

UNIVERZITET U BEOGRADU
POLJOPRIVREDNI FAKULTET, ZEMUN

Mr Miroslava M. Jaramaz

**UTICAJ GUSTINE USEVA NA PRINOS
I KVALITET ZRNA KUKURUZA U
USLOVIMA NAVODNJAVANJA I
PRIRODNOG VODNOG REŽIMA**

- doktorska disertacija -

Beograd, 2015.

**UNIVERSITY OF BELGRADE
FACULTY OF AGRICULTURE, ZEMUN**

Miroslava M. Jaramaz M.Sc.

**EFFECTS OF PLANT DENSITY ON
YIELD AND MAIZE GRAIN QUALITY
UNDER IRRIGATED AND RAINFED
CONDITION**

- Doctoral Dissertation -

Belgrade, 2015.

UNIVERZITET U BEOGRADU
POLJOPRIVREDNI FAKULTET, ZEMUN

MENTOR: dr Đorđe Glamočlija, redovni profesor u penziji,
Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Beogradu

ČLANOVI KOMISIJE:

- 1. Dr Ljubiša Živanović**, docent,
Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Beogradu
- 2. Dr Livija Maksimović**, viši naučni saradnik,
Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad
- 3. Dr Dušan Kovačević**, redovni profesor,
Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Beogradu
- 4. Dr Vladan Ugrenović**, naučni saradnik,
PDS Institut Tamiš, Pančevo

Datum odbrane doktorske disertacije:

Zahvaljujem se članovima Komisije i mentoru na nesebičnoj pomoći koju su mi pružili pri izradi ove doktorske disertacije!

Mr Miroslava Jaramaz

„Da bi se mogla shvatiti ta večna borba i čežnja za vodom, trebalo bi se roditi, odrasti i živeti u ovoj beskrajnoj niziji, do srži osetiti jade s vodom i muke bez vode.

Ako su godine vlažne - stižu opasnost i nesreća, ako je godina sušna, nevolja je još veća!“

Nikola Mirkov (1947), inženjer i idejni tvorac hidrosistema Dunav-Tisa-Dunav

UTICAJ GUSTINE USEVA NA PRINOS I KVALITET ZRNA KUKURUZA U USLOVIMA NAVODNJAVANJA I PRIRODNOG VODNOG REŽIMA

Rezime:

Cilj ovih istraživanja je proučiti uticaj gustine useva na morfološke i produktivne osobine kukuruza u uslovima prirodnog vodnog režima i navodnjavanja useva. Ova istraživanja izvedena su 2011, 2012. i 2013. godine u južnom Banatu na oglednom polju u Omoljici. Poljski ogledi su postavljeni na zemljištu tipa černoziem metodom deljenih parcela (split-plot) u četiri ponavljanja. Istraživanjem su obuhvaćena dva faktora: četiri nivoa navodnjavanja (A) i tri gustine useva (B). Kao kontrola poslužila je varijanta prirodnog vodnog režima. Program istraživanja realizovan je u četiri faze, i to gajenjem biljaka kukuruza u poljskim ogledima, laboratorijskim analizama zemljišta i hemijskog sastava zrna, analizom vremenskih uslova tokom izvođenja oglada i statističkom obradom dobijenih podataka. Postavljeni su ogledi, koji su imali cilj da obuhvate agronomski aspekt uticaja navodnjavanja i gustine useva na morfološke osobine, komponente prinosa, prinos zrna i kvalitativne osobine zrna hibrida kukuruza ZPSC 677 (FAO grupa zrenja 600).

U trogodišnjem proseku najveći prinos zrna kukuruza bio je u uslovima najintenzivnijeg navodnjavanja (A_4) i najveće proučavane gustine useva (B_3). Samo je u izrazito sušnoj 2012. godini najveći prinos bio u varijanti najmanje gustine useva (B_1). Sadržaj proteina u zrnu bio je najveći u varijanti održavanja vlažnosti zemljišta do 75% od hidrolimita PVK (A_3) uz značajna variranja po varijantama, dok je u prirodnom vodnom režimu (A_1) bio najveći sadržaj skroba, celuloze i mineralnih soli. U usevu najmanje gustine u zrnima je bilo najviše celuloze i mineralnih soli. Najveće količine vode upotrebljene za navodnjavanje (A_4) u usevu najveće gustine (B_3) bile su najpovoljnije za sintezu ulja u zrnu, osim u 2012. godini kad je najveći sadržaj ulja bio u najređem usevu (B_1). Najviše poplegih biljaka bilo je u sušnoj 2012. godini kao posledica intentivnog napada kukuruzovog plamenca (*Pyrausta nubilalis*).

Značaj ovih istraživanja sastoji se u tome što će se na osnovu dobijenih rezultata moći dati odgovor o međusobnom uticaju navodnjavanja i gustine useva na prinos i kvalitet zrna kukuruza na ispitivanom području, kao i za područja sličnih agroekoloških uslova. Istovremeno, dobijeni rezultati mogu poslužiti kao teorijski prilog usavršavanju

tehnološkog procesa i metoda za maksimalno iskorišćavanje potencijala rodnosti hibrida u proizvodnji kukuruza.

Ključne reči: kukuruz, gustina useva, navodnjavanje, prirodni vodni režim, morfološke osobine, prinos i kvalitet zrna kukuruza, agroekološki uslovi.

Naučna oblast: Biotehničke nauke

Uža naučna oblast: Ratarstvo

UDK: 633.15: 631.811 (043.3)

EFFECT OF PLANT DENSITY ON YIELD AND QUALITY OF MAIZE GRAIN UNDER IRRIGATION AND RAINFED

Abstract:

The aim of this research is to study the effect of plant density on morphological and productive characteristics of maize under natural water regime and irrigation of crops. These studies were conducted in 2011, 2012 and 2013 in South Banat on the experimental field in Omoljica. Field trials were set up on soil type chernozem with method of split plots in four repetitions. The research included two factors: four levels of irrigation (*A*) and three plant density (*B*). Control was the variant of the natural water regime. The research program was carried out in four phases, namely by growing maize plants in field trials, laboratory analysis of soil and chemical composition of the grains, the analysis of weather conditions during the execution of experiments and statistical analysis of the obtained data. Experiments have been conducted, which they had intended to include agronomic aspect of the impact of irrigation and sowing density on morphological characteristics, yield components, grain yield and quality traits of grain corn hybrids PSC 677 (FAO maturity group 600).

In three-year average, the highest grain yield was in most intense irrigation (*A₄*) and the highest studied plant density (*B₃*). Only in the extremely dry 2012 year, the highest yield was in variant of minimum crop density (*B₁*). Grain protein content was highest in the variant maintenance of soil moisture to 75% of hidrolimit PVK (*A₃*), with significant variation among varieties, while in natural water regime (*A₁*) was the highest content of starch, cellulose and mineral salts. In minimum density (*B₁*), in the grain was the most cellulose and mineral salts. In most intense irrigation (*A₄*) in highest density (*B₃*) were the most favorable for oil synthesis in the grain, except in 2012 when the highest oil content was in the rarest crop (*B₁*). The most of lodged plants were in the dry year 2012 as a result of the European corn borer massive attack (*Pyrausta nubilalis*).

The significance of this research is that it will be based on the obtained results we can give an answer on the mutual influence of irrigation and planting density on yield and quality of maize grain in the same area, as well as areas of similar agro-ecological conditions. At the same time, the results can serve as a theoretical treatise

perfecting technological processes and methods for maximum utilization of yield potential of maize hybrids.

Keywords: maize, plant density, irrigation, natural water regime, morphological traits, yield and quality of maize, agro-ecological conditions.

Scientific field: Biotechnology Sciences

Scientific area: Crop husbandry

UDC: 633.15: 631.811 (043.3)

S A D R Ź A J

1.	U V O D	1
2.	NAUČNI CILJ I ZNAČAJ ISTRAŽIVANJA	7
3.	OSNOVNE HIPOTEZE OD KOJIH SE POLAZI	8
4.	PREGLED LITERATURE	9
5.	MATERIJAL I METODE ISTRAŽIVANJA	30
6.	AGROEKOLOŠKI USLOVI U TOKU IZVOĐENJA OGLEDA	37
6.1.	Padavine	38
6.2.	Toplotni uslovi	44
6.3.	Zemljišni uslovi	49
7.	REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA	56
7.1.	Morfološke osobine kukuruza	56
7.2.	Komponente prinosa kukuruza	72
7.3.	Prinos zrna	125
7.4.	Kvalitativne osobine zrna kukuruza	133
8.	ZAKLJUČAK	165
9.	LITERATURA	172
	Biografija autora	196
	Izjava o autorstvu	199
	Izjava o istovetnosti štampane i elektronske verzije doktorske disertacije	200
	Izjava o korišćenju	201

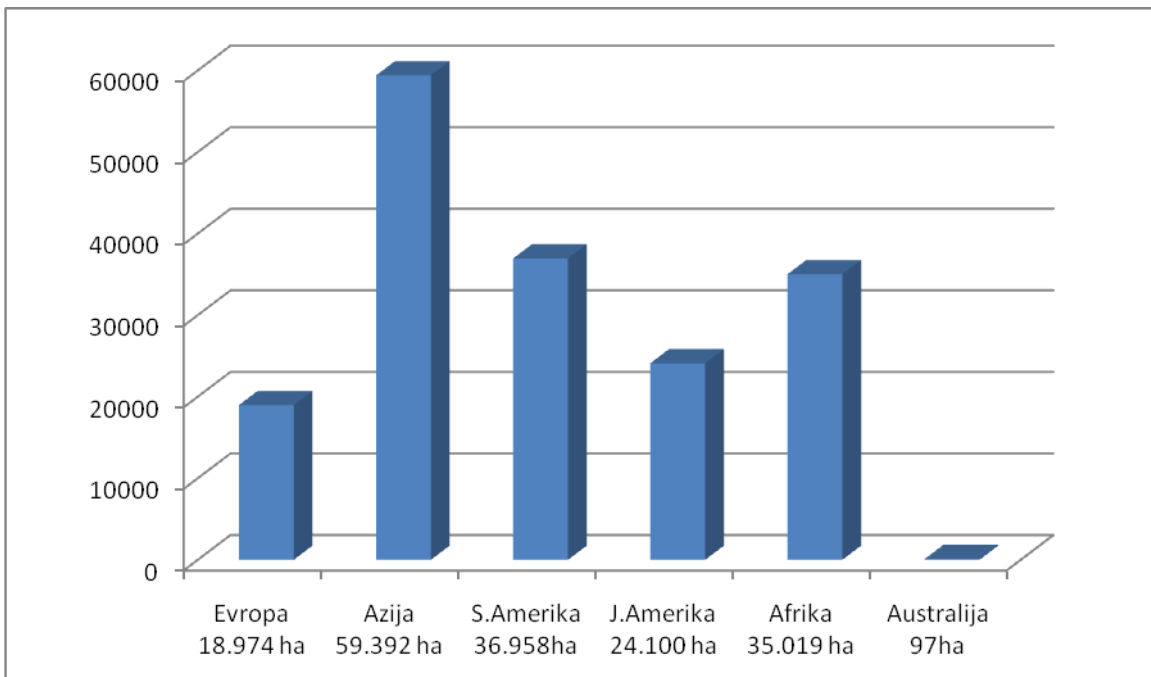
U V O D

Kukuruzu, zajedno sa pšenicom i rižom pripada najvažnije mesto u celokupnoj svetskoj poljoprivrednoj proizvodnji. Po ukupnim zasejanim površinama u svetu je na trećem mestu. Prema podacima FAO u 2013. godini gajio se na 184.192.053 ha, po ukupnoj svetskoj proizvodnji u 2012. godini bio je na drugom mestu, 872.791.597 tona, a po prinosu zrna po jedinici površine kukuruz se nalazi na prvom mestu. Prema podacima FAO u 2011. godini Srbija je izvezla 1.630.891 tona, a uvezla 3.509 tona kukuruza (FAO, 2014).

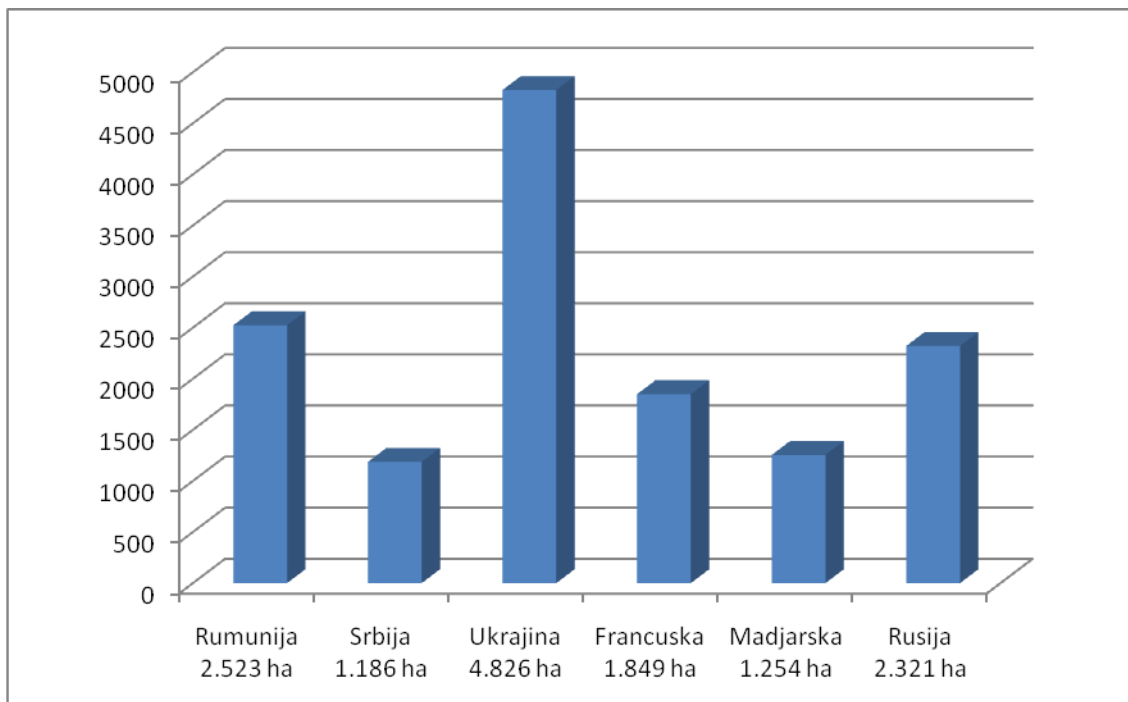
Osnovni privredni značaj kukuruza prizlazi iz njegove raznovrsnosti upotrebe u ishrani ljudi, domaćih životinja i industrijskoj preradi kao i obima proizvodnje. Kukuruz predstavlja biljku sa veoma visokim biološkim potencijalom rodnosti i ubraja se u skupinu biljaka sa najvećom proizvodnjom organske materije po jedinici površine. Poseban privredni značaj kukuruza ogleda se i u činjenici da se skoro sva nadzemna biomasa biljke može iskoristiti. Raznovrsnim tehnološkim postupcima danas se od biljke kukuruza proizvodi više od 1.500 raznih industrijskih prerađevina (Glamočlija, 2012).

Istorija gajenja kukuruza vrlo je duga i vezana je za narod Maja koji su ovu biljku koristili u ishrani pre više od 7000 godina. Kolumbo je 1492. godine otkrivši kontinent prvi put video kukuruz, koji je kasnije preneo u Španiju. Prema nekim mišljenjima kukuruz su u naša područja doneli preko Soluna u Srbiju i to 1576. godine, a nešto kasnije se pojavio i na području Srema. Jedan vek kasnije kukuruz je gajen na većim površinama u Srbiji, dok je veći privredni značaj dobio početkom devetnaestog veka (Glamočlija, 2012).

Zbog velikog privrednog značaja površine pod kukuruzom u svetu se iz godine u godine povećavaju, a proizvodnja se širi i na nova geografska područja. Prema FAO podacima u 2013. godini najviše kukuruza se gajilo na površinama kontinenta Severne i Južne Amerike 70.703.433 ha, u Aziji na površinama od 59.392.289 ha, u Africi na 35.019.749 ha i u Evropi na 18.974.068 ha (FAO, 2014) (grafikon 1).



Grafikon 1. Površine pod kukuruzom po kontinentima (FAO, 2014), (1000 ha)



Grafikon 2. Površine pod kukuruzom u Evropi (FAO, 2014), (1000 ha)

U Evropi najveće površine u 2013. godini pod kukuruzom su bile u Ukrajini 4.826.900 ha, u Rumuniji 2.523.455 ha, u Rusiji 2.321.860 ha, u Francuskoj 1.849.600 ha, u Mađarskoj 1.254.000 ha i Srbiji 1.186.523 ha (FAO, 2014) (grafikon 2).

Kukuruz je u Srbiji najzastupljenija ratarska vrsta, neophodna za obezbeđivanje domaćih potreba, a isto tako i kao strateški proizvod namenjen izvozu. Primarni cilj proizvodnje kukuruza je dobijanje visokih i stabilnih prinosa zrna velike hranljive vrednosti. Uspeh u velikoj meri zavisi od primene različitih agrotehničkih mera u proizvodnom procesu.

U proteklom petogodišnjem periodu u našoj zemlji kukuruz je gajen na oko 1.342.000 ha uz postepeno smanjivanje površina i prosečan prinos zrna koji je varirao od 3.180 kg ha⁻¹ do 4.028 kg ha⁻¹. Ukupna proizvodnja zrna bila je približno oko 5.250.000 tona. Veliko osciliranje prinosa zrna po godinama uslovljeno je malim ulaganjima u proizvodnju, koja je najčešće u uslovima prirodnog vodnog režima, tako da česte suše značajno utiču na prinos i kvalitet zrna. Zasejane površine se iz godine u godinu smanjuju, a razlozi su smanjivanje poljoprivrednih površina, ali i sve veći interes proizvođača za industrijske i povrtarske biljke (*Glamočlija*, 2012).

Klimatski uslovi u našim poljoprivrednim područjima, imaju veoma nepovoljan raspored padavina i sušni periodi su redovna pojava. Raspored padavina po fazama rastenja ograničavajući je činilac proizvodnje kukuruza u sušnom periodu i u uslovima suvog ratarenja sve više poprima ekstenzivan karakter. Zbog nepovoljnih meteoroloških uslova hibridi kukuruza novije generacije, koji po pravilu bolje podnose sušu, ne ispoljavaju genetički potencijal rodosti. Da bi se postigli što veći i stabilniji prinosi kukuruza, biljke moraju biti snabdevene dovoljnom količinom vode a to se može postići jedino navodnjavanjem. Prema FAO podacima u 2011. godini u Srbiji je ukupno navodnjavano 1,82% površina (FAO, 2014).

Najbolji uslovi gajenja kukuruza se ostvaruju pravovremenim snabdevanjem biljaka potrebnom količinom vode i mineralnih hraniva. Snabdevanje kukuruza vodom u pravo vreme, zbog manjka padavina tokom vegetacionog perioda, moguće je uz navodnjavanje. Pravilnim izborom režima navodnjavanja (potrebna količina vode i broj zalivanja određeni na osnovu poljskog vodnog kapaciteta), obezbeđuju optimalan

vegetacioni i generativni razvoj biljaka, što utiče na visinu prinosa i kvalitet zrna, ali i doprinosi očuvanju prirodnog resursa i ekonomičnosti proizvodnje.

Navodnjavanje sistemom kap po kap zastupljeno je u svim zemljama u svetu, naročito u aridnim predelima za navodnjavanje povrća i voća, a tehnički i tehnološki stalno se usavršava. Plastična oprema je znatno pojeftinila, naročito laterali na kojima se montiraju kapaljke za šta su stvoreni uslovi za masovnije primenu u proizvodnji. Poseban značaj ima u organskoj proizvodnji hrane, prvenstveno u proizvodnji povrća, voća i grožđa. Osnovni princip primene ovog načina navodnjavanja je da voda pod malim pritiskom, preko kapaljki vlaži zemljište u obliku kapi u neposrednoj blizini biljaka. Pri tom se ne vlaži cela površina u usevu već samo deo, tako da su gubici vode minimalni ili ih uopšte nema.

Vreme zalivanja i zalivne norme potpuno se razlikuju u odnosu na druge klasične načine. Navodnjavanje se može izvoditi neprekidno ili povremeno, dok se ne obezbedi optimalna vlažnost zemljišta u sloju najveće mase korenovog sistema. Voda se dodaje lagano kap po kap malim intenzitetom samo nekoliko litara po satu (1, 2, 4 ili 8 litara/sat). U procesu navodnjavanja s vodom se mogu unositi i hranljive supstance i to u toku celog vegetacionog perioda prema zahtevima biljaka. Program hranidbe treba da se zasniva na potrebama biljaka i plodnosti zemljišta. Vreme unošenja hraniva treba podesiti tako da počne jedan do dva sata posle početka rada sistema i da se završi jedan do dva sata pre završetka navodnjavanja. Savremeni sistemi za navodnjavanje u pravilu ne rasipaju vodu. Sistem za navodnjavanje jednog hektara košta oko 3.000 evra, a njegovo postavljanje u redovnoj godini garantuje povećanje prinosa za oko trećinu.

Mada je Srbija među poslednjim u Evropi po navodnjavanjem poljoprivrednim površinama na tržištu ima dovoljno proizvođača i distributera sistema za navodnjavanje. Biljke kukuruza koje su navodnjavane odlikuju se visokim prinosom, visokom bujnosti i rodnošću, kvalitetnim zrnom i lepo obrazovanim klipovima.

Prema podacima Republičkog hidrometeorološkog zavoda, u Srbiji je od 2000. godine do danas, zabeleženo nekoliko sušnih godina, kao i nekoliko godina gde su prekomerne količine padavina izazvale poplave u vreme setve ili žetve poljoprivrednih useva. Takvi, nepovoljni vremenski uslovi su naredne godine značajno uticali na obim

ponude, skok cena i smanjen izvoz važnijih poljoprivrednih proizvoda. U zavisnosti od intenziteta suše, prinosi kukuruza mogu biti smanjeni i do 50% u odnosu na prinose u uslovima navodnjavanja. U ekstremno sušnim godinama to smanjenje prinosa kod kukuruza može ići i do 80%. Visoki prinosi i stabilna proizvodnja kukuruza u promenljivim klimatskim uslovima kod nas, moguća je jedino primenom navodnjavanja (*Filipović, 2012*). U uslovima optimalne obezbeđenosti vodom u navodnjavanju domaći NS-hibridi kukuruza ostvaruju visoke prinose, većinom iznad 13 t ha⁻¹, a neki hibridi iz grupa FAO 500, 600 i 700 iznad 15 t ha⁻¹ (*Dragović i sar, 2003., cit. Filipović, 2012*).

U „Aktuelnom savetniku“ PDS Instituta „Tamiš“ Pančevo, *Filipović (2012)* navodi da je prihod i profit u sistemu za navodnjavanje za dva puta veći u odnosu na suvo ratarenje. Ekonomičnost proizvodnje u sistemu navodnjavanja je povećana sa 1,03 na 1,18%, rentabilnost proizvodnje sa 3,0 na 18,4%, a produktivnost rada u proizvodnji ratarskih useva je veća za 2,2 puta što nam pokazuje da investiranje u navodnjavanje doprinosi proizvodnji kvalitetne, ekonomičnije, rentabilnije i profitabilnije hrane.

Sadašnje stanje navodnjavanja u našoj zemlji posmatrano kroz ukupan broj zalivnih sistema, odnosno površina na kojima su oni izgrađeni, ne zadovoljava ni po obimu niti po tehničkoj opremljenosti, a isto tako ni po stepenu njihovog korišćenja. Dostignut stepen razvoja navodnjavanja u Srbiji ne zadovoljava potrebe stabilne i efikasne poljoprivredne proizvodnje. Navodnjavanje nije našlo svoje pravo mesto u našoj poljoprivredi jer ga svaka rodna godina potiskuje u drugi plan. Prema dostupnim podacima u Republici Srbiji oko 180.000 ha je pod sistemima za navodnjavanje, ali je stepen njihovog korišćenja 50-60%. Procena je da su sistemi za navodnjavanje trenutno u funkciji na oko 30.000 ha (*Filipović, 2012*).

Rešavanje problema suše u Srbiji se uglavnom zasniva na konceptu proširenja navodnjavanih površina, ali nisu sve obradive površine pogodne za navodnjavanje. Od ukupno raspoloživog zemljišnog fonda u Republici Srbiji, od oko 8,8 miliona hektara poljoprivrednih površina 40% nije pogodno za navodnjavanje (*Srbijavode, 2000*).

Vodoprivredno preduzeće Dunav – Tamiš iz Pančeva je 1993. godine postavilo lučnu cev kojom se na principu potpritiska, voda iz Dunava prebacuje u mrežu kanala preko nasipa u atar Ivanova, Omoljica, ali se ta mogućnost slabo koristi. Klimatski faktori

pokazuju da imamo nepovoljan režim padavina, jer od ukupno sto godina, 17 je sa povoljnim režimom, 32 godine su sa viškom, a čak 51 godina sa manjkom padavina.

Trenutno stanje navodnjavanja u Srbiji je takvo da se intenzivno navodnjava od 4 do 5% obradivih površina, odnosno 150 do 200 hiljada hektara poljoprivrednih površina koje su pogodne za navodnjavanje. Zbog slabog održavanja sistema za navodnjavanje u funkciji je tek manje od trećine. Srbija ima pogodnost za navodnjavanje u prve tri klase zemljišta na površini od 3,6 miliona hektara. Prema procentu navodnjavanih površina Srbija je na dnu liste evropskih zemalja, odnosno značajno zaostaje u navodnjavanju njivskih useva. Taj procenat obradivih površina koje se navodnjavaju u Srbiji uključuje površine pod plasticima i staklenicima, voćnjake, vinograde pod sistemima kap po kap, navodnjavanje povrtnjaka na otvorenom i ratarskih useva sa različitim sistemima, od brazda sa slobodnim padom, preko topova za rasprskivanje, do širokozahvatnih kišnih krila.

Razvoj sistema za navodnjavanje je jedini način za stabilizaciju poljoprivredne proizvodnje, kako ona ne bi zavisila od vremenskih prilika, poboljšanja prinosa i zarade poljoprivrednika. Navodnjavanjem kukuruza ostvarile bi se dve žetve godišnje, taj kukuruz bi se koristio za silažu, a prinosi bi bili kao u podnebljima koji imaju optimalnu klimu za gajenje kukuruza.

Program istraživanja ove doktorske disertacije obuhvatio je agronomski aspekt značaja utvrđivanja kako različite gustine useva i različite količine vode upotrebljene za navodnjavanje useva utiču na rastenje i razviće, morfološke osobine, na pokazatelje produktivnosti, komponente prinosa, kao i na prinos i kvalitet zrna hibrida kukuruza dužine vegetacionog perioda (FAO 600) u uslovima navodnjavanja i prirodnog vodnog režima.

Značaj programa istraživanja sastoji se u tome što će se na osnovu dobijenih rezultata odgovoriti na pitanje koliko će primenjeni činoci agrotehničkih mera uticati na ispoljavanje genetičkog potencijala rodosti hibrida u rejonu južnog Banata, ali i drugih područja koji se odlikuju sličnim agroekološkim uslovima. Istovremeno, dobijeni rezultati poslužiće kao teorijski prilog uspostavljanja tehnološkog procesa i metoda za maksimalno korišćenje zemljišta i potencijala rodosti hibrida u proizvodnji kukuruza.

2. NAUČNI CILJ I ZNAČAJ ISTRAŽIVANJA

Svrha postavljenog cilja istraživanja je da se ustanovi kako različite gustine useva utiču na proizvodni potencijal i morfološke osobine hibrida kukuruza u uslovima prirodnog vodnog režima i navodnjavanja useva. Pored toga, utvrdiće se tolerantnost hibrida ZP 677 (FAO grupe zrenja 600) gajenog u različitim gustinama useva na promenljive agroekološke uslove južnog Banata.

Posebna pažnja će se posvetiti utvrđivanju korelacije između navedenih faktora i rastežanja i razvića biljaka. Ova istraživanjima mogu dati značajan doprinos teoretskom razumevanju ontogeneze kukuruza, kao i praktični značaj u smislu iznalaženja najpovoljnije gustine useva u uslovima prirodnog vodnog režima i optimalne snabdevenosti biljaka vodom.

Dobijeni podaci omogućiće poređenje budućih istraživanja iz oblasti savremene tehnologije proizvodnje kukuruza sa dobijenim rezultatima ovog rada.

3. OSNOVNE HIPOTEZE OD KOJIH SE POLAZI

Kod izrade ove doktorske disertacije pošlo se od sledećih hipoteza:

1. Gustina useva uticaće na biološke, morfološke i produktivne osobine kukuruza što će ispoljiti i značajne razlike u prinosu i kvalitetu zrna.
2. Pretpostavka je da biljke kukuruza različito reaguju na promenu gustine useva u varijabilnom vodnom režimu u uslovima suvog ratarenja.
3. Navodnjavanjem useva primenom različitih količina vode, odrediće se optimalna vlažnost zemljišta za ukupan razvoj biljaka. Na osnovu dobijenih rezultata, prikazanih ostvarenim prinosom i kvalitetom zrna, izradili bi se matematički modeli potrebe biljaka za vodom tokom vegetacionog perioda na plodnom černozeu, u određenim temperaturnim uslovima.
4. Faktori, obuhvaćeni ovim istraživanjima, različito će uticati na produktivne osobine kukuruza pojedinačno, kao i u interakciji.
5. Pretpostavlja se da će se povećati koeficijent iskorišćenja mineralnih hraniva (azota, fosfora i kalijuma) u uslovima optimalnog vodnog režima.

4. PREGLED LITERATURE

Gustina useva je element na koji u znatnoj meri utiču klimatski uslovi rejona, kvalitet zemljišta, kao i osobine genotipa kukuruza. Na siromašnijim zemljištima gaji se manji broj biljaka, a na plodnijim, sa optimalnim vodnim režimom ili u uslovima navodnjavanja, veći broj biljaka po jedinici površine. Rani hibridi, zbog manjeg habitusa seju se na veće gustine u odnosu na hibride dužeg vegetacionog perioda. Pored morfoloških osobina hibrida gustinu useva, odnosno broj biljaka po jedinici površine, treba prilagoditi i vodnom režimu, odnosno rasporedu padavina tokom vegetacionog perioda kukuruza svakog proizvodnog područja.

Gustina useva je jedna od najvažnijih agrotehničkih mera, koja direktno utiče na visinu prinosa. *Kiesselbach i sar.* (1928) su smatrali da je kod deficita vode u zemljištu, potrebno smanjiti gustinu useva radi dobijanja većih prinosa.

Kohne i sar. (1951); *Rounds i sar.* (1951); *Dungah i sar.* (1958) i *Marinković* (1982) ističu da bi u uslovima navodnjavanja trebalo povećati broj biljaka po jedinici površine, dok *Kolčar i sar.* (1984) zaključuju da se u uslovima povoljnog vodnog režima hibridi kraćeg vegetacionog perioda mogu gajiti i u značajno većim gustinama useva.

Proučavajući nekoliko hibrida grupa zrenja, od FAO 200 do 600 i četiri gustine useva (35.000, 42.000, 50.000 i 62.000 biljaka po hektaru) *Gotlin i Pucarić* (1969) su zaključili da je najveći prinos zrna bio u usevu od 42.000 biljaka, dok je prosečna masa klipa značajno opadala sa povećanjem broja biljaka iznad 50.000.

Stevanović i Savić (1984) zaključili su da je povećanjem broja biljaka po jedinici površine rastao prinos zrna kukuruza. Najmanji prinos zrna kukuruza bio je u najmanjoj gustini useva, dok je najveći prinos zrna ostvaren s najvećim brojem biljaka po hektaru.

U istraživanju *Lapčević* (1985) gustina useva pokazala je značajan uticaj na prinos semena kukuruza. Prinos kukuruza je rastao sa povećanjem useva, a najveći prinos je bio pri najvećoj gustini useva od 100.000 biljaka po hektaru.

Proučavajući uticaj gustine useva i hibrida u uslovima navodnjavanja na lokalitetu Zemun Polje (Srbija) i Kneža (Bugarska) *Vasić* (1986) zaključuje da zalivanje useva ima veliki uticaj na visinu i stabilnost prinosa zrna. U uslovima navodnjavanja najveći prinos

bio je u najgušćem proučavanom usevu (84.033 biljke po ha) – 11,12 t ha⁻¹, a za 2,02 t ha⁻¹ manji u najređem usevu (39.682 biljke po hektaru).

Proučavajući uticaj gustine useva hibrida različitih grupa zrenja, gajenih u monokulturi na zemljištu tipa pseudoglej *Jovanović i Dugalić*, (1994) i *Jovanović i sar.* (1997) zaključuju da na broj biljaka utiču morfološke osobine hibrida i vremenski uslovi. Hibrid kraćeg vegetacionog perioda ZP 599 dao je u vlažnijoj 1991. godini veći prinos u usevu veće gustine (28 cm), a u suvljoj 1992. godini rastojanje među biljkama u redu od 24 cm bilo je povoljnije za prinos zrna. Što pokazuje da je u godinama s manje padavina povoljnije sejati kukuruz na manje gustine.

Ispitujući uticaj gustine useva i mineralne ishrane na masu 1000 semena ukupan prinos semena semenskog kukuruza na beskarbonatnom černozemu u Krnješevcima *Jovin i Vesković* (1997) nisu uočili statistički značajna variranja po gustinama.

Na povećanje gustine useva utiče zemljište, hranljive materije i svetlost (*Cuomo et al.*, 1998). *Fisher i Fairley* (1982); *Cusicanqui i Lauer* (1999) i *Ahmad et al.* (2008) ističu da povećanje gustine useva do optimalne granice značajno povećava prinos i sadržaj proteina u zrnu, a smanjuje sadržaj ulja, dok daljnje povećanje gustina može smanjiti prinose (*Neilsen*, 1998; *Has et al.*, 2008).

Proučavajući uticaj gustine useva hibrida ZP 580 na masu 1000 zrna *Ilić* (1999) je zaključio da se ova vrednost sa povećanjem broja biljaka po jedinici površine značajno smanjuje. Najveću masu imala su zrna u usevu najmanje gustine (35.272 biljke po ha), 322 g, dok je najmanja masa 1000 zrna bila u najgušćem ispitivanom usevu (55.370 biljka), samo 286 g.

Petrović, Jasna i sar. (2000) su proučavali uticaj gustine useva tri ZP hibrida na oglednom polju Instituta za kukuruz u Zemun Polje u periodu 1996-1998. godina i zaključili da se povećanjem gustine useva povećavao prinos zrna do gustine od 79.365 biljaka/ha i iznosio je 13,06 t/ha. Uticaj gustine useva na masu 1000 zrna ispoljio se na taj način što se u svim godinama ispitivanja masa 1000 zrna sa povećanjem gustine smanjivala. Najveća vrednost mase 1000 zrna izmerena je u najmanjoj gustini (412 g), a najmanja u najvećoj gustini (350 g), što čini smanjenje od 15,05%. Povećanje gustine

uticalo je na povećanje broja zrna po hektaru, a najveći broj (46,27 x 106/ha) dobijen je u najvećoj gustini useva.

Meteorološki uslovi imaju veliki uticaj na prinos kukuruza kako ističu *Bokan i sar.* (2001a) koji su u povoljnoj godini dobili prosečan prinos zrna 13,9 t ha⁻¹, a u izrazito sušnoj samo 4,15 t ha⁻¹. Slične rezultate *Bokan i sar.* (2001b) ostvarili su i u ogleđima na području Čačka kada su proučavali uticaj gustine useva na prinos zrna kukuruza. U godini nepovoljnog prirodnog vodnog režima prinos zrna je opadao sa povećanjem gustine useva, dok je u vlažnoj godini bio najveći u najvećoj proučavanoj gustini useva (60.000 biljaka po hektaru).

