

# PROCJENA ADAPTIBILNOSTI GENOTIPOVA KUKURUZA PREMA TOLERANTNOSTI NA SUŠU U MIKRO POKUSU NA VISOKOM GOSPODARSKOM UČILIŠTU U KRIŽEVCIMA U 2017.

---

Žilić, Martina

Undergraduate thesis / Završni rad

2018

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Križevci college of agriculture / Visoko gospodarsko učilište u Križevcima**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:185:256934>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-12**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the Križevci University of Applied Sciences](#)



**REPUBLIKA HRVATSKA**  
**VISOKO GOSPODARSKO UČILIŠTE U KRIŽEVCIMA**

Martina Žilić, student

**PROCJENA ADAPTIBILNOSTI GENOTIPOVA  
KUKURUZA PREMA TOLERANTNOSTI NA SUŠU U  
MIKRO POKUSU NA VISOKOM GOSPODARSKOM  
UČILIŠTU U KRIŽEVCIMA U 2017.**

Završni rad

Križevci, 2018.

**REPUBLIKA HRVATSKA**  
**VISOKO GOSPODARSKO UČILIŠTE U KRIŽEVCIMA**

Preddiplomski stručni studij *Poljoprivreda*

Martina Žilić, student

**PROCJENA ADAPTIBILNOSTI GENOTIPOVA  
KUKURUZA PREMA TOLERANTNOSTI NA SUŠU U  
MIKRO POKUSU NA VISOKOM GOSPODARSKOM  
UČILIŠTU U KRIŽEVCIMA U 2017.**

Završni rad

Povjerenstvo za ocjenu i obranu završnog rada:

1. Dr.sc. Renata Erhatic, viši pred., predsjednica povjerenstva
2. Dr.sc. Vesna Samobor, prof.v.š., mentorica i članica povjerenstva
3. Dr.sc. Dijana Horvat, predavač., članica povjerenstva

Križevci, 2018.

## SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. PREGLED LITERATURE.....	2
2.1. Kukuruz ( <i>Zea mays</i> L.).....	2
2.2. Varijabilnost kukuruza.....	2
2.3. Stabilnost i adaptibilnost genotipova.....	3
2.4. Biološki i agronomski koncept stabilnosti genotipova.....	4
2.5. Razmatranje definicije adaptibilnosti i stabilnosti genotipova.....	5
2.6. Stres kod biljaka.....	7
3. MATERIJALI I METODE RADA.....	9
3.1. Sjetva pokusa.....	9
3.2. Obrada tla i gnojidba.....	10
3.3. Njega usjeva.....	11
3.4. Klijanje i nicanje.....	11
3.5. Zapažanja za vrijeme vegetacije.....	12
3.6. Analiza uzoraka kukuruza.....	14
4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA.....	15
4.1. Klima.....	15
4.2. Prosječna visina biljaka i visina biljaka do primarnog klipa.....	16
4.3. Uvijanje lišća.....	16
4.4. Analiza uzoraka.....	19
5. ZAKLJUČAK.....	24
6. LITERATURA.....	25
7. SAŽETAK.....	26

## 1. UVOD

Kukuruz (*Zea mays*) je jednogodišnja, jednodomna biljka podrijetlom iz Centralne Amerike, a nakon otkrića američkog kontinenta prenesen je i proširen u Europu i druge kontinente. Uzgaja se u cijelom svijetu, područje uzgoja vrlo mu je veliko što mu omogućuje različite duljine u vegetaciji, raznoliku mogućnost upotrebe i sposobnost kukuruza da može uspijevati na lošijim tlima i u lošim klimatskim uvjetima.

Po zasijanim površinama kukuruz je treća svjetska kultura, nakon pšenice i riže. Zasijane površine su oko 181 milijuna ha u svjetskim razmjerima, dok je u Hrvatskoj vodeća kultura zasijana na 40-45 % od ukupnih sjetvenih površina. Sije se na oko 130 mil. ha, a prosječni prirod iznosi oko 3700 kg/ha. Najveće površine zasijane kukuruzom imaju SAD, Brazil, Meksiko i Kina. U Hrvatskoj se kukuruz sije na oko 500 000 ha, a prosječni je prirod oko 4,5 t/ha. Kukuruz se uzgaja na vrlo širokom području od 55° sjeverne širine do 40° južne širine. U Južnoj Americi uzgaja se na 4000 metara nadmorske visine u područjima s vrlo malo vode i jako puno vode, dakle u vrlo različitim klimatskim i zemljišnim uvjetima. To omogućuje postojanje različitih formi, različite duljine vegetacije i dobre adaptibilnosti kukuruza. U Hrvatskoj se kukuruz sije na oko 500 000 ha, a prosječni prirod iznosi oko 4,5 tona/ha. Vodeća je kultura prema zasijanim površinama kod nas.

Cilj istraživanja jest utvrditi koji genotipovi su najtolerantniji i najprilagodljiviji na sušu. U ovom završnom radu prikazani su rezultati pokusa iz 2017. godine, dobiveni kroz praćenje vegetacijskog razvoja kukuruza i bilježenjem promjena svih genotipova.

## 2. PREGLED LITERATURE

### 2.1. Kukuruz (*Zea mays* L.)

Kukuruz je jednogodišnja, jednodomna, stranooplodna kulturna biljka karakterizirana visokom i krupnom stabljikom, velikim listovima i krupnim zrnom za razliku od ostalih predstavnika porodice *Poaceae*. Kukuruz (*Zea mays* L.) je jedina vrsta roda *Zea*. Od bližnjih srodnika kukuruza najpoznatiji su rodovi američkog porijekla *Tripsacum* i *Euchlaena*. Utvrđeno je još pet srodnika azijskog porijekla, no oni su manje značajni. Glavni predstavnici bližnjih srodnika kukuruza su *Tripsacum dactiloides*, *Tripsacum floridanum*, *Euchlaena perrenis*, *Euchlaena diploperrenis* i *Euchlaena mexicana*. Zanimljivo je da vrste *Euchlaena*

*diploperrenis* i *Euchlaena mexicana* imaju jednak broj kromosoma kao i kukuruz ( $2n=20$ ).

Kukuruz ima nekoliko podvrsta, od kojih je osam najznačajnijih:

*Zea mays* var. *amylacea* (škrobni kukuruz)

*Zea mays* var. *amylosaccharata* (škrobni šećerac)

*Zea mays* var. *ceratina* (voštani kukuruz)

*Zea mays* var. *everata* (kukuruz kokičar)

*Zea mays* var. *indetata* (kukuruz zuban)

*Zea mays* var. *indurata* (kukuruz tvrdunac)

*Zea mays* var. *saccharata* (kukuruz šećerac)

*Zea mays* var. *tunicata* (kukuruz pljevičar)

(Kovačević i Rastija, 2014.)

### 2.2. Varijabilnost kukuruza

Velika varijabilnost kukuruza rezultirala je u ogromnom broju sorata, čiji se broj ne zna točno, ali se sigurno može brojati u tisućama. U našoj zemlji se najviše uzgajaju podvrste zuban i tvrdunac te prijelazni tipovi polutvrdunci i poluzubani. Većina domaćih sorti ima uži mjesni značaj, odnosno uzgajaju se u užem području, a samo manji broj, uglavnom

