UTJECAJ VREMENSKIH PRILIKA NA PRINOS SJEMENSKOG KUKURUZA

Kovačević, Josip

Master's thesis / Diplomski rad

2015

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:151:988704

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

Josip Kovačević, apsolvent
Diplomski studij Bilinogojstvo, smjer Biljna proizvodnja

UTJECAJ VREMENSKIH PRILIKA NA PRINOS SJEMENSKOG KUKURUZA

Diplomski rad

Osijek, 2015.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Josip Kovačević, apsolvent
Diplomski studij Bilinogojstvo, smjer Biljna proizvodnja

UTJECAJ VREMENSKIH PRILIKA NA PRINOS SJEMENSKOG KUKURUZA

Diplomski rad

Povjerenstvo za ocjenu i obranu diplomskog rada:
1. Prof.dr.sc. Danijel Jug, predsjednik
2. Prof.dr.sc. Bojan Stipešević, mentor
3. Dr.sc. Bojana Brozović, član

Osijek, 2015.

SADRŽAJ

1.UVOD 2
1.1.Morfologija kukuruza 5
1.1.1.Vegetativni organi 5
1.1.2. Generativni organi 6
1.2. Sistematika kukuruza 7
1. 3. Sjemenarstvo u Republici Hrvatskoj 9
1.3.1. Hibridi kukuruza 11
1.4. Agroekološki uvjeti proizvodnje sjemenskog kukuruza 12
1.4.1. Potrebe kukuruza prema vodi 12
1.4.2. Potrebe kukuruza prema toplini 13
1.4.3. Potrebe kukuruza prema tlu 14
1.4.4. Potrebe kukuruza prema svjetlosti 14
1.5. Klima istočne Hrvatske 15
2. PREGLED LITERATURE 17
3. METODE RADA 20
3.1. Izbor i svojstva OS hibrida kukuruza 21
3.1.1. Karakteristike hibrida kukuruza OSSK602 FAO 620 21
3.1.2. Karakteristike hibrida kukuruza OSSK617FAO 610 21
3.2. Izbor parcele 22
3.3. Agrotehnika poljskih pokusa 22
3.3.1. Plodored 22
3.3.2. Obrada tla 23
3.3.3. Gnojidbom 23
3.3.4. Sjetva sjemenskog kukuruza 25
3.3.5. Zaštita od korova 25
3.3.6. Njega sjemenskog usjeva kukuruza 25
3.3.7. Berba sjemenskog kukuruza 26
3.3.8. Dorada sjemena 26
4. REZULTATI 28
4.1. Analiza količine oborina za 2013. i 2014. godinu na području Osijeka 29
4.2. Analiza prosječnih mjesečnih temperatura za 2013. godinu 30
4.3. Analiza prosječnih mjesečnih temperatura za 2014. godinu 31

5. RASPRAVA 34
6. ZAKLJUČAK 38
7. POPIS LITERATURE 39
8. SAŽETAK 42
9. SUMMARY 43
10. POPIS SLIKA 44
11. POPIS TABLICA 45
12. POPIS GRAFIKONA 46
TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA 47
BASIC DOCUMENTATION CARD 48

1. UVOD

Kukuruz (*Zea mays* L.) je jednogodišnja, jednodomna biljka podrijetlom iz centralne Amerike (Mexico). Sije se u pojasu od 58º sjeverne širine (Kanada, sjeverna Rusija) do 40º južne geografske širine (Argentina, Novi Zeland). Optimalno područje uzgoja kukuruza je od 15º do 45º sjeverne zemljopisne širine i od 20º do 25º južne zemljopisne širine (Šimić, 2008.). Kukuruz pripada najznačajnijim ratarskim usjevima, te se prema ukupnim zasijanim površinama u svijetu nalazi na trećem mjestu odmah nakon pšenice i riže. Prema najnovijim podacima u razdoblju od 2010.-2012. godine kukuruz se u svijetu prosječno uzgajao na oko 168 milijuna hektara površina. Najveće površine pod kukuruzom imaju SAD s prosječno oko 34 milijuna hektara, Kina s oko 33 milijuna hektara i Brazil s oko 14 milijuna hektara (Tablica 1.). Od svih žitarica kukuruz ima najveći potencijal rodnosti. Prosječni prinosi suhog zrna kukuruza po hektaru u svijetu iznosi oko 4 t/ha dok su zabilježeni i prinosi suhog zrna od 25 t/ha (croatia.pioneer.com). Najveću proizvodnju po hektaru, oko 9 t /ha, uz SAD imaju Francuska i Italija (Kovačević i Rastija, 2009.).

Tablica 1. Požnjevene površine (milijuni hektara), prosječni prinosi kukuruza (t/ha) i proizvodnja (milijuni tona) u svijetu od2010. do 2012.godine (Foreign agricultural service, USDA.).

Država	Požnjevene površine (milijuni hektara)			Prosječan prinos (t/ha)			Proizvodnja (milijuni tona)		
	2010.	2011.	2012.	2010.	2011.	2012.	2010.	2011.	2012.
SAD	32,96	33,99	35,50	9,59	9,29	7,67	831,36	881,75	849,09
Kina	32,50	33,54	34,95	5,45	5,75	5,95	316,17	313,92	272,43
Brazil	13,18	15,20	15,50	4,16	4,80	4,52	57,40	73,00	70,00
Argentina	3,75	3,60	3,70	6,72	5,83	7,43	25,20	21,00	27,50
Meksiko	7,02	6,07	6,50	3,00	3,08	3,18	21,06	18,68	20,70
Francuska	1,53	1,60	1,69	9,00	9,97	9,10	13,79	15,91	15,35
Italija	0,92	0,97	0,97	9,29	9,51	7,84	8,50	9,22	7,60
Mađarska	1,07	1,20	1,05	6,55	6,75	4,05	7,00	8,10	4,25
Rumunjska	2,25	2,55	2,50	3,87	4,12	2,40	8,70	10,50	6,00
Poljska	0,33	0,33	0,54	5,97	7,18	6,67	1,99	2,39	3,60
Svijet	163,86	169,53	174,64	5,07	5,20	4,86	831,36	881,75	849,09

U Republici Hrvatskoj kukuruz je jedna od najznačajnijih ratarskih kultura. Uzgaja se na približno 300 066 ha (prosjek 2008.-2013.) s prosječnim prinosom od 6,48 t/ha (Državni zavod za statistiku, 2015.). Pri tome treba istaknuti značajno variranje prinosa ovisno o godini (Tablica 2.). Većina proizvodnje, oko 90%, ostvaruje se na području između rijeka Drave, Save i Dunava, a poglavito na području istočne Hrvatske; Slavoniji, Baranji i zapadnom Srijemu gdje se ostvaruju i najviši prinosi (Martinčić i Kozumplik, 1996.). U posljednje četiri godine smanjeni su prinosi po hektaru površine. Suša, visoke temperature i loša raspodjela oborina tokom vegetacije bile su tome glavni uzrok, iako ne treba zanemariti i druge faktore kao što su smanjena potrošnja mineralnih gnojiva po jedinici površine i neke druge restrikcije u agrotehnici uslijed novčanih teškoća u gospodarstvu.

Tablica 2. Požnjevene površine (ha), proizvodnja suhogzrna (t) i prosječni prinosi kukuruza (t/ha) u Republici Hrvatskoj od 2008. do 2013.godine (Državni zavod za statistiku RH, 2015.).

Godina	Požnjevene površine kukuruza (ha)	Proizvodnja kukuruza -suho zrno (t)	Prosječan Prinos (t/ha)
2008	314 062	2 504 940	8,0
2009	296 910	2 182 521	7,4
2010	296 768	2 067 815	7,0
2011	305 130	1 733 664	5,7
2012	299 161	1 297 590	4,3
2013	288 365	1 874 372	6,5
Prosjek	300 066	1 943 483	6,48

Ogroman gospodarski značaj kukuruza očituje se njegovom velikom iskoristivošću, jer se koristi kao hrana ili za industrijsku preradu, što mu daje i dodatni ekonomski značaj. U stočarskoj proizvodnji najznačajnije je zrno kukuruza koje sadrži oko 70% ugljikohidrata, 10% bjelančevina, 5% ulja, 15% mineralnih tvari i oko 2.5% celuloze. Bjelančevine kukuruza su biološki manje (nedostatak lizina i triptofana) vrijedne od bjelančevina soje i drugih mahunarki pa je kukuruz prvenstveno energetska komponenta (škrob), a bjelančevine u ishrani stoke nadomještamo iz drugih izvora (sojina sačma, suncokretova pogača, riblje brašno). U prehrani ljudi kukuruzno zrno se koristi u pripravljanju kruha, palente, kokica te u kuhanju, pečenju i proizvodnji ulja. Osim vitamina B3, kukuruz sadrži

vitamin B1 (tiamin), B5, Vitamin C, folne kiseline, fosfora, kalija, magnezija. U farmaceutskoj i kemijskoj industriji kukuruz se koristi za dobivanje alkohola, ulja, škroba, papir, dječja hrana (Šimić, 2008.).

Prinos kukuruza uvjetovan je različitim agroekološkim uvjetima kao i agrotehničkim mjerama poput vlažnosti i temperature zraka, plodnosti tla, izabranim hibridom, kvalitetnom gnojidbom, odgovarajućim sklopom, itd. Kukuruz je biljka toplijih područja i zahtjeva relativno visoke temperature danju i noću tijekom vegetacije, kao i određenu količinu vode. Pravilnim agrotehničkim mjerama mogu se stvoriti povoljni uvjeti za kvalitetan rast i razvoj biljke (Kovačević i Rastija, 2009.). Tla istočne Hrvatske su različitih fizikalnih, kemijskih pedoloških i bioloških svojstava (Škorić, 1977.) te su kao takva manje ili više pogodna za uzgoj kukuruza. Općenito, sjemenski kukuruz osjetljiv je na stres izazvan tlom, klimatskim prilikama, agrotehnikom, bolestima i štetnicima.Prema Parlovu i sur., (1998.) navedeni čimbenici često dovode u pitanje ekonomsku opravdanost proizvodnje sjemena kukuruza. Razlog tome je u činjenici da su roditeljske linije sastavnice (komponente) hibrida kukuruza (uglavnom su to samooplodne linije) osjetljive na stres u usporedbi s hibridima kukuruza. Uz ostale ekološke uvjete, kemijska svojstva tla i uvjeti mineralne ishrane su značajni čimbenici prinosa sjemenskog kukuruza. Stoga je cilj oplemenjivanja stvaranje novih superiornih kultivara za razne namjene, nove tehnološko-klimatske uvjete uzgoja i tolerantnosti na stresne uvijete vanjske sredine(Šimić, 1999.). Posljednjih godina učestala je pojava klimatskih ekstrema kako na globalnoj razini, tako i na proizvodnom području RH. Klimatske promjene s naglaskom na temperaturu zraka i količinu oborina značajno utječu na sve fenološke i ontogenetske faze razvoja biljke kukuruza. Nedostatak vode tijekom vegetacije ima značajne posljedice na visinu prinosa zrna kao najznačajnijeg agronomskog svojstva (Krizmanić i sur., 2011.). Prinos zrna je kompleksno svojstvo koje je uvjetovano ne samo genotipom, već i vanjskim čimbenicima (Musa i sur.,2003.;Brkić i sur.,2006.).

Zbog sve češćih nepovoljnih klimatskih čimbenika koji se odražavaju na smanjenje prinosa i kakvoću zrna sjemenskog kukuruza, potrebno je istražiti genetske prednosti i nedostatke pojedinih linija na stabilnost prinosa sjemenskog kukuruza u različitim vremenskim uvjetima. Cilj ovog diplomskog rada je analizom proizvodnje sjemena različitih genetskih osnova utvrditi reakciju linija na klimatske uvjete, točnije na količinu i raspored oborina, jer je pretpostavka da je relativna vlaga zraka u pozitivnoj korelaciji sa visinom prinosa i kakvoćom sjemena.

1.1. Morfologija kukuruza

Kukuruz je jednogodišnja, stranooplodna, kulturna biljka. Od drugih predstavnika porodice *Poaceae* razlikuje se visokom i krupnom stabljikom, velikim listovima i krupnim zrnom (Kovačević i Rastija, 2009.).

1.1.1. Vegetativni organi

Korijen je žiličast i obuhvaća veliki volumen tla, na 1 mm^2 ima i do 700 korjenovih dlačica, a dubina prodiranja u tlo iznosi do 3 metra. Biljka kukuruza po svojoj fiziologiji ima čvrst, razgranat i žiličast korjenov sustav. U svom razvoju od faze nicanja imamo primarni korijen zatim imamo hipokotilni, epikotilni i nadzemni korijen. Svaki od tih korijena u svom razvoju pridonosi ishrani mlade biljčice sve do formiranja zračnog korijena koji isključivo služi kao stabilizator stabljike to jest cijele biljke. Glavna masa korjenovog sustava nalazi se u oraničnom sloju (od 20 do 30 cm) i razvijenost korjenovog sustava uvelike ovisi o obradi, gnojidbi i količini padalina. U promatranju genotipskih osobina pojedini kultivari imaju jače izraženu moć upijanja i penetraciju u tlo što svakako značajno utječe na čvrstoću stabljike, ukorijenjivanje, usvajanje hranjiva i vode, usvajanja hrane na defektnim tlima kao i stvaranje maksimalnog potencijala rodnosti (Šimić, 2008.). Stabljika kukuruza može narasti do 7 metara visine, ispunjena je parenhimom i cilindričnog je oblika. Stabljika se sastoji od nodija i internodija kojih može biti desetak i više. Donji internodiji su deblji i kraći, a gornji tanji i duži. (Kovačević i Rastija, 2009.). List kukuruza je osnovna asimilacijska površina te je od izuzetnog značaja očuvati tu površinu zdravom sve do tehnološke zriobe. Tako postižemo maksimalnu akumulaciju suhe tvari u zrno što rezultiramaksimalnim iskorištavanje genetskog potencijala hibrida. List kukuruza sastoji se iz rukavca i lisne plojke. Rukavac čvrsto obuhvaća stabljiku odnosno internodij što utječe na čvrstoću i položaj lista. List ima gornju i donju stranu. Gornja strana je kao i donja prošarana nervaturom koja je značajno više izražena na donjoj strani lista. Prelazak rukavca u list nazivamo jezičak koji ima zadatak da sprječava prodor mikroorganizama i drugih nečistoća u prostor i između stabljike i lista. Površina lista po jedinici površine (1 ha) iznosi i do 60.000 m^2, a broj listova po biljci je različit i obično se kreće od 16 do 18. Listovi kukuruza najznačajniju ulogu ostvaruju putem gornje trećine jer poslije oplodnje nerijetko dolazi do odumiranja i defolijacije toga dijela biljke (Šimić, 2008.).

