

# Utjecaj agroekoloških čimbenika različitih lokaliteta na prinos i kemijska svojstva zrna kukuruza

---

Nekić, Ivan

Master's thesis / Diplomski rad

2019

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

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

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:818863>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-31**



Sveučilište Josipa Jurja  
Strossmayera u Osijeku

**Fakultet  
agrobiotehničkih  
znanosti Osijek**

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the Faculty of Agrobiotechnical  
Sciences Osijek - Repository of the Faculty of  
Agrobiotechnical Sciences Osijek](#)



SVEUČILIŠTE J.J. STROSSMAYERA U OSIJEKU  
**FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK**

Ivan Nekić

Diplomski studij Ishrana bilja i tloznanstvo

**UTJECAJ AGROEKOLOŠKIH ČIMBENIKA RAZLIČITIH  
LOKALITETA NA PRINOS I KEMIJSKA SVOJSTVA ZRNA  
KUKURUZA**

Diplomski rad

Osijek, 2019.

SVEUČILIŠTE J.J. STROSSMAYERA U OSIJEKU  
**FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK**

Ivan Nekić

Diplomski studij Ishrana bilja i tloznanstvo

**UTJECAJ AGROEKOLOŠKIH ČIMBENIKA RAZLIČITIH  
LOKALITETA NA PRINOS I KEMIJSKA SVOJSTVA ZRNA  
KUKURUZA**

Diplomski rad

Osijek, 2019.

**SVEUČILIŠTE J.J. STROSSMAYERA U OSIJEKU**  
**FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK**

Ivan Nekić

Diplomski studij Ishrana bilja i tloznanstvo

**UTJECAJ AGROEKOLOŠKIH ČIMBENIKA RAZLIČITIH**  
**LOKALITETA NA PRINOS I KEMIJSKA SVOJSTVA ZRNA**  
**KUKURUZA**

Diplomski rad

Povjerenstvo za obranu diplomskog rada:

1. doc.prof. dr. sc. Miro Stošić, predsjednik
2. izv.prof. dr. sc. Brigita Popović, mentorica
3. prof. dr. sc. Bojan Stipešević, član

Osijek, 2019.

## SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
1.1 Kukuruz za proizvodnju etanola .....	2
1.2 Cilj istraživanja .....	3
2. PREGLED LITERATURE .....	4
3. MATERIJALI I METODE .....	9
3.1 Odabir lokaliteta .....	9
3.2 Laboratorijske analize .....	10
3.2.1 Priprema uzorka zrna kukuruza za analizu etanola .....	10
3.2.2 Priprema otopine kvasca .....	11
3.2.3 Priprema otopine 12%(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .....	11
3.2.4 Lemuz metoda .....	11
3.2.5 Gravimetrijsko mjerenje .....	12
3.2.6 Priprema uzorka za HPLC .....	12
3.3 Statistička obrada podataka .....	12
4. REZULTATI .....	13
4.1 Agroekološki čimbenici lokaliteta .....	13
4.1.1 Klimatski faktori na lokalitetu Osijek i Kneževo (Beli Manastir) .....	13
4.1.2 Klimatski faktori na lokalitetu Šašincevec (Zagreb) .....	16
4.2 Prinos zrna i etanola kukuruza na različitim lokalitetima provedbe pokusa.....	19
4.3 Utjecaj gustoće sklopa na prinos zrna i etanola kukuruza .....	20
4.4 Utjecaj godine uzgoja na prinos zrna i etanola kukuruza .....	22
4.5 Utjecaj nenamjenskih i namjenskih hibrida na prinos zrna i etanola kukuruza.....	23
4.6 Utjecaj prinosa zrna kukuruza na prinos etanola .....	25
4.7 Utjecaj FAO grupa kukuruza na prinos zrna i etanola .....	25
5. RASPRAVA .....	27
5.1 Agroekološki čimbenici lokaliteta .....	27
5.2 Prinos zrna i etanola kukuruza na različitim lokalitetima provedbe pokusa .....	28
5.3 Utjecaj gustoće sklopa na prinos zrna i etanola kukuruza .....	28
5.4 Utjecaj godine uzgoja na prinos zrna i etanola kukuruza .....	29

5.5 Utjecaj nenamjenskih i namjenskih hibrida na prinos zrna i etanola kukuruza .....	29
5.6 Utjecaj prinosa zrna kukuruza na prinos etanola .....	30
5.7 Utjecaj FAO grupa kukuruza na prinos zrna i etanola .....	30
6. ZAKLJUČAK .....	32
7. POPIS LITERATURE .....	33
8. SAŽETAK .....	36
9. SUMMARY .....	37
10. POPIS TABLICA .....	38
11. POPIS SLIKA .....	39
12. POPIS GRAFIKONA .....	40
TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA	
BASIC DOCUMENTATION CARD	

## 1. UVOD

Kukuruz (lat. *Zea mays* L.) je biljka kojoj latinski naziv potječe od riječi „Maize“ što doslovno znači „onaj koji održava život“. Krajem 15. stoljeća, nakon otkrića kontinenta Amerike kukuruz je introduciran u Europu preko Španjolske (FAO, 1992.). Ekonomski je veoma značajan jer cijeli nadzemni dio biljke ima više od tisuću namjena. Osim ekonomskih značaja primjenjuje se i u brojnim istraživanjima. Iskoristivost kukuruza se u zadnjim desetljećima sve više bazira za proizvodnju bioplina uslijed smanjenja prirodnih resursa nafte koja predstavljaju neobnovljive izvore energije. Države koje najviše uzgajaju kukuruz su SAD, Kina, Brazil, Europska Unija i ostale (USDA Fas Grain, 2018.). Većina kukuruza u SAD-u namijenjena je za proizvodnju bioplina, dok je u Hrvatskoj i ostatku Europe proizvodnja orijentirana najviše za stočnu ishranu.

Trenutno je najzastupljenija žitarica u Svijetu sa tendencijom rasta proizvodnje (Statista, 2019.). Uzgaja se u različitim klimatskim uvjetima. Raspon klimatskih uvjeta uzgoja uglavnom je od tropskih do umjerenih. Genetskom manipulacijom i agronomskim tehnikama postiže se veća produktivnost i otpornost sve težim uvjetima uzgoja koja su posljedica klimatskih promjena i degradacija tala. Proizvodnja kukuruza se prema podacima *državnog zavoda za statistiku* u Hrvatskoj stalno povećava te je u 2018. godini iznosila 247000 hektara. Razlog povećanja proizvodnje kukuruza je povećani prirod po hektaru i sve veća potražnja za bioplinska postrojenja. Prirod po hektaru kukuruza za silažu u 2018 godini iznosio je 10400 kg/ha, a kukuruza za zrno 2800 kg/ha (DZS, 2018.).

Kukuruz je izvornim arealom tropska biljka. Iako se genetikom proizvode hibridi i otpornije biljke treba računati da različiti mikroklimati zahtijevaju različitu prilagodbu biljke za rast, razvoj i fiziološku zrelost. S obzirom na područje uzgoja i namjenu za proizvodnju etanola potrebno je prilagoditi genetiku hibrida, FAO grupe te agrotehničke mjere da bi prinos zrna i potencijal zrna za proizvodnju etanola bio veći.

## 1.1 Kukuruz za proizvodnju etanola

Kukuruzno zrno u Svijetu i dalje se najviše koristi za stočnu ishranu, međutim zadnjim desetljećima sve se više orijentira za proizvodnju bioetanola. Većina bioetanola u SAD-u proizvodi se iz kukuruza, a manji dio iz slatkog sirka, ječma, pšenice i sirutke (Mousdale, 2008.). Na prostoru Europe kukuruz se najviše koristi za proizvodnju bioplina u Španjolskoj i centralnoj Europi. U Aziji najviše u Kini koja je nakon SAD-a drugi proizvođač bioplina. Za proizvodnju etanola sjemenarske kuće proizvode hibride koje karakteriziraju visok sadržaj fermentirajućeg škroba. Visok sadržaj fermentirajućeg škroba je esencijalan za učinkovitu proizvodnju etanola. Proizvodnja bioetanola iz zrna utječe na potražnju za kukuruzom i njegovu cijenu. Uz visoki prirod po hektaru i sve veću cijenu jedna je od najisplativijih kultura za uzgoj.

Iz cijelog nadzemnog dijela kukuruza može se proizvoditi etanol, međutim potrebni su enzimi koji pretvaraju celulozu u glukozu koji su skuplji nego enzimi za pretvorbu škroba iz zrna. Da bi proizvodnja etanola bila jeftinija proizvode se hibridi koji će sadržavati vlastite enzime za pretvorbu celuloze u jednostavnije šećere. Enzimi ostaju pasivni sve do povećanja temperature u proizvodnji i nalaze se uglavnom u listu i stabljici pa ne postoji opasnost od njihovog štetnog djelovanja ako bi se zrno koristilo za ishranu. Prinos biomase nastoji se povećati agrotehničkim mjerama, gnojidbom, mijenjanjem morfologije i povećanjem fotosintetske aktivnosti. Bitno je odabrati hibride koji će ostvariti visoki prinos biomase uz što kvalitetniji kemijski sastav zrna i stabljike. Proizvođači kukuruza mogu najviše 35% biljne mase ukloniti bez štetnog djelovanja na biološka, fizikalna i kemijska svojstva tla uz adekvatno održavanje proizvodnog zemljišta.

Najznačajniji nusproizvodi koji nastaju pri proizvodnji etanola (osim etanola) su: kukuruzna klica, mekinje, CO<sub>2</sub> i destilacijski ostatak. Svi nusproizvodi su iskoristivi. Neka postrojenja koriste CO<sub>2</sub> dobiven iz proizvodne etanola za pravljenje gaziranih pića i suhog leda. Destilacijski ostatak predstavlja dobru sirovinu za gnojenje tla, a uz doradu i za prehranu stoke.



## 1.2 Cilj istraživanja

Cilj istraživanja je utvrditi dali i u kojoj mjeri klimatski čimbenici, gustoća sklopa, lokaliteti, godina uzgoja i različitost hibrida utječu na prinos zrna i količinu proizvedenog etanola iz zrna kukuruza.

Pretpostavka je da:

1. Agroekološki čimbenici različitih lokaliteta utječu na prinos kukuruznog zrna i etanola.
2. Svi hibridi ostvaruju najveći prinos zrna i etanola u najgušćem ispitivanom sklopu od 80000 biljaka/ha.
3. Namjenski hibridi za proizvodnju etanola ostvaruju veći prinos etanola od nenamjenskih hibrida.
4. Prinos zrna kukuruza utječe na prinos etanola.
5. Hibridi kasnijih FAO grupa imaju veći prinos zrna i etanola.

## 2. PREGLED LITERATURE

Otpriblike 45% solarne radijacije dopijeva na površinu tla, jedan dio se reflektira, ali najvećim dijelom je apsorbirana energija koja služi za zagrijavanje tla i prizemnog zraka te za evapotranspiraciju. Transpiracija ovisi o klimi, vlažnosti tla, količini hraniva u tlu i mnogim drugim faktorima te da za kukuruz iznosi 370 (Škorić, 1990.).

Kišni faktor je kvocijent srednjih godišnjih ili mjesečnih oborina i srednje godišnje ili mjesečne temperature (Lang, 1920.).

Vukadinović i Vukadinović (2011.) ukazali su da u zdravom tlu hraniva se nalaze u pristupačnom obliku te ih biljke koriste prema svojim potrebama. Budući da biljke kukuruza usvoje više od 50% dušika i fosfora te 80% kalija prije ulaska u reproduktivni stadij, neophodna je dobra raspoloživost i dovoljna količina tih hraniva već u početku vegetacije i tijekom čitavog razdoblja rasta.

Etanol se široko primjenjuje u industriji, kao otapalo, u proizvodnji boja, u farmaceutskoj industriji, za dobivanje acetaldehida, octene kiseline, etil acetata, etera i dr. Također se (uz metanol) može rabiti kao gorivo, primjerice kao smjesa 10 do 20% alkohola s 80 do 90% bezolovnog benzina. Zeaxantin je hidroksi-derivat  $\beta$ - karotena. Glavni je pigment žutog kukuruza (Amić, 2008.).

Lončarić i sur., (2015.) navode da kvaliteta tla jest mogućnost određenog tla da ispunjava svoju ulogu u prirodnome ili uređenom ekosustavu u podržavanju produktivnosti biljaka i životinja, održavanju ili poboljšavanju kvalitete vode i zraka te potpomaganju zdravlja i života ljudi.

Vukadinović (2011.) ukazuje da su problemi s deficitom cinka i željeza na kukuruzu vrlo česti i zahvaćaju velike površine na najistočnijem dijelu Hrvatske što je usko povezano s visokom pH-vrijednosti prapornih (lesnih) ravni tog područja i sadržajem karbonata >20% u matičnom supstratu.

Prilikom sjetve kukuruza je važno voditi računa o gustoći sklopa kako ne bi u toku vegetacije nastupilo zasjenjivanje biljaka, što bi za posljedicu imalo povećan broj jalovih biljaka i umanjen prinos. Endosperm predstavlja najvažniji dio ploda s ekonomskog gledišta, jer se u njemu nalazi škrob koji se koristi za ishranu ljudi, stoke i industrijsku preradu (Zovkić, 1981.).

Kolak (1994.) navodi da plodna ili umjereno plodna tla su pogodna za većinu sjemenskih usjeva. Ako je na njima osigurano navodnjavanje, prirod sjemena, njegova kakvoća pa i financijski učinak mogu biti izuzetno visoki. Jak vjetar i toplo sušno vrijeme smanjuje vijabilnost peluda i oplodnju.

Gagro (1997.) utvrđuje da ako je kukuruz izložen pretjeranoj vlažnosti ili suši, ako je tlo siromašno i nepovoljnog mehaničkog sastava; proizvodnja kukuruza bit će smanjena, a u nepovoljnim klimatskim uvjetima i problematična. Do polijeganja može doći ako zbog bilo kojih razloga imamo pregust usjev, pa nemamo dovoljno svjetlosti. Zbog bogate konfiguracije terena Hrvatska ima karakteristična klimatska područja, koja pogoduju proizvodnji određenih poljoprivrednih kultura.

Iako je proizvodnja etanola jeftinija iz šećernih sirovina, njegov prinos je veći iz kukuruza (Semenčenko i sur., 2011.).

Kim i sur. (2005.) navode da se mokrom meljavom iz 1 kg suhog zrna kukuruza može dobiti 0,30 kg etanola, dok noviji podaci govore da se sukladno današnjim proizvodnim standardima u proizvodnim pogonima iz 1 tone zrna kukuruza može dobiti 430 litara etanola (Sharma, 2016.).

