FAO grupu 390. Za razliku od prethodnika može se koristiti za proizvodnju zrna, klipa ili silaže. Može ići u najranije rokove sjetve, te je prilagodljiv na različite uvjete. Ima srednje krupne klipove, niže na stabljici. Odlikuje ga dobro razvijeni korijen koji mu omogućuje opskrbu biljke vodom i hranivima i na lošijim tlima. Dobro je otpornosti na bolesti i štetnike kao i na sušu. Visoka stabljika ga čini dobrim izborom za raniji silažni hibrid, te se može koristiti i u postrnoj sjetvi (Katalog Poljoprivrednog instituta Osijek, 2021.).



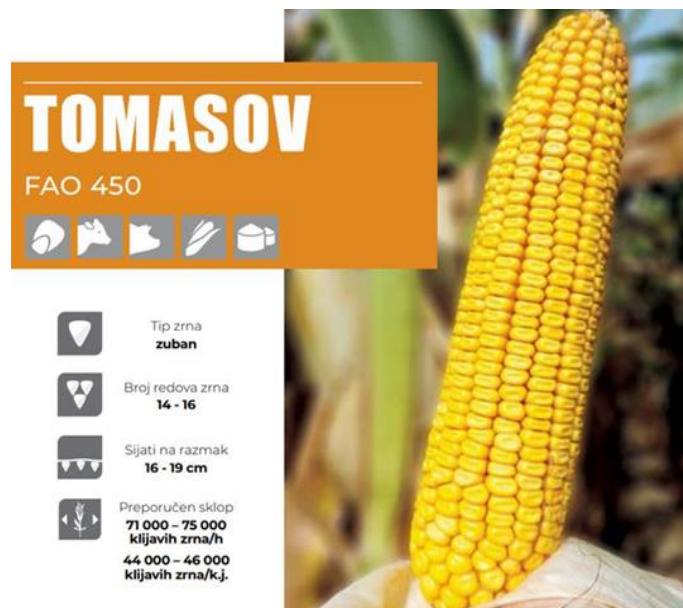
Slika 10. OS 398 (izvor: www.poljinos.hr)

Hibrid Kulak (Slika 11.) daje stabilne i visoke prinose. Pripada nešto većoj FAO grupi, 450. Najčešće se uzgaja za proizvodnju zrna, ali može se koristiti za silažu i berbu u klipu. Ima srednje visoku elastičnu stabljiku s krupnim listovima. Odlikuje ga velika tolerancija na polijeganje. Klip mu je osrednjih dimenzija uspravnoga položaja. Zbog dobrih karakteristika, dobro se nosi sa klimatskim nepogodama poput visoke temperature zraka i nedostatka vode (Katalog Poljoprivrednog instituta Osijek, 2021.).



Slika 11. Kulak (izvor: www.poljinos.hr)

Tomasov (Slika 12.) kao i prethodni hibrid pripada u FAO grupu 450. Prvenstveno se koristi za proizvodnju zrna. Sličan je Kulaku, ali pokazuje nešto bolju toleranciju na nepovoljne klimatske i zemljišne uvjete. Ima čvrstu stabljiku koja je malo viša od Kulaka s krupnim listovima, te krupan klip nižeg položaja. Pri standardnoj agrotehnici i dobrim uvjetima, Tomasov daje vrhunske prinose zrna (Katalog Poljoprivrednog instituta Osijek, 2021.).



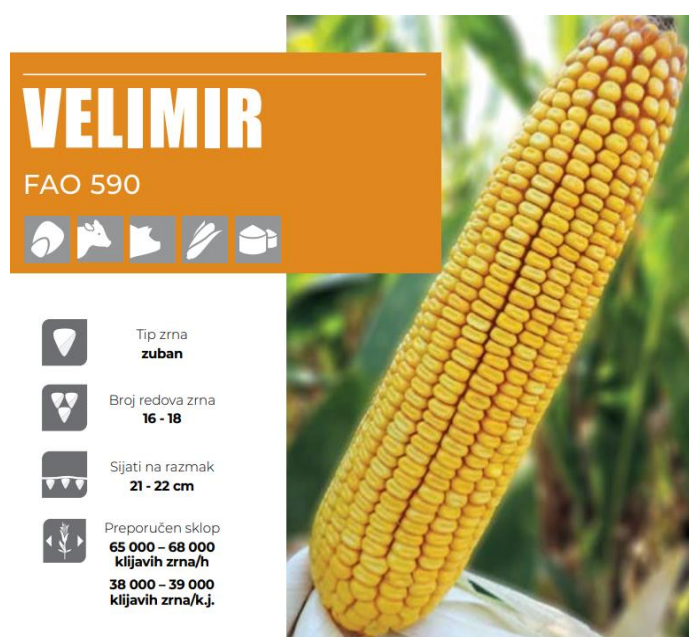
Slika 12. Tomasov (izvor: www.poljinos.hr)

