Variranje uroda zrna i parametara klipa kukuruza (Zea mays L.) u različitim tretmanima navodnjavanja

Savković, Nataša

Master's thesis / Diplomski rad

2017

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of agriculture / Sveučilište Josip Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:406907

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

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

zir.nsk.hr

Image not found or type unknown

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Nataša Savković

Diplomski studij Bilinogojstva, smjer Biljna proizvodnja

VARIRANJE URODA ZRNA I PARAMETARA KLIPA KUKURUZA *(Zea Mays L.)* U RAZLIČITIM TRETMANIMA NAVODNJAVANJA

Diplomski rad

Osijek, 2016.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Nataša Savković

Diplomski studij Bilinogojstva, smjer Biljna proizvodnja

VARIRANJE URODA ZRNA I PARAMETARA KLIPA KUKURUZA *(Zea Mays L.)* U RAZLIČITIM TRETMANIMA NAVODNJAVANJA

Diplomski rad

Povjerenstvo za ocjenu i obranu diplomskog rada:

1. prof. dr. sc. Jasna Šoštarić, predsjednik
2. doc. dr. sc. Monika Marković, mentor
3. doc. dr. sc. Miro Stošić, član

Osijek, 2016.

SADRŽAJ:

1.	UVOD	1
	1.1. Morfološka i biološka svojstva kukuruza	2
	1.2. Agroekološki uvjeti za uzgoj kukuruza	7
	1.3. Utjecaj suše na kukuruz i potrebe za navodnjavanjem	8
	1.4. Navodnjavanje u svijetu i Republici Hrvatskoj	10
	1.5. Utjecaj suše i navodnjavanja na urod i svojstva klipa kukuruza	12
	1.6. Agrotehnika proizvodnje kukuruza	12
2	PREGLED LITERATURE	15
3	MATERIJALI I METODE RADA	17
	3.1. Osnovna obilježja lokaliteta	17
	3.2. Navodnjavanje	18
	3.3. Kukuruz (*Zea Mays L.*)	21
	3.4. Vremenske prilike	22
	3.5. Obrada podataka	22
4	REZULTATI I RASPRAVA	23
	4.1. Agroekološki uvjeti tijekom razdoblja vegetacije	23
	4.2. Utjecaj navodnjavanja, hibrida te njihove interakcije na urod zrna i klip kukuruza	26
5	ZAKLJUČAK	32
6	LITERATURA	33
7	SAŽETAK	36
8	SUMMARY	37
9	POPIS SLIKA	38
10	POPIS TABLICA	39
11	POPIS GRAFIKONA	40
	TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA	41
	BASIC DOCUMENTATION CARD	42

1. UVOD

Kukuruz *(Zea mays* L.*)* je jednogodišnja biljka iz porodice trava *(Poaceae)*, podrijetlom iz Srednje Amerike. Nakon otkrića američkog kontinenta prenesen je i proširen u Europu. Po zasijanim površinama kukuruz je treća svjetska kultura nakon pšenice i riže. Kukuruz je u svijetu sijan na oko 130 milijuna hektara, a prosječan prirod je oko 3700 kg/ha. SAD ima najveće površine zasijane kukuruzom (oko 28 milijuna/ha), zatim Kina (oko 19 milijuna/ha), Brazil (oko 12,5 milijuna/ha) i Meksiko (oko 7 milijuna/ha) (Gagro, 1997). Kolumbo je 1942. godine u Španjolsku donio prve uzorke kukuruza i dao upute za način uzgoja. Početkom 16. stoljeća kukuruz se uzgajao u botaničkim vrtovima bogatih obitelji u Italiji, Španjolskoj, Njemačkoj, Francuskoj i Engleskoj. Na prostoru današnje Hrvatske dospio je 1572. godine pomorskim putem iz Italije u Dalmaciju.

Prema zasijanim površinama u Hrvatskoj kukuruz je na prvom mjestu. Prema podacima Državnog zavoda za statistiku (DZS) u razdoblju od 1950. godine do 1989. godine kukuruz je uzgajan na oko 500 000 ha godišnje. Prosječan prinos je oko 4,5 t/ha (Tablica 1.; Kovačević i Rastija, 2013.). Posljednjih godina površine pod kukuruzom smanjene su za jednu trećinu, kukuruz je uzgajan na oko 300 000 ha, te prema podacima DZS u razdoblju od 2009. godine do 2014. godine prosječni prinos iznosio je 6,4 t/ha (Tablica 2.; DSZ, 2014).

Kukuruz pripada u prosolike žitarice te ima najveći potencijal rodnosti od svih žitarica. Primjenjuje se u hranidbi stoke (zrno i silaža), te dijelom u ljudskoj ishrani. Koristi se u industriji za proizvodnju različitih prehrambenih proizvoda, škroba, alkohola, ulja, dječje hrane, raznih kozmetičkih sredstava, tekstilnih proizvoda i dr. (Kovačević i Rastija, 2013.). Svi dijelovi kukuruza obogaćuju tlo organskim tvarima, osim korijena koji ostaje u tlu (Gagro, 1997.).

Tablica 1. Površine i prinosi kukuruza u Hrvatskoj u razdoblju od 1950. - 1989. godine

RAZDOBLJE	**ha**	**t/ha**
1950-1959	498000	1,70
1960-1969	520050	2,90
1970-1979	500580	3,85
1980-1989	506575	4,68

(Izvor: Kovačević i Rastija, 2013.)

Tablica 2. Prosječan prinos kukuruza u Hrvatskoj u razdoblju od 2009.-2014. godine

RAZDOBLJE	**t/ha**
2009	7,4
2010	7,0
2011	5,7
2012	4,3
2013	6,5
2014	8,1

1.1. Morfološka i biološka svojstva kukuruza

Korijen kukuruza

Korijen kukuruza je žiličast i prodire do 150 cm dubine. Razlikujemo primarno i sekundarno korijenje. Primarno korijenje tijekom klijanja raste okomito u dubinu, a nakon 2-3 dana razvije se prosječno 3-7 bočnih korijenova. Ovo korijenje ostaje na biljci tijekom cijele vegetacije. Uloga im je opskrbljivanje vodom i hranivima tijekom 2-3 tjedna nakon nicanja (Gagro, 1997.). Sekundarno korijenje se razvija iz podzemnih i nekoliko nadzemnih nodija stabljike (Kovačević i Rastija, 2013.). Uloga im je pričvršćivanje i stabiliziranje stabljike. Korijen kod kukuruza dobro je razvijen u rahlom tlu, dok se u zbijenom tlu slabo razvija i slabo iskorištava organska i mineralna gnojiva (OBŽ, 2012.). Zračno korijenje (Slika 1.) razvija se iz nodija stabljike iznad površine tla, pa se naziva i

nadzemno-nodijalno korijenje. Osnovna uloga zračnog korijenja je da stabilizira biljku, jer stabljika kukuruza visoko raste, pa u slučaju vjetra i jačih kiša može doći do polijeganja stabljike. Kada vjetar puše u jednom pravcu zračno nodijalno korijenje s jedne strane podupire, a s druge strane zateže stabljiku, pa je tako čini stabilnijom. (Gagro, 1997.)



Slika1. Korijen kukuruza
(Fotografija: N. Savković)

Stabljika kukuruza

Stabljika kukuruza je ravna, visoka i ispunjena parenhimom koji joj daje čvrstoću (Slika 2.). Sastoji se od nodija i internodija. Porast stabljike je neravnomjeran, a najjači je neposredno prije metličanja, kada stabljika može narasti i do 15 cm dnevno (OBŽ, 2004.). U tropskim uvjetima može narasti do 7 m visine. Kod nas najviše iznosi 1,5-3 m visine i 1,5 cm debljine stabljike. Kukuruz razvija veliku lisnu površinu koja može biti veća od 1 m^2 po biljci (Gagro, 1997.).



Slika 2. Stabljika kukuruza
(Fotografija: N. Savković)

List kukuruza

Razlikujemo tri tipa listova kukuruza: klicini listovi, pravi ili listovi stabljike i listovi omotača klipa (komušina). Kada se formiraju pravi listovi, klicini listovi gube svoj značaj i veći dio ih propadne, odnosno osuši se u prvom dijelu vegetacije. Pravi listovi nalaze se na stabljici (Slika 3.). Sastoje se od plojke, rukavca i jezička. Listovi omotača klipa ili listovi "komušine" razvijaju se na koljencima skraćenog bočnog izdanka odnosno na dršci klipa (OBŽ, 2004). Ovi listovi štite klip od vanjskih nepovoljnih utjecaja kao što su mraz, mehaničke ozlijede, štetočine i bolesti (Kovačević i Rastija, 2003.).



Slika 3. List kukuruza
(Fotografija. N. Savković)

Cvat i cvijet kukuruza

Kukuruz je jednodomna biljka, čiji su ženski i muški cvjetovi razdvojeni u posebne cvati. Muški cvjetovi su skupljeni u cvat metlicu, koja se nalazi na vrhu stabljike, a ženski cvjetovi u cvat, koja se naziva klip i nalazi se u pazuhu listova (Slika 4.). Metlica se sastoji se od srednje osi ili glavne grane i postranih ili bočnih grana, čiji se broj najčešće kreće od 3-15. Na granama se nalaze dvocvjetni klasići (OBŽ, 2004.). Svaki klasić obuhvaćaju dvije pljeve i ima dva cvijeta. U dnu cvijeta su dvije pljevičice. One za vrijeme cvatnje upijaju vodu, bubre i otvaraju cvijet. U cvijetu se nalaze tri prašnika. Tučak je zakržljao (Gagro, 1997.). Klip se formira na vrhu bočnih izdanaka iz točke rasta u pazuhu listova na glavnoj stabljici, a može i na zapercima (Kovačević i Rastija, 2003.) Sastoji se od zadebljalog vretena (oklasak) na kojem se uzdužno u parnim redovima nalaze klasići sa ženskim cvjetovima. Vreteno klipa (oklasak) nalazi se na dršci klipa. Tučak se sastoji od plodnice, dugog vrata i njuške (svila). To su dugačke svilenkaste niti prekrivene dlačicama. Dlačice izlučuju ljepljivu tekućinu, koja pomaže hvatanju polenovih zrnaca nošenih zračnim strujanjima. Polen, koji padne „svilu“ može izvršiti oplodnju. Nakon oplodnje potamni i suši se (OBŽ, 2004.).



Slika 4. Klip kukuruza
(Fotografija: N. Savković)

Plod kukuruza

Plod kukuruza je zrno (Slika 5.). Počinje se formirati nakon oplodnje. Sastoji se od tri osnovna dijela koji čine: omotač ploda (pericarp), sjemena ljuska (perisperm) i endosperm i klica. Zrno je različitih oblika, a najčešće okruglasto, klinasto ili ovalno. U

omotaču ploda smješten je pigment koji određuje boju zrna (Gagro, 1997.). Boja može biti crvena, išarana prugama, različitih nijansi crvene, narančasta, smeđa ili bijela boje, ponekad i bezbojna. Endosperm se nalazi ispod pericarpa, zauzima najveći dio zrna. Čine ga stanice uglavnom ispunjene škrobom i klice. Endosperm čini oko 80% zrna, ljuska oko 7%, a klica 7-10% (Gagro,1997.; OBŽ, 2004). Zrno je osnovna sirovina za pripravljanje koncentrične stočne hrane. Ima veliku vrijednost zbog sadržaja ugljikohidrata, bjelančevina, ulja, i mineralnih tvari (Tablica 3.). U prehrani ljudi zrno se koristi za pripravljanje kruha, žganaca, kokica i dr. (Gagro, 1997.). Kukuruzno zrno ima i veliki ljekoviti značaj. Bogato je vlaknima koja snižavaju razinu kolesterola u krvi. Štiti od raka i bolesti srca.