Hibride novije generacije treba gajiti u većim gustinama useva kako ističu *Bokan i sar.* (2001b), *Farnham* (2001), *Živanović i sar.* (2006), a u okviru grupa zrenja, raniji bolje podnose gušću setvu u odnosu na kasnije *Ilić* (2002a), *Videnović i sar.* (2003), *Živanović i sar.* (2004, 2005).

Stevović i sar. (2001) na zemljištu smonica na području Čačka ispitivali su uticaj šest ZP hibrida kukuruza i tri gustine useva (40.000, 50.000 i 60.000 biljaka po ha) na prinos kukuruza. U meteorološki povoljnijoj 1997. godini najveći prinos od 14,35 t ha⁻¹ zabeležen je u najvećoj gustini, dok se u 1998. godini (nepovoljna godina) povećanjem gustina prinos znatno smanjivao i u najvećoj gustini je bio 4,08 t ha⁻¹. Autori su zaključili, da kada se kukuruz gaji u prirodnom vodnom režimu na tipu zemljišta smonica, u meteorološki povoljnim godinama prinosi su veći kod većih gustina useva, a u nepovoljnim godinama bolje ih je sejati na manje gustine.

Rezultati *Ilića i sar.* (2002b) pokazali su da na zemljištu tipa smonica prinosi zrna značajno opadaju sa povećanjem broja biljaka, od 45.000 do 55.000 u svih proučavanih hibrida i po svim rokovima setve bez obzira na vodni režim tokom vegetacionog perioda.

Optimalna gustina useva je ona gustina koja omogućuje stabilne i visoke prinose, maksimalno iskorišćenje sunčeve svetlosti, hranjivih materija i vlažnosti zemljišta zaključili su *Xue et al.* (2002); *Gonzalo et al.* (2006); *Simić and Stefanović* (2008); *Raouf et al.* (2009); *Videnović et al.* (2011) i drugi autori.

Glamočlija i sar. (2003) zaključuju da se sa većom gustinom useva dobiju viša stabla i veća biomasa, a u interakciji sa NPK hranivom veći prinos i kvalitet zrna.

Proučavajući uticaj gustine useva na prinos sedam ZP hibrida kukuruza *Videnović i sar.* (2003) zaključili su da prirodni vodni režim značajno utiče na rastenje i razviće kukuruza. U meteorološki najnepovoljnijoj godini prosečan prinos zrna bio je $6,05 \text{ t ha}^{-1}$, dok je u vrlo povoljnim godinama ova vrednost bila veća za skoro 50%. U povoljnoj godini najprinosniji je bio hibrid ZP 677 u gustini 70.000 biljaka po ha, a u izrazito sušnoj isti hibrid, ali u gustini od 50.000 biljaka po ha.

Ispitujući uticaj navodnjavanja na prinos šest zemunpoljskih hibrida gajenih u gustinama od 40.000 do 100.000 biljaka po ha *Kresović, Branka i sar.* (2004) zaključili su sledeće: efekat navodnjavanja je veći u sušnoj 2000. godini i do 46,5%, zalivanje useva može se izostaviti u vlažnoj godini (1999), a najveći prinos zrna dobijen je hibridom ZP 677 u gustini useva iznad 90.000 biljaka po ha ($13,31 \text{ t ha}^{-1}$).

Dvogodišnja istraživanja *Živanovića i sar.* (2004) o uticaju gustine useva i hibrida različite grupe zrenja na prinos i vlažnost zrna pokazala su da režim vlažnosti tokom vegetacionog perioda značajno utiče na proučavane vrednosti. U meteorološki povoljnoj godini prosečan prinos zrna bio je $9,39 \text{ t ha}^{-1}$, a u sušnoj godini za oko 30% manji.

Gustina useva menjala se tokom poslednjih trideset godina, sa tendencijom povećanja broja biljaka po hektaru. Tome je doprinela pojava novih hibrida, koji su podnosili veću gustinu useva pre svega zbog promenjene arhitekture same biljke (veća čvrstoća donjih internodija stabla i erektofilan položaj lista). Broj biljaka se povećao od 35.000 do 40.000 početkom sedamdesetih godina, na 55.000-65.000 sredinom osamdesetih. Međutim, treba imati u vidu da gustina useva zavisi od hibrida (dužini vegetacionog perioda hibrida i tipu hibrida), ali i plodnosti zemljišta, rezervi zimskih padavina, te očekivane količine i rasporeda padavina tokom vegetacionog perioda kukuruza. Na plodnijim zemljištima, boljeg kapaciteta za vodu, kao i onim područjima gde ima više padavina u toku vegetacionog perioda, može se sejati na veće gustine i obrnuto, u sušnijim rejonima, kao i na manje plodnim zemljištima setvu treba obaviti ređe. U uslovima navodnjavanja setva se takođe obavlja na veće gustine (*Starčević i Latković, Dragana,* 2006).

Slične rezultate dobili su i *Jovanović i sar.* (2006 a, b) na području istočnog Srema kad je hibrid ZP 677 dao prinos zrna, $11.798,50 \text{ kg ha}^{-1}$ u gustini od 56.250 biljaka po ha.

O velikom genetičkom potencijalu rodnosti hibrida ZP 677 govore i rezultati *Jovina i sar.* (2006) koji su proučavali njegove proizvodne osobine u uslovima navodnjavanja.

Dvogodišnja straživanja (2004-2006) *Živanovića i sar.* (2006) obuhvatila su uticaj različitih gustina useva (tri gustine useva) na prinos kukuruza hibrida različitih dužina vegetacionog perioda (11 perspektivnih hibrida). U proseku za godine i gustine, hibridi FAO grupa zrenja 700 i 600 postigli su veće prinose zrna za 10,8 do 12,8% u poređenju sa hibridima FAO grupa zrenja 400 i 500. Autori su zaključili da je u proseku za hibride sejane u manjim gustinama (G_1) ostvaren manji prinos zrna za 5,2%, dok je u većim gustinama (G_3) prinos hibrida bio veći za 2,6% u odnosu na optimalne gustine (G_2). Utvrđena je značajnost interakcije između hibrida i gustine useva.

Simić, Milena i Stefanović, Lidija (2007) zaključile su da gustina kukuruza koja se postiže pravovremenom setvom optimalnog broja biljaka za uslove staništa, vrstu i hibrid, direktno utiče na formiranje dobre pokrovnosti useva, a samim tim i na povećanje njegove konkurentne sposobnosti u odnosu na korove. Pored delovanja na smanjenje zakorovljenosti, gajenje kukuruza u povećanim gustinama i sa pravilnijim rasporedom biljaka (smanjeni međuredni razmak) uglavnom doprinosi i ostvarenju većih prinosa zrna.

Pozitivna korelacija između gustine useva i količina dostupne vode na prinos biomase kukuruza bila je veoma značajna u uslovima povoljnog vodnog režima, dok u uslovima suše ova dva proučavana faktora nisu imala značajan uticaj na produkciju biomase, kako ističu *Šaponjić, Bojana i Dragičević, Vesna* (2009).

Pandurović i sar. (2009, 2010) su proučavajući uticaj gustine useva na pokazatelje produktivnih osobina različitih hibrida na području Srema i Mačve, zaključili da samo u vlažnoj godini kukuruz treba sejati gušće, posebno na plodnijem zemljištu Srema. U sušnoj godini, sa povećanjem broja biljaka po ha prinos zrna statistički je veoma opadao. Ovaj trend bio je više izražen u Mačvi.

Liebman et al. (2011) smatra da je optimalna gustina useva ona gustina koja i kod povećanja troškova semena ima ekonomsku opravdanost povećanja prinosa.

Kresović, Branka i sar. (2011b) su ispitivali četiri hibrida kukuruza različitih grupa zrenja gajenih u navodnjavanju u kombinaciji setve sa sedam gustina (40.000, 50.000, 60.000, 70.000, 80.000, 90.000 i 1000.000 biljaka/ha) u periodu 2006-2009. godine na

černozemu. Dobijeni rezultati pokazuju da su između ispitivanih hibrida i gustina useva ostvarene statistički veoma značajne razlike prinosa zrna kukuruza. Povećavajući gustine useva, ravnomerno se povećavao i prinos kukuruza, ali nakon određene granice (gustine od 80.000 biljaka/ha) prinos se smanjivao (forma parabole), što su zaključili i drugi autori ispitivajući ZP hibride (*Videnović et al.*, 2003; *Kresović et al.*, 2004a,b; *Simić and Stefanović*, 2007). Svi ispitivani hibridi najmanje prinose su ostvarili pri najmanjoj gustini useva, sa 40.000 biljaka po hektaru, a najveći prinosi su bili u srednjim gustinama (50.000, 60.000 i 70.000 biljaka/ha).

U celini hibridi u manjoj gustini useva daju veći prinos zrna, ističe *Rankov* (2012) naglašavajući da je sve manji broj godina sa vrlo povoljnim prirodnim vodnim režimom. Pre nego što se opredeli za optimalnu gustinu useva svaki proizvođač trebalo bi da prouči sledeće: proizvodne osobine hibrida, prirodnu plodnost zemljišta, osobine preduseva, sistem dopunske ishrane, prosečne količine padavina i temperature tokom vegetacionog perioda, odredi zalihe zimskih padavina kao i dostupnost podzemnih voda korenovom sistemu kukuruza.

Pandurović i sar. (2013) proučavajući uticaj dve gustine useva na produktivne osobine kukuruza gajenog u uslovima prirodnog vodnog režima, zaključuju da na prinos zrna više utiče povoljan raspored padavina tokom vegetacionog perioda nego broj biljaka po jedinici površine.

Manjak padavina u toku vegetacionog perioda, naročito u tri letnja meseca (jun-avgust) kod gustog useva kukuruza utiče na značajnije smanjenje prinosa. Ukoliko je manjak padavina veći prinos može biti značajno smanjen, kao što je bilo u sušnoj 2012. godini. Istraživanja su provedena u periodu od 2003 do 2006. godine na oglednom polju Srbobran na karbonatnom černozemu sa pet gustina useva (47.000, 57.000, 68.000, 79.000 i 89.000 biljaka/ha), pet hibrida kukuruza i šest rokova setve. Rezultati su pokazali da je najveći prosečni prinos ostvaren pri najvećoj gustini useva (13,67 t ha⁻¹). Višegodišnji podaci pokazali su da se kod srednje ranih i srednje kasnih hibrida raspon gustine treba kretati od 57 do 68.000 biljaka po ha, a kod ranih hibrida od 68 do 79.000 biljaka po ha. Preporuka proizvođačima je da u slučaju kada su manje količine padavina u zimskom periodu, optimalnu gustinu za određeni hibrid treba smanjiti od 5 do 10%, a ako je i

raspored mineralnog azota loš, tada se optimalna gustina smanjuje od 10 do 20% u odnosu na preporučenu za dati hibrid. Kod optimalnih zimskih padavina i dobrog rasporeda azota po profilu, optimalna gustina useva se pomera prema preporučenoj za dati hibrid (*Latković, Dragana, 2013*). Kasni hibridi najveće prosečne prinose su ostvarili gustinom useva od 57.000 biljaka/ha, a između ove gustine i većih gustina nije bilo značajne razlike u povećanju prinosa (*Latković, Dragana i sar. 2007*).

Po načinu setve kukuruz se ubraja u širokoredne useve. Kod nas setva se izvodi na međuredno rastojanje 70 cm, uz mogućnost variranja, od 65 do 75 cm. Planirana gustina useva određuje se na osnovu veličine vegetacionog prostora jedne biljke, odnosno razmaka između biljaka u redu i međurednog rastojanja. Na optimalnu gustinu utiče više činilaca, na primer morfološke osobine biljaka, intenzitet agrotehnike, cilj proizvodnje (biomasa ili zrno), količine i raspored padavina, da li se kukuruz gaji kao čist usev ili u različitim konsocijacijama, plodnost zemljišta i drugi. U protekloj deceniji proizvodnja kukuruza u uslovima suvog ratarenja postaje nesigurna usled čestih suša tokom vegetacionog perioda, posebno u periodima kritičnim za vodu. Sve češći sušni periodi, kao posledica globalnog zagrevanja planete, pred selekcionere postavljaju novi zadatak, kako dobiti hibride tolerantnije na sušu. U rešavanju ovog pitanja nameće se i odgovor, kako stvoriti hibride snažnijeg korenovog sistema, jače izražene ksenomorfne građe i kraćeg vegetacionog perioda. Biljke bi intenzivnijim porastom brže prolazile pojedine fenofaze, kao i kritičan period za vodom pre letnjih suša (*Glamočlija, 2012*).

Pored prirodnog vodnog režima uticaj na prinos biomase ima i tip zemljišta, kako ističu *Šaponjić i sar. (2014)* proučavajući uticaj gustine useva kukuruza gajenog na hidromorfnoj crnici i aluvijumu. U celini, na ritskoj crnici najveći prirast organske supstance bio je u najvećoj proučavanoj gustini useva, dok je na zemljištu tipa aluvijum veći prinos biomase dobijen u usevu manje gustine.

Razni autori istraživali su uticaj suše i navodnjavanja na fiziologiju i prinos kukuruza (*Bakr i sar., 1975, Huang i sar., 2002, Efeoglu i sar., 2009*). Korišćenje navodnjavanja u proizvodnji kukuruza je skupo ulaganje s velikim troškovima iskorišćavanja sistema, i zbog toga je važno paziti da osim mogućih ekonomskih

troškova nemamo i štete na navodnjavanom zemljištu (kvarenje strukture zemljišta, neadekvatne agrotehničke mere u intenzivnoj biljnoj proizvodnji i nepravilna primena vode). Proizvođačima je veliki izazov, značaj i znanje pronaći kvalitetno rešenje da kukuruz pravovremeno dobije potrebnu količinu hraniva i vode.

Kako ističu *Vučić* (1976) i *Josipović i sar.* (2007) navodnjavanje useva značajno utiče na visinu prinosa zrna kukuruza, koja zavisi od primenjenog sistema zalivanja, osobina hibrida, agroekoloških i zemljišnih uslova, kao i od kvaliteta vode. Stoga i povećanja prinosa variraju u velikim rasponima.

Mnogobrojna istraživanja dokazuju da se potrebe za vodom, koje obezbeđuju nesmetano rastenje i razviće biljaka, postižu adekvatnim zalivnim režimom. Kako bi usev tokom celog vegetacionog perioda bio snabdeven lakopristupačnom vodom, potrebno je obezbediti vodni režim zemljišta, pri kome biljke neće biti izložene stresu usled suše, ali ni uslovima prekomerne vlažnosti zemljišta. Manjak vode u zemljištu je ograničavajući faktor gajenja kukuruza, kao što i suvišna količina vode u zemljištu negativno utiče na visinu prinosa. U proizvodnji kukuruza je najvažnije odrediti količinu vode potrebnu za maksimalno iskorišćenje genetičkog potencijala rodnosti koja bi smanjila uticaj manjka vode tokom vegetacionog perioda kukuruza. Kukuruz je biljka koja ekonomično troši vodu, ali za dobijanje visokih prinosa troši mnogo vode, budući da ima dug vegetacioni period i formira veliku vegetativnu masu. Proučavanja na različitim agroekološkim uslovima pokazala su i različite vrednosti potreba kukuruza za vodom. *Čosevski* (1965) zaključuje da se potrebne količine vode za adekvatno gajenje kukuruza kreću od 418 do 477 mm, a *Vučić* (1976) zaključuje da je to količina vode od 425 mm. U istraživanju *Milića i Spasojevića* (1980a) potrebne količine vode za kukuruz kreću se od 546 do 619 mm, a isti autori (*Milić i Spasojević*, 1980b) u sledećem istraživanju ističu da su optimalne količine vode od 643 do 1004 mm, dok su kod *Vasića* (1983a) dobijeni rezultati pokazali da su to količine vode od 468 do 535 mm.

Classen i Shaw, (1970); *Harder et al.* (1982); *Fischer i Palmer* (1984) navode da ako pre faze svilanja kukuruz nema dovoljno vode može doći do lošeg razvoja klipa, a ako nema dovoljno vode u fazi nakon oprašivanja može doći do smanjenjem broja zrna.

Vučić (1976) i Vasić (1983a) navode da je kritični period potreba kukuruza za vodom u fazi intenzivnog porasta, što je 7 do 10 dana pre metličanja, a traje do kraja cvetanja, odnosno do završetka oplodnje, pošto se u tom periodu formiraju generativni organi koji čine osnovu prinosa. Najkritičniji period potreba za vodom je u fazi nalivanja zrna, čiji manjak u toj fazi veoma umanjuje prinos kukuruza.

Globalne klimatske promene u svetu dovele su do izrazitog povećanja temperature i smanjenja padavina, a u proizvodnji kukuruza dolazi do velikih gubitaka zbog čestih suša koje uzrokuju manje prinose kukuruza. *Christiansen (1982)* smatra da krajem 20-tog veka, na samo 10% ukupnih površina, biljke nisu bile pod uticajem stresnih uslova spoljne sredine, dok je ostali deo površina bio pod uticajem veoma ekstremnih uslova (26% površina zahvaćeno sušom, a 15% površina pod uticajem niskih temperatura). Proučavanja vezana za navodnjavanje su važna, jer uvođenjem navodnjavanja u gajenje kukuruza, možemo smanjiti uticaj klime kao ograničavajućeg faktora u gajenju kukuruza.

Navodnjavanjem useva padavine prestaju da budu ograničavajući faktor postizanja visokih prinosa (*Vasić, 1983b, 1984; Dragović, 2000; Dragović i sar., 2006; Maksimović i sar., 2008; Turral et al., 2010*) i navodnjavanjem se za razliku od prirodnog vodnog režima postižu maksimalni prinosi.

Potrebe kukuruza za vodom se u vegetacionom periodu povećavaju, u određenoj fenofazi dostižu svoj maksimum, a nakon toga potrebe za vodom opadaju. *Scott et al. (1986)* je na temelju svojih istraživanja zaključio da kod manjka vode u kritičnim fazama vegetacionog perioda dolazi do poremećaja usvajanja hranljivih materija iz zemljišta, koji utiču na rastenje i razviće biljaka, kao i na prinos kukuruza.

Bošnjak (1982, 1987) navodi da je u prvoj polovini jula (od faze metličanja do završetka oplodnje) maksimalna dnevna potrošnja vode za evapotranspiraciju kukuruza (ET) od 5 do 7 mm (od 3,0 do 3,5 mm je prosečna dnevna ET kukuruza u vegetacionom periodu), a potrebne količine vode za kukuruz kreću se od 470 do 540 mm u agroekološkim uslovima Vojvodine. Takva verovatnoća obezbeđenosti padavina je samo 4-5% i zbog toga je neosporno da poljoprivredi Vojvodine manjka vode kao pokretač ostalih faktora proizvodnje (*Vučić, 1976*).

U pedoklimatskim uslovima Srbije navodnjavamo kada vlažnost zemljišta dostigne lentokapilarnu vlažnost (od 60 do 65% poljskog vodnog kapaciteta PVK), (Bošnjak, 1982, 1987, 1994a; Bošnjak i sar., 1983; Milivojević, 1984; Bošnjak i Dobrenov, 1993; Bošnjak i Pejić, 1994b). Autori se slažu da je donja granica predzalivne vlažnosti od 60 do 65% od poljskog vodnog kapaciteta, što zavisi od zemljišta i vrste useva i optimum se može odrediti samo na osnovu konkretnih uslova (Bošnjak, 1999; Dragović, 2000; Dragović i sar., 2006).

Dovoljna količina vode za biljku tokom vegetacionog rastenja važna je za razvoj lisne površine, formiranje broja zrna i ostvarivanje visokih prinosa. Pojava najvećeg smanjenja broja zrna je kod manjka vode u fazi svilanja i u ranim fazama nalivanja zrna (Frey, 1982).

Milivojević (1984) je utvrdio da je u sredini kritičnog perioda (od treće dekade jula do prve dekade avgusta) maksimalna dnevna potrošnja vode za evapotranspiraciju kukuruza (ET) od 4,8 do 9,9 mm, a potrebne količine vode za kukuruz kreću se od 545 do 642 mm, zavisno od meteoroloških uslova.

Manjak vode 41 dan nakon setve smanjuje veličinu lista, veličinu stabla i prinos klipa kukuruza, a deficit vode 55 dana nakon setve smanjuje veličinu stabla i prinos klipa (Eck, 1984).

Za rastenje i razviće postrnog kukuruza potrebna je suma od 200 do 250 mm padavina, a osim ukupne količine padavina, veliki uticaj ima i raspored padavina. Kašnjenje ili potpuni izostanak padavina u letnjem periodu negativno utiče na postrni kukuruz, jer je sprečeno nicanje semena, a zakasnele kiše ne mogu popraviti štetu (Mađar i sar., 1984). U letnjem periodu, od zadnje dekade juna do kraja septembra, količina padavina je ispod 200 mm, a u nekim godinama i ispod 100 mm (uobičajeno na području istočne Slavonije) i preporuka je navodnjavati postrni kukuruz u kritičnim periodim razvića kako bi ostvarili prinos suve materije od 5,0 do 10,0 t ha⁻¹ (Gotlin i Pucarić, 1980).

Najkritičniji manjak vode za biljku za formiranje prinosa je u fazi dve nedelje pre svilanja i dve do tri nedelje nakon svilanja (Fischer i Palmer, 1984; Kiniry i Richie, 1985).

Gotlin i Pucarić (1986, 1989); *Jevtić* (1978) navode da je najkritičniji period potreba kukuruza za vodom u periodu formiranja reproduktivnih organa, metličanju i svilanju, a kod različitih autora kritični period potreba kukuruza za vodom kreće se u fenofazama od 15 do 20 dana pre metličanja i traje do početka mlečne zrelosti.

Naučna saznanja treba koristiti u cilju uštede kod navodnjavanja, a prilog tome su proučavanja *Shawa* (1988) koji navodi da je kukuruz tolerantan na stres izazvan manjkom vode u vegetacionim fazama, ali je vrlo osetljiv u metličanju i svilanju, dok je umereno osetljiv tokom nalivanja zrna.

Bullock et al. (1989); *Fuller et al.* (1989) i *Vyn i Tollenaar* (1998) zaključili su da različiti hibridi kukuruza imaju različite kvalitativne osobine kukuruza (hranjive vrednosti zrna i hemijski kvalitet zrna).

Kako navode brojni autori, posledice suše mogu ublažiti pravilno postavljen plodored, kvalitetna osnovna i predsetvena obrada zemljišta, optimalna ishrana biljaka, ranija setva i opredeljenje za ranije hibride (*Glamočlija i sar.*, 1991; *Starčević i sar.*, 1993; *Pandurović i sar.*, 2009).

Prema rezultatima istraživanja *Vasića* (1991a,b) potrebna količina vode u toku vegetacionog perioda kukuruza za područje Srema je 450 mm, dok na temelju istraživanja *Vasića i sar.* (1997b) zaključujemo da je potrebna veća količina vode (547 mm) za ostvarenje maksimalnog genetičkog potencijala rodnosti kukuruza i prosečnih prinosa od 15,90 t ha⁻¹. *Bošnjak* (1982) je u različitim pedoklimatskim uslovima došao do rezultata od preko 1000 mm potrebne vode u vegetacionom periodu kukuruza, a *Kara i Biber* (2008) čak i preko 2000 mm vode. Manjak vode u proizvodnji kukuruza treba nadoknaditi u pravo vreme, a po *Vasiću i sar.* (1995) kreće se od 50 do 250 mm (različit po godinama i proizvodnim regionima). Potrebno vreme i norme zalivanja (režim navodnjavanja) kukuruza uslovljavaju karakteristike zemljišta, količina i raspored padavina (kao i ostali elementi klime), sadržaj vode u zemljištu i primenjeni način navodnjavanja. Održavanjem nivoa vlažnosti zemljišta od 75 do 80% PVK, na slabokarbonatnom černozeemu ostvaruje se značajno veći prinos kukuruza, s veoma povoljnim vodno-fizičkim i hemijskim osobinama u odnosu na varijantu od 60 do 65% PVK (*Maksimović, Livija*, 1997).

Mnogi autori se slažu da se prinosi kukuruza u uslovima navodnjavanja značajno povećavaju (*Vasić, 1991; Bošnjak i Dobrenov, 1993*), a *Božić, 1992*, zaključuje da povećanje gustine useva u uslovima navodnjavanja povećava prinos od 10-15% u odnosu na nenavodnjavanje useve.

U agroekološkim uslovima Zemun Polja navodnjavanjem useva prinos kukuruza povećao se za $1,9 \text{ t ha}^{-1}$ u odnosu na ostvareni prinos kukuruza u varijanti bez navodnjavanja (*Kresović, Branka i sar., 1993b*).

Kukuruz troši velike ukupne količine vode zato što stvara veliku vegetativnu masu, daje visoke prinose, ima dugačak vegetacioni period u toku prolećno-letnjih, toplih meseci (*Bošnjak i Pejić, 1994b, 1997; Pejić, 1996*). I uz dostupne manje količine vode tokom leta uspešno prebrodi sušu, ali sa znatno manjim prinosima, jer biljke troše teže pristupačnu vodu iz zemljišta.

U višegodišnjim proučavanjima uticaja navodnjavanja na prinos zrna kukuruza rezultati *Vasića i Kresović, Branke (1994b)* pokazuju da su u odnosu na nenavodnjavane varijante u varijanti sa navodnjavanjem prinosi kukuruza bili veći za 42,8%. Proučavajući uticaj navodnjavanja merkantilnog kukuruza za zrno i silažu, kao i semenskog kukuruza zaključili su da se zalivanjem postrnog useva u ekstremno sušnoj godini prinos zrna povećava i do 100%, a semena (semenskog useva prolećne setve) i do 50% uz značajno povećanje biološke vrednosti semenskog materijala. Prinosi silaže, posebno u postrnoj setvi, bili su veći i do 2,5 puta u odnosu na prirodni vodni režim.

Povoljni meteorološki uslovi tokom vegetacionog perioda useva utiču na povećanje prinosa kukuruza i u navodnjavanim varijantama. U povoljnim godinama, prinos kukuruza se povećava od 15 do 30% u odnosu na nenavodnjavane varijante, dok je u sušnim godinama povećanje prinosa značajno veće (*Kresović, Branka i Đević, 1993a; Kresović, Branka i sar., 1995; Kresović Branka, 2005; Bošnjak i Pejić, 1994b; Dragović, 1994, 2001; Milivojević i sar., 1994*).

Uticaj navodnjavanja na povećanje prinosa je veći u godinama sa manje padavina (sušnim), nego u kišnim godinama, što su zaključili mnogi autori (*Bošnjak, 1994; Dragović, 1994; Milivojević i sar., 1997; Vasić i sar., 1997b*).

Proučavajući uticaj pojedinačnih glavnih elementata ishrane (P i K) na komponente prinosa kukuruza na černozeu u uslovima navodnjavanja (*Vasić i sar.*, 1994a, 1997a, 1998) zaključuju da fosfor, upotrebljen pojedinačno, nije značajno uticao na proizvodne osobine kukuruza, dok je upotrebom 80 kg ha⁻¹ kalijuma kukuruz obrazovao najduže klipove, kao i najveći broj i masu zrna po klipu.

Režim navodnjavanja (potrebne norme i vreme zalivanja) zavisi od količine i rasporeda padavina, klime, zemljišta, vode u zemljištu i načina navodnjavanja. Najvažnije je nadoknaditi manjak vode u vegetacionom periodu kukuruza, koji se zavisno od godina i regiona istraživanja kretao od 50 do 250 mm (*Vasić i sar.*, 1995).

Kao i kod većine autora, najmanji ostvareni prinosi su u uslovima prirodnog vodnog režima (3,47 t ha⁻¹), a najveći prinosi kukuruza ostvareni su u navodnjavanjem varijantama (10,85 t ha⁻¹), (*Yildirim et al.*, 1996).

Deficit vode u periodu metličanja i svilanja koji traje 8 dana može smanjiti prinos kukuruza za 20 do 50% (agroeološki uslovi u Americi), (*Stojićević*, 1996).

Sexton et al. (1996) navode da navodnjavanje odnosno količine vode treba prilagoditi vlažnosti zemljišta i potrebama biljaka za vodom po fenofazama.

Kao i kod drugih autora, rezultati istraživanja pokazuju da se u godinama sa povoljnijim rasporedom padavina dobiju veći prinosi kukuruza (57,6%), a navodnjavanjem se prinos povećao za 63% (*Milivojevića i sar.*, 1997). Kod svih autora rezultati istraživanja su pokazali da manjak vode utiče gotovo na sve procese razvoja biljaka i da smanjenje prinosa zavisi od vremena i dužine trajanja manjka vode u periodu kada je potreban kukuruz.

Kada se vlažnost zemljišta smanji ispod 10% od maksimalnog vodnog kapaciteta, kukuruz prestaje rasti, a kada se vlažnost smanji ispod 7% kukuruz vene (*Gagro*, 1997).

Bošnjak i Pejić (1997) ukazuju na veoma značajnu zavisnost između količine padavina u vegetacionom periodu i količine padavina u letnjim mesecima (jun, jul i avgust) i prinosa kukuruza u klimatskim uslovima Vojvodine.

Za postizanje optimalnih prinosa na području Vojvodine, potrebno je prosečno 478 mm vode, a potrebe kukuruza za vodom kreću se od 450 do 550 mm (*Maksimović, Livija*, 1999).

U uslovima tople mediteranske klime i manjih količina letnjih padavina kod hibrida najkraćeg vegetacionog perioda (FAO 100 i 200) prinosi su varirali od 1,81 do 5,07 t ha⁻¹. Na tako značajna variranja najviše su uticale količine i raspored padavina, dok je uticaj hibrida bio zanemarljiv kako su zaključili *Kresović, Branka i sar.* (1999).

Suša, manjak vode u zemljištu i smanjenje prinosa useva su veoma značajan problem u proizvodnji kukuruza. Zavisno od vremena pojave i dužine trajanja manjka vode u zemljištu prinosi kukuruza se umanjuju i preko 90% (*Bošnjak*, 1999).

Smanjenje prinosa kukuruza zavisi od smanjenja broja zrna kukuruza, manji je uticaj mase zrna, a uz primenu većih količina azota smanjenje prinosa moguće je ublažiti. Manjak vode u vegetacionoj fazi kukuruz nadoknađuje zahvaljujući svom korenovom sustavu koji usvaja vodu iz dubljih slojeva zemljišta (*Pandey et al.*, 2000a,b). Rezultati istraživanja su pokazali da se pri manjem deficitu vode u vegetacionom periodu, prinos zrna kukuruza smanjio od 6,6 do 11,1%, u generativnoj fazi od 22,6 do 26,4%, a kod deficita vode u trajanju od 6 do 8 dana prinos zrna se smanjio za više od 52%, što pokazuje negativan uticaj dugotrajnih suša na prinose kukuruza. Mnogi autori navode da nemogućnost usvajanja vode u efektivnoj zoni rizosfere značajno smanjuje prinose (*Pandey et al.*, 2000; *Chicatan et al.*, 2007; *Kara et Biber*, 2008).

Za uspešnu proizvodnju kukuruza veoma su značajna proučavanja vezana za gajenje useva u različitim uslovima vlažnosti zemljišta, jer doprinose ekonomičnosti proizvodnje i strateškim ciljevima evropske poljoprivredne politike koje se usmeravaju na zaštitu prirodnih resursa i održivi razvoj (*European Union*, 2000).

U istraživanju koje je provedeno od 1990 do 1999. godine, najprinosnija i najrodnija godina od svih bila je 1991. godina, u kojoj su prinosi kukuruza bili za 30% veći od prosečnog prinosa svih deset ispitivanih godina. U tih deset godina zabeležene su tri povoljne godine za kukuruz u kojima su ostvareni visoki prinosi, dve prosečne godine i čak šest izrazito sušnih i sušnih godina u kojima su zabeleženi manji prinosi. U Srbiji je karakteristično da u periodu od 164 godine, svake druge godine kukuruz nije imao dovoljno vode za svoje rasteenje i razviće (*Jovanovića i sar.*, 2001).

Kako su naveli *Jovanović i sar.* (2001) i *Jovin i sar.* (2002) iskorišćenost genetičkog potencijala zemunpoljskih hibrida gajenih u uslovima prirodnog vodnog režima kreće se od 30 do 35%.

U odnosu na ukupnu površinu, kukuruz se u uslovima navodnjavanja u Srbiji gaji na malim površinama. Mnogo su veće mogućnosti primene sistema za navodnjavanje u proizvodnji kukuruza s obzirom na raspoloživ vodni i zemljišni resurs. Kako navode *Viswanatha et al.* (2002) samo primenom adekvatnog navodnjavanja moguće je očuvati životnu sredinu i ekološku održivost radi postizanja visokih prinosa, uz minimalne troškove.

Osim visokih prinosa kukuruza kao glavnog cilja svake poljoprivredne proizvodnje, sve više se naglašava i hemijski sastav, odnosno kvalitet zrna kukuruza koji je određen sadržajem i odnosom skroba, ulja i proteina, kako ističu *Farnham et al.* (2003).

Calvino et all. (2003) ističu da više od 84% variranja prinosa kukuruza zavisi od količine padavina u periodu metličanja i svilanja (ASI), a *Moser et all.* (2006) da prinosi kukuruza presvega zavise od režima padavina. *Marković et all.* (2008) zaključuje da u uslovima stresa i suše, kod kukuruza dolazi do povećanja dužine intervala između svilanja i metličanja (ASI) i do smanjenja prinosa.

Kako navodi *Kresović, Branka* (2003) rezultati istraživanja pokazali su da je pravovremenim navodnjavanjem useva moguće ublažiti posledice suše i dobiti visoke prinose i dobar kvalitet zrna kukuruza. Rezultati proučavanja su pokazali da najveći uticaj na stabilnost prinosa imaju meteorološki uslovi, prvenstveno količina i raspored padavina, tokom vegetacionog perioda biljaka.

Al-Kaisi i Yin (2003) proučavajući optimalan vodni režim za kukuruz, zaključuju da količine vode potrebne za navodnjavanje treba da odgovaraju ukupno utrošenoj vodi na evapotranspiraciju. Slične rezultate ističu i *Doorenbos and Pruitt* (1997); *Braunworth i Mack* (1989); *Viswanatha et al.* (2002) kao i drugi autori.

Karam et al. (2003) zaključuju da se u uslovima suše broj klipova u usevu smanjuje za 10%, a prosečna masa klipova za 18% kao posledica umanjene fotosinteze u uslovima deficita vode. Krajnji rezultat bio je manji prinos zrna za 37%.

Maksimović, Livija i sar. (2004) su na osnovu trogodišnjih istraživanja uticaja navodnjavanja kukuruza na prinos zrna zaključili da se u ukupnom proseku prinos kukuruza povećao u varijantama sa zalivanjem useva za 32%.

Kod gajenja kukuruza potrebe za vodom povećavaju se u fazi setve, najveće potrebe za vodom su u letnjim mesecima, a najmanje vode potrebno je do kraja vegetacionog perioda. Najveći uticaj deficita vode na smanjenje prinosa je u fazi metličanja i svilanja, a znatno manji u fazama smanjene potrošnje (nicanje, bokorenje do pojave intenzivnog porasta stabla), što nam pokazuje da štetne posledice manjka vode ovise o fenofazi u kojoj se manjak vode pojavljuje i njegovom trajanju. Deficit vlažnosti utiče na smanjenje ukupnog porasta biomase kukuruza, što je posledica fiziološkog stresa (*Hussain et al.*, 2004; *Wajid et al.*, 2004; *Badr et al.*, 2005).