1.1.2. Generativni organi

Kukuruz je monoecijska biljna vrsta, što znači da na istoj biljci ima posebno razdvojene i muške i ženske cvjetove. Zbog razdvojenosti generativnih organa i različitog vremena sazrijevanja muških i ženskih cvjetova na istoj biljci, kukuruz je izrazito stranooplodna biljka (Kovačević i Rastija, 2009.). Ženski cvat (klip) se nalazi u pazuhu srednjeg lista i obavijen je komušinom. Klip se razvija najčešće na petom do sedmom nodiju, iz pupa koji se nalazi u osnovi lisnog rukavca. Sastoji se od člankovite drške iz kojih izrastaju zaštitni listovi komušine. Na dršku klipa nastavlja se oklasak na kojem su poredani klasići u redovima i uvijek ih ima paran broj. Klasić obuhvaća i dvije slabo razvijene pljeve, a u svakom klasiću razvija se jedan plodni cvijet (zrno). U cvijetu se razvija samo tučak, a prašnici su zakržljali. Tučak se sastoji od plodnice, dugačkog vrata i njuške koji dijelom izlazi iz vrha klipa i predstavljaju svilu. Metlica se nalazi na vrhu stabljike, građena je od centralne osi i bočnih grančica na čijem vrhu se razvijaju klasići. Najznačajnija uloga metlice je da polinacija bude što duža i da polen metlice ostane što duže plodan (odnosno vitalan). Prvo cvjetaju i prosipaju polen primarne pa onda sekundarne, tercijarne grane. Najznačajnija uloga svile je ta da bude što tolerantnija na visoke temperature jer je cvatnja i oplodnja kukuruza obično u sedmom mjesecu kada imamo visoke temperature i malu relativnu vlagu zraka što u pojedinim godinama značajno utječe na oplodnju i prinos zrna. Plod kukuruza je zrno koje se sastoji od ljuske ploda (perikarpa), sjemene ljuske (perisperma), endosperma i klice. Između sjemene ljuske i endosperma nalazi se tanak aleuronski sloj (bjelančevinast) sastavljen iz jednog sloja stanica. On sadrži dosta bjelančevina, vitamina i ulja te zrnaca aleurona. Endosperm zauzima najveći dio zrna, a u sustavu stanica najzastupljeniji je škrob. U bazi endosperma, na prednjoj strani donjeg dijela zrna nalazi se klica koja je bogata uljem. Endosperm zrna čini oko 80%, ljuska 7% i klica oko 10%. U omotaču imamo značajno visok postotak bjelančevina kao i vitamina B_1. Endosperm predstavlja izvor hrane za mladu biljku, a u ishrani ljudi i životinja najznačajniju komponentu. Sadržaj bjelančevina je od presudnog značaja za ciljanu proizvodnju (stočarstvo) kao i sadržaj ugljikohidrata uindustriji škroba. Zrno kukuruza po kemijskom sastavu sadrži oko 70% ugljikohidrata, 10% bjelančevina, 5% ulja, 15% mineralnih tvari i 3% celuloze. Po kemijskom sastavu u klici imamo najviše masti i ulja (energetske komponente) jer u procesu bubrenja, klijanja i nicanja energetske komponente predstavljaju hranu i energiju za mladu biljku sve do nicanja. Klica se nalazi na donjem dijelu zrna (bazi), a sastoji se od primarnog korjenčića (radicula), primarnog stabla (plumula), klicinog listića (coleoptila) i klicinog štitića (scutelum).

1.2. Sistematika kukuruza

Kukuruz pripada redu *Poales*, porodici *Poaceae* (trave), rodu *Zea*. Rod *Zea* ima samo jednu vrstu *Zea mays* L. koja se prema karakteristikama zrna razvrstava u sljedeće podvrste: zuban (*Zea mays ssp. indentata*), tvrdunac (*Zea mays ssp. indurata*), šećerac (*Zea mays ssp. saccharata*), kokičar (*Zea mays ssp. everta*), mekunac (*Zea mays ssp. semindentata*), škrobni šećerac (*Zea mays ssp. amylosaccharata*) i pljevičar (*Zea mays ssp. tunicata*).

- **Zuban (Zea mays ssp. L. indentata Sturt.)** - hibridi tipa zubana danas su najviše rašireni u proizvodnji. Ova podvrsta daje visoke prinose, ali s stanovišta ishrane slabije je kvalitete (nizak sadržaj bjelančevina), nije sklona stvaranju zaperaka i ima krupne klipove s 16 – 20 redova zrna. Boja zrna je žuta, do bijela. Karakteristično za ovu podvrstu oblik zrna koji je podsjeća na zub. Bočni dijelovi zrna su caklaste, a središnji dio zrna (endosperm) brašnjave je strukture. Prilikom sazrijevanja brašnjavi dio zrna brže gubi vodu što rezultira karakterističnim udubljenjem na kruni zrna.
- **Tvrdunac (Zea mays indurata)** - ima zrno okruglog ili plosnatog oblika sa većim sadržajem bjelančevina i pogodniji je za ljudsku i stočarsku proizvodnju. Zrno je tvrdo, okruglog do ovalnog oblika i sjajno (staklasti endosperm zauzima veći dio zrna i nalazi se na periferiji, dok je središnji dio brašnjav). Boja zrna može biti bijela, žuta, ljubičasta, narančasta ili crvena. Klipovi su obično kraći i tanji od klipova zubana. Na klipu se formira 8 – 16 redova zrna, a ova pod vrsta je sklonija stvaranju zaperaka. Tvrdunac ima kvalitetnije zrno od zubana (veća hranidbena vrijednost) no prinosi su u pravilu niži.
- **Šećerac (Zea mays L.sacharata sturt.)** - zrno šećerca ima smežuranu površinu, te polu providan caklasti endosperm u kojem, ima malo škroba. Nastao je mutacijom zubana i tvrdunca, pojavomrecesivnih sugar gena (su_1 i su_2 na 4.i 6. kromosomu) koji sprječavaju da se dio šećera transformira u škrob. Zbog toga se u endospermu šećerca pored različitih oblika škroba nalaze i vodotopivi dekstrini koji zrnu daju sladak okus. Šećerci imaju izraženo svojstvo stvaranja zaperaka, više klipova po jednoj biljci i skloniji su polijeganju i busanju. Koriste se u ishrani ljudi, a mogu se pripremiti kuhanjem ili konzerviranjem.

- **Kokičar (Zea mays L. Everta Sturt.) -** zrno kokičara je ekstremno tvrdo, a endosperm je gotovo u potpunosti caklav, izuzev malog brašnjavog dijela oko klice. Za kokičare je karakteristično da se prilikom zagrijavanja zrna oslobađa vodena para pod čijim pritiskom puca perikarp, zrno povećava volumen, a endosperm izlazi van u obliku bijele, mekane i šupljikave mase. Najkvalitetnije sorte i hibridi povećavaju volumen i do 40 puta od početnog. Kukuruz kokičar također ima svojstvo stvaranja zaperaka i većeg broja klipova na biljci.
- **Mekunac (Zea mays L. Amylacea Sturt.)** - u ovu vrstu ubrajamo škrobni ili brašnjasti tip kukuruza. Endosperm zrna je brašnjave građe, bez prisustva caklavog dijela. Ova pod vrsta uglavnom se koristi za proizvodnju alkohola i škroba visokog stupnja čistoće.
- **Voštani kukuruz (Zea mays L. Ceratina Kulesk.) -** je nastao mutacijom sjeverno – američkih sorti, pojavom Wh gena na 9. kromosomu. Zrno ovog kukuruza po obliku i strukturi podsjeća na zrno tvrdunca, ali ima površinu bez sjaja. Karakterizira ga dvostuki endosperm, vanjski dio zrna je neprovidan i podsjeća na vosak, dok je unutrašnji ispunjen škrobnim zrncima (molekule amilopektina) čijim kuhanjem se dobiva škrobno ljepilo.
- **Pljevičar (Zea mays L. Tunicata Sturt.)** - je nastao mutacijom, pojavom recesivnog Tu gena na 4. kromosomu. Djelovanje ovog gena manifestira se pojavom pljevica koje obavijaju zrno kukuruza. Ova pod vrsta nema gotovo nikakvo gospodarsko značenje, a služi uglavnom za znanstvena istraživanja.
- **Poluzuban (Zea mays L. Semiidentata Kulsk.)** - se od zubana razlikuje manjim izraženim udubljenjem na vrhu zrna i većim sadržajem endosperma. Zrno je manje plosnato, deblje i na krajevima zaobljeno.Različite je boje i veličine.
- **Škrobni šećerac (Zea mays L. Amylosacharata Sturt.) -** zrno škrobnog šećerca ima klinasti oblik, donji dio zrna i približno je 2/3 brašnjav dok je vršni dio slično kao kod šećerca. Uzgaja se uglavnom u Južnoj Americi (Peru, Bolivia) i nema većeg privrednog značaja.

1. 3. Sjemenarstvo u Republici Hrvatskoj

Samo oplemenjivanje kukuruza započelo je uočavanjem povoljnih osobina kod divljih predaka kukuruza. Čovjek je na početku koristio sjeme koje je nalazio u svojem okruženju. Na temelju zapažanja i stečenih iskustava počeo je sa odabirom plodova i koristio sjeme onih koji su za njegaposjedovali „bolja“ upotrebna svojstva. Tako su stvorene i prve populacije koje su u daljnjoj fazi kultiviranja dovele do stvaranja prvih izvornih eko tipova i sorti. Na tim principima setemeljimoderna selekcija i oplemenjivanje bilja (Đurkić, 2004.).

Proizvodnja sjemena hibrida kukuruza jedan je od najvažnijih dijelova kompleksne primarne poljoprivredne proizvodnje. Glavna zadaća ove proizvodnje je osigurati potrošačima dovoljne količine visoko kvalitetnog sjemenskog materijala (Pucarić, 1992.). Proizvodnja sjemena na hrvatskim prostorima ima stogodišnju tradiciju i s gospodarskog i sociološkog gledišta ima veliki značaj. Sjemenarstvo podrazumijeva proizvodnju, doradu, skladištenje i promet sjemena, biološko-tehnološke postupke i zakonske propise u svrhu proizvodnje sjemena visoke genetske čistoće i kvalitete (Šimić,2004.). Početak pravoga oplemenjivanja i stvaranja prvih hibrida kukuruza na području Hrvatske bilježi se od 1947 do 1955. godine, kada su dobiveni međusortni hibridi (križanci sorti) i uvoznih samoplodnih linija kukuruza iz Amerike 1953.,1956. godine. Iz oplemenjivačkog rada na ovim linijama stvoren je i prvi hibrid na ovim prostorima (Bc 590,1961. god). On je bio križanac 4 linije (WF 9 x N 6 x Bc 3 x W 153 R). Oplemenjivanje kukuruza u to vrijeme radi se na Poljoprivrednom institutu u Osijeku i Institutu za oplemenjivanje bilja Zagreb (Martinčić i Kozumplik, 1996.). Oplemenjivanje kukuruza ima cilj stvaranje idealnog hibrida kukuruza, a pod tim podrazumijevamo tolerantnost na stresno okolinske uvjete, bolesti, štetnike, te stvaranja visokog i stabilnog uroda. Povećanje potencijala genotipa svakako je i danas prisutno, ali je ono uvijek limitirano proizvodnim uvjetima, klimom i tolerantnošću na abiotske uvjete (Pucarić, 1992.). Proizvodnja sjemena u Hrvatskoj danas je u stalnom opadanju i smanjena je u odnosu na razdoblje prije rata, a pad u proizvodnji uzrokovan je zbog smanjenja izvoza, ulaskom stranih kompanija, velikom broju neobrađenih površina i dr. Sjemenski usjevi se uzgajaju na oko 30.000 hektara (Tablica3.), a najviše površina zauzimaju kukuruz i pšenica. Proizvodnja sjemena kukuruza najvažnija je i zauzima vodeće mjesto te u zadnjih pet godina zauzima površinu na oko 5.500 ha. Karakteristika ove proizvodnje je to što je cijela proizvodnja (100%) u rukama oplemenjivačkih kuća (Šimić i sur., 2006.).

Tablica 3. Proizvodnja sjemena ratarskih kultura od 1980. do 2004. (ha)*

Godina.	Ukupno	Žitarice	**Kukuruz**	Industrijsko bilje	Krmno bilje	Povrće
1980 - 1990.	58.306	40.000	13.000	2.364	2.157	785
1999 - 2000.	18.429	11.592	2.528	2.766	587	406
2000.	23.141	16.230	3.659	3.132	604	517
2001.	29.150	20.709	4.674	2.400	951	415
2002.	29.300	19.836	5.316	2.805	766	576
2003.	29.117	19.416	5.490	2.955	844	413
2004.	30.009	19.692	**5.542**	3.144	1.297	334

*Izvor: (Šimić i sur.,2006.)

Ova proizvodnja je organizirana tako da oplemenjivačke kuće osiguravaju sjeme visokih kategorija za daljnju reprodukciju, a sjemenske kuće (proizvođači, dorađivači sjemena i distributeri) proizvode i plasiraju sjeme do krajnjeg korisnika. S obzirom na povoljne agro-ekološke uvjete (posebno u istočnoj Hrvatskoj), uz primjenu znanja i moderne tehnologije povoljan je prostor za proizvodnju sjemena visoke genetske čistoće i kakvoće sjemena ratarskih, industrijskih, krmnih i povrtlarskih kultura. Proizvodnja sjemena hibrida kukuruza u zadnjih 15-ak godina značajno je smanjena (Tablica 4.) u odnosu na razdoblje do 1990. (Šimić i sur.,2006.). Danas u Hrvatskoj imamo 17 doradbenih centara s kapacitetom dorade oko 250.000 tona sjemena, aiskorištenost tih kapaciteta je svega 45%. Ovako smanjena proizvodnja sjemena kukuruzauzrokovana je smanjenjem tržišta i smanjenim izvozom (Šimić, 2004.).

Tablica 4. Proizvodnja hibrida kukuruza u Hrvatskoj od 1981. – 2004. (t)*

Razdoblje	BC institut	OS institut	Ostali	Ukupno
1975 – 1980.	7.568	4.962	6.752	19.282
1981 – 1985	5.756	4.382	5.249	15.387
1986 – 1990	5.674	4.104	3.263	13.041
1991 – 1995	4.528	1.032	2.386	7.946
1996 – 2000	4.156	658	2.982	6.796
2001 – 2004	3.821	986	3.156	8.163
Prosjek	5.250	2.687	3.964	11.769

*Izvor: (Šimić B. i sur.,2006.)

1.3.1. Hibridi kukuruza

Velika varijabilnost kukuruza rezultirala je ogromnim brojem sorti, tako su se međusobnim križanjem različitih sorti dobili različiti hibridi koji imaju bolja svojstva od roditelja. Najčešće su to bujniji porast, veća rodnost, veća otpornost, bolja prilagodljivost određenim uvjetima uzgoja i mnoga druga. Hibridi kukuruza razlikuju se po dužini vegetacije od sjetve (nicanja) do svilanja i oplodnje, dok je razdoblje do fiziološke zrelosti uglavnom jednako za hibride svih vegetacijskih grupa i ovisi o vremenskim prilikama. U našim uvjetima dužina vegetacije hibrida kreće se od 70 - 80 dana kod najranijih, sve do preko 150 dana kod najkasnijih hibrida, a na području istočne Hrvatske mogu se uzgajati hibridi skupina FAO 100 do 700. U svakom proizvodnom odnosno agroekološkom području postoje rani, srednje rani, srednje kasni i kasni hibridi. Najzastupljeniji su hibridi iz FAO grupe 400 – 500. Prema podrijetlu hibride dijelimo na međusortne (nastale križanjem dvije sorte) i među linijske (nastale križanjem 2 samooplodne linije). Među linijski hibridi se dijele na jednostruke (single cross), trolinijske (three – way cross) i četvero linijske (double cross). Od svih podvrsta u proizvodnji najzastupljenije su podvrste zuban i tvrdunac, zatim šećerac i kokičar. Danas oplemenjivači kukuruza stalno povećavaju prosječne prinose, pa su tako primjerice najrodniji eksperimentalni hibridi Poljoprivrednog instituta Osijek u zadnjih pet godina bili u prosjeku oko 2000 kg zrna/ha rodniji od standardnih i proširenih hibrida. Osnova za ovakav napredak je kontinuirani rad kako na križanju tako i na pronalaženju, stvaranju i održavanju hibrida kukuruza adaptiranih na uzgojno područje Slavonije i Baranje (FAO skupina 100-700) tena pronalaženju, stvaranju, razvoju i održavanju populacija i linija kao genetske osnove hibrida. Pri tome se koriste znanstvene metode populacijske i kvantitativne genetike, oplemenjivanja bilja i biometrike uključujući tehnike molekularnih markera. Najnovija postignuća u 2015. godini su ranozreli hibridi FAO skupine 300 i 400 (Os 398 i Os 403) te hibrid FAO skupine 500 (Os 502). Od kasnozrelih hibrida FAO skupine 600 na tržištu su uz standardne OSSK 602 i OSSK 617 ponuđeni i hibridi OSSK 665 i OSSK 635 za višenamjensku proizvodnju, silažu zrna klipa ili cijele biljke. Sjeme OS hibrida dorađeno je na najsuvremenijoj doradi u Republici Hrvatskoj, vrhunskih je pokazatelja kvalitete sa standardnom klijavosti 95-98%. Najprodavaniji i najpoznatiji OS hibridi kukuruza su OS 378, Drava 404, OSSK 515, OS 499, OSSK 552 i OSSK 596 (http://www.poljinos.hr).

