Utjecaj navodnjavanja na urod i kvalitetu zrna hibrida kukuruza

Nol, Marijana

Master's thesis / Diplomski rad

2016

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

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:593456

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**

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

POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Marijana Nol, apsolvent

Diplomski studij Bilinogojstvo, smjer Biljna proizvodnja

UTJECAJ NAVODNJAVANJA NA UROD I KVALITETU ZRNA HIBRIDA KUKURUZA (*Zea mays* L.)

Diplomski rad

Osijek, 2016.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA

POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Marijana Nol, apsolvent

Diplomski studij Bilinogojstvo, smjer Biljna proizvodnja

UTJECAJ NAVODNJAVANJA NA UROD I KVALITETU ZRNA HIBRIDA KUKURUZA (*Zea mays* L.)

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
      1.1.1. Korijen 3
      1.1.2. Stabljika 4
      1.1.3. List 4
      1.1.4. Cvat 4
      1.1.5. Plod 5
   1.2. Agroekološki uvjeti proizvodnje 6
      1.2.1. Zahtjevi prema toplini 6
      1.2.2. Zahtjevi prema svjetlosti 7
      1.2.3. Zahtjevi prema vodi 7
      1.2.4. Zahtjevi prema tlu 8
   1.3. Agrotehnika proizvodnje kukuruza 8
      1.3.1. Plodored 8
      1.3.2. Obrada tla 9
      1.3.3. Gnojidba 9
      1.3.4. Sjetva 10
      1.3.5. Njega usjeva 11
      1.3.6. Berba 11
   1.4. Utjecaj suše na kukuruz i potreba za navodnjavanjem 13
   1.5. Navodnjavanje kukuruza u svijetu i Republici Hrvatskoj 14
2. Pregled literature 16
3. Materijali i metode 18
   3.1. Osnovna obilježja pokusa 18
   3.2. Klima 18
   3.3. Svojstva tla 19
   3.4. Navodnjavanje 19
      3.4.1. Određivanje trenutka početka navodnjavanja 20
      3.4.2. Kvaliteta vode za navodnjavanje 21
   3.5. Hibridi kukuruza 22
4. Rezultati i rasprava 23
   4.1. Agroekološki uvjeti tijekom vegetacijskog razdoblja kukuruza 2015. godine 23
   4.2. Utjecaj navodnjavanja i hibrida na ispitivana svojstva 25
5. Zaključak 31
6. Popis literature 32
7. Sažetak 35
8. Summary 36
9. Popis slika 37
10. Popis tablica 38
11. Popis grafikona 39

Temeljna dokumentacijska kartica 40

Basic documentation card 41

1. UVOD

Kukuruz (*Zea mays* L.) je jedna od vodećih poljoprivrednih kultura. Po zasijanim površinama kukuruz je najvažnija ratarska kultura, ovisno o godini proizvodi se na oko 300 000 do 400 000 hektara. U zadnjih 10 godina prosječni prinosi zrna kretali su se od 3,86 t/ha do 6,92 t/ha (Pospišil, 2010.). Najveće površine zasijane kukuruzom su u SAD-u (oko 28 milijuna ha), Kini (oko 19 milijuna ha), Brazilu (oko 12,5 milijuna ha) i Meksiku (oko 7 milijuna ha) (Gagro, 1997.). U Osječko-baranjskoj županiji u 2013. godini postignuti su jako dobri prinosi, pa je tako prosječan prinos kukuruza iznosio 8,5 t/ha, a također je proizvedeno 560000 t kukuruza (OBŽ, 2014.). Što se tiče 2014. godine ostvareni su veći prirodi u odnosu na prošlu godinu, tako je zasijana površina iznosila 252567 ha, proizvodnja 2046966 t, a prosječan prirod 8,1 t/ha (DZS, 2015.). Kukuruz se uzgaja na vrlo širokom području od 55° sjeverne širine do 40° južne širine (Gagro, 1997.). Danas uz pravilan izbor hibrida i odgovarajuću agrotehniku može se znatno povećati proizvodnja kukuruza u Hrvatskoj (Pospišil, 2010.).

Najveći dio uzgojenoga kukuruza koristi se za hranidbu stoke, a za tu namjenu koristi se silaža cijele biljke, silaža vlažnog zrna ili klipa i suho zrno. Sve dijelove biljke kukuruza (osim korijena) možemo iskoristiti kako u prehrani ljudi i industriji tako i za prehranu domaćih životinja. U pripravljanju koncentrirane stočne hrane veliku važnost ima zrno. Ono sadrži 70-75% ugljikohidrata, oko 10% bjelančevina, oko 5% ulja, oko 15% mineralnih tvari i oko 2,5% celuloze. Preradom zrna dobiva se škrob koji ima široku primjenu. Može se koristiti u prehrambenoj i farmaceutskoj industriji, tekstilnoj industriji, te je veliki dio škroba korišten za proizvodnju papira. Što se tiče prehrane ljudi osobito su popularni kukuruz šećerac i kokičar. U prehrani ljudi zrno koristimo kod pravljenja kruha, za pripravljanje žganaca, kokice. Moglo bi se reći da su svi dijelovi kukuruza iskoristivi iz čega i proizlazi njegova gospodarska vrijednost. Još jedna od bitnih namjena kukuruza je proizvodnja etanola koja je zadnjih desetljeća dosta razvijena. On se koristi kao bio-gorivo, što je zamjena za fosilna goriva. Za proizvodnju etanola koriste se već postojeći hibridi, dok se oplemenjivanjem pokušavaju stvoriti hibridi visokog potencijala rodnosti (Pospišil, 2010.).

Kukuruz je podrijetlom iz Centralne Amerike, odakle je nakon otkrića američkog kontinenta proširen i u Europu i druge kontinente. Zbog različite duljine vegetacije, raznolike mogućnosti upotrebe i također sposobnosti da uspijeva na lošijim tlima kao i u lošijim klimatskim uvjetima

područje uzgoja mu je veliko. Agrotehnička važnost kukuruza je velika pošto ga sijemo na velikim površinama zbog čega dolazi kao predkultura drugim kulturama. Jedna od negativnih stvari je što se kukuruz kasno bere i pri tome ostavlja veliku vegetativnu masu (Gagro, 1997.).

1.1. Morfološka i biološka svojstva kukuruza

1.1.1. Korijen

Korijen kukuruza je žiličast, te klije kao i sve ostale prosolike žitarice s jednim primarnim klicinim korjenčićem. Također kod kukuruza se razlikuje pet tipova korijenja, a to su: primarni, bočni, mezokotilni, podzemno nodijalno i zračno nodijalno korijenje. Najveći dio korijenovog sustava kukuruza seže u dubinu preko 60 cm, a u širinu 105 cm (Zovkić, 1981.). Zadaća primarnih i bočnih klicinih korijenčića je da učvrsti sjeme i mladu biljčicu za tlo i također da crpe hranu i vodu (Gagro, 1997.). Što se tiče mezokotilnog korijenja ono se najčešće razvija kada je veća dubina sjetve i nema neku značajniju ulogu u hranidbi biljke. Podzemno nodijalno korijenje razvija se iz nodija koje već nalazimo u tlu, a nadzemno (zračno) korijenje (Slika 1.) razvija se iz prvog i drugog, a ponekad čak i iz trećeg nodija iznad površine tla (Gagro, 1997.).



Slika 1. Zračno (adventivno) korijenje kukuruza (Fotografija: M. Nol)

Njegova glavna uloga je da učvrsti biljku iz toga razloga što je stabljika kukuruza izrazito visoka, pa u slučaju vjetra i jakih kiša može se izbjeći njeno polijeganje. Neki od utjecaja na razvoj korijenova sustava su plodnost tla, klimatski uvjeti, obrada tla i mnogi drugi.

1.1.2. Stabljika

Stabljika kukuruza (Slika 2.) sastoji se od nodija i internodija, a visoka je oko 250 cm. Visina joj varira od 60 cm (inbred linije) do 750 cm u tropskim uvjetima (Pospišil, 2010.). U našim uvjetima kukuruz je najčešće visok od 1,5 do 3 m, a debljina stabljike od 1,5 do 3 cm (Gagro, 1997.). Ispunjena je parenhimskim stanicama i provodnim snopovima, a u pazuhu lista se nalaze pupovi. Iz pazušca donjih listova razvijaju se zaperci, a iz pupova prema sredini i vršnom dijelu oblikuju se klipovi. U proizvodnji nastojimo izbjeći veći broj klipova zato što nam tada klipovi ostaju kraći, a samim time dolazi do manjeg broja zrna kao i do pojave sitnijeg zrna.



Slika 2. Stabljika kukuruza (Fotografija: M. Nol)

1.1.3. List

List kukuruza (Slika 3.) sastoji se od lisnog rukavca i lisne plojke. Na prijelazu plojke u rukavac nalazi se jezičac, on sprječava ulazak vode i drugih tvari koje nisu poželjne u dio između stabljike i lista. Broj listova uvjetovan je brojem nodija, a kreće se od 8-40 sve ovisno o dužini vegetacije. Lisna površina kukuruza je dosta velika pa tako može biti od 0,3 pa sve do 1,2 m² po biljci. Pored klicinih listića i listova stabljike također imamo listove koji obavijaju klip čineći komušinu (Pospišil, 2010.).



Slika 3. List kukuruza (Fotografija: M. Nol)

1.1.4. Cvat

Kukuruz je jednodomna biljka koja ima razdvojene muške i ženske cvati. Muška cvat je metlica, a ženska cvat klip. Metlicu nalazimo na vrhu biljke, a sastoji se od centralnog vretena i postranih grana. Na glavnoj grani i postranim granama razvijaju se klasići (Gagro, 1997.). Klasići obuhvaćaju dvije pljeve i dva cvijeta, gdje je svaki cvijet obuhvaćen s dvije pljevice. Također u dnu cvijeta nalaze se dvije pljevičice i njihova uloga je da u vrijeme cvatnje upijaju vodu, bubre i otvaraju cvijet. U cvijetu se nalaze tri prašnika, a tučak je zakržljao (Gagro, 1997.).