Dadson et al. (2005) navode da manjak vode u cvatnji i nalivanju zrna smanjuje produktivnost kukuruza, a navodnjavanjem useva u kritičnim fenofazama rastjenja povećava se prinos kukuruza i smanjuje njegova varijabilnosti u proizvodnji. Maksimalno iskorišćenje genetičkog potencijala rodosti biljaka moguće je pravilnim određivanjem potrebne količine vode u navodnjavanju koju kukuruz treba, da bi se ostvario kvalitetan prinos, a da proizvodnja bude racionalna.

U istraživanju u kojem je ispitivan uticaj navodnjavanja na morfološke osobine i prinos kukuruza, uočeno je da se navodnjavanjem povećava prinos zrna po biljci za 43%, a prinos suve materije za 35%. Vlažnost i hranljive materije su u korelaciji sa hemijskim sastavom zrna i utiču na komponente prinosa, a istraživanja su pokazala da u varijantama različite količine vode postoje značajne razlike u hemijskom sastavu zrna, ali voda nema uticaj na bolju kvalitetu stočne hrane (*Di Marco et al.*, 2005, 2007).

Postizanje najvećih prinosa u proizvodnji kukuruza moguće je uz zalivnu normu od 1,0 ET (jednaka evapotranspiraciji), (*Dagdelen et al.*, 2006).

Kod kukuruza maksimalne potrebe za vodom su u fazi metličanja i svilanja. Ispitujući tolerantnost na sušu *Plavšić* (2006) zaključuje da manjak vode u trajanju od osam dana u kritičnom periodu može umanjiti prinos zrna za 20-50%.

Dinamika potreba kukuruza za vodom zavisi od fenofaze, ali ona zavisi i od osobina hibrida i fizičkih osobina zemljišta. Stoga *Dragović i sar.* (2006) naglašavaju

da se uz primenu adekvatnih agrotehničkih mera i kod optimalne vlažnosti prirodnog vodnog režima mogu postići prinosi zrna i do 15 t ha⁻¹. Povoljan vodni režim prirodnog vlaženja osim zapadnih područja, u Srbiji je retka pojava, tako da su i prinosi zrna do tri puta manji od navedenih vrednosti.

Zavisno od hibrida i vremena setve, prosečni prinosi zrna kukuruza u uslovima savremene tehnološke proizvodnje kreću se od 5.000 do 12.000 kg ha⁻¹, a u uslovima navodnjavanja mogu biti i preko 15.000 kg ha⁻¹ suvog zrna (*Glamočlija, 2006*).

Analizirajući stanje izgrađenosti sistema za navodnjavanje i njihovu primenu u ratarskoj proizvodnji *Avakumović (2006)* zaključuje da je malo ratarskih površina pod zalivnim sistemima i da se sporo povećavaju iako se sve više osećaju posledice suše usled naglih klimatskih promena kojima je zahvaćeno šire područje jugoistočne Evrope.

Kovačević i sar. (2007) ističu veoma značajnu povezanost između smanjenih prinosa zrna kukuruza i manjka padavina na području jugoistočne Evrope, posebno u julu i avgustu.

Na karbonatnom černozeu u petogodišnjem istraživanju na različitim hibridima kukuruza rezultati istraživanja su pokazali povećanje prinosa u navodnjavanoj varijanti (varijanta od 60 do 65% PVK) za 26% u odnosu na varijantu bez navodnjavanja (*Pejić et al., 2007*).

Proučavajući uticaj navodnjavanja i gustine useva kukuruza na prinos zrna na području Džordžije (SAD) *Zhu et al. (2007)* zaključuju da je zalivanjem useva u agroekološkim uslovima proučavanog područja moguće povećati prinos zrna za 6.990 kg ha⁻¹ u odnosu na prirodni vodni režim u interakciji sa povećanjem broja biljaka po hektaru za oko 56% (53.800 prema 84.000 biljaka po ha).

U trogodišnjem proučavanju navodnjavanja i broja biljaka na deset hibrida kukuruza *Josipović i sar. (2007)* utvrdili su da je navodnjavanje značajno uticalo na prinos zrna kukuruza, ali ne i na njegov hemijski sastav.

Ibrahim i Kandil (2007) zaključuju da je najvažnije odabrati odgovarajući zalivni režim navodnjavanja koji će pomoći u iskorišćenju genetičkog potencijala rodnosti hibrida i omogućiti ekonomičnu potrošnju vode i isplativost proizvodnje kukuruza.

Cecić i sar. (2007) naglašavaju da se navodnjavanjem useva farmeri mogu opredeliti za gajenje većeg broja njivskih vrsta, kao i za setvu naknadnih i postrnih useva što pruža mogućnost boljeg korišćenja zemljišta tokom jedne godine.

Kako navode *Dragović i sar.* (2008) u uslovima prirodnog vodnog režima, početkom 21. veka, prosečni prinosi kukuruza su varirali od 3,42 do 6,21 t ha⁻¹, zavisno od proizvodne godine, dok su u uslovima navodnjavanja bili veći i do 60% (10-12 t ha⁻¹).

Prema rezultatima koje navode *Kara et Biber*, (2008) tokom vegetacionog perioda potrebe biljaka za vodom prvo se postepeno povećavaju, dostižu maksimum u određenoj fenofazi, a zatim opadaju. Drugi autori navode da smanjenje prinosa može biti i preko 50% kako navode *Vasić i sar.*, (1995, 1997c); *Bošnjak*, (2001); *Paolo and Rinaldi*, (2008) i drugi autori.

Rezultati istraživanja o uticaju deficita vode na prinos i kvalitet kukuruza u održivoj biljnoj proizvodnji na kukuruza šećercu sa četiri različita tretmana navodnjavanja pokazali su da su razlike između prinosa svežeg klipa navodnjavanih varijanti statistički značajne i da se prinos zrna kukuruza kao i sadržaj gvožđa, cinka i bakra smanjuje sa smanjenjem sadržaja vode u zemljištu, dok se sadržaj proteina u zrnu povećava (*Oktem*, 2008).

Tokom vegetacionog perioda kukuruza autori su proučavali varijabilnost zalivnog režima navodnjavanja i rasporeda padavina i zaključili da visoke prinose i očuvanje prirodnih resursa omogućuje primena zalivne norme od 63 do 206 mm (*Paolo i Rinaldi*, 2008).

Kukuruz može preživeti sušu ali je veoma osjetljiv na nju i u sušnim uslovima daje manje prinose (*Mađar i Šoštarić*, 2009).

Ispitujući zastupljenost navodnjavanja u istočnom delu Hrvatske (*Josipović i sar*, 2009) navode da se pojavljuju razni problemi kod navodnjavanja (kod navodnjavanja kukuruza tifonom rasprskivači su bili na maloj visini i trebalo ih je podići; nakon navodnjavanja intenzivnije su rasli korovi, a kod navodnjavanja kukuruza sistemom kap po kap na velikim površinama kontrola rada sustava zahtevala je velik broj radnih sati) i autori smatraju da je zato potrebno podići razinu znanja iz tog područja.

Prema *Babović i sar.* (2009) navodnjavanje ima veliki uticaj na povećanje prinosa i proizvodnju kukuruza, kao i intenziviranje poljoprivredne proizvodnje, ali u Vojvodini navodnjavanje predstavlja dopunski karakter (*Pejić et al.*, 2009).

Cilj istraživanja kod *Ranđelović, Violeta i sar* (2010) bio je da se odredi uticaj ukupne količine padavina i količine padavina tokom perioda metličenje – svilanje (ASI) na prinos suvog zrna i sadržaj vode u zrnu kod devet hibrida kukuruza. Godine ispitivanja razlikovale su se značajno po količini i rasporedu padavina. Prinos zrna kukuruza, u proseku za hibride, u 2003. godini bio je značajno veći nego u 2002. godini zbog povoljnijeg rasporeda padavina, odnosno veće količine padavina tokom ASI.

Pejić i sar. (2011) su na karbonatnom černozeu u periodu 1997-2007. utvrdili visok stepen korelacije između prinosa kukuruza u Vojvodini i indeksa aridnosti (AI), kao i između AI i deficita lakopristupačne vode u vegetacionom periodu kukuruza koje ukazuju na veliku mogućnost upotrebe AI u analizi uticaja režima padavina i temperatura vazduha na prinos kukuruza u Vojvodini. Ostvareni efekti navodnjavanja na prinos od oko 20%, odnosno $2,04 \text{ t ha}^{-1}$ ukazuju na opravdanost proizvodnje kukuruza u navodnjavanju u klimatskim uslovima Vojvodine. U povoljnim godinama efekat navodnjavanja je izostajao ili je bio veoma skroman (3,3% u 2005.), a u sušnim godinama vrlo visok (67,4% u 2000.). Ostvareni efekti navodnjavanja na prinos kukuruza u klimatskim uslovima Vojvodine bili su manji u odnosu na prosečno povećanje od 28,7% (*Bošnjak i sar.*, 2005).

Marković i Jovanović (2011) istraživali su uticaj količina padavina u periodu 1975-2005. godine na prinos kukuruza i pšenice, gde su došli do saznanja da količine padavina od aprila do avgusta imaju relativno visok uticaj na prinos kukuruza.

Vremenski uslovi značajno utiču na prosečan prinos zrna kururuza na području Hrvatske kako ističu *Josipović i sar.* (2011). U sušnim godinama (2000, 2003. i 2007.) prosečni prinosi zrna bili su oko $4,4 \text{ t ha}^{-1}$, a u vlažnijim (2002, 2005. i 2008.) preko 7 t ha^{-1} . Autori naglašavaju da bi se problem suše rešio sa 800 l vode po kvadratnom metru što se potvrđuje i prinosima $15,8\text{-}16,0 \text{ t ha}^{-1}$ zrna dobijenim navodnjavanjem useva. Troškovi sistema za navodnjavanje za pojedine farmere su veliki i moguće ih je rešiti samo uz pomoć državnih investicija.

Kod *Tapanarove, Angeline* (2011) rezultati su pokazali da je različita vlažnost zemljišta veoma značajno uticala na komponente prinosa (visina biljaka, masa klipa, masa zrna po biljci, masa 1000 zrna i zapreminska masa). Najbolji rezultati kod kukuruza ostvareni su u varijanti 80-85% PVK. Različiti vodni režimi uticali su i na promenu hemijskog sastava zrna kukuruza. Kod kukuruza veća suma vode tokom vegetacionog perioda uticala je na povećanje sadržaja proteina i ulja u zrnu, a na smanjenje sadržaja skroba, celuloze i mineralnih soli. Variranja vodnog režima veoma značajno su uticala na formiranje prinosa kukuruza. Najveći prinos zrna kukuruza, 15,08 t ha⁻¹ bio je u varijanti 80-85% PVK. Ova vrednost značajno je veća u poređenju sa drugim varijantama vodnog režima (13,55 t ha⁻¹ kod 70-75% PVK, 12,54 t ha⁻¹ kod 60-65% PVK i 10,20 t ha⁻¹ u kontroli). Regresiona analiza pokazuje da se mogu očekivati maksimalni prinosi zrna kukuruza na nivou 13,96 t ha⁻¹, pri 508 mm ukupne količine vode u zemljištu ili održavanjem njegove vlažnosti na 75-80% od PVK. Očekivanja su da će biljke kukuruza imati visinu stabla 284 cm, a da će zrno imati sledeće vrednosti količine hranljivih materija, i to: skroba - 71,20%, proteina - 9% i ulja - 5%.

Na formiranje visokog i stabilnog prinosa u agroekološkim uslovima Zemun Polja veliki uticaj ima vodni režim tokom vegetacionog perioda kukuruza što su potvrdila i desetogodišnja istraživanja *Kresović, Branke* i sar. (2011a). Efekat navodnjavanja u postrnoj setvi kukuruza bio je 28,4% veći prinos zrna nego u prirodnom vodnom režimu.

U zavisnosti od intenziteta suše, na primer, prinosi kukuruza mogu biti smanjeni i do 50% u odnosu na prinose u uslovima navodnjavanja. U ekstremno sušnim godinama to smanjenje prinosa kukuruza može ići i do 80%. Visoki prinosi i stabilna proizvodnja kukuruza u promenljivim vremenskim uslovima kod nas je moguća jedino primenom navodnjavanja (*Filipović, 2012*). Prihod i profit u sistemu za navodnjavanje je za dva puta veći u odnosu na suvo ratarenje. Ekonomičnost proizvodnje u sistemu navodnjavanja je povećana sa 1,03 na 1,18%, rentabilnost proizvodnje sa 3,0 na 18,4%, a produktivnost rada u proizvodnji ratarskih useva je veća za 2,2 puta, što znači da investiranje u navodnjavanje doprinosi proizvodnji kvalitetne, ekonomičnije rentabilnije i profitabilnije hrane (*Filipović, 2012*).

Promenljivost klimatskih faktora, a naročito deficit vode u kritičnim periodima, može se rešiti samo navodnjavanjem. Ekonomičnost i rentabilnost poljoprivredne proizvodnje u velikoj meri je u direktnoj vezi sa intenzivnim korišćenjem uređaja za navodnjavanje (*Kosovac, 2012*).

U trogodišnjem istraživanju (2010-2012.) na području Osijeka, ispitivan je uticaj navodnjavanja (A_1 - kontrolna varijanta, A_2 60-100% PVK i A_3 80-100% PVK), hibrida kukuruza (četiri hibrida kukuruza FAO grupe 500 i 600) i ishrane azotom na prinos i kvalitet zrna kukuruza. Prinos je rastao povećanjem normi navodnjavanja, i u sušnoj i ekstremno toploj 2012. godini navodnjavanje je pokazalo najveći uticaj, dok je u 2010. godini (proglašena elementarna nepogoda prevelike količine padavina i poplave) najveći prinos bio u kontrolnoj varijanti ($9,24 \text{ t ha}^{-1}$). U 2010. i 2012. godini sadržaj proteina u zrnu i apsolutna masa smanjivali su se povećanjem količine vode u zemljištu u obe varijante navodnjavanja, a sadržaj skroba (najizraženije povećanje u 2012. godini), ulja i hektolitarska masa povećavali su se navodnjavanjem (*Marković, Monika, 2013*).

5. MATERIJAL I METODE ISTRAŽIVANJA

Program istraživanja realizovan je u četiri faze, i to gajenjem biljaka kukuruza u poljskim mikroogledima, laboratorijskim analizama zemljišta i hemijskog sastava zrna, analizom vremenskih uslova tokom izvođenja ogleda i statističkom obradom dobijenih podataka. Istraživanja su izvedena u toku 2011, 2012. i 2013. godine.

Predmet istraživanja je hibrid kukuruza ZPSC 677 (FAO grupa zrenja 600). To je kasni hibrid, FAO grupe zrenja 600 Instituta Zemun Polje, vegetacionog perioda 130 do 140 dana. Visoka robusna biljka, snažnog uspravnog stabla, visine biljke oko 290 cm. Gaji se do 350 m nadmorske visine. Preporučena gustina useva je 55-60.000 biljaka po hektaru. Na stablu razvija konusan klip kukuruza na visini od oko 130 cm, a dužina klipa mu je od 26 do 28 cm. Ima u proseku 16 redova zrna na klipu, a masa 1000 zrna je u proseku 340 g. To je provereni rekorder po prinosu zrna sa potencijalom rodnosti preko 15 t ha⁻¹. Karakteristike hibrida su da je zuban žutog zrna, a boja oklaska (koćanke) je crvena. Hibrid ZP 677 ima visoko kvalitetno zrno u proseku 72,8% skroba, oko 9,1% ukupnih proteina, u proseku 5,1% ulja i oko 67,3% svarljivosti cele biljke.

Plodovi (zrna) su klinastog oblika, odnosno oblika zuba kutnjaka i sa udubljenjem u gornjem delu koje nastaje u periodu sazrevanja usled neravnomernog sušenja brašnog i rožastog (staklastog) endosperma. U plodovima preovlađuje brašnasti endosperm koji se nalazi u središnjem delu, dok je rožasti endosperm raspoređen sa bočnih strana. U Srbiji u proizvodnji kukuruza preovlađuju genotipovi kukuruza zubana. Oni su najrodniji, ali zrna imaju najmanju hranljivu vrednost. Osnovni cilj gajenja zubana je zrno iz kog se tehnološkim postupkom izdvajaju šećeri i ulje, dok se u ishrani domaćih životinja koristi za spravljanje koncentrovane stočne hrane.

Istraživanjima su obuhvaćena sledeća dva faktora:

1. Varijante navodnjavanja (A)

A1 - varijanta - prirodni vodni režim (kontrola),

A2 – varijanta - održavanje vlažnosti zemljišta do 60% od hidrolimita poljskog vodnog kapaciteta,

A3 - varijanta - održavanje vlažnosti zemljišta do 75% od hidrolimita poljskog vodnog kapaciteta,

A4 – varijanta - održavanje vlažnosti zemljišta do 85% od hidrolimita poljskog vodnog kapaciteta.

2. Gustine useva (B)

B1 –55.000 (70 x 26 cm),

B2 –59.600 (70 x 24 cm) i

B3 – 64.200 (70 x 22 cm).

Proučavanja uticaja gustine useva i varijanti navodnjavanja na prinos i kvalitet zrna kukuruza obavljena su na lokalitetu južni Banat (Privatno gazdinstvo Omoljica). Poljski ogledi izvedeni su metodom razdeljenih parcela (split-plot) na zemljištu tipa černozem, u četiri ponavljanja. Površina glavne parcele iznosila je 1.411,2 m², potparcele 201,6 m², elementarne parcele 16,8 m² (6,0 m x 2,8 m), a obračunske parcele za prinos zrna 8,4 m².

Primenjena agrotehnika na ogledima bila je standardna, kao za redovnu proizvodnju kukuruza. U sve tri godine istraživanja predusev je bio ozima pšenica. Posle žetve pšenice obavljeno je zaoravanje strništa na dubinu 10-15 cm. Sa osnovnom obradom zemljišta tokom jeseni na dubinu oko 25 cm zaorano je 300 kg ha⁻¹ mineralnog hraniva formulacije NPK 10:30:20. Tokom proleća obavljeno je uzorkovanje zemljišta za agrohemijske analize, a potom predsetvena priprema zemljišta i startna ishrana azotom upotrebom KAN-a (27% N) u količini od 250 kg ha⁻¹.

Setva je izvedena mašinski na standardnom međurednom rastojanju 70 cm i u tri razmaka između biljaka u redu da bi se postigle preporučene minimalne, srednje i maksimalne gustine useva. U toku vegetacionog perioda primenjene su standardne mere nege i zaštite useva od korova fizičkim merama suzbijanja.

Zalivanje varijanti u navodnjavanju obavljeno je sistemom kap po kap. Vreme i norma zalivanja određeni su na osnovu sadržaja vode u sloju zemljišta 0-60 cm, a vlažnost

određena termo-gravimetrijskom metodom. Navodnjavanje je izvedeno u tri varijante predzalivne vlažnosti zemljišta (tabela 1).

Tabela 1. Vrednosti vlažnosti zemljišta za zalivanje po varijantama

Varijante proučavanja	PVK	Vlažnost zemljišta	
		% zapreminskih	% masenih
Prva	do 60%	21,10 – 22, 85	16,61-18,00
Druga	do 75%	24,61 – 26,37	19,38-20,76
Treća	do 85%	28,13 – 29,89	22,15-23,53
Prirodni vodni režim	-	-	-

Obračun normi zalivanja vršen je na osnovu prosečne vrednosti poljskog vodnog kapaciteta 35,15 % zapr. (27,69 % mas.) i zapreminske mase zemljišta 1,25 g/cm³ za dubinu do 60 cm. U sve tri godine, tokom vegetacionog perioda kukuruza, bio je manjak padavina i vlažnost zemljišta se spuštala ispod optimalnih vrednosti. Najpovoljniji vodni režim zemljišta bio je u 2011. godini, a najnepovoljniji u 2012. godini.

Prve ispitivane godine kukuruz je u prvoj varijanti navodnjavan jednom sa ukupnom zalivnom normom od 60 mm, u drugoj varijanti dva puta sa ukupnom normom od 120 mm i u trećoj četiri puta sa ukupnom zalivnom normom od 200 mm (tabela 2).

U izrazito sušnoj 2012. godini u prvoj varijanti navodnjavanja utrošeno je 120 mm vode u dve zalivne norme, u drugoj usev je navodnjavan tri puta sa ukupnom količinom vode od 170 mm. U trećoj varijanti navodnjavanja kukuruz je zalivan sedam puta i ukupno je utrošeno 330 l/m² vode.

Treće godine kukuruz je u prvoj varijanti navodnjavan dva puta sa ukupnom zalivnom normom od 120 mm, u drugoj varijanti zalivan je tri puta sa ukupnom normom od 155 mm, a u trećoj varijanti je navodnjavan četiri puta sa ukupnom zalivnom normom od 210 mm.

Tabela 2. Broj navodnjavanja kukruza i zalivne norme (2011-2013), mm

Godine	Datum	K u k u r u z		
		do 60%	do 75%	do 85%
2011.	1.7.	60	50	55
	15.7.	-	-	45
	15.8.	-	-	60
	25.8.	-	70	40
Ukupno		60	120	200
2012.	1.6.	60	55	55
	15.6.	-	-	45
	25.6.	-	-	40
	15.7.	-	60	-
	1.8.	60	55	50
	6.8.	-	-	50
	15.8.	-	-	50
	25.8.	-	-	40
	Ukupno		120	170
2013.	15.7.	60	60	60
	25.7.	-	40	50
	1.8.	-	55	60
	15.8.	60	-	40
Ukupno		120	155	210

Zavisno od vodnog režima u ispitivanoj godini, navodnjavanjem su dodane i različite količine vode u prvoj, drugoj i trećoj varijanti oglada (tabela 3).

Tabela 3. Raspoložive količine vode (padavine i navodnjavanje) tokom vegetacionog perioda kukuruza po varijantama proučavanja, mm

Godina	do 60%	do 75%	do 85%	Prirodni vodni režim
2011.	392	452	532	332
2012.	384	434	594	264
2013.	362	397	452	242
Prosek	379	428	526	279

U varijantama sa prirodnim vodnim režimom kukuruz je u 2011. godini imao na raspolaganju 332 mm padavina, 2012. godine 264 mm, a 242 mm u 2013. godini. Raspored padavina u trećoj godini bio je bolji nego u drugoj, pa je i stres izazvan sušom bio manji.

Iako su tokom trogodišnjih oglada ukupne količine padavina i dodana voda navodnjavanjem, bile veće od uslovno-optimalnih količina vode po *Alpatjevu*, znatna količina vode se izgubila sušom i isparavanjem što je uticalo na dobivene prosečne prinose koji su manji nego što bi bili inače. Izgubljena voda (sušom i isparavanjem) je uticala i na vrednosti drugih ispitivanih komponenti.

Praćenje dinamike vlažnosti zemljišta, po svim varijantama navodnjavanja, izvođeno je svakih 7 do 10 dana.

U toku vegetacionog perioda izvođena su fenološka osmatranja nastupanja pojedinih faza rastenja i beležena kada je 50% biljaka prešlo u sledeću fenofazu. U fenološkoj fazi cvetanja klipa (svilanje) merene su visine biljaka, površine lista iz čijeg pazuha izbija klip i utvrđen ukupan broj listova na stablu kukuruza. Neposredno pre berbe izbrojan je broj pleglih biljaka i biljaka bez klipa. Berba je izvedena ručno u fiziološkoj zrelosti semena, a pre preračunavanja prinosa po hektaru određena je vlažnost zrna sušenjem na sobnoj temperaturi. Osim toga, na uzorku od 10 biljaka, na kojima su vršena prethodna morfološka merenja (broj biljaka bez klipa, visina biljaka, broj listova stabla, visina stabla do klipa) iz svih varijanti i iz svih ponavljanja analizirane su sledeće

komponente prinosa: masa klipa, dužina klipa, broj redova zrna, broj zrna na klipu, masa zrna po klipu, zapreminska masa, masa 1.000 zrna i udeo oklaska u ukupnoj masi klipa. Hemijske analize zrna određene su u laboratoriji PDS Tamiš u Pančevu i pri tom su utvrđeni sadržaj vode (%), sadržaj ukupnih proteina (%), sadržaj ulja (%), sadržaj skroba (%), sadržaj celuloze (%) i sadržaj mineralnih soli (%).

U okviru laboratorijskih istraživanja urađene su fizičke, vodno-vazdušne i agrohemijske osobine zemljišta.

Od fizičkih i vodno-vazdušnih osobina određeni su:

- mehanički sastav zemljišta, pipet metodom, a priprema zemljišnog uzorka Na-pirofosfatom;
- teksturne klase, po *američkoj klasifikaciji*;
- strukturni sastav, suvim prosejavanjem, metodom *N. I. Savinova*;
- vodootpornost strukturnih agregata, mokrim prosejavanjem, metodom *N. I. Savinov-a*;
- specifična masa, *Albert-Bogsovom* metodom sa ksilolom;
- zapreminska masa, cilindrima *Kopecskog* zapremine 100 cm³;
- ukupna poroznost, računski iz vrednosti specifične i zapreminske mase;
- maksimalni vodni kapacitet, u cilindrima *Kopecskog* od 100 cm³;
- retencija zemljišne vlažnosti, pri različitim pritiscima, pomoću aparata (15 bar *Ceramic plate extractor*);
- vazdušni kapacitet, računski iz vrednosti ukupne poroznosti i poljskog vodnog kapaciteta;
- higroskopska vlaga zemljišta, termogravimetrijskom metodom sušenjem uzoraka na 105°C do konstantne mase;
- određivanje vlažnosti zemljišta, termogravimetrijskom metodom sušenjem uzoraka na 105°C do konstantne mase;
- brzina vodopropustljivosti (filtracija) na uređaju sa promenljivim pritiskom.

Od agrohemijskih osobina zemljišta određene su:

- pH u H₂O i nKCl potencijometrijskom metodom,
- % CaCO₃ po *Sheibler-u*,
- % humusa po *Kotzman-u*,
- % ukupnog azota (N) po *Kjeldahl-u*,
- sadržaj mineralnog N (NO₃⁻ i NH₄⁺) po *Bremner-u*,
- sadržaj P₂O₅ i K₂O, Al - metodom *Egnera and Riehma*.

Uzorci zemljišta za analize uzimani su po dubinama 0-30 cm i 30-60 cm pre setve kukuruza da bi se odredile potrebne količine azota, fosfora i kalijuma za dopunsku ishranu biljaka.

Tokom izvođenja poljskih ogleda evidentirani su osnovni vremenski uslovi koji su poređeni po godinama i višegodišnjem proseku za područje Pančeva. Za analize vremenskih uslova korišćeni su podaci meteorološke stanice u Pančevu, koja se nalazi u neposrednoj blizini oglednih polja. Meteorološki uslovi po godinama istraživanja poređeni su i sa uslovno-optimalnim potrebama kukuruza tokom vegetacionog perioda (po *Vučiću*).

Analiza dobijenih eksperimentalnih podataka obrađena je analitičkom statistikom uz pomoć statističkog paketa STATISTICA 10 for Windows (StatSoft), a dobijeni rezultati prikazani su tabelarno i grafikonima.

6. AGROEKOLOŠKI USLOVI U TOKU IZVOĐENJA OGLEDA

Klimatski uslovi

Klimatski uslovi Južnog Banata, odnosno područja na kome su izvedeni ogledi, umereno su kontinentalni do kontinentalni, karakteristični za Panonsku niziju. Delimično su modifikovani uticajem Sredozemnog mora, reljefa i velikih rečnih tokova. Osnovne karakteristike ove klime su dosta jake zime sa dugim i toplim letom. U toku zime temperature se kreću i ispod -20°C , dok u letnjem periodu idu i preko $+40^{\circ}\text{C}$. Prosečna pojava kasnih mrazeva je do 15. aprila, mada su mogući i posle 1. maja. U jesenjem periodu prosečna pojava prvih mrazeva je do 20. oktobra, a u nekim su godinama mogući već posle 1. oktobra. Prosečna godišnja temperatura je 11°C , a prosečna količina padavina je oko 600 mm, s mogućim intervalima od 400 do 900 mm. Najvlažniji mesec u godini je jun, sa višegodišnjim prosekom padavina od 95 mm. Karakteristika su veoma česta topli i žarka leta, sa malim količinama padavina, najčešće u julu i avgustu. Veoma izražena karakteristika Južnog Banata je jak vetar. Vetar košava je jugoistočni vetar, koji duva sa Karpata. Intenzitet vetra najčešće je jak u prolećnom i jesenjem periodu, pa je veoma izraženo isušivanje zemljišta. Opšta karakteristika ovog područja je da je ono u pogledu klimatskih karakteristika pogodno za kukuruza, ali pod uslovom da se agrotehnika prilagodi agroekološkim uslovima. Važno je osnovnu obradu obaviti kvalitetno i blagovremeno, kako bi se ublažio efekat toplog i žarkog leta. U ranijim rokovima setve (prvi i drugi rok), prinosi zrna su veći, dok u kasnijim rokovima setve (treći i četvrti rok), hibridi jače smanjuju prinos (*Jaramaz, Miroslava, 2010*). Zbog pojave veoma jakog jugoistočnog vetra, najčešće u prolećnom periodu neophodno je obaviti pravovremenu i kvalitetnu predsetvenu pripremu. Da bi se ublažili negativni efekti klime, neophodno je da se na većim površinama izgrade sistemi za navodnjavanje, kako bi profit u proizvodnji kukuruza bio zagarantovan.

Pored zemljišnih, meteorološki uslovi imaju odlučujući uticaj na prinos i kvalitet kukuruza. Ovaj uticaj se naročito manifestuje preko srednjih, maksimalnih i minimalnih dnevnih temperatura, a takođe i količine i rasporeda padavina tokom vegetacionog perioda.

Za uspeh u proizvodnji kukuruza od velikog je značaja poznavanje toplotnih uslova proizvodnog područja. Budući da kukuruz rano sejemo, na klijance i iznikle biljke značajnu ulogu imaju minimalne i maksimalne temperature vazduha.

6.1. Padavine

Potrebe kukuruza za vodom. Iako je kukuruz tolerantan na sušu i ekonomično troši raspoloživu vodu, (TK ispod 400) tokom vegetacionog perioda formira veliku vegetativnu masu i troši velike količine vode. Biljke mogu podneti kratkotrajne suše jer mogu iskoristiti vodu iz dubljih slojeva zemljišta, ali u takvim uslovima daju male prinose. Zahvaljujući obliku i položaju listova, niz koje se voda sliva do stabla, kukuruz iskoristi i minimalne količine padavina.

Kukuruz zahvaljujući znatnom polimorfizmu, gaji se na relativno širokom geografskom prostoru i u veoma različitim klimatskim i zemljišnim uslovima. Međutim, uspešna proizvodnja kukuruza može se ostvariti samo u toplom klimatskom podneblju sa bezmraznim periodom dugim 110-140 dana i povoljnim režimom vlažnosti, a to znači da tokom letnjih meseci treba da bude više od 200 mm padavina. Optimalni rejon gajenja naziva se kukuruzni pojas (*corn belt*) i naša zemlja se nalazi u tom pojasu. Kukuruz tokom vegetacionog perioda obrazuje veliku biomasu tako da usvaja velike količine vode iz zemljišta. Treba istaći da su potrebe u vodi tokom vegetacionog perioda vrlo neujednačene i zavise od fenofaze. Dinamika potrošnje vode pokazuje da su potrebe biljaka u početnim fazama rastenja znatno manje. Česte i obilne padavine u početku vegetacionog perioda nisu poželjne, jer onemogućavaju pravilan razvoj korenovog sistema, a utiču i na pojavu gljivičnih oboljenja. Sa porastom biljaka potrebe za vodom rastu dostižući maksimalne vrednosti u periodu obrazovanja generativnih organa. Kukuruz vrlo dobro ekonomično vodom koju usvoji korenovim sistemom. Na ovu činjenicu ukazuju i vrednosti transpiracionog koeficijenta koje, kao i kod drugih gajenih biljaka variraju tokom vegetacionog perioda i zavise od činilaca spoljne sredine, primenjene agrotehnike u proizvodnji kukuruza, ali i od genotipa. Stoga brojni autori navode različite brojčane vrednosti ovog pokazatelja koje variraju, od 180 do 350. U svakom slučaju transpiracioni

koeficijent je znatno ispod vrednosti od 400, pa kukuruz pripada skupini biljaka koje vrlo racionalno troše vodu. Na osnovu poznavanja vrednosti transpiracionog koeficijenta može se napraviti i bilans potreba kukuruza za vodom tokom ontogeneze. Na osnovu takvog modela ukupne potrebe kukuruza za vodom mogu podmiriti količine 300-555 mm padavina za vegetacioni period. Istovremeno u vreme najvećih potreba tokom letnjih meseci biljkama treba obezbediti 200-300 mm padavina pravilno raspoređenih po fenofazama, odnosno dinamičiji potrošnje. Po *Walaceu* i *Bressmannu* mesečni raspored uslovno-optimalnih potreba kukuruza prema vodi po mesecima je: april – 68 mm, maj – 100 mm, jun – 127 mm, jul – 90 mm, avgust – 90 mm, septembar – 95 mm, ukupno za vegetacioni period 580 mm. Savremenijim metodološkim pristupom pomoću hidričkog i energetskog bilansa *Alpatjev* daje realnije mesečne uslovno-optimalne potrebe kukuruza za vodom. Za naše agroekološke uslove, pri prosečnim temperaturama vazduha, ove broježane vrednosti po mesecima su sledeće: april – 50 mm, maj – 75 mm, jun – 90 mm, jul – 100 mm, avgust – 95 mm i septembar – 80 mm, ukupno za vegetacioni period 490 mm. Kritičan period za vodom tokom ontogeneze kukuruza nastupa u onim fazama u kojima je i najveća potrošnja, a to su porast stabla, metličenje, svilanje i zametanje plodova. Vremenski to je vrlo dug period koji traje od kraja juna do druge polovine avgusta. Kukuruz ima izraženu kseromorfnu građu (manji broj stoma na listovima kao i mogućnost upredanja listova u cilju smanjanja transpiracione površine) i dobro podnosi sušu. Zahvaljujući dubokohodnom i snažnom korenovom sistemu biljke koriste i akumulisanu zimsku vodu koja se nalazi u dubljim slojevima zemljištima pa kraći sušni periodi ne utiču značajno na smanjenje ukupnog prinosa. Međutim, kukuruz je osetljiv na duže periode bez padavina, koji zavisno od uzrasta biljaka, nepovoljno utiču na razvoj biljaka, opadanje prinosa, pa i sušenje nadzemne biomase. Kukuruz vrlo snažno reaguje na dopunsko vlaženje posebno u periodu najvećih potreba biljaka za vodom tako da se samo navodnjavanjem biljaka može iskoristiti genetički potencijal rodonosti. Ukoliko se kukuruz gaji kao naknadni i postrni usev radi zrna ili nadzemne biomase, proizvodnja je sigurna samo ako postoji mogućnost navodnjavanja useva (*Glamočlija, 2012.*).

Vodni režim u 2011. godini. Tokom prve godine istraživanja na području Meteorološke stanice Pančevo sume padavina za vegetacioni period bile su 332 mm (tabela 4).

Ukupne količine padavina u aprilu bile su samo 10 mm što je značajno ispod višegodišnjeg proseka (55 mm) i daleko manje od uslovno-optimalnih potreba za početne faze rastenja kukuruza (klijanje i nicanje).