1.4. Agroekološki uvjeti proizvodnje sjemenskog kukuruza

Za uspješnu proizvodnja kukuruza potrebna je povoljna interakcija agroklimatskih uvjeta, razine agrotehnike i izbora sortimenata. Od svih pretpostavki najznačajniji su zahtjevi kukuruza spram tla, vode, temperature, dužine dana (svjetlost). Prema istraživanjima na proizvodnju kukuruza oko 40% utječe agrotehnika (potencijal rodnosti tla, obrada, gnojidba, priprema), nedostatak oborina 20%, izbor hibrida i kvaliteta sjemena oko 15%, prisutnost štetočina i polijeganje 10%, visoke temperature 10% i 5% ostali čimbenici (Šimić, 2008.).

1.4.1. Potrebe kukuruza prema vodi

Kukuruz ima značajnu potrebu za vodom odnosno za oborinama te rasporedom istih tijekom vegetacijskog razdoblja. Kukuruz ima nizak transpiracijski koeficijent (250-270) i dobro razvijen korjenov 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. Uz povoljnu temperaturu sjeme će brzo klijati i nicati pri vlažnosti tla od 70 do 80% od maksimalnog vodnog kapaciteta. Potrebe za vodom povećavaju se u vrijeme intenzivnog vegetativnog porasta, a najveće su neposredno prije metličanja, tijekom svilanja i oplodnje te na početku nalijevanja zrna (Kovačević i Rastija, 2009.). Pri vlažnosti tla ispod 10% od maksimalnog vodnog kapaciteta, kukuruz prestaje rasti. Prema Pucariću (1992.) u istočnoj Hrvatskoj u srpnju i kolovozu nedostaje oko 70 mm oborina, što je glavni ograničavajući čimbenik postizanja viših prinosa kukuruza. Prema tome kritično razdoblje potreba za vodom je 15 do 10 dana prije i 15 do 20 dana poslije metličanja, kada kukuruz treba 100 mm oborina. Kao posljedica nedostatka vode u vegetaciji, ovisno o kojoj je fazi nastupio deficit vode; javlja se produžavanje razdoblja od sjetve do nicanja, manje je začetih cvjetova, veći udio sterilnih cvjetova, manje polena, kraće je razdoblje cvjetanja metlica, kasni pojava svile (10-12 dana) te je nepotpuna oplodnja. Deficit vode u fazi formiranja i nalijevanja zrna rezultira skraćivanjem razdoblja nalijevanja, kraćim oklaskom, nedovršenim klipom, manjom apsolutnom masom zrna i nižim prinosom. Potrebe za vodom u fazi sazrijevanja zrna se smanjuju, poželjno je toplije i suho vrijeme radi što povoljnije vlage zrna za berbu. 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, odnosno negativan utjecaj na rast, pojava kloroze, odgađanje termina sjetve (Brkić i sur., 1993.).

1.4.2. Potrebe kukuruza prema toplini

Kukuruz je termofilna biljka što znači da za pravilan rast i razvoj ima velike potrebe za toplinom. Izrazitu važnost ima dnevna i noćna temperatura kao i temperatura tla. Minimalna potrebna temperatura da bi kukuruz počeo klijati je 8 ºC, ali tada je klijanje vrlo sporo pa se sjetva započinje kada se tlo u sjetvenom sloju zagrijena više od 10 ºC. Kukuruz se razvija ako je temperatura tla iznad 10 ºC, a temperatura zraka je iznad 13 ºC. Kukuruz slabo podnosi temperature ispod ništice, ali u ranoj fazi razvoja do faze 6–8 listova dok je vegetacijski vrh još ispod površine tla može podnijeti do – 3 ºC. Nakon tog stadija, kukuruz je izrazito osjetljiv na niske temperature i strada pri 0 ºC. Kukuruz podnosi visoke temperature, ali pri temperaturama višim od 35 ºC uz smanjenu vlažnost zraka u vrijeme cvatnje oštećuju se peludna zrnca i dolazi do sušenja svile, što negativno utječe na oplodnju, a rezultat je manje formiranih zrna, odnosno smanjenje prinosa. Korjenov sustav najintenzivnije se razvija pri temperaturi tla oko 23 °C do 25 °C, a nadzemni organi od 20 °C do 28° C, dok je optimalna temperatura u fazi formiranja, nalijevanja i sazrijevanja zrna 22º C do 23 °C (Kovačević i Rastija, 2009.). U našem uzgojnom području kukuruza dužina vegetacije je od 100 do 150 dana (FAO grupa 100 do 700). Kukuruz s obzirom na FAO grupe ima različite zahtjeve za toplinu, tako da za svako proizvodno područje kukuruz mora maksimalno iskoristiti svjetlo i toplinu od klijanja do tehnološke zriobe da bi imali maksimalan urod. Duljina vegetacije (od nicanja do fiziološke zriobe) može se izraziti sumom toplotnih jedinica ili efektivnih stupnjeva. Niža suma toplotnih jedinica tijekom vegetacije može ograničiti rast i razvoj kukuruza tako da dođe do značajnog smanjenja uroda. Suma topline potrebna za cjelokupnu vegetaciju kukuruza kreće se ovisno o dužini vegetacije (rani, kasni hibridi) od 2000°C - 3000°C (suma srednjih dnevnih temperatura). Generalno, za područje istočne Hrvatske optimalne temperature za rast i razvoj kukuruza kreću se od 23°C do 25°C, pri relativnoj vlažnosti zraka od 60%. Stoga kažemo da je biljka kukuruza zahtjevna spram temperature i vlage te su idealne agroklimatske prilike kada je od nicanja do tehnološke zriobe veća količina oborina, difuznog svijetla, izostanka temperaturnih šokova i povoljnog rasporeda oborina (cit., Šimić, 2008.). Za kukuruz kao termofilnu biljku najbitnije je da se po trajanju vegetacije uklopi u razdoblje bez mraza, odnosno da fiziološku zriobu završi do pojave prvog mraza, a to je za područje Osijeka od 25. travnja do 10. listopada (99% sigurnosti). Dužina vegetacije je pored sortnog svojstva najviše zavisna od temperatura određenog područja (Radić, 1973.).

1.4.3. Potrebe kukuruza prema tlu

Kukuruzu najviše odgovaraju duboka, plodna, strukturna tla, slabo kisele ili neutralne reakcije, povoljnog vodno-zračnog odnosa. Takva tla su černozemna i aluvijalna tla kojih ima malo. Kako je kukuruz biljka koja se sije na velikim površinama, tako se uzgaja i na manje pogodnim tlima, teškim, zbijenim, slabo propusnim i slabo plodnim tlima. Ako je tlo siromašno i nepovoljnog je mehaničkog sastava uslijed obilnih kiša ili suša dolazi do slabije i problematične proizvodnje. Na tlima lošije kvalitete i slabijeg potencijala rodnosti te nepovoljnih pedokemijskih svojstava vrlo je važno pravilno provoditi agrotehničke mjere te pravilnom i kvalitetnom obradom, ishranom i odgovarajućom primjenom gnojiva (kalcifikacija, kalcizacija, meliorativna gnojidba) i njegom podići kvalitetu tla i postići zadovoljavajuće rezultate (Kovačević i Rastija, 2009.). Svim mjerama utječemo na racionalizaciju i rentabilnost proizvodnje kukuruza.

1.4.4. Potrebe kukuruza prema svjetlosti

Kukuruz je biljka kratkog dana, te u uvjetima dugog dana dolazi do produžavanja vegetacije zbog usporenog rasta i razvoja. Međutim osjetljivost na dužinu dana (fotoperiodizam) ovisi o sortnoj specifičnosti, hibridu i području uzgoja. Iako je kukuruz biljka kratkog dana može uspijevati i u uvjetima dugog dana što mu omogućuje njegova sposobnost prilagođavanja i sortiment sa kraćom vegetacijom. Kukuruz za svoj rast i razvoj zahtijeva određenu kakvoću i intenzitet osvjetljenja. Ako se intenzitet svijetlosti smanji za 30-40% produžuje se i trajanje vegetacije za 5-6 dana, pri tome su najosjetljiviji hibridi duže vegetacije. Pri tome vidimo da je kukuruz osjetljiv na zasjenjivanje, pa se smanjenjem osvjetljenja u prirodnim uvjetima (oblačno vrijeme) slabije razvija korjenov sustav, manja je biljna masa te je slabije razvijenametlica.Da ne bi došlo do prevelikog zasjenjivanja moramo paziti na optimalni sklop, čime utječemo na indeks lisne površine (LAI). Svjetlosni režim u usjevu poboljšavamo suzbijanjem korova, a optimalni indeks lisne površine za kukuruz je 3-4 (Kovačević i Rastija, 2009.).

1.5. Klima istočne Hrvatske

Istočna Hrvatska pokriva područje pet županija površine 12.452 km^2 ili 22% državnog teritorija, a u ukupnoj proizvodnji kukuruza sudjeluje s oko 50%. S tim u vezi, stanje vremenskih prilika u tom dijelu ima značajan utjecaj na proizvodnju kukuruza u Hrvatskoj. Tako je u posljednjih osam godina tri bile izuzetno sušne (2000., 2003. i 2007.g.) i ostvareni prinosi (procjena za 2007.g.) su u tim godinama bili niži (Tablica 5.). Problematika utjecaja vremenskih prilika na prinose kukuruza u Hrvatskoj detaljno je analizirana i u prethodnim radovima (Kovačević, 2004; Josipović i sur., 2005; Kovačević i sur. 2005, 2007; Kovačević i Kaučić, 2006; Šoštarić i Josipović, 2006), a evidentno je da su niski prinosi kukuruza u vezi s godinama kada su ispodprosječne količine oborina, osobito u srpnju i kolovozu, praćene iznadprosječnim temperaturama zraka. Do istih spoznaja došli su Thompson (1986.) i Shaw (1988.) za područje Corn Belt-a u SAD (Kovačević, 2008.).

Tablica 5. Prinosi kukuruza (t/ha) u istočnoj Hrvatskoj (2000-2006. g s procjenom za 2007.g) i meteorološki podaci za Osijek (Kovačević, 2008.).

God.	Prinos kukuruza (t/ ha)						Osijek: oborine (mm), srednje temp. zraka (^{o}C)					
	Ist.H	Županija*					Lipanj		Srpanj		Kolovoz	
	Ist.H	V-S	O-B	V-P	B-P	P-S	mm	^{o}C	mm	^{o}C	mm	^{o}C
2000	4.31	4.72	3.96	4.30	4.30	4.67	10	22.5	63	21.7	5	23.7
2001	6.63	7.37	6.79	5.94	5.77	5.94	240	18.1	77	21.6	7	22.7
2002	7.21	6.82	7.50	7.67	6.42	6.46	36	21.1	59	22.3	77	20.9
2003	4.53	5.15	4.32	4.57	3.98	4.53	44	24.3	61	22.1	41	23.6
2004			Nema podataka				77	19.2	43	21.5	96	21.0
2005	6.01	8.38	6.98	6.59	7.16	7.43	112	19.5	171	21.5	238	19.3
2006	6.75	7.44	6.94	5.63	6.73	6.55	91	20.1	15	23.5	134	19.3
2007		5.8	5.0	4.4	4.9	4.4	33	22.3	27	23.9	45	22.2
x			Prosjek: 1961-1990				***88***	***19.5***	***65***	***21.1***	***58***	***20.3***

* Županije: Vukovarsko-srijemska (V-S), Osječko-Baranjska (O-B), Virovitičko-podravska (V-P), Brodsko-Posavska (B-P) i Požeško-slavonska (P-S).

Niski prinosi kukuruza u uskoj su vezi s ispodprosječnim količinama oborina i iznadprosječnih temperaturama zraka. Tako je u sušnoj 2000.g u periodu svibanj-kolovoz palo u Osijeku samo 107 mm, a u 2002. g. 368 mm kiše. Popravljanjem tla agromeliorativnim mjerama te uzgojem tolerantnijih hibrida i sorata mogle bi se ublažiti posljedice suše i visokih temperatura. Također navodnjavanjem u kritično vrijeme moglo bi značajno ublažiti posljedice ovoga stresa.

Tablica 6. Klimatske prilike (2010-2011., i prosjek za razdoblje 1981-2011.) na triklimatska područja: Osijek, Bjelovar, Čakovec.

God.	IV	V	VI	VII	VIII	IX	sum	IV	V	VI	VII	VIII	IX	pros.
	Oborine (mm)							Temperature zraka (ºC)						
Meteorološka postaja Osijek														
2010.	71	121	234	32	110	108	677	12,4	16,5	20,4	23,2	21,7	15,6	18,3
2011.	19	81	50	74	5	16	245	13,2	16,7	20,8	22,2	23	10,3	19,4
2012.	46	94	68	48	4	32	291	12,5	16,9	22,5	24,8	24,1	18,9	19,9
81-11	52	64	87	56	68	63	391	11,8	17,1	20,1	22	21,3	16,7	18,2
Meteorološka postaja Bjelovar														
2010.	65	136	178	79	172	204	836	12,2	16,4	20,3	23,3	20,9	14,9	18
2011	34	30	24	59	26	47	220	13,6	16,9	21,3	22,1	23	19,9	19,5
2012.	22	94	75	13	5	71	278	12,6	16,7	22,4	24,1	24,1	18,1	19,7
81-11	56	70	88	67	83	90	454	11,7	16,8	19,9	21,8	21	16,2	17,9
Meteorološka postaja Čakovec														
2010	63	94	120	58	192	156	683	11,1	15,6	19,3	21,9	19,5	13,8	17
2011	28	48	99	128	28	31	361	12,3	16,6	20	20,6	21,3	18,1	18
2012	59	95	59	53	9	76	351	12	16	21,2	22,2	22,4	17,2	18,5
81-11	57	68	93	75	75	89	466	10,7	15,8	19,1	20,7	19,9	15,2	16,9

Prosječne mjesečne oborine i temperature zraka (Tablica 6). u vegetacijskom razdoblju razlikovale su se u godinama istraživanja kao i u odnosu na višegodišnji prosjek (1981. - 2010.). Količina oborina na sve tri meteorološke postaje (Osijek, Bjelovar, Čakovec) u vegetaciji 2011. godine u odnosu na višegodišnji prosjek bila je manja za 146, 234 i 105 mm. U 2010. godini je količina oborina u odnosu na višegodišnji prosjek bila veća za 286, 380 i 217 mm na promatranim postajama. U vegetacijskom razdoblju 2010. godine prosječna temperatura zraka bila je viša za 0,1^{o}C na svim postajama, dok je u 2011. godini bila viša za 1,7 ^{o}C, 1,8 ^{o}C i 1,6 ^{o}C odnosu na višegodišnji prosjek.

Na temelju provedene statističke analize podataka dobivene su opravdane razlike između istraživanih hibrida, godina i županija. U 2010. godini ostvaren je prosječan prinos zrna od 11 073 kg/ha. Najmanji prinos zrna dao je hibrid OS 378 (10 687 kg /ha), a najveći hibrid OS 515 (11 655 kg/ha). Najrodniji hibrid u 2011., bio je OS 378 (10 209 kg/ha), dok je najmanji prinos ostvario hibrid OS 617 (9 551 kg/ha). Prosječni prinos u 2011. godini iznosio je 9 958 kg/ha i kao takav bio je značajno niži od prinosa u 2010. godini. Općenito najniži prinos zrna ostvaren je u 2011. godini u svim županijama i za sve hibride što je posljedica negativnog utjecaja visokih temperatura i nedostatka vode u najvažnijim etapama rasta i razvoja kukuruza (Krizmanić i sur., 2011.).