Tablica 3. Kemijski sastav dijelova zrna

	ŠKROB	BJELANČEVINE	ULJE	ŠEĆER	PEPEO
CIJELO ZRNO	72	10,3	4,8	2,0	1,4
ENDOSPERM	86,5	9,4	0,8	0,6	0,3
KLICA	8,2	18,8	28-48	10,8	10,1
OMOTAČ	7,3	3,7	1,0	0,3	0,8

(Izvor: OBŽ, 2014.)

Folna kiselina koju kukuruz sadrži u velikim količinama, neophodna je za pravilan razvoj živčanog sustava fetusa, pa se kukuruz preporučuje trudnicama u prva tri mjeseca trudnoće. U narodnoj medicini cjenjena je kukuruzna svila (Slika 6.) koja je izvanredno sredstvo za izlučivanje urina i veoma dobro i neškodljivo sredstvo za mršavljenje.



Slika 5. Zrno kukuruza
(Fotografija: N. Savković)



Slika 6. Kukuruzna svila
(Izvor: www.altertv.org)

1.2. Agroekološki uvjeti za uzgoj kukuruza

Potrebe kukuruza za toplinom

Kao tropska biljka kukuruz je osjetljiv na mraz i nedostatak vode. Ubrajamo ga u termofilne biljke. Slabo podnosi temperature ispod nule koje dovode do propadanja biljaka. Za klijanje i nicanje treba dosta topline, posebno tijekom dana za rast i prinos. Niske temperature i mrazevi mogu usporiti sazrijevanje i prekinuti vegetaciju. Minimalna temperatura za klijanje iznosi 8 ^{0}C, a optimalna 32 ^{0}C. Kukuruz raste pri temperaturi tla iznad 10 ^{0}C i zraka iznad 13 ^{0}C (Gagro, 1997.). Za područje istočne Hrvatske optimalna temperatura za rast i razvoj kukuruza iznosi 23 ^{0}C do 25 ^{0}C, a relativna vlaga zraka od 60%. Iako kukuruz ima znatno velike potrebe za toplinom omogućen je uzgoj kukuruza i u hladnijim područjima, selekcijom skraćivanja duljine vegetacije. Vegetaciju je najbolje uklopiti u dio godine bez mraza (Radić, 1973.) Kukuruz je dosta otporan na visoke temperature. Ipak temperature više od 35 ^{0}C u vrijeme cvatnje oštećuju peludna zrnca, pa ne mogu klijati, što smanjuje oplodnju , pa tako i prinos kukuruza (Pospišil, 2010.).

Potrebe kukuruza za svjetlošću

Kukuruz je biljka kratkog dana. Uz puno topline treba i puno svjetlosti. Osjetljivost na dužinu dana (fotoperiodizam) ovisi o: sortnoj specifičnosti, hibridu i području uzgoja. Kukuruz za svoj rast i razvoj zahtjeva određeni intenzitet osvjetljenja. Ako se intenzitet

svjetlosti smanji 30-40%, produžuje se trajanje vegetacije za 5-6 dana (Kovačević i Rastija, 2013.). Bolje korištenje svjetlosti riješava se selekcijom hibrida s uspravnijim listovima, pa se tako manje zasjenjuju donji listovi. Zbog korištenja mehanizacije kukuruz se sije u širokim redovima, pa u povećanoj gustoći sklopa dolazi do jače konkurencije biljaka u redu i slabijeg korištenja svjetlosti (Gagro, 1997.).

Potrebe kukuruza za vodom

Kukuruz se može uzgajati i tamo gdje godišnje padne samo 250 mm oborina, to su vrlo suhi krajevi pa se u njima i prinosi vrlo niski. Kukuruz ima nizak transpiracijski koeficijent (250-270) i dobro razvijen korijenov sustav koji može crpiti vodu iz dubljih slojeva tla. Za ostvarenje dobrog prinosa potrebno je 500-600 mm vode u vegetacijskom razdoblju kukuruza. Sjeme kukuruza počinje klijati kada upije oko 45% vode (Kovačević i Rastija, 2013.). Uz povoljnu temperaturu sjeme će brzo klijati i nicati pri vlažnosti tla od oko 70-80% od maksimalnog vodnog kapaciteta (Gagro, 1997.).

Potrebe za vodom povećavaju se u vrijeme pred metličanje i svilanje, za vrijeme oplodnje i u početku nalijevanja zrna. Kada se vlažnost tla smanji ispod 10% maksimalnog vodnog kapaciteta, kukuruz tada prestaje rasti (Kovačević i Rastija, 2013.). Pri vlažnosti manjoj od 7% kukuruz vene (Gagro, 1997.). Osim nedostatka vode, negativno na rast i razvoj kukuruza odražava se i višak vode u tlu,posebno ako dolazi u kombinaciji sa niskim temperaturama, na slabije propusnim i težim tlima (Brkić i sur., 1993.).

1.3. Utjecaj suše na kukuruz i potrebe za navodnjavanjem

Posljednjih godina suša je česta pojava u našoj zemlji. Jaka suša ima negativne posljedice i u velikoj mjeri smanjuje prinos kukuruza i njegovu kvalitetu. Količina oborina tijekom predvegetacijskog perioda, te oborine i temperature tijekom vegetacijskog perioda su od velikog značaja za proizvodnju kukuruza. Na početku proizvodnje potrebno je prilikom određivanja broja biljaka po jedinici površine uzeti u obzir i zalihe zimskih oborina (Rankov, 2012.).

Vodni stres utječe na fiziološke procese u biljkama, koji se mogu ublažiti navodnjavanjem. Nedostatak vode dovodi do dehidracije tkiva, redukcije diobe stanica i

staničnog rasta, te redukcije rasta biljke i prinosa biljke. Ako do vodnog stresa dođe nakon što biljka razvije veliku lisnu površinu, listovi će ubrzano ostarjeti i otpasti, što je rezultat povećane sinteze etilena. I na taj način se biljka brani od suše, jer se gubitkom listova smanjuje transpiracijska površina, što poboljšava izglede biljke za preživljavanje sušnog perioda (Pavalek-Kozlina, 2003.). Utjecaj gustoće sjetve na visinu prinosa u sušnim uslovima je vrlo značajan. Efikasnost gustoće sklopa zavisi od hibrida, plodnosti zemljišta, a najviše od količine i rasporeda oborina tijekom vegetacije kukuruza. Na plodnijim zemljištima, sa boljim kapacitetima za vodu, sjetva se obavlja u gušći sklop. U sušnim dijelovima, sa manje oborina i gdje je ne moguće navodnjavanje usjeva, sjetva se obavlja na manju gustoću. Ukupne potrebe za vodom tijekom vegetacijskog perioda se kreću od 450 do 500 mm, što bi po mjesecima iznosilo 30 do 40 mm (travanj), 60 do 75 mm (svibanj), 80 do 90 mm (lipanj), 90 do 100 mm (srpanj) i 95 mm (kolovoz). Kritičan period za vodom u rastu i razvoju kukuruza je 20 dana prije pojave metlica i 10 dana nakon pojave metlica. Prema istraživanju Shawa (1988.) kukuruz je tolerantan na stres izazvan nedostatkom vode u vegetativnoj fazi, dok je vrlo osjetljiva u metličanju, svilanju u nalijevanju zrna.



Slika 7. Posljedice suše
(Fotografija: N. Savković)

1.4. Navodnjavanje u svijetu i u Republici Hrvatskoj

Navodnjavanje je agrotehnička mjera u biljnoj proizvodnji kojom se tlu dodaje potrebna količina vode za rast i razvoj biljke, s ciljem ostvarenja što većeg prinosa. Navodnjavanje je vrlo stara melioracijska mjera koje su koristile mnoge civilizacije u prošlosti. Počeci navodnjavanja su bili u Kini i Indiji, a poznati sustavi za navodnjavanje u dolinama rijeka Eufrata i Tigirisa (Josipović i sur., 2013.).

Načini navodnjavanja su:

1. Površinsko navodnjavanje (navodnjavanje brazdama, navodnjavanje prelijevanjem i navodnjavanje potapanjem).

2. Podzemno navodnjavanje (navodnjavanje podzemnim cijevima).

3. Navodnjavanje iz zraka (navodnjavanje kišenjem i lokalizirano navodnjavanje).

Danas se u svijetu navodnjava 250 miliona hektara tj. 17% obradivih površina,a na njima se proizvodi oko 40% svjetske hrane i poljoprivrednih sirovina.. U Europskoj uniji (EU) danas se najviše navodnjava u zemljama južne Europe: Italija oko 23%, Portugal 21%, Grčka 38%, Španjolska 18% od ukupnih obradivih površina (Mađarić i Šoštarić, 2009.). U Hrvatskoj se navodnjavanje ne provodi u onolikoj mjeri kolike su stvarne potrebe i mogućnosti. Zanemaruje se bogati vodni potencijal i plodna tla koja posjedujemo te se navodnjavaju relativno male poljoprivredne površine u odnosu na stvarne potrebe i mogućnosti. Suše se javljaju u prosjeku svake treće do pete godine, te smanjuju urode raznih kultura od 20 do 70%.

Područje Osječko-baranjske županije prema svojim topografskim, pedološkim klimatskim karakteristikama ima dobre preduvjete za razvoj intenzivnog poljodjelstva i razvoja stočarstva s osnovnim ciljem povećanja proizvodnje hrane kao jedne od osnovnih gospodarskih grana Republike Hrvatske. Na području Osječko-baranjske županije nalazi se ukupno 277.848,5 poljoprivrednog zemljišta. U hidrografskom smislu, područje ove Županije pripadaju vodnom području Drave, Dunava i Save na kojem djeluju Hrvatske vode. Kao osnovni vodotoci ističu se rijeka Drava na sjeveroistočnom te Dunav na istočnom rubu Županije.

Sustavi za navodnjavanje u proizvodnji kukuruza

U proizvodnji kukuruza najučinkovitiji način navodnjavanja je sustav navodnjavanja iz zraka - navodnjavanje kap po kap. Kap po kap je najnovija metoda navodnjavanja koja svojim radom štedi vodu, te sa minimalnom količinom postiže maksimalne učinke u biljnoj proizvodnji. Sistem navodnjavanja kapanjem sastoji se od: glave koja upravlja cijelim uređajem, plastičnih cijevi promjera 20-50 mm koje od glave do parcele navodnjavanja dopremaju vodu i kapljača – hidrauličke naprave koje raspodjeljuju vodu na zemljištu u formi pojedinačnih kapi. Ovaj sustavom navodnjavanja postižu se maksimalni učinci u biljnoj proizvodnji. Voda se dovodi cijevima do svake biljke i vlaži vrlo mali dio zemljišta, što smanjuje gubitke vode te se naziva još „lokalizirano navodnjavanje“. Vrijeme navodnjavanja može trajati i do 24 sata. Danas se navodnjavanje kapanjem smatra najpreciznijim dodavanjem umjetne vode u poljoprivredno tlo međutim radi visoke cijene ulaganja ovom metodom navodnjava se sjemenski kukuruz

Navodnjavanje kišenjem ili umjetno kišenje je najčešće korištena metoda navodnjavanja kukuruza. Kišenje je način dodavanja vode nekoj kulturi gdje se voda raspodjeljuje po površini terena u obliku kišnih kapljica, oponašanjem prirodne kiše. Voda se zahvaća na izvorištu crpkama i pod pritiskom (do 7 i više bara) se kroz sustav cjevovoda dovodi do proizvodnih poljoprivrednih površina gdje se pomoću rasprskivača raspodjeljuje u kapljicama po površini (Mađar i Šoštarić, 2009.). Na Slici 8. prikazan je sustav za navodnjavanje kišenjem.