Klip (Slika 4.) se formira u pazušcu listova glavne stabljike, a sastoji se od drške klipa na kojem su koljenca i kratka međukoljenca. Broj redova na klipu kreće se od 8 do 26 i uvijek

je paran, taj paran broj je povezan s razvojem klasića i cvjetova. S vanjske strane pokriven je komušinom. Cvatnja počinje od baze prema vrhu, a broj cvjetova može biti od 500 do 600, kod nekih hibrida kasnije vegetacije čak i preko 1000 (Pospišil, 2010.).



Slika 4. Klip kukuruza (Fotografija: M. Nol)

1.1.5. Plod

Plod je zrno, koje se kao i kod ostalih žitarica sastoji od omotača ploda, sjemene ljuske, endosperma i klice. Omotač ploda štiti unutrašnjost zrna, te je u njemu smješten pigment koji određuje boju zrna. Između sjemene ljuske i endosperma nalazimo tanak aleuronski sloj čija boja može biti različita, a sadrži dosta bjelančevina, vitamina, i ulja. Endosperm zauzima najveći dio zrna, a nalazi se ispod perikarpa i sjemenog omotača. Čini ga oko 80% zrna, oko 7% ljuska i oko 7-10% klica (Gagro, 1997.). U sastavu stanica endosperma najvećim dijelom je škrob, a na prednjoj strani donjeg dijela zrna nalazimo klicu. Klica se sastoji od primarnog korijena koji je omotan korijenovim omotačem i od primarne stabljike (Pospišil, 2010.). Primarna stabljika je građena od kraćih internodija (5-6) i na svakom nodiju se nalazi po jedan list. Prvi list se nalazi između klice i endosperma i njegova zadaća je da propušta hranu prema klici koja se

rastvara djelovanjem enzima. Dok drugi list služi kao omotač za primarnu stabljiku, koja u nicanju koleoptila pukne i zatim prvi listić izbija van.

Kemijski sastav kukuruza ovisi o nekoliko faktora kao što su: hibridi, agroekološki uvjeti proizvodnje, tlo, gnojidba, vrijeme i način berbe te skladištenje. Na bazi suhe tvari zrno sadrži 58-71% škroba i 8-11% bjelančevina. Najveći dio ulja nalazi se u klici, a sadržaj se kreće od 3-5%. Sadržaj šećera se kreće od 1,5 do 2%, mineralnih tvari 1-1,5%, sirovih vlakana 2-2,5%. Bjelančevine kukuruza su manje kvalitetne zbog toga što ne sadrže dovoljno esencijalnih kiselina (Pospišil, 2010.).

1.2. Agroekološki uvjeti proizvodnje

1.2.1. Zahtjevi prema toplini

Kukuruz za svoj rast i razvoj zahtjeva dosta topline, stoga ga uvrštavamo u termofilne biljke. Sa sjetvom počinjemo kada se tlo u sjetvenom sloju zagrije na više od 10°C. Minimalna temperatura za klijanje iznosi 8°C, a optimalna 32°C. Ako se temperature spuste ispod 5°C kukuruz prestaje rasti, a to se obično događa nakon nicanja kukuruza zato što je tada smanjeno osvjetljenje i također prestaje metabolizam u biljci. Kukuruz slabo podnosi niske temperature, pa tako temperature niže od -1°C dovode do propadanja biljaka. Otpornost na niske temperature možemo povećati hranidbom kalijem i fosforom, a također i boljom kondicijom biljaka. U proizvodnji sjemenskog kukuruza je vrlo opasna pojava niskih temperatura, a pogotovo mrazeva zbog toga što mogu prekinuti vegetaciju ili čak oštetiti klijavost zrna. Što se tiče visokih temperatura kukuruz je dosta otporan ali temperature više od 35°C u vrijeme cvatnje oštećuju peludna zrnca, pa ne dolazi do klijanja što smanjuje oplodnju, a samim time i prirod. Suma temperatura kreće se od 2000 do 3500°C, što ovisi o duljini vegetacije.

1.2.2. Zahtjevi prema svjetlosti

Kao što kukuruz zahtjeva dosta topline također treba i dosta svijetla. Sortiment sa kraćom vegetacijom kao i sposobnošću prilagodbe mu omogućuje da uspijeva u uvjetima dugog dana, ali je kukuruz prvenstveno biljka kratkog dana. Kako bi što bolje koristili svjetlost želimo

postići hibride sa uspravnijim listovima kako bi se manje zasjenjivali donji listovi. Do slabijeg korištenja svjetlosti dolazi zbog korištenja mehanizacije, a posebno kombajna za berbu, zato što se sije u širim redovima, pa dolazi do jače konkurencije biljaka u redu.

1.2.3. Zahtjevi prema vodi

Za razvoj kukuruza jako je bitna dobra opskrbljenost vodom. Najveće potrebe za vodom su neposredno pred metličanje i svilanje, a također i u početku nalijevanja zrna. Ako u tom razdoblju dolazi do suše (Slika 5.), a možemo obaviti navodnjavanje, treba ga obaviti prema svojstvima tla i u zavisnosti koliki je intenzitet suše. Kukuruz ima dobro razvijen korijenov sustav, posebno građene listove koji se u slučaju suše uvijaju i time se smanjuje gubitak vode preko lista. Da bi sjeme kukuruza moglo početi klijati, treba upiti oko 45% vode (Gagro, 1997.).



Slika 5. Suša u početnom porastu kukuruza (Fotografija: M. Nol)

1.2.4. Zahtjevi prema tlu

Da bi kukuruz što bolje uspio najviše mu odgovaraju duboka, plodna, rastresita tla, slabo kisele do neutralne reakcije, a tim uvjetima najviše odgovaraju černozemi i dobra aluvijalna tla. Loša tla za proizvodnju kukuruza su teška, zbijena, slabo propusna tla, a također i tla povećane

kiselosti. Na lošijim tlima pravilnom obradom, gnojidbom i drugim agrotehničkim mjerama možemo postići odgovarajuće rezultate.

1.3. Agrotehnika proizvodnje kukuruza

1.3.1. Plodored

Za kukuruz najbolji predusjevi su jednogodišnje i višegodišnje leguminoze, krumpir, šećerna repa, suncokret, uljana repica, pa i strne žitarice. Žetva ovih kultura obavlja se dovoljno rano da se može pravovremeno obaviti obrada tla. Kao predkultura drugim kulturama kukuruz može biti dobar, ali i loš ako se kasno bere, posebno u uvjetima s puno kiše. Kukuruz ostavlja veliku vegetativnu masu (stabljika, list, korjenov sustav) koja jako otežava obradu i smanjuje kakvoću obrade tla. Kukuruz bolje podnosi monokulturu ili uzgoj u užem plodoredu od drugih žitarica.

Jedan od najboljih predusjev za kukuruz je uljana repica. Vrlo dobro guši korove i ostavlja čisto polje. Poslije žetve ostavlja veliku masu stabljike koja je bogata biljnim hranivima i na taj način poboljšava plodnost tla. Također svojim dubokim korijenom dobro rahli tlo.

Šećerna repa je također dobar predusjev, ali mora se izvaditi dovoljno rano da bi se obrada tla obavila prije većih oborina. Iza šećerne repe ostaje velika biljna masa glava s lišćem te tu masu treba jednolično razbacati prije obrade. Ako se to ne učini, na mjestima gdje je zaorana velika količina glava s lišćem kukuruz zaostaje u rastu i razvoju i daje niži prinos.

Višegodišnje mahunarke su dobri predusjevi, zbog obogaćivanja tla organskom masom i biljnim hranivima, ali treba obratiti pažnju na zemljišne štetnike. Zbog velike potrošnje vode lucerna može jako isušiti tlo u dubokom profilu. To se odražava na otežano izvođenje obrade tla i nedostatak vode tijekom vegetacije kukuruza (Pospišil, 2010.).

1.3.2. Obrada tla

Osnovna obrada tla mora se izvršiti u ljetno jesenskom razdoblju, a u izuzetnim uvjetima u proljeće. Obradom tla, razbijanjem nepropusnog sloja, rahljenjem i miješanjem tlo se čini zračnijim i toplijim, što uvjetuje normalan rast i funkcioniranje korijenovog sustava. Najveća masa korijenovog sustava nalazi se do 30 cm dubine, što bi upućivalo da se i dubina osnovne obrade vrši do 30 cm. Dubinsko rahljenje tla može se izvesti samo u vrijeme kada su donji

slojevi tla dovoljno suhi, a to je ljeto i rana jesen dok se uobičajeno oranje može izvesti u ljetno-jesenskom i izuzetno u proljetnom razdoblju.



Slika 6. Međuredna obrada tla (Fotografija: M. Marković)

1.3.3. Gnojidba

Ako se kukuruz uzgaja nakon kultura koje ostavljaju veće žetvene ostatke (slama, kukuruzovina), prije zaoravanja tih ostataka potrebno je gnojidbom dati 100-150 kg uree/ha i tako osigurati dovoljno dušika za rad mikroorganizama, koji razgrađuju organske ostatke. Ako se gnojiva dodaju u osnovnoj obradi, pripremi tla za sjetvu, u startu i prihrani, biljka će u svako vrijeme imati na raspolaganju potrebna hraniva.

Startna gnojidba izvodi se zajedno sa sjetvu tako da ulagači gnojiva postavljaju gnojivo 5-8 cm u stranu od sjemena i oko 3-5 cm ispod sjemena. Ta hraniva su u blizini razvijenog korijena i biljka ih odmah koristi za brži porast. Koriste se NPK gnojiva s naglašenom fosfornom komponentom. U startnoj gnojidbi također se često koriste i gnojiva koja sadrže insekticid protiv zemljišnih štetnika. Startna gnojidba često se izbjegava zbog toga što opterećuje i usporava sjetvu.

Prihranjivanje se vrši u slučaju kada se u ranijim gnojidbama nije uspjelo u tlo unijeti planirane količine gnojiva i ako se na usjevu uoče simptomi nedostatka hraniva. U ranim fazama

razvoja vrši se prihrana. U fazi 3-5 listova prva prihrana, a druga prihrana u fazi 7-9 listova. Najčešće prilikom međurednih kultiviranja usjeva kukuruza izvodi se prihranjivanje. Koriste se najčešće dušična gnojiva (KAN i UREA), te kompleksna gnojiva, u kojima je naglašena dušična komponenta. Može se izvesti i folijarno. Gnojiva dodana folijarno odmah se usvajaju. Kukuruz podnosi male koncentracije, te treba koristiti posebno pripremljena gnojiva. To su razlozi zašto se folijarna hranidba u uzgoju kukuruza malo koristi, te se može preporučiti za proizvodnju sjemenskog kukuruza.