Tabela 4. Mesečne i dekadne sume padavina (mm) za vegetacioni period (IV-IX)

Mesec	Dekada	Godina			Višegodišnji prosek (1981-2002)	Optimalne*
		2011.	2012.	2013.	IV-IX	IV-IX
IV	I	3	27	23		
	II	6	28	2		
	III	1	31	3		
	Suma	10	86	28	55	50
V	I	22	1	10		
	II	17	48	7		
	III	75	51	84		
	Suma	114	100	101	48	75
VI	I	82	0	18		
	II	1	4	11		
	III	10	6	7		
	Suma	93	10	36	80	90
VII	I	2	4	1		
	II	0	0	0		
	III	65	33	7		
	Suma	67	37	8	64	100
VIII	I	19	0	0		
	II	0	0	0		
	III	0	2	11		
	Suma	19	2	11	52	95
IX	I	5	0	0		
	II	3	7	33		
	III	21	22	25		
	Suma	29	29	58	69	80
Ukupno za vegetacioni period		332	264	242	368	490

* Uslovno-optimalne količine vode po *Alpatjevu*

Maj je obilovao padavinama tako da ukupna suma od 114 mm je za oko 50% veća od potreba biljaka. U odnosu na višegodišnji prosek ova količina padavina je gotovo tri puta veća. Analiza rasporeda padavina tokom meseca pokazala je da je treća dekada predstavljala izuzetno vlažan period koji je nastavljen i u prvoj dekadi juna (82 mm).

U celini vodni režim juna bio je na nivou optimalnih potreba biljaka, a to je period intenzivnog porasta stabla kad kukuruz troši velike količine vode. U drugoj dekadi juna nije bilo padavina, ali vlažan period iz prethodne dekade omogućio je biljkama dobru obezbeđenost vodom.

U julu u prvoj i drugoj dekadi nije bilo padavina, nego je tek u trećoj dekadi palo dosta kiše, što je čak rezultiralo većom količinom od proseka (65 mm), ali skoro upola manje od optimalnih količina potreba za vodom.

U avgustu se nastavio trend smanjene količine padavina, pa je u prvoj dekadi avgusta palo svega 19 mm, a u druge dve dekade nije palo ništa kiše, što je u poređenju s prosekom skoro dva i po puta manje padavina, a u poređenju s optimalnim potrebama i do pet puta manje padavina.

U septembru je palo svega 29 mm, i to najviše u trećoj dekadi, 21 mm, dok je u prve dve dekade palo jako malo padavina. U poređenju s višegodišnjim prosekom (69 mm) i optimalnim potrebama za vodom (80 mm), ta količina (29 mm) je bila i do dva puta manja od potrebnih. Ukupna količina padavina u vegetacionom periodu je bila 332 mm, dok je višegodišnji prosek 368 mm, a optimalna količina potrebna za kukuruz 490 mm.

Važno je napomenuti da od 122 dana (juni-septembar) je 19 dana imalo padavine od 208 mm, što je 130 mm više od 2012. godine, i time je i prinos kukuruza bio znatno veći nego u 2012. godini.

Vodni režim u 2012. godini. U drugoj godini istraživanja na oglednom polju Omoljica u vegetacionom periodu bilo je 264 mm, odnosno 68 mm manje nego u prvoj godini (tabela 4).

Ukupne količine padavina u aprilu bile su 86 mm što je značajno iznad višegodišnjeg proseka (55 mm) i daleko više od uslovno-optimalnih potreba za početne faze rastenja kukuruza (klijanje i nicanje). Dinamika potrošnje vode pokazuje da su potrebe

biljaka u početnim fazama rastenja znatno manje. Česte i obilne padavine u početku vegetacionog perioda nisu poželjne, jer onemogućavaju pravilan razvoj korenovog sistema, a utiču i na pojavu gljivičnih oboljenja (*Glamočlija*, 2012).

Maj je obilovao padavinama tako da ukupna suma od 100 mm je za oko 50% veća od potreba biljaka. U odnosu na višegodišnji prosek ova količina padavina je gotovo tri puta veća. Analiza rasporeda padavina tokom meseca pokazala je da je treća dekada predstavljala izuzetno vlažan period. Kako su april i maj u 2012. bili izuzetno vlažni, tako je jun bio izrazito suv mesec, i to u fazama koje su najkritičnije za kukuruz.

Vodni režim prve dekade juna bio je bez padavina (0 mm) što je veoma ispod optimalnih potreba biljaka u periodu intenzivnog porasta stabla kad kukuruz troši velike količine vode.

U julu u prvoj dekadi je palo svega 4 mm, u drugoj dekadi nije bilo padavina, a tek je u trećoj dekadi pala kiša, ali ukupna količina je bila 50% manja od proseka, a čak tri puta manja od optimalnih količina potreba za vodom (100 mm).

U avgustu se nastavio trend ekstremne suše (2 mm), što je u poređenju s prosekom (52 mm) i optimalnim potrebama (95 mm) u fazama velikih potreba kukuruza za vodom veliki deficit vode, što je i pokazao smanjeni prinos i do 50%.

U septembru bilo je svega 29 mm padavina, kao i prošle godine, ali s obzirom na sušu iz prethodnih meseci prinos u prvoj godini bio je znatno veći. U poređenju s višegodišnjim prosekom (69 mm) i optimalnim potrebama za vodom (80 mm), ta količina (29 mm) je bila i do dva puta manja od potrebnih.

Ukupna količina padavina u vegetacionom periodu je bila 264 mm, dok je višegodišnji prosek 368 mm, a optimalna količina potrebna za kukuruz 490 mm. U poređenju s 2011. godinom, razlike u padavinama i nisu bile toliko velike (68 mm manje), ali zbog ekstremne suše u kritičnom periodu za kukuruz prinos je bio značajno manji nego u 2011. godini .

Važno je napomenuti da od 122 dana (juni-septembar) je samo 9 dana imalo padavine od samo 78 mm, što je 130 mm manje nego u prethodnoj godini.

Vodni režim u 2013. godini. Suma padavina u 2013. godini na području Metereološke stanice Pančevo iznosila je 242 mm (tabela 4.), što je najmanja suma padavina uspoređujući prethodne dve godine, ali je raspoređenost po mesecima bila bolja nego prethodna 2012. godina, što je i rezultiralo većim prinosima. Značajan uticaj su imale i temperature vazduha koje su u 2013. godini bile čak 2°C niže od 2012. godine. Suma padavina od 242 mm je čak 248 mm manja od uslovno-optimalnih zahteva za vodom i 126 mm manja od višegodišnjeg proseka.

Ukupne količine padavina u aprilu iznosile su 28 mm što je 50% manje od uslovno-optimalnih zahteva za vodom i višegodišnjeg proseka, s tim da je u prvoj dekadi meseca palo čak 23 mm padavina.

Maj je imao dosta padavina i suma od 101 mm je bila za 50% veća od višegodišnjeg proseka i 26 mm veća od uslovno-optimalnih zahteva za vodom. Najviše padavina je bilo u trećoj dekadi meseca (84 mm).

Ukupne padavine u junu su bile za 50% manje od višegodišnjeg proseka i uslovno-optimalnih zahteva za vodom, s naglaskom na treću dekadu u kojoj je palo svega 7 mm, ali zbog ugodnih 21°C u proseku koji odgovaraju temperaturama višegodišnjih proseka i optimalnih temperatura, nisu zabeležene velike suše.

Jul je bio izrazito sušan sa samo 8 mm ukupnih padavina, što je znatno niže od optimalnih 100 mm i 64 mm višegodišnjeg proseka. Suše nisu zabeležene zato jer je prosečna temperatura od 23°C ista kao i optimalne temperature za taj period, za razliku od 2012. godine u kojoj je izmereno prosečnih 27°C za jul, a i ostalo je dovoljno vode u zemljištu za biljku iz prethodno vlažnog perioda.

U avgustu je izmereno svega 11 mm padavina što je 9 mm više nego u 2012. godini i 41 mm manje od višegodišnjeg proseka i 84 mm od optimalnih zahteva za vodom.

Septembar je uspoređujući prethodne dve godine imao čak 50% više (29 mm) padavina, ali je to za 22 mm manje od optimalnih padavina i 11 mm manje od višegodišnjeg proseka.

Važno je napomenuti da je u 2013. godini u 122 dana (juni-septembar) palo 113 mm padavina, što je 35 mm padavina više nego u prethodnoj godini, što je i rezultiralo boljim prinosima od 2012. godine.

6.2. Toplotni uslovi

Potrebe kukuruza za toplotom znatno su veće nego u pravih žita. Prema *Stepanovu* sume aktivnih temperatura (toplotne sume) za vegetacioni period srednjekasnih hibrida iznose 2.500 – 2.700°C. Usled toga gajenje kukuruza je ograničeno junskom izotermom od 17°C. To praktično znači da noćne temperature letnjih meseci juna, jula i avgusta ne treba da su niže od 12,8°C, a srednje dnevne ispod 19°C.

U početnim fazama rastenja potrebe za toplotom su manje. Potrebne minimalne temperature za klijanje i nicanje biljaka su od 8 do 10°C, za porast vegetativnih organa 12°C, za obrazovanje generativnih organa 15°C, a za sazrevanje plodova 10°C. U početnim fazama rastenja (nicanje i faza od prvog do trećeg lista) biljke podnose kratkotrajne mrazeve, do -3°C. U toplotnim uslovima kada su prosečne temperature vazduha u granicama minimalnih vrednosti, kukuruz usporeno i neujednačeno raste i povećana je opasnost od napada patogenih gljiva. Sa porastom biljaka potrebe u toploti se povećavaju. Ukoliko je toplotni režim povoljniji, skraćuju se pojedine fenofaze, dok se u nepovoljnim uslovima produžavaju. To potvrđuju i rezultati dosadašnjih istraživanja, koji ukazuju na značaj toplote za razvoj kukuruza. Prema podacima ruskih istraživača, period od nicanja do cvetanja na srednjoj dnevnoj temperaturi od 16,9°C kukuruz prolazi za 89 dana, a na 18,9°C za 58 dana. Slične rezultate navode američki naučnici ističući da kukuruz na temperaturi od 20°C ovaj period prolazi za 74 dana, a na 23°C za 54 dana. Prema rezultatima *Rudenka* uslovno-optimalne temperature vazduha za letnje-jesenji period su: za fazu metličanja 18-20°C, za faze cvetanja i oplodnje 20-22°C, a za faze sazrevanja plodova 22-23°C. Srednje noćne temperature vazduha za ovaj period treba da budu iznad 13°C, a bezmrazni period da traje do 140 dana. Kukuruz kao termofilna vrsta dobro podnosi visoke temperature (iznad 35°C), ali ne u fazama cvetanja, oplodnje i zemetanja plodova. U tom periodu visoke ili vrlo visoke temperature koje su praćene i malom relativnom vlažnošću vazduha utiču da polen brzo gubi sposobnost oplodnje (*Glamočlija*, 2012), a to je zabeleženo u izrazito sušnoj i toploj 2012. godini, što je rezultiralo vrlo malim prinosima, dok je 2013. godina sa manjim količinama padavinama, ali bolje raspoređenim i zbog nižih temperatura u kritičnim fazama za kukuruz imala veće prinose.

Toplotni uslovi u 2011. godini. Tokom prve godine istraživanja na području Meteorološke stanice Pančevo prosečne temperature za vegetacioni period bile su 20°C, što je isto kao i višegodišnji prosek i optimalne temperature za kukuruz (tabela 5).

Tabela 5. Mesečne i dekadne temperature vazduha (°C) za vegetacioni period (IV-IX)

Mesec	Dekada	Godina			Višegodišnji prosek (1981-2002)	Optimalne* IV-IX
		2011.	2012.	2013.		
IV	I	13	12	7		
	II	12	12	14		
	III	17	18	20		
	Prosek	14	14	14	13	15
V	I	13	21	28		
	II	18	16	19		
	III	21	18	16		
	Prosek	17	18	21	18	18
VI	I	23	23	18		
	II	21	24	24		
	III	22	26	22		
	Prosek	22	24	21	22	20
VII	I	23	30	23		
	II	26	25	22		
	III	20	25	25		
	Prosek	23	27	23	24	23
VIII	I	22	27	27		
	II	24	23	26		
	III	27	26	21		
	Prosek	24	25	25	23	23
IX	I	23	25	19		
	II	24	18	16		
	III	19	20	15		
	Prosek	22	21	17	18	18
Prosek za vegetacioni period		20	22	20	20	20

*Uslovno-optimalne temperature po *Stepanovu*

U aprilu je prosečna temperatura bila 14°C, s tim da je u trećoj dekadi bilo toplije i temperatura je bila 17°C. Prosek za april 2011. je jedan stepen manje od optimalnih temperatura za kukuruz (15°C), a stepen više od višegodišnjeg proseka (13°C).

Prosečna temperatura za maj je 17°C, što je stepen manje od višegodišnjeg proseka i optimalnih temperatura (18°C). Kroz dekade temperatura je rasla, pa je u prvoj dekadi iznosila 13°C, u drugoj dekadi 18°C, a u trećoj dekadi 21°C.

Jun je imao ujednačene temperature kroz dekade s prosekom od 22°C, što je kao višegodišnji prosek, ali dva stepena više od optimalnih temperatura (20°C).

Jul je imao prosečne temperature od 23°C, što je isto kao optimalne temperature za kukuruz, a stepen manje od višegodišnjeg proseka (24°C), s tim da je u dugoj dekadi jula bilo čak i do 26°C, ali je u trećoj dekadi temperatura pala na 20°C. U toj dekadi je bilo dosta padavina, nakon sušnog perioda (65 mm), što je rezultiralo povoljnijem prinosu kukuruza.

Avgust je imao prosečne temperature od 24°C, što je stepen više od višegodišnjeg proseka i optimalnih potreba kukuruza, s tim da je u trećoj dekadi temperatura išla i do 27°C, ali je nepovoljne uslove ublažio prethodno vlažni period (III. dekada jula i I. dekada avgusta), tabela 4.

Temperature u septembru su čak bile 4°C veće od višegodišnjeg proseka i optimalnih potreba kukuruza (20°C).

Toplotni uslovi u 2012. godini. U drugoj godini istraživanja na oglednom polju Omoljica u vegetacionom periodu prosečne temperature iznosile su 22°C, što je za 2 stepene više nego u prvoj godini kao i od višegodišnjeg proseka i optimalne temperature za kukuruz (20°C), (tabela 5).

U aprilu je prosečna temperatura bila 14°C, s tim da je u trećoj dekadi bilo toplije i temperatura je bila 18°C. Prosek za april 2012. je jedan stepen manje od optimalnih temperatura za kukuruz (15°C), a stepen više od višegodišnjeg proseka (13°C).

Prosečna temperatura za maj je bila 18°C, što je kao višegodišnji prosek i optimalne temperature. U prvoj dekadi prosečna temperatura je bila 21°C, što je 3°C više od višegodišnjeg proseka i optimalne temperature za kukuruz s tim da je bilo samo 1 mm padavina. U drugoj dekadi prosečna temperatura je bila 16°C što je 2°C niže od višegodišnjeg proseka i optimalne temperature za kukuruz, a u trećoj dekadi prosečna temperatura iznosila je 18°C.

Jun je imao visoke temperature s prosekom od 24°C, što je dva stepena više od višegodišnjeg proseka (22°C), i četiri stepena više od optimalnih temperatura (20°C), s padavinama od samo 10 mm.

Jul je imao prosečne temperature od visokih 27°C, što je četiri stepena više od optimalne temperature za kukuruz (23°C), a tri stepena više od višegodišnjeg proseka (24°C), s tim da je u prvoj dekadi jula bilo čak i do 30°C. Dugi sušni period s visokim temperaturama, rezultirao je nepovoljnim prinosom kukuruza u poređenju s prethodnom godinom.

Avgust je imao prosečne temperature od 25°C, što je dva stepena više od višegodišnjeg proseka i optimalnih potreba kukuruza, s tim da je u prvoj dekadi temperatura išla i do 27°C, a praktički je bilo bez padavina, samo 2 mm, (tabela 4).

Temperature u septembru su bile 3°C veće od višegodišnjeg proseka i optimalnih potreba kukuruza (18°C), s istom količinom padavina (29 mm) kao i u prethodnoj godini, ali zbog prethodnog perioda bez padavina i visokih temperatura prinosi su bili znatno manji nego u 2011. godini.

Važno je napomenuti da su u periodu (juni-septembar) maksimalne dnevne temperature većinom bile od 28 do čak 35°C, što je znatno više nego u prethodnoj godini, budući da su se u istom periodu 2011. temperature kretale od 26 do 30°C, s maksimalno 33°C.

U periodu (kraj juna, juli i početak avgusta), temperature u 2012. godini su se kretale od 20°C do visokih 24°C, dok su se u istom periodu 2011. godine kretale između 18 do 20°C, što je uz veću količinu vode dalo veće prinose kukuruza u 2011. godini.

Toplotni uslovi u 2013. godini. Tokom treće godine istraživanja na području Meteorološke stanice Pančevo prosečne temperature za vegetacioni period bile su 20°C (tabela 5), što je isto kao i 2011. godina, višegodišnji prosek i optimalne temperature za kukuruz.

U aprilu je prosečna temperatura bila 14°C, s tim da je u trećoj dekadi bilo toplije i temperatura je bila 20°C. Prosek za april 2013. je jedan stepen manje od optimalnih temperatura za kukuruz (15°C), a stepen više od višegodišnjeg proseka (1°C).

Maj je bio natprosečno topao s izmerenih 21°C, što je 3°C više nego što je izmereno u 2012. godini, višegodišnjeg proseka i optimalnih temperatura i 4°C više nego je izmereno u 2011. godini, ali se taj uticaj ublažio količinom padalina koje su izmerene u maju od 101 mm.

Juni je imao dosta optimalne temperature, za 1°C niže od višegodišnjeg proseka, 22°C i za 1°C više od optimalnih temperatura 20°C. Značajno je da je juni imao 3°C manje nego je to izmereno u junu 2012. godine, s padavinama od 36 mm, dok je u 2012. godini izmereno samo 10 mm, što je i rezultiralo značajnom razlikom u prinosima u korist 2013. godine.

Jul je imao prosečne temperature od 23°C, što je isto kao optimalne temperature za kukuruz, a stepen manje od višegodišnjeg proseka (24°C), s tim da je u trećoj dekadi jula bilo čak i do 25°C, dok je u prvoj dekadi bilo 23°C, a u drugoj dekadi 22°C. Uspoređujući s 2011. godinom, u trećoj dekadi jula je temperatura bila 20°C, sa 65 mm padavina, što je povoljno za proizvodnju kukuruza.

Avgust je imao prosečne temperature od 25°C, što je dva stepena više od višegodišnjeg proseka i optimalnih potreba kukuruza, s tim da je u prvoj dekadi temperatura išla i do 27°C, ali je zato u trećoj dekadi temperatura pala na 21°C i bilo je kišovito (11 mm padavina), što je uticalo na povoljniji prinos, (tabela 4).

Prosečne temperature u septembru su bile 17°C, što je čak 8°C niže nego što je izmereno u avgustu (25°C), a 1°C niže od optimalne temperature i višegodišnjeg proseka (18°C). To je 4°C niže nego što je izmereno u septembru 2012. godine (21°C) i 5°C u septembru 2011. godine (22°C). Treća dekada je imala temperature od 15°C, što je 5°C niže nego u istoj dekadi 2012. godine (20°C). Pošto je septembar bio dosta vlažan, s ukupnim padavinama od 58 mm, što je za 29 mm više nego je izmereno u 2012. godini (29 mm), i uz niske temperature, prinosi su mnogo veći nego što su bili u 2012. godini. Posebno je to vidljivo u drugoj dekadi 2013. godine kad je izmereno 33 mm, a u istoj dekadi 2012. godine samo 7 mm.

Toplotni uslovi tokom vegetacionog perioda kukuruza jedan su od najvažnijih faktora koji utiču na intenzitet fotosinteze, transpiraciju, apsorpciju mineralnih supstanci i vode, regulišu trajanje i tok fenoloških faza i utiču na visinu i kvalitet

prinosa (*Vučić, 1976; Stojićević, 1996; Dragović i sar., 2006*). Intenzivni fiziološki i biohemijski procesi kukuruza odvijaju se u proseku pri temperaturama od 10 do 30 °C.

Visoke temperature nepovoljno deluju na biljke kada su praćene i manjkom vode, što je bio slučaj u svim godinama, a najveći deficit vode je bio 2012. godine, s ekstremno visokim temperaturama, što se pokazalo izrazito malim prinosima kukuruza. Sa porastom temperature intezitet asimilacije raste, što iscrpljuje biljke pri deficitu vode u zemljištu, jer korenov sistem nije u stanju da ih snabdeva potrebnom vodom i mineralnim hranivima. U uslovima niske zemljišne vlage zbog povećane transpiracije dolazi do debalansa vode u biljnim ćelijama, a ekstremni slučajevi su sagorevanje hlorofila i žućenje lišća.

Manjak vode i visoke temperature u vreme cvetanja ometaju oprašivanje i oplodnju, a u vreme sazrevanja utiču na pojavu prevremenog zrenja (*Vučić, 1976*). Kritični period najvećih potreba za vodom je u fazi formiranja reproduktivnih organa i ako kukuruz nema dostupnu lakopristupačnu vodu u zemljištu potrebno ga je navodnjavati.

U poređenju godina u kojima je vršeno istraživanje najpovoljniji odnos toplotnih uslova i padavina za gajenje kukuruza bio je tokom vegetacionog perioda 2011. godine.

6. 3. Zemljišni uslovi

Trogodišnji ogledi su izvođeni na zemljištu koje pripada tipu karbonatnog (micelarnog) černozema obrazovanog na lesnoj terasi. Prema rezultatima, koje navode *Romelić i Lazić, (2000)*, ovaj podtip černozema zastupljen je sa 14% ukupne teritorije Vojvodine, što čini oko 31% ukupnog černozema Vojvodine. Za kukuruz su najbolja blago kisela do blago alkalna (pH 6,5-7), rastresita, propusna i dobro aerisana zemljišta koja se odlikuju velikim kapacitetima za vodu, bogata lakopristupačnim biljnim asimilatima i sa nivoom podzemne vode na 150-200 cm, kao što je černozem kojeg u našoj zemlji ima malo. Zbog svoje prirodne plodnosti, povoljne reakcije zemljišnog rastvora, kao i fizičkih osobina černozem ima vrlo veliki potencijal za proizvodnju najvažnijih ratarskih biljaka (*Glamočlija, 2012*).

Morfološke osobine zemljišta. Ispitivani karbonatni černozem na lesnoj terasi pripada zemljištima sa A – AC – C profilom zemljišta. Gornji horizont A prodire do 65 cm

dubine i u ornličnom delu ima tamnosmeđu boju, dok je u podoraničnom sloju tamno crne boje. Struktura ispitivanog zemljišta je pretežno mrvičasta, a po teksturi pripada u glinovite ilovače. A horizont postepeno prelazi u AC prelazni horizont koji je na dubini od 65 cm do 120 cm. Prelazni AC horizont je tamnosmeđe boje, a intezitet boje opada s dubinom horizonta. Zrnene je strukture, izrazito karbonatan, a po teksturi pripada u glinovite ilovače. Ispod AC prelaznog horizonta je C horizont, koji se nalazi na dubini od 120 do 180 cm. Donji C horizont je geološki supstrat, svetlo smeđe je boje, i tipičan je terasni les. U C horizontu su prisutne konkrecije kreča, a struktura mu je neizražena. Černozem, ritske i livadske crnice, kao i slatine su najzastupljeniji tipovi zemljišta u Vojvodini (*Živković i sar.*, 1972).

Mehaničke osobine zemljišta. Najčešći mehanički sastav černozema na lesnim terasama je ilovača, a u nižim delovima profila nalazi se i glinovita ilovača. U celoj dubini humusno-akumulativnog horizonta nalazimo ujednačen sadržaj koloidnih čestica. Ovaj podtip zemljišta po mehaničkom sastavu ima idealan odnos krupnijih i sitnijih frakcija. Ima veoma povoljan mehanički sastav zemljišta i visok udeo humusa, koji su i doprineli obrazovanju stabilne mrvičasto-grudvičaste strukture sa vrlo dobrim sistemom pora. Dobar sistem pora i povoljna struktura zemljišta omogućavaju vrlo dobro proceđivanje i propuštanje vode bez procesa ispiranja, što doprinosi ustaljenoj stabilnosti ovog podtipa černozema (*Živković i sar.*, 1972).

Po zastupljenosti mehaničkih frakcija u zemljištu, zastupljenost najkrupnije frakcije, krupnog peska ($>0,2$ mm) kreće se u simboličnim količinama od 0,18 do 1,80%. Ukupne količine sitnog peska (od 0,2 do 0,02 mm) su značajne i kreću se od 33,12 do 52,80%. Učešće čestica praha (od 0,02 do 0,002mm) kreće se u granicama od 20,80 do 35,44%, a ukupne frakcije gline ($<0,002$ mm) u zemljištima se nalaze u proseku od 18,40 do 35,20%. Sadržaj ukupnih količina peska ($>0,02$ mm) u černozemu iznose od 33,40 do 52,80%, a sadržaj ukupnih količina praha i gline [(od 0,02 do 0,002mm) + ($<0,002$ mm)] najčešće su u intervalu od 47,20 do 66,60% (*Živković i sar.*, 1972).

Agrohemijske osobine zemljišta. Ispitivana zemljišta na kojim su izvedeni trogodišnji mikroogledi su sličnih agrohemijskih osobina zbog male udaljenosti između

parcela. Analize koje su urađene u laboratoriji Instituta Tamiš, pokazala su da se ispitivana zemljišta po prirodnoj plodnosti veoma malo razlikuju. Za agrohemijske analize korišćene su prosečne vrednosti za tri godine proučavanja (tabela 6).

Tabela 6. Agrohemijske osobine černozema na lesnoj terasi u Omoljici

Dubina (cm)	pH		CaCO ₃ (%)	Humus (%)	Ukupan N (%)	Lakopristupačni mg/100 g zemlje	
	H ₂ O	KCl				P ₂ O ₅	K ₂ O
0 – 30	8,2	7,2	12,2	4,3	0,22	20,4	16,9
30 – 60	8,2	7,3	14,6	3,8	0,19	15,1	13,7
60 – 90	8,3	7,4	20,6	2,6	0,13	7,7	11,4
90 – 120	8,4	7,5	22,0	1,7	0,09	5,7	10,7

Sadržaj CaCO₃ u orničnom delu A horizonta iznosi 12,2%. Povećanje dubine horizonta sadržaj CaCO₃ povećava i u sloju od 90 do 120 cm iznosi 22,0%. Povećan sadržaj CaCO₃ jedna je od najvažnijih osobina karbonatnog černozema na lesnim terasama (Živković i sar., 1972). Pseudomiceliji su redovna pojava u dubljim delovima profila karbonatnog černozema na lesnim terasama zbog velike količine kreča. Vrednosti pH u KCl-u su niže u humusnom horizontu i kreću se od 7,2 do 7,3 dok su u prelaznom delu AC horizonta i matičnoj podlozi C horizonta pH vrednosti veće i kreću se od 7,4 do 7,5. Ukupno učešće humusa u orničnom delu profila zemljišta kreće se od 3,8 do 4,3%, dok sa povećanjem dubine horizonta količine humusa opadaju i kreću se od 1,7 do 2,6%. Sadržaj ukupnog azota na dubini od 0 do 30 cm iznosi 0,22%, što smatramo dobro snabdevenim zemljištem. U ispitivanom zemljištu prirodne zalihe lakopristupačne fosforne kiseline kreću se od 5,7 do 20,4 mg u 100 g zemljišta. Zbog unošenja većih količina fosfornih hraniva u ranijem periodu, u sloju do 30 cm dubine je viši nivo obezbeđenosti zemljišta lakopristupačnim fosforom. U odnosu na lakopristupačni fosfor količina lakopristupačnog kalijuma je u granicama manjeg kolebanja. Zalihe lakopristupačnog kalijuma u orničnom sloju kreću se od 13,7 do 16,9 mg u 100 g zemljišta što odgovara dobro snabdevenim zemljištima.

Fizičke i vodno–vazdušne osobine zemljišta. Kako bi odredili i izrazili stepen rastrešenosti ili sabijanja zemljišta, koristimo razne pokazatelje, a prvenstveno zapreminsku

masu (Nozdrovický, 2007). Za optimalno rastenje i razviće biljaka vrednost zapreminske mase zemljišta treba se kretati od 1,4 do 1,5 g/cm³.

Vrednost zapreminske mase karbonatnog černozema na lesnoj terasi u orničnom sloju kreće se od oko 1,39 g/cm³. Vrednost zapreminske mase se povećava povećanjem dubine zemljišta i na dubini od 60 do 90 cm zapreminska masa iznosi 1,42 g/cm³, a na dubini od 90 do 120 cm zapreminska masa je 1,45 g/cm³. Specifična masa karbonatnog černozema na lesnoj terasi je prilično ujednačena i njene vrednosti se kreću na oko 2,69 g/cm³. Povećanjem dubine specifična masa se povećava tako da je u AC horizontu specifična masa nešto veća. Promatrajući ukupnu poroznost, dublji slojevi zemljišta imaju ujednačeni vrednosti u odnosu na površinski (ornični) sloj zemljišta. Vrednost ukupne poroznosti u orničnom sloju humusnog A horizonta je 47,9%, dok sa povećanjem dubine zemljišta vrednost ukupne poroznosti blago opada. Vrednost maksimalnog poljskog kapaciteta za vodu u gornjim orničnim delovima profila je nešto veća, dok su vrednosti maksimalnog poljskog kapaciteta u geološkoj podlozi manje i kreću se u granicama od 38,90 do 41,60%. Vrednost pristupačne vode biljkama kreće se od 17,7 do 19,50%, dok sa povećanjem dubine zemljišta vrednost pristupačne vode opada. Ukupni kapacitet za vazduh je relativno visok i kreće se od 13,3 do 14,9%, i zbog toga ovaj podtip černozema možemo uvrstiti u grupu zemljišta sa visokom aeracijom (Živković i sar., 1972).

Pored svih navedenih povoljnih osobina karbonatnog černozema na lesnoj terasi koje ga svrstavaju u visokoproduktivno zemljište, zapažena su statistički značajna variranja prinosa ratarskih biljaka. Uzrok varijabilnih prinosa su suša, nepoštovanje plodoređa i primena neadekvatne obrade zemljišta. Zbog toga i na ovom podtipu černozema treba primeniti kompleksne agrotehničke mere, posebno vodeći računa o načinu i obliku dopunske ishrane i očuvanju vode zimskih padavina (Živković i sar., 1972).

Vodne osobine zemljišta značajne su sa aspekta istraživanja potrošnje vode od strane gajenih biljaka, proračuna normi zalivanja i tumačenja vodnog režima zemljišta. Zadržavanje vode u zemljištu i njena pristupačnost prema biljkama određeni su kroz vodne kapacitete (hidrolimite) i karakter pristupačne vode biljkama, a kretanje vode kroz zemljište određeno je vodopropusnošću zemljišta (hidrauličkim konduktivitetom).

Maksimalni vodni kapacitet (MKV) je maksimalna količina vode koju zemljište može primiti u svoje pore, ali ne i zadržati. Sa aspekta poljoprivredne proizvodnje, saturisano stanje vlažnosti je nepovoljno za gajenje biljaka zbog manjka vazduha. Vrednosti maksimalnog vodnog kapaciteta približne su ukupnoj poroznosti. Rezultati određivanja maksimalnog vodnog kapaciteta nam pokazuju da su vrednosti, u ispitivanim zemljišnim uzorcima, značajno neujednačene i variraju u untermalima od 41,44% zapremine do 51,64% zapremine (tabela 7). Najveća vrednost MKV je u najporoznijem orničnom horizontu na dubini od 0 do 30 cm i varira od 49,71% zapremine do 51,64% zapremine. Prosečna vrednost koja je izražena u milimetrima vodenog stuba na ovoj dubini je 152, u sloju zemljišta od 0 do 60 cm iznosi 297 mm, dok na dubini od 0 do 90 cm iznosi 424 mm.

Retencioni vodni kapacitet (RVK) kao hidrolimit predstavlja gornju granicu lako pristupačne vode biljkama, do koje se pri navodnjavanju voda može dodavati u efektivnu dubinu pedosfere. Po dubini slojeva ispitivanog černozeza, sadržaj vode pri retenciji od pF 2.5 (0.033 MPa) je veoma različit (tabela 7), jer su svi slojevi različitog mehaničkog sastava i zbijenosti.

Površinski slojevi od 10 do 60 cm dubine profila su bogatiji glinom i pokazuju veće vrednosti retencionog vodnog kapaciteta (od 33,15 do 38,51% zapremine), dok su dublji slojevi (od 60 do 100 cm dubine profila) nešto lakšeg mehaničkog sastava i zbijeniji (od 31,91 do 32,74% zapremine). Najmanja vrednost retencionog vodnog kapaciteta od 29,11% zapremine, je na dubini od 0 do 10 cm jer je u toj dubinskoj zoni površinskog sloja zbijenost najmanja, a vazdužni kapacitet najveći. U površinskom sloju zbog primenjivanih agrotehničkih mera dominiraju krupne, nekapilarne pore koje ne zadržavaju vodu. *Kačinskij* (1958) klasificira černozeza kao klasu zemljišta sa najpovoljnijim vrednostima retencionog vodnog kapaciteta. Ispitivani černozeza u stanju je da na dubini od 0 do 90 cm u svojim vododrživim porama zadrži 3.081 m³ vode, na površini od 1 hektara može zadržati 309 mm vode, a na dubini do 100 cm oko 341 mm vode.

Tabela 7. Vodni kapaciteti i vodopropustljivost černoze

Dubina	MVK*	RVK*	LKV*	VV*	KPV*	K _f
(cm)	pF 0	pF 2.5	pF 3.8	pF 4.2	pF 2.5-4.2	(cm/s)
	(% zap.)					
0–10	50,01	29,11	16,83	14,53	14,59	3,43x10 ⁻³
10–20	51,64	33,15	18,47	15,37	17,79	5,20x10 ⁻³
20–30	49,71	35,51	18,72	15,73	19,79	1,91x10 ⁻³
30–40	45,71	38,51	21,01	17,48	21,04	1,47x10 ⁻³
40–50	50,01	38,01	18,54	15,33	22,69	2,24x10 ⁻³
50–60	49,21	36,91	18,18	14,87	22,05	6,92x10 ⁻³
60–70	43,77	32,74	17,69	14,43	18,32	1,64x10 ⁻³
70–80	41,94	31,91	17,45	14,16	17,76	7,63x10 ⁻⁴
80–90	41,44	32,28	16,83	13,73	18,56	3,58x10 ⁻³
90–100	41,88	33,01	17,32	13,72	19,30	2,60x10 ⁻³
	(mm)					
0–30	152	99	55	47	53	-
0–60	297	212	113	94	119	-
0–90	424	309	165	137	174	-

* MVK – maksimalni vodni kapacitet, RVK – retencioni vodni kapacitet, LKV – lentokapilarna vlažnost, VV – vlažnost trajnog uvenuća biljaka, KPV – pristupačna voda biljkama, K_f – vodopropustljivost

Lentokapilarna vlažnost (LKV) je donja granica optimalne vlažnosti, odnosno donja granica lako pristupačne vode biljkama, tj. hidrolimit koji prekida kapilarne veze pri retenciji od pF 3.8 (0.625 MPa). Biljke usporavaju rastenje i njihova se produktivnost smanjuje u ovoj kritičnoj vlažnosti zemljišta (*Rastvorova*, 1983). Rezultati analize uzoraka pokazali su da između proučavanih slojeva zemljišta ne postoje značajne razlike kod lentokapilarne vlažnosti (tabela 7). Vrednosti lentokapilarne vlažnosti na dubini do 100 cm variraju od 16,83% zapremine do 21,01% zapremine. Na dubini do 60 cm lentokapilarna vlažnost je na 18% zapremine, a na dubini od 0 do 90 cm ispitivanog černoze u svojim kapilarnim porama sile od 0.625 Mpa, može da primi i zadrži 1.650 m³/ha (165 mm) vode.