Slika 8. Sustav za navodnjavanje kišenjem
(Fotografija. M. Marković)

1.5. Utjecaj suše i navodnjavanja na urod i svojstva klipa kukuruza

Prema Mađaru i sur. (1998.) suše se u Hrvatskoj pojavljuju svake treće do pete godine, a ovisno o intenzitetu i dužini trajanja mogu smanjiti urod poljoprivrednih kultura i do 90% (Šimunić i sur., 2007.). Nedostatak vode značajno utječe na prinos kukuruza. U sušnim razdobljima prinos kukuruza može biti manji za 22,6—26,4% (Dagdelen i sur. 2006.). Istraživanje na prostorima Sveučilišta u Multan-u 2000. godine gdje se proučavao utjecaj vodnog stresa na rast i prinos kukuruza pokazao je da se značajno smanjuje prinos i masa klipa kukuruza. Sušna razdoblja utječu na smanjenje prinosa kukuruza, njegove dužine i mase klipa. Navodnjavanje povećava prinos, što je više tretmana prinos je veći. Ukoliko se navodnjavanje nestručno izvodi, te se dodaje voda bez prethodnog poznavanja potrebe biljke za vodom, navodnjavanje može izazvati velike probleme kao što su: ispiranje hraniva i osiromašivanje oraničnog sloja tla, pogoršanje fizikalnih značajki i erozije tla i zaslanjenost tla. Zemljišni i klimatski uvjeti na našim prostorima uglavnom su povoljni za proizvodnju kukuruza, mada visina prinosa zavisi od vremenskih uvjeta, posebno količine i rasporeda padalina.

1.6. Agrotehnika proizvodnje kukuruza

Plodored

Kukuruz je, za razliku od ostalih žitarica, tolerantan na uzgoj u monokulturi. Preporučuje se uzgoj u plodoredu jer monokultura kukuruza izaziva degradaciju plodnosti tla, pojavu bolesti i štetnika, te štetno utječe na druge kulture koje zahtijevaju široki plodored. Uzgoj u monokulturi treba izbjegavati na područjima na kojima je raširena kukuruzna zlatica te na parcelama na kojima postoji mogućnost širenja nekih trajnih korova, poput divljeg sirka. Budući da je kukuruz najzastupljeniji ratarski usjev na našim oranicama, često se uzgaja u užem plodoredu. Dobre predkulture za kukuruz su: jednogodišnje i višegodišnje leguminoze, krumpir, suncokret, uljana repica, te strne žitarice.

Priprema tla za sjetvu

Kukuruz najbolje uspijeva na plodnim, dubokim, duboko propusnim i strukturnim tlima, slabo kisele ili neutralne reakcije. Teška, zbijena i kisela tla nisu pogodna za proizvodnju kukuruza. Vrijeme i način obrade tla ovisi o predkulturi i vrsti tla. Dubina oranja je 30 do 35 cm. Zadatak obrade tla je uništiti tratinu i dobiti čisto tlo za sjetvu kultura. Priprema tla za sjetvu trebala bi osigurati zrnu kukuruza tvrdu posteljicu, kako bi doticaj s vlagom bio dobar i stalan. To se može postići na način da se po jesensko-zimskom oranju, a po isteku zime, tlo prijeđe drljačom te se na taj način tlo poravna, a u isto vrijeme tako se sprječava gubitak akumulirane zimske vode iz tla. Nakon toga prije sjetve tlo se pripremi za sjetvu jednim ili s dva prohoda drljače ili sjetvospremačem na dubinu na koju će se kasnije sijati. Ako je tlo u dobrom stanju priprema tla se treba obavljati sjetvospremačima (Gagro,1997.; Zimmer i sur., 1997.).

Gnojidba

Gnojidbom treba osigurati sva potrebna hraniva u dovoljnoj količini. Da bismo pravilno mogli isplanirati gnojidbu, trebamo uzeti u obzir: plodnost tla, planirani prirod, pretkulturu, žetvene ostatke, raniju gnojidbu, hibride i cilj proizvodnje.

Pravilo gnojidbe:

1. Oranjem zaorati gnojiva s povišenim sadržajem fosfora (P_2O_5) i kalija (K_2O) (2/3 tih elemenata) (NPK 7:20:30, 6:18:36, 10:20:30i sl.) te jedan dio dušika (N) UREOM.

2. Predsjetveno gnojiti startnim gnojivom s izbalansiranim sadržajem svih hraniva (preostala 1/3 P i K) (NPK 15:15:15 i sl.) te drugim dijelom N gnojiva UREOM.

3. U ranom proljetnom porastu obaviti prihranu s KAN-om.

Sjetva kukuruza

Kukuruz je biljka koja ima relativno velike zahtjeve prema toplini i njegova vegetacija se odvija u toplom dijelu godine. Kukuruz se sije kada se temperatura tla na dubini sjetve stabilizira na 10-12°C, a kalendarski se to postiže u različito vrijeme, ovisno o klimi određenog područja. Optimalni rok za sjetvu kod nas je od 10. travnja do 25.

travnja. Kukuruz sijemo sijačicama. Dubina sjetve iznosi 4-8 cm, ovisi o stanju vlažnosti i tipu tla. Razmak između redova iznosi 70 cm. Za sjetvu se treba koristiti orginalno pakirano sjeme od ovlaštenih proizvođača, jer to garantira kakvoću sjemena. Kasnije zasijan kukuruz teže će dozreti ili neće potpuno dozreti, imati će prevelik postotak vode u zrnu. Nedozreo kukuruz s puno vode vrlo se loše bere kombajnima, zrno se lomi i drobi, a nakon sušenja zbog slabog nalijevanja ostaju smežurana zrna ili izlomljena osušena masa loše kakvoće. Zato se mora sve učiniti i dobro se pripremiti da se sjetva obavi u optimalnom roku (Kovačević i Rastija, 2013., OBŽ, 2014.)

Njega i zaštita kukuruza

Pod mjerama njege usjeva kukuruza podrazumijeva se niz agrotehničkih zahvata od sjetve pa do berbe. Ako smo sjetvu obavili u suho tlo, treba odmah obaviti valjanje da bi se uspostavio bolji kontakt sjemena s tlom. Korovi oduzimaju vegetacijski prostor, hranu, vodu i svjetlo, te povećavaju zarazu od bolesti i štetnika. Korovi bi se trebali uspješno suzbiti mehaničkim ili kemijskim putem. Postoji veliki broj djelotvornih herbicida, koji dolaze pod različitim trgovačkim imenima. Kod nas se javlja veliki broj korova te herbicide najčešće primjenjujemo po cijeloj površini. Kukuruz napada veći broj bolesti i štetnika, ali obično ih ne suzbijamo, osim kada su veći napadi (Gagro, 1997.).

Berba kukuruza

Kukuruz se bere u tehnološkoj ili gospodarskoj zrelosti koja nastupa u različito vrijeme, ovisno o načinu korištenja kukuruza. Kukuruz treba nastojati čim prije obrati, jer svako odugovlačenje berbe smanjuje prirode. Gubici nastaju zbog štete koje čine ptice, glodavci i divljač. Za berbu kukuruza u zrnu koriste se žitni kombajni sa specijalnim hederom za otkidanje klipova kukuruza. Možemo ga početi brati kad se vlaga zrna spusti ispod 30%. Pobrano zrno mora se sušiti s pomoću toplog zraka u sušarama da bi mu se sadržaj vode spustio na najviše 13% pri kojem se može sigurno čuvati u skladištima i silosima. Berbu kukuruza možemo obaviti beračima ili ručno u klipu i spremiti u odgovarajuće koševe, gdje će se tijekom zime prirodno sušiti. Nekada se kukuruz uglavnom brao ručno i klipovi čuvali u čardacima (Kovačević i Rastija, 2013., Gračanin i sur. 1987.).

2. PREGLED LITERATURE

Mnogi autori tijekom svojih istraživanja o utjecaju navodnjavanja na urod zrna i klipa kukuruza navode da se uz navodnjavanje prinos kukuruza povećava, dok nedostatak vode u vrijeme vegetacije i za vrijeme velike suše znatno smanjuje prinose kukuruza.

Josipović i sur. (2007.) tijekom trogodišnjeg istraživanja utvrdili su da je navodnjavanje značajno utjecalo na urod zrna kukuruza, ali ne i na njegov kemijski sastav. Na kemijski sastav utječe klima. Visoke temperature i nedostatak oborina mogu utjecati na sadržaj bjelančevina, ulja i škroba. Josipović i sur. navode da je u posljednjih osamnaest godina svaka šesta godina bila sušna, te da je u razdoblju od 2000. do 2011. godine pet godina bila ekstremna suša. Istraživanja ukazuju na sve učestaliju pojavu suše.

Gordon i sur. (1995.) i Patel i sur. (2006.) provodili su pokus koji je postavljen po split-plot shemi s 3 ponavljanja na parceli veličine 4 x 1.5 m, na tlu tipa ilovača. Najveći prinos od 6,7 t/ha dobili su primjenom navodnjavanja i dodavanjem dušika. Navode da je navodnjavanje važan čimbenik za prinos kukuruza, te da smanjena opskrba vodom tijekom vegetacije znatno utječe na smanjenje prinosa kukuruza.

Prema istraživanjima koje je provedeno u Bangladešu, kako bi se utvrdio utjecaj navodnjavanja i dodavanja dušika na prinos kukuruza utvrđeno je da nepravilan raspored navodnjavanja rezultira smanjenim prinosom, ali i rasipanjem vode. Manjak vode utječe na smanjenje broja listova po biljci ,te smanjenje broja biljaka. Dodavanje dušika jednako je važno kao i navodnjavanje za bolji prinos kukuruza (Talukder, 1985., Ghulam i sur., 2005., Sajedi i sur., 2009.)

Prema Hussain-u i sur. (2008.) nedostatak vode u osjetljivom razdoblju ima veliki utjecaj na urod kukuruza.

Mađar i sur. (1998.) navode da se suše u Hrvatskoj pojavljuju svake treće do pete godine, i mogu smanjiti urod kukuruza i do 90%. Na području Osijeka zabilježen je pad prinosa kukuruza u sušnim godinama za 61%, na području Slavonskog Broda smanjen je za 48%, a u Županji za 67%. Nedostatak raspoložive vode u tlu smanjuje utječe na smanjenje prinosa te na kvalitetu plodova.

Khodarahmpour i Hamidi (2012.) proučavali su utjecaj vodnoga stresa na urod i komponente uroda kukuruza. Prema rezultatima njihovoga istraživanja vodni stres odnosno

suša u vrijeme nalijevanja zrna najviše smanjuje urod kukuruza te broj zrna na klipu i broj zrna u redu.

Manivannan (1998.) u rezultatima istraživanja navodi jaku pozitivnu korelaciju između uroda zrna te dužine klipa kukuruza dok Devi i sur. (2001.) te Shoae Hosseini i sur. (2008.) navode kako je urod u jakoj pozitivnoj korelaciji s apsolutnom masom, dužinom klipa i brojem redova zrna na klipu.

Őktem i sur. (2000.) proučavali su 14 hibrida kukuruza na području Anatolije (Turska) u različitim tretmanima navodnjavanja tijekom dvije godine. Pri tome su ustanovljeni značajni utjecaj godine i hibrida na prinos zrna, visinu biljaka, broju zrna u klipu, masi 1000 zrna i sadržaju vode u zrnu dok tretmani navodnjavanja nisu bili statistički opravdani.