Douglas i sur. (1982.) i Tollenaar i Murányi (2015) došli su do zaključka da su hibridi korišteni u istraživanjima ostvarili maksimalan prinos zrna u sklopovima između 80000 i 90000 biljaka/ha.

Assefa i sur. (2017.) zaključuju da su na povećanje prinosa kukuruza kroz promatrano razdoblje od 1987. do 2015. godine utjecali sljedeći čimbenici: razvoj i upotreba unaprjeđene genetike, unaprjeđenje proizvodne prakse i ulaganja te specijalizacija proizvodnje kukuruza tj. proizvodnja kukuruza u područjima koja su se pokazala pogodnija za uzgoj kukuruza.

Porast prosječnog prinosa zrna kukuruza na svjetskoj razini od početka 20. stoljeća pa do 2005. godine iznosio je približno 500%. Procjenjuje se da je 40 do 50% tog napretka ostvareno zahvaljujući poboljšanjima u agrotehničkoj praksi i tehnologiji, dok su za 50 do 60% zaslužna genetska unaprjeđenja kultivara (Duvick, 2005.).

S obzirom na to da škrob predstavlja izvor etanola u zrnu kukuruza vrlo je važan odnos pojedinih sastojka u zrnu kukuruza, naročito odnos škroba i proteina (Zuber i sur., 1954.).

Idikut i sur. (2009.) utvrđuju da sam hibrid sa svojim genetskim predispozicijama stvara veći ili manji udio škroba, odnosno proteina čiji je odnos obrnuto proporcionalan.

Hegy i sur. (2008.) utvrdili su da i pripadnost određenoj vegetacijskoj skupini može utjecati na sadržaj škroba u zrnu. FAO grupa 500 ima veći sadržaj škroba nego FAO grupe 200, 300 i 400.

Wu i sur. (2006.) ukazuju da sadržaj proteina u zrnu nema nikakav utjecaj na pretvorbu škroba u etanol.

Istraživanje Jukić i sur. (2003.) dovelo je do zaključka da razina primijenjene agrotehnike ne utječe na sastav zrna i prinos etanola.

Dien i sur. (2002.); Haeferle i sur. (2003.); Singh i Graeber (2005.) izvještaju da prinos etanola ne ovisi isključivo o sadržaju škroba.

Naidu i sur. (2007.) ustanovljuju da veličina čestica ovisi o prinosu etanola. Usitnjenije čestice su u snažnijoj korelaciji s povećanjem prinosa etanola.

Eckhoff i sur. (1996.) koristeći 5 hibrida kukuruza ustanovljuju da sposobnost hibrida za veću ekstraktibilnost škroba nije značajno u korelaciji sa sposobnošću fermentiranja etanola.

Pruett (2002. i neobjavljeni podaci) proučava 18 hibrida kukuruza koristeći mokro usitnjavanje i skraćeno suho usitnjavanje koje pokazuju totalnu koncentraciju glukoze. Ovi podaci su uspoređeni s prinosom ekstraktibilnog škroba. Koncentracija glukoze i prinos ekstraktibilnog škroba nisu u korelaciji.

Singh i Graeber (2005.) determiniraju ekstraktibilni prinos škroba i prinos etanola za 18 hibrida na 4 različite lokacije. Primjećuju nepostojanje povezanosti između završne koncentracije etanola i ekstraktibilnog prinosa škroba.

Haeferle i sur. (2004.) provode laboratorijsku analizu kukuruza iz širokog genetičkog uzorka od 26 hibrida. Prinos etanola mjere kao gubitak CO<sub>2</sub> po jedinici mase krute tvari kukuruza i ustanovljuju osrednju povezanost iz ukupne količine krute tvari i prinosa etanola.

Zhan i sur. (2003.) koriste 8 sorti siraka i proučavaju vezu između kultivara i uvjeta uzgoja na količinu proizvedenog etanola. Koristi se postupak suhog mljevenja i utvrđena je slaba korelacija ukupnog sadržaja škroba i količine proizvedenog etanola, dok je sadržaj proteina

dosta povezaniji s prinosima etanola. Donesen je zaključak da hibridi i lokacija uzgoja sirka utječu na prinos etanola.

Naidu i sur. (2007.) razvijaju 500-gramski proces za kukuruz jer je bila potrebna imitacija proizvodnje na manjoj razini koja koristi enzime, kvasac i čimbenike proizvodnje slične industrijskom načinu proizvodnje. Ovakva je procedura korisna zato što genetički materijal možda ima ograničenu sposobnost, a veliki uzorci smanjuju kapacitet laboratorija za provođenje procedure. Nekoliko istraživača proučavaju koncentraciju etanola u fermentacijskim bujonima i usporedili su ih s jeftinijim metodama mjerenja kao što su razlika u gubitku težine. Ciljevi su razviti čimbenike proizvodnje, promatrati učinke na mjerenje prinosa etanola i provjeriti preciznost, tj. točnost laboratorijskih metoda za mjerenje prinosa etanola iz uzoraka kukuruza.

U slučaju postupnog nedostatka dušika javljaju se grube, odrvenjele stabljike (zbog nakupljanja ugljikohidrata koji se ne mogu koristiti u sintezi aminokiselina). Ti se ugljikohidrati mogu koristiti za sintezu antocijanina koji izazivaju crvenkasto-purpurna obojenja listova, peteljki i stabljika (vidljivo kod kukuruza). Bor ima važnu ulogu u oplodnji te se simptomi nedostatka javljaju u vidu neoplođenih sjemenih zametaka (nedostatak ili slabo razvijeno sjeme), npr. kukuruzni klip s nepotpunim brojem zrna itd. Kod nekih biljaka (kukuruz, sirak i grah) na starijim listovima dolazi do intervenozne kloroze i pojave bijelih nekrotičnih pjega uslijed nedostatka cinka. Mnoge jednogodišnje kulture (kukuruz, pšenica, soja i dr.) stare i odumiru vrlo brzo nakon stvaranja ploda, čak i u optimalnim uvjetima za rast. Biljke tropskih i subtropskih krajeva vrlo su osjetljive na niske temperature (Lazarević i Poljak, 2019.).

Trajanje prašenja metlice ovisi o genotipu i o činiocima okoline. Hladno i vlažno vrijeme uzrokuje zakašnjenje cvatnje i produžava vrijeme prašenja. Jedna metlica može prašiti od 1 do 2 dana pa do više od tjedan dana (Martinčić i Marić, 1996.).

Vukadinović (1993.) navodi da količina nastale organske tvari neposredno zavisi od bioloških, klimatskih i zemljišnih čimbenika, pa se plodnost tla, iako je to njegovo najvažnije svojstvo ne može apsolutno utvrditi. Količina vode u tlu zavisi od teksture i sadržaja organskih tvari u njemu. Tla fine teksture zadržavaju više vode u odnosu na tla grube strukture.

Gotlin i Pucarić (1970.) navode da se povećanjem lisne površine usjeva i zasjenjivanjem donjih listova smanjuje drugi faktor koji učestvuje u formiranju prinosa, tj. produktivnost fotosinteze. Naime listovi unutar usjeva zauzimaju razne položaje- od horizontalnog do vertikalnog. Što su gornji listovi veći i horizontalnijeg položaja to će oni propuštati u dubinu usjeva manje svjetla pa će donji listovi prije doći u priliku nedovoljnog osvjetljenja i postati „paraziti“ na biljci. Biljke s takvim položajem lišća će se za postizanje najvećeg prinosa trebati manju lisnu površinu. Međutim ako su gornji listovi uspravnijeg položaja, svjetlo će prodirati dublje u usjev pa će donji listovi biti dovoljno osvijetljeni da vrše fotosintezu. Kod takvih biljaka za postizanje najvećih prinosa bit će potrebna znatno veća lisna površina, jer u suprotnom bi mnogo svjetla dolazilo do površine tla i kao takvo bilo bi izgubljeno za fotosintezu. Povećavajući znatnije veličinu lisne površine uz njezino dobro osvjetljenje produktivnost fotosinteze će sporije padati, a to znači da će i prinos biti veći.

Rapčan (2014.) navodi da se masti u zrnu žitarica nalaze u malim količinama (2,3-6,5%). Mast je uglavnom sadržana u klici, a nešto i u aleuronskom sloju te, ako se radi o jednostavnoj meljavi, klica ulazi u brašno pa je otežano čuvanje takvog brašna, jer zbog masti može užegnuti. Relativno bogato mastima je zrno kukuruza zbog velike klice i u njoj može imati do 40% masti. Bjelančevine kukuruza biološki su manje vrijedne jer im nedostaju potrebne esencijalne aminokiseline.

Bothast i Schlicher (2005.) u svom radu navode da su istraživači tvrtke Pioneer utvrdili da određeni hibridi daju do 4% više etanola po jedinici mase u odnosu na ostale hibride korištene u istom istraživanju. Takve hibride su nazvali High Total Fermentable (HTF).

Zoeller (2008.) u svome istraživanju također koristi HTF hibride i ustvrdila je da su HTF hibridi dali 3,6 % više etanola po jedinici mase nego ostali hibridi korišteni u istraživanju.

Milašinović i sur. (2007.) navode da hibridi s većim sadržajem škroba imaju i veći prinos etanola.

Mahanna (2011.) ustanovljuje da postoji utjecaj hibrida i gustoće sklopa na sadržaj škroba u zrnu kukuruza.

Voća (2009.) tvrdi da će na prinos etanola više imati utjecaja sam hibrid nego nekakvi faktori u postupku prerade zrna kukuruza.

### 3. MATERIJALI I METODE

#### 4.3 Odabir lokaliteta

Pokus je bio postavljen na 3 različite lokacije kroz dvije vegetativne sezone. Lokacije pokusa su bile Šašincevec, Kneževu i Osijek. Sve tri lokacije međusobno su se razlikovale po agroekološkim uvjetima uzgoja. Kneževu i Osijek nešto su srodnijih uvjeta uzgoja jer se nalaze relativno blizu. Pokus je bio posijan 2012. i 2013. godine. Klimatski utjecaji na lokacijama pokusa prikazuju se pomoću podataka *Državnog hidrometeorološkog zavoda* (DHMZ).

Na svakoj lokaciji u obje vegetacijske sezone predkulture kukuruza bile su: u Kneževu šećerna repa, u Osijeku ozima pšenica i u Šašincevcu jari ječam.

Hibridi kukuruza uzgajani su intenzivnim načinom uzgoja. Na svim lokacijama provedeno je duboko zimsko oranje na dubini od 35 cm. U proljetnoj predsjetvenoj pripremi tla na lokaciji Osijek i Kneževu korišten je sjetvospremač. Na lokaciji Šašincevec korištena je rotodrljača. Sjetva se obavljala četverorednom pneumatskom sijačicom Winersteiger TC2700. Za berbu zrna na obračunskim parcelicama korišten je dvoredni kombajn Wintersteiger Nurserymaster Elite. Ovaj tip kombajna specijaliziran je za berbu mikropokusa.

Na svim lokalitetima mineralna hraniva (N, P, K) su dodana tijekom osnovne i predsjetvene pripreme tla. Dušik je dodan tijekom kultivacije kao gnojivo za prihranu. Primjena herbicida bila je prije i nakon nicanja.

Na svim lokacijama bio je postavljen dvofaktorijalni pokus u 4 ponavljanja. Glavni faktor u pokusu bila je gustoća sklopa, a podfaktor hibrid. Gustoće sklopa korištene za pokus su bile 60000, 70000 i 80000 biljaka/ha.

Hibridi koji su se koristili za provedbu pokusa su od proizvođača: DuPont Pioneer, BC Institut Zagreb i Poljoprivredni Institut Osijek. Pioneerovi hibridi su PR37Y12 i PR35F38. Hibridi BC instituta Zagreb su Bc 344 i Bc 532. Hibridi Poljoprivrednog Instituta Osijek su Os 515 i Os 378. Pioneerov hibrid PR37Y12 spada u FAO grupu 350, a hibrid PR35F38 u grupu 510. Hibridi BC instituta Zagreb Bc 344 spada u FAO grupu 300, a hibrid BC 532 u grupu 520. Hibrid Poljoprivrednog Instituta Osijek OSSK515 spada u FAO grupu 500, a OS378 u FAO grupu 300. Iz prethodno navedenog može se zaključiti da su od tri proizvođača bila izabrana po dva hibrida s jednom ranijom i jednom kasnijom FAO grupom.

Poljski pokusi bili su posijani na svakoj lokaciji zasebno, a svi članovi pokusa na pojedinoj lokaciji isti dan. Osnovna parcela sastojala se od 4 reda kukuruza u kojima je razmak između redova bio 70 cm. Obračunska parcela sastojala se od 2 srednja reda. Dužine redova su bile po 8 m.

Berba pokusa se odvijala u fazi fiziološke zriobe. Iz rubnih dijelova parcelice u dva ponavljanja na 5 nasumično ubranih klipova FAO grupe 500 provjeravala se pojava crnog sloja u zrnu klipa. U berbi se određivao prinos zrna i sadržaj vode u njemu, a uzimala se i količina zrna za buduću lemuz laboratorijsku analizu. Dobiveni prinos preračunavao se na osnovu 14% vode u zrnu.

#### **4.4 Laboratorijske analize**

Analiza uzorka kukuruza na osnovni kemijski sastav zrna (sadržaj proteina, ulja, vlage, i škroba) provedena je u laboratoriju Poljoprivrednog instituta Osijek, dok je analiza etanola (Lemuz metodom) provedena u Centralnom laboratoriju Zavoda za agroekologiju i zaštitu okoliša Fakulteta agrobiotehničkih znanosti u Osijeku.

##### *3.1.1 Priprema uzorka zrna kukuruza za analizu etanola*

Prikupljeni uzorci zrna kukuruza dopremljeni su u laboratorij i osušeni na 130° C i zatim su se usitnjavali mlinom čekićarem opremljenim sa sitom promjera 3 mm. Mlin radi pri brzini mljevenja od 120 ± 10 g/min 4500 o/min. Prvi korak u suhom mljevenju kukuruznog zrna je čestice što više homogenije usitniti. Kasnije njihova veličina utječe na probijanje vode, temperaturno prelaženje, škrobnu želatinizaciju, reakciju enzima i naposljetku fermentaciju kvasca.. Usitnjena je veća količina istog uzorka radi višestrukog ponavljanja i ako bi bilo potencijalne greške u uzorku pokusa. Uslijed greške uzorka isti se ponavljao u idućoj seriji, a po potrebi i na kraju ispitivanja svih uzoraka.