Filigran (Slika 13.) je hibrid FAO grupe 490. Godinama prije stavljanja na tržište u istraživanjima u srednjoj i istočnoj Europi je davao vrlo visoke prinose. Nakon priznavanja brzo se proširio po našim poljima zbog svoje produktivnosti. Može se koristiti za sve namjene proizvodnje, ali uglavnom služi za dobivanje zrna. Ima srednje visoku stabljiku sa krupnim listovima uspravnog tipa. Klip može biti srednje krupan ili krupan. Velika prednost mu je otpornost na najzastupljenije bolesti te solidno podnosi različite zemljišno-klimatske uvjete (Katalog Poljoprivrednog instituta Osijek, 2021.).



Slika 13. Filigran (izvor: www.poljinos.hr)

Hibrid Velimir (Slika 14.) pripada FAO grupi 590. Velikog je potencijala rodnosti kako za silažu tako i za proizvodnju zrna. Ima visoku, čvrstu stabljiku sa robusnim lišćem i krupne klipove. Poput prethodnika tolerantan je na bolesti i štetnike, te podnosi različite proizvodne uvjete. Pretežito je u uporabi kao silažni hibrid, ali također se može uzgajati za proizvodnju bioplina (Katalog Poljoprivrednog instituta Osijek, 2021.).



Slika 14. Velimir (izvor: www.poljin.hr)

3. 4. Analiza meteoroloških podataka

Za izradu završnog rada korišteni su podaci Državnog hidrometeorološkog zavoda Republike Hrvatske s meteorološke postaje Osijek-Klisa koja je udaljena svega nekoliko kilometara zračne linije od pokusa. Korišteni su podaci srednjih mjesečnih temperatura zraka (°C) i mjesečnih količina oborina (mm) tijekom vegetacijskog razdoblja kukuruza 2021. godine kao i višegodišnji podaci (VGP) za razdoblje 1991.-2020. godine zbog usporedbe ispitivanih godina.

3. 5. Statistička obrada podataka

Dobiveni rezultati su obrađeni u računalnim programima Excel i SAS Software 9.1.4. (SAS Institute Inc., 2003.). Statistička obrada podataka o istraživanim svojstvima je provedena pojedinačnom analizom varijance uz korištenje F testa. Značajnost razlika između prosječnih vrijednosti ispitivanih faktora i tretmana je ocjenjena LSD-om.

4. REZULTATI I RASPRAVA

4. 1. Kontinentalna klima Hrvatske

Za kontinentalnu tj. nizinsku Hrvatsku karakteristična je klima sa toplim ljetima i hladnim zimama. Zaninović i sur. (2008.) navode da u istočnoj Slavoniji prevladava subhumidna (poluvlažna) klima. Isti autori također spominju da na navedenom području prosječno padne 600 – 700 mm oborina godišnje. Kroz prošlo stoljeće, uspoređujući razdoblje od 1931. do 1960. i od 1961. do 1990., zabilježeno je smanjenje oborina za 10 – 20 %. Kako se oborine smanjuju, a temperature rastu nerijetko dolazi i do suše. Suša smanjuje prinose kukuruza 20 – 50 % ovisno o fenofazi kukuruza te intenzitetu suše (Anđelković i sur., 2012).

U nizinskoj Hrvatskoj sušna razdoblja od 11 – 20 dana se mogu javiti tijekom cijele godine dok se u Slavoniji češće javljaju tijekom rujna, listopada i siječnja (Zaninović i sur., 2008.). Duži periodi suše po 30 dana su najčešći u listopadu. Navedeni mjeseci ne utječu previše na prinos jer je biljka u fenofazi sazrijevanja zrna, a približavanjem kukuruza zriobi smanjuju se potrebe za vodom (Aslam i sur., 2015.). Kukuruz kroz cijelu vegetaciju potroši 500 – 600 mm vode tj. 1 m² usjeva potroši 500 – 600 litara vode (Pucarić i sur., 1997.). To znači da na istočnom dijelu RH padne nešto manje oborina nego što je potrebno za dobar prinos. Pored toga autori navode da se pravilnom agrotehnikom čuvaju rezerve vode u tlu što smanjuje utjecaj nedostatka padalina. Istok Slavonije većinu godina ostvaruje jako dobre prinose kukuruza izuzev vrlo sušnih godina.