El-Tantawy i sur. (2007.) istraživali su utjecaj različitih obroka navodnjavanja na prinos, dužinu klipa, promjer klipa, masa zrna po klipu, broj redi zrna, broj zrna po redu i masa 1000 zrna) kukuruza tijekom 2005. i 2006. godine na području Gize (Egipat). Smanjenje prinosa zrna prema kontrolnom tretmanu bilo je 6,15 i 36,07% (7,80; 7,32 i 4,68 t ha^{-1}) 2005., odnosno 8,05 i 35,97% (7,83; 7,20 i 4,61 t ha^{-1}) 2006. godine. Značajan utjecaj redukcije pristupačne vode zabilježen je i za svojstva dužine i promjera klipa, mase zrna po klipu i mase 1000 zrna.

Prakash i sur. (2006.) analizirali su korelacijsku vezu između uroda zrna kukuruza i komponenti uroda. U rezultatima istraživanja navode jaku korelacijsku povezanosti između uroda zrna i dužine klipa kukuruza.

Gautam i sur. (1999.) navodi kako je najjača korelacijska veza bila između uroda zrna te broja zrna u redu i dužine klipa.

Dağdelen i sur. (2008.) reakciju kukuruza na različite tretmane navodnjavanja (kontrolni tretman + 9 tretmana deficitnog navodnjavanja) tijekom 2003. i 2004. godine. Istraživanje se temeljilo na proučavanju vodnoga stresa na urod i komponente uroda kukuruza. Autori navode najveći urod zrna na kukuruza na tretmanima na kojima su dali najveću normu navodnjavanja. Nadalje navode značajan utjecaj tretmana navodnjavanja na dužinu klipa kukuruza pri čemu je najduži klip izmjeren na tretmanu s najvećom normom navodnjavanja.

3. MATERIJALI I METODE RADA

3.1. Osnovna obilježja lokaliteta

Istraživanje je postavljeno na pokušalištu Poljoprivrednog instituta iz Osijeka tijekom 2015. god. Istraživanje je dio stacionarnog poljskog pokusa postavljen 2000. godine u kojem se istražuje utjecaj različitih tretmana navodnjavanja, gnojidbe dušikom i hibrida kukuruza na urod i kvalitetu kukuruza. Za potrebe diplomskoga rada izdvojen je utjecaj navodnjavanja na ispitivana svojstva.

Tip tla na pokusnoj parceli je antropogenizirano hidromeliorirani hipoglej (Škorić, 1986.). Osnovna fizikalna obilježja tla kao i rezultati hidropedoloških i kemijskih analiza tla prisutnog na pokusnoj parceli prikazani su u tablici 4 (Marković, 2013.). Prema rezultatima provedene analize mehaničkog sastava tla volumna gustoća (ρ_v) se povećava s dubinom profila od 1,5 g cm^{-3} do 1,34 g cm^{-3} u donjim dijelovima profila. Raspon vrijednosti volumne gustoće ne pokazuje veliku zbijenost horizonata (>2 g cm^{-3}). Gustoća čvrste faze ($\rho_č$) kao i kod većine tala varira od 2,58 g cm^{-3} do 2,8 g cm^{-3} s tendencijom povećanja u dubljim dijelovima profila. Ukupna poroznost tla ispitivanog profila je između 41,82 %vol. i 52,08 %vol., dakle kreće se od malo poroznog u površinskom dijelu profila do poroznog u donjem dijelu profila.

Tablica 4. Osnovna fizikalna svojstva tla

	Volumen pora	**Apsolutni kapacitet tla, vol. (%)**		**Specifična gustoća tla (g cm^{-3})**		**Kapacitet tla za vodu**
Dubina	**(%)**	**Za vodu**	**Za zrak**	(ρ_v)	($\rho_č$)	**(vol. %)**
0 – 32	41,82	36,57	5,25	1,50	2,58	36,61
32 – 50	41,83	35,59	6,24	1,54	2,65	37,14
50 – 70	48,59	38,14	10,45	1,38	2,68	
70 – 105	52,08	39,66	12,41	1,34	2,80	

Prema Škoriću (1982.) tlo je srednjeg retencijskog kapaciteta za vodu (Kv) cijelom dubinom profila (36,57 %vol. – 39,66 %vol.). Vrijednosti kapaciteta tla za zrak (Kz) kretale su se od 5,2 %vol. do 12,41 %vol. te je u površinskim horizontima kapacitet za zrak

nizak dok je u dubljim horizontima bio visok. Trenutačna vlaga tla (Trv) iznosila je 34,56 %vol u površinskom dijelu horizonta do 35,76 %vol. na dubini od 70 cm do 105 cm.

Istraživanje je postavljeno po split split-plot shemi u tri ponavljanja, te u slučajnom blok rasporedu. Veličina pokusne parcele je 235 m^2 te zaštitnim pojasom od tri reda kukuruza.

Provedena je standardna agrotehnika u uzgoju kukuruza. Osnovna gnojidba kukuruza dušikom (1/3 ukupnog dušika) obavljena je u jesen (UREA) prilikom jesenjeg oranja. Jednaka količina gnojiva (1/3 ukupnog dušika) unesena je predsjetveno u tlo kako bi kukuruz u vrijeme nicanja bio opskrbljen potrebitim hranivima. U vegetaciji su izvršene dvije prihrane kukuruza KAN-om (1/6 + 1/6 ukupnog dušika). Prva prihrana obavljena je kultivacijom kukuruza u fazi 6-8 listova (30 do 40 cm visine, a druga u fazi 8 do 10 listova (40 do 50 cm visine). Gnojidba P i K provedena je u jesenjoj gnojidbi (1/2 PK, P_2O_5 (45%) – 50 kg ha^{-1}, K_2O (60%) – 75 kg ha^{-1}) te predsjetveno (1/2 PK).

Klima istočne Hrvatske

Klima Istočne Hrvatske je umjereno topla, s toplim ljetima i hladnim zimama. Kiše su česte u proljeće i jesen, a u ljeto i ljetni pljuskovi, dok zimi dolazi do stvaranja snježnog pokrova. Srednje godišnje količine padalina iznose od 700 do 1200 mm.
Karakteristike klime i tla čine ovaj prostor idealnim za ratarsku proizvodnju te proizvodnju voća i povrća. Problem poljoprivrednim proizvođačima stvaraju godine s malom količinom oborina, u kojima dolazi do nastanka suše. Prosječne godišnje temperature u srpnju jesu u rasponu 18 - 22 ^{0}C.

3.2. Navodnjavanje kukuruza

U istraživanju su provedena tri tretmana navodnjavanja. Kontrolni tretman navodnjavanja (a1) je dio istraživanja u kojem biljke nisu bile navodnjavane, odnosno jedini izvor vode bile su oborine. Na a2 tretmanu navodnjavanja navodnjavano je tako da se sadržaj vode u tlu kretao u rasponu od 60 – 100% poljskog vodnog kapaciteta, PVK. Na a3 tretmanu navodnjavanja sadržaj vode u tlu kretao se u rasponu od 80 – 100% PVK.

Trenutak početka navodnjavanja određen je na temelju mjerenja sadržaja vode u tlu pomoću granular matrix sensora (GMS, tip Watermark 200SS). Senzori za praćenje sadržaja vode u tlu bi trebali biti laki za održavanje, pristupačne cijene i što je najvažnije trebali bi biti dovoljno precizni, a prema McCann i sur. (1992.) Watermark 200SS senzor udovoljava navedenim zahtjevima. GMS mjeri sadržaj vode u tlu koji se pomoću formula ili baždarenjem za određeni tip tla može dovesti u vezu s vodnim potencijalom tla (Intrigliolo i Castel, 2004.).

GMS senzor je načinjen od gipsanog bloka s dvije elektrode ugrađene u blok (Slika 9) Elektrode su povezane žicama na koje se spaja Watermark prenosivi uređaj (Slika 10) .



Slika 9. Granular matrix senzor (Foto: M. Marković)



Slika 10. Watermark uređaj (Foto: M. Marković)

Kako je vidljivo iz Slike 9., gipsana unutrašnjost obavijena je sintetičkom membranom i perforiranom metalnom cijevi. Gips u senzoru ima ulogu pufera, a pored toga vrlo brzo poprima svojstva vlažnosti tla u kojem se nalazi (Muñoz-Carpena, 2014). Na pokusnoj parceli ukupno je postavljeno 18 senzora. Na svakom tretmanu navodnjavanja (a1, a2 i a3) postavljeno je dva senzora na dvije dubine (15 i 30 cm) te u tri ponavljanja. Sadržaj vode u tlu mjeren je svaka dva do tri dana ili nakon oborina i navodnjavanja.

Prije ukopavanja u tlo senzori su baždareni za tip tla na pokusnoj parceli. Izrađena je krivulja baždarenja prethodno prikazana u radu Marković i sur. 2015. Prema rezultatima baždarenja na a2 tretmanu navodnjavanja (60 do 100% PVK) s navodnjavanjem se kreće kada su vrijednosti na uređaju kreću u rasponu od 60 do 80 cbar. Na a3 tretmanu

navodnjavanja (80 do 100% PVK) s navodnjavanjem se kreće kada se mjerenja na uređaju kreću u rasponu od 20 do 40 cbar.

Obrokom navodnjavanja nazivamo količinu vode koju ćemo dodati u jednom navodnjavanju. Obrok navodnjavanja izražavamo u mm odnosno u m^3/ha i on predstavlja dio deficita vode tijekom vegetacijskog razdoblja, odnosno dio norme navodnjavanja (Tomić, 1988.). Obrok navodnjavanja na oba tretmana je 35 mm, a određen je prema sljedećem izrazu:

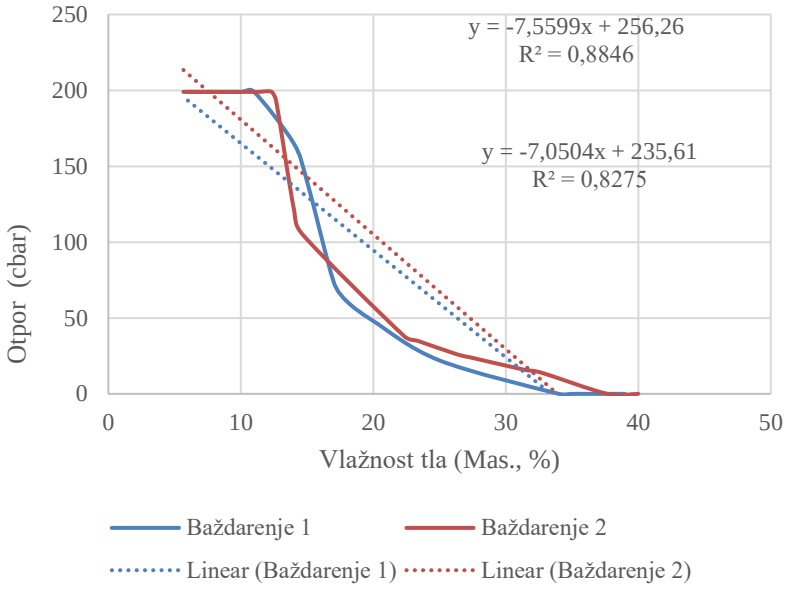
$$O = 100\ x\ d\ x\ \rho v\ x\ (PVK - TV)$$

Gdje je:

O = obrok navodnjavanja (mm)
d = dubina vlaženja tla (m)
ρ_v = volumna gustoća tla (g cm^3)
PVK = poljski vodni kapacitet (%)
TV = trenutna vlažnost (%)

Norma navodnjavanja predstavlja količinu vode koju trebamo nadoknaditi navodnjavanjem tijekom vegetacije, a računamo je pomoću slijedećeg izraza (Tomić, 1988.). Norma navodnjavanja prikazana je u tablici 5.

Kukuruz je navodnjavan metodom kišenja, Typhon sustav. Voda za navodnjavanje crpljena je iz zdenca udaljen 50 m od pokusne parcele. Prije upotrebe provedena je analiza kakvoće vode za navodnjavanje. Analizom je utvrđeno da je voda zadovoljavajuće kakvoće te da se može upotrebljavati uz slabo do umjereno ograničenje. Voda iz zdenca crpljena je pomoću električne crpke postavljena na dubinu od 19 m, a voda je cjevovodima dovedena do rasprskivača. Razina podzemne vode mjerena je u zdencu udaljen 50 m od pokusne parcele.