##### *3.1.2 Priprema otopine kvasca*

Kvasac je pripremljen na sljedeći način: 7.2 g suhog kvasca pomiješano je s 100 mL deionizirane vode, te inkubirano u vodenoj kupelji na 37 °C kroz 30 minuta. Koncentracija kvasca iznosila je: 1.2 g suhog kvasca/100 g kukuruzne kaše, ili 0.3 g kvasca/tikvici, tj. 4,2 ml otopine/tikvici. Kvasac se težinski dodavao u laboratoriju proporcionalno prosijeku



industrijskom dodavanju kvasca. Industrijsko dodavanje kvasca je od 0.88 do 1.76 kg/t škroba.

### *3.1.3 Priprema otopine 12%(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>*

12 g amonijevog sulfata otopljeno je u 100 ml destilirane vode.

### *3.1.4 Lemuz metoda*

Samljeveni uzorci homogenizirani su te se od 500 g uzorka odvojilo 25 g uzorka i prenjelo u Erlenmeyer tikvice. Škrob se zatim preliven s 75 ml destilirane vode te je podešen pH suspenzije na 6.0-6.5 s razrijeđenom otopinom 0.5 mol/dm<sup>3</sup> NaOH (natrijev hidroksid). Nakon svakog dodavanja razrijeđene otopine NaOH vršena je provjere pH vrijednosti (da bi rezultati bili što precizniji pH se postavljao da bude približno 6.25 kod svakog uzorka). Nakon namještanja pH dodan je alikvot  $\alpha$ -amilaze u količini od 27  $\mu$ l/tikvci (108  $\mu$ l/100g kukuruza) digitalnom pipetom. Tikvice sa suspenzijom kukuruza i  $\alpha$ -amilaze stavljene su u vodenu kupelj na 90 °C te su boravile u njoj 60 minuta nakon postizanja temperature od 90 °C. Da bi se spriječilo zgrušavanje suspenzije tikvice su se prvih 5 minuta snažno treskale u kupelji, pomoću mehanizma za treskanje. Nakon 60 minuta provedenih u vodenoj kupelji tikvice su se izvadile i hladile na 40 °C i ponovo se podešavao pH suspenzije na pH 4.5-5.0 dodajući 325  $\mu$ l otopine 1 mol/dm<sup>3</sup> HCl. Radi preciznijih rezultata pH je i u ovom slučaju postavljan na približno 4.75. Idući postupak je bio u svaku tikvicu dodati 4.2 mL otopine kvasca, 400  $\mu$ l 12% (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (amonijeva sulfata), te 20  $\mu$ l glukoamilaze. U gumene čepove su se zabole igle da bi CO<sub>2</sub> (ugljičkov dioksid) mogao slobodno isparavati. Širina igle je bila 1.27 mm, a duljina 38.1 mm. Gumeni čepovi su se postavili na tikvice i povezali sa žicom kako bi se spriječila mogućnost izdizanja čepova iz tikvica. Izdizanjem čepova iz tikvice dobije se pretjerano isparavanje vodene pare i nerealan rezultat; pogrešno se interpretira isparavanje vode umjesto ugljikovog dioksida.

### *3.1.5 Gravimetrijsko mjerenje*

Početnu težina tikvice s kukuruznom kašom, enzimima i kvascem bilo je potrebno izvagati te su tikvice stavljene u kupelj na 150 okr/min i 32 °C na 64 sata (ukoliko vodena kupelj nema treskalicu potrebno je povremeno dolaziti u laboratorij i uzorke treskati ručno). Nakon fermentacije utvrđena je masa završne težine tikvice s kukuruznom kašom, enzimima i kvascem. Slijepa proba, tj. tikvica bez sadržaja kukuruza, enzima i kvasca korištena je za provjeru potencijalnih pogreška ispitivanja. Gravimetrijsko određivanje prinosa etanola

podrazumijeva razliku u težini tijekom fermentacije koja traje 64 sata. Za određivanje prinosa etanola iz kukuruznog škroba različitih uzoraka smatra se razlika u težini fermentacije tijekom 64 sata izdvajanjem CO<sub>2</sub> (ugljikovog dioksida). Podatak se kasnije preračunava u prinos etanola po težini ispitivanog hibrida.

### *3.1.6 Priprema uzorka za HPLC*

HPLC (eng. *High-performance liquid chromatography*) je tehnika u analitičkoj kemiji koja se koristi za razdvajanje, identificiranje i mjerenje svih komponenta u promatranom uzorku.

Nakon vaganja tikvica dio fermenta (2 ml) odvojio se u plastične bočice i postavljao u centrifugu na 10 min pri 4000 okr./min. Tekuća suspenzija je nakon centrifugiranja odvojena, a kruta tvar (supernatant) pohranjena u 2 ml plastične ampule (bočice) s čepom.

## **4.5 Statistička obrada podataka**

Rezultati pokusa statistički su obrađeni u programu Microsoft Excel.

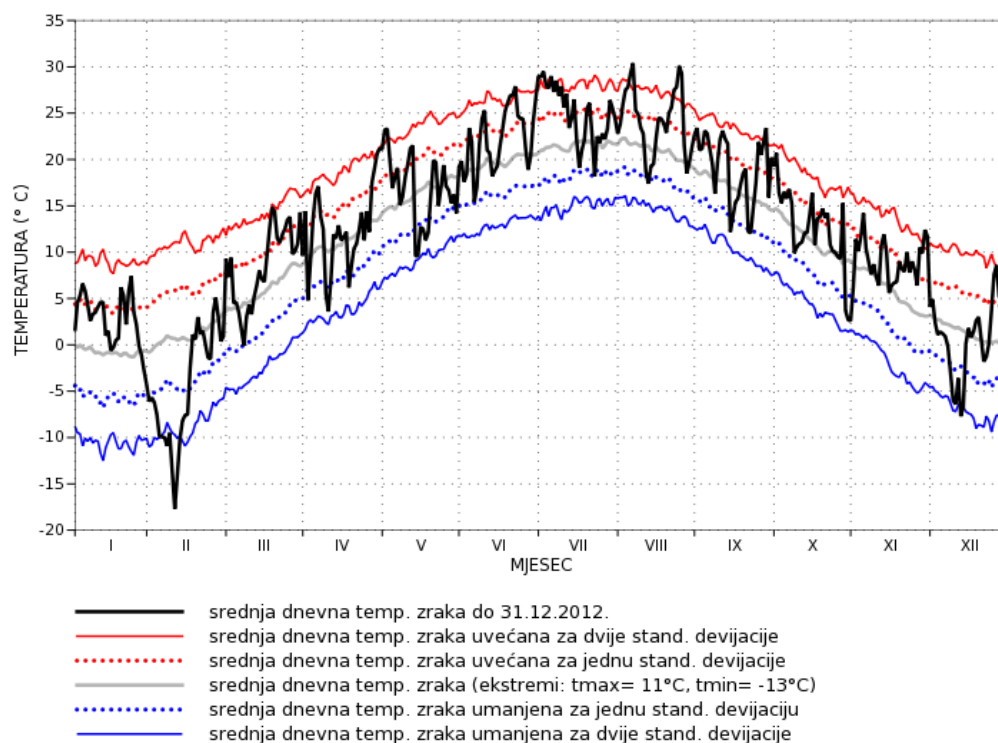
## 4. REZULTATI

Analizom rezultata utvrđenje utjecaj agroekoloških čimbenika različitih lokaliteta, gustoće sklopa, godine uzgoja, hibridi i FAO grupe utječu na prinos zrna kukuruza i prinos etanola iz zrna kukuruza.

### 4.1 Agroekološki čimbenici lokaliteta

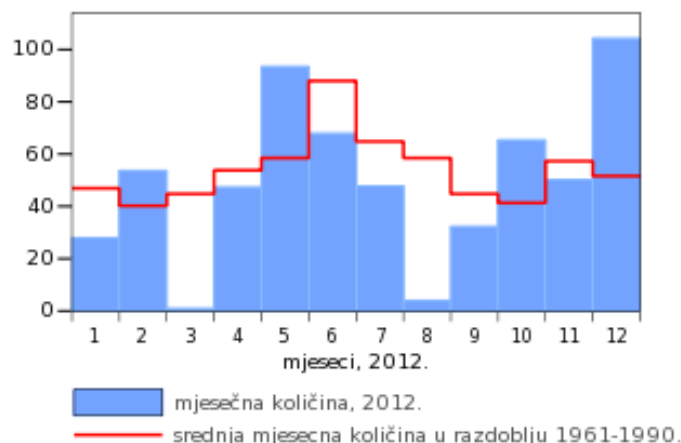
#### 4.1.1 Klimatski faktori na lokalitetu Osijek i Kneževo (Beli Manastir)

U 2012. godini krajem veljače zabilježen je temperaturni srednje dnevni minimum od -18 °C (Slika 1). Temperaturni srednje dnevni maksimum zabilježen je u kolovozu i iznosio je 32 °C. Oborina je najviše bilo u svibnju i prosincu, a u ožujku su izostale. U kolovozu je bilo vrlo malo oborina (Slika 2). Insolacija je bila prosječna i iznadprosječna, osim u veljači (Slika 3).

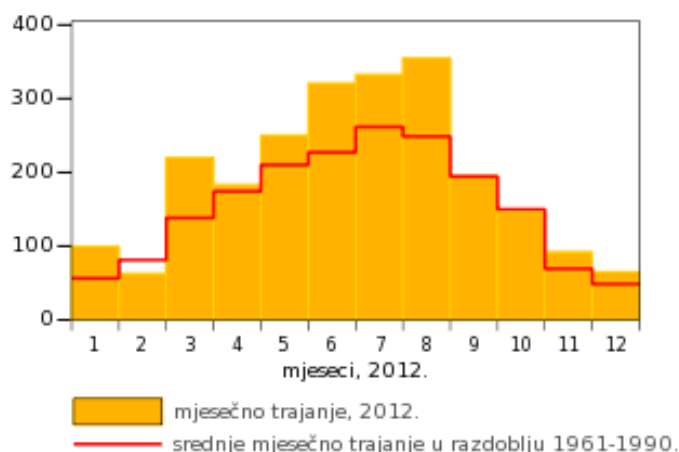


**Slika 1:** Prikaz srednjih temperatura (°C) 2012. usporedno s višegodišnjim srednjakom

(<https://meteo.hr>)

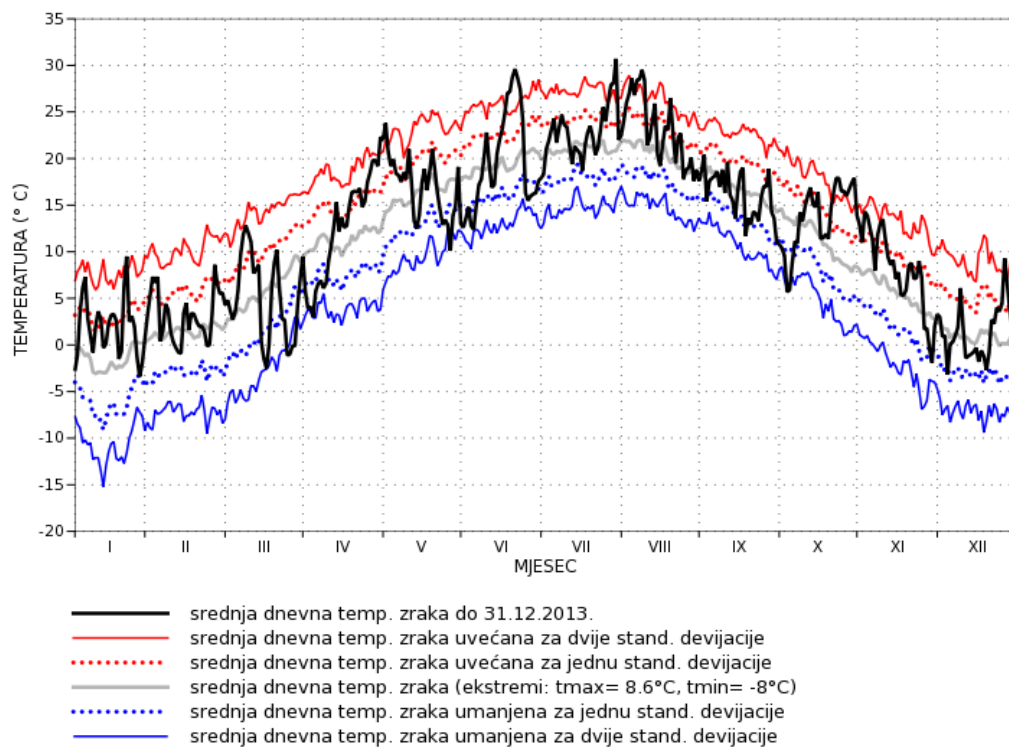


**Slika 2:** Prikaz količine oborina (mm) 2012. usporedno s višegodišnjim srednjakom (<https://meteo.hr>)

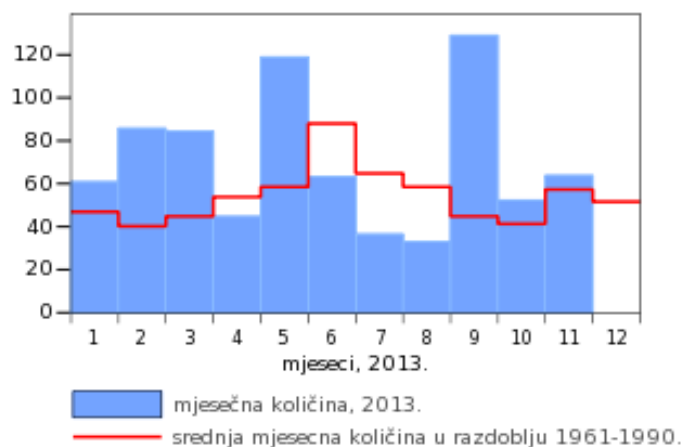


**Slika 3:** Prikaz insolacije (h) 2012. usporedno s višegodišnjim srednjakom (<https://meteo.hr>)

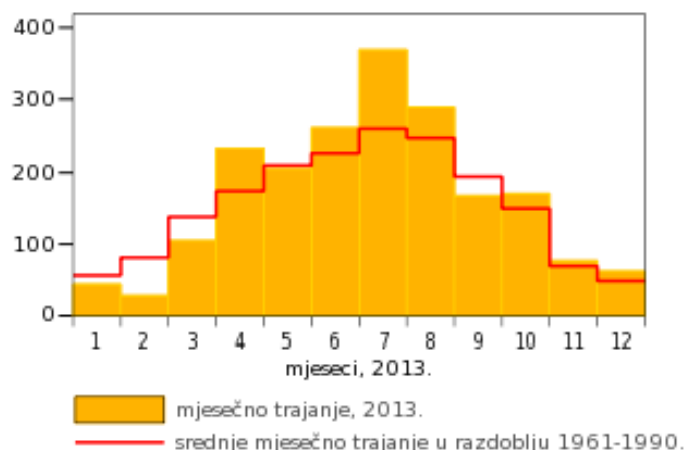
U 2013. godini krajem siječnja zabilježen je srednji dnevni temperaturni minimum od  $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Sredinom ožujka srednja dnevna temperatura zraka iznosila je  $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Maksimalna srednja dnevna temperatura zraka bila je krajem srpnja i iznosila je  $31\text{ }^{\circ}\text{C}$  (Slika 4). Maksimalna količina oborina bila je u svibnju i rujnu. U prosincu su oborine izostale. U travnju, lipnju, srpnju i kolovozu oborine su bile ispodprosječne, a u svim ostalim mjesecima iznadprosječne (Slika 5). Iznadprosječna insolacija bila je u travnju, lipnju, srpnju i kolovozu dok je u veljači, ožujku i rujnu insolacija bila ispodprosječna (Slika 6).