Kukuruz treba dosta topline tijekom vegetacije pogotovo tijekom dana. Optimalne temperature za razvoj kukuruza su od 24 do 30 °C (Kovačević i Rastija, 2014.). Raspon ovisi o fenofazi u kojoj se biljka nalazi i pristupačnosti vode. Autori tvrde da razvoj biljke prestaje ispod 10 °C dok temperature iznad 33 °C iza cvatnje su nepoželjne jer povećavaju disanje. Pucarić i sur. (1997.) navode da su temperature na istoku RH, u tri ljetna mjeseca kada se odvija većina rasta i razvoja kukuruza blizu idealnima, izuzev određenih ekstremnih godina. To je vrlo važno s obzirom da su oborine manje od optimalnih.

4. 2. Vremenske prilike tijekom 2021. godine

Srednja temperatura zraka u svibnju 2021. je bila 15,4 °C odnosno otprilike 10 % manja od višegodišnjeg prosjeka (Tablica 2.). Kovačević i Rastija (2014.) navode da je minimalna

temperatura za klijanje 8 – 10 °C, ali će biljke kasno niknuti popraćene mogućim infekcijama. Na temperaturama od 16 – 18 °C, što je bliže uvjetima pokusa, biljke niknu za 10 – 12 dana. Nadalje, tijekom svibnja iste godine palo je 58,9 mm oborina što je skoro 20 % manje od višegodišnjeg prosjeka (Tablica 2.). Iako bi bilo poželjno malo više oborina u svibnju za kukuruz situacija nije bila kritična jer su u ranijim fazama razvoja potrebe za vodom manje (Glamočlija, 2004.). Lipanj su obilježile visoke temperature i manjak oborina. Srednja temperatura je iznosila 23 °C što je 10,5 % više od prosjeka, dok su oborine bile 18,4 mm ili čak 77,4 % manje od višegodišnjeg prosjeka. Za to vrijeme, kukuruz je razvio listove i prešao u intenzivni vegetativni rast. Iako je temperatura zraka bila iznad optimalne to nije utjecalo na biljku koliko je utjecalo izbjivanje oborina tj. suša jer je palo skoro 70 mm oborina manje nego što je optimalno za kukuruz u lipnju (Tablica 1.).

U srpnju je biljka prešla u fazu cvatnje i oplodnje, a palo je oko 52 % više oborina u usporedbi sa prosjekom dok su srednje temperature bile 24,6 °C što je nešto više od višegodišnjeg prosjeka i idealne temperature, ali nije ekstremno visoko. Glamočlija (2004.) navodi da su za vrijeme cvatnje i oplodnje najbolje temperature 20 – 22 °C. Pojačane količine oborina su pridonijele prošlomjesečnom nedostatku i daljnjem razvoju biljke. Pucarić i sur. (1997.) tvrde da dvije ili tri dobre kiše prije i za vrijeme cvatnje imaju najveći utjecaj na prinos.

U kolovozu, točnije fazi razvoja zrna vrijeme je bilo nešto hladnije od prosjeka, dok je oborina bilo 10 % više. Temperatura je blizu idealne dok je padalina moglo biti i više. Rujan je bio topliji od prosjeka za 4,2 % te je obilježen manjkom padalina. Palo je samo 21,1 mm kiše što je skoro 70 % manje od prosjeka. Ovo se nije previše odrazilo na prinose jer pred kraj vegetacije se smanjuju potrebe kukuruza za vodom (Tablica 1.).

Tablica 1. Idealni klimatski uvjeti za kukuruz (izvor: Pucarić i sur., 1997.)