Grafikon 1. Krivulja baždarenja

3.3. Kukuruz (*Zea mays* L.)

Posijani su hibridi kukuruza Poljoprivrednog instituta Osijek: b1 = OSSK596; b2 = OSSK617; b3 = OSSK665; b4 = OSSK552. Hibridi su posijani u dva reda dužine 10 m. Kukuruz je sijan u međurednom razmaku od 70 cm. Gustoća sjetve je 58309 biljaka/ha. Kukuruz je sijan ručno pomoću „plantera“ 30. travnja, a kombajniran 23. listopada 2015. godine. Ubirano je 5 klipova kukuruza sa svakoga tretmana navodnjavanja i hibrida te je izmjerena dužina i masa klipa, masa oklaska te broj zrna na klipu. Urod je preračunat na 14% vlage.



Slika 11. Ručna sjetva kukuruza
(Foto: N. Savković)



Slika 12. Kukuruz u fazi zrelosti
(Foto: N. Savković)

3.4. Vremenske prilike

Podaci o vremenskim prilikama tijekom vegetacije 2015. godine prikupljeni su od Državnog hidrometeorološkog zavoda, a obuhvaćaju minimalne, maksimalne i srednje dnevne temperature zraka (^{0}C), oborine (mm), relativnu vlagu zraka (%), sate sijanja sunca (h) i brzinu vjetra (km/sat).

3.5. Obrada podataka

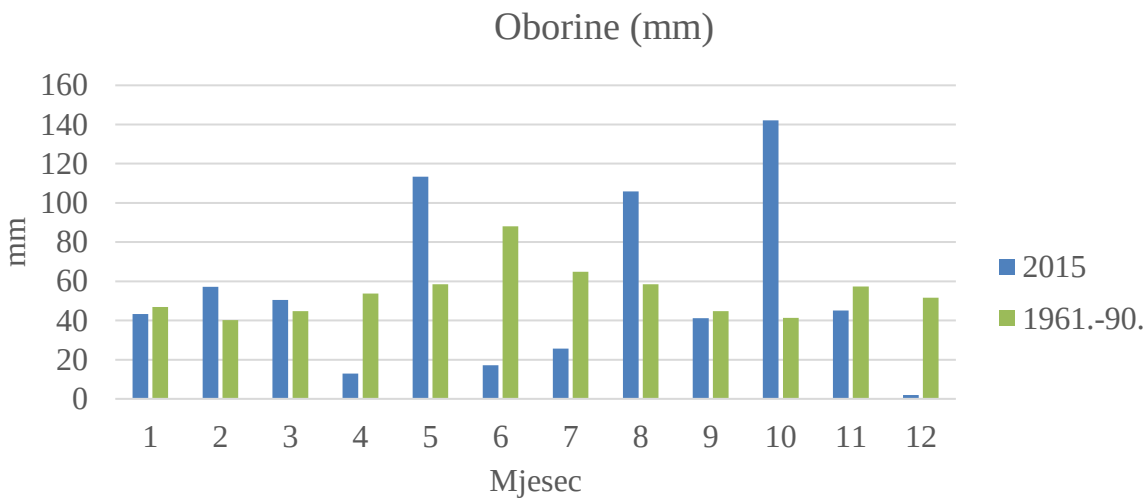
Prikupljeni podaci statistički su obrađeni te prikazani grafički i tabelarno. Za statističku obradu podataka korišten je računalni statistički program STATISTICA 7 (StatSoft, Inc. Tulsa, OK, USA) i SPSS. Provedena je dvofaktorijalna analiza varijance, ANOVA. Značajnosti su testirane na razini 99% i 95%. Provedena je analiza korelacijske veze između ispitivanih svojstava.

4. REZULTATI I RASPRAVA

4.1. Agroekološki uvjeti tijekom razdoblja vegetacije

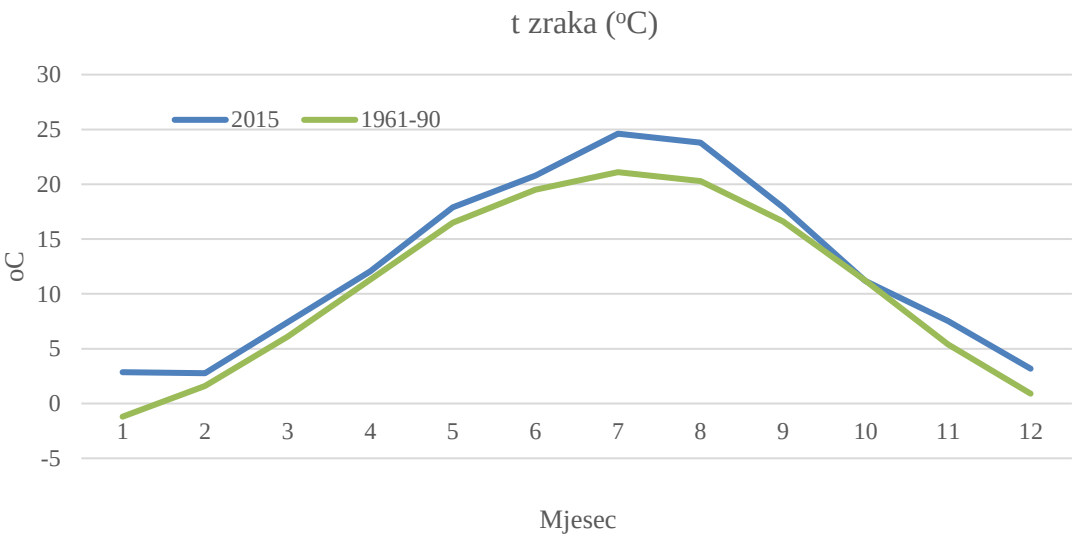
Vremenski uvjeti

Tijekom razdoblja vegetacije 2015. godine ukupno je palo 315,9 mm oborine na području Osijeka što je za 52,5 mm manje u odnosu na višegodišnji prosjek (1961.-1990. = 368,4 mm). Prema količini oborine proljeće je svrstano u kategoriju normalno dok je ljeto okarakterizirano kao sušno. Oborine u svibnju (113,4 mm) bile su dovoljne za početni rast kukuruza međutim u lipnju i srpnju javlja se nedostatak oborine. Kako je vidljivo iz grafikona 2. u mjesecu lipnju palo je tek 17 mm oborine, a u mjesecu srpnju 25,6 mm. U odnosnu na višegodišnji prosjek (1961. – 90.) u lipnju i srpnju 2015. godine palo je 72% manje oborine. Tijekom kolovoza ukupno je palo 105,8 mm oborine što je za 80,9% više u odnosu na višegodišnji prosjek premda treba naglasiti kako oborine u tom dijelu vegetacije više nisu od koristi za formiranje uroda zrna kukuruza. Gledajući sveukupno tijekom razdoblja vegetacije 2015. godine količina oborine bila je unutar prosjeka ali nepovoljno raspoređena.



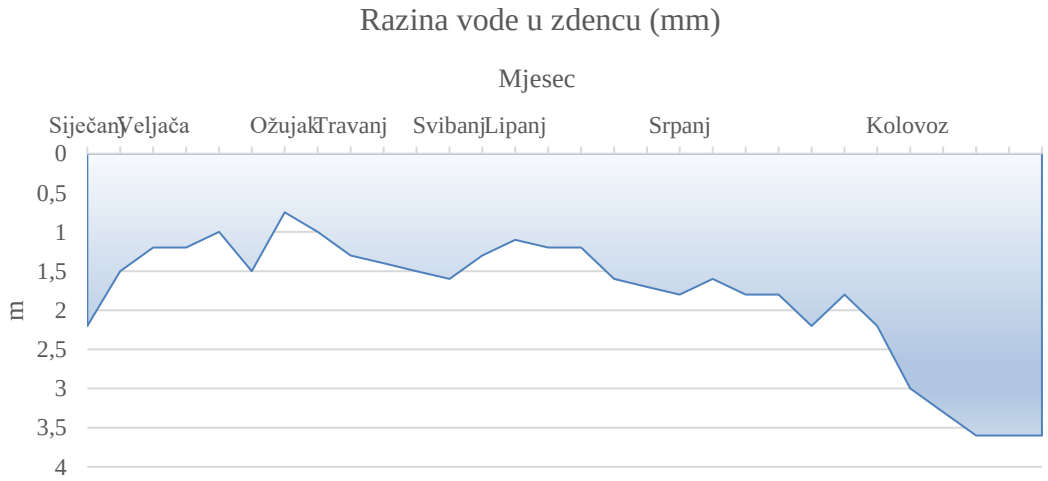
Grafikon 2. Oborine 2015. godine i višegodišnji prosjek (1961. – 1990.)

U pogledu odstupanja srednjih sezonskih temperatura zraka 2015. godine proljeće je na području Osijeka bila toplo dok je ljeto bilo ekstremno toplo. Tijekom razdoblja vegetacije od travnja do rujna srednje mjesečne temperature zraka 2015. godine bile su za 2 ^{o}C više u odnosu na višegodišnji prosjek. Gledajući dva najtoplija ljetna mjeseca, u srpnju su srednje dnevne temperature zraka bile su za čak 4 ^{0}C više u odnosu na višegodišnji prosjek.



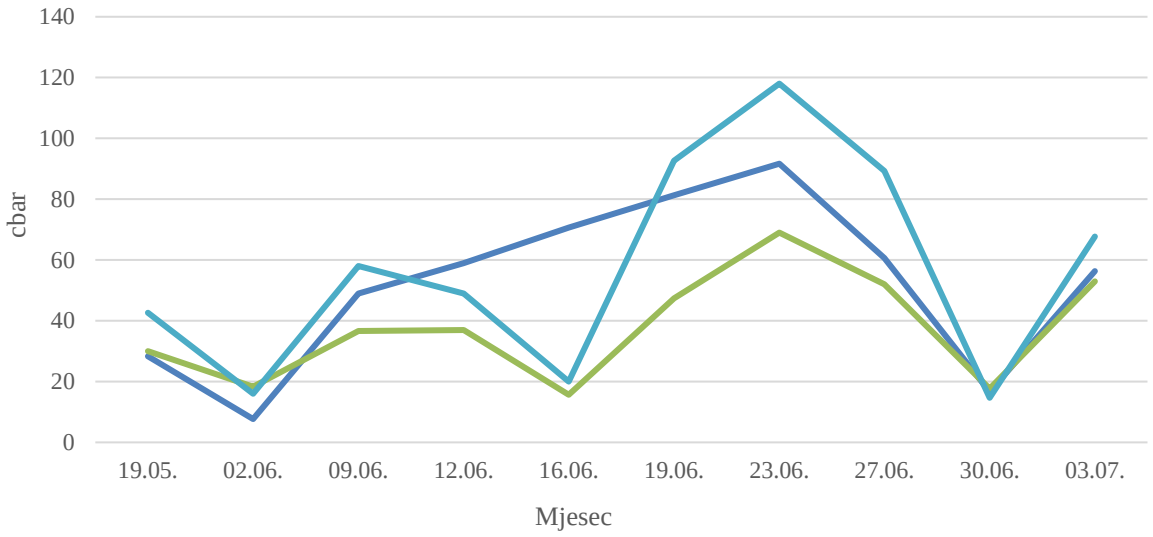
Grafikon 3. Srednje mjesečne temperature zraka 2015. godine i višegodišnji prosjek (1961. – 1990.)