oplemenjene sorte, zauzimaju veće površine. Zbog značaja domaćih sorti u oplemenjivanju kukuruza, naši vodeći poljoprivredni instituti su skupili i sačuvali dio našeg sortimenta. Iz tog sortimenta već su dobivene domaće linije kukuruza dobre kombinatorne sposobnosti i kao takve nalaze se u mnogobrojnim domaćim hibridima kukuruza. Međusobnim križanjem različitih sorti dobiva se potomstvo koje ima više boljih svojstava nego roditelji. Najčešće su to bujniji porast, veća rodnost, veća otpornost, bolja prilagođenost određenim uvjetima uzgoja i druga. Bolja svojstva produkt su pojave heterozisa (vigora) u potomstvu. U proizvodnji kukuruza olakšano je dobivanje hibrida jer su na biljci kukuruza muški cvjetovi odvojeni od ženskih cvjetova pa je u križanju lakše kontrolirati i provesti postupak hibridizacije. Otežavajuće je što je kukuruz stranooplodna biljka pa je prema tome heterozigotan, odnosno neujednačene genetske strukture. Da bi se dobili hibridi, mora se najprije provesti odabir biljaka poželjnih svojstava pa zatim po desetak godina obavljati samooplodnju. Na svakoj se biljci izolira metlica i klip pa se u vrijeme cvatnje pelud s metlice polaže na svilu klipa iste biljke. Tako se izjednači genetska struktura, odnosno postiže se homozigotnost i dobivaju se čiste linije. Ispituju se kombinatorna svojstva linija pa se tako utvrdi koje linije daju željene najbolje rezultate. Križanjem dvije čiste linije dobiva se jednostruki križanac ("single cross", odnosno dvolinijski hibrid). Križanjem dvaju jednostrukih hibrida dobiva se dvostruki križanac ("double cross", odnosno četverolinijski hibrid), a križanjem dvostrukog hibrida ( $a \times b$ ) s jednom linijom, dobiva se "threeway cross". U postupku samooplodnje dolazi do depresije zbog čega se smanjuje vegetativni porast i urod biljaka pa su zato čiste linije niskog rasta. Sjeme "single cross" hibrida je sitnije te ga ima manje po jedinici površine u odnosu na ostale hibride, ali je heterozis najjače izražen. "Double cross" hibridi zbog ponovnog križanja imaju slabije izražen vigor, odnosno heterozis, ali se dobije krupnije sjeme i znatno više sjemena po jedinici površine. Kada su se ispitale najbolje kombinacije linija, umnaža se dovoljno sjemena i organizira proizvodnja sjemena. Najčešće se za komponentu oca uzima linija koja se odlikuje većom proizvodnjom peludi, a za majčinsku komponentu linija uzima se dobra rodnost jer pelud s metlice oca oplođuje tučke na klipu majke pa se na majčinskoj komponenti zakidaju metlice, bere klip i dobije sjeme (Kovačević i Rastija, 2014.).

### **2.3. Stabilnost i adaptibilnost genotipova**

Stabilnost i adaptibilnost je napor genotipa da se prilagodi i opstane u promjenljivim uvjetima vanjske sredine. "Interesi" organizama i interesi čovjeka, po ovom pitanju, su različiti. Organizam se prilagođava sredini u granicama od elementarnog preživljavanja, u

ekstremno nepovoljnim uvjetima vanjske sredine do ekonomičnog življenja u povoljnim uvjetima sredine. Organizmi u prirodi, po pravilu, nisu skloni "luksuzu", racionalno troše raspoložive životne resurse i u dovoljnoj mjeri se reproduciraju. Osnova preživljavanja je upravo reprodukcija i sav napor organizma u prirodi teži k tome. Jedinka u prirodi mora sebi na što efikasniji način omogućiti opstanak. Navedeno vrijedi za sve organizme izuzev čovjeka. Čovjek je jedini organizam na Zemlji koji svjesno i smišljeno upotrebljava druge organizme da bi preživio. U početku se čovjek prilagođavao prirodnim tokovima u okolini, no s vremenom kako se udaljavao od prirode, pojavila se težnja i želja da istu iskoristi u jednom „višem“ nivou te da ju promjeni. Interes čovjeka u naprednoj poljoprivrednoj proizvodnji nije organizam koji se dobro prilagođava nepovoljnim i promjenjivim uvjetima agroekološki uvjetima, nego organizam koji ne iskazuje preveliku fenotipsku varijaciju, a da daje visoke prinose. To nije prirodno ponašanje organizma te se isto pokušava postići svjesnom i namjernom selekcijom u procesu oplemenjivanja. Pri objašnjenju ponašanja genotipa u varijaciji vanjskih čimbenik, najčešće se koriste dvije kategorije- adaptibilnost i stabilnost. Jedno od objašnjenja stabilnosti je sposobnost genotipova da uvijek daju ujednačen prinos bez obzira na djelovanje vanjskih čimbenika. Adaptibilnost je sposobnost sorte da ostvari stabilan i visok prinos u različitim uvjetima sredine. Sorte se svakako razlikuju u svojoj adaptibilnosti ili prilagodljivosti uvjetima sredine, pa se može govoriti o generalnoj ili širokoj adaptibilnosti i specifičnoj i uskoj adaptibilnosti. Sorte koje se karakteriziraju širokom adaptabilnošću, daju stabilne prinose u velikom arealu raznih uvjeta sredine, ali na nižem nivou. Genotipovi koji se karakteriziraju uskom adaptabilnošću daju visoke prinose u povoljnim uvjetima, a niske prinose u nepovoljnim uvjetima sredine. Nije potrebno široku ili generalnu adaptibilnost suprotstavljati uskoj ili specifičnoj adaptibilnosti, jer korištenjem oba tipa adaptibilnosti bolje se iskorištavaju različiti agroekološki i agrotehnički uvjeti, pa se uspješnije suprotstavlja negativnoj interakciji sorte i sredine. Kod razmatranju varijacije genotipa pri različitim uvjetima sredine veže se pojam stabilnosti pa se izdvajaju dva koncepta stabilnosti- biološki i agronomski koncept stabilnosti genotipova (Dimitrijević i Petrović, 2000.).

#### **2.4. Biološki i agronomski koncept stabilnosti genotipova**

Kod biološkog koncepta visoka stabilnost genotipova je izraženih manjom varijancom na ispitanim lokalitetima. Genotipovi po ovom konceptu se reaguju efikasno na poboljšane uvjete uzgoja na pojedinim lokalitetima, jer se radi o genotipovima za širi areal uzgoja, a ne za specifične uvjete pojedinog lokaliteta. Po pravilu ovakvi genotipovi nisu zadovoljavajući



sa stajališta agrotehničkih zahtjeva i niskog su genetičkog potencijala. Kod agronomskog koncepta veća stabilnost se izražava što manjom devijacijom od prosjeka lokaliteta. Ovaj koncept odgovara modernom shvaćanju sorte, kao zadovoljavajućeg genotipa koji se stvara za pojedine lokalitete uzgoja i koji povoljno reagira na poboljšane uvjete uzgoja. Formulacija kojom je definiran biološki koncept stabilnosti odgovara shvaćanju široke adaptibilnosti, dok agronomski koncept stabilnosti odgovara užoj adaptibilnosti. Dakle i u ovom slučaju je teško razdvojiti gdje počinje adaptibilnost, a gdje završava stabilnost. Odnos ova dva pojma u principu nije precizno definiran (Dimitrijević i Petrović, 2000.).

## **2.5. Razmatranje definicije adaptibilnosti i stabilnosti genotipova**

Smatra se da adaptibilnost treba definirati kao dio odgovora genotipa na razlike između lokaliteta, dok bi stabilnost bila definirana kao dio odgovora genotipa na razlike između godina. Obrazloženje je da su razlike između lokaliteta predvidljive, dok razlike između godina nisu. Iz ovoga proizlazi da je adaptibilnost odgovor na predvidljive, dok je stabilnost odgovor na nepredvidljive uvjete sredine. Prema diskusiji ovih autora, stabilnost se ocjenjuje na osnovu prosječne varijabilnosti genotipa u toku sezone na određenom lokalitetu i na varijacija genotipa uslijed nepredvidljivih efekata sredine ne mora obavezno biti povezana s prosjekom reakcije genotipa, tako da je moguće selekcionirati genotipove visokih performansi i visoke stabilnosti (mala varijacija). Također se smatra da je odgovor genotipa prema lokalitetima od praktičnog značaja za analize adaptibilnosti, dok je fenotipska stabilnost vezana za reakcije genotipa prema lokalitetima ili prema godinama (sezonama). Razmatranja definicije adaptibilnosti i stabilnosti su još uvijek aktualne pa se navodi i da definicije adaptibilnosti zahtijevaju daljnju diskusiju i određivanje. Selekcija stabilnih genotipova prema nekim definicijama mogla bi dovesti do izbora sasvim komercijalno neupotrebljivih genotipova. Genotipovi sa istom varijabilnošću u različitim ekološkim uvjetima mogu se bitno razlikovati u komercijalnoj upotrebi. Postoji mogućnost da bi najpoželjniji genotip po današnjim definicijama mogao biti proglašen nestabilnim, što dovodi do zaključka da stabilnost možda danas nije poželjna osobina novih genotipova. Iz svega proizlazi da se desetljećima radi na problemu koji nije precizno definiran i gdje postoji dovoljno nedoumica da to može dovesti do pitanja što je ustvari poželjan genotip s gledišta stabilnosti, da li su stabilni genotipovi do sada kreirani u programima oplemenjivanja i da li su modeli ispitivanja reakcije genotipa na varijaciju sredine odgovarajući. Problemi s kojima će se selekcionari u budućnosti susretati su tijesno vezani za opadanje kvalitetnih proizvodnih površina i povećanje ljudske populacije, kao i s težnjom da se smanjenjem