Mjesec	Srednje temperature, °C	Oborine, mm
Svibanj	18,3	87,5
Lipanj	21,7	87,5
Srpanj	22,8	112,5
Kolovoz	22,8	112,5
Rujan	Toplije i suše od prosjeka	

Tablica 2. Količine oborina (mm) i srednje temperature zraka (°C) tijekom vegetacije kukuruza 2021. te višegodišnji prosjek za meteorološku postaju Osijek-Klisa

Godina/ Mjesec	Mjesec vegetacije						
	Travanj	Svibanj	Lipanj	Srpanj	Kolovoz	Rujan	
	Oborine (mm)						Ukupno
2021.	60,7	58,9	18,4	96,7	74,3	21,1	330,1
VGP	50,8	73,5	81,5	63,7	67,5	66,5	403,5
%	+19,4	-19,9	-77,4	+51,8	+10	-68,3	-18,2
	Prosječne srednje temperature zraka (°C)						Prosjek
2021.	9,4	15,4	23,0	24,6	21,6	17,5	18,6
VGP	12,3	17,1	20,8	22,4	22,0	16,8	18,6
%	-23,6	-9,9	+10,5	+9,8	-1,82	+4,2	0

4. 3. Prinos i agronomska svojstva

Prinos je najvažnije svojstvo i razlog zbog kojeg se uzgaja kukuruz. U provedenom istraživanju analiza varijance je pokazala statistički značajne razlike između hibrida, a većina hibrida je ostvarila dobre prinose koji su u prosjeku iznosili 9,66 t/ha (Tablica 3.). Od 6 ispitivanih hibrida, najveći prinos je ostvario Tomasov (10,27 t/ha), dok je najniži (8,09 t/ha) zabilježen kod hibrida OS 398 što čini relativno veliku razliku. Međutim, treba naglasiti kako razlika između čak 5 hibrida nije bila značajna što znači kako razlike u prinosu nisu bile izražene. S druge strane, Plavšić i sur. (2012.) u svome pokusu navode kako je hibrid OS 398 postigao prinos od 10,2 t/ha. Razlika u rezultatima se može pripisati različitim lokalitetima na kojima su pokusi rađeni, te različitim meteorološkim uvjetima.

Vlaga zrna je također bitna u proizvodnji kukuruza i poželjno je da bude što niža jer u suprotnom ima za posljedicu povećanje troškova sušenja kukuruza, a ukoliko se uskladišti prevlažno zrno dolazi do kvarenja cjelokupne mase. Prosječna vlaga u istraživanju je iznosila 21,4 % (Tablica 3.). Iako nije utvrđena statistička značajnost, najveća vlaga je zabilježena kod hibrida Velimir (22,8 %), a najmanju vrijednost (20,7 %) dijele dva hibrida: OS 3114 i OS 398. Navedeni rezultati su i očekivani jer hibridi s najmanjom vlagom pripadaju najnižoj

FAO grupi tj. imaju najkraću vegetaciju. Plavšić i sur. (2012.) sa hibridom OS 398 dobivaju vlagu zrna od 19,4 %. Za diskrepanciju u rezultatima su još jednom odgovorni drugačiji lokaliteti i meteorološki uvjeti.

Tablica 3. Prinos i agronomska svojstva hibrida kukuruza

Hibrid	Prinos (t/ha)	Vlaga (%)	Sklop	Hektolitar (hl/kg)	Masa 1000 zrna
OS 3114	9,48 a	20,7	56000	71,1 a	353,3 d
OS 398	8,09 b	20,7	54667	71,4 a	355,5 d
Kulak	9,92 a	21,8	59333	69,2 ab	445,8 ab
Tomasov	10,27 a	20,9	61667	69,8 ab	460,5 a
Filigran	10,12 a	21,5	56667	67,6 b	427,3 bc
Velimir	10,08 a	22,8	60000	69,3 ab	402,9 c
Prosjeak	9,66	21,4	58055	69,7	404,5
LSD _{0,05}	1,097	ns	ns	2,3316	28,836
Pr > F	0,0087	0,0954	0,2240	0,0361	0,0001

Sklop pripada među najvažnija svojstva i jedan je od tri komponente prinosa jer je usko vezan s količinom zrna. Gušći sklop je u pozitivnoj korelaciji s visinom prinosa, ali samo do određene granice. Prema definiciji to je broj biljaka po jedinici površine, a uglavnom se koristi hektar. Prosječni sklop u ovom istraživanju je bio 58 055 biljaka kukuruza/ha (Tablica 3.). Iako nije utvrđena statistička značajnost, najgušći sklop je bio kod hibrida Tomasov (61 667 biljaka/ha) dok je najrjeđi sklop iznosio 54 667 biljaka/ha kod hibrida OS 398. Upravo ovako nizak sklop kod hibrida OS 398 je glavni razlog i najnižeg prinosa u provedenom istraživanju.