**Slika 4:** Prikaz srednjih temperatura (°C) 2013. usporedno s višegodišnjim srednjakom(<https://meteo.hr>)



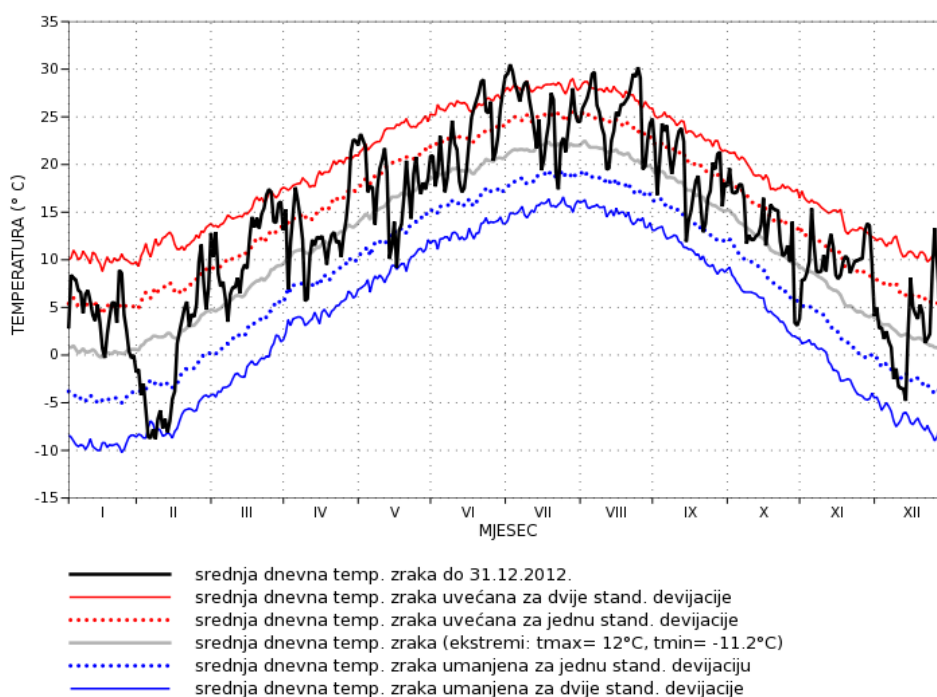
**Slika 5:** Prikaz količine oborina (mm) 2013. usporedno s višegodišnjim srednjakom (<https://meteo.hr>)



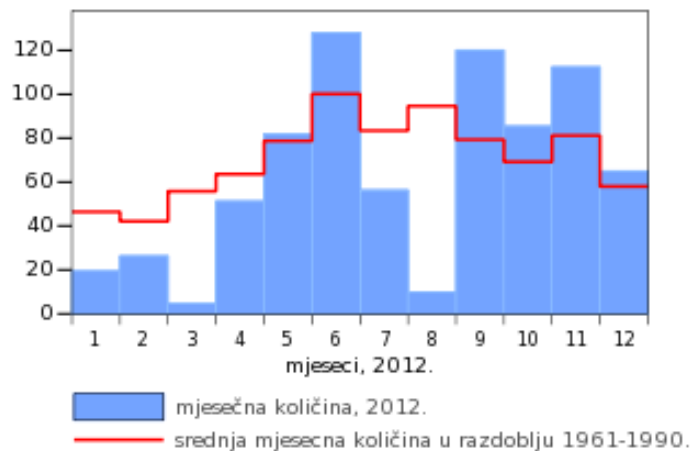
**Slika 6:** Prikaz insolacije (h) 2013. usporedno s višegodišnjim srednjakom (<https://meteo.hr>)

#### 4.1.2 Klimatski faktori na lokalitetu Šašinovec (Zagreb)

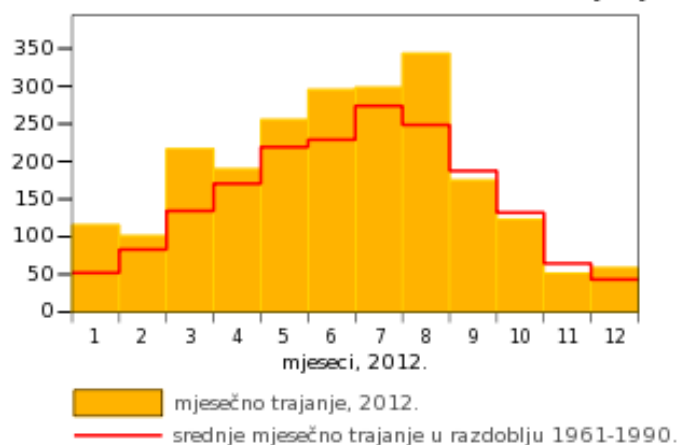
U 2012. godini najniža srednja dnevna temperatura utvrđena je početkom veljače i iznosila je  $-8^{\circ}\text{C}$ . Temperaturni srednje dnevni maksimum bio je u srpnju s prosječnom temperaturom  $31^{\circ}\text{C}$  (Slika 7). Oborine su od siječnja do svibnja bile ispodprosječne, a najizraženiji deficit oborina bio je u ožujku i kolovozu. Iznadprosječne količine oborina bile su u lipnju, rujnu, listopadu i studenom (Slika 8). Insolacija je do rujna bila iznadprosječna, naročito u siječnju, ožujku, lipnju i kolovozu. Do kraja godine kretala se u granicama prosječne za to područje (Slika 9).



**Slika 7:** Prikaz srednjih temperatura (°C) 2012. usporedno s višegodišnjim srednjakom(<https://meteo.hr>)

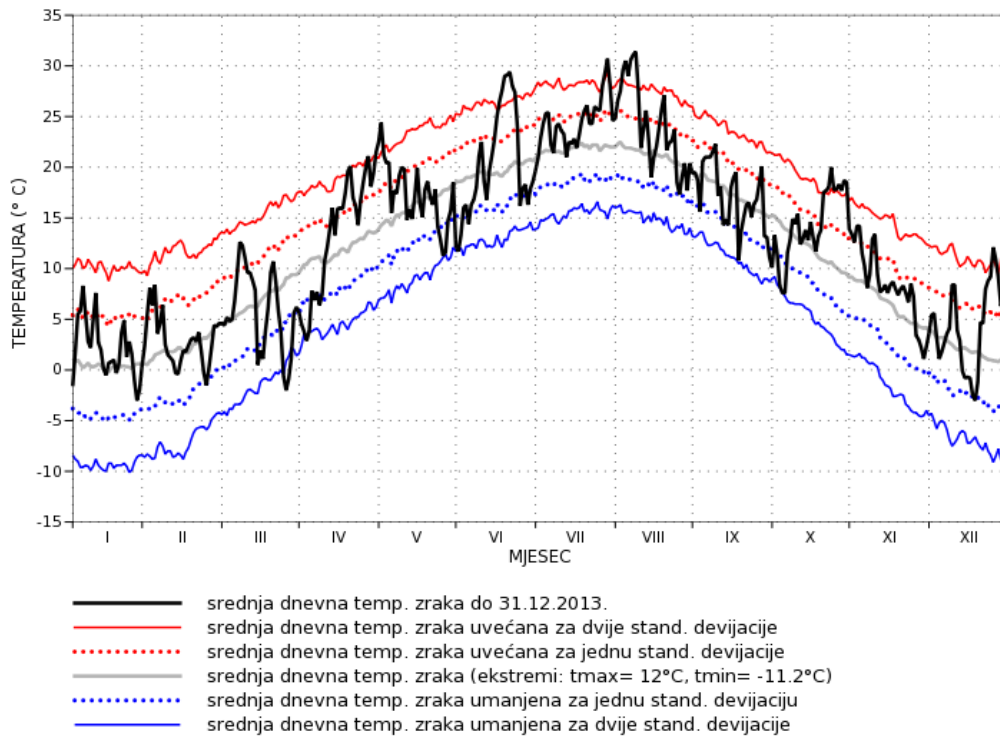


**Slika 8:** Prikaz količine oborina (mm) 2012. usporedno s višegodišnjim srednjakom (<https://meteo.hr>)

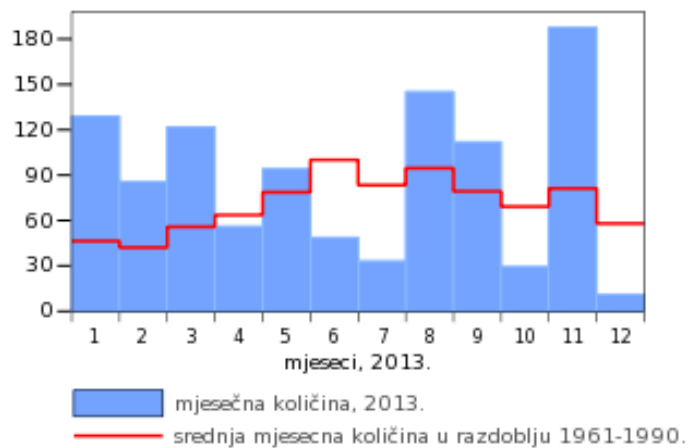


**Slika 9:** Prikaz insolacije (h) 2012. usporedno s višegodišnjim srednjakom (<https://meteo.hr>)

U 2013. godini najniža srednja dnevna temperatura izmjerena je krajem siječnja. i sredinom prosinca mjeseca. Najviša srednja dnevna temperatura bila je početkom srpnja i iznosila je 31 °C (Slika 10). Oborine su bile u izrazitom deficitu u lipnju, srpnju, listopadu i prosincu. Vrlo iznadprosječno je palo oborina u siječnju, veljači, ožujku, kolovozu, rujnu i studenom, dok je u travnju i svibnju bilo oborina malo iznad i ispod prosjeka (Slika 11). Insolacija je bila u deficitu u veljači, a iznadprosječna u srpnju. U ostalim mjesecima kretala se uglavnom u granicama prosjeka (Slika 12).

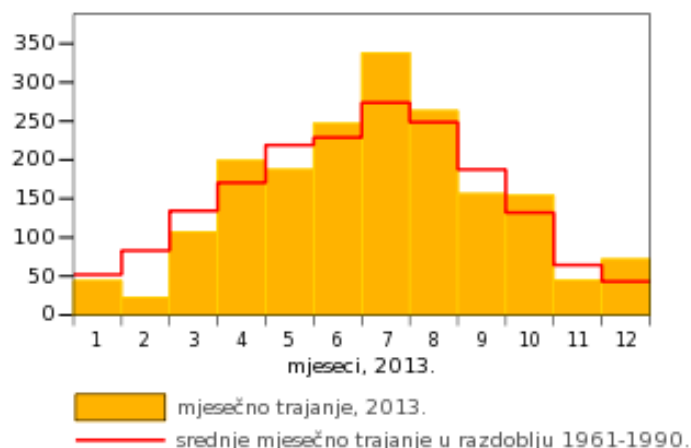


**Slika 10:** Prikaz srednjih temperatura (°C) 2013. usporedno s višegodišnjim srednjakom (<https://meteo.hr>)



**Slika 11:** Prikaz količine oborina (mm) 2013. usporedno s višegodišnjim srednjakom (<https://meteo.hr>)

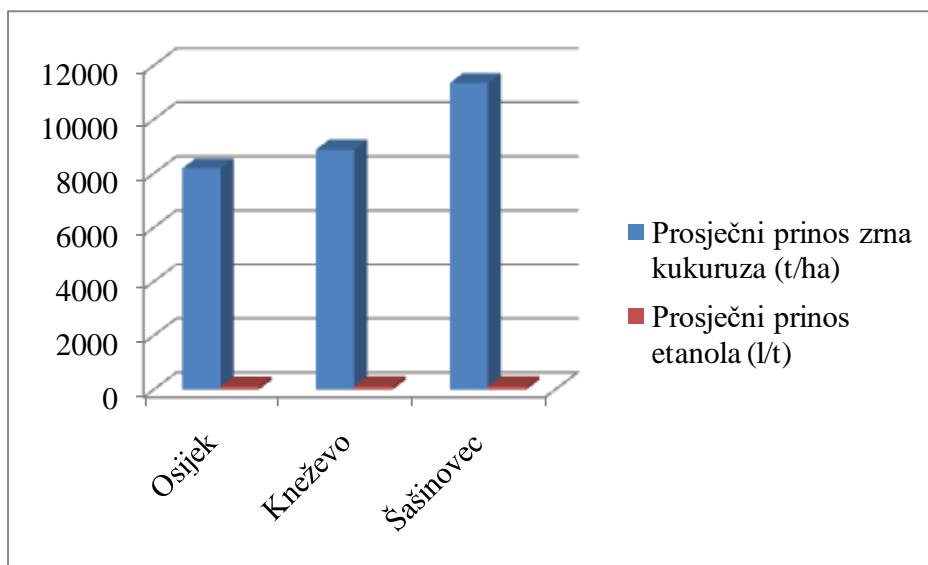




**Slika 12:** Prikaz insolacije (h) 2013. usporedno s višegodišnjim srednjakom (<https://meteo.hr>)

#### 4.2 Prinos zrna i etanola kukuruza na različitim lokalitetima provedbe pokusa

Na lokalitetu Osijek prosječni prinos zrna kukuruza iznosio je 8192,20 kg/ha, a prinos etanola 124,43 l/t kukuruza. Na lokalitetu Kneževo prosječni prinos zrna kukuruza iznosio je 8894,55 kg/ha, a prinos etanola 131,31 l/t kukuruza. Na lokalitetu Šašimovec prosječni prinos zrna kukuruza iznosio je 11360,10 kg/ha, a prinos etanola 129,69 l/t kukuruza (Grafikon 1).