2. PREGLED LITERATURE

Krizmanić i sur., (2011.) istražili su utjecaj klimatskih uvjeta na stabilnost prinosa zrna između hibrida kukuruza različitih grupa dozrijevanja u različitim proizvodnim okolinama. U istraživanje je bilo uključeno šest hibrida kukuruza (OS 378, OS 404, OS 430, OS 499, OS 515, OS 617) različitih FAO grupa dozrijevanja na četiri proizvodne okoline u dvije klimatski različite godine. Rezultati istraživanja pokazuju značajan utjecaj godine na prinos zrna hibrida različitih FAO grupa dozrijevanja. Najveći prinosi zrna kukuruza u prosjeku za sve hibride i županije ostvareni su u klimatski povoljnijoj 2010. godini. Utvrđene su statistički značajne razlike u prinosu zrna između županija, a najveći su ostvareni u Brodsko-posavskoj županiji za obje godine istraživanja. Svi istraživani hibridi pokazali su visok potencijal rodnosti za prinos zrna, a najveći prinos imao je hibrid OS 515. Hibridi OS 404 i OS 430 pokazuju tendenciju stabilnosti za prinos zrna.

Pavičić i sur., (2009.) istraživali su utjecaj vremenskih prilika na prinose hibrida kukuruza različitih vegetacijskih grupa kroz tri vegetacijske godine: 2005, 2006, i 2007. U istraživanje su bili uključeni hibridi OsSK 373, OsSK 444, OsSK 552 i OsSK 602, uzgajani na tri lokaliteta istočne Hrvatske (Vukovar, Osijek i Beli Manastir). Rezultati istraživanja govore kako je manjak vode u sušnoj 2007. godini uzrokovao statistički niže prinose sva četiri hibrida, bez obzira na lokalitet. Statistički, najmanje su pogođeni sušom bili hibridi OsSK 444 i OsSK 602, zatim OsSK 373, dok je u sušnim uvjetima najviše podbacio prinos OsSK 552. Najjužniji lokalitet (Vukovar) imao je najveća smanjenja prinosa kukuruza, dok je najsjeverniji lokalitet (Beli Manastir) zabilježio najmanji utjecaj suše na prinose kukuruza.

Derieux i Bonhome (1982a; 1982b) utvrđivali su sumu toplotnih jedinica od sjetve do stadija u kojem je sadržaj vode u zrnu istraživanih hibrida kukuruza iznosio 30 odnosno 40%. Njihovi rezultati ukazuju na pozitivnu (r=0,69; *P*=0,05) korelaciju između sume toplotnih jedinica nakupljenih u periodima nicanje-svilanje i svilanje-stadij sa 30% vode u zrnu.

Lehenbauer (1914.) godine u kontroliranim toplinskim uvjetima ustanovio je da se razvoj kukuruza odvija unutar raspona temperatura od 10 °C do 30 °C. Went (1957,cit.Radić i sur., 1973.) je došao do zaključka da su zahtjevi mnogih biljaka prema toplini niži tijekom noći, nego tijekom dana, a kod kukuruza je startna noćna temperatura 4,5 °C.

Daynard (1972.) navodi kako kasnija sjetva kukuruza rezultira povećanjem sume toplinskih jedinica od sjetve do svilanja, a smanjenjem sume toplinskih jedinica od svilanja do zrelosti.

Parlov i sur., (1998.) su istraživali utjecaj stresa (tlo i manjak vode) na prinos zrna, dužinu vegetacije i sadržaj vode u zrnu na 25 hibrida kukuruza na četiri lokacije. Najveći prinos zrna imala je kombinacija pod oznakom BC 3-787 od 11,18 t/ha suhog zrna.

NeSmith i Ritchie (1992.) navode kako nedostatak vode tijekom vegetativnog rasta, a prije početka generativnog razvoja (prije metličenja) može rezultirati nižim habitusom biljke i masom suhe tvari, te usporenim rastom i razvojem konusa rasta, kasnijeg metličenja, zakašnjelog svilanja, te na kraju i problema s nalijevanjem zrna.

Westgate (1994.) navodi kako vodni deficit tijekom reproduktivnog razdoblja (nakon faze metličenja) produžuje interval od svilanja do prašenja polena te na taj način utječe i na skraćivanje perioda nalijevanja zrna.

Kovačević i sur. (1994.) prikazali su rezultate proizvodnje kukuruza u Hrvatskoj u razdoblju 1960-1989. g. Prosječna požnjevena površina kukuruza iznosila je 509.068 ha/godišnje. Prosječan prinos zrna bio je 3.81 t/ha, a variranja godišnjih prinosa od 2.45 do 5.33 t/ha.

Kovačević (2008.) analizirao je vremenske prilike sa stajališta uzgoja kukuruza u Hrvatskoj 2007. godine te je ustanovio kako je prinos sjemena kukuruza bio nizak zbog suše i visokih temperatura u izrazito nepovoljnoj 2007. godini. S tim u vezi osobito nepovoljno bilo je u nizinskom dijelu istočne Hrvatske, dok je u sjeverozapadnom dijelu Hrvatske situacija bila nešto povoljnija. Tako je u Osijeku u tromjesečnom periodu (lipanj-kolovoz) palo samo 139 mm oborina, a prosječna temperatura zraka iznosila je 22,8 ^{0}C. Istovremeno, u Zagrebu (Maksimir) bilo je 248 mm kiše uzprosječnu temperaturu zraka 22,1 ^{0}C. Za usporedbu specifičnosti 2007. g mogu nam poslužiti podaci o prosječnim

količinama oborina u periodu 1961-1990.g: 211 mm (Osijek) i 278 mm (Zagreb-Maksimir). Osobita suša bila je u srpnju kada je količina oborina iznosila 27 mm (Osijek) i 49 mm (Zagreb), te je bila u 2007. g za 58% niža (Osijek), odnosno za 41% niža (Zagreb) od višegodišnjeg prosjeka (1961-1990.g: Osijek 65 mm i Zagreb 83 mm).

Šimunić i sur. (2008.) analizirali su utjecaj suše na prinose poljoprivrednih kultura u dvije hidrološki različite godine na dva lokaliteta Hrvatske (Našice i Gospić). Uz dovoljnu količinu vode u tlu bilo je moguće u sušnoj 2003. g povećati prinose od 98% do 130% u Gospiću, odnosno od 45% do 73% u Našicama. Analogni podaci za hidrološki povoljniju 2005. godinu su od 18% do 42% (Gospić), odnosno od 16% do 22% (Našice).

3. METODE RADA

Istraživanje je provedeno u dvije različite godine (2013. i 2014.) gdje je analizirana proizvodnja sjemena dva OS hibrida kukuruza na površinama Poljoprivrednog instituta u Osijeku. U proizvodnji su analizirane sve agrotehničke mjere: plodored, obrada tla, gnojidba usjeva, zaštita usjeva, zakidanje metlica, berba, dorada sjemena i laboratorijske analize zrna. Primijenjena agrotehnika na pokusnoj parceli i za obje sezone bila je jednaka (pretkultura ozima pšenica; obrada tla za jarine iza ozimina s dubinom jesenskog oranja od 30-35 cm gnojidba i uobičajena zaštita od korova i štetnika). Na temelju dobivenih parametara određuju se značajne pretpostavke o utjecaju značajnosti spomenutih čimbenika na prinos i kakvoću sjemena hibrida kukuruza u ovisnostio genotipu (hibridu) i klimatskim uvjetima u proizvodnoj godini.

Analiza vremenskih prilika bazirana je na srednjim vrijednostima temperatura zraka i količine oborina na istraživanom području tijekom vegetacijskog razdoblja kukuruza u razdoblju od 2013.-2014. godine, te na višegodišnjim prosječnim vrijednostima za razdoblje 1981.-2011. U tu svrhu korišteni su službeni meteorološki podatci Državnog hidrometeorološkog zavoda Republike Hrvatske s meteorološke postaje Osijek.

3.1. Izbor i svojstva OS hibrida kukuruza

U Republici Hrvatskoj se na više od 90% površina siju hibridi kukuruza, a u sortimentu RH značajno mjesto zauzimaju OS hibridi kukuruza, posebice u Slavoniji i Baranji. Na tompodručju se OS hibridi kukuruza siju od 55 - 60% ukupnih površina pod kukuruzom. U svrhu testiranja reakcije hibrida kukuruza u uzgoju kukuruza pri različitim klimatskim prilikama (količina i raspored oborina te temperatura zraka) na eutričnom smeđem tlu odabrana su dva OS hibrida kukuruza Poljoprivrednog instituta iz Osijeka. Izabrani hibridi kukuruza su podjednake dužine vegetacije (FAO grupe 600) i podrijetla, a koriste se u proizvodnji sjemena Os hibrida kukuruza.

3.1.1. Karakteristike hibrida kukuruza OSSK602 FAO 620

Hibrid kukuruza OS SK602 FAO 620 namjenjen je za branje i skladištenje u klipovima u Slavoniji, odnosno proizvodnju silaže cijele biljke ili zrna u središnjoj i istočnoj Hrvatskoj. Stabljika je visoka, krupna i robusna, pojačane lisnatosti s više nasađenim i vrlo krupnim cilindričnim i izduženim klipovima sa 18-20 redova zrna u tipu žutog zubana. Zbog odličnog omjera zrno-biljna masa te visoke hranidbene vrijednosti zrna i stabljike tražen je u proizvodnji silaže kako na manjim tako i većim gospodarstvima. Biljka posjeduje pojačanu tolerantnost na štetnike (kukuruzni moljac i kukuruzna zlatica). Preporučena gustoća sjetve je 60 000 – 62 000 biljaka/ha, potrebno je sijati na razmak 23-24 cm.

3.1.2. Karakteristike hibrida kukuruza OSSK617FAO 610

Zbog svoje dobre adaptabilnosti različitim i klimatskim i zemljišnim uvjetima proizvodnje, nalazimo ga na poljima u gotovo cijeloj RH. Stabljika je višeg rasta, pojačane čvrstoće s većim brojem krupnijih listova koje se odlikuje produženim zelenim stanjem u zriobi. Klip je srednje krupan i cilindričan u tipu pravog zubana s 16-18 redova zrna. Zbog svojeg višeg rasta, bujnijih listova i krupnijeg klipa omiljen je za spremanje silaže u svim uzgojnim krajevima te je nerijetko rekorder po prinosu mase kao i za namjenu branja u klipovima zbog krupnog klipa i kvalitetnog zrna. U istočnoj Slavoniji često se koristi i za vršidbu u zrnu. Ovaj hibrid je izrazite prilagodljivosti različitim proizvodnim uvjetima i visoke je tolerantnosti na bolesti i štetnike. U Slavoniji se koristi za namjenu branja krupnih klipova visoke hranidbene vrijednosti, a uz OS 596 nezamjenjiv je i vrlo tražen već više od 5 godina. Za pripadajuću FAO grupu podnosi guste sklopove, a dolikuje se i povećanom tolerantnošću na raširene štetnike. Preporučena gustoća sjetve je 68 000 – 71 000 biljaka/ha, odnosno potrebno je sijati na razmak 20-21 cm.

3.2. Izbor parcele

Za istraživanje je odabrana parcela 2433873 sa eutrično smeđim tlom koje se nalazi u vlasništvu Poljoprivrednog instituta iz Osijeka. Eutrično smeđa tla karakterizira razvijeni molični ili ohrični humusno akumulativni horizont. Građa profila je A-(B)v-C. Nastala su isključivo na lesu i lesu sličnim sedimentima. Za ovo tlo je tipičan dubok solum (> 60 cm) sa slobodnom perkolacijom vode unutar profila. S obzirom da su izolacije sjemenske proizvodnje međusobno blizu oko 400m, utjecaj tipa i plodnosti proizvodne parcele je sveden na minimum pa se razlike u reakciji u prinosu sjemena istraživanih hibrida kukuruza mogu pripisati količini i rasporedu oborina te temperaturama zraka u vrijeme cvatnje i oplodnje. Za potrebe ovog istraživanja uzeti su uzorci i obavljena je agrokemijska analiza tla na parceli, te je na temelju prikazanih rezultata (Tablica 7.) obavljena gnojidbena preporuka za usjeve.

Tablica 7. Rezultati agrokemijske analize tla (AL-metoda, od 0-30 cm.)

Parcela	pH		Humus	mg/100 g tla*		KIK	Feel
	HOH	KCl	(%)	AL-P_2O_5	AL-K_2O	$Cmol^{(+)}kg^{-1}$	test
2433873	8,12	7,56	1,89	19,90	18,09	16,42	ilovasto

*fosfor i kalij su određeni prema AL-metodi (Egner i sur. 1960), slobodni aluminij prema Sokolovu (1966).

3.3. Agrotehnika poljskih pokusa

3.3.1. Plodored je sustav biljne proizvodnje najčešće primijenjen na oranicama koji predstavlja pravilnu prostornu i vremensku izmjenu usjeva na poljoprivrednim površinama. Cilj plodoreda je održavanje i podizanje plodnosti tla, postizanje visokih i stabilnih prinosa, te bolja i efikasnija borba protiv štetnika, bolesti i korova. Kukuruz je biljka koja se proizvodi na velikim površinama pa uglavnom dolazi u uskom plodoredu ili u monokulturi. Kukuruz je najtolerantniji od svih žitarica na uzak plodored i monokulturu ali će više prinose dati što je širi plodored. Dobri predusjevi kukuruzu su jednogodišnje i višegodišnje leguminoze, šećerna repa, uljana repica, suncokret i krumpir (Kovačević i Rastija, 2009.). U obje godine istraživanja na pokusnoj parceli Poljoprivrednog instituta Osijek, predusjev sjemenskom kukuruzu bila je pšenica.

3.3.2. Obrada tla za kukuruz ima zadatak da određenom mehanizacijom izvrši potrebne zahvate u tlo s ciljem dovođenja tla u najpovoljnije stanje za razvoj korjenovog sustava, za lakše klijanje i nicanje, daljnji rast i razvoj biljke. Obrađeno tlo mora biti duboko, rastresito i mrvičaste strukture da bi što lakše propuštalo vodu i zrak. Obrada tla se mora obaviti kvalitetno i u pravo vrijeme da bi se biljka što bolje razvila i dala što više prinose što je krajnji cilj proizvodnje. Na pokusnoj parceli na kojoj je vršeno ovo istraživanje nakon žetve pšenice, izvršeno je prašenje strništa tanjuračama na dubinu oko 12-15 cm. Sredinom listopada parcela je preorana do dubine 30-35 cm (jesenska brazda). U ožujku obje godine teškom drljačom je zatvorena zimska brazda, a predsjetvena priprema je obavljena s dva prohoda sjetvospremača. S obzirom na pravovremenu osnovnu obradu, priprema za sjetvu je obavljena kvalitetno i na vrijeme.

3.3.3. Gnojidbom tla opskrbljuje se oranični sloj tla potrebnim hranivima. Kukuruz kao i ostale ratarske kulture treba najviše dušika, fosfora i kalija. Jedan dio ovih količina se već nalazi u tlu. To su količine koje nastaju uglavnom mineralizacijom prethodno zaoranih žetvenih ostataka,preostalekoličineodgnojidbe prethodne kulture i prirodne rezerve zemljišta. Onu razliku koja nam nedostaje moramo dodati u vidu organskih gnojiva (stajnjaka) ili mineralnih gnojiva. Budući da se tlo brzo iscrpljuje, te elemente treba u tlo unositi gnojidbom. Na gnojidbu utječu mnogi čimbenici poput plodnosti tla, planiranog prinosa, predkulture, žetvenih ostataka itd. Za pravilnu i kvalitetnu gnojidbu potrebno je obaviti analizu tla. Gnojidba kukuruza trebala bi se sastojati od dodavanja 1/3 dušičnih gnojiva i 2/3 fosfornih i kalijevih gnojiva pred osnovnu obradu tla, ostatak fosfornih i kalijevih gnojiva i 1/2 do 2/3 dušičnih gnojiva u pripremi tla za sjetvu a ostatak dušičnih gnojiva dodati u prihrani. Da bi se izgradilo 100 kg suhe tvari kukuruzu treba osigurati 2,5 – 3,6 kg N, 0,8 – 1,2 kg P_2O_5 i 2,7 – 3,1 kg K_2O. Na osrednje plodnim tlima za ostvarivanje visokog prinosa treba dodati 150 do 200 kg N, 100 do 130 kg P_2O_5 i 130 do 180 kg K_2O po hektaru (Majdak i sur., 2001.). Na temelju agrokemijske analize tla na pokusnoj parceli (Tablica 7.) obavljena gnojidbena preporuka za usjeve na kojoj se bazirala predosnovna gnojidba, predsjetvena gnojidba i prihrana usjeva sjemenskog kukuruza (Tablica 8.). Nakon "prašenja" strništa a prije jesenskog oranja izvršena je gnojidba s ureom (100 kg/ha) i kompleksnim gnojivom NPK 7:20:30 (300 kg/ha). Kultivacija i prihrana pokusa sjemenskog kukuruza s 300 kg KAN-a (27% N/ha) obavljena je kada je kukuruz bio u fazi 5-7 listova.