1.3.4. Sjetva

Sjetvu treba obaviti u optimalnom agrotehničkom roku. U sjeverozapadnom dijelu RH to je od polovice travnja do kraja travnja, a za istočni dio RH od 10. travnja do 25. travnja. Kada se temperatura sjetvenog sloja podigne na 10°C treba započeti sjetva. Ranija sjetva ima niz prednosti. Osigurava ranije klijanje i nicanje, dolazi do boljeg korištenja zimske vlage, također ranije metličanje, svilanje, cvatnja i oplodnja. Ranija sjetva također ima i nekih negativnih učinaka, jer u slučaju niskih temperatura i visoke vlažnosti tla može doći do dugotrajnog klijanja i nicanja, lošijeg sklopa zbog čega se mora preorati zasijana površina. Kukuruz se sije sijačicama na razmak između redova 70 cm. Razmak može biti i veći, ali pošto se kukuruz sije u gušćem sklopu, velikim razmakom se smanjuje razmak između biljaka u redu. To povećava konkurenciju biljaka i smanjuje optimalno korištenje vegetacijskog prostora.

1.3.5. Njega usjeva

Pod mjerama njege podrazumijevaju se razni agrotehnički zahvati od sjetve pa do berbe. Njima se nastoji usjevu osigurati povoljne uvjete tijekom vegetacije. Jedan dio mjera izvodi se redovito svake godine, dok drugi dio se izvodi prema potrebi. Za razbijanje pokorice i uništavanje korova u fazi klice jako je važna plošna kultivacija rotacijskom kopačicom. Jedna od neophodnih mjera je također i međuredna kultivacija (Slika 6.) kojom se sprječava pojava pokorice, aerira se površinski sloj tla, smanjuje gubitak vode iz tla i uništavaju korovi. Međuredna kultivacija obavlja se u dva navrata, prva u fazi 5-6 listova i druga u fazi 7-9 listova. Izvodi se na dubini 6-12 cm. Prva kultivacija se obično izvodi nešto pliće s užom zaštitnom

zonom (oko 15 cm). U godinama kada izostane efekt primjene herbicida vrši se i ručno okopavanje kukuruza.

U početnim fazama razvoja jako je važno usjev zaštititi od korova. Preventivna borba počinje predsjetvenom obradom. Osim obradom može se djelovati primjerice odgovarajućim plodoredom, te čišćenjem poljoprivrednih strojeva kojima se može prenositi sjeme ili vegetativni dijelovi korovnih biljaka. Ako preventivne mjere nisu uspjele suzbiti korove, tada se mora pribjeći kemijskom suzbijanju (herbicidi). Protiv korova koriste se također mehaničke mjere pomoću tanjurače, sjetvospremača, drljače i drugih.

Tijekom vegetacije kukuruz je izložen napadu raznih bolesti i štetnika, koji nanose jako velike štete. Neke od bolesti su: palež klijanaca, pjegavost lista kukuruza, suha trulež, mjehurasta snijet, trulež korijena, stabljike i klipa i fuzarioze kukuruza. Mjere borbe protiv bolesti su upotreba zdravog sjemena, plodored, obrada tla, gnojidba, također sjetva otpornih hibrida kao i dezinfekcija sjemena. Od štetnika najčešće se pojavljuju žičnjaci, sovice i kukuruzni moljac. Žičnjaci se suzbijaju insekticidima, kod pojave sovica uništavaju se korovi na kojima odlažu jaja, a kod kukuruznog moljca mjere borbe su uništavanje ostataka i plodored.

1.3.6. Berba

Berba kukuruza obavlja se u punoj zriobi zbog toga što kukuruz jednolično sazrijeva i ne osipa se. Kukuruz treba nastojati što prije obrati, jer ako se kasni smanjuje se prirod. Gubici najčešće nastaju zbog šteta koje čine ptice, glodavci i divljač. Također do gubitaka dolazi i pri radu kombajna, ali oni ne bi smjeli prelaziti 2-3%. Kukuruz se bere u tehnološkoj zrelosti, a ona nastupa u različito vrijeme, što ovisi o načinu samog korištenja kukuruza. Berba kukuruza u klipu izvodi se beračima komušačima i cijeli proces je mehaniziran. Obrani i okomušani klipovi transportiraju se i transporterima ubacuju u koševe. Berba treba započeti kada vlažnost zrna na klipu padne ispod 30%. Za uspješno čuvanje kukuruza u košu treba paziti da se skladište samo zdravi, čisti i zreli klipovi. Vlaga zrna ne bi trebala biti viša od 26%. Ukoliko se uskladištio kukuruz sa većom vlažnosti, potrebno ga je ventiliranjem dosušiti na odgovarajuću vlažnost. Berba kukuruza u zrnu – Za ovaj način ubiranja koriste se žitni kombajni sa specijalnim hederom za otkidanje klipova kukuruza. Dobiveno sirovo zrno moguće je uskladištiti na duže vrijeme. U probranom zrnu, ako se berba obavlja kombajnom treba biti mali postotak oštećenih zrna. Vlaga

zrna od 25-28% najpovoljnija je za berbu za ovaj način korištenja kod većine hibrida. Kada se berba završi, zrno se mora sušiti 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. Ubiranje silažnog kukuruza – Preporučuje se podešavanje duljine reza 4-10 mm. Što se tiče dijela kukuruza koji će se koristiti u ishrani stoke najbolje ga je koristiti u obliku silaže. To je najbolji način zbog toga što dolazi do pojeftinjenja proizvodnje stočne hrane po jedinici površine. Kukuruz koji se upotrebljava u obliku silaže ima 50% veći hranidbeni efekt od kukuruza u obliku suhog zrna.



Slika 7. Uzorkovanje kukuruza tijekom berbe (Fotografija: M. Marković)

1.4. Utjecaj suše na kukuruz i potreba za navodnjavanjem

U našim krajevima do suše dolazi sve češće, što se negativno odražava na uspješnost biljne proizvodnje. Negativne posljedice suše na jedan od naših najvažnijih usjeva, kukuruz, mogu biti niži habitus biljke i masa suhe tvari, također može doći do usporenog rasta i razvoja konusa rasta, dolazi do kasnijeg metličanja, zakašnjelog svilanja, a na kraju dolazi i do problema s nalijevanjem zrna (NeSmith i Ritchie, 1992.). Nedostatak vode tijekom generativnog razdoblja produžuje interval od svilanja do prašenja polena (Herrero i Johnson, 1981.). Produženje intervala može dovesti do teže oplodnje zrna, i na taj način može utjecati na kraće nalijevanje zrna (Westgate, 1994.). Mnoga istraživanja također navode da uslijed suše urod zrna može drastično opasti (Josipović i sur., 2005.).

Jedno od rješenja ukoliko dođe do sušnog razdoblja je navodnjavanje. Potrebu biljke za vodom smo definirali kao dnevni nedostatak vode za biljke, koji možemo izračunati na temelju različitih klimatskih podataka, kao i na osnovu podataka o kulturi. Potreba kukuruza za vodom ovisi o dužini vegetacijske sezone, grupi zrenja kao i o agroekološkim uvjetima gdje usjev uzgajamo. Potreba za vodom raste od sjetve, najveće potrebe su svakako u ljetnim mjesecima, a zatim do kraja vegetacije ta potreba opada. U fazi 7-10 dana prije metličanja do završetka oplodnje kukuruz ima najveće potrebe za vodom i najviše ju troši. Za određivanje trenutka početka navodnjavanja najbitnije je poznavati dinamiku potreba kukuruza za vodom, a također i njegove potrebe po fazama razvoja na osnovu čega na kraju i možemo odrediti početak navodnjavanja. Navodnjavanje prema kritičnim fazama razvoja treba početi pravovremeno od faze intenzivnog porasta biljaka, pa ga obavljati do završetka nalijevanja zrna. Što se tiče sjemenskog kukuruza prvo navodnjavanje je potrebno obaviti odmah poslije sjetve sa manjom normom 20 mm do 30 mm. Treba ga obavezno navodnjavati u vrijeme čupanja metlica (Madjar i Šoštarić, 2009.).

1.5. Navodnjavanje kukuruza u svijetu i Republici Hrvatskoj

Navodnjavanje predstavlja agrotehničku mjeru kojom se tlu dodaju potrebne količine vode kako bi biljka imala optimalan rast i razvoj u cilju postizanja što boljeg uroda. Danas širom svijeta poljoprivredne površine se navodnjavaju na svim područjima i u svim klimatima. Navodnjavanje nije ograničeno samo na predjele pogođene sušom, nego je prošireno i na sve površine gdje je razvijena poljoprivreda. Navodnjavanjem postižemo značajno veće urode poljoprivrednih kultura. Korijen uzgajane biljke opskrbljuje se potrebnom količinom vode, regulira se vodni, zračni i toplinski režim tla, te i ishrana bilja. Ujedno se sustavima za navodnjavanje osigurava i mikrobiološka aktivnost i rad kišnih glista. Osim navedenih pozitivnih utjecaja navodnjavanja, tu je također i povećanje priroda i kvaliteta uroda, potiče vegetativni rast, te intenzitet fotosinteze. Uz sve pozitivne utjecaje navodnjavanja može doći do nekih poteškoća zbog samog sustava kao što su nejednaka raspodjela vode pri navodnjavanju tifonom, također dolazi do manjeg učinka uslijed premještanja i postavljanja sustava. Do poteškoća prilikom navodnjavanja kukuruza tifonom može doći zbog toga što su rasprskivači

na maloj visini, pa ih je potrebno podići. Što se tiče navodnjavanja kapanjem na velikim površinama u sjemenskom kukuruzu kontrola rada sustava zahtjeva veliki broj radnih sati.

Načini navodnjavanja koji su se razvili s vremenom mogu se podijeliti u četiri metode:

1. površinsko navodnjavanje
2. podzemno navodnjavanje
3. navodnjavanje kišenjem
4. lokalizirano navodnjavanje

U Republici Hrvatskoj broj navodnjavanih površina iznosi svega 9.264 ha ili 0,46%, a prema veličini navodnjavanih površina Hrvatska se nalazi na jednom od posljednjih mjesta u Europi (Tomić i sur., 2007.). Navedeni podaci nas dovode do zaključka da je dosta malo navodnjavanih površina s obzirom na naše prirodne mogućnosti i potrebe.