**Grafikon 1:** Prikaz prosječnog prinosa zrna i etanola po lokalitetima pokusa

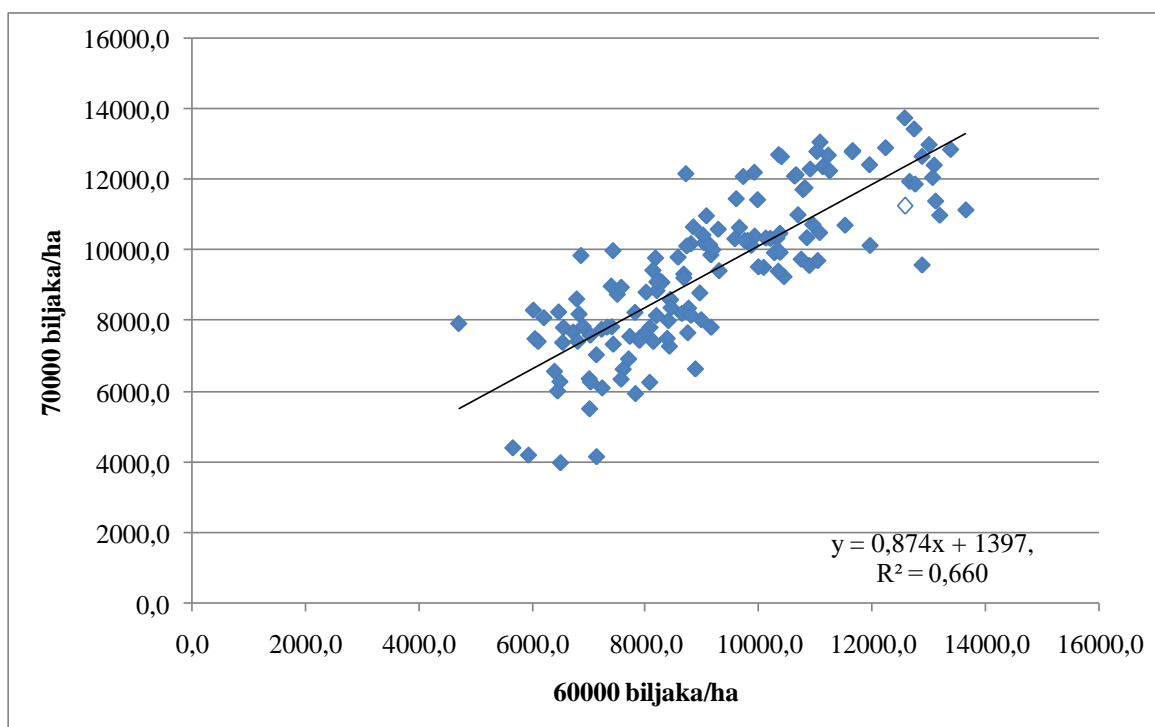
### 4.3 Utjecaj gustoće sklopa na prinos zrna i etanola kukuruza

Prosječni prinos zrna kukuruza u sklopu od 60000 biljaka/ha iznosio je 9302,60 kg/ha. U sklopu od 70000 biljaka/ha prinos zrna kukuruza je bio 9620,50 kg/ha, dok je u sklopu od 80000 biljaka/ha prinos iznosio 9523,80 kg/ha (Tablica 1).

Prosječni prinos etanola iz zrna kukuruza u sklopu od 60000 biljaka/ha iznosio je 130,45 l/t kukuruza. U sklopu od 70000 biljaka/ha prinos etanola bio je 128,78 l/t kukuruza, dok je u sklopu od 80000 biljaka/ha prinos etanola iznosio 126,52 l/t kukuruza (Tablica 1).

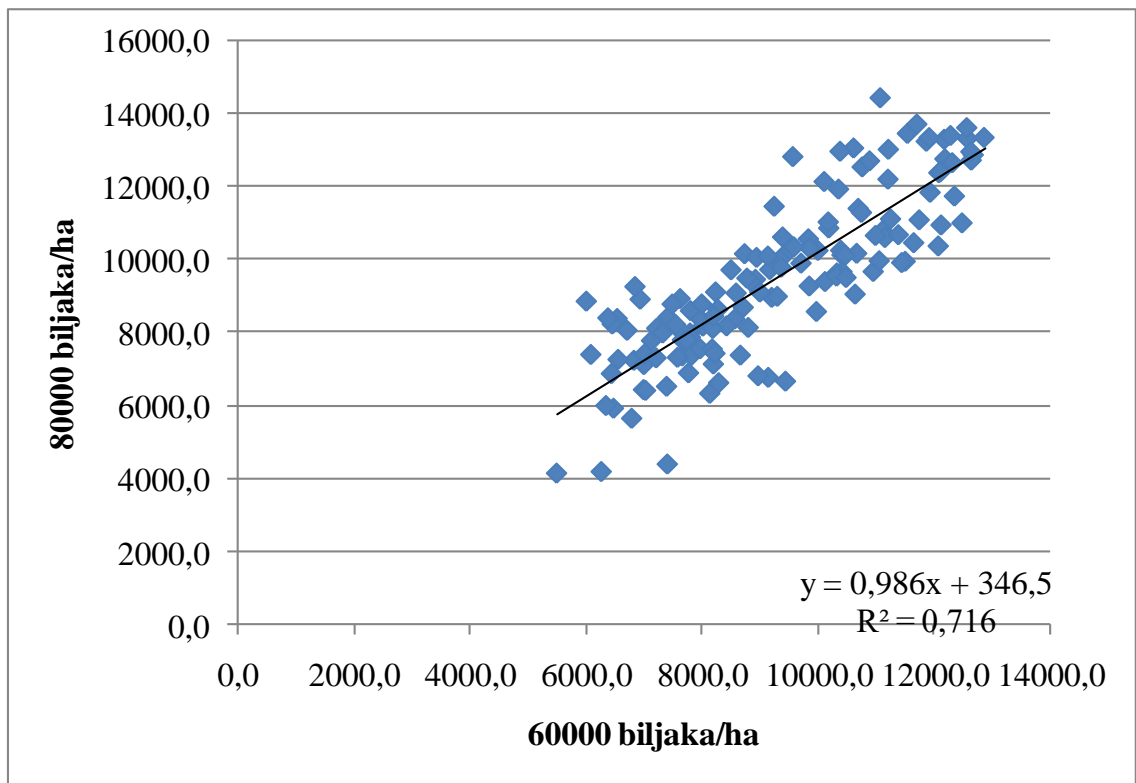
**Tablica 1:** Prinos zrna i etanola kukuruza u odnosu na gustoću sklopa

Gustoća sklopa	60000 biljaka/ha	70000 biljaka/ha	80000 biljaka/ha
Prinos zrna kukuruza (kg/ha)	9302,6	9620,5	9523,8
Prinos etanola (l/t kukuruza)	130,45	128,78	126,52



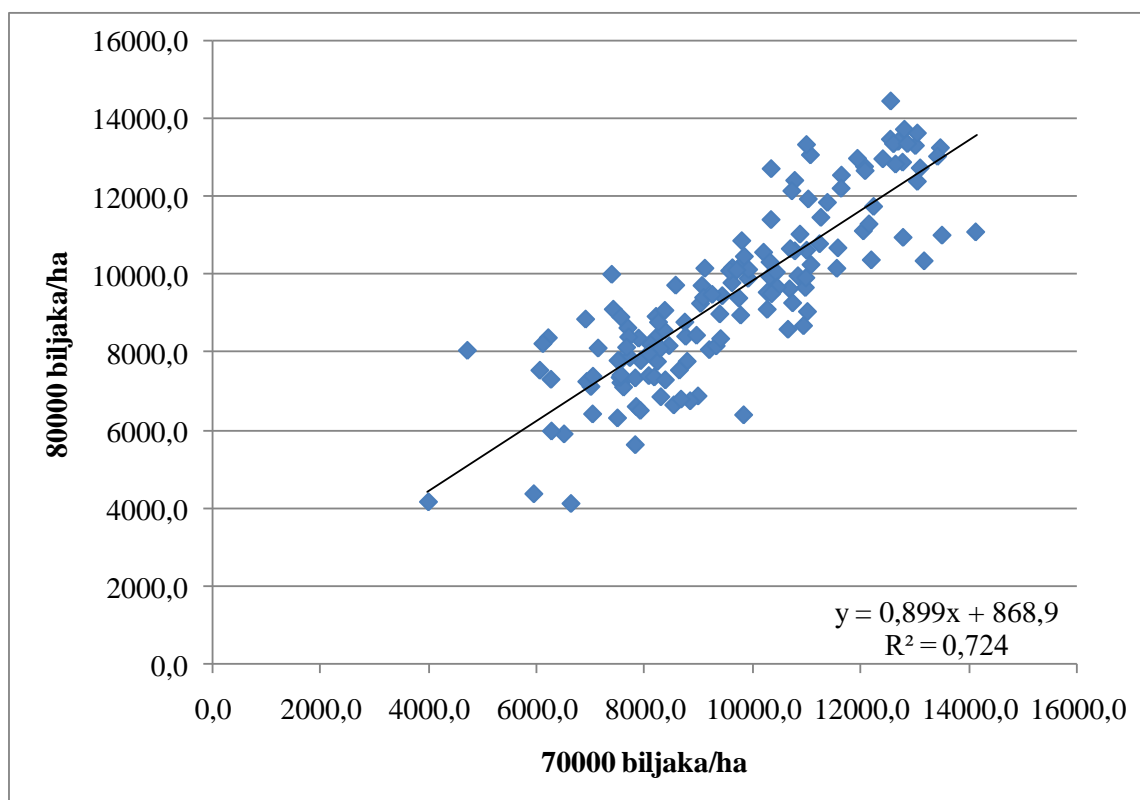
**Grafikon 2:** Korelacije povećanja gustoće sklopa sa 60000 na 70000 u odnosu na prinos zrna kukuruza (kg/ha)

Utvrđeni koeficijent korelacije između gustoće sklopa i prinosa je visok ( $r = 0,81$ ), što znači da je povećanje gustoće sjetve sa 60000 biljaka/ha na 70000 biljaka/ha vrlo značajno utjecalo na povećanje prinosa zrna kukuruza (Grafikon 2).



**Grafikon 3:** Korelacije povećanja gustoće sklopa sa 60000 na 80000 biljaka/ha u odnosu na prinos zrna kukuruza (kg/ha)

Povećanje gustoće sjetve sa 60000 biljaka/ha na 80000 biljaka/ha vrlo je značajno utjecalo na povećanje prinosa zrna kukuruza pri čemu utvrđen vrlo visok koeficijent korelacije ( $r = 0,84$ ), (Grafikon 3).



**Grafikon 4:** Korelacije povećanja gustoće sklopa sa 70000 na 80000 biljaka/ha u odnosu na prinos zrna kukuruza (kg/ha)

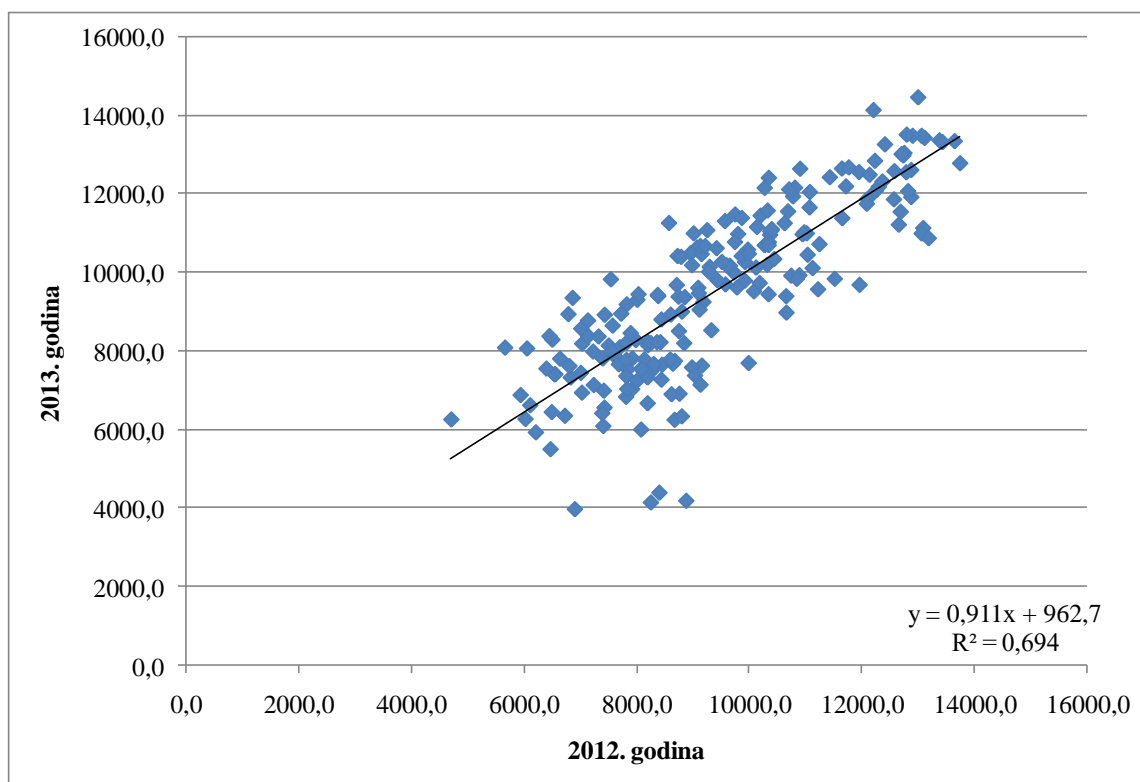
Nadalje, utvrđeni koeficijent korelacije od  $r = 0,85$  ukazuje da je povećanje gustoće sklopa sa 70000 biljaka/ha na 80000 biljaka/ha bilo u značajnoj vezi s povećanjem prinosa zrna kukuruza (Grafikon 4).

#### 4.4 Utjecaj godine uzgoja na prinos zrna i etanola kukuruza

Pokus je bio postavljen u 2012. i 2013. godini. U 2012. godini prosječni prinos zrna iznosio je 9116,60 kg/ha, a etanola 132,79 l/t kukuruza. U 2013. godini prosječni prinos zrna kukuruza iznosio je 9848,00 kg/ha, a etanola 124,08 l/t kukuruza (Tablica 2).

**Tablica 2:** Prosječni prinos zrna i etanola kukuruza po godinama uzgoja

	2012. godina	2013. godina
Prinos zrna (kg/ha) kukuruza	9116,6	9848,0
Prinos etanola (l/t) kukuruza)	132,79	124,08



**Grafikon 5:** Korelacije između godine uzgoja kukuruza i prinosa kukuruza (kg/ha)

Prinos zrna kukuruza u 2012. godini bio značajno manji u odnosu na 2013. godinu provedbe pokusa te je utvrđen koeficijent korelacije  $r = 0,83$  (Grafikon 5).