Vlažnost trajnog uvenuća biljaka (VV) kao hidrolimit određuje najmanji sadržaj vode u zemljištu kod kojeg prestaju svi fiziološki procesi u biljkama. Kod retencije od pF

4.2 (1.5 MPa) vrednosti ovog kapaciteta variraju u prilično malim intervalima (od 13,72% zapremine do 17,48 % zapremine), (tabela 7). Veće vrednosti ovog vodnog kapaciteta imaju zemljišni uzorci težeg mehaničkog sastava, a manje vrednosti imaju uzorci lakšeg mehaničkog sastava. Černozem na našem oglednom polju ima mogućnost da na dubini od 0 do 90 cm u svojim vododrživim porama zadrži 137 mm vode (1.360 m³ vode na površini od 1 hektara), a na dubini do 1 m oko 149 mm vode, ali je to nedostupna količina vode za biljke.

Pristupačna voda biljkama (KPV) odnosno vrednost njenog kapaciteta dobija se računskim putem i predstavlja razliku između vrednosti retencionog vodnog kapaciteta i vlažnosti trajnog uvenuća biljaka (pF 2.5 – pF 4.2). Zbog stratigrafske građe ispitivanog profila vrednost KPV-a različita je u raznim dubinskim zonama i varira u prilično velikim intervalima od 14,59 % zapremine do 22,69 % zapremine (tabela 7). U orničnom horizontu, na dubini od 0 do 30 cm, vrednost pristupačne vode biljkaka kretala se od 14,59% zapremine do 19,79% zapremine, a kapacitet pristupačne vode u celoj dubini ispitivanog profila černozema, bio je 1.940 m³/ha (194 mm vodenog stuba) što je prema klasifikaciji *Müller et al.* (1970), u kategoriji visokog kapaciteta pristupačne vode biljkama.

Vodopropustljivost zemljišta ili hidraulički konduktivitet izražava se brzinom filtracije - K_f (cm/s). Ova fizička osobina prema dobijenim vrednostima je veoma promenljiva i po slojevima varira u velikim intervalima, od $1,47 \times 10^{-3}$ do $7,63 \times 10^{-4}$ cm/s na (tabela 7), što je posledica različitog mehaničkog i agregatnog sastava, zbijenosti i poroznosti slojeva. Vrednosti hidrauličkog konduktiviteta u našim uzorcima zemljišta prema *Eggelsmanu* (*Gajić*, 2006) su umereno visoke do visoke vodopropustivljosti.

7. REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

Rezultati istraživanja i diskusija dobijenih rezultata podjeljeni su na četiri podpoglavlja. To su: Morfološke osobine kukuruza, Komponente prinosa kukuruza, Prinos zrna i Kvalitativne osobine zrna kukuruza.

7.1. Morfološke osobine kukuruza

U okviru morfoloških osobina kukuruza, proučavan je međusobni uticaj sistema suvog ratarenja i navodnjavanja kod različitih gustina useva na visinu biljke, broj listova stabla i visinu stabla do prvog klipa.

Visina biljaka. Prosečna visina biljke određena je merenjem u fazi metličanja i ona predstavlja celokupnu dužinu biljke od prvog kolenca do vrha metlice.

Tabela 8. Visina biljaka u 2011. godini, cm

	B Gustina			Prosek
	A Navodnjavanje	B ₁ 70x26 cm	B ₂ 70x24 cm	
A ₁ Kontrola	260,75	264,00	269,75	264,83
A ₂ 60%	274,75	280,75	285,75	280,42
A ₃ 75%	291,00	295,75	300,00	295,58
A ₄ 85%	305,75	311,00	314,50	310,42
Prosek	283,06	287,88	292,50	
LSD	A	B	B*A	A*B
	0,05	0,05	0,05	0,05
	2,24	1,54	3,07	3,35
	0,01	0,01	0,01	0,01
	3,22	2,08	4,15	4,66
F TEST	A	B	A*B	
	962,12**	74,25**	0,49	

U 2011. godini, na visinu kukuruza značajno su uticala oba proučavana tretmana (tabela 8). Sa povećanjem gustine useva značajno se povećavala prosečna visina biljaka, od 283,06 cm, do 292,5 cm. Snabdevenost biljaka vodom je veoma značajno uticala na njihov ukupan porast tako da je razlika u visini, od 264,83 cm (prirodni vodni režim), do 310,42 cm u varijanti sa najvećom vlažnošću bila 45,59 cm i ovo variranje je statistički veoma značajno. Pored grupnih značajna su bila i pojedinačna variranja, kao i interakcije proučavanih tretmana.

U 2012. godini sa najnepovoljnijim rasporedom padavina prosečna visina biljaka u kontroli bila je 243,42 cm i ova vrednost manja je za 21 cm u odnosu na prvu i treću godinu (tabela 9).

Tabela 9. Visina biljaka u 2012. godini, cm

		B Gustina			Prosek
A Navodnjavanje	B ₁ 70x26 cm	B ₂ 70x24 cm	B ₃ 70x22 cm		
A ₁ Kontrola	247,50	243,25	239,50	243,42	
A ₂ 60%	265,50	260,75	255,00	260,42	
A ₃ 75%	281,50	274,00	268,50	274,67	
A ₄ 85%	297,25	290,50	282,25	290,00	
Prosek	272,94	267,13	261,31		
LSD	A	B	B*A	A*B	
	0,05	0,05	0,05	0,05	
	2,47	2,75	5,50	5,11	
	0,01	0,01	0,01	0,01	
	3,54	3,72	7,44	7,02	
F TEST	A	B	A*B		
	388,14**	44,18**	0,83		

Za razliku od prve godine, sa povećanjem gustine useva prosečna visina biljaka bila je manja, i to za 2,2% (B₂ varijanta) i 4,5% u najgušćem usevu. Trend smanjenja prosečne

visine biljaka bio je i u usevima sa navodnjavanjem što pokazuje da su dugi sušni intervali praćeni vrlo visokim temperaturama vazduha u fazi intenzivnog porasta nepovoljno uticali i pored snabdevenosti biljaka vodom (varijante A₂, A₃ i A₄). Drugi tretman, vodni režim značajno je uticao na porast biljaka tako da su one bile više u odnosu na kontrolu za 7% u drugoj varijanti, za 12,8% u trećoj varijanti i za 19,1% u četvrtoj varijanti. U drugoj godini, takođe su evidentirana značajna variranja i u interakcijama AxB i BxA.

Godina 2013. bila je sa najmanje padavina (za 9% manje u odnosu na drugu), ali sa boljim rasporedom u prvoj polovini vegetacionog perioda. Povoljan raspored u fazi intenzivnog porasta stabla uticao je da su biljke u kontroli bile iste visine kao i u prvoj, meteorološki najpovoljnijoj godini i više za oko 21 cm, u odnosu na drugu godinu (tabela 10).

Tabela 10. Visina biljaka u 2013. godini, cm

		B Gustina			Prosek
A Navodnjavanje	B ₁ 70x26 cm	B ₂ 70x24 cm	B ₃ 70x22 cm		
A ₁ Kontrola	260,50	264,25	268,00	264,25	
A ₂ 60%	275,75	279,50	283,50	279,58	
A ₃ 75%	288,50	292,25	296,25	292,33	
A ₄ 85%	299,00	302,50	304,00	301,83	
Prosek	280,94	284,63	287,94		
LSD	A	B	B*A	A*B	
	0,05	0,05	0,05	0,05	
	4,97	3,57	7,12	7,64	
	0,01	0,01	0,01	0,01	
	7,14	4,83	9,65	10,61	
F TEST	A	B	A*B		
	126,24**	7,78**	0,09		

Gustina useva značajno je uticala na prosečnu visinu biljaka. Najmanje biljke bile su u kontroli, a sa povećanjem gustine useva visina se povećavala za 1,3%, odnosno 2,5%.

Ova variranja bila su značajna i veoma značajna. Drugi faktor, navodnjavanje imao je veći uticaj na visinu biljaka. Najmanje biljke kukuruza bile su u usevu bez navodnjavanja, 264,25 cm. Sa povećanjem količina vode u sistemu zalivanja useva prosečna visina biljaka bila je veća za 5,8% u drugoj varijanti, za 10,6% u trećoj varijanti i za 14,2% u četvrtoj varijanti. Sve razlike u pojedinačnim variranjima, kao i interakcije AxB i BxA ispoljile su značajna, do veoma značajna variranja. Dobljene vrednosti prosečne visine biljaka pokazale su da obilnije zalivanje useva veoma povoljno utiče na vegetativni porast kukuruza.

Na prosečne vrednosti visine biljaka kukuruza više je uticao primenjeni sistem navodnjavanja (količine i raspored vode po fenofazama), a manje gustine useva (tabela 11). U trogodišnjem proseku najmanje biljke obrazovane su u usevu prirodnog vodnog režima (257,5 cm), sa izraženim variranjima po godinama, od 239,5 cm u 2012. godini do 269,75 cm u 2013. godini. Navodnjavanjem useva u varijantama zalivanja, prosečna visina biljaka povećana je za 6,2% u A₂ varijanti, 11,7% u A₃ varijanti zalivanja, a za 16,8% u kombinaciji sa najvećim utroškom vode. Gustina useva je, takođe uticala na visinu biljaka koje su bile najniže u najređem usevu (256,25 cm). Povećanjem broja biljaka po jedinici površine povećavala se i prosečna visina biljke. Ova variranja bila su jače izražena u usevu bez navodnjavanja i zavisila su od vodnog režima, tako da je i interakcija vodni režim x gustina useva imala značajan uticaj na ovu morfološku osobinu.

Agrotehničke mere imaju značajan uticaj na visinu biljaka što navodi veliki broj istraživača (Božić, 1992; Živanović, 2005; Živanović i sar.; 2006, Živanović, 2013). Visina biljaka kukuruza, zavisi od hibrida, agroekoloških uslova i agrotehničkih mera (Kolčar, 1974; Rakočević i sar.; 1984; Obradović, 1990; Božić, 1992; Mandić, Violeta, 2011). Kao sortna osobina kukuruza, visina biljaka nije stalna, podložna je variranju, na koje utiču vremenski uslovi kada su biljke u fazi vlatanja (Živanović, 2005).

Tabela 11. Visina biljaka u trogodišnjem proseku, cm

A Navodnjavanje	Godina	B Gustina		
		B ₁ 70x26 cm	B ₂ 70x24 cm	B ₃ 70x22 cm
A ₁ Kontrola	2011.	260,75	264,00	269,75
	2012.	247,50	243,25	239,50
	2013.	260,50	264,25	268,00
Prosek		256,25	257,17	259,08
A ₂ 60%	2011.	274,75	280,75	285,75
	2012.	265,51	260,75	255,00
	2013.	275,75	279,50	283,50
Prosek		272,00	273,67	274,75
A ₃ 75%	2011.	291,00	295,75	300,00
	2012.	281,50	274,00	268,50
	2013.	288,50	292,25	296,25
Prosek		287,00	287,33	288,25
A ₄ 85%	2011.	305,75	311,00	314,50
	2012.	297,25	290,50	282,25
	2013.	299,00	302,50	304,00
Prosek		300,67	301,33	300,25
Ukupan prosek			279,81	
LSD	A	B	B*A	A*B
	0,05	0,05	0,05	0,05
	4,42	5,027	10,05	9,30
	0,01	0,01	0,01	0,01
	6,70	6,93	13,85	13,08
F TEST	A	B	A*B	
	108,92**	0,27	0,076	

Kukuruz kao biljka kratkog dana, u uslovima dužeg dana ima intenzivni vegetativni porast, i usporen generativni razvoj, a u uslovima kraćeg dana to je obrnuto. *Andreenko et al.* (1969) navode da kukuruz najintenzivnije raste na temperaturi od 18°C do 22°C u uslovima dugog dana, i u optimalnim uslovima dostupne vlažnosti i biljnih asimilativa. *Kolčar* (1974) je u trogodišnjim ispitivanjima na hibridu *Kansas 1859* u sušnoj godini (od aprila do septembra - 264,1 mm padavina) imao najmanju visinu (212,7 cm), a u godini sa većom količinom padavina (u istom periodu - 334,2 mm) zabeležena je najviša biljka kukuruza (239,8 cm). Visina biljaka, kao sortna osobina kukuruza, zavisi od spoljnih uslova i podložna je variranju (*Dorđević*, 1962; *Rakočević i sar.*, 1984; *Obradović*, 1990). Rezultati brojnih proučavanja navode da biljke kukuruza imaju manju visinu u sušnim uslovima u manjim gustinama useva ili ako je hibrid kraćeg vegetacionog perioda (*Kolčar*, 1974; *Božić*, 1992). Rezultati trogodišnjih istraživanja pokazuju značajno variranje visine biljaka, zavisno od meteoroloških uslova tokom vegetacionog perioda i navodnjavanja, naglašavaju autori *Doss et al.* (1974) i *Plavšić*, (2006). Vrlo značajna variranja visine biljaka u različitim gustinama useva dobio je *Ilić* (2002a) utvrdivši da je visina biljaka najveća u usevu najveće gustine. *Rakočević i sar.* (1984) su u trogodišnjem proučavanju zaključili da visina biljaka zavisi od hibrida, tako je hibrid ZP 448 sa 230 cm bio najniži, a ZPSC 704 sa 270 cm najviši. Slične rezultate je dobio *Obradović* (1990) ističući da je u svima proučavanim varijantama ZPTC 196 imao najniže biljke (218,2 cm), a najviše ZPSC 704 - 303,3 cm. U ovim istraživanjima najviše biljke kukuruza dobijene su u varijanti najintenzivnijeg navodnjavanja – A₄. Kao sortna osobina visina je podložna variranju i zavisi od uticaja raznih faktora pod kojima biljka raste i razvija se. Visina biljke kukuruza veoma je bitan pokazatelj prinosa nadzemne biomase posebno ako je usev namenjen za silažu. Rezultati ovih istraživanja pokazuju da su vodni režim i gustine useva veoma značajno uticale na visinu. U trogodišnjim istraživanjima najviše biljke kukuruza bile su uslovima najveće vlažnosti zemljišta (A₄). Prosečne vrednosti od 301,33 cm dobijene su u srednjoj gustini useva (B₂) i sa najvećim prosečnim prinosom 11,450 t ha⁻¹. Na osnovu toga može se očekivati i srazmerna količina dobijene biomase, što je veoma važno sa aspekta dobijanja prinosa hrane po jedinicu površine. Nadzemna biomasa kukuruza zbog njene izrazito visoke hranljive vrednosti ima značajnu ulogu u ishrani domaćih životinja

preživara. Veliki broj autora je proučavao zavisnost količine biomase od raznih uslova i slažu se da biljka maksimalno ispoljava svoj genetički potencijal rodnosti jedino kod povoljnih uslova gajenja (*Dumanović i sar.*, 1996; *Ivanović i sar.*, 1995). Rezultati ovih istraživanja uglavnom se slažu sa rezultatima drugih autora. U godinama sa većom količinom padavina ili boljim rasporedom padavina (2011. i 2013.) u najvećoj gustini (B₃) biljke su bile najveće, što je pokazalo veoma značajnu razliku, dok su u izrazito sušnoj godini (2012) najveće biljke bile u najmanjoj gustini (B₁), jer je više vode na raspolaganju za manji broj biljaka po jedinici površine. Variranja ove morfološke osobine kukuruza pod uticajem proučavanih tretmana pokazale su da najveće količine vode u navodnjavanju imaju statistički značajan uticaj na visinu biljaka, dok manje gustine useva u uslovima suše značajno utiču na ukupnu visinu biljaka kukuruza. Ova morfološka osobina hibrida podložna je variranju zavisno od uslova spoljne sredine i zemljišta. Rezultati ovih istraživanja pokazali su da je vodni režim veoma značajno uticao na visinu i da odnos prinosa zrna i visine biljaka ukazuje na njihovu visoku korelacionu zavisnost kod kukuruza.

Broj listova stabla. List kukuruza je jednostavne građe i sastoji se od lisnog rukavca (*lamina*), vezice (*ligula*) i duge liske (*usmina*). Na stablu se, zavisno od genotipa i uslova uspevanja, obrazuje 8-25 listova stabla koji su naizmenično raspoređeni. U povoljnim uslovima listovi se razvijaju relativno brzo, prosečno na svaka tri dana se pojavljuje novi list. Svi listovi kukuruza su podeljeni u tri skupine: klicini listovi, (čine skupinu od 5-7 listova); pravi listovi (čine skupinu od 8-15 pravih listova koji imaju najvažniju ulogu u procesu fotosinteze) i listovi klipa (kumušina) koji predstavljaju nepotpuno razvijene listove (*Glamočlija*, 2012).

U 2011. rezultati su pokazali da je navodnjavanjem useva i povećanjem gustina broj listova stabla veći (tabela 12). U prirodnom vodnom režimu dobili smo u proseku 13 listova, a u varijanti naintenzivnijeg navodnjavanja broj listova je povećan za 2,25 listova (15,25 listova). Međutim, za ispitivane faktore (navodnjavanje i gustina useva) nisu dobijene statistički značajne razlike.

Sušna 2012. godina pokazala je statistički značajnu razliku za ispitivani faktor navodnjavanja (tabela 13). U usevu bez navodnjavanja bilo je 8,75 listova, a zalivanjem biljaka povećavao se broj listova stabla, i u A₂ varijanti broj listova se povećao za 23,7%, u A₃ za 45,7%, dok je u varijanti najintenzivnijeg navodnjavanja povećanje broja listova bilo 56,2%, što je 4,92 listova više. Za ispitivani faktor navodnjavanja dobijena je statistički značajna razlika, dok za gustinu useva nisu dobijene statistički značajne razlike. Rezultati su pokazali da je u sušnim godinama, u uslovima navodnjavanja broj listova stabla veći, dok se povećanjem gustina useva smanjuje broj listova stabla.

Tabela 12. Broj listova stabla u 2011. godini

		B Gustina			Prosek
A Navodnjavanje		B ₁ 70x26 cm	B ₂ 70x24 cm	B ₃ 70x22 cm	
	A ₁ Kontrola	12,75	13,00	13,25	13,00
	A ₂ 60%	13,75	13,75	14,00	13,83
	A ₃ 75%	14,25	14,50	14,75	14,50
	A ₄ 85%	15,00	15,25	15,50	15,25
Prosek		13,94	14,13	14,38	
LSD	A	B	B*A	A*B	
	0,05	0,05	0,05	0,05	
	4,04	2,82	5,64	6,12	
	0,01	0,01	0,01	0,01	
	5,81	3,82	7,64	8,5	
F TEST	A	B	A*B		
	0,69	0,05	0,001		

U 2013. godini broj listova stabla se povećavao irigacijom useva i povećanjem gustina (tabela 14). U uslovima prirodnog vlaženja dobili smo 12,67 listova, a zalivnim normama taj broj se povećavao i u varijanti najintenzivnijeg navodnjavanja bilo je 14,92 listova što je povećanje od 2,25 listova. Povećanjem gustina u B₃ varijanti povećanje je

bilo od 0,69 listova. Za ispitivane faktore (navodnjavanje i gustina useva) nisu dobijene statistički značajne razlike.

Tabela 13. Broj listova stabla u 2012. godini

		B Gustina			Prosek
A Navodnjavanje	B ₁ 70x26 cm	B ₂ 70x24 cm	B ₃ 70x22 cm		
A ₁ Kontrola	9,00	8,75	8,50	8,75	
A ₂ 60%	11,25	10,75	10,50	10,83	
A ₃ 75%	13,25	12,75	12,25	12,75	
A ₄ 85%	14,00	13,75	13,25	13,67	
Prosek	11,88	11,50	11,13		
LSD	A	B	B*A	A*B	
	0,05	0,05	0,05	0,05	
	4,58	2,36	4,72	5,98	
	0,01	0,01	0,01	0,01	
	6,58	3,20	6,39	8,37	
F TEST	A	B	A*B		
	3,99*	0,16	0,004		

U trogodišnjem proseku (tabela 15) kod različitih gustina, bio je prosečno isti broj listova što nije pokazalo statističke značajnosti, ali je zato za faktor navodnjavanja dobijena statistički veoma značajna razlika, što pokazuje da vlažnost zemljišta ima veoma velik uticaj na broj listova kukuruza. Broj listova stabla zavisio je od navodnjavanja, pa je najveći broj listova stabla bio pri najvećem navodnjavanju (14,67 listova), što su pokazale statistički značajne razlike, dok gustine useva nisu pokazale uticaj na broj listova stabla. U A₂ varijanti povećanje je bilo 1,25 listova, u A₃ varijanti povećanje od 2,33** listova (statistička značajnost), a kod najintenzivnijeg povećanje od 3,14** listova (statistička značajnost). U sušnoj 2012. godini najveći broj listova bio je u usevu najmanje gustine, dok je u druge dve godine i trogodišnjem proseku najbolji rezultat bio u najvećoj gustini. Kod kukuruza se ispoljava tesna zavisnost (koeficijent korelacije od 0,82 do 0,99) između dužine vegetacionog perioda i broja listova po biljci (*Jevtić*, 1986). Uz svaki hibrid

priložena je i preporuka o optimalnom broju biljaka po jedinici površine. Kad je cilj proizvodnje kukuruza vegetativna biomasa, ove vrednosti mogu se, zavisno od obezbeđenosti vodom, povećati za 20-40% (*Glamočlija, 2012*).

Tabela 14. Broj listova stabla u 2013. godini

		B Gustina			Prosek
A Navodnjavanje	B ₁ 70x26 cm	B ₂ 70x24 cm	B ₃ 70x22 cm		
A ₁ Kontrola	12,25	12,75	13,00	12,67	
A ₂ 60%	13,25	13,50	13,75	13,50	
A ₃ 75%	13,75	14,25	14,50	14,17	
A ₄ 85%	14,50	15,00	15,25	14,92	
Prosek	13,44	13,88	14,13		
LSD	A	B	B*A	A*B	
	0,05	0,05	0,05	0,05	
	3,38	3,07	6,14	6,033	
	0,01	0,01	0,01	0,01	
	4,85	4,16	8,31	8,32	
F TEST	A	B	A*B		
	0,67	0,12	0,001		

Ukupan broj listova stabla kukuruza zavisi od dužine vegetacionog perioda hibrida, što navodi *Eck (1984)*. Ispitivanjem broja listova stabla pokazalo se da najveće količine navodnjavanja daju najveći broj biljaka, što su pokazale i statistički veoma značajne razlike. Dovoljno vode za biljku tokom vegetacionog rastenja je ključan faktor za razvoj lisne površine, formiranje broja zrna i ostvarivanje prinosa. Manjak vode 41 dan nakon setve smanjuje veličinu lista, stabla i prinos klipa kukuruza, a deficit vode 55 dana nakon setve smanjuje veličinu stabla i prinos klipa.

Tabela 15. Broj listova stabla u trogodišnjem proseku

A Navodnjavanje	Godina	B Gustina		
		B ₁ 70x26 cm	B ₂ 70x24 cm	B ₃ 70x22 cm
A ₁ Kontrola	2011.	12,75	13,00	13,25
	2012.	9,00	8,75	8,50
	2013.	12,25	12,75	13,00
Prosek		11,33	11,50	11,58
A ₂ 60%	2011.	13,75	13,75	14,01
	2012.	11,25	10,75	10,51
	2013.	13,25	13,52	13,75
Prosek		12,75	12,67	12,75
A ₃ 75%	2011.	14,25	14,50	14,75
	2012.	13,25	12,75	12,25
	2013.	13,75	14,25	14,51
Prosek		13,75	13,83	13,83
A ₄ 85%	2011.	15,01	15,25	15,52
	2012.	14,02	13,75	13,25
	2013.	14,51	15,00	15,25
Prosek		14,50	14,67	14,67
Ukupan prosek			13,15	
LSD	A	B	B*A	A*B
	0,05	0,05	0,05	0,05
	1,44	0,34	0,68	1,54
	0,01	0,01	0,01	0,01
	2,17	0,47	0,94	2,30
F TEST	A	B	A*B	
	31,36**	0,091	0,026	

Kod gajenja kukuruza potrebe za vodom povećavaju se u fazi setve, najveće potrebe za vodom su u letnjim mesecima, a najmanje vode je potrebno do kraja vegetacionog perioda. Najveći uticaj manjka vode na smanjenje prinosa je u fazi metličanja i svilanja, a znatno manji u fazama smanjene potrošnje (nicanje, bokorenje do pojave intenzivnog porasta stabla), što nam pokazuje da štetne posledice deficita vode ovise o fenofazi u kojoj se pojavljuje manjak vode i njegovom trajanju. Deficit vlažnosti utiče na smanjenje ukupnog porasta biomase kukuruza, što je posledica fiziološkog stresa (Hussain et al., 2004; Wajid et al., 2004; Badr et al., 2005).

Visina stabla do klipa. Stablo je uspravno, člankovito i sastavljeno iz kolenaca (*nodii*) i članaka (*internodi*) koji su ispunjeni osnovnim tkivom (*parenhim*). Oblik stabla je cilindričan, a boja zelena.

Tabela 16. Visina stabla do klipa u 2011. godini, cm

		B Gustina			Prosek
A Navodnjavanje		B ₁ 70x26 cm	B ₂ 70x24 cm	B ₃ 70x22 cm	
	A ₁ Kontrola	112,25	116,25	117,50	115,33
	A ₂ 60%	118,75	120,51	121,25	120,17
	A ₃ 75%	123,75	126,01	127,25	125,67
	A ₄ 85%	128,75	133,25	135,75	132,58
	Prosek	120,88	124,00	125,44	
LSD	A	B	B*A	A*B	
	0,05	0,05	0,05	0,05	
	6,21	5,04	10,07	10,29	
	0,01	0,01	0,01	0,01	
	8,91	6,82	13,65	14,23	
F TEST	A	B	A*B		
	14,06**	1,86	0,09		

Na vršnoj internodiji tvorno tkivo predstavlja i tačku rastenja stabla koja ima značajnu ulogu u početnim fenofazama. Visina stabla zavisi od ekotipa, genotipa i uslova uspevanja. Visina stabla je na krajnjim severnim i južnim granicama 50-60 cm, a u tropskim područjima i do 7 m. U našim agroekološkim uslovima visina stabla kukuruza varira od 1 m do 3,5 m, a debljina 2-7 cm. Stablo kukuruza se završava muškom cvašću metlicom, koja se nalazi na vršnom, najtanjem, ali najdužem članku (*Glamočlija, 2012*). Visina stabla do klipa je morfološka osobina koja zavisi od visine biljaka kukuruza (*Božić, 1992; Živanović, 2005; Živanović, 2013*).

Tabela 17. Visina stabla do klipa u 2012. godini, cm

		B Gustina			Prosek
A Navodnjavanje	B ₁ 70x26 cm	B ₂ 70x24 cm	B ₃ 70x22 cm		
A ₁ Kontrola	106,25	102,50	96,75	101,83	
A ₂ 60%	116,75	115,51	111,25	114,50	
A ₃ 75%	123,25	118,75	117,52	119,83	
A ₄ 85%	128,25	126,25	124,25	126,25	
Prosek	118,63	115,75	112,44		
LSD	A	B	B*A	A*B	
	0,05	0,05	0,05	0,05	
	6,66	5,08	10,15	10,63	
	0,01	0,01	0,01	0,01	
	9,57	6,88	13,76	14,72	
F TEST	A	B	A*B		
	26,08**	3,11	0,16		

Najviše padavina bilo je u vegetacionom periodu (april-septembar) 2011. godine (332 mm). U uslovima suvog ratarenja (A₁) bila je najmanja visina stabla do klipa (115,33 cm), a u uslovima navodnjavanja visina stabla do klipa ravnomerno se povećavala (tabela 16). U varijanti A₂ visina stabla do klipa povećala se za 4,2%, u A₃ varijanti se povećala za

9%, a kod najintenzivnijeg navodnjavanja, visina stabla do klipa povećala se za 15%. Samo je za faktor navodnjavanja dobijena statistički veoma značajne razlike, dok za gustine useva nije bilo signifikantnosti.

Sušna 2012. godina pokazala je statistički veoma značajnu razliku za ispitivani faktor navodnjavanja, dok za gustinu useva nisu dobijene statistički značajne razlike (tabela 17). Rezultati su pokazali da je bolje sejati na manju gustinu useva, jer u sušnim uslovima ostaje više dostupne vode kada je manji broj biljaka po jedinici površine. U uslovima prirodnog vlaženja bila je najmanja visina stabla do klipa (101,83 cm), a navodnjavanjem, visina stabla do klipa ravnomerno se povećavala. U A₂ varijanti visina stabla do klipa povećala se za 12,4%, u A₃ varijanti povećala se za 17,7%, a kod najintenzivnijeg navodnjavanja visina stabla do klipa povećala se za 24%. U ovoj sušnoj godini vidljivo je značajno povećanje visine stable do klipa pod uticajem navodnjavanja.

Tabela 18. Visina stabla do klipa u 2013. godini, cm

		B Gustina			Prosek
A Navodnjavanje	B ₁ 70x26 cm	B ₂ 70x24 cm	B ₃ 70x22 cm		
A ₁ Kontrola	107,25	110,03	112,75	110,00	
A ₂ 60%	117,50	118,25	121,00	118,92	
A ₃ 75%	122,25	125,00	127,01	124,75	
A ₄ 85%	128,01	130,02	132,50	130,17	
Prosek	118,75	120,81	123,31		
LSD	A	B	B*A	A*B	
	0,05	0,05	0,05	0,05	
	8,28	6,18	12,36	13,04	
	0,01	0,01	0,01	0,01	
	11,90	8,37	16,74	18,08	
F TEST	A	B	A*B		
	12,07**	1,13	0,02		

U 2013. godini bilo je najmanje padavina (242 mm), ali s boljim rasporedom nego u 2012. godini. U varijanti prirodnog vlaženja (A_1) bila je najmanja visina stabla do klipa (110,00 cm), a navodnjavanjem, visina stabla do klipa ravnomerno se povećavala (tabela 18). U A_2 varijanti visina stabla do klipa se povećala za 8,1%, u A_3 varijanti povećala se za 13,4%, a u varijanti najintenzivnijeg navodnjavanja (A_4) visina stabla do klipa povećala se za 18,3%. I u ovoj godini je vidljivo značajno povećanje visine stabla do klipa pod uticajem navodnjavanja. Za ispitivani faktor navodnjavanja dobijena je statistički veoma značajna razlike, dok za gustine useva nije dobijena statistička značajnost.

Navodnjavanje je pokazalo uticaj na visinu stabla do klipa i najveća visina stabla do klipa bila je kod najvećeg navodnjavanja u usevu najveće gustine (130,83 cm), što je pokazalo i statistički veoma značajne razlike (tabela 19). U varijantama sa navodnjavanjem, u A_2 varijanti, visina stabla do klipa povećala se za 8,81cm**, u A_3 varijanti za 14,37cm**, a u najintenzivnijem navodnjavanju to povećanje je bilo 20,62cm**, sva povećanja su bila statistički značajna. U trogodišnjem proseku u prirodnom vodnom režimu i prvoj varijanti navodnjavanja, najveća visina stabla do klipa bila je u srednjoj gustini, što je i optimalna gustina za hibrid ZP 677, dok je u drugoj i trećoj varijanti navodnjavanja najveća visina stabla do klipa bila u usevu najveće gustine. U sušnoj 2012. godini najbolji rezultati su dobijeni u najmanjoj gustini, što nam pokazuje da je u godinama sa manje padavina, hibrid ZP 677 bolje sejati na manje gustine.

Manjak vode 41 dan nakon setve smanjuje veličinu lista, veličinu stabla i prinos klipa kukuruza, a deficit vode 55 dana nakon setve smanjuje veličinu stabla i prinos klipa (Eck, 1984). Savić (1984) je analizirajući koeficijente korelacije između odgovarajućih osobina stabla i biljke kukuruza, utvrdio da je najveći stepen saglasnosti (0,975), između visine biljke do vrha metlice i do osnove gornjeg klipa. Ove dve osobine su proporcionalne, odnosno, povećanje jedne osobine povlači povećanje druge osobine. Ova istraživanja pokazala su da se u godinama sa više padavina (2011. i 2013.) u najvećoj gustini useva (B_3) dobila najveća visina stabla do klipa, što je pokazala i veoma značajna razliku u 2013. godini, dok je u izrazito sušnoj 2012 godini najveća visina stabla do klipa

Tabela 19. Visina stabla do klipa u trogodišnjem proseku, cm

Navodnjavanje	Godina	B Gustina		
		B ₁ 70x26 cm	B ₂ 70x24 cm	B ₃ 70x22 cm
A ₁ Kontrola	2011.	112,25	116,25	117,50
	2012.	106,25	102,51	96,75
	2013.	107,25	110,00	112,75
Prosek		108,58	109,58	109,00
A ₂ 60%	2011.	118,75	120,50	121,25
	2012.	116,75	115,52	111,25
	2013.	117,51	118,25	121,01
Prosek		117,67	118,08	117,83
A ₃ 75%	2011.	123,75	126,00	127,25
	2012.	123,25	118,75	117,50
	2013.	122,25	125,01	127,02
Prosek		123,08	123,25	123,92
A ₄ 85%	2011.	128,75	133,25	135,75
	2012.	128,25	126,25	124,25
	2013.	128,01	130,02	132,50
Prosek		128,33	129,83	130,83
Ukupan prosek			120,00	
LSD	A	B	B*A	A*B
	0,05	0,05	0,05	0,05
	3,91	2,77	5,53	5,96
	0,01	0,01	0,01	0,01
	5,93	3,81	7,62	8,53
F TEST	A	B	A*B	
	63,99**	0,24	0,06	

bila u najmanjoj gustini useva (B_1). Što je manje biljaka po hektaru svaka biljka kukuruza ima za sebe više vode u zemljištu. Ispitivanjem se pokazalo da je kod varijante najvećeg navodnjavanja A_4 dobijena najveća visina stabla do klipa, što su pokazale i statistički veoma značajne razlike u svim godinama. Kod morfoloških osobina koje su ispitivane (visina biljke, broj listova stabla i visina stabla do prvog klipa) varijante navodnjavanja i gustine useva pokazale su isti uticaj i rezultate.

7.2. Komponente prinosa kukuruza

Produkcija biomase kukuruza zavisi od velikog broja faktora (genetički potencijal rodnosti hibrida, klimatski uslovi, primenjena tehnologija proizvodnje). U trogodišnjim istraživanjima (2011-2013.) produkcija biomase je proučavana kroz praćenje razlika osnovnih osobina useva, koje su kao bitne komponente prinosa kukuruza ostvarene u uslovima različite zemljišne vlage i različitih gustina tokom vegetacionog perioda kukuruza. Kod *Tapanarove* (2011) rezultati su pokazali da je različita vlažnost zemljišta veoma značajno uticala na komponente prinosa (visina biljaka, masa klipa, masa zrna po biljci, masa 1000 zrna i zapreminska masa). Najbolji rezultati kod kukuruza ostvareni su u varijanti 80-85% PVK.