Tablica 8. Prikaz preporučenih doza konvencionalne i integrirane gnojidbe te potrebnih hraniva u narednoj godini za parcelu 2433873 prema agrokemijskoj analizi tla -Lab.broj 2483, (kompjutorski program Prof.dr.sc. Vladimir Vukadinović, v14.10, Osijek 19.09.2014.god.).

Preporuka konvencionalne gnojidbe			
Mineralno gnojivo	7:20:30	Potreba NPK	87:39:50 kg/ha
Preporuka NPK	181(7:20:30 kg/ha)	Idealni omjer	5:4:5 (NPK)
Urea	29(13 N kg/ha)	KAN	226 (61N kg/ha u startu ili prihrani)
Bez Uree	0	KAN (bez uree)	275 (74N kg/ha u startu ili prihrani)
P-gnojivo	0 (bez P-gnojiva)	K-gnojivo	0 (bez K-gnojiva)
NPK bilanca	0:3- :4+ (bilanca OK)		
Raspodjela gnojidbe	30% N u osnovnoj; 70% N u startu i/ili u prihrani; PK i org. 100% u osnovnoj		
Dopunski podaci	Biogenost=osrednja; predusjev=pšenica ozima; prinos preusjeva= ispod očekivanja; nagib i eksp.=$^{(x)}$ numerička interpolacija		
Kalcizacija	Saturacija bazama=90%	Potreba Ca	0 kg/ha
Potreba CaO	0 kg/ha	Karbokalk	0 kg/ha
Oborine	651-750(mm/godišnje)	Temperatura	11.5 (C/god.)
Rata N-min	54.0 (kg N/ha/god.)	N-deficit	Zanemarljiv!
Preporuka integrirane gnojidbe			
Preporuka NPK	145 (7:20:30 kg/ha)	Potreba NPK	70:31:40 (kg/ha)
Urea	23 (11N kg/ha)	KAN	181 (49 N kg/ha u startu i/ili prihrani)
Bez Uree	0	KAN (bez uree)	220 (59 N kg/ha u startu i/ili prihrani)
P-gnojivo	0 (bez P-gnojiva)	K-gnojivo	0 (bez K-gnojiva)
Potreba hraniva u narednoj godini (kg/ha aktivne tvari)			
Ozima pšenica	149:67:65 za 6.33 t/ha	Kukuruz	200:90:117 za 9.99 t/ha
Šećerna repa	170:54:186 za 59.95 t/ha	Soja	140:79:93 za 4 t/ha
Suncokret	137:69:96 za 3.8 t/ha	Uljana repica	125:79:89 za 3.73 t/ha

Preporučene doze integrirane, kao i konvencionalne gnojidbe mogu biti ograničene zbog ekonomskih, ekoloških i biljno-fizioloških razloga, sukladno Tehnološkim uputama Ministarstva Poljoprivrede.

3.3.4. Sjetva sjemenskog kukuruza treba započeti kada temperatura tla dostigne 10°C. Najbolje je ako se sjetva kukuruza obavi u optimalnom agrotehničkom roku koji je za istočnu Hrvatsku od 10. do 25. travnja. Kukuruz se sije na razmak između redova od 70 cm, a razmak u redu ovisi o sklopu, odnosno o dužini vegetacije određenog hibrida i o njegovoj namjeni. Dubina sjetve ovisi o tipu i stanju tla, vremenu sjetve i krupnoći sjemena. Specifičnosti sjemenske proizvodnje kukuruza s obzirom na sjetvu je prostorna izolacija sjemenskog usjeva minimalno 500 metara od ostalih parcela te sjetva linija majke u 6 redova, a linija oca u 2 reda. (Kovačević i Rastija, 2009.). Sjetva pokusa sjemenskog kukuruza obavljena je pneumatskom sijačicom OLT PSK-6. Od svake samooplodne linije kukuruza posijana su četiri reda. Sjetva linija je obavljena na sklop od 66.027 zrna/ha. Kod oba hibrida usijava se prvo majka, a kad ona ima klicu dužine 3-4 cm usijavaju se oba reda oca.

3.3.5. Zaštita od korova provodi se svake godine jer korovi u usjevu mogu znatno utjecati na visinu prinosa. Korovi se uništavaju mehaničkim i kemijskim putem. Mehanički tanjuračama, drljačama, sjetvospremačima i međurednom kultivacijom, a kemijski upotrebom kemijskih sredstava herbicida koji se mogu primijeniti prije, sa sjetvom ili nakon sjetve. Borba protiv korova kemijskim sredstvima je vrlo kompleksna. Svako sredstvo djeluje samo na jednu vrstu ili grupu korova, dok na ostale korove ne djeluje. Zbog toga se u praksi najčešće koristi kombinacija nekoliko kemijskih preparata koji zajednički imaju širok spektar djelovanja (Kovačevići Rastija, 2002.). Zaštita od korova obavljena je prskalicom RAU-200, preemergence primjenom herbicida Primextra (6l/ha + 400l vode/ha). Herbicid je bio uglavnom učinkovit, ali je prema potrebi obavljeno jedno mehaničko uklanjanje korova kopanjem.

3.3.6. Njega sjemenskog usjeva kukuruza podrazumijeva mehaničke mjere uklanjanja atipičnih biljaka i zakidanje metlica. Uklanjanje atipičnih biljaka, oštećenih ili bolesnih biljaka nastupa u vrijeme polinacije u redovima očinske komponente te ne smije biti više od 0,2% atipičnih biljaka ili više od 2% sumnjivih biljaka. Atipične ili sumnjive biljke javljaju se zbog nedovoljne prostorne izolacije ili zbog oprašivanja polenom druge genetičke konstitucije, zbog pogrešaka u sjetvi, skladištenju i pakiranju, mehaničkog oštećenja, pojave bolesti i dr. Sjeme kukuruza određeno za sjetvu treba biti ujednačeno, kvalitetno i visoke klijavosti, zdravo i tretirano fungicidima.

Mehaničko uklanjanje atipičnih biljaka na pokusnim parcelama sjemenskog kukuruza vršilo se dva puta, u fazi 10-12 listova i pred metličanje. U proizvodnji sjemenskog kukuruza jednu od najkritičnijih faza predstavlja mjera zakidanje metlica. Zbog brzine kojom se treba obaviti i ograničenog vremena predstavlja veliki trošak u proizvodnji sjemenskog kukuruza. Vrijeme početka odstranjivanja metlica kod većine majčinskih linija je kad se vrhovi metlica pojave iz vršnih listova (faza metličenja i svilanja). Prašenje polena na istoj biljci počinje 1-3 dana prije nego izbije svila na istoj biljci. Kada se na oko 95% majčinskih biljaka odstrane metlice, obavlja se kontrola, te u tom prohodu čupaju sve preostale metlice. Da bi se ručno zakidanje metlica obavilo na vrijeme (za 7 – 8 dana) potrebno je 4 – 5 radnika po hektaru. (Jurišić i sur., 2010.). Zakidanje metlica na pokusnoj površini Poljoprivrednog instituta u Osijeku obavilo se u razdoblju od 05.07 do 24. 07. Nakon završetka oplodnje obavilo se uklanjanje linije oca tarupiranjem (Pucarić, 1992.).

3.3.7. Berba sjemenskog kukuruza treba čim prije početi jer svako odgađanje smanjuje prinose. Berbu treba obaviti u gospodarskoj zriobi kada vlaga zrna padne ispod 30 %. Berba kukuruza u zrnu je najsuvremeniji način berbe kukuruza gdje se kukuruz runi u zrnona samoj poljoprivrednoj površini. Dobiveno sirovo zrno kukuruza moguće je uskladištiti na duže vrijeme. Ovakav način ubiranja i skladištenja kukuruza vrlo je efikasan, ali i skup. Prednost je što je cijeli proces mehaniziran, a djelomično i automatiziran. Ovim načinom smanjuju se gubici. Vlaga zrna od 25 do 28% najpovoljnija je za berbu za ovaj način korištenja kod većine hibrida. Zrno kukuruza mora se sušiti s pomoću toplog zraka u sušarama da bi mu se sadržaj vode spustio na najviše 14% pri kojem se može sigurno čuvati u skladištima i silosima. Skladištenje sjemena vrlo je važno za očuvanje propisane kvalitete. Neadekvatni uvjeti skladištenja mogu prouzročiti pad kvalitete sjemena (Beraković i sur., 2010.). Površina na kojoj je vršeno istraživanje obrana je dvorednim beračem SIP, a klip je odvezen na doradu u doradbene prostore Poljoprivrednog instituta na sušenje.

3.3.8. Dorada sjemena podrazumijeva runjenje i čišćenje okrunjenog sjemena, kalibriranje, tretiranje fungicidima i pakiranje u odgovarajuću ambalažu. Glavni cilj čuvanja je održavanje kvalitete (klijavost,vigor) sjemena, a to se postiže u odgovarajućim uvjetima vlažnosti, temperature i čistoće. Nakon krunjenja u sjemenskom materijalu nalaze se razne primjese, kao što su dijelovi oklaska, komušine, svile, kamenja, zemlje, polomljena i oštećena zrna. Za čišćenje sjemenskog materijala upotrebljavaju se strojevi

koji rade na principu prosijavanja preko vibrirajućih sita na kojima se izdvoje sve primjese i zrna po širini krupnija od 9,5 – 10 mm i sve sitnije frakcije od 6 – 6,5 mm.

Također postoje i strojevi koji rade na principu strujanja zraka kod kojih je lakše odstranjivanje primjesa od sjemena. Kalibriranje sjemena podrazumijeva razdvajanje zrna iz sjemenske mase u jednolične frakcije na osnovu širine, debljine i duljine zrna, a obavlja se jer kalibrirano sjeme daje ujednačenije klijanje i nicanje (viši prinos zrna u ujednačenijem usjevu), visoka preciznost sjetve upotrebom pneumatskih sijačica i ujednačeniji raspored posijanih zrna u redu. Kalibriranje sjemena obavlja se posebnim strojevima (kalibratorima). Prvo se sjeme razdvajana sitima sa okruglim otvorima po krupnoći na osnovi srednje dimenzije zrna, a zatim se razdvajanje vrši na sječenim sitima po obliku (plosnata, okrugla). Tako se izdvoje bolesna, nedovoljno nalivena zrna, štura ili oštećena zrna. Tretiranje fungicidima obavlja se prije pakiranja sjemena i ta procedura jezakonski propisana, a svrha tog postupka je zaštita sjemena od saprofitskih i parazitskih bolesti koje se prenose sjemenom i od onih koje se nalaze u tlu (Pucarić, 1992.).

4. REZULTATI

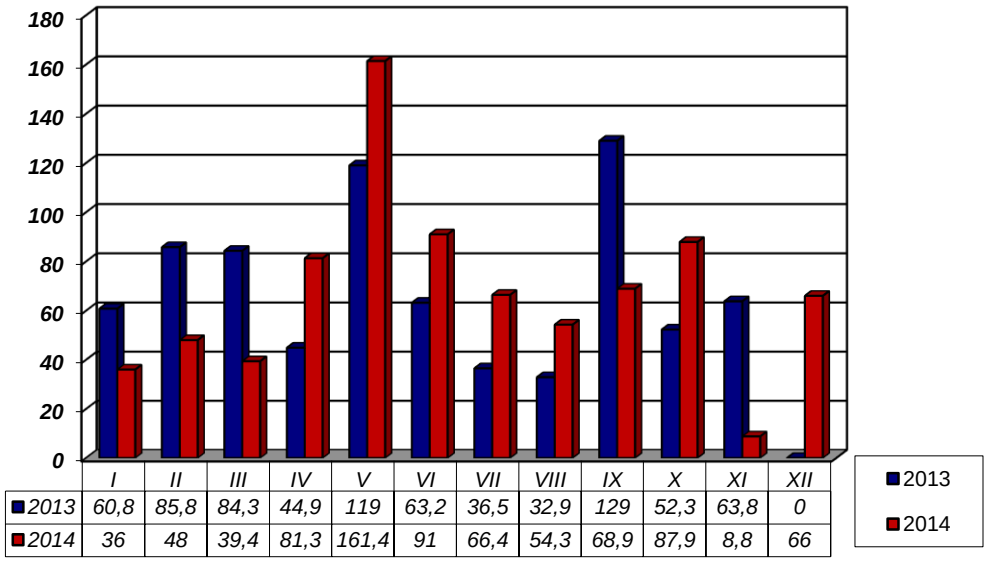
Cilj ovog diplomskog rada je analizom proizvodnje sjemena različitih genetskih osnova utvrditi reakciju različitih hibrida na klimatske uvjete, točnije na količinu i raspored oborina, jer je pretpostavka da je relativna vlaga zraka u pozitivnoj korelaciji sa visinom prinosa i kakvoćom sjemena. Analiza prinosa hibrida kukuruza (Tablica 9.) pokazuje da je u odnosu na 2013.godinu, 2014. godina bila signifikantno bolja, što i ne čudi s obzirom na povoljnije oborine i rezerve vode u tlu koje su imale utjecaja tokom kritičnih faza razvoja kukuruza. Iz prikazanih rezultata vidljivo je da je hibrid OS 602 u obje godine imao slabiji prinos zrna po hektaru nego hibrid OS 617 (za 49,32 % manji prinos sjemena u odnosu na hibrid OS 617, i za gotovo 40% manji prinos klipa za obje godine.). Prinos sjemena hibrida OS 617 bio je viši u odnosu na hibrid OS 602 u klimatski nepovoljnijoj (sušnoj) 2013. godini za 40,45 %, dok je u klimatski povoljnijoj 2014. godini prinos sjemena hibrida kukuruza OS 617 bio viši u odnosu na hibrid OS 602 za 38,46 %. Prinos sjemena hibrida kukuruza OS 602 u 2013.godini bio je za 58,24 % manji nego prinos zrna tog istog hibrida u 2014. godini. Hibrid 617 u 2013. godini imao je za 27% manji prinos zrna nego u 2014. godini što ukazuje na utjecaj nepovoljnih klimatskih uvjeta u 2013. godini (Tablica 9.).

Tablica 9. Statistički prikaz usporedbe dva hibrida kukuruza kroz dvije proizvodne godine

Hibrid	Površina ha	Prinos klipa t/ha	Prinos sjemena t/ha	Radman %	Masa 1000zrna	Energija klijanja	Klijavost sjemena
OS 602	20	3,3	1,59	54	358,2	83	92
OS 617	40	5,1	2,67	58	312,8	86	93
OS 602	15	5,2	2,73	64	328,6	91	94
OS 617	33	7,4	3,78	68	289,1	92	97
Sveukupni prosjek		5,25	2,69	61	322,17	88	94

4.1. Analiza količine oborina za 2013. i 2014. godinu na području Osijeka

Vremenske prilike 2013. godine bile su nepovoljne za uzgoj kukuruza u Hrvatskoj uslijed izuzetno visokih temperatura zraka praćenih nedostatkom oborina. Tako je za područje kontinentalne Hrvatske na području Osijeka za tri mjeseca (lipanj-kolovoz) palo prosječno 132,6 mm oborina (Graf 1.) ili za jednu trećinu manje od višegodišnjeg prosjeka (Tablica 5.), odnosno za 79 mm manje. Najveća količina oborina zabilježena je u svibnju (119 mm), dok je najmanja količina zabilježena u prosincu kada na području Osijeka nije bilo padalina (Graf 1.). Raspored oborina u klimatski vlažnijoj 2014. godini bio je povoljniji za kukuruz u odnosu na 2013. godinu, te je ukupna količina oborina iznosila 211,7 mm, (Graf 1.) što je za 79,1 mm više u odnosu na isto to razdoblje (lipanj-kolovoz) 2013. godine. Analiza godišnjih količina oborina koje su izražene u postotcima (%) višegodišnjeg prosjeka (1961.-1990.) pokazuje da je u 2014. godini u Hrvatskoj, oborina bilo više od prosjeka na svim analiziranim postajama. Usporedba s višegodišnjim prosjekom pokazuje da se količine oborina za 2014. godinu nalaze u rasponu od 127% (Osijek) do 175% (Hvar) od spomenutog prosjeka za ovu godinu (Graf 2., i Graf 3.).