upotrebe gnojiva i pesticida doprinese očuvanju prirodne sredine i zdravijoj ishrani. Selekcija osnovnih poljoprivrednih kultura se dosada vezala za stvaranje visoko produktivnih genotipova na poljoprivredno produktivnijim površinama uz intenzivnu agrotehniku. Iskorištavanje površina slabe produktivnosti biti će sve više aktualno. Sa stajališta analize adaptibilnosti i stabilnosti genotipova odnosno metoda za proučavanje ponašanja genotipova u različitim uvjetima sredine, što znači da će se ekološki faktori kao i idiotipovi mijenjati. Ukazuje se i da ago-ekološke sredine slabije produktivnosti uvećavaju pogrešku, umanjuju razlike između genotipova i smanjuju ponovljivost uvjeta tokom godina. Ovo su problemi na koje treba pripaziti pri stvaranju i upotrebi modela za analizu interakcije genotip/vanjska sredina, a samim time i u proučavanju ponašanja genotipova u različitim agroekološkim uvjetima i sa stajališta procesa oplemenjivanja i stajališta široke proizvodnje (Dimitrijević i Petrović, 2000.).

Najveći izazov biljne proizvodnje je pronalaženje novih ili boljih pristupa, odnosno metoda, koje mogu biti uspješno korištene u primarnoj produkciji hrane ili predviđanju učinka ambijenta na promjene prirodnih sustava, kao i modalitete njihove adaptacije na konkretne agroekološke uvjete. Stupanj prilagodljivosti pojedinih biljnih vrsta na uvjete okoliša promjenom morfoloških svojstava i fizioloških mehanizama utječe na opstanak i rast biljaka, njihovu produktivnost i međusobne odnose kao što su kompeticija, alelopatija i dr. Rast biljaka je pod djelovanjem biotičkih i abiotičkih čimbenika, koji podliježu prirodnim zakonitostima. Životnu sredinu čini kompleks biotskih i abiotskih čimbenika koji djeluju na biljke ili životinje koje žive na tom mjestu/staništu. Te čimbenike označavamo kao životne ili ekološke faktore; najčešće ih nazivamo vanjski čimbenici ili faktori okoliša. Vanjsku sredinu reprezentira kompleks ekoloških faktora čije je osnovno svojstvo promjenjivost po vremenu (dan – noć, jutro, podne, godišnja doba itd.) i prostoru (geografska širina i duljina, nadmorska visina, udaljenost kopna od mora i dr.). Živi organizmi reagiraju na promjene vanjskih faktora ekološkim prilagodbama (adaptacije) što doprinosi izraženoj dinamici unutar ekološkog sustava. Adaptacije pojedinih vrsta na neku ekološku akciju mogu biti vrlo različite, što sukladno njihovim mogućnostima (promjena intenziteta ili smjera fizioloških procesa- morfološke promjene) rezultira posebnom ekološkom formom (npr. kserofite, halofite i dr.) (Dimitrijević i Petrović, 2000.).

## 2.6. Stres kod biljaka

Ekološka amplituda je širina variranja pojedinih vanjskih faktora u čijim okvirima je moguć opstanak vrste. Izvan granice ekološke amplitude fiziološki procesi se prekidaju, dolazi do nepovratnih oštećenja i smrti biljke. Donja granica amplitude se označava kao minimum, a gornja kao maksimum. Stresor (izazivač stresa) može biti svako variranje nekog od faktora vanjske sredine. Stres se javlja pod utjecajem abiotičkih i biotičkih faktora, može nastati promjenjivo ili trajno i izazvati reverzibilne i ireverzibilne, akutne ili kronične promjene kod biljaka. U fiziološkom smislu stres je specifično stanje izazvano djelovanjem različitih faktora vanjske sredine koji teže poremećaju postojeće ravnoteže u organizmu. Svi faktori koji negativno utječu na rast i razvoj kao i na smanjenje produktivnosti biljaka mogu se smatrati stresnim. Stres se može opisati kao stanje u kojem intenzivne promjene sredine primarno dovode do metaboličkih i fizioloških poremećaja, a zatim do naknadne normalizacije metabolizma, koja je praćena povećanjem otpornosti organizma. Svaka biljka drugačije odgovara na stres, što ovisi o građi biljke, razvojnom stadiju u kojem se nalazi, genotipu, brzini nastanka stresa, dužini djelovanja stresa i intenzitetu stresa. Početni stres može biti jako blag, s minimalnim efektom na biljke, ali ako se djelovanje stresnih faktora slabog intenziteta nastavi tokom dužeg vremenskog perioda, može doći do kroničnog stresa. U uvjetima akutnog stresa, djelovanje stresnih faktora je intenzivno i brzo, pa u kratkom vremenskom periodu dovodi do značajnih promjena koje mogu imati letalni ishod. Ovisno o intenzitetu, dužini trajanja stresa i fazi rasta i razvoja biljaka, djelovanje stresnih faktora može biti letalno i subletalno. Stres obuhvaća tri faze. Prva faza obuhvaća vrijeme kada je prijetnja identificirana i tada je organizam u stanju „alarma“. Ako taj isti stres potraje, biljka ulazi u drugu fazu u kojoj pokušava steći otpornost, te savladati stres upotrebom mehanizama za zaštitu o obranu od stresa. Treća faza je faza iscrpljenosti, u kojoj organizam obično potroši sve svoje resurse i više nije sposoban za održavanje normalne životne funkcije. Adaptacija biljaka na ekstremne uvjete nastaje kao rezultat genetičkih promjena u populaciji tokom više generacija. Specifični genotip, koji omogućava preživljavanje i reprodukciju jedinki, postaje dominantan u populaciji. Ovakve povoljne kombinacije gena predstavljaju adaptaciju biljaka (CAM metabolizam). Biljke imaju sposobnost prilagođavanja fizioloških i strukturnih osobina da bi se prilagodile promjenama u vanjskoj sredini. Izlaganje biljaka umjerenom stresu povećava njihovu otpornost, one postaju otporne i manje podložne oštećenju u kasnijim stresnim situacijama. Mehanizmi koji omogućuju biljkama da prežive u uvjetima stresa su izbjegavanje stresa i tolerancija na stres.

Izbjegavanje stresa obuhvaća sve mehanizme koji dovode do smanjena metaboličke aktivnosti i dormantnog stanja. Tolerancija na stres obuhvaća sve mehanizme koji biljkama omogućavaju održavanje relativno visoke metaboličke aktivnosti u uvjetima umjerenog stresa tj. snižen stupanj aktivnosti kada je stres intenzivan. Neke od mogućih posljedica stresa mogu biti: inhibicija klijanja, redukcija rasta, prijevremeno starenje, pad produktivnosti, nepravilnosti kod procesa fotosinteze, transpiracije, disanja i sl.

[http://ishranabilja.com.hr/literatura/ishrana\\_bilja/Produktivnost%20biljaka.pdf](http://ishranabilja.com.hr/literatura/ishrana_bilja/Produktivnost%20biljaka.pdf).

(10.8.2018))

### 3. MATERIJALI I METODE RADA

#### 3.1. Sjetva pokusa

Pokus je postavljen u Križevcima na pokusnim poljima Visokog gospodarskog učilišta. Posijani su genotipovi FAO grupe 300, 400, 500 i 600 u četiri repeticije s 32 genotipa tj. varijante u četiri ponavljanja po slučajnom bloknom rasporedu. Radi sjetve zaštićenih slojeva tj. izolacija imali smo 35 parcela dužine 2,5 m i širine 1,4 m.