Danas u svijetu je puno bolja situacija, a to govore i podaci da se trenutačno navodnjava 250 miliona hektara ili oko 17% obradivih površina, a proizvede se na njima oko 40% svjetske hrane i poljoprivrednih sirovina. U Europskoj uniji najviše se navodnjava u zemljama južne Europe, pa tako u Italiji oko 23,0%, Portugalu 21,0%, Grčkoj 38%, Španjolskoj 18% (Madjar i Šoštarić, 2009.).

Pošto je kukuruz izrazito visok usjev, jedan od mogućih načina navodnjavanja je sa širokozahvatnim samohodnim strojevima. Također navodnjavanje umjetnom kišom ima povoljan utjecaj na mikro klimu, a također ima i veće učinke na prinos. Još jedan od preporučenih sustava za navodnjavanje je svakako kap po kap: površinsko ili podzemno navodnjavanje u kombinaciji s fertirigacijom. Kod korištenja sustava kap po kap u kombinaciji sa fertirigacijom urod zrna iznosi 10-12 t/ha, ovisno o dužini vegetacije.

Situacija u Hrvatskoj glede navodnjavanih površina bi mogla biti daleko bolja i u skoroj budućnosti se popraviti s obzirom na to da raspolaže s oko 2.020.626 ha obradivog zemljišta, od čega su 244.151 ha vrlo pogodna tla, a 588.163 ha umjereno pogodna tla (Husnjak, 2007.). Također raspolaže s količinom od 35000 m^3 obnovljive vode godišnje po stanovniku (Kos, 2004.)

2. PREGLED LITERATURE

Fizikalna svojstva ili parametri uroda su hektolitarska masa, apsolutna masa zrna i vlažnost zrna. Hektolitarska masa je masa 100 litara sjemena izražena u kilogramima i ona je pokazatelj izbrašnjavanja. Što je veća hektolitarska masa to je bolja kvaliteta sjemena. Hektolitarska masa ovisi o sorti, klimatskim uvjetima, vlažnosti i dr. Povećanju hektolitarske mase uvjetuju: zrna osrednje veličine, potpuno zrela zrna, kakvoća ovojnice zrna, te količina vode u zrnu. Mjerimo ju hektolitarskom vagom. Apsolutna masa (masa 1000 zrna) je vrijednost koja ukazuje na kvalitetu nalivenosti endosperma zrna. Što je veća masa, veća je energija klijanja i nicanja i samim time je veći prinos. Apsolutna masa ovisi o sorti, klimi, obradi.

Postoje brojna istraživanja vezana za pozitivne učinke navodnjavanja, tako su El-Hendawy i sur. (2008.) istraživali količine navodnjavanja koje odgovaraju do 60, 80 i 100% procijenjene evapotranspiracije i populacije biljaka (4,8, 7,1 i 9,5 biljaka/m^2) na prinos kukuruza. Istraživanjem su otkrili da povećanjem količine navodnjavanja i smanjenjem biljne populacije, prinos je poboljšan. Najniži prinosi zrna pripadali su tretmanu navodnjavanja koji odgovara procijenjenoj evapotranspiraciji od 60%.

Saif i sur. (2003.) ispitivali su učinke uzoraka sadnje u jednom redu, u dva reda i različite razine navodnjavanja na prinos i prinos komponenata zrna kukuruza. Došli su do zaključka da uzorci sadnje nisu utjecali na prinos i komponente prinosa, ali učestalost navodnjavanja značajno je utjecala na prinos i komponente prinosa zrna.

Rezultati eksperimenta s navodnjavanjem i gnojidbom pokazali su da navodnjavanje povećava učinkovitost oplodnje i da postoji snažna korelacija između korištenja umjetnih gnojiva i vodoopskrbe biljaka (Nagy, 1995.). Prema Baloghu (1978.) točna prognoza navodnjavanja može se dati samo ako postoji znanje o oborinama i uvjetima vlažnosti tla.

Khatun i sur. (1999.) u rezultatima svojih istraživanja navode kako je urod zrna kukuruza u jakoj pozitivnoj korelacijskoj vezi s broj zrna na klipu i apsolutnoj masi kukuruza.

Orlyanskll i sur. (1999.) proučavali su povezanost uroda zrna kukuruza s komponentama uroda analizom korelacijske veze. Autori navode najjaču direktnu povezanost uroda s brojem redova

zrna te brojem zrna na klipu kukuruza. Nadalje autori tvrde kako komponente uroda broj zrna u redu i masa 1000 zrna također mogu povećati urod zrna.

Khan i sur. (2012.) proučavali su utjecaj vodnoga stresa na urod i komponente uroda kukuruza. Istraživanje je obuhvaćalo šest turnusa navodnjavanja. U rezultatima istraživanja autori navode kako je broj zrna na klipu, masa 1000 zrna i urod smanjeni povećanjem vodnoga stresa.

3. MATERIJALI I METODE

3.1. Osnovna obilježja poljskog pokusa

Podaci za ovaj diplomski rad prikupljeni su 2015. godine na Poljoprivrednom institutu u Osijeku. Tlo na pokusnoj parceli je antropogenizirani hidromeliorirani hipoglej (Škorić, 1986.). sadržaj vode vol.% pri tlaku, ovisno o uzorku se kretao u rasponima: 0,33 kPa = 39,52 do 40,88%; 6,25 kPa = 24,3 do 25,2%; 15 kPa = 23,65 do 24,52%. Osnovna obilježja tla u pogledu fizikalnih svojstava prikazana su u tablici 1. (Marković, 2013.). Pokus je postavljen u split split-plot shemi u tri ponavljanja gdje je glavni čimbenik navodnjavanje, pod čimbenik gnojidba dušikom, a pod podčimbenik hibrid kukuruza. Za potrebe diplomskog rada izdvojeni su podaci u utjecaju tretmana navodnjavanja na ispitivana svojstva hibrida OSSK617.

3.2. Klima

Osječko-baranjska županija ima umjereno kontinentalnu klimu s oznakama čestih i intenzivnih promjena vremena. Neke od karakteristika klime su: više od 4 mjeseca godišnje mjesečne temperature su više od 10 cm, srednja temperatura najtoplijeg mjeseca je ispod 22°C, te srednja temperatura najhladnijeg mjeseca je između -3°C i +18°C. Izražena je homogenost klimatskih prilika na cijelom području županije, što je prvenstveno posljedica jedinstvenog reljefnog obilježja. Prosječna godišnja količina oborina kreće se od 642 mm do 753 mm. Temperaturni maksimum se javlja u 6 mj., a temperaturni minimum sredinom jeseni u 10 mj. Maksimalna dnevna količina oborina otkriva veliku varijabilnost. Oborine u obliku snijega javljaju se u prosjeku 26 dana u godini, ali bez dužeg vremenskog intenziteta. Na području Osječko-baranjske županije zabilježeno je prosječno godišnje sunčanih sati 1.800-1.900. Na području županije najučestaliji su vjetrovi iz sjeverozapadnog, zapadnog, sjevernog i jugoistočnog smjera.

3.3. Svojstva tla

Osnovna fizikalna svojstva tla na pokusnoj parceli prikazana su u tablici 1. Tlo je klasificirano kao hidromeliorirani hipoglej (Škorić, 1985.). To je hidromorfno tlo u kojem dominira utjecaj visoke razine podzemne vode tijekom većega dijela godine. Proučavani horizonti su slabo porozni (41,8%) sa srednjim kapacitetom za vodu (36,6% do 37,1%) i malim kapacitetom za zrak (5,3% do 6,2%). Prema teksturi horizonti su pjeskovito glinasta ilovača sa sadržajem gline od 32,5% u obradivom površinskom dijelu do 31,1% u podoraničnom horizontu. Visok sadržaj gline narušava fizikalna svojstva tla smanjujući poroznost i kapacitet za zrak.

Tablica 1. Osnovna fizikalna svojstva tla

	Volumen pora	**Apsolutni kapacitet tla, vol. (%)**		**Specifična gustoća tla, (g cm^{-3})**		**Kapacitet tla za vodu (vol. %)**
Dubina	**(%)**	**Za vodu**	**Za zrak**	(ρ_v)	($\rho_č$)	
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	

3.4. Navodnjavanje

Glavni čimbenik u istraživanju je bilo navodnjavanje provedeno u tri tretmana: a1 – kontrolni tretman gdje kukuruz nije bio navodnjavan, a2 – kukuruz je navodnjavan tako da se sadržaj vode u tlu održava na razini od 60 – 100% PVK i a3 – tretman u kojem je kukuruz navodnjavan na razini od 80 – 100% PVK.

Kukuruz je navodnjavan metodom kišenja, samohodnim rasprskivačem „Typhon“. Ukupna površina glavnog čimbenika u istraživanju (navodnjavanje) je 235 m^2. Radni tlak na ulasku vode u sustav 4,5-5 bar, a na izlasku vode iz rasprskivača 2,2 do 2,5 bar. Efektivni domet pri radnom tlaku je 22 do 25 m, a ukupan radni zahvat je do 30 m. Ujednačenost navodnjavanja je 85 do 90%, a prosječna brzina kretanja sustava 18 cm min^{-1}. Voda za navodnjavanje crpljena je iz

zdenca 37 m dubine koji se nalazi uz pokusnu parcelu. Voda je crpljena električnom crpkom snage 5,5 kW na 19 m dubine.