U okviru komponenti prinosa kukuruza, proučavan je uticaj varijanti navodnjavanja i gustine useva na: broj biljaka bez klipa, broj pleglih biljaka, površina lista ispod klipa, dužinu klipa, broj redova zrna na klipu, broj zrna na klipu, masu klipa kukuruza, udeo oklaska u klipu kukuruza, masu zrna po klipu, masu 1.000 zrna i zapreminsku masu zrna.

Broj biljaka bez klipa. Na broj biljaka bez klipa utiču brojni faktori (nivo tehnologije gajenja, vreme setve, gustina useva, koncentracija pesticida i mineralna ishrana), što u proučavanjima navode *Živanović* (2005) i *Mandić, Violeta* (2011). Meteorološki uslovi, posebno količina padavina, snažno utiču na pojavu biljaka bez klipa. U godini sa povoljnim vremenskim uslovima (1991), kod hibrida ZP 704, *Božić* (1992) je dobio 4,04% biljaka bez klipa, a u sušnoj 1990. godini 21,53% biljaka bez klipa.

U 2011. godini u varijanti prirodnog vodnog režima (A₁) bio je najveći procenat broja biljaka bez klipa (11%), a navodnjavanjem useva broj biljaka bez klipa se ravnomerno smanjivao (tabela 20). U varijanti A₂ broj biljaka bez klipa se smanjio za 3%, u varijanti A₃ broj biljaka bez klipa se smanjio za 6,17%, a u varijanti najintenzivnijeg navodnjavanja (A₄) broj biljaka bez klipa se smanjio za 6,92%. Broj biljaka bez klipa se smanjivao povećanjem gustine useva, i u najmanjoj B₁ bio je najveći broj biljaka bez klipa (8,06%), u B₂ gustini, broj biljaka bez klipa se smanjio za 1,12%, a u najvećoj gustini (B₃) broj biljaka bez klipa se smanjio za 2,12%. Faktor navodnjavanja je pokazao statistički veoma značajnu razliku, dok su gustine useva pokazale značajnu razliku u 2011. godini.

Tabela 20. Broj biljaka bez klipa u 2011. godini, %

		B Gustina			Prosek
A Navodnjavanje		B ₁ 70x26 cm	B ₂ 70x24 cm	B ₃ 70x22 cm	
	A ₁ Kontrola	12,00	11,00	10,00	11,00
	A ₂ 60%	9,00	8,00	7,00	8,00
	A ₃ 75%	6,00	4,75	3,75	4,83
	A ₄ 85%	5,25	4,00	3,00	4,08
	Prosek	8,06	6,94	5,94	
LSD	A	B	B*A	A*B	
	0,05	0,05	0,05	0,05	
	3,58	1,32	2,63	4,17	
	0,01	0,01	0,01	0,01	
	5,14	1,79	3,57	5,90	
F TEST	A	B	A*B		
	18,70**	2,8*	0,004		

U toku 2012. godine u uslovima prirodnog vlaženja (A₁) bio je najveći broj biljaka bez klipa (14%), a zalivanjem biljaka broj biljaka bez klipa se ravnomerno smanjivao (tabela 21). U varijanti A₂ broj biljaka bez klipa se smanjio za 3%, u A₃ varijanti broj biljaka bez klipa se smanjio za 6%, a u varijanti najintenzivnijeg navodnjavanja (A₄) broj

biljaka bez klipa se smanjio za 6,67%. Broj biljaka bez klipa se povećavao povećanjem gustina, pa je u najmanjoj B₁ gustini bio najmanji broj biljaka bez klipa (9%), u B₂ gustini, broj biljaka bez klipa se povećao za 1,13%, a u najvećoj gustini (B₃) broj biljaka bez klipa se povećao za 2,13%. 2012. godina je bila veoma sušna i nepogodna za kukuruz, što se i pokazalo velikim brojem biljaka bez klipa u varijantama prirodnog vodnog režima i najveće gustine useva. U sušnoj godini bolje je sejati kukuruz na manje gustine useva jer ostaje više dostupne vode biljkama jer ih je manje po jedinici površine. U ovoj godini navodnjavanje biljaka nije pokazalo veći uticaj na smanjenje broja biljaka bez klipa jer je velika suša stresno uticala na kukuruz. *Gagro i Herceg* (2005) ispitivali su uticaj gustina (70.000, 85.000, 100.000 i 115.000 biljaka/ha) na osobine kukuruza za silažu. Njihovi rezultati su pokazali da se broj biljaka bez klipa povećavao sa povećanjem gustina. U najmanjoj gustini

Tabela 21. Broj biljaka bez klipa u 2012. godini, %

		B Gustina			Prosek
A Navodnjavanje		B ₁ 70x26 cm	B ₂ 70x24 cm	B ₃ 70x22 cm	
A ₁	Kontrola	13,00	14,00	15,00	14,00
A ₂	60%	10,00	11,00	12,00	11,00
A ₃	75%	7,00	8,00	9,00	8,00
A ₄	85%	6,00	7,50	8,50	7,33
Prosek		9,00	10,13	11,13	
LSD	A	B	B*A	A*B	
	0,05	0,05	0,05	0,05	
	7,69	4,06	8,12	10,14	
	0,01	0,01	0,01	0,01	
	11,05	5,50	11	14,20	
F TEST	A	B	A*B		
	2,71	0,44	0,002		

bilo je najmanje biljaka bez klipa (2,93%), u G₂ se povećao za 1,58% (4,51), u G₃ se povećao za 3,50% (6,43%), u gustini 115.000 biljaka/ha broj biljaka bez klipa se povećao za 5,71% (8,64%).

U 2013. godini najveći broj biljaka bez klipa bio je u uslovima suvog ratarenja (A₁) – 12,00%, a u uslovima navodnjavanja smanjivao se broj biljaka bez klipa i najmanje biljaka bez klipa bilo je u varijanti sa najvećim navodnjavanjem (A₄) – 5,42% (tabela 22). U varijanti A₂ broj biljaka bez klipa smanjio se za 3%, u varijanti A₃ broj biljaka bez klipa smanjio se za 6%, dok se u varijanti najintenzivnijeg navodnjavanja (A₄) broj biljaka bez klipa smanjio za 6,58%. U varijantama gustine useva povećanjem gustine smanjivao se broj biljaka bez klipa i najviše biljaka bez klipa bilo je u najmanjoj gustini (B₁) – 9,13%, a najmanje biljaka bez klipa bilo je u najvećoj gustini (B₃) – 7,00%.

Tabela 22. Broj biljaka bez klipa u 2013. godini, %

		B Gustina			Prosek
A Navodnjavanje		B ₁ 70x26 cm	B ₂ 70x24 cm	B ₃ 70x22 cm	
A ₁	Kontrola	13,00	12,00	11,00	12,00
A ₂	60%	10,00	9,00	8,00	9,00
A ₃	75%	7,00	6,00	5,00	6,00
A ₄	85%	6,50	5,75	4,00	5,42
Prosek		9,13	8,19	7,00	
LSD	A	B	B*A	A*B	
0,05		0,05	0,05	0,05	
6,26		3,26	6,53	8,21	
0,01		0,01	0,01	0,01	
8,99		4,42	8,85	11,50	
F TEST	A	B	A*B		
4,08*		0,67	0,01		

Tabela 23. Broj biljaka bez klipa u trogodišnjem proseku, %

A Navodnjavanje	Godina	B Gustina		
		B ₁ 70x26 cm	B ₂ 70x24 cm	B ₃ 70x22 cm
A ₁ Kontrola	2011.	12,00	11,00	10,00
	2012.	13,00	14,00	15,00
	2013.	13,00	12,00	11,00
Prosek		12,67	12,33	12,00
A ₂ 60%	2011.	9,00	8,00	7,00
	2012.	10,00	11,00	12,00
	2013.	10,00	9,00	8,00
Prosek		9,67	9,33	9,00
A ₃ 75%	2011.	6,00	4,75	3,75
	2012.	7,00	8,00	9,00
	2013.	7,00	6,00	5,00
Prosek		6,67	6,25	5,92
A ₄ 85%	2011.	5,25	4,00	3,00
	2012.	6,00	7,50	8,50
	2013.	6,50	5,75	4,00
Prosek		5,92	5,75	5,17
Ukupan prosek		8,39		
LSD	A	B	B*A	A*B
	0,05	0,05	0,05	0,05
	0,17	1,07	2,14	1,75
	0,01	0,01	0,01	0,01
	0,26	1,47	2,95	2,42
F TEST	A	B	A*B	
	76,92**	1,36	0,01	

Broj biljaka bez klipa smanjivao se povećanjem gustine, pa se u B₂ gustini, broj biljaka bez klipa smanjio za 0,94%, a u najvećoj gustini (B₃) broj biljaka bez klipa se smanjio za 2,13%. Statistički značajna razlika dobijena je kod varijanti navodnjavanja, dok za gustine useva nije bilo statističke signifikantnosti.

U trogodišnjem proseku broj biljaka bez klipa smanjivao se zalivnim normama i povećanjem gustine useva. U varijanti najintenzivnijeg navodnjavanja bilo je najmanje biljaka bez klipa (5,61%). Zalivanjem useva, broj biljaka bez klipa se smanjio u varijanti A₂ za 3%, u varijanti A₃ za 6,06%, a u varijanti A₄ broj biljaka bez klipa se smanjio za 6,73% (tabela 23). U 2012. godini u A₄ varijanti bilo je 7,33% biljaka bez klipa, dok je u istoj varijanti u 2011. godini bilo 4,08% biljaka bez klipa, što je 3,25% manje. Hibrid ZP 677 bolje uspeva u srednjim i širim gustinama useva, pa je u sušnoj 2012. godini najmanje biljaka bez klipa bilo u B₁ varijanti, dok je u druge dve godine i trogodišnjem proseku najmanji broj biljaka bez klipa bio u najvećima gustinama (5,17%). Razlog je manjak vode za rastenje i razviće velikog broja biljaka na jedinici površine, dok je u usevu manje gustine broj pleglih biljaka bio manji, jer što je manje biljaka na parceli, i potrebe za vodom su manje, što pokazuju i rezultati i drugih ispitivanih analiza u sušnoj 2012. godini.

Broj pleglih biljka. Poleganje kukuruza je osobina kompleksnog karaktera i zavisi od anatomskih, morfoloških i fizioloških osobina biljke i stabla kukuruza (*Savić*, 1984; *Ransom*, 2005). Poleganje može biti zbog nagnuća stabla, kada je nagib veći od 30° u odnosu na vertikalnu i poleganje zbog lomljenja stabla, kada je stablo slomljeno ispod klipa (*Thompson*, 1969; *Rosić i sar.*, 1979). Poleganje zbog nagnuća stabla zavisi od osobine korenovog sistema biljke, a poleganje zbog lomljenja stabla zavisi od kvalitete i strukture stabla. Kod oba poleganja kukuruza nastaju štete, kao što je povećanje vode u biljkama, što omogućuje razvijanje uzročnika bolesti, smanjuje se fotosinteza, sazrevanje i berba su otežani, zrno sadrži veći procenat vode, a samim tim otežano je čuvanje i skladištenje, što dovodi do gubitaka u prinosu zrna i do 75% (*Van Dyk*, 2001). *Draganić i sar.* (1997) navode da su rani hibridi kukuruza osetljiviji na većinu uzročnika bolesti stabla od kasnih hibrida kukuruza. *Savić* (1984) navodi da je otpornost prema poleganju genetički

determinisana i uslovljena visinom biljke kukuruza. Otpornost prema poleganju se povećava povećanjem broja internodija do osnove gornjeg klipa (kada ima više internodija, stablo se manje izdužuje i otpornije je na lomljenje).

Tabela 24. Broj pleglih biljaka u 2011. godini, %

		B Gustina			Prosek
A Navodnjavanje		B ₁ 70x26 cm	B ₂ 70x24 cm	B ₃ 70x22 cm	
A ₁ Kontrola		6,00	5,50	4,50	5,33
A ₂ 60%		5,25	4,25	3,50	4,33
A ₃ 75%		5,00	4,00	3,25	4,08
A ₄ 85%		3,75	3,00	2,00	2,92
Prosek		5,00	4,19	3,31	
LSD	A	B	B*A	A*B	
	0,05	0,05	0,05	0,05	
	2,39	2,80	5,60	5,20	
	0,01	0,01	0,01	0,01	
	3,43	3,79	7,58	7,07	
F TEST	A	B	A*B		
	0,95	0,91	0,01		

U toku 2011. godine najviše pleglih biljaka bilo je u najmanjoj gustini (5%), a povećanjem gustine smanjivao se broj pleglih biljaka i u B₃ varijanti bilo je 3,31% pleglih biljaka (tabela 24). Zalivanjem useva broj pleglih biljaka se takođe smanjivao, tako da je u varijanti najvećeg navodnjavanja (A₄) bilo 45% manje pleglih biljaka, nego u uslovima suvog ratarenja (A₁). Ispitivani faktori nisu bili signifikantni.

Tabela 25. Broj pleglih biljaka u 2012. godini, %

		B Gustina			Prosek
A Navodnjavanje		B ₁ 70x26 cm	B ₂ 70x24 cm	B ₃ 70x22 cm	
A ₁	Kontrola	6,25	7,00	8,00	7,08
A ₂	60%	4,75	5,75	6,00	5,50
A ₃	75%	3,75	4,50	5,50	4,58
A ₄	85%	3,00	4,00	5,00	4,00
Prosek		4,44	5,31	6,13	
LSD	A	B	B*A	A*B	
0,05		0,05	0,05	0,05	
3,69		3,55	7,11	6,87	
0,01		0,01	0,01	0,01	
5,30		4,81	9,63	9,46	
F TEST	A	B	A*B		
1,01		0,53	0,01		

U sušnoj 2012. godini bilo je najviše pleglih biljaka. Razlog tome je kukuruzni plamenac (*Pyrausta nubilalis*). Na stablima kukuruza u 2012. godini zapaženi su ugrizi kukuruznog plamenca što je dovelo do značajnog poleganja biljaka. Kukuruzni plamenac se smatra jednim od najopasnijih štetočina u svetu, sa ogromnim obimom štete u svetskim razmerima. Prema podacima Svetske organizacije za hranu, plamenac uništi oko 7% svetske proizvodnje kukuruza. Štete koje nanosi kukuruzni plamenac prepoznaju se po oštećenoj lisnoj površini, dok se larve, ubušene u stablo hrane njenom srži i tako smanjuju provodljivost za vodu i mineralne soli, što se negativno odražava na dalji razvoj biljaka. Pored toga izgrizena stabla se lako lome. Ako se larve razvijaju u drškama klipova, i oni će otpadati. (Glamočlija, 2012).

Tabela 26. Broj pleglih biljaka u 2013. godini, %

		B Gustina			Prosek
A Navodnjavanje		B ₁ 70x26 cm	B ₂ 70x24 cm	B ₃ 70x22 cm	
A ₁	Kontrola	7,00	6,50	5,75	6,42
A ₂	60%	6,25	5,50	4,50	5,42
A ₃	75%	6,00	5,25	4,25	5,17
A ₄	85%	5,00	4,00	3,00	4,00
Prosek		6,06	5,31	4,38	
LSD	A	B	B*A	A*B	
	0,05	0,05	0,05	0,05	
	2,62	2,92	5,84	5,44	
	0,01	0,01	0,01	0,01	
	3,76	3,96	7,92	7,46	
F TEST	A	B	A*B		
	0,86	0,83	0,01		

Mada je hibrid ZP 677 otporan na poleganje, ima veoma nisku otpornost na kukuruznog plamenca što su pokazali i rezultati istraživanja. Najviše pleglih biljaka bilo je u varijanti prirodnog vodnog režima (7,08%) i u varijanti najveće gustine (6,13%) (tabela 25). Razlog tome je manjak vode za rasteenje i razviće velikog broja biljaka na jedinici površine, što pokazuju i rezultati i drugih ispitivanih analiza u sušnoj 2012. godini.

U 2013. godini najviše pleglih biljaka bilo je u najmanjoj gustini (6,06%), a povećanjem gustine broj pleglih biljaka se smanjio za 1,68% u B₃ varijanti, u kojoj je bilo 4,38% pleglih biljaka (tabela 26). Najviše pleglih biljaka bilo je u uslovima prirodnog vlaženja (6,42%), a navodnjavanjem useva broj pleglih biljaka se takođe smanjivao i u A₄ varijanti je bilo 4% pleglih biljaka. Kod ispitivanih faktora nisu dobijene statistički značajne razlike.

Tabela 27. Broj pleglih biljaka u trogodišnjem proseku, %

A Navodnjavanje	Godina	B Gustina		
		B ₁ 70x26 cm	B ₂ 70x24 cm	B ₃ 70x22 cm
A ₁ Kontrola	2011.	6,00	5,50	4,50
	2012.	6,25	7,00	8,00
	2013.	7,00	6,5	5,75
Prosek		6,42	6,33	6,08
A ₂ 60%	2011.	5,25	4,25	3,50
	2012.	4,75	5,75	6,00
	2013.	6,25	5,50	4,50
Prosek		5,42	5,17	4,67
A ₃ 75%	2011.	5,00	4,00	3,25
	2012.	3,75	4,50	5,50
	2013.	6,00	5,25	4,25
Prosek		4,92	4,58	4,33
A ₄ 85%	2011.	3,75	3,00	2,00
	2012.	3,00	4,00	5,00
	2013.	5,00	4,00	3,00
Prosek		3,92	3,67	3,33
Ukupan prosek			4,90	
LSD	A	B	B*A	A*B
	0,05	0,05	0,05	0,05
	0,59	0,86	1,71	1,51
	0,01	0,01	0,01	0,01
	0,90	1,20	2,35	2,11
F TEST	A	B	A*B	
	13,91**	1,23	0,04	

U trogodišnjem proseku u uslovima prirodnog vodnog režima bilo je najviše polehlih biljaka (6,28%). U uslovima navodnjavanja smanjivao se broj polehlih biljaka, pa je u A₂ varijanti taj broj smanjen za 1,2%, u A₃ varijanti za 1,68%, dok je u varijanti najintenzivnijeg navodnjavanja broj polehlih biljaka smanjen za 2,64% (tabela 27). Za varijante navodnjavanja dobijene su statističke značajnosti. Broj polehlih biljaka smanjivao se povećanjem gustine, osim u sušnoj 2012. godini, u kojoj je bio najveći broj polehlih biljaka, zbog napada kukuruznog plamenca (*Pyrausta nubilalis*).

Površina lista ispod klipa. Kako navodi *Glamočlija* (2012) listove kukuruza delimo u tri osnovne grupe: klicini (primarni); pravi ili listovi stabla i listovi omotača klipa. Sa fiziološkog aspekta, svi listovi kukuruza nemaju isti značaj. *Walker and Peck* (1974) i *Jocić* (1977) zaključuju da se grupa od tri lista oko klipa, posebno list iz čijeg rukavca izbija klip, odlikuje najvećom površinom (najduži je i najširi). Za komponentu prinosa površina lista ispod klipa korištena je metoda dužina (cm) x širina (cm) = cm².

Tabela 28. Površina lista ispod klipa u 2011. godini, cm²

		B Gustina			Prosek
A Navodnjavanje		B ₁ 70x26 cm	B ₂ 70x24 cm	B ₃ 70x22 cm	
A ₁	Kontrola	633,00	632,00	631,00	632,00
A ₂	60%	630,00	629,00	628,00	629,00
A ₃	75%	626,00	623,00	620,00	623,00
A ₄	85%	618,00	615,00	613,00	615,33
Prosek		626,75	624,75	623,00	
LSD	A	B	B*A	A*B	
0,05		0,05	0,05	0,05	
73,16		28,81	57,62	86,90	
0,01		0,01	0,01	0,01	
105,11		39,04	78,08	122,64	
F TEST	A	B	A*B		
0,230		0,020	0,002		

U 2011. godini najveća površina lista ispod klipa bila je u najmanjoj gustini useva (626,75 cm²), a povećanjem gustine površina lista ispod klipa se smanjivala i u varijanti B₃ je bila 623 cm² (tabela 28). U proseku najveća površina lista ispod klipa bila je u uslovima prirodnog vlaženja (632,00 cm²), a navodnjavanjem useva površina lista ispod klipa se smanjivala i u varijanti najintenzivnijeg navodnjavanja bila je najmanja površina lista ispod klipa od 615,33 cm². Kod ispitivanih faktora nisu dobijene statistički značajne razlike.

2012. godina bila je veoma sušna i nepovoljna za gajenje kukuruza i u ovoj godini manja gustina useva bila je povoljnija za rastenje i razviće kukuruza zbog manje dostupnosti vode kada je na parceli veći broj biljaka. U najmanjoj gustini bila je najmanja površina lista ispod klipa od 631,75 cm², a povećanjem gustina površina se povećavala što je pokazalo negativan uticaj (tabela 29). Zalivanjem biljaka površina lista ispod klipa se smanjivala što pokazuje pozitivan uticaj vlažnosti na površinu lista ispod klipa. Ispitivani faktori nisu pokazali signifikantnost.

Tabela 29. Površina lista ispod klipa u 2012. godini, cm²

		B Gustina			Prosek
A Navodnjavanje		B ₁ 70x26 cm	B ₂ 70x24 cm	B ₃ 70x22 cm	
	A ₁ Kontrola	643,00	644,00	645,00	644,00
	A ₂ 60%	636,00	638,00	640,00	638,00
	A ₃ 75%	628,00	631,00	634,00	631,00
	A ₄ 85%	620,00	623,00	625,00	622,67
	Prosek	631,75	634,00	636,00	
LSD	A	B	B*A	A*B	
	0.05	0.05	0.05	0.05	
	53,59	39,55	79,11	83,84	
	0.01	0.01	0.01	0.01	
	76,99	53,60	107,20	116,26	
F TEST	A	B	A*B		
	0,330	0,020	0,001		

U trećoj godini istraživanja najveća površina lista ispod klipa bila je u najmanjoj gustini (628,38 cm²), a povećanjem gustine useva površina lista ispod klipa se smanjivala i u B₃ varijanti se smanjila za 3,88 cm² što je bilo 624,5 cm² površine lista ispod klipa. Najveća površina lista ispod klipa bila je u uslovima prirodnog vodnog režima (634,33 cm²), a zalivnim normama površina lista ispod klipa se smanjivala i u varijanti najintenzivnijeg navodnjavanja smanjena je za 14,16 cm², na 620,17 cm². Kod ispitivanih faktora nisu dobijene statistički značajne razlike.

Tabela 30. Površina lista ispod klipa u 2013. godini, cm²

		B Gustina			Prosek
A Navodnjavanje		B1 70x26 cm	B2 70x24 cm	B3 70x22 cm	
A ₁	Kontrola	636,00	634,00	633,00	634,33
A ₂	60%	631,00	629,00	625,00	628,33
A ₃	75%	624,00	623,00	622,00	623,00
A ₄	85%	622,50	620,00	618,00	620,17
Prosek		628,38	626,50	624,50	
LSD	A	B	B*A	A*B	
0.05		0.05	0.05	0.05	
77,35		42,37	84,73	103,67	
0.01		0.01	0.01	0.01	
111,14		57,41	114,83	145	
F TEST	A	B	A*B		
0,110		0,010	0,001		

Tabela 31. Površina lista ispod klipa u trogodišnjem proseku, cm²

A Navodnjavanje	Godina	B Gustina		
		B ₁ 70x26 cm	B ₂ 70x24 cm	B ₃ 70x22 cm
A ₁ Kontrola	2011.	633,00	632,00	631,00
	2012.	643,00	644,00	645,00
	2013.	636,00	634,00	633,00
Prosek		637,33	636,67	636,33
A ₂ 60%	2011.	630,00	629,00	628,00
	2012.	636,00	638,00	640,00
	2013.	631,00	629,00	625,00
Prosek		632,33	632,00	631,00
A ₃ 75%	2011.	626,00	623,00	620,00
	2012.	628,00	631,00	634,00
	2013.	624,00	623,00	622,00
Prosek		626,00	625,67	625,33
A ₄ 85%	2011.	618,00	615,00	613,00
	2012.	620,00	623,00	625,00
	2013.	622,50	620,00	618,00
Prosek		620,17	619,33	618,67
Ukupan prosek			628,13	
LSD	A	B	B*A	A*B
	0,05	0,05	0,05	0,05
	3,80	2,19	4,39	5,21
	0,01	0,01	0,01	0,01
	5,76	3,02	6,05	7,53
F TEST	A	B	A*B	
	66,88**	0,48	0,02	

Povećanjem gustine useva smanjivala se površina lista ispod klipa. Najveća površina lista ispod klipa bila je u varijanti najmanje gustine, osim u sušnoj 2012. godini u kojoj su najveći rezultati dobijeni u najvećoj gustini. Rezultati istraživanja pokazali su da hibridu ZP 677 u sušnoj godini više odgovara manja gustina, što odgovara i preporukama za gajenje Instituta za kukuruz „Zemun Polje“, Beograd-Zemun za ispitivani hibrid ZP 677. Razlog tome je konkurentnost među biljkama kukuruza, odnosno ako je na parceli manji broj biljaka one imaju i manje potreba za vodom, samim tim i potreba za navodnjavanjem je manja i ušteda je veća. Na to bi se posebno trebalo paziti kod gajenja ovog hibrida u sušim područjima ili sušnim godinama. Najveća površina lista ispod klipa bila je u varijanti suvog ratarenja ($636,78 \text{ cm}^2$) i irigacijom useva ona se smanjivala. U A_2 varijanti površina lista ispod klipa smanjila se za $6,67 \text{ cm}^2$, u A_3 varijanti za $11,1 \text{ cm}^2$, a u varijanti najintenzivnijeg navodnjavanja smanjena je za $17,39 \text{ cm}^2$. Navodnjavanje je za sve varijante pokazalo statistički veoma značajnu razliku.

Dužina klipa. Klip je složena ženska cvast koja se obrazuje na vrhu bočnog izdanka, a on izbija iz tačaka rasta na kolencu, odnosno iz pazuha srednjeg lista stabla. Dimenzije klipa variraju i zavise od mnogih faktora, kao što su genotip, uslovi uspevanja, agrotehnika i slično. Prosečna dužina klipa je 5-40 cm, debljina 3-7 cm, a masa 25-600 grama. U sastav klipa ulazi zadebljalo vreteno (kočanka, oklasak) bele ili crvene boje na kom su raspoređeni klasići sa ženskim cvetovima. Prosečno učešće oklaska u ukupnoj masi klipa treba da je u granicama 15-20%. Broj redova klasića može biti od 8 do 26 redova i uvek je paran i najčešće deliv sa četiri (*Glamočlija*, 2012). Dužina klipa kao komponenta prinosa kukuruza je u veoma pozitivnoj korelaciji sa prinosom zrna kukuruza (*Ottaviano and Camussi*, 1981; *Filipović*, 1991; *Tang et al.*, 2004). Dužina klipa je genetički uslovljena, ali može značajno varirati u zavisnosti od raznih faktora (*Dolijanović*, 2002; *Živanović*, 2005; *Mandić, Violeta*, 2011).

Analiza pojedinačnih tretmana u 2011. godini pokazala je da se povećanjem gustine, u celini povećavala i prosečna dužina klipa. Najkraće klipove u drugoj godini istraživanja imale su biljke u usevu najmanje gustine - 21,56 cm (tabela 32). Sa

povećanjem broja biljaka po jedinici površine prosečna dužina klipova povećavala se za 4,1% (varijanta B₂), odnosno za 7,8% (varijanta B₃).

Tabela 32. Dužina klipa u 2011. godini, cm

		B Gustina			Prosek
A Navodnjavanje		B ₁ 70x26 cm	B ₂ 70x24 cm	B ₃ 70x22 cm	
A ₁	Kontrola	18,00	19,00	20,00	19,00
A ₂	60%	21,00	22,00	23,00	22,00
A ₃	75%	22,75	23,75	24,01	23,50
A ₄	85%	24,51	25,00	26,00	25,17
Prosek		21,56	22,44	23,25	
LSD	A	B	B*A	A*B	
	0,05	0,05	0,05	0,05	
	3,95	3,78	7,56	7,32	
	0,01	0,01	0,01	0,01	
	5,68	5,12	10,24	10,08	
F TEST	A	B	A*B		
	3,36*	0,47	0,01		

Međutim, ova variranja nisu bila statistički značajna. S druge strane, navodnjavanjem useva utvrđene su statistički značajne razlike u prosečnoj dužini klipa koja je bila najmanja u kontroli, odnosno varijanti prirodnog vlaženja – 19%. Dužina klipa se navodnjavanjem useva povećavala za 15,7% (A₂), za 23,7% u A₃ varijanti, za 32,5% u varijanti najintenzivnijeg navodnjavanja. Statistički značajna variranja bila su samo u odnosu na kontrolu, dok među varijantama zalivanja nije evidentirano signifikantno povećanje dužine klipa. U 2011. godini bila je značajna samo interakcija AxB - najmanja gustina useva u kontroli, (A₁ x B₁) i najveća gustina useva (u varijanti u kojoj je vlažnost zemljišta održavana na nivou 85% PVK (A₄ x B₃)).

Tabela 33. Dužina klipa u 2012. godini, cm

		B Gustina			Prosek
A Navodnjavanje		B ₁ 70x26 cm	B ₂ 70x24 cm	B ₃ 70x22 cm	
A ₁	Kontrola	17,25	16,25	15,25	16,25
A ₂	60%	20,51	19,25	18,00	19,25
A ₃	75%	21,01	20,00	19,01	20,00
A ₄	85%	22,00	21,51	20,01	21,17
Prosek		20,19	19,25	18,06	
LSD	A	B	B*A	A*B	
0,05		0,05	0,05	0,05	
4,67		3,64	7,27	7,54	
0,01		0,01	0,01	0,01	
6,71		4,93	9,85	10,45	
F TEST	A	B	A*B		
2,11		0,73	0,01		

Rezultati u drugoj godini istraživanja razlikuju se od druge dve ispitivane godine. U 2012. godini najduže klipove obrazovale su biljke kukuruza u usevu najmanje gustine – 20,19 cm (tabela 33), a povećanjem gustine useva smanjivala se dužina klipa, i najkraći klip kukuruza bio je u najvećoj gustini useva – 18,06 cm. Rezultati su pokazali uticaj navodnjavanja na dužinu klipa kukuruza, i najkraći klip kukuruza bio je u uslovima prirodnog vlaženja – 16,25 cm, a navodnjavanjem useva povećavala se dužina klipa i najduži klip bio je kod najintenzivnijeg navodnjavanja (A₄) – 21,17 cm. Prema dobijenim rezultatima ovih istraživanja, u sušnim godinama ili proizvodnji kukuruza bez mogućnosti navodnjavanja preporučeno je hibrid 677 sejati u manjim gustinama useva.

Tabela 34. Dužina klipa u 2013. godini, cm

		B Gustina			Prosek
A Navodnjavanje		B ₁ 70x26 cm	B ₂ 70x24 cm	B ₃ 70x22 cm	
A ₁ Kontrola		17,00	17,51	18,52	17,67
A ₂ 60%		20,01	21,00	22,00	21,00
A ₃ 75%		21,25	22,50	23,00	22,25
A ₄ 85%		22,75	23,75	24,51	23,67
Prosek		20,25	21,19	22,00	
LSD	A	B	B*A	A*B	
0,05		0,05	0,05	0,05	
13,00		4,83	9,65	15,18	
0,01		0,01	0,01	0,01	
18,67		6,54	13,07	12,46	
F TEST	A	B	A*B		
0,92		0,14	0,002		

Pojedinačno gledajući ispitivane faktore u 2013. godini, najkraće klipove obrazovale su biljke u usevu najmanje gustine – 20,25 cm, a povećanjem gustine povećavala se dužina klipa, pa je najduži klip bio u usevu najveće gustine - 22,00 cm (tabela 34). U proseku najmanja dužina klipa kod varijanti navodnjavanja bila je u uslovima suvog ratarenja – 17,67 cm, a zalivanjem biljaka povećavala se dužina klipa, pa je najduži klip obrazovan u varijanti najintenzivnijeg navodnjavanja - 23,67 cm. Kod ispitivanih faktora nisu dobijene statistički značajne razlike.

Tabela 35. Dužina klipa u trogodišnjem proseku, cm

A Navodnjavanje	Godina	B Gustina		
		B ₁ 70x26 cm	B ₂ 70x24 cm	B ₃ 70x22 cm
A ₁ Kontrola	2011.	18,00	19,00	20,00
	2012.	17,25	16,25	15,25
	2013.	17,00	17,51	18,50
Prosek		17,42	17,58	17,92
A ₂ 60%	2011.	21,01	22,00	23,02
	2012.	20,50	19,25	18,00
	2013.	20,00	21,00	22,00
Prosek		20,50	20,75	21,00
A ₃ 75%	2011.	22,75	23,75	24,00
	2012.	21,00	20,00	19,00
	2013.	21,25	22,50	23,00
Prosek		21,67	22,08	22,00
A ₄ 85%	2011.	24,50	25,00	26,00
	2012.	22,00	21,50	20,00
	2013.	22,75	23,75	24,50
Prosek		23,08	23,42	23,50
Ukupan prosek			20,91	
LSD	A	B	B*A	A*B
	0,05	0,05	0,05	0,05
	0,67	0,97	1,93	1,71
	0,01	0,01	0,01	0,01
	1,02	1,33	2,66	2,39
F TEST	A	B	A*B	
	53,01**	0,54	0,03	

Hibridi kukuruza kraćeg vegetacionog perioda odlikuju se manjom dužinom klipa u poređenju sa hibridima kukuruza dužeg vegetacionog perioda. *Obradović* (1990) je u dvogodišnjem proseku, kod ranog hibrida ZPSC 196 izmerio dužinu klipa od 17,5 cm, a kod kasnog hibrida ZPSC 704 dužinu od 22,5 cm, što se podudara sa rezultatima ovih istraživanja u kojima je dužina klipa u ukupnom trogodišnjem proseku iznosila 20,91 cm (tabela 35). Dužina klipa povećavala se irigacijom useva i povećanjem gustine, osim u sušnoj 2012. godini, u kojoj su najduži klipovi dobijeni u najmanjoj gustini. Ovde se pokazalo da je u sušnoj godini bolje sejati kukuruz na manje gustine, jer kod manjeg broja biljaka po površini ostaje više dostupne vode za rastenje i razviće. Navodnjavanjem useva u varijantama zalivanja, dužina klipa se povećala za 3,11 cm u A₂ varijanti, 4,28 cm u A₃ varijanti zalivanja, a za 5,7 cm u varijanti najintenzivnijeg navodnjavanja. Sve varijante su veoma statistički značajne. *Pandurović i sar.* (2009) su nakon dvogodišnjih istraživanja došli do rezultata da je sa povećanjem gustine useva, dužina klipa uglavnom opadala, što nije bio slučaj u našim istraživanjima osim u sušnoj 2012. godini. Proučavajući uticaj mineralne ishrane na komponente prinosa kukuruza na černozeru u uslovima navodnjavanja (*Vasić i sar.*, 1994a, 1997a) zaključuju da je u uslovima navodnjavanja izmerena najveća dužina klipa, 19,2 cm.

Broj redova zrna na klipu. *Šatović* (1973), *Mladenović* (1982), *Mančev* (1985), *Sećanski et al.* (2005) i *Ranđelović, Violeta* (2009) navode da je broj redova zrna na klipu kukuruza genetička osobina hibrida. Pozitivnu korelaciju između broja redova zrna na klipu i prinosa kukuruza potvrdili su mnogi autori (*Queiroz*, 1969; *Obilana and Hallauer*, 1974; *Jovanović*, 1969; *Trifunović*, 1988).