Shema sjetve pokusa

Pojas/Repeticija	FAO 300								FAO 400								
	4		32	31	30	29	28	27	26	25	64	63	62	61	60	59	58
	Z	7	8	3	2	5	4	1	6	13	16	12	15	9	11	14	10
3		17	18	19	20	21	22	23	24	49	50	51	52	53	54	55	56
	Z	4	1	5	6	2	8	7	3	9	14	10	11	12	16	15	13
2		16	15	14	13	12	11	10	9	48	47	46	45	44	43	42	41
	Z	1	2	6	8	7	3	4	5	15	12	11	10	13	9	16	14
1		1	2	3	4	5	6	7	8	33	34	35	36	37	38	39	40
	Z	3	4	7	5	8	2	6	1	16	13	9	14	11	15	10	12

FAO 500									FAO 600								
	96	95	94	93	92	91	90	89	128	127	126	125	124	123	122	121	
Z	20	22	23	17	24	19	21	18	28	27	26	25	29	32	31	30	Z
	81	82	83	84	85	86	87	88	113	114	115	116	117	118	119	120	
Z	19	18	21	24	22	17	20	23	32	30	29	31	27	26	28	25	Z
	80	79	78	77	76	75	74	73	112	111	110	109	108	107	106	105	
Z	21	24	17	23	18	20	19	22	27	26	31	30	32	29	25	28	Z
	65	66	67	68	69	70	71	72	97	98	99	100	101	102	103	104	
Z	18	19	22	20	17	24	23	21	25	32	28	29	26	31	30	27	Z

Sjetva je obavljena 20. travnja 2017. godine pomoću ručnih sijačica u 2 reda i to svaku FAO grupu na različiti razmak unutar reda. FAO grupa 300 na razmak 20 cm unutar reda, FAO grupa 400 na razmak 22 cm unutar reda, FAO grupa 500 na razmak 24 cm unutar reda i FAO grupa 600 na razmak 26 cm unutar reda. U svaku kućicu posijane su dvije sjemenke.



Slika 1. Sjetva kukuruza

*Izvor: Vesna Samobor*

### 3.2. Obrada tla i gnojidba

U jesen je sa dubokim oranjem obavljena gnojidba s 250 kg/ha PK, u proljeće sa predsjetvenom pripremom tla rotodrljaćama uneseno je 200 kg/ha UREE i 200 kg/ha NPK 7:20:30. U ranom proljetnom porastu (23.5.2017.) obavljena je prihrana KAN-om (Tablica 1). Prihrana je obavljena ručno, također je ručno i zagrnuto s obzirom da je bilo sušno.

Tablica 1. Gnojidba i prihrana kukuruza

Vrsta gnojiva	Kg/ha	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
N:P:K 7:20:30	250	17,5	50	75
P:K 20:30	250	0	50	75
UREA (46% N)	200	92	0	0
KAN (27% N)	200	54	0	0
<b>UKUPNO</b>	<b>900</b>	<b>163,5</b>	<b>100</b>	<b>150</b>

*Izvor: Martina Žilić*



Slika 3. Predjsetvena priprema tla

*Izvor: Martina Žilić*

### **3.3 Njega usjeva**

Tretiranje korova u kukuruzu obavljeno je 3. svibnja 2017. leđnom prskalicom herbicidom Lumax 4 l/ha (Mezotrion, s-metolaklor i terbutilazin). Herbicid se pokazao učinkovit s obzirom da nije bilo potrebe za dodatne mjere njege usjeva. Uz tretiranje herbicidom 19.5.2017. je obavljeno prorjeđivanje sklopa sa svrhom proširenja vegetacijskog prostora biljke.

### **3.4 Klijanje i nicanje**

Nicanje kukuruza započelo je 5. svibnja .2017. Smatra se povoljnim ako kukuruz nikne za 10 do 12 ili manje dana nakon sjetve. Jednolično nicanje svih genotipova kasnilo je nekoliko dana što su uzrokovale niske temperature. Ubrzo nakon nicanja obavljeno je prorjeđivanje usjeva s ciljem oslobađanja vegetacijskog prostora za normalan razvoj biljke i sprečavanja pregustog sklopa.



Slika 4. Nicanje kukuruza

*Izvor: Vesna Samobor*



Slika 5. Prorjeđivanje sklopa

*Izvor: Martina Žilić*



Slika 7. Prorijeden sklop

*Izvor: Vesna Samobor*

### **3.5. Zapažanja za vrijeme vegetacije**

Za vrijeme vegetacije vršilo se vizualno opažanje uvelog lišća, te se bilježilo u dobivene deskriptore po skali od jedan do 5. Ako je za vrijeme pregleda pokusa prolaskom kroz redove opaženo da prašenje i svilanje prelazi 50 % vršilo se bilježenje. Skala za postotak sušenja lišća imala je raspon od 0 % do 100 % koji se vizualno opažao, također uz pomoć deskriptora. Bilježio se broj poplegih, jalovih i slomljenih biljaka nakon pregleda i prebrojavanja svih biljaka. Prebrojan je i zabilježen ukupni broj biljaka te ukupni broj

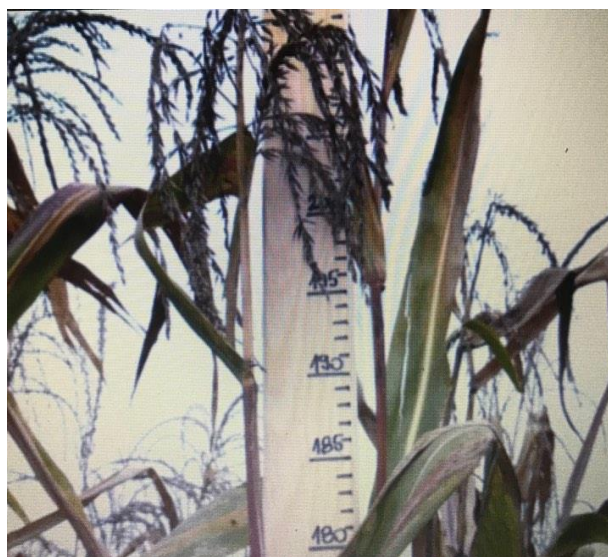


klipova po biljci za svaki genotip. Nakon berbe izmjerena je i zabilježena masa 10 klipova i masa svih klipova svake pojedine parcelice. Mjerenje udaljenosti prvog nodija primarnog klipa od razine tla i mjerenje udaljenosti baze metlice od razine tla mjerila se pomodnim metrom (letvom) i bilježila se prema uputama navedenim u deskriptorima.



Slika 6. Mjerenje udaljenosti  
prvog nodija od razine tla

*Izvor: Deskriptori za opažanja*



Slika 7. Mjerenje udaljenosti baze  
metlice od razine tla

*Izvor: Deskriptori za opažanja*

### **3.6. Analiza uzoraka kukuruza**

Berba kukuruza i priprema uzoraka za analizu obavljena je 25. rujna 2017. Ubrani su svi klipovi po varijantama – nakon vaganja odabrano je deset klipova za daljnje analize. Ubrani klipovi stavljeni su u papirne vreće s točnom brojčanom oznakom genotipa. Na svakom od deset klipova obavljena su sljedeća mjerenja: vlaga, mjerenje mase klipa, mjerenje duljine klipa, mjerenje promjera klipa, broj redova na klipu i mjerenje mase zrna klipa. Vlaga zrna određivana je pomoću „DICKY- johv multi – grain“ uređaja za mjerenje vlage zrna, na način da je uzet prosjek od tri mjerenja. Masa klipa određena je na način da je klip stavljen na vagu. Duljina i promjer klipa mjereni su metrom, a broj redova na klipu prebrojan je. Masa zrna određenog klipa dobivena je nakon krunjena klipa na način da su vagnuta samo zrna uz prethodno tariranje posude u koju su istresena.