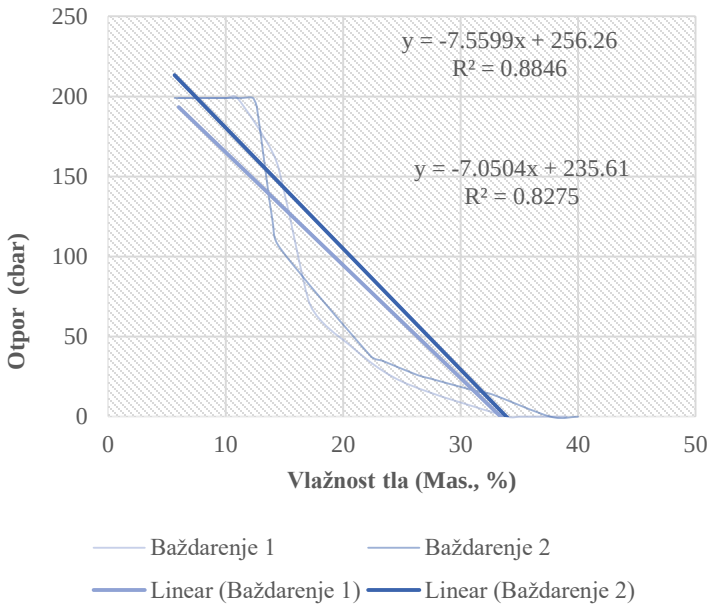
3.4.1 Određivanje trenutka početka navodnjavanja

Trenutak početka navodnjavanja određen je direktnom metodom elektrometrije. Sadržaj vode u tlu mjeren je pomoću Granular Matrix sensora (GMS) kojega se u praksi često naziva gipsanim blokom jer je unutrašnjost senzora načinjena od gipsa. GMS je poboljšana verzija gipsanih blokova koje su početkom 70-tih godina prošloga stoljeća uvedeni u praksu. Gips je materijal koji vrlo brzo poprima svojstva tla u kojem se nalazi u pogledu vlažnosti, a pored toga služi kao pufer što je njegova pozitivna osobina. Trajnost ovih senzora je dvije godine nakon čega je prema proizvođaču upitna vjerodostojnost dobivenih rezultata.

Prije ukopavanja u tlo senzori su u nekoliko navrata vlaženi i sušeni. Senzori se ukopavaju u tlo pomoću pedološke sonde nakon sjetve kukuruza i ostaju u tlu sve do kraja vegetacije. Prije upotrebe senzori su baždareni za tlo na pokusnoj parceli te je izrađena krivulja baždarenja (Marković, 2013.) prikazana slikom 8.

Senzori su postavljeni na dvije dubine, 15-20 cm i 25-30 c1m. Trenutak početka navodnjavanja određen je na osnovu prosjeka dvije dubine. Sveukupno je na pokusnoj parceli postavljeno 18 senzora, na svakom tretmanu navodnjavanja (a1, a2 i a3), na dvije dubine i u tri ponavljanja.

Sadržaj vode u tlu u prosjeku je mjeren dva puta tjedno, odnosno iza značajnijih oborina (>5 mm) ili nakon obroka navodnjavanja. Vrijednosti na uređaju kreću se od 0 – 199 cbar gdje 0 predstavlja vrijednost 100% PVK. Smanjivanjem sadržaja vode u tlu vrijednosti na uređaju rastu. Prema rezultatima kalibracije trenutak početka navodnjavanja za a2 tretman vrijednosti na uređaju se kreću od 0 – 40 cbar, a za a3 tretman 40 – 60 cbar.



Slika 8. Krivulja baždarenja

3.4.2 Kvaliteta vode za navodnjavanje

Tijekom istraživanja uzeti su uzorci vode iz zdenca koji je služio kao izvor vode za navodnjavanje. Uzorci su nošeni u laboratorij tvrtke Vodovod-Osijek d.o.o., a rezultati su prikazani u tablici 2. Preporuke za interpretaciju kvalitete vode za navodnjavanje preuzete su iz FAO publikacije (1985.). Prema tim preporukama voda za navodnjavanje svrstava se u kategorije prema ograničenju primjene: nikakvo, umjereno i strogo ograničenje. Prema vrijednost električne vodljivosti (electrical conductivity, EC) voda za navodnjavanje pripada kategoriji slabog do umjerenog ograničenja primjene što znači da se navodnjavanjem vodom takve kvalitete može postići maksimalan urod jedino uz uvjet brižljivog izbora usjeva i primjenom posebnih mjera u gospodarenju tlom (Kos, 1991.). Kako je vidljivo iz tablice 2. ostale izmjerene vrijednosti kreću se unutar dozvoljenih granica.

Tablica 2. Kvaliteta vode za navodnjavanje

	Mjerna jedinica	Uobičajene vrijednosti	Izmjerene vrijednosti
pH		6,5-8,4	7
NH_4^+	(mgN/l)	<5, 5 – 30, >30	0,429
NO_3^-	(mgN/l)		0,68
NO_2^-	(mgN/l)		0,0012
Cl^-	(me/l)	0 – 30	0,91
Ca^{2+}	(me/l)	0 – 20	2,15
Mg^{2+}	(me/l)	0 – 5	1,9
EC	(dS/m)	<0,7, 0,7-3, >3	0,967

(Izvor: Kos, 1991.)

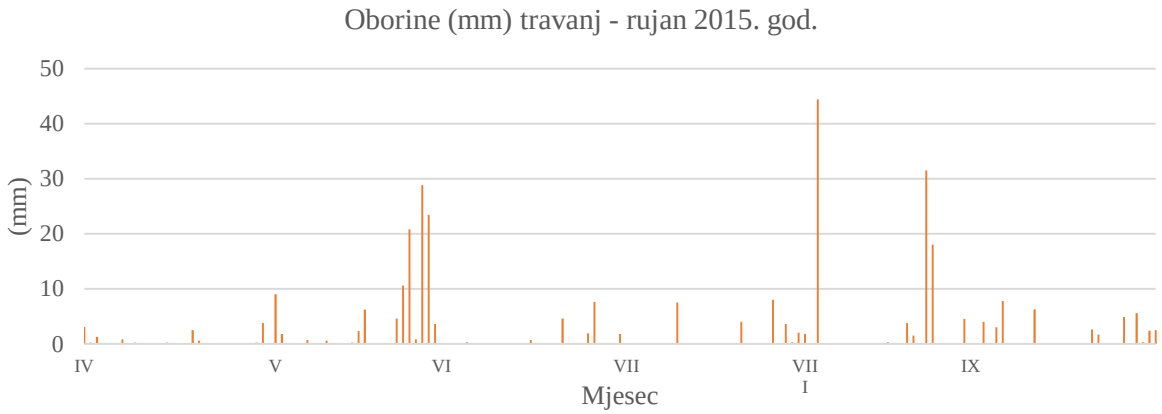
3.5. Hibridi kukuruza (b)

Hibridi kukuruza b1 = OSSK596; b2 = OSSK617; b3 = OSSK665; b4 = OSSK552 su posijani 30. travnja s međurednim razmakom od 0,7 m, a 0,25 m unutar reda. Kukuruz je kombajniran 23. listopada 2015. godine. Hibridi pripadaju grupi sazrijevanja FAO 500 i FAO 600, a osnova namjena im je silaža cijele biljke ili zrna ili berba u klipu. Klip je srednje krupan i cilindričan, biljka je visoka i robusna s većim brojem krupnijih listova i s produženim zelenim stanjem. OSSK617 je jedan od najraširenijih hibrida kukuruza u FAO grupi 600 na proizvodnim površinama u čitavoj Republici Hrvatskoj. Glavne karakteristike kako navodi proizvođač jesu: stabljika višeg rasta, pojačane čvrstoće s dubokim i razgranatim korijenom. Posjeduje veći broj krupnijih listova s odlikom produženog zelenog stanja. Klip je srednje krupan i cilindričan te nešto više nasađen s 16-18 redi zrna u tipu pravog zubana. Hibrid se odlikuje visokom tolerantnošću na bolesti i štetnike. Posijan je u dva reda dužine 10 m, a provedena je standardna agrotehnika u uzgoju kukuruza. Svaka parcela odvojena je s tri reda kukuruza zaštitnog pojasa. Prije kombajniranja uzorkovano je pet klipova kukuruza iz središnjeg dijela reda.

4. REZULTATI I RASPRAVA

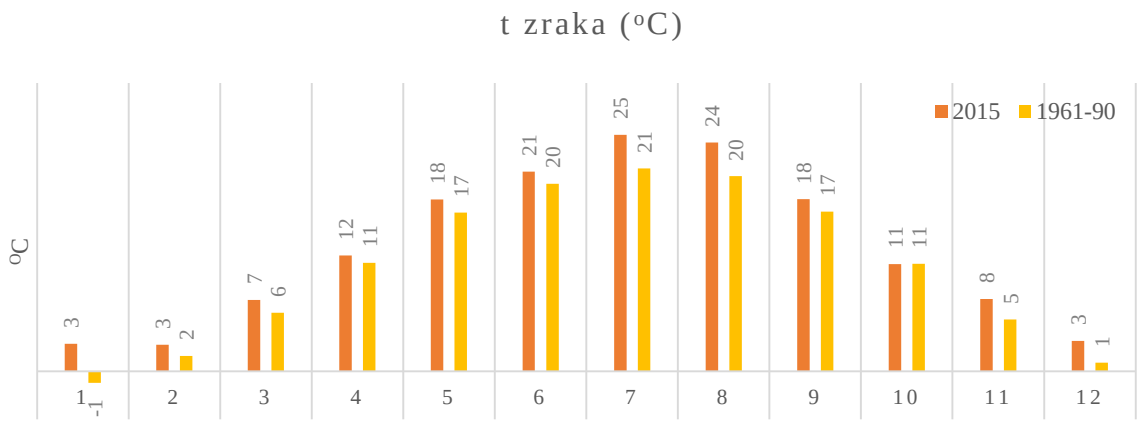
4.1. Agroekološki uvjeti tijekom vegetacijskog razdoblja kukuruza 2015. godine

Količina i raspored oborine tijekom razdoblja vegetacije kukuruza (travanj - rujan) 2015. godine prikazan je grafikonom 1. U pogledu količine oborine 2015. godina bila je prosječna. Ukupno je na području Osijeka palo 2015. = 656 mm (1961. – 90. = 651 mm). Količina oborine tijekom razdoblja vegetacije kukuruza (travanj – rujan) bila je za 52 mm manje u odnosu na višegodišnji prosjek (2015. = 315,9 mm; 1961. – 90. = 368,4 mm).