Kako je vidljivo iz grafikona 4. razina podzemne vode kretala se od 0,75 m u ožujku pa do 3,6 m u mjesecu kolovozu.



Grafikon 4. Razina podzemne vode od siječnja – kolovoza 2015. godine

Sadržaj vode u tlu na različitim tretmanima navodnjavanja prikazan je grafikonom 5. Na kontrolnom tretmanu navodnjavanja (a1) sadržaj vode u tlu bio je u rasponu od 8 cbar na početku lipnja do 92 cbar



Grafikon 5. Sadržaj vode u tlu na različitim tretmanima navodnjavanja (zelena boja = a3; svijetlo plava = a2; tamno plava a1)

4.2. Utjecaj navodnjavanja, hibrida te njihove interakcije na urod zrna i klip kukuruza

Utjecaj navodnjavanja, genotipa te njihove interakcije na urod zrna kukuruza

Utjecaj navodnjavanja, genotipa te njihove interakcije na urod zrna kukuruza prikazan je u tablici 5. Analiza varijance pokazala je vrlo značajan (P<0,01) učinak navodnjavanja na urod zrna kukuruza. Urod zrna rastao je povećanjem norme navodnjavanja te je bio od 8,48 t/ha na kontrolnom tretmanu navodnjavanja do 9,42 t/ha na tretmanu navodnjavanja gdje je dodana najveća količina vode (a3). Statistički opravdano povećanje uroda je na a3 tretmanu navodnjavanja u odnosu na kontrolni tretman i a2 tretman navodnjavanja dok između a2 tretmana i kontrolnog tretmana povećanje uroda nije statistički opravdano. Hibrid je vrlo značajno (P<0,01) utjecao na visinu uroda zrna kukuruza, a urod je bio u rasponu od 7,61 t/ha (b2) do 9,64 t/ha (b1).

Tablica 5. Utjecaj navodnjavanja (a), hibrida (b) te interakcije (a x b) na urod zrna kukuruza

Izvori varijacije	***df***	***SS***	***MS***	***F***	***F<5%***	***F<1%***	***LSD***	
							0,05	***0,01***
a	2	40,9436	20,4718	18,8927**	3,1504	4,9770	0,4892	0,6494
b	3	27,7206	9,2402	8,5247**	2,7581	4,1260	0,7499	0,7499
a x b	6	7,3117	1,2186	1,1246 n.s.	2,2541	3,1190	1,2988	1,2988

Tretman	***a1***	***a2***	***a3***	***Prosjek b***
b1	8,34	9,60	10,98	***9,64***
b2	7,94	7,33	7,55	***7,61***
b3	7,74	8,88	9,88	***8,83***
b4	8,87	9,06	9,29	***9,07***
Prosjek a	***8,48***	***8,72***	***9,42***	

*a1 = kontrolna grupa, a2 = 60-100% PVK; a3 =80-100% PVK; b1 = OSSK596; b2 = OSSK617; b3 = OSSK665; b4 = OSSK552; a x b = interakcija navodnjavanja i hibrida; * = P<0,05; ** = P<0,01; n.s. = non significant*

Utjecaj navodnjavanja, genotipa te njihove interakcije na dužinu klipa kukuruza

Variranje dužine klipa kukuruza u odnosu na ispitivane čimbenike prikazano je u tablici 6. Dužina klipa kukuruza bila je u rasponu od 19,98 cm na kontrolnom tretmanu navodnjavanja (a1) do 20,17 cm na tretmanu navodnjavanja s najvećom normom (a3) premda ne statistički opravdano. Hibrid je vrlo značajno (P<0,01) utjecao na dužinu klipa kukuruza. Najduži klip izmjeren je kod hibrida b1 (21,37 cm) dok je najkraći klip izmjeren kod hibrida b4 (19,14 cm). Analizom varijance utvrđena je statistički značajna razlika (P<0,01) u visini uroda kod hibrida OSSK596 (b1) u odnosu na preostale hibride.

Tablica 6. Utjecaj navodnjavanja (a), hibrida (b) te interakcije (a x b) na dužinu klipa kukuruza

Izvori varijacije	***df***	***SS***	***MS***	***F***	***F<5%***	***F<1%***	***LSD***	
							0,05	***0,01***
a	2	2,2135	1,1068	0,8820 n.s.	3,150	4,9770	0,5264	0,6988
b	3	45,8655	15,2885	12,1840**	2,758	4,1260	0,6079	0,8069
a x b	6	10,0598	1,6766	1,3362 n.s.	2,254	3,1190	1,0529	1,3977

Tretman	***a1***	***a2***	***a3***	***Prosjek b***
b1	22,30	21,00	20,80	***21,37***
b2	18,87	21,33	19,73	***19,98***
b3	19,07	19,27	20,87	***19,74***
b4	19,67	18,47	19,27	***19,14***
Prosjek a	***19,98***	***20,02***	***20,17***	

*a1 = kontrolna grupa, a2 = 60-100% PVK; a3 = 80-100% PVK; b1 = OSSK596; b2 = OSSK617; b3 = OSSK665; b4 = OSSK552; a x b = interakcija navodnjavanja i hibrida; * = P<0,05; ** = P<0,01; n.s. = non significant*

Utjecaj navodnjavanja, genotipa te njihove interakcije na masu klipa kukuruza

Masa klipa kukuruza po tretmanima navodnjavanja bila je u rasponu od 1244 g (a1) do 1321 g (a3). Analizom varijance nisu utvrđene statistički značajne razlike u pogledu tretmana navodnjavanja. Kako je vidljivo iz tablice 7. hibrid je vrlo značajno (P<0,01) utjecao na masu klipa kukuruza. Najveća masa klipa zabilježena je kod hibrida b2 (1352 g)

dok je najmanja masa izmjerena kod hibrida b4 (1192 g). Hibrid OSSK552 (b4) je imao vrlo značajno (P<0,01) manju masu klipa u odnosu na preostale hibride.

Tablica 7. Utjecaj navodnjavanja (a), hibrida (b) te interakcije (a x b) na masu klipa kukuruza

Izvori varijacije	***df***	***SS***	***MS***	***F***	***F<5%***	***F<1%***	***LSD***	
							0,05	***0,01***
a	2	44065,24	22032,62	1,8554 n.s.	3,1504	4,9770	51,2126	67,9821
b	3	33625,59	82684,63	6,9631 **	1,7581	4,1260	59,1352	78,4990
a x b	6	50362,43	23069,05	1,9427 n.s.	2,2541	3,1190	102,4252	135,964

Tretman	***a1***	***a2***	***a3***	***Prosjek b***
b1	1386,67	1363,67	1215,00	***1321,78***
b2	1176,67	1421,67	1458,33	***1352,22***
b3	1216,67	1280,00	1411,67	***1302,78***
b4	1196,67	1180,00	1201,67	***1192,78***
Prosjek a	***1244,17***	***1311,33***	***1321,67***	

*a1 = kontrolna grupa, a2 = 60-100% PVK; a3 = 80-100% PVK; b1 = OSSK596; b2 = OSSK617; b3 = OSSK665; b4 = OSSK552; a x b = interakcija navodnjavanja i hibrida; * = P<0,05; ** = P<0,01; n.s. = non significant*

Utjecaj navodnjavanja, genotipa te njihove interakcije na broj zrna na klipu kukuruza

U tablici 8. prikazan je utjecaj navodnjavanja (a), genotipa (b) te njihove interakcije (a x b) na broj zrna na klipu kukuruza. Navodnjavanje je vrlo značajno (P<0,01) utjecalo na broj zrna na klipu kukuruza. Najveći broj zrna zabilježen je na a3 tretmanu navodnjavanja (594) dok je najmanji broj zrna zabilježen na kontrolnom tretmanu navodnjavanja (a1 = 567). Prema rezultatima analize varijance oba tretmana navodnjavanja statistički su vrlo značajno povećala broj zrna na klipu kukuruza.

Hibrid je vrlo značajno (P<0,01) utjecao na broj zrna na klipu. Kako je vidljivo iz tablice 8. najveći broj zrna zabilježen je kod hibrida b1 (OSSK596 = 602) dok je najmanji broj zrna zabilježen kod hibrida b3 (OSSK665 = 558). Analizom varijance utvrđena je statistička značajnost (P<0,01) u pogledu utjecaja interakcije ispitivanih čimbenika (a x b)

na broj zrna na klipu kukuruza. Najveći broj zrna zabilježen je kod hibrida b1 na kontrolnom tretmanu navodnjavanja (a1b1 = 618) dok je najmanji broj zrna zabilježen na a1b3 tretmanu (527). Salemi i sur. navode kako navodnjavanje u njihovom istraživanju nije imalo značajan utjecaj na broj zrna na klipu kukuruza dok Shirazi i sur. (2011.) navode kako je povećanjem norme navodnjavanja povećan broj zrna na klipu kukuruza.

Tablica 8. Utjecaj navodnjavanja (a), hibrida (b) te interakcije (a x b) na broj zrna na klipu kukuruza

Izvori varijacije	***df***	***SS***	***MS***	***F***	***F<5%***	***F<1%***	***LSD***	
							0,05	***0,01***
a	2	23706,66	11853,33	11,4975**	3,1504	4,9770	15,0898	20,0310
b	3	16299,09	5433,03	5,2700**	2,7581	4,1260	17,4243	23,1298
a x b	6	23168,42	3861,40	3,7455**	2,12541	3,1190	30,1797	40,0620

Tretman	***a1***	***a2***	***a3***	***Prosjek b***
b1	618,53	610,81	578,00	***602,45***
b2	553,43	597,54	611,41	***587,46***
b3	527,33	549,81	598,59	***558,58***
b4	567,00	606,26	585,38	***586,21***
Prosjek a	***566,57***	***591,11***	***593,35***	

*a1 = kontrolna grupa, a2 = 60-100% PVK; a3 = 80-100% PVK; b1 = OSSK596; b2 = OSSK617; b3 = OSSK665; b4 = OSSK552; a x b = interakcija navodnjavanja i hibrida; * = P<0,05; ** = P<0,01; n.s. = non significant*

Utjecaj navodnjavanja, genotipa te njihove interakcije na broj zrna na klipu kukuruza

Kako je vidljivo iz tablice 9. najveća masa oklaska zabilježena je na a3 tretmanu navodnjavanja premda ne statistički značajno. Hibrid je vrlo značajno (P<0,01) utjecao na masu oklaska. Najmanja masa oklaska izmjerena je kod hibrida b4 (OSSK552 = 187,78 g) dok je najveća masa zabilježena kod hibrida b2 (OSSK617 = 251,67 g). U pogledu a x b interakcije najveća masa oklaska zabilježena je na a3b2 interakciji (281,67 g) premda bez statističke opravdanosti.