## 4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

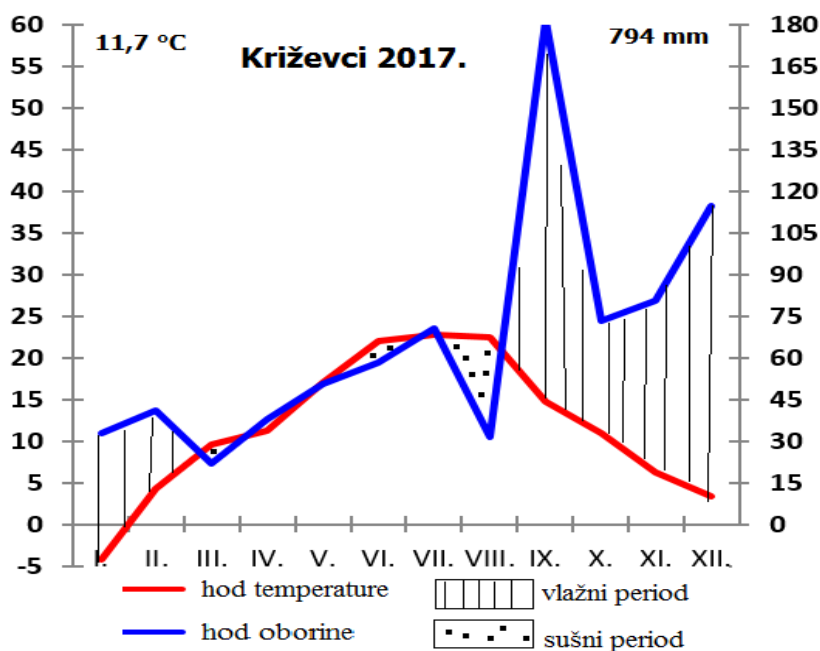
### 4.1. Klima

Iz tablice 2 može se očitati da su oborine podjednako raspoređene kroz cijelu godinu i da je najviše kiše bilo u rujnu i prosincu. Najviše temperature bile su u srpnju, a najviše kišnih dana bilo je u rujnu.

Tablica 2. Srednje mjesečne temperature i oborine u 2017.

2017.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	$\bar{x}, \Sigma$
temperatura u °C	-4,3	4,3	9,5	11,2	17,0	22	22,8	22,4	14,7	10,9	6,2	3,4	11,7
oborina u mm	32,9	40,8	21,7	37,7	50,4	58,1	70,5	31,5	181,7	73,2	80,6	114,8	794
Vlaga zraka	80	78	65	65	65	62	61	66	80	80	81	81	72
Br dana s kišom	1	7	3	8	7	5	2	1	19	6	13	10	82

Izvor: Državni hidrometeorološki zavod

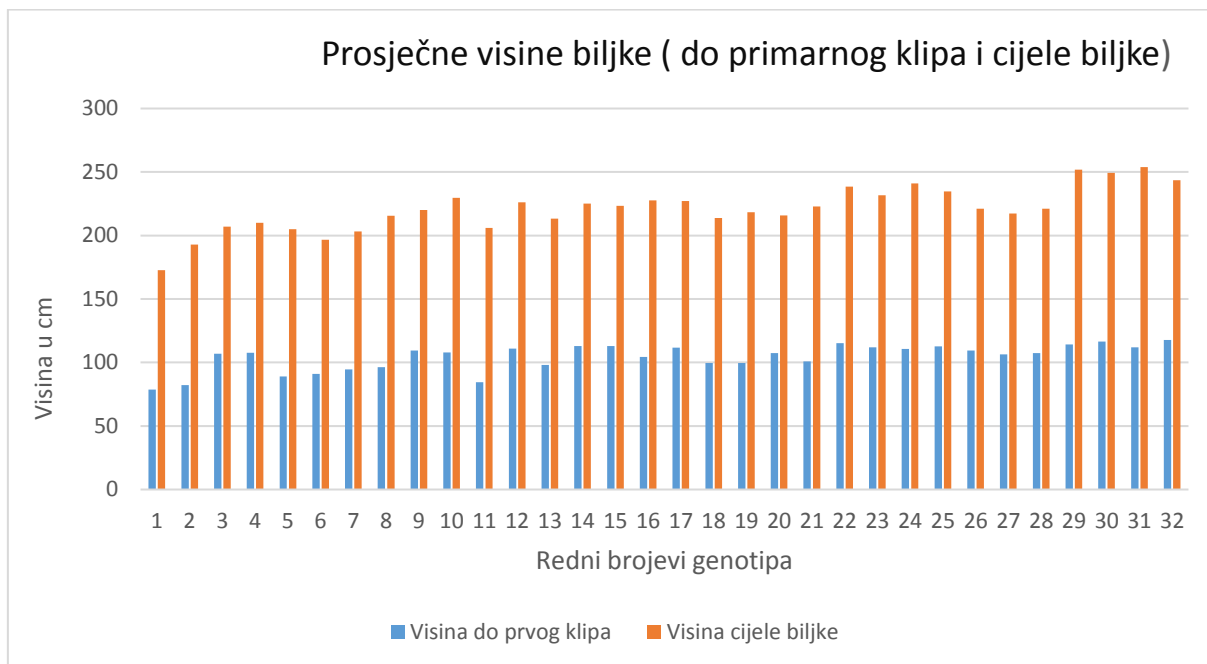


Grafikon 1. Klimatski dijagram prema Walteru, Križevci 2017.

Izvor: Martina Žilić

Godine 2017. u Križevcima kroz cijelu godinu palo je 779 mm kiše što je ispod višegodišnjeg prosjeka. Srednja godišnja temperatura iznosila je 11,7°C što je za 1°C viša od višegodišnjeg prosjeka. Vlažan period zabilježen je u prva tri mjeseca, nakon kojih slijede sušni lipanj, srpanj i kolovoz te vlažan period do kraja godine.

#### 4.2. Prosječna visina biljaka i visina biljaka do primarnog klipa

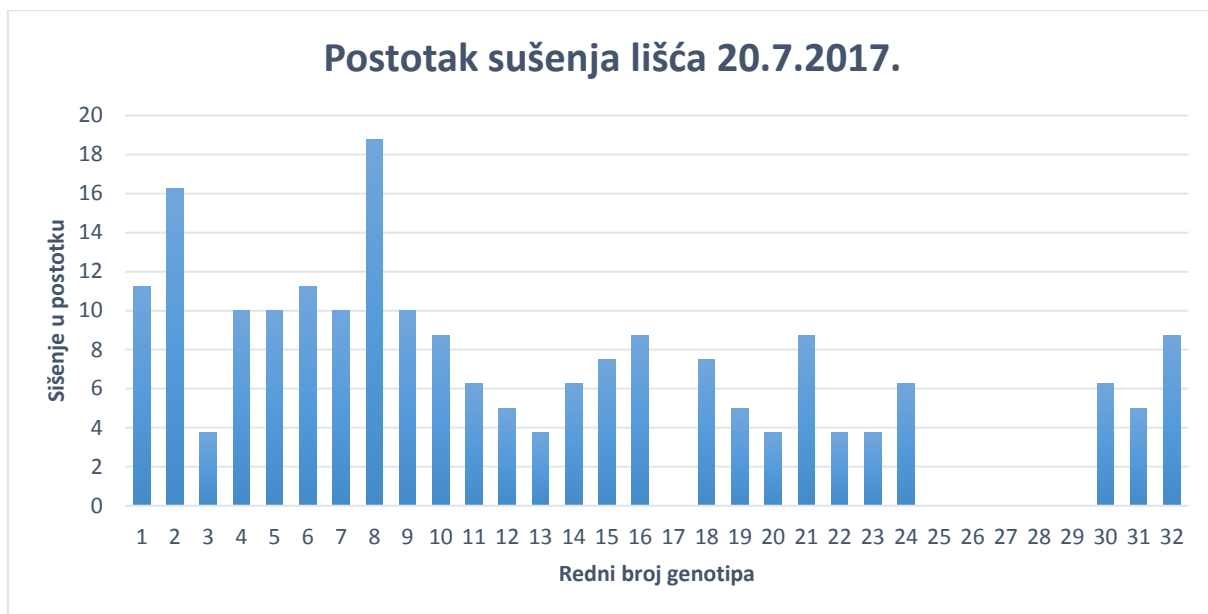


Grafikon 2. Prosječne visine cijelih biljaka i visina biljaka do prvog klipa

Iz grafikona 2 je vidljivo da se prosječne visine cijele biljke kreću od 160 do 250 cm, dok se visine do primarnog klipa kukuruza kreću od 80 do 120 cm. Najveću prosječnu visinu postigao je genotip 31 s visinom 259 cm, dok je genotip 23 postigao najveću prosječnu visinu do prvog klipa 117,68 cm. Najmanja prosječna visina cijele biljke iznosi 172,7 cm dok najmanja prosječna visina do primarnog klipa 18,8 cm, obje vrijednosti zabilježene su kod prvog genotipa.