Hektolitarska masa se definira kao masa volumena 100 l zrna koja je izražena u kg. Općenito pokazatelj je randmana brašna tj. što je ona veća od zrna se dobije više brašna (Jukić i sur., 2020.). Prosjeak hektolitarske mase u ovom istraživanju je iznosio 69,7 hl/kg (Tablica 3.). Najveća je zabilježena kod hibrida OS 398 (71,4 hl/kg), a najmanju je postigao hibrid

Filigran sa 67,6 hl/kg. Masa 1000 zrna je također značajno svojstvo jer je veća masa pokazatelj dobro razvijenog endosperma i većeg prinosa (Pospišil i Pospišil, 2020.). Prosjek je u ovom istraživanju iznosio 404,5 grama. Najveća je izmjerena kod hibrida Tomasov (460,5 g), a najmanju je postigao hibrid OS 3114 sa 353,3 g.

4. 4. Morfološka svojstva

Osim utvrđivanja prinosa i agronomskih svojstava zrna kukuruza u ovom istraživanju je analiziran i velik broj morfoloških svojstava (visina stabljike i klipa, dužina klipa, promjer klipa, broj redova zrna u klipu, te masa zrna i klipa). Iako nemaju velik značaj kao prethodni, cilj je bio vidjeti eventualne razlike između FAO skupina. Analizom varijance utvrđena je statistička značajnost za sva ispitivana morfološka svojstva.

Tablica 4. Morfološka svojstva hibrida kukuruza

Hibrid	Visina stabljike (cm)	Visina klipa (cm)	Dužina klipa (cm)	Promjer klipa (cm)	Broj redova zrna na klipu	Masa klipa (g)	Masa zrna (g)
OS 3114	171,9 c	105,9 b	19,8 b	4,70 b	16,7 a	251,5 c	213,5 c
OS 398	172,3 c	101,9 b	18,5 c	4,77 b	15,1 bc	250,9 c	214,8 c
Kulak	178,4 b	115,6 a	20,0 b	4,98 a	15,2 bc	274,1 bc	229,3 bc
Tomasov	181,2 b	111,9 a	20,1 b	4,99 a	14,9 c	289,6 ab	241,5 ab
Filigran	182,5 b	115,2 a	20,9 a	5,10 a	16,1 ab	299,4 a	252,2 a
Velimir	191,1 a	115,7 a	18,5 c	5,10 a	16,5 a	291,0 ab	243,9 ab
Prosjek	179,7	111,0	19,6	4,94	15,8	276,1	232,5
LSD _{0,05}	5,849	4,490	0,6821	0,128	1,1499	23,631	17,446
Pr > F	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0170	0,0022	0,0016

Prosjek visine klipova na stabljici je bio 111 cm (Tablica 4.). Najviši su opet kod hibrida Velimir sa 115,7 cm, dok najniže klipove je ostvario hibrid OS 398 sa 101,9 cm. Ovo je

donekle i očekivano jer su hibridi duže vegetacije po habitusu veći pa je posljedično i visina klipa bila višlja.

Prosječna dužina klipa u provedenom istraživanju je iznosila 19,6 cm (Tablica 4.). Analiza varijance je pokazala statističku značajnost pri čemu je dužina varirala od 20,9 cm (Filigran) do 18,5 cm kod hibrida OS 398 i Velimir. Iako hibridi duže vegetacije u pravilu trebaju imati i veće klipove u ovom istraživanju najkasniji hibrid je imao najmanji klip.

Prosjek promjera klipa iznosio je 4,94 cm (Tablica 4.). Najveće promjere su imali hibridi Filigran i Velimir (5,10 cm), dok najmanji promjer je ostvario hibrid OS 3114 sa 4,70 cm. Prosječni broj redova zrna na klipu kukuruza je iznosio 16 odnosno 15,8. Najviše redova je imao hibrid OS 3114 (16,7), a najmanje Tomasov (14,9).