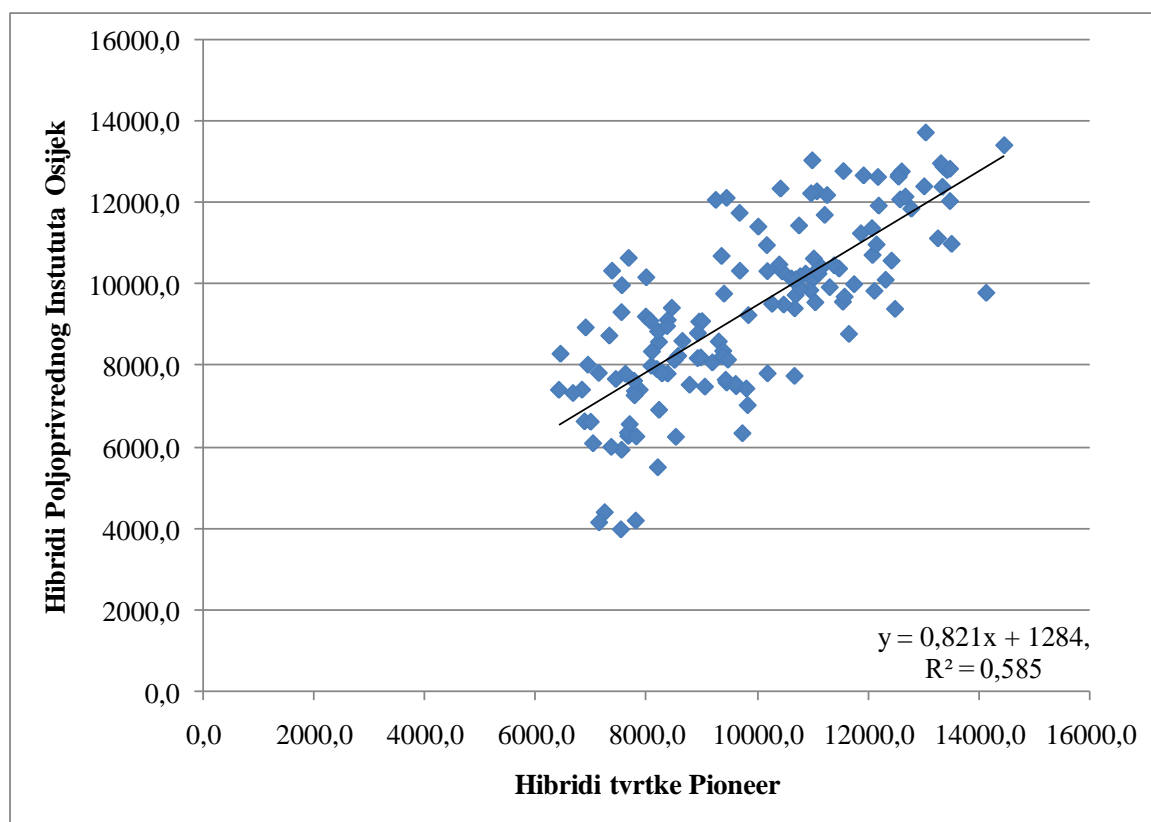
#### 4.5 Utjecaj nenamjenskih i namjenskih hibrida na prinos zrna i etanola kukuruza

Hibridi tvrtke Pioneer odabrani su kao namjenski hibridi za proizvodnju etalona dok su nenamjenski hibridi bili porijekom od tvrtke BC Instituta Zagreb i Poljoprivrednog Instituta Osijek.

**Tablica 3:** Prosječni prinos zrna i etanola kukuruza po sjemenarskim tvrtkama

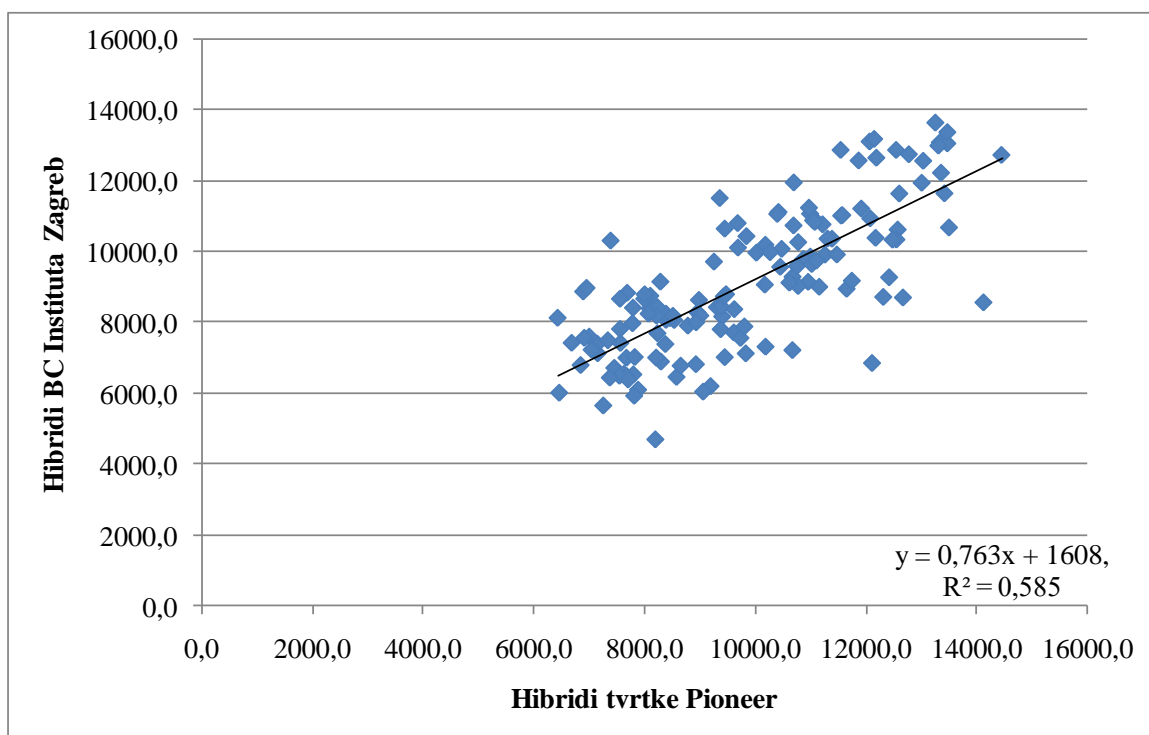
	Pioneer	BC Institut ZG	Polj. Institut OS
Prinos zrna (kg/ha) kukuruza	9883,80	9155,30	9407,70
Prinos etanola (l/t kukuruza)	128,46	128,73	128,61

Najveći prosjek prinosa zrna kukuruza imali su hibridi tvrtke Pioneer, zatim slijede hibridi Poljoprivrednog Instituta Osijek; dok su najmanji prinos imali hibridi BC Instituta Zagreb. Prosjek prinosa etanola kod svih hibrida bio je približno isti (Tablica 3).



**Grafikon 6:** Korelacije između hibrida tvrtke Pioneer i hibrida Poljinosa-a, te prinosa zrna kukuruza (kg/ha)

Utvrđeni koeficijent korelacije iznosio je  $r = 0,76$  što pokazuje da su hibridi tvrtke Pioneer imali značajno veći prinos nego hibridi Poljoprivrednog Instituta Osijek (Grafikon 6).



**Grafikon 7:** Korelacije između hibrida tvrtke Pioneer i hibrida BC Instituta Zagreb, te prinosa zrna kukuruza (kg/ha)

Nadalje, hibridi tvrtke Pioneer također imali značajno veći prinos naspram hibrida BC Instituta Zagreb pri čemu je utvrđeni koeficijent korelacije iznosio  $r = 0,76$  (Grafikon 7).

#### 4.6 Utjecaj prinosa zrna kukuruza na prinos etanola

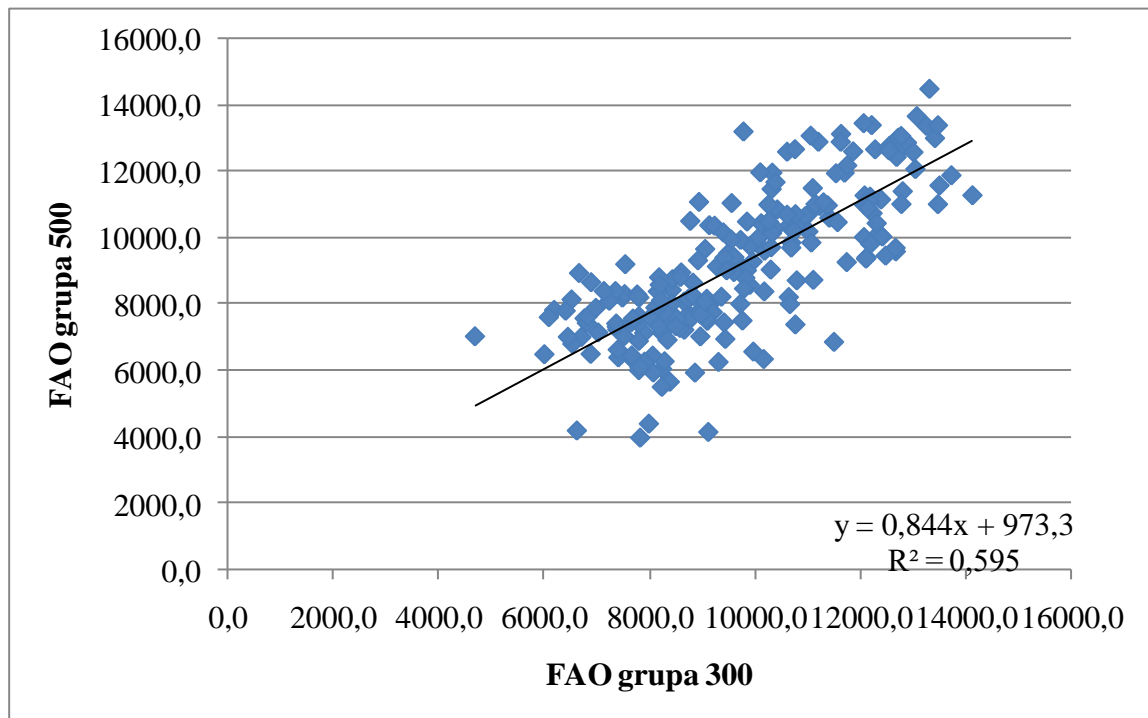
Koeficijent korelacije ( $r = 0,16$ ) između prinosa zrna kukuruza i dobivenog etanola iz zrna kukuruza bio je nizak, što ukazuje da prinos zrna kukuruza (kg/ha) nije značajno utjecao na količinu dobivenog etanola (l/t) iz iste količine zrna kukuruza.

#### 4.7 Utjecaj FAO grupa kukuruza na prinos zrna i etanola

Korišteni hibridi za provedbu pokusa su bili od tri proizvođača, a od svakog po dva predstavnika iz FAO grupa 300 i 500.

**Tablica 4:** Prosječni prinos zrna i etanola kukuruza po FAO grupama

	Hibridi kukuruza	Prosjek prinosa zrna (kg/ha)	Prosjek prinosa etanola (l/t)	Ukupni prosječni prinos zrna kukuruza (kg/ha)	Ukupni prosječni prinos etanola (l/t)
<b>FAO grupa 300</b>	PR37Y12	10142,8	128,47	9755,7	129,14
	OS378	9947,8	130,92		
	Bc344	9176,5	128,05		
<b>FAO grupa 500</b>	PR35F38	9624,9	128,46	9208,8	128,07
	OS515	8867,6	126,40		
	Bc532	9134,1	129,35		



**Grafikon 8:** Korelacije između FAO grupa i prinosa zrna kukuruza (kg/ha)

Povećanjem FAO grupe sa FAO 300 na FAO 500 značajno je smanjen i prinos zrna kukuruza što je potvrđeno koeficijentom korelacije koji je iznosio  $r = 0,77$  (Grafikon 8).



## 5. RASPRAVA

### 5.1 Agroekološki čimbenici lokaliteta

Na lokacijama Osijek i Kneževo u 2012. godini kao osnovni problem u vegetaciji kukuruza pokazala se nepovoljna temperatura u travnju. Skoro cijeli mjesec temperatura je bila ispod preporučene za nicanje kukuruza (10 °C), s minimalnom temperaturom od 3 °C. Temperatura za vrijeme oplodnje je bila u tolerantnim razmjerima (Slika 1). Oborina je za vrijeme faze ranog vegetativnog porasta bilo u suficitu. Količina oborina postupno se smanjivala u sljedećim mjesecima (Slika 2). Svi mjeseci uzgoja kukuruza su imali iznadprosječnu insolaciju (Slika 3).

U 2013. godini na lokacijama Osijek i Kneževo temperatura za nicanje bila je idealna i iznadprosječna. Krajem veljače iznosila je 24 °C. U ostatku vegetativne faze je izmjerena u normalnim granicama, a na oplodnju kukuruza nije utjecala (Slika 4). Oborine u 5. mjesecu su bile u jakom suficitu i utjecale su na klijanje i nicanje sjemena što se slaže s tvrdnjom Gagro (1997.) da ako je kukuruz izložen pretjeranoj vlažnosti ili suši proizvodnja kukuruza bit će smanjena, a u nepovoljnim klimatskim uvjetima i problematična. U ostalim mjesecima razvoja i oplodnje oborina je bilo u deficitu, a u fazi dozrijevanja zrna kukuruza u velikom suficitu (Slika 5). Svi mjeseci razvoja i dozrijevanja kukuruza imali su insolaciju prosječnu i iznadprosječnu. Jedino je rujana imao blago kraće trajanje osunčanosti (Slika 6).

Na lokaciji Šašinovec u 2012. godini temperatura za klijanje je bila u tolerantnim granicama. Temperatura nije imala utjecaj na oplodnju (Slika 7). Oborine u fazi klijanja i nicanja su bile u prosječnim granicama (Slika 8). U fazi ranog razvoja kukuruza izmjerene su u suficitu, a u fazi vegetativnog porasta u deficitu (naročito u fazi oplodnje). Manja količina oborina i optimalna temperatura u fazi oplodnje pomaže prenošenju polena s metlice na klip što potvrđuje tvrdnju Martinčića i Marića (1996.) da hladno i vlažno vrijeme uzrokuje zakašnjenje cvatnje i produžava vrijeme prašenja. Trajanje insolacije je bilo prosječno i iznadprosječno (Slika 9).