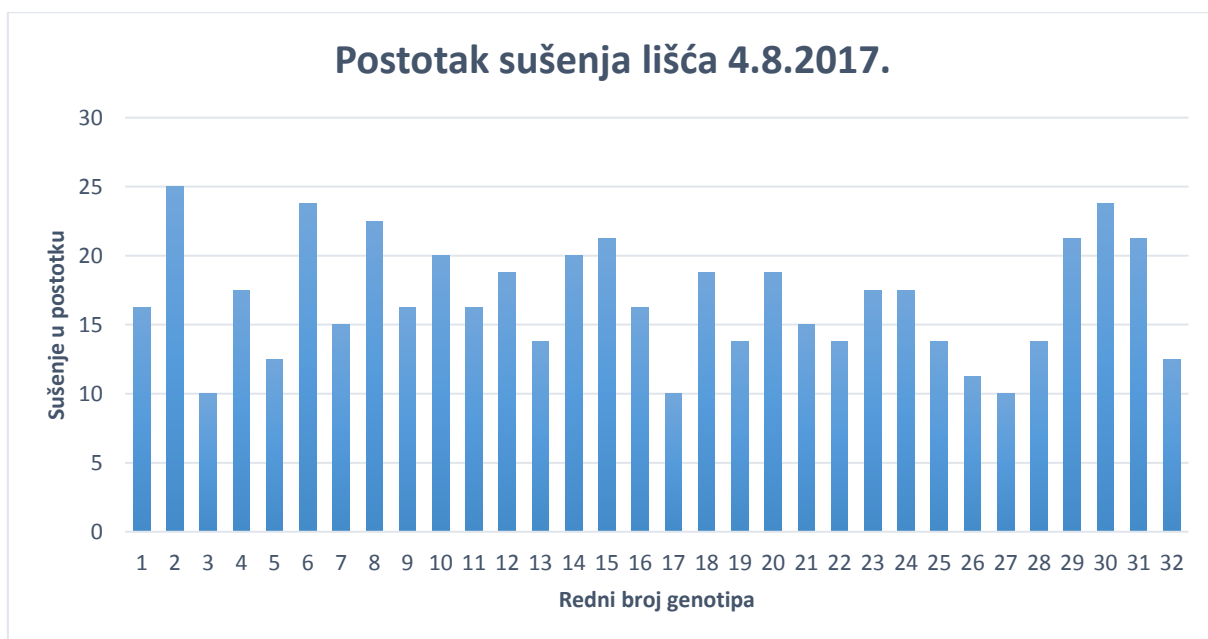
#### 4.3. Uvijanje lišća

Opažanje uvijanja lišća kukuruza bilo je dva puta, 18. lipnja 2017. nije opaženo uvijanje lišća. Dana 20. srpnja 2017. utvrđeno je djelomično uvijanje lišća, naročito kod genotipova FAO grupe 300. Prašenje i svilanje u postotku većem od 50% zabilježeno je 11. srpnja 2017. kod većine genotipova. Sušenje lišća očitavano je tri puta.



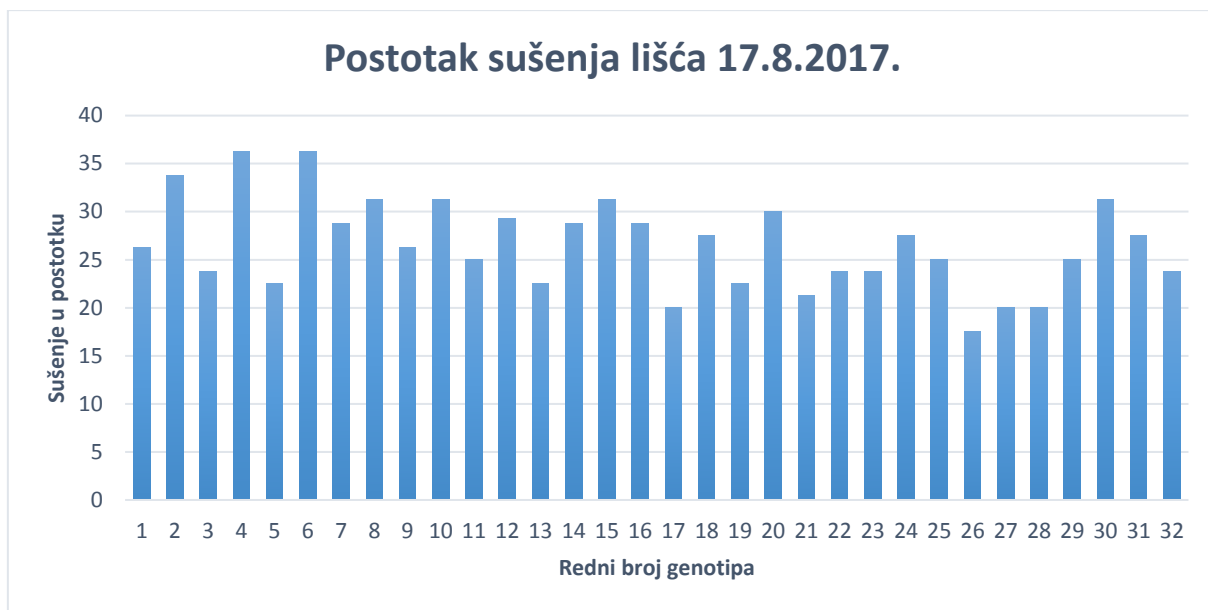
Grafikon 3. Prosječni postotak sušenja lišća (prvo opažanje)

Najveći prosječni postotak sušenja lišća prilikom prvog opažanja zabilježen je kod genotipa osam 18,75 %. Kod istog opažanja, kod nekoliko genotipova, zabilježen je izostanak sušenja lišća.



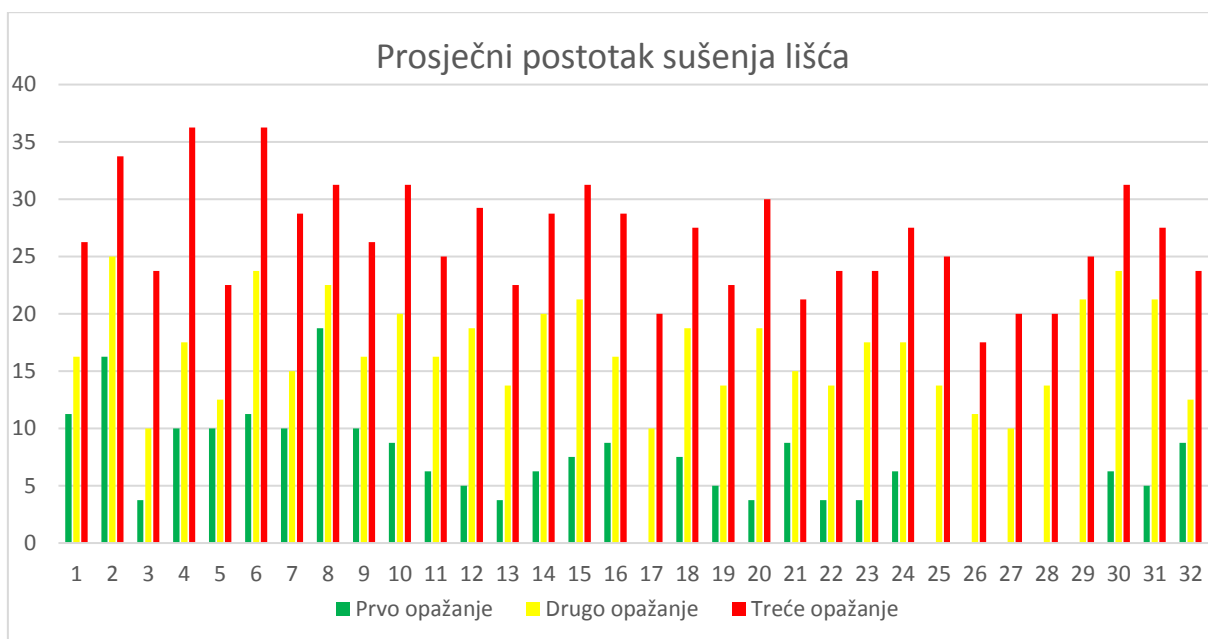
Grafikon 4. Prosječni postotak sušenja lišća (drugo opažanje)

Najveći prosječni postotak sušenja lišća prilikom drugog opažanja zabilježen je kod genotipa dva i iznosi 25%, dok je najmanji prosječni postotak sušenja lišća zabilježeno kod nekoliko genotipova i on iznosi 10%.