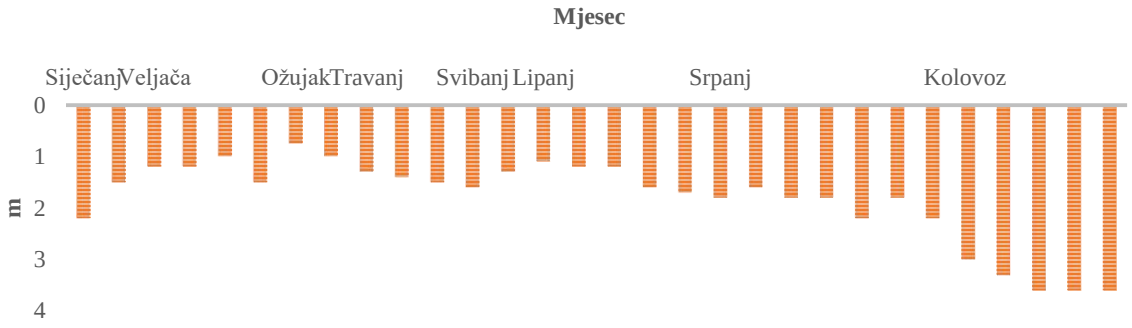
Grafikon 1. Količina i raspored oborine od travnja do rujna 2015. godine

Srednje mjesečne temperature zraka tijekom razdoblja vegetacije kukuruza bile su za 2 ^{0}C više u odnosu na višegodišnji prosjek (2015. = 20 ^{0}C; 1961. – 90. = 18 ^{0}C). Odstupanja u srednjim mjesečnim temperaturama zraka od višegodišnjeg prosjeka bila su najveća tijekom srpnja i kolovoza. Kako je vidljivo iz grafikona 2. srednja dnevna temperatura zraka tijekom spomenutog razdoblja bila je za 4 ^{0}C viša u odnosu na višegodišnji prosjek.



Grafikon 2. Srednje mjesečne temperature zraka 2015. godine i višegodišnji prosjek (1961. – 90.)

Razina podzemne vode prikazana je grafikonom 3. Podzemna voda bila je od 0,75 m u ožujku do 3,6 m na kraju mjeseca kolovoza.



Grafikon 3. Razina podzemne vode (m) od siječnja do kolovoza 2015. god

4.2. Utjecaj navodnjavanja i hibrida na ispitivana svojstva

Utjecaj navodnjavanja i hibrida te njihova interakcija na urod zrna kukuruza

Utjecaj navodnjavanja (a), hibrida (b) te interakcije a x b prikazan je tablicom 3. Navodnjavanje je vrlo značajno povećalo urod zrna kukuruza (P<0,01). Urod zrna kukuruza bio je u rasponu od 8,48 t/ha na kontrolnom tretmanu navodnjavanja (a1) do 9,42 t/ha na a3 tretmanu navodnjavanja. Urod zrna kukuruza povećan je za 2,83% na a2 tretmanu u odnosu na kontrolni tretmanu premda ne i statistički opravdano. Na a3 tretmanu navodnjavanja urod zrna kukuruza značajno je povećan za 11% u odnosu na kontrolni tretman. Razlika u urodu zrna između dva tretmana navodnjavanja je bila vrlo značajna. Urod na a3 tretmanu bio je za 8% veći u odnosu na a2 tretman navodnjavanja. Khodarahmpour i Hamidi (2012.) navode da najmanji urod zrna kukuruza kada je suša bila u fazi nalijevanja zrna. Hibrid je vrlo značajno utjecao na urod zrna kukuruza (tablica 3.). U prosjeku najveći urod zrna ostvaren je kod hibrida b1 (OSSK596), a najmanji urod kod hibrida b2 (OSSK617). U pogledu interakcije navodnjavanja i hibrida najviši urod zrna ostvaren je na a3b1 interakciji (10,98 t/ha) premda ne statistički opravdano. Khaliq i sur. (2009.); Khodarahmpour i Hamidi (2012.) navode značajan utjecaj hibrida na urod zrna kukuruza.

Tablica 3. 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, df = stupanj slobode; SS = suma kvadrata; MS = sredina kvadrata

Saif i sur. (2003.) u rezultatima svoga istraživanje navode značajan utjecaj navodnjavanja na urod zrna kukuruza. Autori navode da je najveći urod zrna (7,59 t/ha) ostvaren na tretmanu navodnjavanja s najvećom normom dok je najniži urod (0,4 t/ha) ostvaren na kontrolnom tretmanu. Salemi i sur. (2011.) također navode značajan utjecaj tretmana navodnjavanja i hibrida na urod zrna kukuruza.

Utjecaj navodnjavanja i hibrida te njihova interakcija na broj zrna na klipu kukuruza

U tablici 4. 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 4. 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. (2011.) 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. Oktem (2007.) je istraživao utjecaj deficitnog navodnjavanja na urod i broj zrna na klipu kukuruza. U rezultatima svoga istraživanja navodi kako broj zrna kukuruza smanjivan povećanjem vodnoga stresa.

Tablica 4. 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, df = stupanj slobode; SS = suma kvadrata; MS = sredina kvadrata

Utjecaj navodnjavanja i hibrida te njihova interakcija na apsolutnu masu zrna kukuruza

Utjecaj navodnjavanja, hibrida te njihove interakcije na apsolutnu masu zrna kukuruza prikazan je tablicom 5. U prosjeku po tretmanima navodnjavanja, apsolutna masa zrna kukuruza bila je u rasponu od 350 g (a1 i a3) do 358 g (a2) te nije zabilježena statistička opravdanost. Hibrid je vrlo značajno (P<0,01) utjecao na apsolutnu masu kukuruza. Najmanja apsolutna masa zabilježena je kod hibrida b4 (OSSK = 333,33 g) dok je najveća apsolutna masa zabilježena kod hibrida b2 i b3 (OSSK617 i OSSK665 = 363,89 g). Salemi i sur. (2011.) također navode značajan utjecaj hibrida na apsolutnu masu zrna, broj zrna na klipu te broj zrna u redu. Autori također navode kako navodnjavanje nije imalo statistički opravdan utjecaj na apsolutnu masu zrna. Shirazi i sur. (2011.) u rezultatima svojih istraživanja navode kako je navodnjavanje imalo značajan utjecaj na apsolutnu masu zrna kukuruza gdje je najmanja masa zrna ostvarena na kontrolnom tretmanu navodnjavanja. Khaliq i sur. (2009.) i Moraditochaee i sur. (2012.) navode značajan utjecaj hibrida na apsolutnu masu zrna. navode značajan utjecaj hibrida na apsolutnu masu. Maqsood i sur. (2012.) navode značajan utjecaj navodnjavanja na masu apsolutnu masu kukuruza. Po tretmanima navodnjavanja u njihovom istraživanju apsolutna masa bila je u

rasponu od 172,89 g na kontrolnom tretmanu navodnjavanja do 230,77 na tretmanu navodnjavanja s najvećom normom.

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

Izvori varijacije	***df***	***SS***	***MS***	***F***	***F <5%***	***F<1%***	***LSD***	
							0,05	***0,01***
a	2	1747,6	873,84	1,2355 n.s.	3,1504	4,977	12,4989	16,5916
b	3		3371,9	4,7673**	2,7581	4,126	14,4324	19,1583
a x b	6	6307,9	1051,3	1,4864 n.s.	2,2541	3,119	24,9977	33,1832

Tretman	***a1***	***a2***	***a3***	***Prosjek b***
b1	350,00	358,33	350,00	***352,78***
b2	350,00	341,67	400,00	***363,89***
b3	341,67	375,00	375,00	***363,89***
b4	325,00	341,67	333,33	***333,33***
Prosjek a	***341,67***	***354,17***	***364,58***	

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, df = stupanj slobode; SS = suma kvadrata; MS = sredina kvadrata

Utjecaj navodnjavanja i hibrida te njihova interakcija na hektolitarsku masu kukuruza

U tablici 6. prikazan je utjecaj navodnjavanja, hibrida te njihova interakcija na hektolitarsku masu zrna kukuruza. U prosjeku po tretmanima navodnjavanja hektolitarska masa bila je u rasponu od 64,43 kg do 67,08 kg. Najmanja hektolitarska masa zabilježena je kod hibrida b1 (64,54 kg) dok je najveća zabilježena kod hibrida b3 (66,68 kg). Analiza varijance nije pokazala statističku značajnost čimbenika. Plavšić i sur. (2007.) u rezultatima svoga istraživanja navode vrlo značajno (P<0,01) povećanje hektolitarske mase po tretmanima navodnjavanja. Autori navode kako je hektolitarska masa kukuruza vrlo značajno rasla povećanjem norme navodnjavanja u odnosu na kontrolni tretman.

Tablica 6. Utjecaj navodnjavanja (a), hibrida (b) te interakcije (a x b) na hektolitarsku masu zrna kukuruza

Izvori varijacije	***df***	***SS***	***MS***	***F***	***F <5%***	***F<1%***	***LSD***	
							0,05	***0,01***
a	2	36,5413	18,271	1,2104 n.s.	3,1504	4,9770	1,8259	2,4238
b	3	21,5133	7,1711	0,4751 n.s.	2,7581	4,1260	2,1084	2,7987
a x b	6	54,9572	9,1595	0,6068 n.s.	2,2541	3,1190	3,6518	4,8475

Tretman	***a1***	***a2***	***a3***	***Prosjek b***
b1	66,53	61,47	65,63	***64,54***
b2	64,80	63,80	69,00	***65,86***
b3	64,10	67,30	68,63	***66,68***
b4	69,13	65,17	65,07	***66,46***
Prosjek a	***66,14***	***64,43***	***67,08***	

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, df = stupanj slobode; SS = suma kvadrata; MS = sredina kvadrata

Utjecaj navodnjavanja i hibrida te njihova interakcija na masu zrna po klipu kukuruza

Kako je vidljivo iz tablice 7. navodnjavanje je značajno (P<0,05) utjecalo na povećanje mase zrna kukuruza. Najniža masa zrna izmjerena je na kontrolnom tretmanu navodnjavanja (a1 = 1030 g) dok je najveća masa zrna izmjerena na a3 tretmanu navodnjavanja (1094 g). Hibrid je vrlo značajno (P<0,01) utjecao na masu zrna kukuruza (tablica 7.). Najniža masa zrna zabilježena je kod hibrida b4 (994,22 g) dok je najveća masa zabilježena kod hibrida b2 (1106 g). Oktem A. (2008.) postavio je istraživanje

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

Izvori varijacije	***df***	***SS***	***MS***	***F***	***F <5%***	***F<1%***	***LSD***	
							0,05	***0,01***
a	2		26665,0093	3,1699*	3,1504	4,9770	43,1035	57,2176
b	3		53510,1821	6,3613**	2,7581	4,1260	49,7716	66,0692
a x b	6		17341,0340	2,1209 n.s.	2,2541	3,1190	36,2069	114,4353

Tretman	***a1***	***a2***	***a3***	***Prosjek b***
b1	1155,67	1137,33	1013,33	***1102,11***
b2	957,67	1167,67	1193,00	***1106,11***
b3	1004,00	1050,00	1178,33	***1077,33***
b4	1003,33	986,67	992,67	***994,22***
Prosjek a	***1030,17***	***1085,42***	***1094,33***	

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, df = stupanj slobode; SS = suma kvadrata; MS = sredina kvadrata

Utjecaj navodnjavanja i hibrida te njihova interakcija na vlažnost zrna kukuruza

Utjecaj čimbenika na vlažnost zrna kukuruza prikazan je u tablici 8. U prosjeku vlažnost zrna bila je u rasponu od 20,58% na a3 tretmanu navodnjavanja do 21,85% na a2 tretmanu navodnjavanja premda bez statističke opravdanosti.