U 2013. godini na lokaciji Šašinovec temperature za klijanje i nicanje su bile iznadprosječne. U fazi ranog razvoja temperatura je bila niža od prosječne. Temperatura nije značajno utjecala na oplodnju kukuruza (Slika 10). Oborine u fazi klijanja i nicanja su bile iznadprosječne, a u ostatku vegetativnog prirasta ispodprosječne. U fazi oplodnje i dozrijevanja klipa oborine su izmjerene u suficitu (Slika 11). Trajanje osunčanosti je bilo u

granicama prosjeka, osim u svibnju kad je bio blagi deficit i srpnju kada je bio suficit insolacije (Slika 12).

## **5.2 Prinos zrna i etanola kukuruza na različitim lokalitetima provedbe pokusa**

Prinos zrna kukuruza bio je značajno veći na lokaciji Šašinovec nego na lokacijama Kneževo i Osijek. Prosječni prinos zrna kukuruza u Šašinovecu iznosio je 11360,10 kg/ha, dok je u Kneževu iznosio 8894,55 kg/ha a u Osijeku 8192,20 kg/ha. Prinos etanola na lokaciji Osijek bio je nešto niži nego na lokacijama Kneževo i Šašinovec. Kneževo je imalo prinos etanola 131,31 l/t kukuruza, a Šašinovec 129,69 l/t kukuruza. Kneževo i Šašinovec su imali gotovo iste prinose etanola. Osijek je imao prinos etanola 124,43 l/t kukuruza (Grafikon 1).

Iako Osijek i Šašinovec dijele iste agroekološke podatke na nešto manji prinos zrna u Osijeku utjecao je tip tla i njegova svojstva što se podudara s tvrdnjom Gagro (1997.) da ukoliko je tlo siromašno i nepovoljnog mehaničkog sastava, proizvodnja kukuruza bit će smanjena.

Na osjetno veći prinos zrna kukuruza na lokaciji Šašinovec utjecali su gotovo idealni klimatski faktori (temperatura, oborine, insolacija) naročito u ranim stadijima razvoja. U 2012. godini nepovoljna temperatura na lokalitetima Osijek i Kneževo za vrijeme klijanja, nicanja i ranog vegetativnog porasta utjecala je na prosječni prinos zrna kukuruza, te je ona jedan od glavnih razloga manjeg prinosa nego na lokalitetu Šašinovec. Prinos etanola nije bio značajno različiti na sve tri lokacije. Gotovo je isti između Kneževa i Šašinovca, što ukazuje da lokaliteti nisu drastično utjecali na proizvodnju etanola (Grafikon 1).

## **5.3 Utjecaj gustoće sklopa na prinos zrna i etanola kukuruza**

Najveći prosječni prinos zrna kukuruza utvrđen je u sklopu od 70000 biljaka/ha i iznosio je 9620,5 kg/ha. U sklopu od 80000 biljaka/ha prosječni prinos zrna kukuruza iznosio je 9523,8 kg/ha, a u sklopu od 60000 biljaka/ha 9302,6 kg/ha što se djelomično slaže s istraživačima Douglas i sur. (1982.) i Tollenaar i Murányi (2015.) koji tvrde da hibridi korišteni u istraživanjima ostvaruju maksimalan prinos zrna u sklopovima između 80000 i 90000 biljaka/ha. Prinos etanola neznajno se smanjivao povećanjem i smanjenjem gustoće sklopa. U sklopu od 60000 biljaka/ha iznosio je 130,45 l/t kukuruza. U sklopu od 70000 biljaka/ha iznosio je 128,78 l/t kukuruza, dok je u sklopu od 80000 biljaka/ha iznosio 126,52 l/t kukuruza (Tablica 1).

Povećanje gustoće sjetve sa 60000 biljaka/ha na 70000 biljaka/ha vrlo je značajno utjecalo na povećanje prinosa kukuruza s koeficijentom korelacije  $r = 0.81$  (Grafikon 2). Također i povećanje gustoće sjetve sa 60000 biljaka/ha na 80000 biljaka/ha je vrlo značajno utjecalo na povećanjem prinosa ( $r = 0,84$ ) (Grafikon 3). Nadalje, povećanje gustoće sjetve sa 70000 biljaka/ha na 80000 biljaka/ha također je vrlo značajno utjecalo na prinos zrna kukuruza ( $r = 0,85$ ) (Grafikon 4). Dobiveni rezultati slažu se s tvrdnjom Zovkića (1981.) da je prilikom sjetve kukuruza važno voditi računa o gustoći sklopa kako ne bi u toku vegetacije nastupilo zasjenjivanje biljaka, što bi za posljedicu imalo povećan broj jalovih biljaka i umanjen prinos.

#### **5.4 Utjecaj godine uzgoja na prinos zrna i etanola kukuruza**

Prosječni prinos zrna kukuruza u 2013. godini iznosio je 9848,0 kg/ha, a u 2012. godini 9116,6 kg/ha pri čemu je utvrđena statistički značajna razlika između prinosa u istraživanim godinama ( $r = 0,83$ ). Naime, na razliku u prinosu zrna kukuruza imali su prosječno nešto bolji agroklimatski čimbenici i bolja meliorativna svojstva tla za uzgoj kukuruza u 2013. godini s obzirom na to da se prethodne godine (2011.) kukuruz na pokusnim zemljištima nije uzgajao (Grafikon 5).

Prinos etanola l/t kukuruza u 2012. godini nije bio značajno veći nego u 2013. godini provedbe pokusa. Tako je u 2012. godini prinos etanola iznosio 132,79 l/t kukuruza, a u 2013. godini 124,08 l/t kukuruza.

#### **5.5 Utjecaj nenamjenskih i namjenskih hibrida na prinos zrna i etanola kukuruza**

Namjenski hibridi korišteni za provedbu pokusa bili su podrijetlom od tvrtke Pioneer PR37Y12 i PR35F38 dok su kao nenamjenski hibridi odabrani hibridi Poljoprivrednog Instituta Osijek OS378 i OS515 i BC Instituta Zagreb Bc344 i Bc532.

Najveći prosječan prinos zrna kukuruza utvrđen je kod Pioneer-ovih hibrida i iznosio je 9883,80 kg/ha. Hibridi Poljoprivrednog Instituta Osijek imali su prosječan prinos od 9407,70 kg/ha, a hibridi BC Instituta Zagreb 9155,30 kg/ha. Prosječni prinos etanola hibrida tvrtke

Pioneer bio je 128,46 l/t, Poljoprivrednog Instituta Osijek 128,61 l/t, a Bc Instituta Zagreb 128,73 l/t kukuruza (Tablica 3).

Utvrđeni prosječni prinosi etanola bio je gotovo isti kod sva tri proizvođača što je suprotno istraživanju Zoeller (2008.) koja također koristi HTF hibride i utvrđuje da su HTF hibridi proizveli 3,6 % više etanola po jedinici mase nego ostali hibridi korišteni u istraživanju. Također gotovo isti prinos etanola l/t kukuruza iz ispitivanih hibrida suprotan je tvrdnji Voća (2009.) da na prinos etanola više ima utjecaj sam hibrid nego nekakvi faktori u postupku prerade zrna kukuruza. Hibridi tvrtke Pioneer imali su značajno veći prinos zrna kukuruza. Usporedno s hibridima Poljoprivrednog Instituta Osijek i Bc Instituta Zagreb u oba slučaja koeficijent korelacije iznosio je  $r = 0,76$  (Grafikon 6, Grafikon 7).

### **5.6 Utjecaj prinosa zrna kukuruza na prinos etanola**

Nizak koeficijent korelacije ( $r = 0,16$ ) ukazuje da prinos zrna kukuruza i prinos etanola nije bio značajan u odnosu na količinu dobivenog etanola iz iste količine zrna kukuruza. Veći je problem bio manji prinos po određenim hibridima i lokalitetima, tako da je bilo manje sirovine za daljnu proizvodnju etanola. Prethodno navedeno ukazuje da se povećanjem prinosa zrna kukuruza može proizvesti veća količina etanola, ali ne i utjecati na potencijal zrna kukuruza za povećanje prinosa etanola.

### **5.7 Utjecaj FAO grupa kukuruza na prinos zrna i etanola**

Svaki proizvođač hibrida kukuruza imao je dva predstavnika hibrida od kojih je jedan ranija FAO grupa 300, a drugi FAO grupa 500. Ukupan prosječni prinos zrna kukuruza FAO grupe 300 iznosio je 9755,7 kg/ha. Ukupan prosječni prinos zrna kukuruza FAO grupe 500 iznosio je 9208,8 kg/ha (Tablica 4) što ukazuje da je smanjenje FAO grupe dozrijevanja u značajnoj vezi ( $r = 0,77$ ) s povećanjem prinosa (Grafikon 8). Rezultati se djelomično slažu s tvrdnjom Gotlin i Pucarić (1970.) da povećavajući znatnije veličinu lisne površine uz njezino dobro osvjetljenje produktivnost fotosinteze će sporije padati, a to znači da će i prinos biti veći.

Ukupan prosječni prinos etanola FAO grupe 300 iznosio je 129,14 l/t kukuruza, a FAO grupe 500 128,07 l/t kukuruza (Tablica 4) što ukazuje da povećanje FAO grupe nije u značajnoj korelaciji s povećanjem prinosa etanola kukuruza. Navedeni rezultati nisu u skladu s istraživanjem Hegyi i sur. (2008.) koji tvrde da i pripadnost određenoj vegetacijskoj skupini

može utjecati na sadržaj škroba u zrnu. FAO grupa 500 imala je veći sadržaj škroba nego FAO grupe 200, 300 i 400.

## **6. ZAKLJUČAK**

Agroekološki čimbenici različitih lokaliteta utječu na prinos zrna kukuruza, ali ne i na količinu dobivenog etanola.

Svi hibridi ostvaruju najveći prinos zrna u sklopu od 70000 biljaka/ha. Prinosi etanola su po sklopovima gotovo isti, ali povećanjem sklopa prinos etanola blago opada.

Namjenski hibridi za proizvodnju etanola ne ostvaruju veći prinos etanola od nenamjenskih hibrida, ali im je prinos zrna veći tako da je veća količina sirovine za proizvodnju etanola.

Prinos zrna kukuruza ne utječe na prinos etanola iz istog zrna kukuruza, ali povećanje prinosa zrna kukuruza proporcionalno je povećanju količine sirovine za proizvodnju etanola.

Hibridi kasnijih FAO grupa imaju manji prinos zrna kukuruza. Prinos etanola u FAO grupama 300 i 500 je isti.

## 7. POPIS LITERATURE

1. Amić, D. (2008.): Organska kemija. Školska knjiga d. d., Zagreb.
2. Assefa, Y., Prasad, P.V.V., Carter, P., Hinds, M., Bhalla, G., Schon, R., Jeschke, M., Paszkiewicz, S., Ciampitti, I.A. (2017.): A new insight into corn yield: trends from 1987 through 2015. *Crop Science* 57: 2799-2811.
3. Bothast, R.J., Schlicher, M.A. (2005.): Biotechnological processes for conversion of corn into ethanol. *Applied Microbiology and Biotechnology* 67: 19-25.
4. Bukhsh, M.A., Amhad, R., Cheema, Z.A., Ghafoor, A. (2008.): Production potential of three maize hybrids as influenced by varying plant density. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences* 45: 413-417.
5. Dien, B.S., Bothast R.J., Iten, L.B., Barrios, L., Eckhoff, S.R. (2002): Fate of Bt protein and influence of corn hybrid on ethanol production. *Cereal Chemistry* 79: 582-585.
6. Douglas, J.A., Dyson, C.B., Sinclair, D.P. (1982.): Effect of plant population on the grain yield of maize under high yielding conditions in New Zealand. *N.Z. Journal of Agricultural research* 25: 147-149.
7. Državni zavod za statistiku Republike Hrvatske (2019.): Statistički ljetopis 2019.
8. Duvick, D.N. (2005): Genetic progress in Yield of United States Maize (*Zea mays* L.): *Maydica* 50: 193-202.
9. Gagro, M. (1998.): Ratarstvo obiteljskog gospodarstva; Industrijsko i krmno bilje. Sveučilište u Zagrebu, Zagreb.
10. Gagro, M. (1997.): Ratarstvo obiteljskog gospodarstva; Žitarice i zrnate mahunarke, Zagreb.
11. Gotlin, J., Pucarić, A., (1970): Specijalno ratarstvo 1. dio. Zagreb.
12. Hegyi, Z., Pók I., Berzy, T., Pintér, J., Marton, C. (2008): Comparison of the grain yield and quality potential of maize hybrids in different FAO maturity groups. *Acta Agronomica Hungarica* 56(2): 161-167.
13. Idikut, L., Atalay, A.I., Kara, S.N., Kamalak, A. (2009): Effect of hybrid on starch protein and yields of maize grain. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 8: 1945-1947.
14. Jug, D., Birkás, M., Kisić, I. (2015.): Obrada tla u agroekološkim uvjetima. Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek.

15. Jukić, Ž., Krička, T., Čurić, D., Voća, N., Koradžija, M. (2003): Velocity of drying of corn kernel grown on different levels of agrotechnology for bioethanol production. *Industrial heat engineering* 25: 232-233.
16. Kim S., Dale B.E. (2005): Life cycle assessment of various cropping systems utilized for producing biofuels: bioethanol and biodiesel. *Biomass and Bioenergy* 29: 426-439.
17. Kolak, I. (1994.): Sjemenarstvo ratarskih i krmnih kultura. Nakladni zavod Globus, Zagreb.
18. Lazarević, B., Poljak, M., (2019.): Fiziologija bilja. Agronomski fakultet u Zagrebu, Zagreb.
19. Lemuz, C.R., Dien, B.S., Singh, V., McKinney, J., Tumbleson, M.E., Rausch K.D. (2009.): Development of an Ethanol Yield procedure for Dry-Grind Corn Processing. *Cereal Chemistry* 86: 355-360.
20. Lončarić, Z., Karalić, K., Ivezić, V., Lončarić, R., Kovačević, V. (2015.): Prilagodba klimatskim promjenama optimizacijom gnojidbe ratarskih usjeva dušikom. Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek.
21. Lončarić, Z., Karalić, K. (2015.): Mineralna gnojiva i gnojidba ratarskih usjeva. Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek.
22. Mahanna, B., (2011.): The effect of growing environment and harvest management on yield and nutritional quality of corn silage and grain. *Mid-South Ruminant Nutrition Conference*: 11-17.
23. Martinčić, J., Marić, S., (1996.): Oplemenjivanje bilja. Osijek
24. Martinović, J. (2000.): Tla u Hrvatskoj. Printel d.o.o., Zagreb.
25. Milašinović, M., Radosavljević, M., Dokić, Lj., Jakovljević, J. (2007.): Wet-milling properties of ZP maize hybrids. *Maydica* 52: 289-292.
26. Mladenović Drinić, S., Semenčenko, V., Radosavljević, M., Terzić, D., Simić, M., Stevanović, M., Stipešević, B. (2011.): Maize as raw material for bioethanol. *Proceedings. 46th Croatian and 6th International Symposium on Agriculture*: 635-639.
27. Murányi, E. (2015.): Effect of plant density and row spacing on maize (*Zea mays* L.) grain yield in different crop year. *Columella. Journal of Agricultural and Environmental Sciences* 1 (2): 57-63.
28. Rapčan, I. (2014.): Bilinogojstvo; Sistematika, morfologija i agroekologija važnijih ratarskih kultura. Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek.