Grafikon 5. Prosječni postotak sušenja lišća (treće opažanje)

Najveći prosječni postotak sušenja lišća prilikom trećeg opažanja zabilježen je kod genotipa četiri i šest 36,25%, dok je najmanji prosječni postotak sušenja lišća zabilježeno kod genotipa 26 17,5%.



Grafikon 6. Prosječni postotak sušenja lišća ( sva tri opažanja)

Iz grafikona 6 je vidljivo kako se postotak sušenja lišća povećavao prilikom svakog opažanja i kod zadnjeg opažanja postigao svoj maksimum koji iznosi 36,25%.

#### 4.4. Analiza uzoraka

Berba kukuruza i priprema uzoraka obavljena je 25. rujna 2017. Ubrani su svi klipovi po varijantama – vagnuti su nakon toga je odabrano deset klipova za daljnje analize. Ubrani klipovi stavljeni su u papirne vreće s točnom brojčanom oznakom genotipa. Na svakom od deset klipova obavljena su sljedeća mjerenja:

- vlaga
- mjerenje mase klipa
- mjerenje duljine klipa
- mjerenje promjera klipa
- broj redova na klipu
- mjerenje mase zrna klipova



Slika 8. Uzorci u vrećama

*Izvor: Martina Žilić*



Slika 9. Mjerenje mase klipa

*Izvor: Martina Žilić*



Slika 10. Mjerenje duljine klipa

*Izvor: Martina Žilić*



Slika 11. Mjerenje promjera klipa

*Izvor: Martina Žilić*



Slika 12. Prebrojavanje redova na klipu

*Izvor: Martina Žilić*



Slika 13. Ručno krunjenje klipova

*Izvor: Martina Žilić*





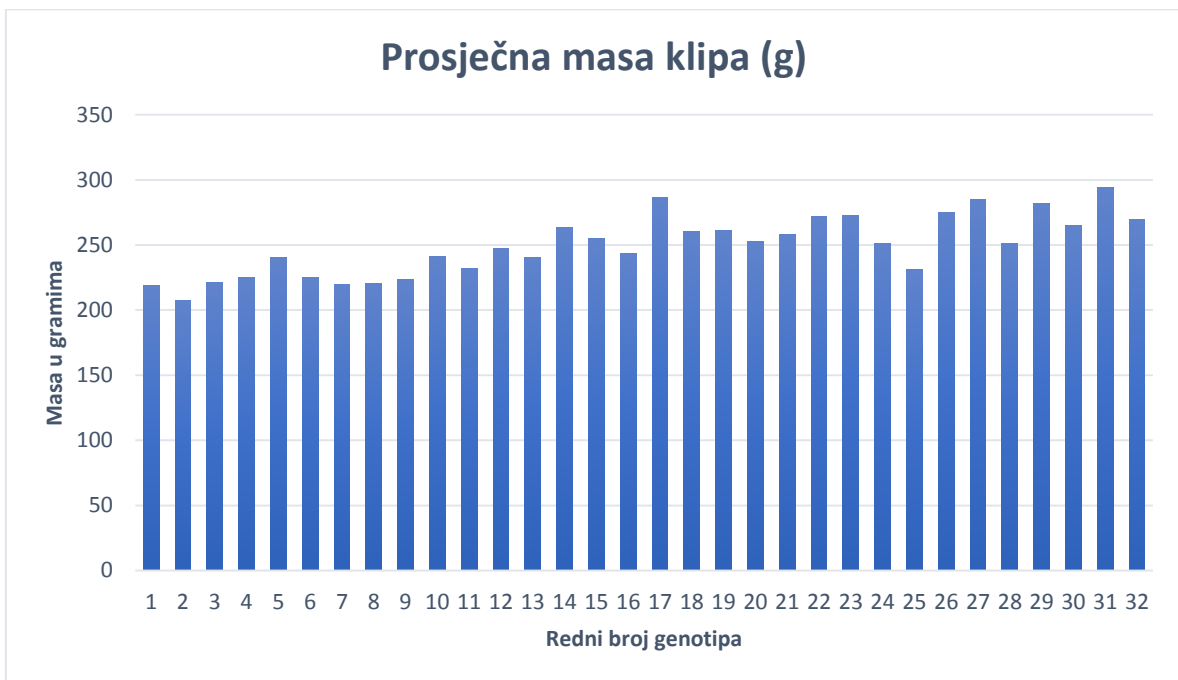
Slika 14. Mjerenje mase zrna s klipa

*Izvor: Martina Žilić*



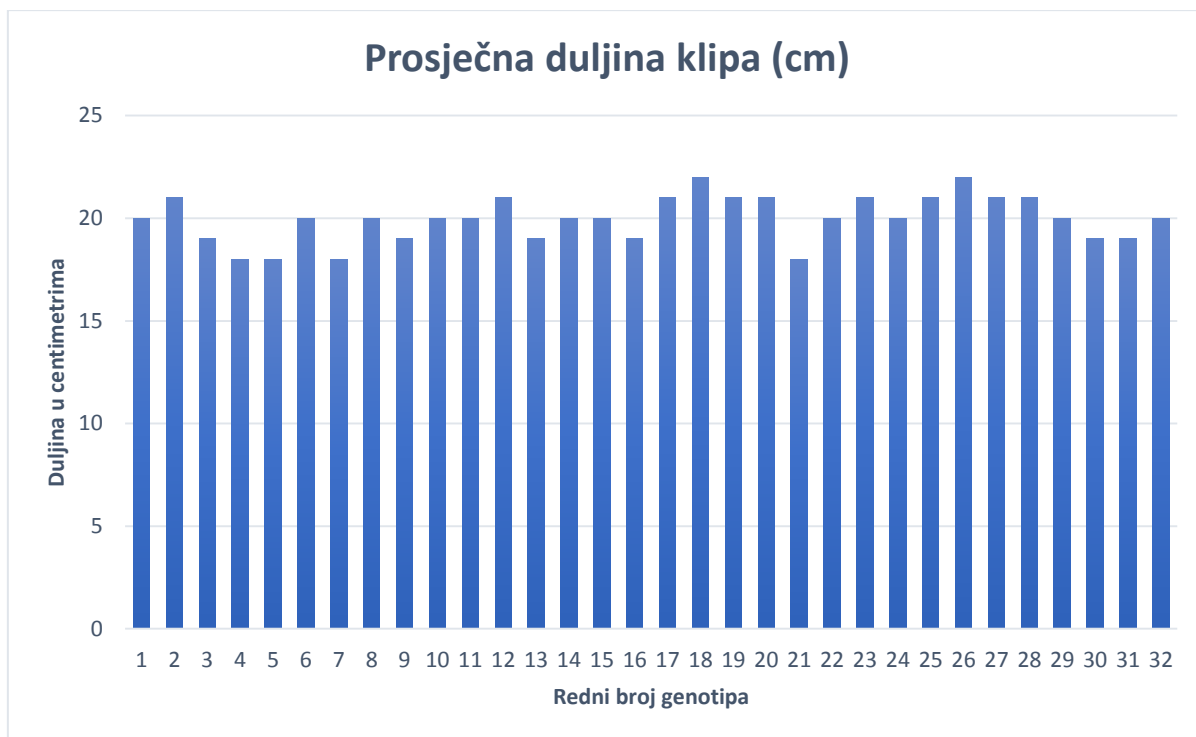
Slika 15. Mjerenje vlage zrna

*Izvor: Martina Žilić*



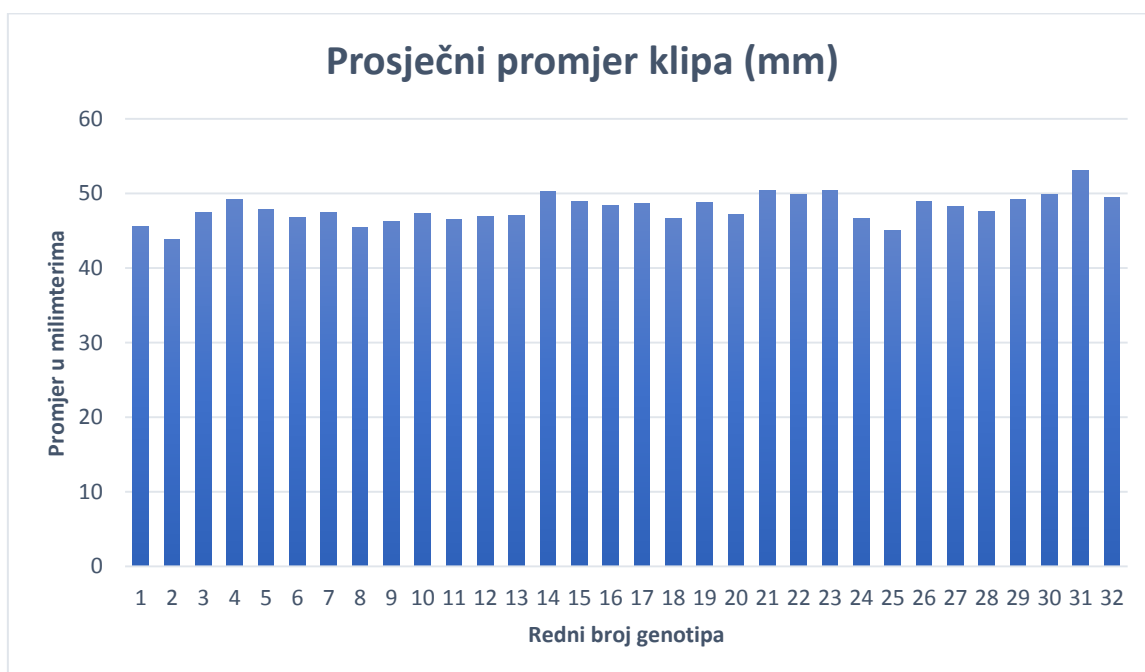
Grafikon 7. Prosječna masa klipa

Najveća prosječna masa klipa zabilježena je kod genotipa 31 294,4 g., a najmanja kod genotipa dva 207,6 g.



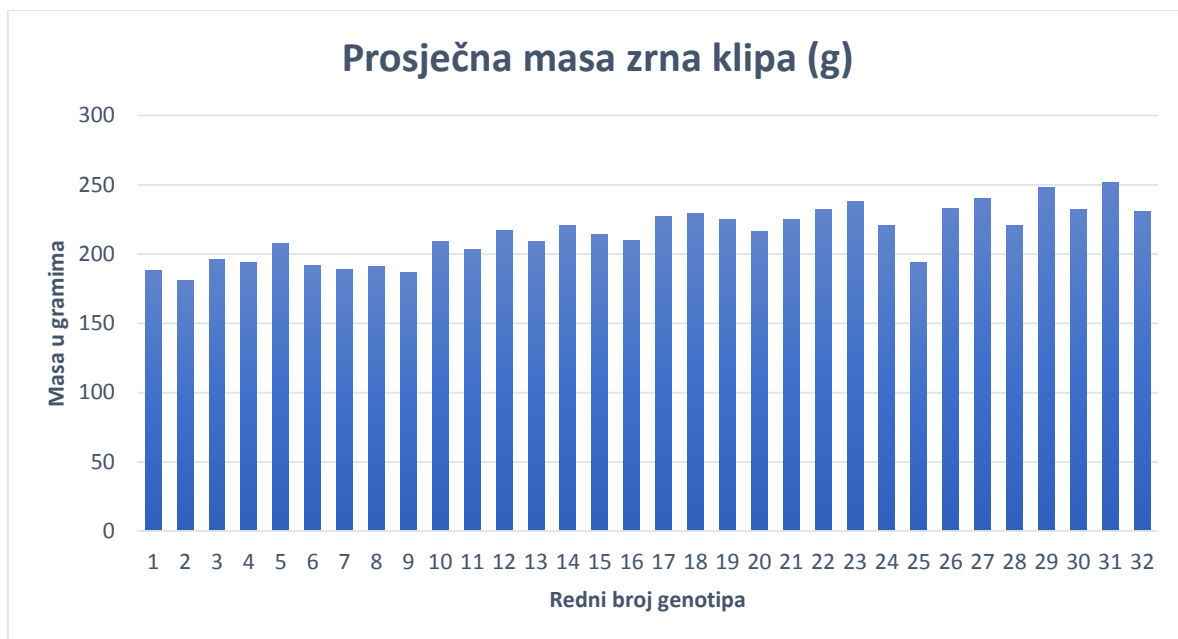
Grafikon 8. Prosječna duljina klipa

Najveća prosječna duljina klipa zabilježena je kod genotipa 16 i 22 i ona iznosi 22 cm, a najmanja kod genotipa 21 i iznosi 18 cm.



Grafikon 9. Prosječni promjer klipa

Najveći prosječni promjer klipa zabilježen je kod genotipa 31 53,1 cm, a najmanji kod genotipa dva i on iznosi 43,8 cm.



Grafikon 10. Prosječna masa zrna klipa

Najveća prosječna masa zrna klipa zabilježena je kod genotipa 31 252 g, a najmanja kod genotipa dva 181 g.