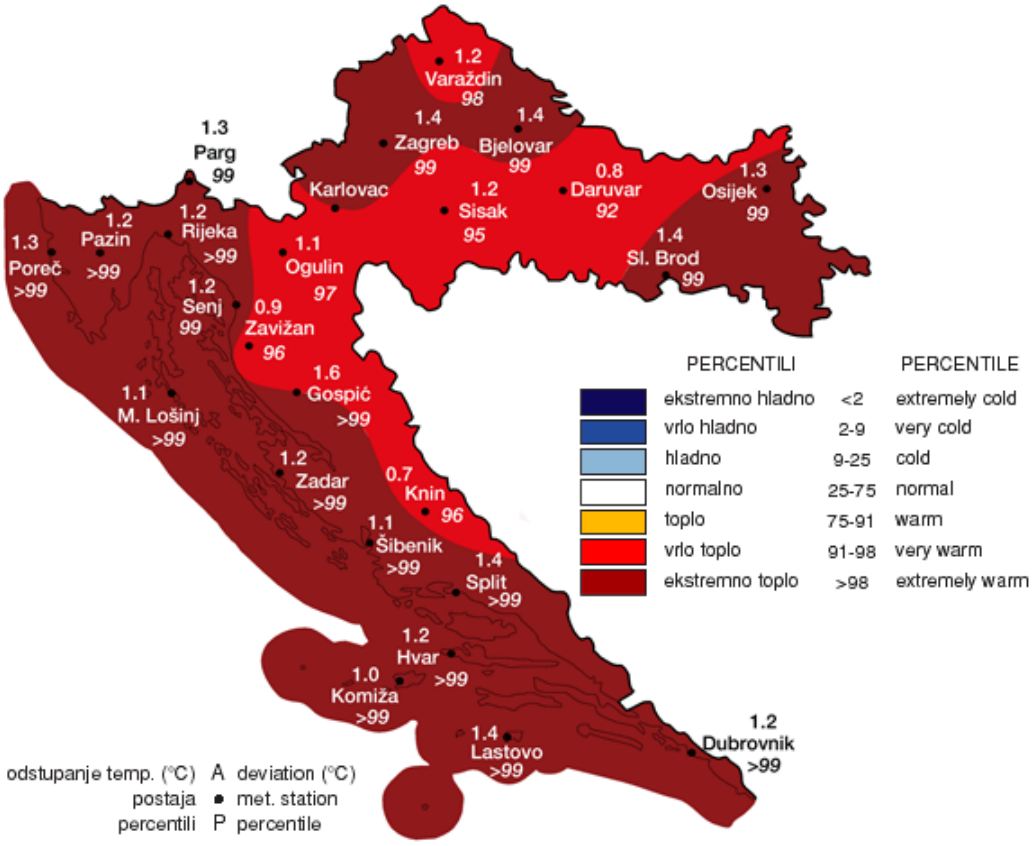


	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2013	60,8	85,8	84,3	44,9	119	63,2	36,5	32,9	129	52,3	63,8	0
2014	36	48	39,4	81,3	161,4	91	66,4	54,3	68,9	87,9	8,8	66

Graf 1. Prikaz meteoroloških podataka o prosječnoj mjesečnoj količini oborina za dvogodišnje razdoblje (2013.- 2014.) na području Osijeka.
(Izvor:http://klima.hr/klima_arhiva.php, Državni hidrometeorološki zavod 2015.)

4.2. Analiza prosječnih mjesečnih temperatura za 2013. godinu

Odstupanje srednje temperature zraka na sezonskoj skali u ljeto 2013., pokazuje se na čitavom području Hrvatske, te su srednje mjesečne temperature zraka bile više od odgovarajućeg višegodišnjeg prosjeka 1961.-1990. Odstupanja srednje ljetne temperature zraka (lipanj, srpanj, kolovoz) su se kretala od 1.2°C u Komiži do 2.6°C u Zagrebu (Grič). Prema raspodjeli percentila, toplinske prilike u Hrvatskoj za ljeto 2013. godine opisane su dominantnom kategorijomekstremno toplo, dok je šire područje Daruvara, Knina te dijela južnog Jadrana svrstano u kategorijuvrlo toplo. Srednja godišnja temperatura zraka za 2013. godinu na području Hrvatske (Slika 1.) bila je viša od višegodišnjeg prosjeka 1961.-1990. (Državni hidrometeorološki zavod 2015.). Anomalije srednje godišnje temperature zraka (Slika 1.) nalaze se u rasponu od 0.7°C (Knin) do 1.6°C (Gospić).



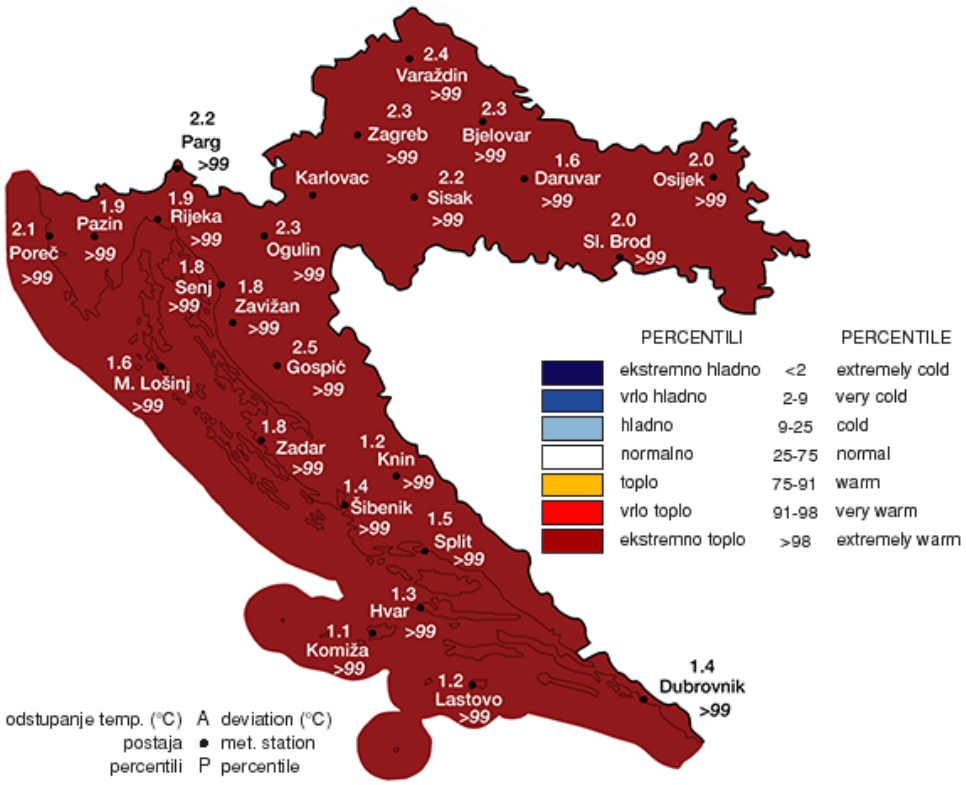
Slika 1. Grafički prikaz anomalija srednje godišnje temperature zraka za područje Republike Hrvatske 2013. godine (Izvor: http://klima.hr/klima.php?id=ocjgodina)

Tablica 10. Prikaz meteoroloških podataka o prosječnoj mjesečnoj, maksimalnoj i minimalnoj temperaturi zraka za područje Osijeka 2013. godine (Izvor: http://www.city-data.com/forum/weather/2019967-december-2013-summary.html)

Mjesec	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Max. (ºC)	14,2	14,3	18,7	30,4	30,3	35,5	38,4	38,2	27,5	26,4	23,5	11,5
Min. (ºC)	-5,4	-5,6	-6	0,0	6,4	8,6	8,6	11,2	5,2	-1,0	-4,3	-5,6
Prosjek (ºC)	5,2	5,9	9,9	18,9	22,5	25,5	29,8	29,9	21,8	19,9	12,0	5,4

4.3. Analiza prosječnih mjesečnih temperatura za 2014. godinu

Srednja godišnja temperatura zraka za 2014. godinu na području Hrvatske bila je viša od višegodišnjeg prosjeka (1961.-1990.). Anomalije srednje godišnje temperature zraka nalaze se u rasponu od 1.1°C (Komiža) do 2.5°C (Gospić). Prema raspodjeli percentila, toplinske prilike u Hrvatskoj za 2014. godinu opisane su dominantnom kategorijom ekstremno toplo (cijela Hrvatska). Nakon vrlo toplog studenog kada su temperature bile od 2,3°C pa do čak 4,9°C iznad višegodišnjeg prosjeka, te vrlo toplog prosinca s temeperaturama od 0,3°C do 3,4°C višim od prosjeka i da je konačni zbroj za cijelu godinu - ekstremno toplo. Riječ je o godini koja je u prosjeku ponovila dosad najtopliju 2000. godinu te se izjednačila s njom kao još jedna najtoplija godina od povijesti mjerenja, pokazuju podaci koje je objavio Državni hidrometeorološki zavod (Slika 2.). Usporedbom vrijednosti srednjih godišnjih temperatura zraka za Zagreb-Grič u razdoblju 1862.-2014, vidljivo je da je i u Zagrebu 2014. bila najtoplija dosad, uz 2000. Godinu. Navedeno ukazuje na činjenicu da temperatura zraka u Hrvatskoj i dalje prati trend globalnog zatopljenja s izvjesnim međugodišnjim kolebanjima, zaključuje DHMZ. Ova je godina bila i vrlo kišna (Graf 3.). Usporedba s višegodišnjim prosjekom pokazuje da su količine oborina za 2014. godinu bile od 127% (Osijek) do 175% (Hvar) više od prosjeka (Državni hidrometeorološki zavod 2015.).

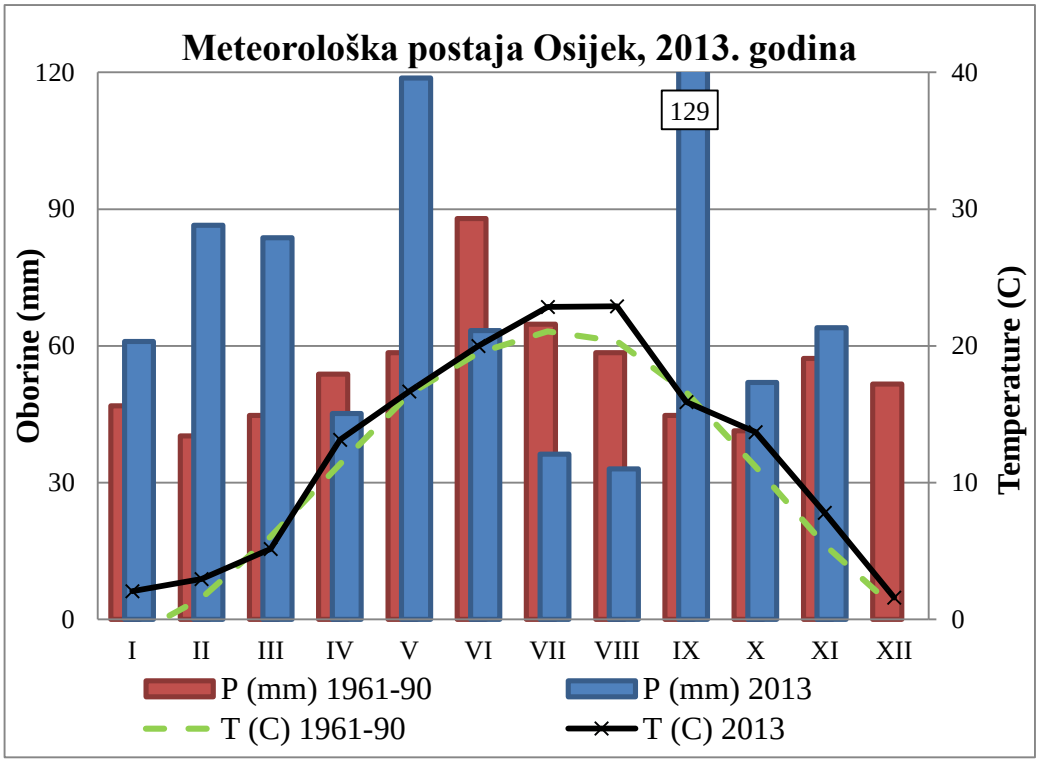


Slika 2. Grafički prikaz anomalija srednje godišnje temperature zraka za područje Republike Hrvatske 2014. godine (Izvor: http://klima.hr/ocjene_arhiva.php)

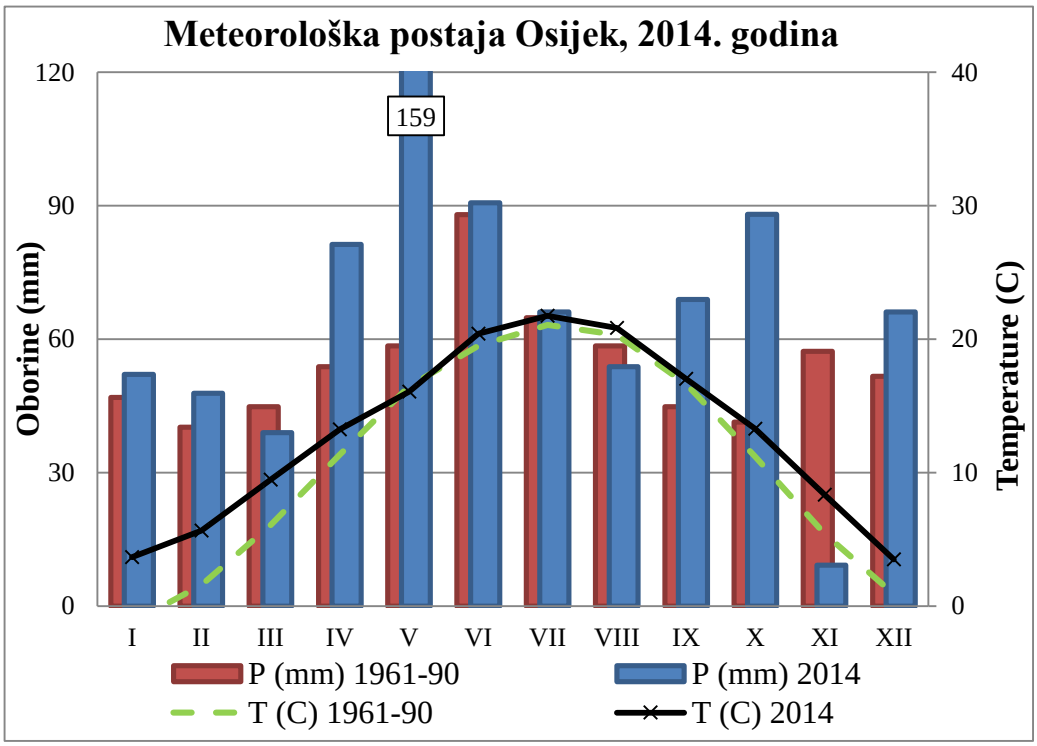
Tablica 11. Prikaz meteoroloških podataka o prosječnoj mjesečnoj maksimalnoj i minimalnoj temperaturi zraka za područje Osijeka 2014. godine (Izvor:http://climatevo.com/2014,osijek,hr).

Mjesec	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Max. (ºC)	14	16	20	21	27	32	33	32	26	27	18	11
Min. (ºC)	-7	-4	7	8	8	15	18	16	15	7	1	-8
Prosjek (ºC)	5	6	13	17	19	24	26	24	20	17	10	5

Uspoređujući srednje mjesečne temperature zraka 2013. godine sa podacima za srednju mjesečnu temperaturu zraka 2014. godine vidimo kako je cijela 2014. godina premašila do sad sve temperaturne maksimume te je bila izrazito topla. Temperaturni maksimumi u obje godine postignuti su u mjesecima u kojima je moguća pojava negativnih utjecaja na rast i razvoj kukuruza (Tablica 11., Graf 2., i Graf 3.).