Statistička značajnost je utvrđena i kod mase klipa i mase zrna. Prosjek mase klipa je iznosio 276,1 g, a mase zrna 232,5 g što znači kako je udio zrna na klipu bio 84,2%, a oklaska 15,8% ili 43,6 g. Najveću masu klipa je imao hibrid Filigran (299,4 g), a najmanju hibrid OS 398 (250,9 g). Najveću masu zrna je postigao hibrid Filigran sa 252,2 g, dok je najmanja zabilježena kod hibrida OS 3114 (213,5 g).

5. ZAKLJUČAK

Vremenske prilike tijekom vegetacije kukuruza 2021. godine su bile uglavnom povoljne i vrlo slične promatranom višegodišnjem prosjeku. U pogledu prosječnih temperatura zraka nije bilo značajnih odstupanja dok je količina oborina bila manja za oko 18%. Lipanj i srpanj su bili topliji za oko 10% dok su travanj, svibanj i kolovoz bili hladniji od prosjeka. U pogledu količine oborina najveće odstupanje je zabilježeno tijekom lipnja (- 77,4%) dok je značajno veća količina oborina (+ 51,8%) pala tijekom srpnja. Kako se kukuruz tijekom srpnja nalazi u fazama cvatnje i oplodnje i ima najveće potrebe za vodom ova količina oborina je zasigurno imala presudan značaj u postizanju relativno dobrih prinosa.

Analizom varijance je utvrđena statistička značajnost za sva ispitivana svojstva osim sadržaja vlage u zrnu i sklopa. Najveći prinosi su zabilježeni kod kasnijih FAO skupina (Tomasov, Filigran, Velimir), dok su najveće hektolitarske mase zabilježene kod ranijih skupina (OS 3114, OS 398). S druge strane, najveće mase 1000 zrna su zabilježene kod hibrida srednje dužine vegetacije (Kulak i Tomasov). Morfološki gledano kasniji hibridi poput Filigrana i Velimira su imali veće stabljike i klipove te veću masu klipa i zrna što je i očekivano.

U provedenom istraživanju Tomasov je ostvario najveći prinos od svih hibrida (10,27 t/ha), ali treba naglasiti kako je imao i najveći postignuti sklop biljaka po hektaru. Pored toga ima najveću masu 1000 zrna (460,5 g) te je u svim agronomskim i morfološkim svojstvima odmah iza najboljih rezultata drugih hibrida.

6. POPIS LITERATURE

1. Anđelković, V., Ignjatović-Mićić, D., Vančetović, J., Babić, M. (2012.): Integrisani pristup u poboljšanju tolerantnosti kukuruza na sušu. *Selekcija i semenarstvo*, 18 (2): 1-18.
2. Aslam M., Maqbool M. A., Cengiz R. (2015.): *Drought Stress in Maize (Zea mays L.) Effects, Resistance, Mechanisms, Global, Achievements and Biological Strategies for Improvement*. Springer, 5 - 30.
3. Bekrić, V. (1997.): *Upotreba kukuruza*. Institut za kukuruz, Beograd – Zemun, 304.
4. Gagro, M. (1998.): *Industrijsko i krmno bilje, Školska knjiga Zagreb, Zagreb*.
5. Glamočlija, Đ. (2004.): *Posebno ratarstvo: Žita i zrnate mahunarke*, Izdavačka kuća "Draganić", Beograd, 311.
6. Grbeša, D., Kiš, D., Kočila, P. (2012.): Hranjivost suši izloženog kukuruza. VIII. savjetovanje uzgajivača goveda u Republici Hrvatskoj, 15 (16): 11.
7. Hrgović, S. (2007.): *Osnove agrotehnike proizvodnje kukuruza (Zea mays)*. Glasnik zaštite bilja, 30 (3): 48-61.
8. Ivanović, M., Čapelja, V., Radojčić, S., Popov, R., Nastasić, A. (2008.): *Kukuruz u 2007. godini - pouke sušne godine*. U: Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtlarstvo Vol. 45, Br. 2, Miladinović, D. (ur.), Institut za ratarstvo i povrtlarstvo, Novi Sad, 61-65.
9. Jug, D., Stipešević, B., Jug, I., Stošić, M., Kopas, G. (2006.): *Prinos kukuruza (Zea mays L.) na različitim varijantama obrade tla*. Poljoprivreda, 12 (2): 5-10.
10. Jukić, Ž., Krička, T., Pospišil, A., Radiček, T., Jukić, K. (2020.): *Utjecaj različitih oblika pšenice na hektolitarsku masu*. Agronomski glasnik: Glasilo Hrvatskog agronomskog društva, 82 (1-2): 3-16.
11. Kisić, I., Bašić, F., Mesić, M., Butorac, A., Sabolić, M. (2002.): *Utjecaj različitih načina obrade na prinos zrna kukuruza na pseudogleju središnje Hrvatske*. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 67 (2): 81-89.
12. Komljenović, I., Todorović, V. (1998.): *Opšte ratarstvo–praktikum*. Poljoprivredni fakultet, Banja Luka, 190.
13. Kovačević, V., Rastija, M. (2014.): *Žitarice*, Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet, Osijek.