U 2011. godini broj redova zrna na klipu povećavao se navodnjavanjem biljaka. U A₄ varijanti to povećanje je bilo za 2,91 red u odnosu na varijantu prirodnog vodnog režima (tabela 36). Povećanjem gustine povećao se broj redova zrna na klipu. U B₃ varijanti to povećanje je bilo za 1,62 red veće od varijante najmanje gustine. Za oba ispitivana faktora nisu dobijene statistički značajne razlike. U godini s najpovoljnijim brojem i raspodelom padavina vidljivo je da su vrednosti broja redova zrna na klipu veće nego u druge dve

godine ispitivanja, što pokazuje uticaj dostupne vode na povećanje broja redova zrna na klipu.

Tabela 36. Broj redova zrna na klipu u 2011. godini

		B Gustina			Prosek
A Navodnjavanje		B ₁ 70x26 cm	B ₂ 70x24 cm	B ₃ 70x22 cm	
A ₁ Kontrola		15,00	16,00	17,00	16,00
A ₂ 60%		16,50	17,50	18,00	17,33
A ₃ 75%		17,75	18,50	19,25	18,50
A ₄ 85%		18,25	18,75	19,75	18,91
Prosek		16,88	17,69	18,50	
LSD	A	B	B*A	A*B	
0,05		0,05	0,05	0,05	
5,86		4,80	9,59	9,77	
0,01		0,01	0,01	0,01	
8,42		6,50	13,00	13,51	
F TEST	A	B	A*B		
0,48		0,25	0,01		

U 2012. godini rezultati su pokazali da je najmanji broj redova zrna na klipu bio u uslovima prirodnog vodnog režima, a u varijantama sa navodnjavanjem rastao je broj redova zrna na klipu i najveći broj redova zrna na klipu bio je u varijanti najvećeg navodnjavanja - 15,67 redova (tabela 37). Kao i za druge ispitivane parametre u sušnoj 2012. godini najveći broj redova zrna na klipu bio je u najmanjoj gustini useva (15,31 redova), a povećanjem gustine smanjivao se broj redova zrna na klipu. U najvećoj gustini (B₃) bio je najmanji broj redova zrna na klipu (13,44). Ovi rezultati pokazuju da u sušnim godinama i kada ne postoji mogućnost navodnjavanja hibrid ZP 677 treba sejati na manje gustine. Za faktore navodnjavanja i gustine useva nije dobijena statistički značajna razlika. *Mančev* (1985) daje prikaz rezultata sa četiri gustine useva i dva hibrida na ritskoj crnici u Južnom Banatu. Njegovi rezultati pokazali su da se kod ranog hibrida ZPSC 46

A broj redova zrna na klipu smanjivao sa povećanjem gustine, kao što je bilo i u ovoj sušnoj (2012) godini za kasni hibrid ZP 677.

Tabela 37. Broj redova zrna na klipu u 2012. godini

		B Gustina			Prosek
A Navodnjavanje		B ₁ 70x26 cm	B ₂ 70x24 cm	B ₃ 70x22 cm	
A ₁	Kontrola	14,00	13,00	12,00	13,00
A ₂	60%	15,00	14,25	13,25	14,17
A ₃	75%	15,75	15,00	13,75	14,83
A ₄	85%	16,50	15,75	14,75	15,67
Prosek		15,31	14,50	13,44	
LSD	A	B	B*A	A*B	
0,05		0,05	0,05	0,05	
6,38		4,33	8,67	9,52	
0,01		0,01	0,01	0,01	
9,16		5,87	11,74	13,23	
F TEST	A	B	A*B		
0,390		0,370	0,001		

U 2013. godini najviše redova zrna na klipu bilo je u varijanti najintenzivnijeg navodnjavanja – 17,75 redova (tabela 38), što je opet pokazalo da se u uslovima navodnjavanja povećavao broj redova zrna na klipu. U ovoj godini kao i u 2011. godini, povećanjem gustine useva povećavao se i broj redova zrna na klipu, pa je u najvećoj gustini useva bio najveći broj redova zrna na klipu (17 redova). Rezultati pokazuju da u godini sa povoljnim brojem i raspodelom padavina ili u uslovima navodnjavanja hibrid ZP 677 treba sejati na veće gustine.

Tabela 38. Broj redova zrna na klipu u 2013. godini

		B Gustina			Prosek
A Navodnjavanje		B ₁ 70x26 cm	B ₂ 70x24 cm	B ₃ 70x22 cm	
A ₁	Kontrola	14,00	15,00	16,00	15,00
A ₂	60%	15,25	16,25	16,75	16,08
A ₃	75%	16,75	17,00	17,25	17,00
A ₄	85%	17,50	17,75	18,00	17,75
Prosek		15,88	16,50	17,00	
LSD	A	B	B*A	A*B	
0,05		0,05	0,05	0,05	
9,68		7,43	14,85	15,51	
0,01		0,01	0,01	0,01	
13,91		10,07	20,13	21,48	
F TEST	A	B	A*B		
0,16		0,05	0,01		

Broj redova zrna na klipu pokazao je istu zakonomernost kao i dužina klipa, pa je najveći broj redova zrna na klipu bio kod najvećeg navodnjavanja u usevu najveće gustine, osim u sušnoj 2012. godini u usevu najmanje gustine. Broj redova zrna na klipu povećavao se zalivnim normama i povećanjem gustine. Navodnjavanjem useva u varijantama zalivanja, broj redova zrna na klipu povećao se za 1,19 redova u A₂ varijanti, 2,1 red u A₃ varijanti zalivanja, a za 2,77 reda u kombinaciji sa najvećim utroškom vode (tabela 39). U trogodišnjem proseku varijante navodnjavanja su pokazale statistički veoma značajne razlike.

Tabela 39. Broj redova zrna na klipu u trogodišnjem proseku

A Navodnjavanje	Godina	B Gustina		
		B ₁ 70x26 cm	B ₂ 70x24 cm	B ₃ 70x22 cm
A ₁ Kontrola	2011.	15,00	16,00	17,00
	2012.	14,00	13,00	12,00
	2013.	14,00	15,00	16,00
Prosek		14,33	14,67	15,00
A ₂ 60%	2011.	16,50	17,50	18,00
	2012.	15,00	14,25	13,25
	2013.	15,25	16,25	16,75
Prosek		15,58	16,00	16,00
A ₃ 75%	2011.	17,75	18,5	19,25
	2012.	15,75	15,00	13,75
	2013.	16,75	17,00	17,25
Prosek		16,75	16,83	16,75
A ₄ 85%	2011.	18,25	18,75	19,75
	2012.	16,50	15,75	14,75
	2013.	17,50	17,75	18,00
Prosek		17,42	17,42	17,50
Ukupan prosek			16,19	
LSD	A	B	B*A	A*B
	0,05	0,05	0,05	0,05
	0,32	0,79	1,58	1,33
	0,01	0,01	0,01	0,01
	0,49	1,09	2,17	1,84
F TEST	A	B	A*B	
	21,25**	0,68	0,16	

Sve varijante su veoma statistički značajne, što pokazuje da povećana vlažnost zemljišta ima veoma velik uticaj na povećanje broja redova zrna po klipu. U dvogodišnjim istraživanjima *Pandurovića i sar.* (2009) povećanje gustina useva nije imalo uticaj na broj redova zrna na klipu kao i u ovim istraživanjima.

Broj zrna na klipu. Plod kukuruza je, kao i u pravih žita, jedno semen, čvrst, suv i naziva se krupa (*caryopsis*), a u poljoprivrednom smislu zrno. Plod se sastoji iz tri osnovne celine, koje se industrijskom preradom lako razdvajaju a to su: dvoslojni omotač (*pericarp* i *perisperm*) koji ima zaštitnu ulogu i reguliše razmenu gasova i vode semena sa spoljnom sredinom; pravi endosperm sa spoljnim aleuronskim slojem i klica koja je u donjem delu sa prednje strane ploda. Oblik, veličina i boja ploda najviše zavise od podvrste, genotipa, a delom i od uslova uspevanja i primenjene agrotehnike (*Glamočlija*, 2012). Broj zrna na klipu kukuruza je sekundarna komponenta prinosa (*Sećanski et al.*, 2005) i zavisi od dužine klipa kukuruza i broja redova zrna na klipu kukuruza (*Jevtić*, 1986). Kako navode *Classen and Shaw* (1970) i *Cirilo and Andrade* (1994), prinos kukuruza najviše zavisi od variranja broja zrna u žetvi. *Mančev* (1985) je postavio oglede s hibridom ZPSC 46 A u četiri gustine useva (50.000, 55.000, 60.000 i 65.000 biljaka po hektaru) i došao do rezultata da se broj zrna sa porastom gustine smanjuje što je zabeleženo i u ovim istraživanjima. Međusobna statistička značajnost nije dobijena, ali je razlika koja je ostvarena između najređeg (kontrola) i useva najveće gustine statistički značajna i veoma značajna. *Mladenović* (1982) je u trogodišnjim istraživanjima sa hibridom ZPSC 48 A u šest gustina useva došao do sličnih rezultata. Najređi usev je u proseku imao 694 zrna, dok je usev najveće gustine imao 490 zrna.

U toku 2011. godine najveći broj zrna na klipu bio je u najmanjoj gustini (619,44), a povećanjem gustina broj zrna se smanjivao i u varijanti B₂ gustine broj zrna se smanjio za 5,3%, a u varijanti B₃ se smanjio za 10,2% (tabela 40). Broj zrna na klipu povećavao se navodnjavanjem useva i u varijanti prirodnog vlaženja je bilo 543,92 zrna na klipu. U varijanti A₂ navodnjavanja broj zrna se povećao za 4,9%, u varijanti A₃ navodnjavanja broj zrna povećao se za 12,1%, a u varijanti najintenzivnijeg navodnjavanja broj zrna povećao

se za čak 16,8%. Gustine useva pokazale su statistički veoma značajnu razliku, a varijante navodnjavanja statistički značajnu razliku.

Tabela 40. Broj zrna na klipu u 2011. godini

		B Gustina			Prosek
A Navodnjavanje		B ₁ 70x26 cm	B ₂ 70x24 cm	B ₃ 70x22 cm	
A ₁	Kontrola	585,50	544,25	502,00	543,92
A ₂	60%	596,00	570,25	546,25	570,83
A ₃	75%	632,00	602,25	595,00	609,75
A ₄	85%	664,25	635,75	605,25	635,08
Prosek		619,44	588,13	562,13	
LSD	A	B	B*A	A*B	
0.05		0.05	0.05	0.05	
5,36		36,34	72,69	77,76	
0.01		0.01	0.01	0.01	
72,36		49,25	98,50	107,89	
F TEST	A	B	A*B		
4,18*		6,58**	1,32		

U 2012. godini u varijanti najređe setve bio je najmanji broj zrna na klipu – 550,88 zrna, a povećanjem gustine useva povećavao se i broj zrna na klipu i u najvećoj gustini je bio najveći broj zrna na klipu – 572,94 zrna (tabela 41). Povećanje broja zrna na klipu u srednjoj gustini useva bilo je 2,6%, a u najvećoj gustini useva broj zrna na klipu povećao se za 4%. Slični rezultati su dobijeni i u istraživanju *Pandurovića* (2010) gde je u godini s manje padavina (2004) povećanjem gustine useva zabeleženo povećanje broja zrna na klipu, dok se u godini s obilnim padavinama (2005) broj zrna na klipu smanjivao s povećanjem gustina. Najmanji broj zrna na klipu bio je u uslovima suvog ratarenja – 539,50 zrna, a zalivanjem biljaka povećavao se broj zrna na klipu, pa je u varijanti najintenzivnijeg navodnjavanja bio najveći broj zrna na klipu – 597,50 zrna. U varijanti A₂ broj zrna na klipu povećao se za 2,1%, u varijanti A₃ povećanje je bilo 4,1%, a u varijanti

najintenzivnijeg navodnjavanja povećanje je bilo 10,75%. Varijante navodnjavanja pokazale su statistički veoma značajnu razliku, a gustine useva statistički značajnu razliku.

Tabela 41. Broj zrna na klipu u 2012. godini

		B Gustina			Prosek
A Navodnjavanje		B ₁ 70x26 cm	B ₂ 70x24 cm	B ₃ 70x22 cm	
A ₁	Kontrola	528,25	539,50	550,75	539,50
A ₂	60%	540,50	551,25	560,75	550,83
A ₃	75%	553,75	561,00	570,25	561,67
A ₄	85%	581,00	601,50	610,00	597,50
Prosek		550,88	563,31	572,94	
LSD	A	B	B*A	A*B	
0.05		0.05	0.05	0.05	
31,11		16,64	33,28	41,26	
0.01		0.01	0.01	0.01	
44,69		22,55	45,09	57,74	
F TEST	A	B	A*B		
	11,00**	2,85*	0,06		

U toku 2013. godine najmanji broj zrna na klipu bio je u uslovima suvog ratarenja – 536,35 zrna, a irigacijom useva povećavao se broj zrna na klipu i najveći broj zrna na klipu bio je u varijanti najintenzivnijeg navodnjavanja – 626,50 zrna (tabela 42). U prvoj varijanti navodnjavanja broj zrna na klipu povećao se za 4,2%, u A₃ varijanti broj zrna na klipu povećao se za 13,2%, a u najintenzivnijem navodnjavanju povećanje je bilo 16,8%. Promatrajući varijante gustine useva najviše zrna na klipu bilo u usevu najmanje gustine – 612,81 zrna, a povećanjem gustine smanjivao se broj zrna na klipu i najmanje zrna na klipu bilo je u usevu najveće gustine – 554 zrna, što se slaže sa rezultatima i drugih autora. Smanjenje broja zrna na klipu u srednjoj gustini useva bilo je 5,6%, a smanjenje u najvećoj gustini useva bilo je 10,6%. Statistički značajne razlike dobijene su za gustine useva i varijante navodnjavanja.

Tabela 42. Broj zrna na klipu u 2013. godini

		B Gustina			Prosek
A Navodnjavanje		B ₁ 70x26 cm	B ₂ 70x24 cm	B ₃ 70x22 cm	
A ₁ Kontrola		577,50	535,50	496,00	536,33
A ₂ 60%		585,75	560,25	531,50	559,17
A ₃ 75%		631,25	602,50	587,75	607,17
A ₄ 85%		656,75	622,00	600,75	626,50
Prosek		612,81	580,06	554,00	
LSD	A	B	B*A	A*B	
0.05		0.05	0.05	0.05	
93,42		45,91	91,82	119,66	
0.01		0.01	0.01	0.01	
134,22		62,21	124,43	167,88	
F TEST	A	B	A*B		
	3,68*	2,45*	0,05		

U sve tri godine najveće povećanje broja zrna na klipu bilo je u varijanti najintenzivnijeg navodnjavanja. Navodnjavanje je u 2013. godini pokazalo najveći uticaj, i broj zrna na klipu u najintenzivnijem navodnjavanju je bio veći za 25% od kontrolne varijante (tabela 43). Broj zrna na klipu povećavao se u varijantama sa navodnjavanjem, a smanjivao povećanjem gustina, što su i pokazale statističke značajnosti. Navodnjavanjem useva u varijantama zalivanja, broj zrna na klipu povećao se za 20,38 zrna u A₂ varijanti, 52,94** zrna u A₃ varijanti zalivanja (statistički veoma značajno), a za 79,77** zrna u kombinaciji sa najvećim utroškom vode (statistički veoma značajno). U dve po raspodeli padavina povoljne godine (2011. i 2013.), u najvećoj gustini bilo najveće smanjenje broja zrna na klipu, dok je u sušnoj godini u B₃ varijanti bilo najveće povećanje broja zrna na klipu - 572,94.

Tabela 43. Broj zrna na klipu u trogodišnjem proseku

A Navodnjavanje	Godina	B Gustina		
		B ₁ 70x26 cm	B ₂ 70x24 cm	B ₃ 70x22 cm
A ₁ Kontrola	2011.	585,50	544,25	502,00
	2012.	528,25	539,50	550,75
	2013.	577,50	535,50	496,00
Prosek		563,75	539,75	516,25
A ₂ 60%	2011.	596,00	570,25	546,25
	2012.	540,50	551,25	560,75
	2013.	585,75	560,25	531,5
Prosek		574,08	560,58	546,17
A ₃ 75%	2011.	632,00	602,25	595,00
	2012.	553,75	561,00	570,25
	2013.	631,25	602,50	587,75
Prosek		605,67	588,58	584,33
A ₄ 85%	2011.	664,25	635,75	605,25
	2012.	581,00	601,50	610,00
	2013.	656,75	622,00	600,75
Prosek		634,00	619,75	605,33
Ukupan prosek			578,19	
LSD	A	B	B*A	A*B
	0,05	0,05	0,05	0,05
	27,83	25,06	50,12	49,39
	0,01	0,01	0,01	0,01
	42,16	34,53	69,06	69,98
F TEST	A	B	A*B	
	11,30**	4,34*	0,45	

Povećanjem gustine, broj zrna na klipju smanjio se za 17,21 zrno u B₂ varijanti, a za 31,36* zrna u B₃ varijanti (statistički značajno). Naša istraživanja se poklapaju sa istraživanjima drugih autora, jer je i ovde utvrđeno da se broj zrna na klipju smanjuje sa porastom gustine useva. *Pandurović i sar.* (2009, 2010) su proučavajući uticaj gustine useva na pokazatelje produktivnih osobina različitih hibrida na području Srema i Mačve, zaključili da samo u vlažnoj godini kukuruz treba sejati gušće, posebno na plodnijem zemljištu Srema. U sušnoj godini, sa povećanjem broja biljaka po ha prinos zrna statistički je veoma opadao (posebno izraženo u Mačvi), što je slično rezultatima dobivenim u ovim istraživanjima. Kako navode *Classen i Shaw*, (1970); *Harder et al.*, (1982); *Fischer i Palmer*, (1984) ako pre faze svilanja kukuruz nema dovoljno vode može doći do lošeg razvoja klipa, a ako nema dovoljno vode u fazi nakon oprašivanja može doći do smanjenja broja zrna. Dovoljna količina vode za biljku tokom vegetacionog rastjenja važna je za razvoj lisne površine, formiranje broja zrna i ostvarivanje visokih prinosa. Pojava najvećeg smanjenja broja zrna je kod manjka vode u fazi svilanja i u ranim fazama nalivanja zrna (*Frey*, 1982). Smanjenje prinosa kukuruza zavisi od smanjenja broja zrna kukuruza, manji je uticaj mase zrna, a uz primenu većih količina azota, smanjenje prinosa moguće je ublažiti. Manjak vode u vegetacionoj fazi kukuruz nadoknađuje zahvaljujući svom korenovom sustavu koji usvaja vodu iz dubljih slojeva zemljišta (*Pandey et al.*, 2000a,b).

Masa klipa kukuruza. Rezultati *Ilića* (1999) pokazali su statistički veoma značajne razlike kod opadanja mase klipa u zavisnosti od porasta gustine. Kod najmanje gustine od 35.273 biljaka po ha dobio je najveću masu klipa od 223 grama, a u najvećoj gustini od 55.379 biljaka po ha, najmanju masu klipa od 165 grama. *Ilić* (2002a) je u sledećim istraživanjima dobio slične rezultate. U trogodišnjem proseku kod hibrida ZPSC 580 dobio je opadanje mase klipa sa porastom gustina useva. U gustini useva od 35.000 biljaka po hektaru dobio je masu klipa od 255 grama; u gustini useva od 45.000 biljaka po hektaru masu klipa od 216 grama i u gustini od 55.000 biljaka po hektaru masu klipa od 170 grama. Dobijene razlike su statistički veoma značajne. Dobiveni rezultati iz ova dva istraživanja slažu se sa dobijenim rezultatima u ovom istraživanju.

U 2011. godini povećanjem gustine useva smanjivala se masa klipa kukuruza što se slaže i sa rezultatima drugih autora. U najmanjoj gustini, masa klipa kukuruza bila je 342,50 g, u B₂ varijanti masa klipa smanjila se za 8,6%, a u B₃ varijanti za 16,9% (tabela 44). U uslovima suvog ratarenja masa klipa bila je 235 g, a navodnjavanjem useva ravnomerno se povećavala, pa se u A₂ varijanti navodnjavanja povećala za 34,3%, u A₃ varijanti povećala se za 39,7%, a u varijanti najintenzivnijeg navodnjavanja povećala se za 65,3%. U ovoj godini navodnjavanje je pokazalo statističku značajnost.

Tabela 44. Masa klipa kukuruza u 2011. godini, g

		B Gustina			Prosek
A Navodnjavanje		B ₁ 70x26 cm	B ₂ 70x24 cm	B ₃ 70x22 cm	
A ₁ Kontrola		260	232	213	235,00
A ₂ 60%		335	314	298	315,67
A ₃ 75%		355	325	305	328,33
A ₄ 85%		420	390	355,5	388,50
Prosek		342,50	315,25	292,88	
LSD	A	B	B*A	A*B	
0.05		0.05	0.05	0.05	
101,42		62,45	124,89	143,67	
0.01		0.01	0.01	0.01	
145,71		84,62	169,24	200,25	
F TEST	A	B	A*B		
5,56**		1,15	0,02		

U 2012. godini u varijanti najmanje gustine useva bila je najmanja masa klipa kukuruza – 250,75 grama, a povećanjem gustine useva povećavala se masa klipa kukuruza, i u usevu najveće gustine bila je 288,25 grama (tabela 45). U B₂ varijanti masa klipa se povećala za 8%, a u B₃ varijanti povećala se za 15%. U ovoj sušnoj godini rezultati povećanja gustina useva su pokazali obrnut uticaj na masu klipa kukuruza (povećanje mase

klipa kukuruza) od po padavinama povoljnijih godina (smanjenje mase klipa kukuruza). Promatrajući varijante navodnjavanja najmanja masa klipa bila je u uslovima prirodnog vodnog režima – 218 grama, a zalivanjem biljaka povećavala se masa klipa kukuruza i u varijanti najintenzivnijeg navodnjavanja bila je 301,67 grama. U A₂ varijanti navodnjavanja masa klipa se povećala za 21,6%, u A₃ varijanti za 35,3%, a u varijanti najintenzivnijeg navodnjavanja masa klipa se povećala za 38,4%. U sušnoj godini povećanje gustine useva i navodnjavanje je pokazalo uticaj na povećanje mase klipa kukuruza, i oba faktora proučavanja pokazala su statistički značajne razlike.

Tabela 45. Masa klipa kukuruza u 2012. godini, g

		B Gustina			Prosek
A Navodnjavanje		B ₁ 70x26 cm	B ₂ 70x24 cm	B ₃ 70x22 cm	
A ₁ Kontrola		198	218	238	218,00
A ₂ 60%		245	265	285	265,00
A ₃ 75%		275	295	315	295,00
A ₄ 85%		285	305	315	301,67
Prosek		250,75	270,75	288,25	
LSD	A	B	B*A	A*B	
0,05		0,05	0,05	0,05	
48,07		26,59	53,18	64,71	
0,01		0,01	0,01	0,01	
69,07		36,03	72,07*	90,48*	
F TEST	A	B	A*B		
	10,22**	3,31*	0,02		

U 2013. godini najmanja masa klipa kukuruza bila je u uslovima prirodnog vlaženja – 225,33 grama, a zalivnim normama povećavala se masa klipa kukuruza, do 390 grama u varijanti najintenzivnijeg navodnjavanja (tabela 46). U A₂ varijanti navodnjavanja masa klipa se povećala za 35,5%, u A₃ varijanti navodnjavanja povećala se za 44,4%, a u A₄ varijanti povećala se za čak 73,1%. U ovoj godini, navodnjavanje je pokazalo najveći uticaj

na povećanje mase klipa kukuruza, jer je to godina sa najmanje padavina, ali dobro raspoređenim pa je navodnjavanje imalo uticaj, što su pokazale i statističke značajnosti. U varijantama gustine useva najveća masa klipa kukuruza bila je u usevu najmanje gustine – 332,50 grama, a povećanjem gustine useva smanjivala se masa klipa kukuruza, do 290,75 grama u najvećoj gustini. U B₂ varijanti masa klipa kukuruza smanjila se za 6,8%, a u B₃ varijanti za 14,4%.

Tabela 46. Masa klipa kukuruza u 2013. godini, g

		B Gustina			Prosek
A Navodnjavanje		B ₁ 70x26 cm	B ₂ 70x24 cm	B ₃ 70x22 cm	
A ₁	Kontrola	249	225	202	225,33
A ₂	60%	326	305	285	305,33
A ₃	75%	345	325	306	325,33
A ₄	85%	410	390	370	390,00
Prosek		332,50	311,25	290,75	
LSD	A	B	B*A	A*B	
	0.05	0.05	0.05	0.05	
	83,37	47,42	94,84	113,67	
	0.01	0.01	0.01	0.01	
	119,78	64,26	128,53	158,80	
F TEST	A	B	A*B		
	10,37**	1,97	0,63		

Masa klipa u trogodišnjem proseku povećavala se zalivanjem useva što su pokazale i statistički značajne razlike. Navodnjavanjem useva u varijantama zalivanja, masa klipa povećana je za 69,23 g u A₂ varijanti, 91,11 g u A₃ varijanti zalivanja, a za 133,95 g u kombinaciji sa najvećim utroškom vode (tabela 47). Povećanjem gustine, smanjivala se masa klipa, pa su najveće vrednosti dobijene u B₁ varijanti gustine, što su pokazale i statistički značajne razlike.

Tabela 47. Masa klipa kukuruza u trogodišnjem proseku

A Navodnjavanje	Godina	B Gustina		
		B ₁ 70x26 cm	B ₂ 70x24 cm	B ₃ 70x22 cm
A ₁ Kontrola	2011.	260	232	213
	2012.	198	218	238
	2013.	249	225	202
Prosek		235,67	225,00	217,67
A ₂ 60%	2011.	335	314	298
	2012.	245	265	285
	2013.	326	305	285
Prosek		302,00	294,67	289,33
A ₃ 75%	2011.	355	325	305
	2012.	275	295	315
	2013.	345	325	306
Prosek		325,00	315,00	308,67
A ₄ 85%	2011.	420	390	355,5
	2012.	285	305	315
	2013.	410	390	370
Prosek		371,67	361,67	346,83
Ukupan prosek			299,43	
LSD	A	B	B*A	A*B
	0.05	0.05	0.05	0.05
	43,49	25,34	50,69	59,88
	0.01	0.01	0.01	0.01
	65,88	34,92	69,84	86,52
F TEST	A	B	A*B	
	26,91**	1,27	0,33	

Povećanjem gustine, masa klipa smanjila se za 9,5 g u B₂ varijanti, a za 17,96 g u B₃ varijanti, ali gustine nisu pokazale statističke značajnosti. Naša istraživanja se poklapaju sa istraživanjima drugih autora, jer je i ovde utvrđeno da masa klipa kukuruza opada sa porastom gustina. Proučavajući nekoliko hibrida grupa zrenja FAO 200-600 i četiri gustine useva (35.000, 42.000, 50.000 i 62.000 biljaka po hektaru) *Gotlin i Pucarić* (1969) su zaključili da je povećanjem gustine useva prosečna masa klipa opadala, izrazito posle gustine od 50.000 biljaka po hektaru. *Mančev* (1985) daje prikaz rezultata sa četiri gustine useva i dva hibrida na ritskoj crnici u Južnom Banatu. Trogodišnji rezultati su pokazali da se kod ranog hibrida ZPSC 46 A masa klipa kukuruza smanjivala sa povećanjem gustine useva, što je bio slučaj i u našim istraživanjima na hibridu ZP 677. Rezultati *Ilića i sar.* (2002b) pokazali su da na zemljištu tipa smonica prinosi zrna značajno opadaju sa povećanjem broja biljaka, od 35.000, do 55.000 u svih proučavanih hibrida i po svim rokovima setve bez obzira na vodni režim tokom vegetacionog perioda, kao što je to bilo i u ovim istraživanjima. *Karam et al.* (2003) zaključuju da se u uslovima suše broj klipova u usevu smanjuje za 10%, a prosečna masa klipova za 18% kao posledica umanjene fotosinteze u uslovima deficita vode. Krajnji rezultat bio je manji prinos zrna za 37%.

Udeo oklaska u klipu kukuruza. Udeo oklaska u klipu kukuruza izračunava se metodom da se ukupna masa klipa podeli sa masom zrna klipa kukuruza, a razlika je udeo oklaska u klipu kukuruza. Masa klipa kukuruza je značajan parametar prinosa zrna i zavisi od udela oklaska u klipu kukuruza, koji u masi od 100 kg zrna učestvuje od 18 do 20 kg (*Bekrić*, 1997). Oklasak ima fiziološku ulogu da zrno kukuruza koje se razvija, obezbedi fotosintezom i vodom, a za proizvodnju zrna kukuruza važno je da je njegov udeo u klipu što manji. *Starčević i sar.* (1981) i *Ilić* (2002a) smatraju da je procenat oklaska u klipu kukuruza osobina svakog hibrida i neznatno se menja pod uticajem spoljnih činilaca ili agrotehničkih mera, a da je variranje vrednosti njegovog udela u klipu rezultat većeg sadržaja vode u oklasku. U ovom istraživanju, rezultati su pokazali da se udeo oklaska u klipu značajno menja sa promenom vodnog režima i smanjivao se pod uticajem navodnjavanja, dok se masa zrna u klipu povećavala.

Tabela 48. Udeo oklaska u klipu kukuruza u 2011. godini, %

		B Gustina			Prosek
A Navodnjavanje		B ₁ 70x26 cm	B ₂ 70x24 cm	B ₃ 70x22 cm	
A ₁	Kontrola	17,60	17,63	17,66	17,63
A ₂	60%	17,10	17,12	17,15	17,12
A ₃	75%	17,50	17,53	17,55	17,53
A ₄	85%	17,30	17,32	17,35	17,32
Prosek		17,38	17,40	17,43	
LSD	A	B	B*A	A*B	
	0,05	0,05	0,05	0,05	
	0,81	0,62	1,24	1,30	
	0,01	0,01	0,01	0,01	
	1,17	0,84	1,68	1,80	
F TEST	A	B	A*B		
	0,78	0,02	0,00		

Udeo oklaska u 2011. godini varirao je zavisno od količine navodnjavanja. Najmanji udeo oklaska bio je u varijanti najmanje gustine – 17,38%, a povećanjem gustine udeo oklaska se povećavao do 17,43% u B₃ varijanti (tabela 48). Najveći udeo oklaska kod faktora navodnjavanja bio je u varijanti prirodnog vlaženja – 17,63%, dok je u varijantama sa navodnjavanjem varirao. U A₂ varijanti bio je najmanji udeo oklaska od 17,32%, zatim se u A₃ varijanti povećao, a u varijanti najintenzivnijeg navodnjavanja ponovo smanjio. Dobiveni rezultati nisu pokazali statistički značajne razlike za ispitivane faktore.

U 2012. godini najmanji udeo oklaska bio je u varijanti najmanje gustine useva – 17,52%, a povećanjem gustina povećavao se udeo oklaska do 17,54% u najvećoj gustini (tabela 49). Udeo oklaska u 2012. godini varirao je zavisno od količine navodnjavanja. Najveći udeo oklaska bio je u A₂ varijanti – 17,74 %, a najmanji u varijanti najintenzivnijeg navodnjavanja – 17,35%. Kod ispitivanih faktora nisu dobijene statistički značajne razlike.

Tabela 49. Udeo oklaska u klipu kukuruza u 2012. godini, %

		B Gustina			Prosek
A Navodnjavanje		B ₁ 70x26 cm	B ₂ 70x24 cm	B ₃ 70x22 cm	
A ₁	Kontrola	17,35	17,36	17,38	17,36
A ₂	60%	17,73	17,74	17,76	17,74
A ₃	75%	17,64	17,65	17,67	17,65
A ₄	85%	17,34	17,35	17,36	17,35
Prosek		17,52	17,53	17,54	
LSD	A	B	B*A	A*B	
	0,05	0,05	0,05	0,05	
	0,64	0,54	1,07	1,09	
	0,01	0,01	0,01	0,01	
	0,92	0,73	1,45	1,50	
F TEST	A	B	A*B		
	0,920	0,003	0,000		

U trećoj godini istraživanja najmanji udeo oklaska bio je u varijanti najmanje gustine useva – 17,39%, a povećanjem gustina udeo oklaska se povećavao do 17,43% u najvećoj gustini (tabela 50). Udeo oklaska u 2013. godini varirao je zavisno od količine navodnjavanja. Najveći udeo oklaska bio je u A₃ varijanti – 17,58 %, a najmanji u A₂ varijanti – 17,18%. Dobivene analize rezultata nisu pokazale statistički značajna variranja.

Najveći udeo oklaska u klipovima kukuruza u svim godinama i trogodišnjem proseku bio je u varijanti useva najveće gustine (tabela 51). U trogodišnjem proseku najveći udeo oklaska bio je u A₃ varijanti navodnjavanja dok su po godinama ti rezultati varirali. Udeo oklaska nije zavisio od proučavanih čimilaca i nisu dobijene statistički značajne razlike. Ispitivani hibrid ZP 677 je dosta stabilan hibrid kukuruza i količine navodnjavanja i gustine useva nisu uticale na udeo oklaska u klipovima kukuruza, što su pokazali i rezultati istraživanja.

Tabela 50. Udeo oklaska u klipu kukuruza u 2013. godini, %

		B Gustina			Prosek
A Navodnjavanje		B ₁ 70x26 cm	B ₂ 70x24 cm	B ₃ 70x22 cm	
A ₁	Kontrola	17,55	17,56	17,58	17,56
A ₂	60%	17,15	17,18	17,20	17,18
A ₃	75%	17,56	17,58	17,60	17,58
A ₄	85%	17,32	17,33	17,35	17,33
Prosek		17,39	17,41	17,43	
LSD	A	B	B*A	A*B	
0,05		0,05	0,05	0,05	
0,59		0,41	0,83	0,90	
0,01		0,01	0,01	0,01	
0,85		0,56	1,12	1,24	
F TEST	A	B	A*B		
1,29		0,01	0,00		

Proučavajući nekoliko hibrida grupa zrenja FAO 200-600 i četiri gustine useva (35.000, 42.000, 50.000 i 62.000 biljaka po hektaru) *Gotlin i Pucarić* (1969) su zaključili da je udeo oklaska bio najveći u usevu od 42.000 biljaka, a zatim je opadao. U ovim istraživanjima udeo oklaska je u svim godinama bio najveći u najvećoj gustini useva (udeo oklaska se povećavao povećanjem gustine), dok su kod faktora navodnjavanja vrednosti udela oklaska varirale zavisno od godina i varijanti navodnjavanja.