Graf 2. Klimagram meteoroloških podataka o prosječnoj mjesečnoj temperaturi zraka i prosječnoj mjesečnoj količini oborina za 2013. godinu na području Osijeka (prosjek 61-90)



Graf 3. Klimagram meteoroloških podataka o prosječnoj mjesečnoj temperaturi zraka i prosječnoj mjesečnoj količini oborina za 2014. godinu na području Osijeka (prosjek 61-90)

5. RASPRAVA

Hibridi kukuruza OSSK602 (FAO 620) i OSSK617 (FAO 610) istraživani su na euritrično smeđem tlu na parceli Poljoprivrednog instituta Osijek tijekom dvogodišnjeg razdoblja (2013.-2014.) kako bi se utvrdila reakcija hibrida sjemenskog kukuruza na klimatske uvjete te kako bi se na osnovu dobivenih rezultata dala mogućnost izbora pojedinih hibrida kukuruza za sjetvu u različitim proizvodnim uvjetima RH. Na temelju provedene statističke analize podataka dobivene su razlike između istraživanih hibrida i godine uzgoja. (Tablica 9.). U 2013. godini ostvaren je prosječan prinos zrna od 1,98 t/ha za oba hibrida. Najmanji prinos zrna dao je hibrid OS 602 (1,59t/ha), dok je hibrid OS 617 imao prinos od 2,67 t/ha. Najrodniji hibrid u 2014. bio je OS 617 (3,78 t/ha), dok je manji prinos ostvario hibrid OS 602 (2,73 t/ha). Prosječni prinos u 2014. godini iznosio je 3,25 t/ha i kao takav bio je značajno viši od prinosa u 2013. godini. Prinos sjemena hibridaOS 617 bio je viši u odnosu na hibrid OS 602 u klimatski nepovoljnijoj (sušnoj) 2013. godini za 40,45 % , dok je u klimatski povoljnijoj godini prinos sjemena hibrida kukuruza OS 617 bio viši u odnosu na hibrid OS 602 za 38,46 %. Prinos sjemena hibrida kukuruza OS 602 u 2013. godini bio je za 58,24 % manji nego prinos zrna tog istog hibrida u 2014. godini. Hibrid OS 617 u 2013. godini imao je za 27% manji prinos zrna nego u 2014. godini što ukazuje na utjecaj nepovoljnih klimatskih uvjeta u 2013. godini (Tablica 9.). Općenito najniži prinos zrna ostvaren je 2013. godine za oba hibrida što je posljedica negativnog utjecaja visokih temperatura i nedostatka vode u najvažnijim etapama rasta i razvoja kukuruza (Graf 1., Tablica 10.). U 2013. godini u lipnju, srpnju i kolovozu na svim meteorološkim postajama u RH zabilježene su najmanje količine oborina dok je 2014. godina imala povoljniji raspored oborina tijekom kritičnih etapa za rast i razvoj kukuruza, te su ostvareni najveći prinosi zrna kod oba hibrida. Iz dobivenih rezultata vidljivo je da postoje statistički visoko opravdane razlike u prosječnim vrijednostima između godina koje ukazuju na klimatsku varijabilnost istraživanih vegetacijskih razdoblja kukuruza te na veliki utjecaj klimatskih čimbenika tijekom vegetacije na formiranje visine prinosa zrna. To potvrđuju i značajnosti interakcija godina-hibrid, što jasno ukazuje na varijabilnost ovog svojstva pod utjecajem okoline. Vremenske prilike 2013. godine bile su nepovoljne za uzgoj kukuruza u Hrvatskoj uslijed izuzetno visokih temperatura zraka praćenih nedostatkom oborina. Tako je za područje kontinentalne Hrvatske na području Osijeka za tri mjeseca (lipanj-kolovoz) palo prosječno 132,6 mm oborina (Graf 1.) ili za jednu trećinu manje od višegodišnjeg prosjeka (Tablica 5.), odnosno za 79 mm manje, što u kritičnom periodu za kukuruz može

imati negativne posljedice. Raspored oborina u klimatski vlažnijoj 2014. godini bio je povoljniji za kukuruz u odnosu na 2013. godinu te je ukupna količina oborina iznosila 211,7 mm, (Graf 1.) što je za 79,1 mm više u odnosu na isto to razdoblje (lipanj-kolovoz) 2013. godine. U odnosu na tridesetogodišnje razdoblje 1981. – 2011. (Tablica 5.), količina oborina u 2014. godini bila je viša od višegodišnjih prosjeka te je povoljniji raspored oborina tijekom vegetacijskog perioda sjemenskog kukuruza imao pozitivni utjecaj na rast i razvoj biljke, no u nekim dijelovima Hrvatske primijećen je i višak količine vode u tlu uslijed poplava u Hrvatskoj, Srbiji, Bosni i Hercegovini, koje su se dogodile sredinom svibnja. Negativan utjecaj na rast i razvoj biljke nastao je zbog prekomjernog intenziteta oborina u 2014. godini. Isti uzorak opaža se kad se analiziraju i drugi klimatski indeksi u 2014., poput godišnjeg broja vlažnih dana, ukupnih proljetnih oborina te broja ekstremno vlažnih dana. Uspoređujući srednje mjesečne temperature zraka 2013. godine sa podacima za srednju mjesečnu temperaturu zraka 2014. godine vidimo kako je cijela 2014. godina premašila do sad sve temperaturne maksimume, te je bila izrazito topla, najtoplija do sada. Temperaturni maksimumi u obje godine postignuti su u mjesecima u kojima je moguća pojava negativnih utjecaja na rast i razvoj kukuruza Najviše temperature bile su u srpnju i kolovozu obje godine i kretale su se iznad 22 °C (Graf 2., i Graf 3.), što je kritična temperatura u fazama cvatnje i oplodnje te formiranja, nalijevanja i sazrijevanja zrna kukuruza.Slične rezultate dobili su Kovačević (2008.), Krizmanić i sur., (2011.), Pavičić i sur., (2009.). Kovačević (2008.) je analizirao vremenske prilike sa stajališta uzgoja kukuruza u Hrvatskoj 2007. godine, te je ustanovio kako je prinos sjemena kukuruza bio nizak zbog suše i visokih temperatura u izrazito nepovoljnoj 2007. godini. Za usporedbu specifičnosti 2007. godine mogu nam poslužiti podaci o prosječnim količinama oborina u periodu 1961-1990.g: 211 mm (Osijek) i 278 mm (Zagreb-Maksimir). Osobita suša bila je u srpnju kada je količina oborina iznosila 27 mm (Osijek) i 49 mm (Zagreb), te je bila u 2007. g za 58% niža (Osijek), odnosno za 41% niža (Zagreb) od višegodišnjeg prosjeka (1961-1990.g: Osijek 65 mm i Zagreb 83 mm). Još jedno istraživanje u dvije različite klimatske godine (2010. i 2011.) proveli su Krizmanić i sur. (2011.), a rezultati istraživanja pokazuju značajan utjecaj godine na prinos zrna hibrida različitih FAO grupa dozrijevanja. Najveći prinosi zrna kukuruza u prosjeku za sve hibride i županije ostvareni su u klimatski povoljnijoj 2010. godini. Količina oborina na sve tri meteorološke postaje (Osijek, Bjelovar, Čakovec) u vegetaciji 2011. godine u odnosu na višegodišnji prosjek bila je manja za 146, 234 i 105 mm. U vegetacijskom razdoblju 2010. godine prosječna temperatura zraka bila je viša za 0,1ºC na svim postajama, dok je u 2011. godini bila viša

za 1,7^{o}C, 1,8 i 1,6^{o}C odnosu na višegodišnji prosjek. Uspoređujući godine koje su bile klimatski povoljne i godine u kojima je prevladavao nedostatak oborina u kritičnim etapama te visoke temperature tijekom generativnih faza oplodnje i nalijevanja zrna vidimo kako nedostatak količine i neravnomjerni raspored oborina u vegetaciji sjemenskog kukuruza može imati negativne posljedice, ovisno u kojoj je fazi nastupio deficit vode. Može doći do pojave dužeg razdoblja od sjetve do nicanja, manje je začetih cvjetova, veći udio sterilnih cvjetova, manje polena, kraće je razdoblje cvjetanja metlica, kasni pojava svile (10-12 dana) te je nepotpuna oplodnja. Deficit vode u fazi formiranja i nalijevanja zrna rezultira skraćivanjem razdoblja nalijevanja, kraćim oklaskom, nedovršenim klipom, manjom apsolutnom masom zrna i nižim prinosom. Kovačević i Josipović (2005.) potvrdili su kako nedostatak oborina uz povišene temperature zraka za vrijeme ljetnog razdoblja u Istočnoj Hrvatskoj dovodi do znatno nižih prinosa zrna kukuruza. Općenito, temperature iznad 26°C su kritične za postizanje visokih prinosa (Shaw, 1988.). Stres uzrokovan sušom i visokim temperaturama zraka te nedostatak vlage u ljetnim mjesecima negativno utječu na cvatnju, oplodnju i rani razvoj zrna kukuruza te su često uzrok nižih prinosa. Iz analiziranih podataka i spomenutih istraživanja vidljivo je kako su prinosi zrna kukuruza bili manji u klimatski nepovoljnijim godinama sa manjom količinom i neravnomjernim rasporedom oborina tijekom ljetnih mjeseci, (sušne godine: 2000., 2003., 2006., 2008., 2007., 2012., 2011., 2012., 2013.), dok su veći prinosi bili u godinama sa povoljnijom temperaturom, većom količinom i boljim rasporedom oborina u kritičnim fazama kukuruza, (vlažne godine: 2001., 2002., 2005., 2010. i 2014.). Suša u Hrvatskoj javlja se svakih tri do pet godina te može smanjiti prinose raznih kultura 20-80%. Kad je u pitanju kukuruz vrlo je važno i u kojem stadiju razvoja se pojavljuje suša. Tako smanjenje prinosa uzrokovano sušom tijekom vegetacije iznosi do 25%, u cvatnji do 50%, te do 21% u vrijeme formiranja zrna (Kozić i sur.,2013.). Klimatski ekstremi su sve češći i primjećuju se u manjim intervalima, te su tako godine 2000., 2007., 2013. i 2014. bile ekstremno tople sa postignutim ekstremnim temperaturnim anomalijama u ljetnim mjesecima. (Graf 2.). Trend porasta temperature zraka u 20. stoljeću zabilježen je i na postajama u Hrvatskoj (Gajić-Čapka i sur. 2010). Stoljetni nizovi mjerenja temperature zraka upućuju na porast između 0.02°C i 0.07°C na 10 godina. Kao i na globalnoj razini trend porasta temperature zraka osobito je izražen u posljednjih 50, odnosno 25 godina. Uz iznimku 1989. godine, svih deset najtoplijih godina ikad zabilježenih dogodilo se nakon 2000. godine (Državni hidrometeorološki zavod 2015.). Očekivani krajnji rezultati su djelovanje klimatskih promjena na duljinu vegetacijskog razdoblja kukuruza i njegovu produktivnost (Vučetić,

2011). Projekcije scenarija klimatskih promjena do polovice 21. st. pokazuju skraćivanje vegetacije kukuruza do mjesec dana uz smanjenje prinosa za 9–13 %. Do kraja stoljeća moguća je ranija berba kukuruza i do mjesec i pol dana uz pad prinosa zrna za 14–25% u odnosu na sadašnje klimatske uvjete na zagrebačkom području ako bi se zadržale jednake agrotehničke mjere i hibridi kukuruza kao što su danas (Vučetić, 2011). Dobiveni rezultati dakle sugeriraju pomicanje datuma sjetve i sijanje hibrida kukuruza koji su otporniji na sušu i s duljim vegetacijskim razdobljem što postepeno već postaje praksa u Hrvatskoj. Poboljšanje biljne proizvodnje u tom smislu može se postići uzgojem otpornijih genotipova, ali i prilagodbom tehnologije sušnijim uvjetima (npr. vrijeme i kvaliteta obrade tla, odgovarajuća gnojidba i kondicioniranje tla i sl.), činjenica je da se većina nepovoljnih svojstava tla može popraviti agromelioracijskim mjerama (Kovačević i Ivezić, 2000.). Varijacije prinosa u pojedinim godinama kratkog razdoblja su uglavnom rezultat vremenskih prilika, pogotovo oborinskog i temperaturnog režima u sezonama uzgoja (Kovačević i sur., 2005.). Pravilo je da su veće količine dobro raspoređenih oborina i niže temperature zraka tijekom tri ljetna mjeseca povoljnije za uzgoj kukuruza (Kovačević i sur., 2010).

6. ZAKLJUČAK

Na temelju provedene statističke analize podataka dobivene su opravdane razlike između istraživanih hibrida i godina uzgoja. (Tablica 9.). U 2013. godini ostvaren je prosječan prinos zrna od 1,98 t/ha za oba hibrida. Najmanji prinos zrna dao je hibrid OS 602 (1,59 t/ha), dok je hibrid OS 617 imao prinos od 2,67 t/ha. Najrodniji hibrid u 2014. bio je OS 617 (3,78 t/ha), dok je manji prinos ostvario hibrid OS 602 (2,73 t/ha). Prosječni prinos u 2014. godini iznosio je 3,25 t/ha i kao takav bio je značajno viši od prinosa u 2013. godini. Hibrid OS 617 u 2013. godini imao je za 27% manji prinos zrna nego u 2014. godini te mogu zaključiti kako se utjecaj nepovoljnih klimatskih uvjeta u 2013. godini (Tablica 9.). odrazio na prinos zrna oba hibrida kukuruza što je posljedica utjecaja visokih temperatura i nedostatka vode u najvažnijim etapama rasta i razvoja kukuruza. Iz dobivenih rezultata može se zaključiti kako postoje izražene razlike u prosječnim vrijednostima između godina, a koje ukazuju na klimatsku varijabilnost istraživanih vegetacijskih razdoblja kukuruza, te na veliki utjecaj klimatskih čimbenika tijekom vegetacije na formiranje visine prinosa zrna. Temperaturni maksimumi u obje godine postignuti su u mjesecima u kojima je moguća pojava negativnih utjecaja na rast i razvoj kukuruza. Najviše temperature bile su u srpnju i kolovozu obje godine i kretale su se iznad 22°C, što je kritična temperatura u fazama cvatnje i oplodnje te formiranja, nalijevanja i sazrijevanja zrna kukuruza. U 2013. godini zbog stresnih uvjeta uzrokovanih sušom i visokim temperaturama zraka te nedostatkom vlage u ljetnim mjesecima prinos oba hibrida bio je manji za 40,45% u odnosu na 2014. godinu.