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

Izvori varijacije	***df***	***SS***	***MS***	***F***	***F <5%***	***F<1%***	***LSD***	
							0,05	***0,01***
a	2	1,2369	0,6184	0,3102 n.s.	3,1504	4,9770	0,6636	0,8809
b	3	4,3877	1,4626	0,7355 n.s.	2,7581	4,1260	0,7663	1,0172
a x b	6	5,2698	0,3733	0,4405 n.s.	2,2541	3,1190	1,3272	1,7618

Tretman	***a1***	***a2***	***a3***	***Prosjek b***
b1	22,07	21,87	20,40	***21,45***
b2	21,80	21,73	20,17	***21,23***
b3	20,50	22,30	21,23	***21,34***
b4	19,97	21,30	20,50	***20,59***
Prosjek a	***21,08***	***21,85***	***20,58***	

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, df = stupanj slobode; SS = suma kvadrata; MS = sredina kvadrata

U pogledu hibrida najmanja vlažnost zrna izmjerena je kod hibrida b4 (20,59%) dok je najveća vlažnost zrna izmjerena kod hibrida b1 (21,45%). Analiza korelacijske veze između uroda i ispitivanih svojstava zrna prikazana je u tablici 9. Slaba korelacijska veza pozitivnoga smjera bila je između uroda i broja zrna u redu (r = 0,303*). Zatim između uroda i mase zrna (r = 0,498*) i između uroda i randmana (r = 0,484*). Slaba korelacija pozitivnoga smjera bila je i između uroda i apsolutne mase zrna (r = 0,329*). Khodarahmpour i Hamidi (2012.) navode značajnu korelaciju pozitivnoga smjera između uroda zrna i broja zrna na klipu. Značajna povezanost pozitivnoga smjera bila je između broja zrna u redu i mase zrna (r = 0,584*), randmana i broja zrna u redu (r = 0,564*), apsolutne mase zrna i mase zrna (r = 0,596*). Srednje jaka veza negativnoga smjera bila je između randmana i vlažnosti zrna (r = -0,651*). Slaba povezanost pozitivnoga smjera bila je između mase zrna i randmana (r = 0,299*) te apsolutne mase zrna i hektolitarske mase (r = 0,238*). Slaba veza negativnoga smjera bila je između broja zrna u redu i vlažnosti zrna (r = -0,248*) te između vlažnosti zrna i randmana (r =-0,228*).

Tablica 9. Analiza korelacijske veze između uroda i svojstava zrna kukuruza

	Urod	br. zrna/red	Masa zrna	Randman	Hekt.	Apsolutna masa	Vlažnost zrna
Urod	-	0,303*	0,498*	0,484*	0,185	0,329*	-0,155
br. zrna/red		-	0,584*	0,564*	0,066	0,055	-0,248*
Masa zrna			-	0,299*	0,175	0,596*	-0,102
Randman				-	0,109	-0,09	-0,228*
Hektolitar					-	0,238*	-0,651*
Apsolutna masa						-	0,042
Vlažnost zrna							-
N = 108; * = p<0,05							

Annapurna i sur. (1998.) navode jaku pozitivnu korelaciju između uroda zrna i broja zrna na klipu kukuruza. You i sur. (1998.) u rezultatima svoga istraživanja navode jaku korelacijsku vezu pozitivnoga smjera između uroda zrna i broja zrna u redu te između uroda i apsolutne mase.

5. ZAKLJUČAK

Rezultati ovoga istraživanja pokazuju kako urod i kvaliteta zrna kukuruza variraju u odnosu na različite tretmane navodnjavanja. Ispitivana svojstva značajno su rasla povećanjem norme navodnjavanja (urod zrna, broj zrna na klipu te masu zrna). Također vidljiva je i genotipska različitost. Hibrid OSSK596 ostvario je najveći urod zrna te broj zrna na klipu. Najniži urod ostvaren je kod hibrida OSSK617 dok je najniža apsolutna masa i masa zrna po klipu ostvarena kod hibrida OSSK552.

6. POPIS LITERATURE

Annapurna, D., Khan H. A., Mohammad S. (1998.): Genotypic–phenotypic correlations and path coefficient analysis between seed yield and other associated characters in tall genotypes of maize. Crop Res. Hisar. 16: 205-9.

Balogh, J. (1978): Calculating water needs in irrigated treatments. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest

Državni zavod za statistiku, DZS (2015.): Biljna proizvodnja u 2014., dostupno na: http://www.dzs.hr/Hrv_Eng/publication/2015/01-01-14_01_2015.htm 5.03.2016., 14:15.

El- Hendawy SE, El- Lattief EA, Urs Schidhalter MSA (2008). Irrigation rate and Plant density effects on yield and water use efficiency of drip- irrigated corn. Agric. Water Manag., 95: 836-844.

FAO (1985.): Water Quality for Agriculture. Irrigation and drainage paper 29, 1985, Rome.

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

Herrero M.P., Johnson R.R. (1981). Drought stress and its effects on maize reproductive systems. Crop Sci. 21:105-110.

Husnjak, S. (2007): Poljoprivredna tla Hrvatske i potreba za melioracijskim mjerama. Zbornik radova znanstvenog skupa "Melioracijske mjere u svrhu unapređenja ruralnog prostora", str. 21- 37. Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti

Inamullah N. R., Nazeer H. S., Muhammad A., Muhammad S., Ishaq A. M. (2011.): Correlations among grain yield and yield attributes in maize hybrids at various nitrogen levels. Sarhad J. Agric. 27(4): 531-538.

Josipovic M., Kovacevic V., Petosic D., Sostaric J. (2005). Wheat and maize yield variations in the Brod-Posavina area. Cereal Research Communications 33 (1):229-233.

Khaliq T., Ahmad A., Ali M.A. (2009.): Maize hybrids response to nitrogen rates at multiple locations in semiarid environment. Pak. J. Bot., 41(1): 207-224.

Khan M. B., Hussain N., Iqbal M. (2012.): EFFECT OF WATER STRESS ON GROWTH AND YIELD COMPONENTS OF MAIZE VARIETY YHS 202. Journal of Research (Science), Bahauddin Zakariya University, 12(1): 15-18.

Khatun F., Begum S., Motin A., Yasmin S., Islam M. R. (1999): Correlation coefficient and path analysis of some maize (*Zea mays* L.) hybrids. Bangladesh J. Bot., 28: 9-15.

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.

Kos Z. (1991.): Hidrotehničke melioracije tla. Kvaliteta vode za navodnjavanje. Školska knjiga Zagreb, 12-13.

Kos, Z. (2004): Hrvatska i navodnjavanje. Hrvatska vodoprivreda, 142: 30-41.

Maqsood M., Shehzad M. A., Sarwar M. A., Abbas H. T., Mushtaq S. (2012.): Impact of different moisture regimes and nitrogen rates on yield and yield attributes of maize (Zea mays L.). African Journal of Biotechnology, 11(34): 8449-8455

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.

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.

Nagy, J. (1995): Evaluating the effect of fertilization on the yield of maize (*Zea mays* L.) in different years. Növénytermelés, 44. 5-6. 493-506.

NeSmith D.S., Ritchie J.T. (1992). Short- and long-term responses of corn to a pre-anthesis soil water deficit. Agronomy Journal 84: 107-113.

Oktem A. (2007.): EFFECTS OF DEFICIT IRRIGATION ON SOME YIELD CHARACTERISTICS OF SWEET CORN. Bangladesh J. Bot. 37(2): 127-131.

Orlyanskll N. A., Zubko D. G., Orlyan N. A., Goleva G. G. (1999.): Correlation analysis in breeding ultra early maturing maize hybrids. Kukuruzai Sorgo. 6:9-12.

Osječko-baranjska županija, OBŽ (2014.): Informacija o stanju i problematici biljne proizvodnje na području osječko-baranjske županije, dostupno na:

http://www.obz.hr/hr/pdf/2014/9_sjednica/04_informacija_o_stanju_i_problematici_biljne_proizvodnje_na_podrucju_obz.pdf; 10.03.2016., 15:30.

Plavšić H., Josipović M., Andrić L., Jambrović A., Šoštarić J. (2007.): INFLUENCES OF IRRIGATION AND N FERTILIZATION ON MAIZE (Zea mays L.) PROPERTIES. VI. Alps-Adria Scientific Workshop, Obervellach, Austria 2007, 35(2): 933-936.

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

Saif U., Maqsood M., Faooq M., Habib A. (2003.): Effect of Planting Patterns and different Irrigation Levels on Yield and Yield Component of Maize (Zea mays L.). International Journal of Agriculture and Biology, 5(1): 63-66.

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., 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.

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

Tomić, F., Romić, D., Mađar, S. (2007): Stanje i perspektive melioracijskih mjera u Hrvatskoj.

Zbornik radova znanstvenog skupa: Melioracijske mjere u svrhu unapređenja ruralnog prostora. HAZU, Razred za prirodne znanosti i Razred za tehničke znanosti, 7-20, Zagreb.