Tablica 9. Utjecaj navodnjavanja (a), hibrida (b) te interakcije (a x b) na masu oklaska kukuruza

Izvori varijacije	***df***	***SS***	***MS***	***F***	***F<5%***	***F<1%***	***LSD***	
							0,05	***0,01***
a	2	187,00	93,00	0,072 n.s.	3,1504	4,9770	16,3720	21,7330
b	3	32372	27661,11	7,3403**	2,7581	4,1260	18,9047	25,0951
a x b	6	2807,87	467,978	0,3856 n.s.	2,2541	3,1190	32,7440	43,4659

Tretman	***a1***	***a2***	***a3***	***Prosjek b***
b1	256,67	210,00	201,67	***222,78***
b2	225,00	248,33	281,67	***251,67***
b3	233,33	233,33	228,33	***231,66***
b4	170,00	193,33	200,00	***187,78***
Prosjek a	***221,25***	***221,25***	***227,92***	

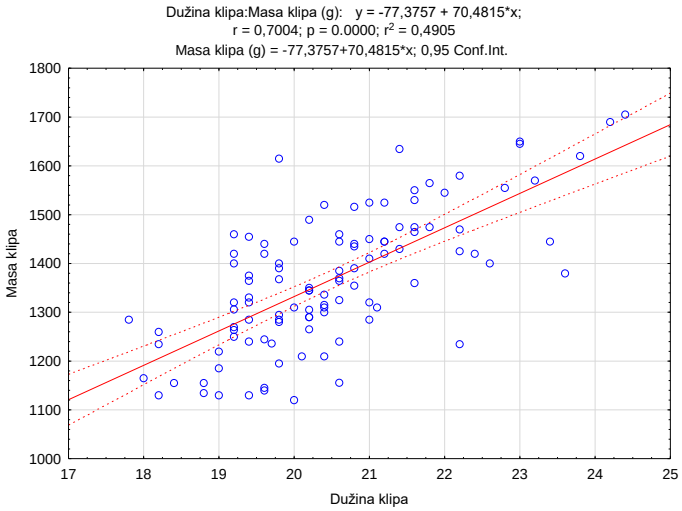
*a1 = kontrolna grupa, a2 = 60-100% PVK; a3 = 80-100% PVK; b1 = OSSK596; b2 = OSSK617; b3 = OSSK665; b4 = OSSK552; a x b = interakcija navodnjavanja i hibrida; * = P<0,05; ** = P<0,01; n.s. = non significant*

Analiza korelacijske veze (Tablica 10.) pokazala je slabu povezanost pozitivnog smjera između uroda i dužine klipa kukuruza (r = 0,319*), između uroda i broja zrna na klipu kukuruza (r = 0,385*) te između mase oklaska i dužine klipa kukuruza (r = 0,309*). Značajna povezanost (r = 0,43*) pozitivnoga smjera bila je između uroda zrna i mase klipa kukuruza te između dužine klipa i broja zrna na klipu (r = 0,485*). Zatim između mase oklaska i mase klipa kukuruza (r = 0,615*), broja zrna na klipu i mase klipa (r = 0,578*). Vrlo jaka povezanost pozitivnoga smjera bila je između mase klipa i dužine klipa kukuruza (r = 0,70*). Jednadžba regresije prikazana je grafikonom 6. Sve korelacije iskazane su na p<0,05 razini značajnosti, a značajne korelacije prikazane su crvenom bojom.

Tablica 10. Analiza korelacijske veze između ispitivanih svojstava

	Dužina klipa	Br.zr/klipu	Masa klipa	Masa oklaska	Urod
Dužina klipa	-	0,485506	0,700375	0,309248	0,319284
Br.zr/klipu		-	0,577726	0,152655	0,385016
Masa klipa			-	0,615206	0,431893
Masa oklaska				-	0,047135
Urod					-

N = 108; crveno = p<0,05



Grafikon 6. Korelacijska krivulja i jednadžba regresije između dužine klipa i mase klipa kukuruza

5. ZAKLJUČAK

Prema istraživanju koje je provedeno na pokušalištu Poljoprivrednog instituta iz Osijeka tijekom 2015. godine kojemu je cilj bio ispitati variranje uroda i svojstava klipa hibrida kukuruza u različitim tretmanima navodnjavanja moguće je zaključiti kako:

- Nedostatak vode u tlu značajno utječe na prinos zrna te kukuruza.
- Nedostatak vode u tlu značajno utječe na parametre klipa kukuruza.
- Značajan je utjecaj hibrida na urod zrna kukuruza.
- Značajan je utjecaj hibrida na parametre klipa kukuruza.
- Urod zrna raste povećavanjem norme navodnjavanja.

6. LITERATURA

Dağdelen N., Gürbüz T., Sezgin F., Yilmaz E., Yesilirmak E., Akcay S. (2008.): Effect of different water stress on yield and yield components on second crop corn in semiarid climate. International Meeting on Soil fertility Land Management and Agroclimatology. Turkey, 2008. 815-826.

Devi I. S., Muhammad S., Muhammad S. (2001.): Character association and path coefficient analysis of grain yield and yield components in double crosses of corn. Crop Res. 21: 355-359.

Državni zavod za statistiku, DSZ (2014.): Biljna proizvodnja u Republici Hrvatskoj 2014. god. dostupno na: www.dzs.hr, 16.03.2016., 16:25.

El-Tantawy M. M., Ouda S. A., Khalil F. A. (2007.): Irrigation scheduling for maize grown under middle Egypt conditions. Research Journal of Agriculture nad Biologisal sciences, 3(5): 456-462.

Gagro M. (1997.): Žitarice i zrnate mahunarke, Prosvjeta.d.d., Bjelovar.

Gautam A. S., Mittal R. K., Bhandari J. C. (1999.): Correlations and path coefficient analysis in maize (Zea mays L.). Ann. Agri. Biol. Res. 4:169–71

Gračan I., Todorić V. (1983.): Specijalno ratarstvo, Školska knjiga, Zagreb.

Intrigliolo D.S., Castel J.R. (2004.): Continuous measurement of plant and soil water status for irrigation scheduling in plum. Irrigation Science, 23: 93-102.

Khodarahmpour Z., Hamidi J. (2012): Study of yield and yield components of corn (*Zea mays* L.) inbred lines to drought stress. African Journal of Biotechnology, 11(13), 3099-3105.

Kovačević V., Rastija M. (2013.): Žitarice, Interna skripta, Poljoprivredni fakultet u Osijeku.

Mađar S., Šoštarić J. (2009.): Navodnjavanje poljoprivrednih kultura, Poljoprivredni fakultet u Osijeku.

Marković M. (2013.): Utjecaj navodnjavanja i gnojidbe dušikom na urod i kvalitetu zrna hibrida kukuruza (*Zea mays* L.). Poljoprivredni fakultet u Osijeku. Doktorska disertacija. Osijek, 2013.

Marković M., Tadić V., Josipović M., Zebec V., Filipović V. (2015.): Efficiency of maize irrigation scheduling in climate variability and extreme weather events in eastern Croatia. Journal of Water and Climate Change, 6(3): 586-595.

Manivannan N. A. (1998.): Character association and components analysis in corn. Madras J. Agric. 85: 293-294.

McCann I.R., Kincaid D.C., Wang D. (1992.): Operational Characteristic of the Watermark 200SS Model 200 Soil Water Potential Sensor for Irrigation Management, Applied Engr. in Agriculture, 8(5): 605-609.

Moraditochaee M., Motamed M.K., Azarpour E., Danesh R.K., Bozorgi H.R. (2012.): Effects of nitrogen fertilizer and plant density management in corn farming. 7(2): 133-137.

Muñoz-Carpena R. (2014.): Field Devices for monitoring soil water content. Bulletin 343, Dept. of Agri1cultural and Biological Engineering. Univ. of Florida, IFAS Extension.

Osječko-baranjska županija, OBŽ (2004.) : Morfološka svojstva kukuruza, dostupno na : http://www.obz.hr,18.03.2016.,17:50

Pospišil A. (2010.): Ratarstvo I .dio, Zrinski d.d., Čakovec.

Prakash O., Shanti P., Satyanarayana E., Kumar R. s. (2006.): Studies on interelationship and path analyisis for yield improvement in sweet corn genotypes (Zea mays L.) New Bo., 33: 91-98.

Radić Lj. (1974.): Žitarice i zrnati usjevi, Interna skripta, Osijek.

Rankov V., Barajlić M., Radonić K. (2012.): Posljedice suše, Novi Sad.

Salemi H., Mohd S., Lee **T.S.**, Yusoff **M. K.,** Ahmad **D. (2011.):** Effects of Deficit Irrigation on Water Productivity and Maize Yields in Arid Regions of Iran. Pertanika J. Trop. Agric. Sci. 34 (2): 207 – 216.

Shirazi S.M., Sholichin M., Jameel M., Akib S., and Azizi M. (2011.): Effects of different irrigation regimes and nitrogenous fertilizer on yield and growth parameters of maize. International Journal of Physical Sciences, 6(4), 677 – 683.

Shoae Hosseini M., Farsi M., Khavari K. S. (2008.): Study of effects water deficit stress on yield and yield components in many corn (Zea mays L.) hybrids with path analysis. Agric. Knowledge J. 17(1): 71-85.

Šimunić I. (2007.): Utjecaj suše na smanjenje prinosa, Agronomski fakultet u Zagrebu.

Škorić A. (1982.): Priručnik za pedološka istraživanja. Fakultet poljoprivrednih znanosti, Zagreb.

Škorić A. (1986.): Postanak, razvoj i sistematika tala. Fakultet Poljoprivrednih znanosti. Zagreb.

Tomić F. (1988.): Navodnjavanje. Zagreb, 1988.

Zimmer R., Košutić S., Zimmer D. (2009.): Poljoprivredna tehnika u ratarstvu, Poljoprivredni fakultet u Osijeku.

Őktem A., Őktem G., Űlger A. C. (2000.): Corn (Zea mays L.) adaptation studies under irrigated conditions of southeastern Anatolia region of Turkey. Poljoprivreda. 6 (2): 27-34.

7. SAŽETAK

Istraživanje je provedeno na pokušalištu Poljoprivrednog instituta iz Osijeka tijekom 2015. godine. Cilj istraživanja bio je ispitati variranje uroda i svojstava klipa hibrida kukuruza u različitim tretmanima navodnjavanja. Pokus je postavljen po split-plot shemi u tri ponavljanja. Tretmani navodnjavanja bili su kako slijedi: a1 (kontrolni tretman navodnjavanja), a2 (60-100% poljskog vodnog kapaciteta, PVK), te a3 (80-100% PVK). Kukuruz je navodnjavan metodom kišenja. Posijani su slijedeći hibridi kukuruza Poljoprivrednog instituta Osijek: b1 = OSSK596; b2 = OSSK617; b3 = OSSK665; b4 = OSSK552. Urod zrna značajno je rastao povećanjem norme navodnjavanja. Urod je bio u rasponu od 8,48 t/ha na kontrolnom tretmanu navodnjavanja (a1) do 9,42 t/ha na tretmanu navodnjavanja gdje je dodana najveća količina vode (a3). Dužina klipa kukuruza po tretmanima navodnjavanja bila je u rasponu od 19,98 – 20,17 cm. Hibrid je vrlo značajno utjecao na dužinu klipa kukuruza. Najduži klip izmjeren je kod hibrida b1, a iznosio je 21,37 cm, dok je najkraći klip izmjeren kod hibrida b4 te je iznosio 19,14 cm. Masa klipa kukuruza po tretmanima navodnjavanja bila je u rasponu od 1244 g na (a1) do 1321g na (a3). Hibrid je vrlo značajno utjecao na masu klipa kukuruza. Najveća masa klipa zabilježena je kod hibrida b2 (1352 g) dok je najmanja masa izmjerena kod hibrida b4 (1192 g). Navodnjavanje je vrlo značajno povećalo broj zrna po klipu kukuruza. Najveći broj zrna zabilježen je je na (a3) tretmanu navodnjavanja, iznosio je 594, dok je najmanji broj zrna 567 zabilježen na kontrolnom tretmanu (a1). Hibrid je vrlo značajno utjecao na broj zrna po klipu. Najveći broj zrna na klipu (602), zabilježen je kod hibrida b1 (OSSK596), dok je najmanji broj zrna (558), zabilježen kod hibrida b3 (OSSK665). Slaba povezanost pozitivnog smjera bila je između uroda i dužine klipa kukuruza (r = 0,319*), između uroda i broja zrna na klipu kukuruza (r = 0,385*) te između mase oklaska i dužine klipa kukuruza (r = 0,309*). Značajna srednje jaka povezanost (r = 0,43*) pozitivnoga smjera bila je između uroda zrna i mase klipa kukuruza te između dužine klipa i broja zrna na klipu (r = 0,485*). Zatim između mase oklaska i mase klipa kukuruza (r = 0,615*), broja zrna na klipu i mase klipa (r = 0,578*). Vrlo jaka povezanost pozitivnoga smjera bila je između mase klipa i dužine klipa kukuruza (r = 0,70*).