7. POPIS LITERATURE

1. Beraković I., (2009.): Magistarski rad: Utjecaj hibrida, frakcije sjemena i tipa skladišta na kvalitetu sjemena kukuruza, 1-71
2. Brkić I., Zdunić Z., Sade B. i Safiyet Kan (2006.): Rezultati preliminarnih istraživanja OS hibrida kukuruza u Turskoj. Zbornik Radova 41. Hrvatski & Međunarodni Znansveni Simpozij Agronoma, 239 -242
3. Brkić, I., S. Vujević, D. Šimić (1993.): Međuzavisnost prinosa i sadržaja vlage u zrnu i potrebe za toplotnim jedinicama kod hibrida kukuruza FAO grupe 100-300 u uvjetima istočne Hrvatske. Poljoprivredne aktualnosti, Vol. 29(93), 3-4, 291-298.
4. Državni hidrometeorološki zavod Republike Hrvatske (2015.): Meteorološki podaci za razdoblje od 1971.- 1990. godine i za razdoblje od 2010. - 2014.godine, Izvor: http://www.dhmz.htnet.hr/. 15.05.2015.
5. Državni zavod za statistiku Republike Hrvatske (2011.): Statistički ljetopis Republike Hrvatske 2011.
6. Jurišić M., Kanisek J., Šumanovac L., K. Ćosić K., Galić Subašić D., Tehnološko tehnički činitelji i ekonomski rezultati pri uzgoju sjemenskog kukuruza. Sjemenarstvo 27 (2010.) 3-4, 1-8
7. Kovacevic V., Josipovic, M., Kaucic, D., Loncaric, Z. (2005): Weather conditions impacts on maize yields in the northern Croatia. International Conference on Climate Change "Impacts and Responses in Central and eastern European Countries" 5-8 November 2005, Pecs, Hungary (Farkas P., Csobod E. and Katalin H. Editors), Published by Hungarian Academy of Sciences, Hungary Ministry of Environment and Water, The Regional Environmental Center for Central and Eastern Europe: 237-242.
8. Kovačević V., Ivezić, M., (2000.): Doprinos tehnologije u povećanju prinosa kukuruza i njeno uklapanje u održivi razvoj. Održivi razvoj izazov za poljoprivredu i šumarstvo (zbornik radova) Znanstveni skup s međunarodnim sudjelovanjem povodom 140. obljetnice poljoprivrednog školstva u Hrvatskoj. Visoko Gospodarsko Učilište u Križevcima Husinec, R. (ur.), 87-96.
9. Kovačević V., Josipović M., (2005): Maize yield variations among the years in the eastern Croatia. In: Proceedings of the XL Croatian Symposium on Agriculture with International Participation (S.Jovanovac and V. Kovacevic Editors), 6-19 February 2005, Opatija, Croatia, 455 – 456.

10. Kovačević V., Josipović M., Grgić D., (1994.): Pregled rezultata proizvodnje kukuruza u Slavoniji i Baranji (1960-1989.). Poljoprivredne aktualnosti 30 (1-2): 141 -151
11. Kovačević V., Rastija M., (2009.): Osnove proizvodnje žitarica – interna skripta, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, str. 5-344
12. Kovačević V., Šimić D., Šoštarić J., Josipović M. (2007.): Precipitation and temperature regime impacts on maize yields in eastern Croatia. Maydica 52: 301-305.
13. Kovačević, V., Rastija, M. (2009.): Osnove proizvodnje žitarica – interna skripta, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku
14. Kozić Z., Jukić M., Buhiniček I., Živković I., Vragolović A. (2013.): Reakcija na sušu novih BC hibrida kukuruza FAO grupe 600, BC Institut Zagreb, 6. Međunarodni kongres Sv. Martin na Muri; Zbornik radova oplemenjivanje bilja, sjemenarstvo i rasadničarstvo 2013., 36.
15. Majdak, T. Petrov V., Hrgović, S. (2001.): Kukuruz. Hrvatski zavod za poljoprivrednu savjetodavnu službu
16. Musa F., Carli C., Jashanica Vjollca i Ramadani S. (2003.): Value for Culivation and Use ofsome wheat culivars in Agroekological Condition of Dukagjini Area. „Kërkime― Akademiae Shkencave dhe Arteve të Kosovës. Prishinë.
17. Pucarić, A. (1992.): Proizvodnja sjemena hibrida kukuruza. Institut za oplemenjivanje i proizvodnju bilja, Zagreb. 5-95
18. Radić Lj., Vekić N., Tota L. (1973.): Osvrt na pojavu crnog sloja na zrnu kukuruza i novi način označavanja dužine vegetacije,Poljoprivredni institut Osijek, str. 163-180
19. Ritchie J.T. (1992.): Short- and long-term responses of corn to a pre-anthesis soil water deficit. Agronomy Journal 84: 107-113.
20. Shaw R.H. (1988.): Climatic Requirement.In: G.F. Sprague (ed.). Corn and Corn Improvement American Society of Agronomy, Publisher Madison, Wisconsin, USA.
21. Šimić B., (1999.): Doktorska disertacija; Reakcija samooplodnih linija kukuruza na gnojidbu i tip tla u istočnoj Hrvatskoj, 1-12
22. Šimić B., (2008): Kukuruz skripta pdf.

23. Šimić, B., Popović, S., Tucak, M. (2004): Influence of corn (Zea mays L.) inbred lines seedprocessing on their damage. Plant, soil and environment. Volume50 (4):157-161.
24. Šimunić I., Husnjak S., Senta A., Tomić F. (2008.): Utjecaj suše na visinu priroda poljoprivrednih kultura. Zbornik radova, 43. hrvatski i 3. međunarodni simpozij agronoma, Opatija18-13. veljače 2008.g, (Pospišil M. Urednik) Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, str.51-55.
25. Škorić A. (1977.): Tla Slavonije i Baranje, Projektni savjet pedološke karte SR Hrvatske, Posebna izdanja, Knjiga 1. Zagreb. str. 7-58.
26. Vučetić V. 2011: Modeliranje utjecaja klimatskih promjena na prinose kukuruza u Hrvatskoj, Disertacija. Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu.
27. Westgate M.E. (1994): Water status and development of the maize endosperm and embryo during drought. Crop Science 34: 76-83.

8. SAŽETAK

Cilj ovog rada je analizom proizvodnje sjemena različitih genetskih osnova utvrditi reakciju linija na klimatske uvjete, točnije na količinu i raspored oborina, jer je pretpostavka da je relativna vlaga zraka u pozitivnoj korelaciji sa visinom prinosa i kakvoćom sjemena. Istraživanje je provedeno u dvije različite godine (2013. i 2014.) gdje je analizirana proizvodnja sjemena dva OS hibrida kukuruza na površinama Poljoprivrednog instituta u Osijeku. Analiza vremenskih prilika bazirana je na srednjim vrijednostima temperatura zraka i količini oborina na istraživanom području tijekom vegetacijskog razdoblja kukuruza u razdoblju od 2013.-2014. godine te na višegodišnjim prosječnim vrijednostima za razdoblje 1981.-2011 godine. Analiza prinosa hibrida kukuruza pokazuje da je u odnosu na 2013. godinu, 2014. godina bila signifikantno bolja. Prinos sjemena hibrida OS 617 bio je viši u odnosu na hibrid OS 602 u klimatski nepovoljnijoj (sušnoj) 2013. godini za 40,45 %, dok je u klimatski povoljnijoj godini prinos sjemena hibrida kukuruza OS 617 bio viši u odnosu na hibrid OS 602 za 38,46 %. U 2013. godini ostvaren je prosječan prinos zrna od 1,98 t/ha za oba hibrida. Najmanji prinos zrna dao je hibrid OS 602 (1,59 t/ha), dok je hibrid OS 617 imao prinos od 2,67 t/ha. Najrodniji hibrid u 2014. bio je OS 617 (3,78 t/ha), dok je manji prinos ostvario hibrid OS 602 (2,73 t/ha). Prosječni prinos u 2014. godini iznosio je 3,25 t/ha i kao takav bio je viši od prinosa u 2013. godini.

Ključne riječi: sjemenski kukuruz, prinos, hibridi, vremenski uvjeti

9. SUMMARY

The aim of this work is the analysis of the production of seeds of different genetic basis to determine the response line on climatic conditions, in the amount and distribution of precipitation, because the assumption is that the relative humidity is positively correlated with the amount of yield and quality of seeds. The study was conducted in two different years (2013 and 2014) where was analyzed seed production of two OS maize hybrids on the area of the Agricultural Institute in Osijek. Analysis of weather conditions was based on the average values of air temperature and rainfall in the study area during the growing season of maize in the period from 2013th to 2014th year, and the long-time average values for the period 1981.-2011 year. Analysis of maize hybrids shows that, compared to 2013, 2014 was significantly better. Grain yield of hybrid OS 617 was higher compared to the hybrid OS 602 in unfavorable weather conditions (drought) 2013 to 40.45%, while in the favorable climatic year grain yield of hybridOS 617 was higher than the hybrid OS 602 for 38.46%. In 2013 average yield of 1.98 t/ha for both hybrids was achieved. The smallest grain yield gave a hybrid OS 602 (1.59 t/ha), while the hybrid OS 617 had a yield of 2.67 t/ha. Yielding hybrid in 2014 was the OS 617 (3.78 t/ha), while hybrid OS 602 (2.73 t/ha) had lower yield. The average yield in 2014 was 3.25 t/ha and, as such, was higher than the yield in 2013.

Keywords: seed maize, grain yield, hybrids, weather conditions

10. POPIS SLIKA

Slika 1. Grafički prikaz anomalija srednje godišnje temperature zraka (str.30)
Slika 2. Grafički prikaz anomalija srednje godišnje temperature zraka (str. 32)

11. POPIS TABLICA

Tablica 1. Požnjevene površine (milijuni hektara), prosječni prinosi kukuruza (t/ha) i proizvodnja (milijuni tona) u svijetu od 2010. do 2012. godine (str.2)
Tablica 2. Požnjevene površine (ha), proizvodnja suhog zrna (t) i prosječni prinosi kukuruza (t/ha) u Republici Hrvatskoj od 2008. do 2013.godine (str. 3)
Tablica 3. Proizvodnja sjemena ratarskih kultura (ha) od 1980. do 2004. godine (str. 10)
Tablica 4. Proizvodnja hibrida kukuruza (t) u Hrvatskoj od 1981. – 2004. godine (str. 10)
Tablica 5. Prinosi kukuruza (t/ha) u istočnoj Hrvatskoj (2000-2006. g s procjenom za 2007.g) i meteorološki podaci za Osijek (str. 15)
Tablica 6. Klimatske prilike (2010-2011., i prosjek za razdoblje 1981-2011. na tri klimatka područja: Osijek, Bjelovar, Čakovec (str. 16)
Tablica 7. Rezultati agrokemijske analize tla (str. 22)
Tablica 8. Prikaz preporučenih doza konvencionalne i integrirane gnojidbe te potrebnih hraniva u narednoj godini za parcelu 2433873 prema agrokemijskoj analizi tla (str. 24)
Tablica 9. Statistički prikaz usporedbe dva hibrida kukuruza kroz dvije proizvodne godine (str. 28)
Tablica 10. Prikaz meteoroloških podataka o prosječnoj mjesečnoj, maksimalnoj i minimalnoj temperaturi zraka za područje Osijeka 2013. godine (str. 31)
Tablica 11. Prikaz meteoroloških podataka o prosječnoj mjesečnoj maksimalnoj i minimalnoj temperaturi zraka za područje Osijeka 2014. godinu (str. 32)

12. POPIS GRAFIKONA

Graf 1. Prikaz meteoroloških podataka o prosječnoj mjesečnoj količini oborina za dvogodišnje razdoblje (2013.- 2014.) na području Osijeka (str. 29)
Graf 2. Klimagram meteoroloških podataka o prosječnoj mjesečnoj temperaturi zraka i prosječnoj mjesečnoj količini oborina za 2013.godinu na području Osijeka (str. 33)
Graf 3. Klimagram meteoroloških podataka o prosječnoj mjesečnoj temperaturi zraka i prosječnoj mjesečnoj količini oborina za 2014.godinu na području Osijeka (str. 33)

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku **Diplomski rad**
Poljoprivredni fakultet u Osijeku
Diplomski sveučilišni studij Bilinogojstvo smjer *Biljna proizvodnja*

UDK:
Znanstveno područje: Biotehničke znanosti
Znanstveno polje: Poljoprivreda

UTJECAJ VREMENSKIH PRILIKA NA PRINOS SJEMENSKOG KUKURUZA

Josip Kovačević

Sažetak: Cilj ovog rada je analizom proizvodnje sjemena različitih genetskih osnova utvrditi reakciju linija na klimatske uvjete, točnije na količinu i raspored oborina, jer je pretpostavka da je relativna vlaga zraka u pozitivnoj korelaciji sa visinom prinosa i kakvoćom sjemena. Istraživanje je provedeno u dvije različite godine (2013. i 2014.) gdje je analizirana proizvodnja sjemena dva OS hibrida kukuruza na površinama Poljoprivrednog instituta u Osijeku. Analiza vremenskih prilika bazirana je na srednjim vrijednostima temperatura zraka i količini oborina na istraživanom području tijekom vegetacijskog razdoblja kukuruza u razdoblju od 2013.-2014. godine, te na višegodišnjim prosječnim vrijednostima za razdoblje 1981.-2011 godine. Analiza prinosa hibrida kukuruza pokazuje da je u odnosu na 2013. godinu, 2014. godina bila signifikantno bolja. Prinos sjemena hibrida OS 617 bio je viši u odnosu na hibrid OS 602 u klimatski nepovoljnijoj (sušnoj) 2013. godini za 40,45 %, dok je u klimatski povoljnijoj godini prinos sjemena hibrida kukuruza OS 617 bio viši u odnosu na hibrid OS 602 za 38,46 %. U 2013. godini ostvaren je prosječan prinos zrna od 1,98 t/ha za oba hibrida. Najmanji prinos zrna dao je hibrid OS 602 (1,59 t/ha), dok je hibrid OS 617 imao prinos od 2,67 t/ha. Najrodniji hibrid u 2014. bio je OS 617 (3,78 t/ha), dok je manji prinos ostvario hibrid OS 602 (2,73 t/ha). Prosječni prinos u 2014. godini iznosio je 3,25 t/ha i kao takav bio je viši od prinosa u 2013. godini.

Rad je izrađen pri: Poljoprivredni fakultet u Osijeku
Mentor: Prof. dr. sc. Bojan Stipešević

Broj stranica: 48
Broj grafikona i slika: 3,2
Broj tablica: 11
Broj literaturnih navoda: 27
Broj priloga: -
Jezik izvornika: hrvatski

Ključne riječi: sjemenski kukuruz, prinos, hibridi, vremenski uvjeti

Datum obrane:

Stručno povjerenstvo za obranu:
1. Prof.dr.sc.Danijel Jug, redoviti profesor
2. Prof. dr. sc. Bojan Stipešević, redoviti profesor
3. Dr. sc. Bojana Brozović, znanstveni novak

Rad je pohranjen u: Knjižnica Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku**,** Sveučilištu u Osijeku, Kralja Petra Svačića 1d

BASIC DOCUMENTATION CARD

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek **Graduate thesis**
Faculty of Agriculture
University graduate study Plant production course *Plant Production*

UDK:
Scientific area: Biotechnical Sciences
Scientific field: Agriculture

IMPACT OF WEATHER CONDITIONS AT SEED MAZE GRAIN YIELD

Josip Kovačević

Abstract: The aim of this work is the analysis of the production of seeds of different genetic basis to determine the response line on climatic conditions, in the amount and distribution of precipitation, because the assumption is that the relative humidity is positively correlated with the amount of yield and quality of seeds. The study was conducted in two different years (2013 and 2014) where was analyzed seed production of two OS maize hybrids on the area of the Agricultural Institute in Osijek. Analysis of weather conditions was based on the average values of air temperature and rainfall in the study area during the growing season of maize in the period from 2013th to 2014th year, and the long-time average values for the period 1981.-2011 year. Analysis of maize hybrids shows that, compared to 2013, 2014 was significantly better. Grain yield of hybrid OS 617 was higher compared to the hybrid OS 602 in unfavorable weather conditions (drought) 2013 to 40.45%, while in the favorable climatic year grain yield of hybrid OS 617 was higher than the hybrid OS 602 for 38.46% . In 2013 average yield of 1.98 t/ha for both hybrids was achieved. The smallest grain yield gave a hybrid OS 602 (1.59 t/ha), while the hybrid OS 617 had a yield of 2.67 t/ha. Yielding hybrid in 2014 was the OS 617 (3.78 t/ha), while hybrid OS 602 (2.73 t/ha) had lower yield. The average yield in 2014 was 3.25 t/ha and, as such, was higher than the yield in 2013.

Thesis performed at: Faculty of Agriculture in Osijek
Mentor: Dr. sc. Bojan Stipešević, full professor

Number of pages: 48
Number of figures: 3,2
Number of tables: 11
Number of references: 27
Number of appendices: -
Original in: Croatian

Key words:seed corn, yield, hybrids, weather conditions

Thesis defended on date:

Reviewers:
1. Prof.dr.sc. Danijel Jug, full professor
2. Prof. dr. sc. Bojan Stipešević, full professor
3. Dr. sc. Bojana Brozović, research assistant

The work is stored in:Library, Faculty of Agriculture in Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Kralja Petra Svačića 1d.