Zovkić I (1981) Proizvodnja kukuruza. Zadrugar, Sarajevo, 7-21

You L. J., Dong J. P., GU Y. Z., Ma L. L., Zhao S. (1998.): Target characteristics to develop for improved seed production in maize hybrids, J. Henan Agric. Sci. 10:3-4.

Westgate M.E. (1994). Water status and development of the maize endosperm and embryo during drought. Crop Science 34: 76-83.

7. SAŽETAK

Istraživanje je provedeno na pokušalištu Poljoprivrednog instituta iz Osijeka 2015. godine. Cilj istraživanja bio je ispitati utjecaj tretmana navodnjavanja (a1-kontrolni tretman, a2-kukuruz je navodnjavan tako da se sadržaj vode u tlu održava na razini od 60-100% PVK i a3-80-100% PVK) na urod i kvalitetu zrna kukuruza (b1 = OSSK596; b2 = OSSK617; b3 = OSSK665; b4 = OSSK552). Navodnjavanje kukuruza obavljeno je metodom kišenja, samohodnim rasprskivačem „Typhon“. Trenutak početka navodnjavanja određen je direktnom metodom elektrometrije. Navodnjavanje je vrlo značajno ($p<0,01$) povećalo urod zrna kukuruza (a1 = 8,48 t/ha; a3 = 9,42 t/ha), broj zrna na klipu (a1 = 567; a3 = 594), te značajno ($p<0,05$) masu zrna (a1 = 1030 g; a3 = 1094 g). Hibrid je vrlo značajno ($p<0,01$) utjecao na urod zrna kukuruza (b2 = 7,61 t/ha; b1 = 9,64 t/ha), apsolutnu masu (b4 = 333; b2 i b3 = 363 g), masu zrna kukuruza (b4 = 994 g; b2 = 1106 g), broj zrna na klipu (b3 = 558; b1 = 602). Interakcija navodnjavanja i hibrida (a x b) značajno je utjecala na broj zrna na klipu (a1b3 = 527; a1b1 = 617). Slaba korelacijska veza pozitivnoga smjera bila je između uroda i broja zrna u redu ($r=0,303^*$), zatim između uroda i mase zrna ($r=0,498^*$), između uroda i randmana ($r=0,484^*$) te između uroda i apsolutne mase zrna ($r=0,329^*$).

8. SUMMARY

The field research was set up at the trial field of Agricultural institute in Osijek during growing season 2015. The main objective of this research was to study the influence of different irrigation treatment (a1-rainfed, a2- 60-100% field water capacity, FWC and a3-80-100% FWC) and maize hybrids (b1 = OSSK596; b2 = OSSK617; b3 = OSSK665; b4 = OSSK552) on yield and quality of maize grain. The maize crop was irrigated with traveling gun, sprinkler system. Time of irrigation event was determined by direct measuring of soil water content (gypsum block). Irrigation treatment significantly ($p<0.01$) increased yield of maize grain (a1 = 8.48 t/ha; a3 = 9.42 t/ha), grain number per cob (a1 = 567; a3 = 594), while significantly ($p<0.05$) grain weight (a1 = 1030 g; a3 = 1094 g). The influence of maize hybrid was significant for yield of maize grain (b2 = 7.61 t/ha; b1 = 9.64 t/ha), 1000 grain weight (b4 = 333; b2 and b3 = 363 g), grain weight (b4 = 994 g; b2 = 1106 g), grain number per cob (b3 = 558; b1 = 602). Irrigation x hybrid (a x b) interaction was significant for grain number per cob (a1b3 = 527; a1b1 = 617). The analysis of interaction showed weak and positive correlation between yield and grain number (r=0.303*); yield and grain weight (0.498*) and between yield and 1000 grain weight (0.329*).

9. POPIS SLIKA

Slika 1. Zračno (adventivno) korijenje kukuruza (str 2.)

Slika 2. Stabljika kukuruza (str 3.)

Slika 3. List kukuruza (str 4.)

Slika 4. Klip kukuruza (str 5.)

Slika 5. Suša u početnom porastu kukuruza (str 7.)

Slika 6. Međuredna obrada tla (str 9.)

Slika 7. Uzorkovanje kukuruza tijekom berbe (str 12.)

Slika 8. Krivulja baždarenja (str. 20)

10. POPIS TABLICA

Tablica 1. Osnovna fizikalna svojstva tla (str 19.)

Tablica 2. Kvaliteta vode za navodnjavanje (str 22.)

Tablica 3. Utjecaj navodnjavanja (a), hibrida (b), te interakcije (a x b) na urod zrna kukuruza (str 25.)

Tablica 4. Utjecaj navodnjavanja (a), hibrida (b), te interakcije (a x b) na broj zrna na klipu (str 27.)

Tablica 5. Utjecaj navodnjavanja (a), hibrida (b), te interakcije (a x b) na apsolutnu masu zrna kukuruza (str 28.)

Tablica 6. Utjecaj navodnjavanja (a), hibrida (b), te interakcije (a x b) na hektolitarsku masu zrna kukuruza (str 29.)

Tablica 7. Utjecaj navodnjavanja (a), hibrida (b), te interakcije (a x b) na masu zrna po klipu kukuruza (str 30.)

Tablica 8. Utjecaj navodnjavanja (a), hibrida (b), te interakcije (a x b) na vlažnost zrna kukuruza (str 30.)

Tablica 9. Analiza korelacijske veze između uroda i svojstava zrna kukuruza (str 31.)

11. POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1. Količina i raspored oborine od travnja do rujna 2015. godine (str 23.)

Grafikon 2. Srednje mjesečne temperature zraka 2015. godine i višegodišnji prosjek (1961.-90.) (str 24.)

Grafikon 3. Razina podzemne vode (m) od siječnja do kolovoza 2015. god. (str 24.)

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Poljoprivredni fakultet u Osijeku

Sveučilišni diplomski studij, smjer Biljna proizvodnja

Diplomski rad

Utjecaj navodnjavanja na urod i kvalitetu zrna hibrida kukuruza

Marijana Nol

Sažetak

Istraživanje je provedeno na pokušalištu Poljoprivrednog instituta iz Osijeka 2015. godine. Cilj istraživanja bio je ispitati utjecaj tretmana navodnjavanja (a1-kontrolni tretman, a2-kukuruz je navodnjavan tako da se sadržaj vode u tlu održava na razini od 60-100% PVK i a3-80-100% PVK) na urod i kvalitetu zrna kukuruza (b1 = OSSK596; b2 = OSSK617; b3 = OSSK665; b4 = OSSK552). Navodnjavanje kukuruza obavljeno je metodom kišenja, samohodnim rasprskivačem „Typhon“. Trenutak početka navodnjavanja određen je direktnom metodom elektrometrije. Navodnjavanje je vrlo značajno ($p<0,01$) povećalo urod zrna kukuruza (a1 = 8,48 t/ha; a3 = 9,42 t/ha), broj zrna na klipu (a1 = 567; a3 = 594), te značajno ($p<0,05$) masu zrna (a1 = 1030 g; a3 = 1094 g). Hibrid je vrlo značajno ($p<0,01$) utjecao na urod zrna kukuruza (b2 = 7,61 t/ha; b1 = 9,64 t/ha), apsolutnu masu (b4 = 333; b2 i b3 = 363 g), masu zrna kukuruza (b4 = 994 g; b2 = 1106 g), broj zrna na klipu (b3 = 558; b1 = 602). Interakcija navodnjavanja i hibrida (a x b) značajno je utjecala na broj zrna na klipu (a1b3 = 527; a1b1 = 617). Slaba korelacijska veza pozitivnoga smjera bila je između uroda i broja zrna u redu ($r=0,303^*$), zatim između uroda i mase zrna ($r=0,498^*$), između uroda i randmana ($r=0,484^*$) te između uroda i apsolutne mase zrna ($r=0,329^*$).

Rad je izrađen na: Poljoprivrednom fakultetu Osijek

Mentor: doc.dr.sc. Monika Marković

Broj stranica: 41

Broj slika: 8

Broj grafikona: 3

Broj tablica: 9

Jezik izvornika: Hrvatski

Ključne riječi: navodnjavanje, hibrid kukuruza, urod, kvaliteta zrna

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, Kralja Petra Svačića 1d.

BASIC DOCUMENTATION CARD

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek

Faculty of Agriculture

University graduate study Plant production course *Plant production*

Graduate Thesis

Influence of irrigation on yield and grain quality of maize hybrids (*Zea mays* L.)

Marijana Nol

Summary

The field research was set up at the trial field of Agricultural institute in Osijek during growing season 2015. The main objective of this research was to study the influence of different irrigation treatment (a1-rainfed, a2- 60-100% field water capacity, FWC and a3-80-100% FWC) and maize hybrids (b1 = OSSK596; b2 = OSSK617; b3 = OSSK665; b4 = OSSK552) on yield and quality of maize grain. The maize crop was irrigated with traveling gun, sprinkler system. Time of irrigation event was determined by direct measuring of soil water content (gypsum block). Irrigation treatment significantly ($p<0.01$) increased yield of maize grain (a1 = 8.48 t/ha; a3 = 9.42 t/ha), grain number per cob (a1 = 567; a3 = 594), while significantly ($p<0.05$) grain weight (a1 = 1030 g; a3 = 1094 g). The influence of maize hybrid was significant for yield of maize grain (b2 = 7.61 t/ha; b1 = 9.64 t/ha), 1000 grain weight (b4 = 333; b2 and b3 = 363 g), grain weight (b4 = 994 g; b2 = 1106 g), grain number per cob (b3 = 558; b1 = 602). Irrigation x hybrid (a x b) interaction was significant for grain number per cob (a1b3 = 527; a1b1 = 617). The analysis of interaction showed weak and positive correlation between yield and grain number (r=0.303*); yield and grain weight (0.498*) and between yield and 1000 grain weight (0.329*).

Thesis performed at: Faculty of Agriculture in Osijek

Mentor: Monika Marković, assistant professor

Number of pages: 41
Number of figures: 8
Number of chart: 3
Number of tables: 9

Original in: Croatian

Key words: irrigation, maize hybrid, yield, grain quality

Thesis defended on date:

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

Thesis deposited at: Library, Faculty of Agriculture in Osijek, Josip Juraj Strossmayer University in Osijek, Kralja Petra Svačića 1d