14. Kovačević, V., Rastija, M., Brkić, J., Iljkić, D. (2012.): Utjecaj specifičnosti vremenskih prilika u Hrvatskoj 2010. i 2011. na prinos kukuruza. *Agroznanje*, 13 (2): 199-208.
15. Kovačević, V., Šoštarić, J., Josipović, M., Marković, M., Iljkić, D. (2009.): Vremenske prilike 2005. i 2007. u istočnoj Hrvatskoj sa stajališta uzgoja kukuruza. U: Zbornik radova, XX naučno-stručna konferencija poljoprivrede i prehrambene industrije, Blesić, M. (ur.), Poljoprivredno-prehrambeni fakultet Sarajevo, Sarajevo, 171-178.
16. Marković, T., Jovanović, M. (2011.): Uticaj količine padavina na prinos pšenice i kukuruza kao proizvodni bazni rizik. *Ratarstvo i povrtlarstvo*, 48 (1): 207-212.
17. Nemet, F., Rastija, M., Iljkić, D., Stošić, M., Zebec, V., Varga, I., Perić, K., Lončarić, Z. (2021.): Analiza utjecaja vremenskih prilika i agrotehnike na prinose kukuruza tijekom petogodišnjeg razdoblja. U: Zbornik radova, 56. hrvatski i 16. međunarodni simpozij agronoma, Rozman, V., Antunović, Z. (ur.), Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Osijek, 434-438.
18. Plavšić, H., Andrić, L., Šimić, B., Krizmanić, G., Beraković, I. (2012.): Rezultati novijih OS hibrida kukuruza u makropokusima 2011. godine. U: Zbornik radova, 47. hrvatski i 7. međunarodni simpozij agronoma, Pospisil, M. (ur.), Poljoprivredni fakultet u Zagrebu, Zagreb, 526-529.
19. Pospisil, A., Pospisil, M. (2020.): Ratarstvo – praktikum, Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zagreb, 135.
20. Pucarić, A., Ostojić, Z., Čuljat, M. (1997.): Proizvodnja kukuruza. Poljoprivredni savjetnik Zagreb, Zagreb, 144.
21. Stojić, B. (2009.): Pravilna gnojidba kukuruza - temelj prinosa. *Glasnik Zaštite Bilja*, 32 (5): 92-95.
22. Šarić, T., Muminović, Š. (1998.): Specijalno ratarstvo. Univerzitetska knjiga, Univerzitet u Sarajevu, 358.
23. Zaninović, K., Gajić-Čapka, M., Perčec Tadić, M., Vučetić, M., Milković, J., Bajić, A., Cindrić, K., Cvitan, L., Katušin, Z., Kaučić, D., Likso, T., Lončar, E., Lončar, Ž., Mihajlović, D., Pandžić, K., Patarčić, M., Srnec, L., Vučetić, V. (2008.): Klimatski atlas Hrvatske, Climate atlas of Croatia: 1961. - 1990. : 1971. - 2000.. Državni hidrometeorološki zavod, Zagreb, 172.

Internetski izvori:

1. FAO. FAOSTAT
<https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize> (Datum pristupa 18.02.2022.)
2. Državni zavod za statistiku. Državni statistički ljetopis 2018.
<https://web.dzs.hr/arhiva.htm> (Datum pristupa 20.02.2022)
3. Poljoprivredni institut Osijek. Katalog Poljoprivrednog instituta Osijek
https://cdn.poljinos.hr/upload/documents/Katalog%20PIO_2021.pdf (Datum pristupa 31.3.2022.)
4. Državni hidrometeorološki zavod. Opće značajke klime Hrvatske
https://meteo.hr/klima.php?section=klima_hrvatska¶m=k1
(Datum pristupa 09.06.2022.)