8. SUMMARY

The research was set up at the trial field of Agricultural institute in Osijek during growing season 2015 in split – plot arrangement and three replicates. The main goal of study was to determine the influence of different irrigation treatments and maize hybrids on yield and some cob parameters (length, weight, grain number). The irrigation treatments where as follows: a1 – rainfed; a2 – 60-100% field water capacity, FWC; a3 – 80-100% FWC. Maize was irrigated with self-moved sprinkler system. Four maize hybrids where tested: b1 = OSSK596; b2 = OSSK617; b3 = OSSK665; b4 = OSSK552 (Agricultural instate in Osijek). Irrigation treatment significantly increased maize grain yield. Yield ranged from 8.48 t/ha at rainfed plots (a1) to 9.42 t/ha at a3 irrigation plots. This means that the grain yield was higher as the amount of irrigation water was higher. In average across irrigation treatments cob length ranged from 19.98 cm (a1) to 20.17 cm (a3) although without significant differences. Cob length significantly varied across hybrids. The longest cob had b1 (OSSK596) hybrid, 21.37 cm. Cob weight ranged from 1244 g (a1) to 1321 (g) across irrigation treatments yet without significant differences. Maize hybrid had significant influence on cob weight. The minimum weight had b4 (1192 g) hybrid while the maximum cob weight had b2 (1352) hybrid. Irrigation treatment significantly increased grain number per cob, it ranged from 567 (a1) to 594 (a3). Hybrid had very significant influence on grain number per cob, it ranged from 558 (b3) to 602 (b1). As for correlation analysis, weak positive correlation was between yield and cob length (r = 0.319*) and between yield and grain number per cob (r = 0.385*), cob weight and cob length (r = 0.309*). Moderate positive correlation was between yield and cob weight (r = 0.43*) and between cob length and grain number per cob (r = 0.615*) and between grain number per cob and cob weight (r = 0.578*). Strong positive correlation was between cob weight and cob length (r = 0.70).

9. POPIS SLIKA

Slika 1. Korijen kukuruza (str. 3.)
Slika 2. Stabljika kukuruza (str. 4.)
Slika 3. List kukuruza (str. 4.)
Slika 4. Klip kukuruza (str. 5.)
Slika 5. Zrno kukuruza (str. 7.)
Slika 6. Kukuruzna svila (str. 7.)
Slika 7 . Posljedice suše (str. 9.)
Slika 8. Sustav za navodnjavanje kišenjem (str. 11.)
Slika 9. Granular matrix senzor (str. 19.)
Slika 10. Watermark uređaj (str. 19.)
Slika 11. Ručna sjetva kukuruza (str. 22.)
Slika 12. Kukuruz u fazi zrelosti (str. 22.)

10. POPIS TABLICA

Tablica 1. Površine i prinosi kukuruza u Hrvatskoj u razdoblju od 1950-1989. godine (str. 2.)
Tablica 2. Prosječan prinos kukuruza u Hrvatskoj u razdoblju od 2009 do 2014. godine (str. 2.)
Tablica 3. Kemijski sastav dijelova zrna (str. 6.)
Tablica 4. Osnovna fizikalna svojstva (str. 17.)
Tablica 5. Utjecaj navodnjavanja (a), hibrida (b) te interakcije (a x b) na urod zrna kukuruza (str. 26.)
Tablica 6. Utjecaj navodnjavanja (a), hibrida (b) te interakcije (a x b) na dužinu klipa kukuruza (str. 27.)
Tablica 7. Utjecaj navodnjavanja (a), hibrida (b) te interakcije (a x b) na masu klipa kukuruza (str. 28.)
Tablica 8 . Utjecaj navodnjavanja (a), hibrida (b) te interakcije (a x b) na broj zrna na klipu kukuruza (str. 29.)
Tablica 9. Utjecaj navodnjavanja (a), hibrida (b) te interakcije (a x b) na masu oklaska kukuruza (str. 30.)
Tablica 10. Analiza korelacijske veze između ispitivanih svojstava (str. 30.)

11. POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1. Krivulja baždarenja (str. 21.)
Grafikon 2. Oborine 2015. godine i višegodišnji prosjek (1961.-1990.) (str. 23.)
Grafikon 3. Srednje mjesečne temperature zraka 2015. godine i višegodišnji prosjek (1961.-1990.) (str. 24.)
Grafikon 4. Razina podzemne vode od siječnja do kolovoza 2015. godine (str. 24.)
Grafikon 5. Sadržaj vode u tlu na različitim tretmanima navodnjavanja (str. 25.)
Grafikon 6. Korelacijska krivulja i jednadžba regresije između dužine klipa i mase klipa kukuruza (str. 31.)

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Poljoprivredni fakultet u Osijeku

Sveučilišni diplomski studij bilinogojstva, smjer Biljna proizvodnja

Diplomski rad

Variranje uroda zrna i parametara klipa kukuruza (*Zea mays L.*) u različitim tretmanima navodnjavanja

Nataša Savković

Sažetak

Istraživanje je provedeno na pokušalištu Poljoprivrednog instituta iz Osijeka tijekom 2015. godine. Cilj istraživanja bio je ispitati variranje uroda i svojstava klipa hibrida kukuruza u različitim tretmanima navodnjavanja. Pokus je postavljen po split-plot shemi u tri ponavljanja. Tretmani navodnjavanja bili su kako slijedi: a1 (kontrolni tretman navodnjavanja), a2 (60-100% poljskog vodnog kapaciteta, PVK), te a3 (80-100% PVK). Kukuruz je navodnjavan metodom kišenja. Posijani su slijedeći hibridi kukuruza Poljoprivrednog instituta Osijek: b1 = OSSK596; b2 = OSSK617; b3 = OSSK665; b4 = OSSK552. Urod zrna značajno je rastao povećanjem norme navodnjavanja. Urod je bio u rasponu od 8,48 t/ha na kontrolnom tretmanu navodnjavanja (a1) do 9,42 t/ha na tretmanu navodnjavanja gdje je dodana najveća količina vode (a3). Dužina klipa kukuruza po tretmanima navodnjavanja bila je u rasponu od 19,98 – 20,17 cm. Hibrid je vrlo značajno utjecao na dužinu klipa kukuruza. Najduži klip izmjeren je kod hibrida b1, a iznosio je 21,37 cm, dok je najkraći klip izmjeren kod hibrida b4 te je iznosio 19,14 cm. Masa klipa kukuruza po tretmanima navodnjavanja bila je u rasponu od 1244 g na (a1) do 1321g na (a3). Hibrid je vrlo značajno utjecao na masu klipa kukuruza. Najveća masa klipa zabilježena je kod hibrida b2 (1352 g) dok je najmanja masa izmjerena kod hibrida b4 (1192 g). Navodnjavanje je vrlo značajno povećalo broj zrna po klipu kukuruza. Najveći broj zrna zabilježen je je na (a3) tretmanu navodnjavanja, iznosio je 594, dok je najmanji broj zrna 567 zabilježen na kontrolnom tretmanu (a1). Hibrid je vrlo značajno utjecao na broj zrna po klipu. Najveći broj zrna na klipu (602), zabilježen je kod hibrida b1 (OSSK596), dok je najmanji broj zrna (558), zabilježen kod hibrida b3 (OSSK665). Slaba povezanost pozitivnog smjera bila je između uroda i dužine klipa kukuruza (r = 0,319*), između uroda i broja zrna na klipu kukuruza (r = 0,385*) te između mase oklaska i dužine klipa kukuruza (r = 0,309*). Značajna srednje jaka povezanost (r = 0,43*) pozitivnoga smjera bila je između uroda zrna i mase klipa kukuruza te između dužine klipa i broja zrna na klipu (r = 0,485*). Zatim između mase oklaska i mase klipa kukuruza (r = 0,615*), broja zrna na klipu i mase klipa (r = 0,578*). Vrlo jaka povezanost pozitivnoga smjera bila je između mase klipa i dužine klipa kukuruza (r = 0,70*).

Rad je izrađen na: Poljoprivrednom fakultetu Osijek

Mentor: doc.dr.sc. Monika Marković

Broj stranica: 40

Broj slika: 12

Broj grafikona: 6

Broj tablica: 10

Broj literaturnih navoda: 30

Broj priloga: -

Jezik izvornika: Hrvatski

Ključne riječi: navodnjavanje, kukuruz, urod , klip

Datum obrane:

Stručno povjerenstvo za obranu:

1. Prof. dr. sc. Jasna Šoštarić, predsjednik
2. Doc. dr. sc. Monika Marković,mentor
3. Doc. dr. sc. Miro Stošić, član
4. Dr. sc. Dario Iljkić, zamjenski član

Rad je pohranjen u: Knjižnica Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1, Osijek.

BASIC DOCUMENTATION CARD

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek

Faculty of Agriculture

University graduate study Plant production course *Plant production*

Graduate Thesis

Variaton of grain yield and cob parameters of maize hybrids (*Zea mays L.*) in differenent irrigation tretatments

Nataša Savković

Summary

The research was set up at the trial field of Agricultural institute in Osijek during growing season 2015 in split – plot arrangement and three replicates. The main goal of study was to determine the influence of different irrigation treatments and maize hybrids on yield and some cob parameters (length, weight, grain number). The irrigation treatments where as follows: a1 – rainfed; a2 – 60-100% field water capacity, FWC; a3 – 80-100% FWC. Maize was irrigated with self-moved sprinkler system. Four maize hybrids where tested: b1 = OSSK596; b2 = OSSK617; b3 = OSSK665; b4 = OSSK552 (Agricultural instate in Osijek). Irrigation treatment significantly increased maize grain yield. Yield ranged from 8.48 t/ha at rainfed plots (a1) to 9.42 t/ha at a3 irrigation plots. This means that the grain yield was higher as the amount of irrigation water was higher. In average across irrigation treatments cob length ranged from 19.98 cm (a1) to 20.17 cm (a3) although without significant differences. Cob length significantly varied across hybrids. The longest cob had b1 (OSSK596) hybrid, 21.37 cm. Cob weight ranged from 1244 g (a1) to 1321 (g) across irrigation treatments yet without significant differences. Maize hybrid had significant influence on cob weight. The minimum weight had b4 (1192 g) hybrid while the maximum cob weight had b2 (1352) hybrid. Irrigation treatment significantly increased grain number per cob, it ranged from 567 (a1) to 594 (a3). Hybrid had very significant influence on grain number per cob, it ranged from 558 (b3) to 602 (b1). As for correlation analysis, weak positive correlation was between yield and cob length (r = 0.319*) and between yield and grain number per cob (r = 0.385*), cob weight and cob length (r = 0.309*). Moderate positive correlation was between yield and cob weight (r = 0.43*) and between cob length and grain number per cob (r = 0.615*) and between grain number per cob and cob weight (r = 0.578*). Strong positive correlation was between cob weight and cob length (r = 0.70).

Theis performed at: Faculty of Agriculture in Osijek

Mentor: Monika Marković, assistant professor

Number of pages: 40
Number of figures: 12
Number of chart: 6
Number of tables: 10
Number of references: 30
Number of appendices: -

Original in: Croatian

Key words: irrigation, maize, yield, cob

Thesis defended on date:

Reviewers:
1. Prof. Jasna Šoštarić, president of the Commision
2. Assistant profesor Monika Marković, mentor
3. Doc.dr.sc. Miro Stošić, member of the Commision
4. Dr.sc. Dario Iljkić, the Replacement member

Thesis deposited at: Library, Faculty of Agriculture in Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Vladimira Preloga 1, Osijek.