## **5. ZAKLJUČAK**

Kukuruz je jedna od najvažnijih poljoprivrednih kultura kako kod nas tako i u svijetu, te su mnoga znanstvena istraživanja usmjerena na ovu vrstu. Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi koji genotipovi su najtolerantniji i najprilagodljiviji na sušu. Nakon provedenog istraživanja utvrđeno je da postoje razlike među genotipovima u visini cijele biljke kao i u visini do primarnog klipa. Najveća prosječna visina cijele biljke bila je 259 cm, a najmanja 172,7 cm. Najveća prosječan visina do primarnog klipa bila je 117,68 cm dok je najmanja iznosila samo 18,8 cm. Nakon analize uzoraka utvrđena je najveća prosječna masa klipa koja je iznosila 294,4 g i najmanja koja je iznosila 207,6 g. Prosječne visine klipova uglavnom su bile podjednake za sve genotipove, dok je razlika u prosječnom promjeru klipa među genotipovima iznosila preko 10 cm.

## 6. LITERATURA

1. Dimitrijević M., Petrović S (2000.) Adaptibilnost i stabilnost genotipova, Katedra genetika i oplemenjivanje bilja, Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, Srbija (pregledni rad)
2. Gagro M., (1997.): Ratarstvo obiteljskog gospodarstva, žitarice i zrnate mahunarke, Zagreb
3. Kovačević V., Rastija M., (2014.): Žitarice. Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku
4. Pisana predavanja iz predmeta Žitarice
5. <http://ada.agr.hr/> (21.9.2018.)
6. <https://www.agroklub.com/sortna-lista/zitarice/kukuruz-115/> (15.7.2018.)
7. [https://www.bio.bg.ac.rs/materijali\\_predmeta/uvod-stres-2017.pdf](https://www.bio.bg.ac.rs/materijali_predmeta/uvod-stres-2017.pdf).  
(8.9.2018.)
8. [http://ishranabilja.com.hr/literatura/ishrana\\_bilja/Produktivnost%20biljaka.pdf](http://ishranabilja.com.hr/literatura/ishrana_bilja/Produktivnost%20biljaka.pdf).  
(10.8.2018)
9. <http://www.meteo.hr/> (30.8.2018.)

## 7. SAŽETAK

Kukuruz je jedna od najvažnijih ratarskih kultura. Po zasijanim površinama kukuruz je treća svjetska kultura, dok je u Hrvatskoj vodeća kultura zasijana na 40-45 % od ukupnih sjetvenih površina. Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi koji genotipovi su najtolerantniji i najprilagodljiviji na sušu. Istraživanje je provedeno 2017. godine na Visokom gospodarskom učilištu u Križevcima. Obavljena je obrada tla za sjetvu, gnojidba i prihrana, sjetva te je praćeni vegetacijski razvoj kukuruza i bilježene promjene svih genotipova. Mjerene su visine cijelih biljaka, visine biljaka do primarnog klipa te se vizualno opažano sušenje lišća. Nakon berbe, na odabranim klipovima obavljena su sljedeća mjerenja: vlaga zrna, mjerenje mase klipa, mjerenje duljine klipa, mjerenje promjere klipa, broj redova na klipu i mjerenje mase zrna klipa. Nakon provedenog istraživanja utvrđeno je da postoje razlike među genotipovima. Za neka od ispitivanih svojstava razlike među genotipovima su skoro neprimjetne, dok su kod nekih ispitivanja razlike uistinu velike.

Ključne riječi: genotipovi kukuruza, adaptibilnost, suša, opažanja i mjerenja