29. Semenčenko, V., Mojović, Lj., Petrović, S., Očić, O. (2011.): Novi trendovi u proizvodnji bioetanol. Hemijska industrija 65: 103-114.
30. Sharma, A., Sharma, S., Verma, S., Bhargava, R. (2016.): Production of biofuel (Ethanol) from corn and co product evolution.
31. Škorić, A. (1990.): Postanak, razvoj i sistematika tla, Zagreb.
32. Voća, N., Varga, B., Krička, T., Čuić, D., Jurišić, V., Martin, A. (2009): Progress in ethanol production from corn kernel by applying cooking pre-treatment. Bioresource technology 100: 2712-2718.
33. Vukadinović, V., Vukadinović, V. (2011.): Ishrana bilja. Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek.
34. Vukadinović, V., (1993.): Ishrana bilja. Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek.
35. Wu, X., Zhao, R., Wang, D., Bean, S.R., Seib, P.A., Tuinstra, M.R., Campbell, M., O'Brien, A. (2006.): Effects of amylose, corn protein, and corn fiber contents on production of ethanol from starch-rich media. Cereal Chemistry 83: 569-575.
36. Zoeller K.M. (2008.) Comparative evaluation of ethanol yield from HTF corn varieties in the whisky production process. Master's Thesis on Faculty of the University of Louisville Department of Chemical Engineering. Paper 1652.
37. Zovkić, I.(1981.): Proizvodnja kukuruza. Niro Zadrugar, Sarajevo.
38. Zuber, M.S., Smith, G.E., Gehrke, C.W (1954.): Crude protein of corn gain and stover as influenced by different hybrids, plant populations and nitrogen levels. Agronomy journal 46: 257.261.
39. <http://www.gospodarski.hr/Publication/2014/7/biomasa-obnovljivi-izvor-energije/7965#.XRIPK-gzbIV>
40. <https://www.poljinos.hr>
41. <https://www.pioneer.com/web/site/croatia>
42. <https://bc-institut.hr/en/home/>
43. <https://meteo.hr/>
44. [http://www.fazos.unios.hr/upload/documents/Osnove%20Bilinogojstva%20002%20\(faktori%20agrotopa\).pdf](http://www.fazos.unios.hr/upload/documents/Osnove%20Bilinogojstva%20002%20(faktori%20agrotopa).pdf)
45. <https://www.zagreb.hr/UserDocsImages/Poljoprivreda-poljoprivredno%20zemljiste/Inventarizacija%20poljoprivrednog%20zemlji%C5%A1ta-cijeli%20rad%20u%20jednom-Iva-za%20web-pdf.pdf>

## 8. SAŽETAK

Kukuruz (lat. *Zea mays* L.) je biljka koja je introducirana u Europu u krajem 15. stoljeća. Ima više od 1000 namjena, a u zadnjim desetljećima sve se više koristi za proizvodnju bioplina. U SAD-u se najviše koristi upravo u tu svrhu, dok se u Europi i dalje najviše koristi za stočnu ishranu. Kukuruz je izvornim arealom tropska biljka, ali se genetikom i agrotehničkim mjerama može osigurati njezino uzgajanje u većim rasponima područja i njihovim agroklimatskim čimbenicima. Pretpostavka je da klimatski čimbenici, lokaliteti, gustoća sklopa, godine uzgoja i različitost hibrida utječu na prinos zrna i etanola. Proizvodnja etanola iz kukuruza može biti iz cijele biljke ili iz zrna. Proizvodnja iz zrna je isplativija jer su jeftiniji enzimi za proizvodnju. Osim etanola u procesu proizvodnje nastaju i drugi korisni nusproizvodi. Provedba pokusa bila je na 3 lokacije u 2 godine uzastopno. Korištena su 6 hibrida, po dva od tri proizvođača. Proučavanje dobivanja etanola obavljalo se tzv. Lemuz metodom. Terenskim, laboratorijskim i statističkim metodama utvrđeno je da agroekološki čimbenici utječu na prinos zrna, ali ne i etanola; da gustoća sklopa utječe na prinos zrna, a neznajno na prinos etanola; da namjenski hibridi ne ostvaruju veći prinos etanola, ali ostvaruju veći prinos zrna; i da hibridi kasnijih FAO grupa ostvaruju manji prinos zrna, ali isti im je prinos etanola.

**Ključne riječi:** kukuruz, agroekološki čimbenici, prinos, zrno, etanol

## 9. SUMMARY

Corn (lat. *Zea mays* L.) is a plant that was introduced to Europe in the late 15th century. It has more than 1000 uses, and in the last decades it is increasingly used to produce biofuel. In the US it is mainly used for this purpose, while in Europe it is still most used for cattle feeding. Corn is originally a tropical plant, but genetics and agro-technical measures can ensure its cultivation in larger areas and their agro-climatic factors. The assumption is that the climatic factors, the localities, the density of the plant, the growing year and the difference of hybrids affect yield of grain and ethanol. The production of ethanol from corn can be from the whole plant or from the grain. Grain production is more cost-effective because uses cheaper production enzymes. In addition to ethanol in the production process, other useful by-products are also produced. The experiment was performed on 3 locality in 2 line years. 6 hybrids were used, each two from three manufacturers. The study of ethanol yielded was performed with so-called Lemuz method. Field, laboratory and statistical methods have determined that agroecological factors influence yield of grain, but not on the yield of ethanol; that the density of corn planting affects grain yield, but insignificant on the yield of ethanol; that the HTF hybrids do not produce a higher yield of ethanol, but they have higher grain yields; and that the hybrids of the later FAO groups had a less grain yield but the same ethanol yield.

**Key words:** corn, agroecological factors, yield, grain, ethanol

## 10. POPIS TABLICA

<b>Broj tablice</b>	<b>Naziv tablice</b>	<b>Str.</b>
Tablica 1.	Prinos zrna i etanola kukuruza u odnosu na gustoću sklopa	<b>20</b>
Tablica 2.	Prosječni prinos zrna i etanola kukuruza po godinama uzgoja	<b>22</b>
Tablica 3.	Prosječni prinos zrna i etanola kukuruza po sjemenarskim tvrtkama	<b>23</b>
Tablica 4.	Prosječni prinos zrna i etanola kukuruza po FAO grupama	<b>26</b>

## 11. POPIS SLIKA

<b>Broj slike</b>	<b>Naziv slike</b>	<b>Str.</b>
Slika 1.	Prikaz srednjih temperatura (°C) 2012. usporedno s višegodišnjim srednjakom	<b>13</b>
Slika 2.	Prikaz količine oborina (mm) 2012. usporedno s višegodišnjim srednjakom	<b>14</b>
Slika 3.	Prikaz insolacije (h) 2012. usporedno s višegodišnjim srednjakom	<b>14</b>
Slika 4.	Prikaz srednjih temperatura (°C) 2013. usporedno s višegodišnjim srednjakom	<b>15</b>
Slika 5.	Prikaz količine oborina (mm) 2013. usporedno s višegodišnjim srednjakom	<b>15</b>
Slika 6.	Prikaz insolacije (h) 2013. usporedno s višegodišnjim srednjakom	<b>16</b>
Slika 7.	Prikaz srednjih temperatura (°C) 2012. usporedno s višegodišnjim srednjakom	<b>16</b>
Slika 8.	Prikaz količine oborina (mm) 2012. usporedno s višegodišnjim srednjakom	<b>17</b>
Slika 9.	Prikaz insolacije (h) 2012. usporedno s višegodišnjim srednjakom	<b>17</b>
Slika 10.	Prikaz srednjih temperatura (°C) 2013. usporedno s višegodišnjim srednjakom	<b>18</b>
Slika 11.	Prikaz količine oborina (mm) 2013. usporedno s višegodišnjim srednjakom	<b>18</b>
Slika 12.	Prikaz insolacije (h) 2013. usporedno s višegodišnjim srednjakom	<b>19</b>

## 12. POPIS GRAFIKONA

<b>Broj grafikona</b>	<b>Naziv grafikona</b>	<b>Str.</b>
Grafikon 1.	Prikaz prosječnog prinosa zrna i etanola po lokalitetima pokusa	<b>19</b>
Grafikon 2.	Korelacije povećanja gustoće sklopa sa 60000 na 70000 u odnosu na prinos zrna kukuruza (kg/ha)	<b>20</b>
Grafikon 3.	Korelacije povećanja gustoće sklopa sa 60000 na 80000 biljaka/ha u odnosu na prinos zrna kukuruza (kg/ha)	<b>21</b>
Grafikon 4.	Korelacije povećanja gustoće sklopa sa 70000 na 80000 biljaka/ha u odnosu na prinos zrna kukuruza (kg/ha)	<b>22</b>
Grafikon 5.	Korelacije između godine uzgoja kukuruza i prinosa kukuruza	<b>23</b>
Grafikon 6.	Korelacije između hibrida tvrtke Pioneer i hibrida Poljinosa-a, te prinosa zrna kukuruza (kg/ha)	<b>24</b>
Grafikon 7.	Korelacije između hibrida tvrtke Pioneer i hibrida BC Instituta Zagreb, te prinosa zrna kukuruza (kg/ha)	<b>25</b>
Grafikon 8.	Korelacije između FAO grupa i prinosa zrna kukuruza (kg/ha)	<b>26</b>

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku  
Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek  
Sveučilišni diplomski studij Bilinogojstvo, smjer Ishrana bilja i tloznanstvo

Diplomski rad

Utjecaj agroekoloških čimbenika različitih lokaliteta na prinos i kemijska svojstva zrna kukuruza  
Ivan Nekić

**Sažetak:** Kukuruz (lat. *Zea mays* L.) je biljka koja je introducirana u Europu u krajem 15. stoljeća. Ima više od 1000 namjena, a u zadnjim desetljećima sve se više koristi za proizvodnju bioplina. U SAD-u se najviše koristi upravo u tu svrhu, dok se u Europi i dalje najviše koristi za stočnu ishranu. Kukuruz je izvornim arealom tropska biljka, ali se genetikom i agrotehničkim mjerama može osigurati njezino uzgajanje u većim rasponima područja i njihovim agroklimatskim čimbenicima. Pretpostavka je da klimatski čimbenici, lokaliteti, gustoća sklopa, godine uzgoja i različitost hibrida utječu na prinos zrna i etanola. Proizvodnja etanola iz kukuruza može biti iz cijele biljke ili iz zrna. Proizvodnja iz zrna je isplativija jer su jeftiniji enzimi za proizvodnju. Osim etanola u procesu proizvodnje nastaju i drugi korisni nusproizvodi. Provedba pokusa bila je na 3 lokacije u 2 godine uzastopno. Korištena su 6 hibrida, po dva od tri proizvođača. Proučavanje dobivanja etanola obavljalo se tzv. Lemuz metodom. Terenskim, laboratorijskim i statističkim metodama utvrđeno je da agroekološki čimbenici utječu na prinos zrna, ali ne i etanola; da gustoća sklopa utječe na prinos zrna, a neznajno na prinos etanola; da namjenski hibridi ne ostvaruju veći prinos etanola, ali ostvaruju veći prinos zrna; i da hibridi kasnijih FAO grupa ostvaruju manji prinos zrna, ali isti im je prinos etanola.

**Rad je rađen pri:** Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek  
**Mentor:** izv. prof. dr. sc. Brigita Popović

**Broj stranica:** 40  
**Broj grafikona i slika:** 20  
**Broj tablica:** 4  
**Broj literaturnih navoda:** 45  
**Broj priloga:** -  
**Jezik izvornika:** hrvatski

**Ključne riječi:** kukuruz, agroekološki čimbenici, prinos, zrno, etanol

**Datum obrane:**

**Stručno povjerenstvo za obranu:**

1. doc.prof.dr. sc. Miro Stošić, predsjednik
2. izv.prof.dr.sc. Brigita Popović, mentor
3. prof.dr.sc. Bojan Stipešević, član

**Rad je pohranjen:** Knjižnica Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1, Osijek.

## BASIC DOCUMENTATION CARD

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek  
Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek  
University Graduate Studies, Plant production, course Plant nutrition and soil science

Graduate thesis

### **Influence of agroecological factors on different localities on yield and chemical properties of corn grain**

Ivan Nekić

**Abstract:** Corn (lat. *Zea mays* L.) is a plant that was introduced to Europe in the late 15th century. It has more than 1000 uses, and in the last decades it is increasingly used to produce biofuel. In the US it is mainly used for this purpose, while in Europe it is still most used for cattle feeding. Corn is originally a tropical plant, but genetics and agro-technical measures can ensure its cultivation in larger areas and their agro-climatic factors. The assumption is that the climatic factors, the localities, the density of the plant, the growing year and the difference of hybrids affect yield of grain and ethanol. The production of ethanol from corn can be from the whole plant or from the grain. Grain production is more cost-effective because uses cheaper production enzymes. In addition to ethanol in the production process, other useful by-products are also produced. The experiment was performed on 3 locality in 2 line years. 6 hybrids were used, each two from three manufacturers. The study of ethanol yielded was performed with so-called Lemuz method. Field, laboratory and statistical methods have determined that agroecological factors influence yield of grain, but not on the yield of ethanol; that the density of corn planting affects grain yield, but insignificant on the yield of ethanol; that the HTF hybrids do not produce a higher yield of ethanol, but they have less grain yields; and that the hybrids of the later FAO groups had a less grain yield but the same ethanol yield.

**Thesis performed at:** Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

**Mentor:** izv.prof. dr. sc. Brigita Popović

**Number of pages:** 40

**Number of figures:** 20

**Number of tables:** 4

**Number of references:** 45

**Number of appendices:** -

**Original in:** Croatian

**Key words:** corn, agroecological factors, yield, grain, ethanol

**Thesis defended on date:**

**Reviewers:**

1. doc.prof.dr. sc. Miro Stošić, predsjednik
2. izv.prof.dr.sc. Brigita Popović, mentor
3. prof.dr.sc. Bojan Stipešević, član

**Thesis deposited at:** Library, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Vladimira Preloga 1, Osijek.