Tabela 51. Udeo oklaska u klipu kukuruza u trogodišnjem proseku, %

A Navodnjavanje	Godina	B Gustina		
		B ₁ 70x26 cm	B ₂ 70x24 cm	B ₃ 70x22 cm
A ₁ Kontrola	2011.	17,60	17,63	17,66
	2012.	17,35	17,36	17,38
	2013.	17,55	17,56	17,58
Prosek		17,50	17,52	17,54
A ₂ 60%	2011.	17,10	17,12	17,15
	2012.	17,73	17,74	17,76
	2013.	17,15	17,18	17,20
Prosek		17,33	17,35	17,37
A ₃ 75%	2011.	17,50	17,53	17,55
	2012.	17,64	17,65	17,67
	2013.	17,55	17,58	17,60
Prosek		17,56	17,59	17,61
A ₄ 85%	2011.	17,30	17,32	17,35
	2012.	17,34	17,35	17,36
	2013.	17,32	17,33	17,35
Prosek		17,32	17,33	17,35
Ukupan prosek			17,45	
LSD	A	B	B*A	A*B
	0,05	0,05	0,05	0,05
	0,68	0,52	1,04	1,09
	0,01	0,01	0,01	0,01
	0,98	0,71	1,41	1,51
F TEST	A	B	A*B	
	0,996	0,011	0,000	

Masa zrna po klipu kukuruza. Masa zrna po klipu kukuruza važna je komponenta prinosa kukuruza (Mandić, Violeta 2011), a na nju najveći uticaj imaju vremenski uslovi tokom faze nalivanja zrna, vreme setve i gustina useva (Božić, 1992; Ilić, 2002a; Živanović, 2005). Ilić i sar. (2002b) su zaključili da se masa zrna povećanjem gustina useva statistički veoma značajno smanjuje. Masa zrna za usev najmanje gustine od 35.000 biljaka po hektaru iznosila je 190,33 grama, za usev gustine 45.000 biljaka po hektaru iznosila je 175,66 grama, za usev gustine 55.000 biljaka po hektaru iznosila je 148 grama, dok je prosečna masa zrna bila 171,33 gram. Proučavajući uticaj gustine useva hibrida ZP 580 na masu zrna Ilić (1999) je zaključio da se ova vrednost sa povećanjem broja biljaka po jedinici površine značajno smanjuje. Najveću masu imala su zrna u usevu najmanje gustine (35.272 biljke po ha), 188,8 g, dok je najmanja masa zrna bila u najvećoj gustini useva (55.370 biljka), samo 140,0 g.

Tabela 52. Masa zrna po klipu kukuruza u 2011. godini, g

		B Gustina			Prosek
A Navodnjavanje		B ₁ 70x26 cm	B ₂ 70x24 cm	B ₃ 70x22 cm	
A ₁ Kontrola		211	195	168	191,33
A ₂ 60%		270	255	230	251,67
A ₃ 75%		280	265	238	261,00
A ₄ 85%		320	305	275	300,00
Prosek		270,25	255,00	227,75	
LSD	A	B	B*A	A*B	
0.05		0.05	0.05	0.05	
111,56		65,99	131,99	154,95	
0.01		0.01	0.01	0.01	
160,29		89,43	178,86	216,23	
F TEST	A	B	A*B		
2,440		0,750	0,001		

Kao i u istraživanjima drugih autora, u 2011. godini masa zrna po klipu kukuruza se povećavanjem gustina useva smanjivala. U najmanjoj gustini bila je najveća masa zrna po klipu kukuruza - 270,25 g, a povećanjem gustina smanjivala se do 227,75 g u najvećoj gustini (tabela 52). U B₂ varijanti masa zrna po klipu smanjila se za 6%, a u varijanti B₃ smanjila se za 18,6%. Masa zrna po klipu ravnomerno se povećavala irigacijom useva. U kontrolnoj varijanti bila je najmanja masa zrna po klipu - 191,33 g. U A₂ varijanti navodnjavanja masa zrna po klipu se povećala za 31,5%, u varijanti A₃ za 36,4%, a u varijanti najintenzivnijeg navodnjavanja povećanje je bilo za čak 56,8% i masa zrna po klipu je bila 300 grama. Ovi rezultati pokazuju da bi se hibrid kukuruza ZP 677 u uslovima optimalnog navodnjavanja trebao sejati na manje gustine kako bismo dobili veću masu zrna po klipu. Ispitivani faktori nisu pokazali statistički značajne razlike.

Tabela 53. Masa zrna po klipu kukuruza u 2012. godini, g

		B Gustina			Prosek
A Navodnjavanje		B ₁ 70x26 cm	B ₂ 70x24 cm	B ₃ 70x22 cm	
A ₁	Kontrola	149	159	171	159,67
A ₂	60%	198	209	220	209,00
A ₃	75%	222	233	245	233,33
A ₄	85%	240	252	265	252,33
Prosek		202,25	213,25	225,25	
LSD	A	B	B*A	A*B	
	0.05	0.05	0.05	0.05	
	59,24	49,53	99,07	100,17	
	0.01	0.01	0.01	0.01	
	85,12	67,13	134,25	138,43	
F TEST	A	B	A*B		
	4,31*	0,47	0,00		

U 2012. godini u varijanti najmanje gustine bila je najmanja masa zrna po klipu kukuruza – 202,25 g, a povećanjem gustine povećavala se i masa zrna po klipu do 225,25 g u najvećoj gustini (tabela 53). Povećanje mase zrna po klipu bilo je samo u ovoj izrazito sušnoj godini, dok se u godinama s povoljnijim vodnim režmom povećanjem gustine, masa zrna po klipu smanjivala. U uslovima prirodnog vlaženja bila je najmanja masa zrna po klipu - 159,67 g, a zalivnim normama, masa zrna po klipu se povećavala do 252,33 g u varijanti najintenzivnijeg navodnjavanja. U varijanti A₂ masa zrna po klipu povećala se za 30,9%, u A₃ varijanti za 46,1%, a u varijanti najintenzivnijeg navodnjavanja za 58%. Ovi rezultati pokazuju da i u veoma sušnoj godini navodnjavanje može povećati masu zrna po klipu kukuruza. Za varijantu navodnjavanja dobijena je statistički značajna razlika, dok gustine useva nisu pokazale statističke značajnosti.

Tabela 54. Masa zrna po klipu kukuruza u 2013. godini, g

		B Gustina			Prosek
A Navodnjavanje		B ₁ 70x26 cm	B ₂ 70x24 cm	B ₃ 70x22 cm	
A ₁ Kontrola		200	185	158	181,00
A ₂ 60%		261	245	215	240,33
A ₃ 75%		272	255	220	249,00
A ₄ 85%		311	295	266	290,67
Prosek		261,00	245,00	214,75	
LSD	A	B	B*A	A*B	
0.05		0.05	0.05	0.05	
108,02		47,68	95,36	133,03	
0.01		0.01	0.01	0.01	
155,20		64,61	129,23	187,19	
F TEST	A	B	A*B		
3,590*		1,290	0,003		

Najmanja masa zrna po klipu u 2013. godini bila je u uslovima suvog ratarenja – 181 g, a u varijantama sa navodnjavanjem povećavala se masa zrna po klipu do 290,67 g u

varijanti najintenzivnijeg navodnjavanja (tabela 54). Najveća masa zrna po klipu kukuruza bila je u usevu najmanje gustine – 261 g, dok se povećanjem gustine useva smanjivala masa zrna po klipu do 214,75 g u najvećoj gustini useva. U uslovima prirodnog vodnog režima masa zrna po klipu bila je 181 g, a navodnjavanjem useva masa zrna po klipu se povećavala. U varijanti A₂ povećanje je bilo za 32,8%, u varijanti A₃ za 37,6%, a u varijanti najintenzivnijeg navodnjavanja za čak 60,6% što je najveće povećanje mase zrna po klipu od sve tri godine istraživanja. Statistički značajna razlika dobijena je kod varijanti navodnjavanja, dok gustine useva nisu pokazale statističke značajnosti.

Prema dobijenim rezultatima masa zrna po klipu povećavala se zalivanjem biljaka što su pokazale i statistički značajne razlike. Navodnjavanjem useva u varijantama zalivanja, masa zrna po klipu povećana je za 56,33 g u A₂ varijanti, 70,44 g u A₃ varijanti zalivanja, a za 103,66 g u kombinaciji sa najvećim utroškom vode (tabela 55). Povećanjem gustine, smanjivala se masa zrna po klipu, pa su najveće vrednosti dobijene u B₁ varijanti gustine, što su pokazale i statistički značajne razlike. Povećanjem gustine, masa zrna po klipu smanjila se za 6,75 g u B₂ varijanti, a za 21,91 g u B₃ varijanti. Naša istraživanja se poklapaju sa istraživanjima drugih autora, jer je i ovde utvrđeno da masa klipa kukuruza opada sa porastom gustine, a raste sa povećanjem navodnjavanja. Rezultati *Ilića i sar.* (2002b) pokazali su da na zemljištu tipa smonica prinosi zrna značajno opadaju sa povećanjem broja biljaka, (od 45.000 do 55.000 biljaka po hektaru) u svih proučavanih hibrida i po svim rokovima setve bez obzira na vodni režim tokom vegetacionog perioda, kao što je to bio slučaj i u ovim istraživanjima. Proučavajući uticaj mineralnih hraniva na komponente prinosa na černozeu u uslovima navodnjavanja (*Vasić i sar.*, 1994a, 1997a) zaključuju da je u uslovima navodnjavanja bila najveća masa zrna po klipu, 221 g.

Tabela 55. Masa zrna po klipu kukuruza u trogodišnjem proseku, g

A Navodnjavanje	Godina	B Gustina		
		B ₁ 70x26 cm	B ₂ 70x24 cm	B ₃ 70x22 cm
A ₁ Kontrola	2011.	211	195	168
	2012.	149	159	171
	2013.	200	185	158
Prosek		186,67	179,67	165,67
A ₂ 60%	2011.	270	255	230
	2012.	198	209	220
	2013.	261	245	215
Prosek		243,00	236,33	221,67
A ₃ 75%	2011.	280	265	238
	2012.	222	233	245
	2013.	272	255	220
Prosek		258,00	251,00	234,33
A ₄ 85%	2011.	320	305	275
	2012.	240	252	265
	2013.	311	295	266
Prosek		290,33	284,00	268,67
Ukupan prosek			234,94	
LSD	A	B	B*A	A*B
	0,05	0,05	0,05	0,05
	11,26	17,02	34,05	29,96
	0,01	0,01	0,01	0,01
	17,07	23,46	46,91	41,79
F TEST	A	B	A*B	
	54,72**	4,92*	0,01	

Masa 1000 zrna kukuruza. Masa 1000 zrna je kvantitativna osobina, određuje krupnoću i nalivenost zrna kukuruza, a *Milašinović, Marija i sar.* (2007) smatraju da je veoma značajna osobina za postizanje većih prinosa. Masa 1000 zrna, kao kvantitativan pokazatelj kvaliteta, u pozitivnoj je korelaciji sa prinosom zrna, dužinom vegetacionog perioda, dužinom klipa, brojem zrna na klipu i masom zrna po klipu (*Jevtić*, 1986). Kao fizički kriterijum kvaliteta zrna, masa 1000 zrna zavisi od agroekoloških uslova i veličine i oblika zrna (kretala se u intervalu od 270,8 do 358,4 g), (*Milašinović, Marija i sar.*, 2004), a određuje i energetska vrednost zrna kukuruza (*Nadaždin i sar.*, 1995). Zavisnost mase 1000 zrna i genotipa ustanovili su *Obradović* (1990), *Biberdžić* (1998), *Ilić* (2002a) i *Živanović* (2005).

Tabela 56. Masa 1000 zrna kukuruza u 2011. godini, g

		B Gustina			Prosek
A Navodnjavanje		B ₁ 70x26 cm	B ₂ 70x24 cm	B ₃ 70x22 cm	
A ₁	Kontrola	369	379	388	378,67
A ₂	60%	371	381	392	381,33
A ₃	75%	382	393	402	392,33
A ₄	85%	390	400	410	400,00
Prosek		378,00	388,25	398,00	
LSD	A	B	B*A	A*B	
0.05		0.05	0.05	0.05	
72,41		104,77	209,54	185,69	
0.01		0.01	0.01	0.01	
104,04		141,98	283,95	253,76	
F TEST	A	B	A*B		
0,07		0,10	0,00		

U 2011. godini u najmanjoj gustini bila je najmanja masa 1000 zrna kukuruza - 378 g, a povećanjem gustine povećavala se i masa 1000 zrna do 398 g u usevu najveće gustine (tabela 56). U varijanti prirodnog vlaženja bila je najmanja masa 1000 zrna od 378,67 g, a

povećanjem navodnjavanja povećavala se i masa 1000 zrna do 400 g u najintenzivnijem navodnjavanju. Dobijeni rezultati ispitivanih faktora istraživanja nisu pokazali statistički značajne razlike.

Kao i kod *Ilića* (1999, 2002a), povećanjem gustina useva u sušnoj 2012. godini masa 1000 zrna kukuruza se smanjivala. Najveća masa 1000 zrna kukuruza bila je u usevu najmanje gustine – 364,75 g, dok se povećanjem gustine useva smanjivala do 319,50 g u najvećoj gustini (tabela 57).

Tabela 57. Masa 1000 zrna kukuruza u 2012. godini, g

		B Gustina			Prosek
A Navodnjavanje		B ₁ 70x26 cm	B ₂ 70x24 cm	B ₃ 70x22 cm	
A ₁	Kontrola	279	259	230	256,00
A ₂	60%	378	358	331	355,67
A ₃	75%	395	377	352	374,67
A ₄	85%	407	388	365	386,67
Prosek		364,75	345,50	319,50	
LSD	A	B	B*A	A*B	
0.05		0.05	0.05	0.05	
120,98		72,89	145,78	169,54	
0.01		0.01	0.01	0.01	
173,82		98,78	190,55	236,46	
F TEST	A	B	A*B		
3,570*		0,690	0,001		

Povećanjem gustine samo se u ovoj sušnoj (2012) godini masa 1000 zrna smanjivala, dok se u druge dve povoljnije godine (2011. i 2013.) s povećanjem gustine masa 1000 zrna povećavala. U kontrolnoj varijanti bila je najmanja masa 1000 zrna - 256 g, a navodnjavanjem useva povećavala se do 386,67 g u najintenzivnijem navodnjavanju. U A₂

varijanti povećala se za 38,9%, u A₃ varijanti povećala se za 46,4%, a u varijanti najintenzivnijeg navodnjavanja masa 1000 zrna povećala se za 51%. Za navodnjavanje dobijene su statističke značajnosti. Kod *Jovina i Veskovića* (1997) najveća masa 1000 zrna zabeležena je u najmanjoj gustini (225,3 g).

U trećoj godini ispitivanja najmanja masa 1000 zrna bila je u B₁ varijanti - 374,25 g, a povećanjem gustine povećavala se do 393,75 g u B₃ varijanti (tabela 58). U kontrolnoj varijanti bila je najmanja masa 1000 zrna - 372,67 g, a povećanjem navodnjavanja povećavala se i masa 1000 zrna, do 396,67 g u najintenzivnijem navodnjavanju, što je bio slučaj u sve tri ispitivane godine.

Tabela 58. Masa 1000 zrna kukuruza u 2013. godini, g

		B Gustina			Prosek
A Navodnjavanje		B ₁ 70x26 cm	B ₂ 70x24 cm	B ₃ 70x22 cm	
A ₁ Kontrola		365	372	381	372,67
A ₂ 60%		368	375	388	377,00
A ₃ 75%		376	387	399	387,33
A ₄ 85%		388	395	407	396,67
Prosek		374,25	382,25	393,75	
LSD	A	B	B*A	A*B	
0.05		0.05	0.05	0.05	
121,54		112,48	224,96	220,06	
0.01		0.01	0.01	0.01	
174,63		152,42	304,85	303,34	
F TEST	A	B	A*B		
0,06		0,07	0,00		

Tabela 59. Masa 1000 zrna kukuruza u trogodišnjem proseku, g

A Navodnjavanje	Godina	B Gustina		
		B ₁ 70x26 cm	B ₂ 70x24 cm	B ₃ 70x22 cm
A ₁ Kontrola	2011.	369	379	388
	2012.	279	259	230
	2013.	365	372	381
Prosek		337,67	336,67	333,00
A ₂ 60%	2011.	371	381	392
	2012.	378	358	331
	2013.	368	375	388
Prosek		372,33	371,33	370,33
A ₃ 75%	2011.	382	393	402
	2012.	395	377	352
	2013.	376	387	399
Prosek		384,33	385,67	384,33
A ₄ 85%	2011.	390	400	410
	2012.	407	388	365
	2013.	388	395	407
Prosek		395,00	394,33	394,00
Ukupan prosek			371,58	
LSD	A	B	B*A	A*B
	0,05	0,05	0,05	0,05
	59,63	16,31	32,62	65,21
	0,01	0,01	0,01	0,01
	90,33	22,47	44,95	97,11
F TEST	A	B	A*B	
	6,010**	0,010	0,004	

U trogodišnjem proseku masa 1000 zrna povećavala se u uslovima navodnjavanja i najveće vrednosti bile su u A₄ varijanti, što su pokazale i dobijene statističke značajnosti. U A₂ varijanti masa 1000 zrna povećala se za 35,56 g, u A₃ varijanti za 49 g, a u najintenzivnijem navodnjavanju za 58,67 g (tabela 59). U trogodišnjem proseku i 2012. godini, povećanjem gustine masa 1000 zrna se smanjivala, što je slučaj kod mnogobrojnih istraživanja, ali gledajući pojedinačno godine, u povoljnijoj 2011. i 2013. godini, najveće vrednosti mase 1000 zrna bile su u usevu najveće gustine, što pokazuje znatan uticaj navodnjavanja na gustine. Kao i kod *Ilića* (1999, 2002a), povećanjem gustina useva u trogodišnjem proseku masa 1000 zrna kukuruza se smanjivala. *Ilić i sar.* (2002b), su postavivši oglede sa tri gustine useva (35.000, 45.000 i 55.000 biljaka po hektaru) i više hibrida različitih FAO grupa zrenja ustanovili da apsolutna masa zrna kukuruza opada sa porastom gustina useva, a dobijene razlike u masama su statistički vrlo značajne. Najveća masa 1000 zrna bila je u usevu najmanje gustine (35.000 biljaka po ha), 347,6 grama, dok je najmanja masa 1000 zrna bila u najvećoj gustini (55.000 biljaka po ha), samo 275,3 g. Proučavajući uticaj gustine useva hibrida ZP 580 na masu 1000 zrna *Ilić* (1999) je zaključio da se ova vrednost sa povećanjem broja biljaka po jedinici površine značajno smanjuje. Najveća masa 1000 zrna bila je u najmanjoj gustini (35.272 biljke po ha), 322 g, dok je najmanja masa 1000 zrna bila u najgušćem ispitivanom usevu (55.370 biljaka), samo 286 g. *Pandurović i sar.* (2009) su nakon dvogodišnjih istraživanja došli do rezultata da je sa povećanjem gustine useva, vrednost apsolutne mase uglavnom opadala. Dobiveni rezultati ovih istraživanja su se poklapali sa rezultatima drugih istraživača, u kojima se povećanjem gustine masa 1000 zrna smanjivala. U ovim istraživanjima ispitivane gustine useva su se razlikovale za manje od 5.000 biljaka što najverovatnije nije bilo dovoljno da se dobije statistička značajnost gustine useva. Trogodišnja ispitivanja na ritskoj crnici u Južnom Banatu sa četiri gustine useva i dva hibrida kukuruza pokazali su da se povećanjem gustine, kod ranog hibrida ZPSC 46 A apsolutna masa kukuruza smanjuje (*Mančev*, 1985). U sušnoj 2012. godini povećanjem gustine useva masa 1000 zrna kukuruza se smanjivala, dok se u druge dve po padavinama optimalnije godine, povećanjem gustine useva masa 1000 zrna povećavala, što potvrđuje uticaj padavina na masu 1000 zrna. U trogodišnjem ispitivanju

rezultati pokazuju da se vrednosti mase 1000 zrna povećavaju povećanjem navodnjavanja, a najveća masa 1000 zrna bila je u 2011. godini koja je imala najviše padavinana, a najmanja masa 1000 zrna bila je u izrazito sušnoj 2012. godini.

Zapreminska masa zrna. Zapreminska masa zrna je fizička karakteristika, značajna je kao kriterijum kvaliteta i predstavlja gustinu zrnene mase važnu za procese transporta i skladištenja zrna. Zapreminska masa zrna kukuruza je indikator zdravstvenog stanja zrna i *Bekrić (1997)*, *Hill et. all. (1991)* i *Hal and Anderson (1991)* zaključuju da velika vrednost zapreminske mase zrna kukuruza ukazuje na veću otpornost zrna kod sušenja i manipulacije, a ukupna oštećenja koja predviđaju standardi su izraženije manja.

Tabela 60. Zapreminska masa zrna u 2011. godini, kg

		B Gustina			Prosek
A Navodnjavanje		B ₁ 70x26 cm	B ₂ 70x24 cm	B ₃ 70x22 cm	
A ₁	Kontrola	79,2	78,9	78,7	78,9
A ₂	60%	79,9	79,7	79,5	79,7
A ₃	75%	80,3	80,2	80,1	80,2
A ₄	85%	80,7	80,5	80,4	80,5
Prosek		80,0	79,8	79,7	
LSD	A	B	B*A	A*B	
0,05		0,05	0,05	0,05	
6,67		4,81	9,63	10,3	
0,01		0,01	0,01	0,01	
9,58		6,52	13,05	14,30	
F TEST	A	B	A*B		
	0,130	0,010	0,001		

Proučavanja pokazuju da veliku energetska vrednost ima zrno velike zapreminske mase. *Grbeša (2008)* navodi da zrna kukuruza lakša od 60 kg hl⁻¹ imaju manje energije (sitnija su, sa većim udelom vlaknastog omotača i manjim sadržajem ulja, koje je bogato

energijom), a zrno zapreminske masa od 76 kg hl⁻¹ sadrži energiju od 14,4 MJ kg⁻¹. Po *Američkom* standardu vrednosti se vezuju za klase kukuruza i prva klasa je iznad 72,08 kg hl⁻¹. *Glamočlija* (1997, 2004) navodi da je donja granična vrednost zapreminske mase za kvalitet zrna kukuruza 65 kilograma. Hektolitarska ili zapreminska masa, kao najstariji standardni pokazatelj kvaliteta kukuruznog zrna predstavlja masu u jedinici zapremine, gustinu zrnene mase, a kao fizički kriterijum često je kritikovana kao nepouzdan parametar jer više odražava način pakovanja i slaganja zrna nezavisno od veličine i oblika zrna. U istraživanju *Milašinović, Marija i sar.* (2004) zapreminska masa kretala se u intervalu od 816,4 kgm⁻³ do 863,3 kgm⁻³.

Tabela 61. Zapreminska masa zrna u 2012. godini, kg

		B Gustina			Prosek
A Navodnjavanje		B ₁ 70x26 cm	B ₂ 70x24 cm	B ₃ 70x22 cm	
A ₁	Kontrola	78,1	77,9	77,7	77,9
A ₂	60%	78,4	78,3	78,2	78,3
A ₃	75%	78,8	78,7	78,5	78,7
A ₄	85%	80,3	80,2	80,1	80,2
Prosek		78,9	78,8	78,6	
LSD	A	B	B*A	A*B	
0,05		0,05	0,05	0,05	
7,21		7,75	13,51	13,16	
0,01		0,01	0,01	0,01	
10,36		9,15	18,30	18,14	
F TEST	A	B	A*B		
	0,150	0,004	0,000		

U 2011. godini najveća zapreminska masa zrna od 80 kg bila je u najmanjoj gustini, a povećanjem gustine zapreminska masa zrna se smanjivala do 79,7 kg u najvećoj gustini (tabela 60). U varijanti prirodnog vodnog režima zapreminska masa zrna bila je 78,9 kg, a

zalivanjem biljaka ona se povećavala do 80,5 kg u najintenzivnijem navodnjavanju. Za ispitivane faktore istraživanja nisu dobijene statistički značajne razlike.

U drugoj godini ispitivanja, u B₁ varijanti zapreminska masa zrna bila je 78,9 kg, a povećanjem gustine smanjivala se do 78,6 kg u najvećoj gustini useva (tabela 61). U uslovima prirodnog vlaženja zapreminska masa zrna bila je 77,9 kg, a irigacijom biljaka povećavala se do 80,2 kg u varijanti najintenzivnijeg navodnjavanja. Ispitivani faktori istraživanja nisu pokazali statističku signifikantnost.

Tabela 62. Zapreminska masa zrna u 2013. godini, kg

		B Gustina			Prosek
A Navodnjavanje		B ₁ 70x26 cm	B ₂ 70x24 cm	B ₃ 70x22 cm	
A ₁	Kontrola	79,0	78,8	78,6	78,8
A ₂	60%	79,5	79,3	79,1	79,3
A ₃	75%	80,0	79,8	79,6	79,8
A ₄	85%	80,4	80,2	80,1	80,2
Prosek		79,7	79,5	79,4	79,4
LSD	A	B	B*A	A*B	
0,05		0,05	0,05	0,05	
9,62		8,11	16,21	16,35	
0,01		0,01	0,01	0,01	
13,82		10,11	21,97	22,59	
F TEST	A	B	A*B		
0,04		0,01	0,00		

Tabela 63. Zapreminska masa zrna u trogodišnjem proseku, kg

A Navodnjavanje	Godina	B Gustina		
		B ₁ 70x26 cm	B ₂ 70x24 cm	B ₃ 70x22 cm
A ₁ Kontrola	2011.	78,7	78,9	79,2
	2012.	78,1	77,9	77,7
	2013.	79,0	78,8	78,6
Prosek		78,6	78,5	78,4
A ₂ 60%	2011.	79,5	79,7	79,9
	2012.	78,4	78,3	78,2
	2013.	79,5	79,3	79,1
Prosek		79,2	79,1	79,0
A ₃ 75%	2011.	80,1	80,2	80,3
	2012.	78,8	78,7	78,5
	2013.	80,0	79,8	79,6
Prosek		79,4	79,6	79,7
A ₄ 85%	2011.	80,7	80,5	80,4
	2012.	80,3	80,2	80,1
	2013.	80,4	80,2	80,1
Prosek		80,5	80,3	80,2
Ukupan prosek			79,4	
LSD	A	B	B*A	A*B
	0,05	0,05	0,05	0,05
	0,60	0,06	0,12	0,61
	0,01	0,01	0,01	0,01
	0,91	0,08	0,17	0,92
F TEST	A	B	A*B	
	65,01**	4,40**	0,03	

U trećoj godini istraživanja u najmanjoj gustini bila je najveća zapreminska masa zrna od 79,7 kg, a povećanjem gustine smanjivala se do 79,4 kg u najvećoj gustini (tabela 62). U uslovima suvog ratarenja zabeležena je najmanja zapreminska masa zrna - 78,8 kg, a navodnjavanjem useva povećavala se do 80,2 kg u najintenzivnijem navodnjavanju. Analizirani faktori ni u ovoj godini nisu pokazali signifikantnost.

U trogodišnjem proseku zapreminska masa zrna povećavala se zalivnim normama i najveća zapreminska masa zrna bila je u varijanti najintenzivnijeg navodnjavanja – 80,3 kg, što su pokazale i statistički veoma značajne razlike (tabela 63). U A_2 varijanti to povećanje je bilo za 0,59 kg, u A_3 varijanti za 1,03 kg**, a u varijanti A_4 za 1,76 kg** zapreminske mase zrna. Gustina je takođe uticala na zapreminsku masu zrna i rezultati su pokazali da su najveće vrednosti u najmanjoj gustini – 79,43 kg, a povećanjem gustine zapreminska masa se smanjivala, u B_2 varijanti za 0,05 kg (79,38 kg), a u B_3 varijanti za 0,1 kg** (79,33 kg). Ispitivane komponente prinosa kukuruza koje upućuju na njegov kvantitet (visina biljaka kukuruza, masa klipa kukuruza, masa zrna po klipu kukuruza, masa 1000 zrna kukuruza i zapreminska masa) analizom rezultata trogodišnjih istraživanja pokazale su da svi rezultati imaju istu tendenciju rasta i da su najbolji rezultati kod ispitivanog hibrida kukuruza ZP 677 dobijeni u varijanti A_4 i varijanti najmanje gustine - B_1 .

7.3. Prinos zrna

Prosečni prinosi zrna kukuruza zubana u uslovima savremene tehnologije proizvodnje iznose zavisno od hibrida i vremena setve (glavni ili naknadni usev) 5-12 t ha⁻¹ dok se u uslovima navodnjavanja može dobiti i preko 15 t ha⁻¹ suvog zrna (*Glamočlija*, 2012).

U trogodišnjem istraživanju najviše padavina (332 mm) bilo je u vegetacionom periodu (april-septembar) 2011. godine. U 2011. godini prinos kukuruza je rastao povećanjem dodane količine vode u varijantama navodnjavanja. U kontrolnoj varijanti prinos je bio 7,400 t ha⁻¹, a u A_2 varijanti povećanje prinosa bilo je za 4,150 t ha^{-1**} (11,550 t ha⁻¹), u A_3 varijanti za 4,975 t ha^{-1**} (12,375 t ha⁻¹), a u najintenzivnijem navodnjavanju prinos se povećao za 5,900 t ha^{-1**} (13,300 t ha⁻¹) za šta su i dobivene

statističke značajnosti (tabela 64). Prinos je rastao i povećanjem gustine useva. U najmanjoj gustini prinos je bio 10,800 t ha⁻¹, u B₂ varijanti se povećao na 11,206 t ha⁻¹, a u najvećoj gustini prinos je bio 11,462 t ha⁻¹.

Tabela 64. Prinos kukuruza u 2011. godini, t ha⁻¹

		B Gustina			Prosek
A Navodnjavanje		B ₁ 70x26 cm	B ₂ 70x24 cm	B ₃ 70x22 cm	
A ₁ Kontrola		7,000	7,500	7,700	7,400
A ₂ 60%		11,200	11,575	11,875	11,550
A ₃ 75%		12,000	12,500	12,625	12,375
A ₄ 85%		13,000	13,250	13,650	13,300
Prosek		10,800	11,206	11,462	
LSD	A	B	B*A	A*B	
	0,05	0,05	0,05	0,05	
	2,003	0,710	1,421	2,313	
	0,01	0,01	0,01	0,01	
	2,878	0,963	1,926	3,273	
F TEST	A	B	A*B		
	41,22**	0,90	0,01		

Sušna 2012. godina (264 mm) pokazala je statistički veoma značajnu razliku za ispitivani faktor navodnjavanja, što je pokazalo da se u uslovima navodnjavanja prinos povećavao. U prirodnom vodnom režimu prinos zrna bio je 4,475 t ha⁻¹, u A₂ varijanti navodnjavanja prinos se povećao za 2,166 t ha^{-1**} (6,641 t ha⁻¹), u A₃ varijanti za 2,968 t ha^{-1**} (7,433 t ha⁻¹), a u varijanti najintenzivnijeg navodnjavanja povećanje prinosa bilo je za 3,550 t ha^{-1**} i bio je 8,025 t ha⁻¹ (tabela 65). U ovoj sušnoj godini povećanje prinosa je bilo znatno manje u varijantama sa navodnjavanjem nego u dve povoljnije godine, zato što ekstremno loše uslove u ovoj godini nije moglo popraviti zalivanjem useva.

Tabela 65. Prinos kukuruza u 2012. godini, t ha⁻¹

		B Gustina			Prosek
A Navodnjavanje		B ₁ 70x26 cm	B ₂ 70x24 cm	B ₃ 70x22 cm	
Prinos 2012.	A ₁ Kontrola	5,000	4,375	4,050	4,475
	A ₂ 60%	6,925	6,625	6,375	6,641
	A ₃ 75%	7,650	7,450	7,200	7,433
	A ₄ 85%	8,125	8,050	7,900	8,025
Prosek		6,925	6,625	6,381	
LSD	A	B	B*A	A*B	
	0,05	0,05	0,05	0,05	
	0,812	0,337	0,674	0,980	
	0,01	0,01	0,01	0,01	
	1,167	0,457	0,914	1,382	
F TEST	A	B	A*B		
	78,93**	3,24*	0,28		

Zbog smanjene dostupnosti vode biljkama, povećanjem broja biljaka po jedinici površine, potrebe za vodom su još veće šta se odrazilo na smanjenje prinosa. U ovoj godini povećavanjem gustine, prinos zrna se smanjivao. U najmanjoj gustini prinos je bio 6,925 t ha⁻¹, u B₂ varijanti prinos se smanjio za 0,300 t ha⁻¹ (6,625 t ha⁻¹), a u najvećoj gustini za 0,543 t ha^{-1**} (6,381 t ha⁻¹). Dobijena je statistički veoma značajna razlika za faktor navodnjavanja, a za gustinu useva statistički značajna razlika.

2013. godina imala je najmanje padavina (242 mm), ali s boljim rasporedom nego u 2012. godini. Povećanjem navodnjavanja prinos zrna ravnomerno se povećavao. U kontrolnoj varijanti prinos zrna bio je 7,075 t ha⁻¹, u A₂ varijanti povećao se za 4,316 t ha^{-1**} (11,391 t ha⁻¹), u A₃ varijanti za 5,208 t ha^{-1**} (12,283 t ha⁻¹), a u A₄ varijanti za 5,583 t ha^{-1**} i bio je 12,658 t ha⁻¹ (tabela 66). U ovoj godini varijante navodnjavanja su značajno uticale na povećanje prinosa kukuruza. Povećanjem gustine povećavali su se prinosi, ali ispitivane gustine nisu pokazale statističku značajnost.

Tabela 66. Prinos kukuruza u 2013. godini, t ha⁻¹

		B Gustina			Prosek
A Navodnjavanje		B ₁ 70x26 cm	B ₂ 70x24 cm	B ₃ 70x22 cm	
A ₁	Kontrola	6,700	7,125	7,400	7,075
A ₂	60%	11,025	11,350	11,800	11,391
A ₃	75%	12,025	12,300	12,525	12,283
A ₄	85%	12,550	12,625	12,800	12,658
Prosek		10,575	10,850	11,131	
LSD	A	B	B*A	A*B	
	0,05	0,05	0,05	0,05	
	1,779	0,506	1,012	1,960	
	0,01	0,01	0,01	0,01	
	2,556	0,685	1,371	2,786	
F TEST	A	B	A*B		
	58,33**	0,91	0,05		

U sve tri godine istraživanja, najveći prinosi kukuruza bili su u varijantama najvećeg navodnjavanja i usevu najveće gustine, osim u izrazito sušnoj 2012. godini u kojoj je najveći prinos bio u najmanjoj gustini. Najveće povećanje prinosa bilo je u 2012. godini, u kojoj se upotrebom navodnjavanja prinos povećao za 50% od uslova prirodnog vlaženja. Najveći prinosi kukuruza bili su u 2011. godini, za kukuruz najpogodnijoj godini, u varijanti najvećeg navodnjavanja i najveće gustine useva – 13,650 t ha⁻¹, dok su najmanji prinosi kukuruza bili u 2012. godini, u uslovima prirodnog vodnog režima u usevu najveće gustine – 4,050 t ha⁻¹. U tri godine u kontrolnoj varijanti prinos je bio 6,316 t ha⁻¹, navodnjavanjem useva povećao se u A₂ varijanti za 3,545 t ha^{-1**} (9,861 t ha⁻¹), u A₃ varijanti za 4,381 t ha^{-1**} (10,697 t ha⁻¹), a u varijanti najintenzivnijeg navodnjavanja za 5,011 t ha^{-1**} i bio je 11,327 t ha⁻¹ (tabela 67).

Tabela 67. Prinos kukuruza u trogodišnjem proseku, t ha⁻¹

A Navodnjavanje	Godina	B Gustina		
		B ₁ 70x26 cm	B ₂ 70x24 cm	B ₃ 70x22 cm
A ₁ Kontrola	2011.	7,000	7,500	7,700
	2012.	5,000	4,375	4,050
	2013.	6,700	7,125	7,400
Prosek		6,233	6,333	6,383
A ₂ 60%	2011.	11,200	11,575	11,875
	2012.	6,925	6,625	6,375
	2013.	11,025	11,350	11,800
Prosek		9,716	9,850	10,016
A ₃ 75%	2011.	12,000	12,500	12,625
	2012.	7,650	7,450	7,200
	2013.	12,025	12,300	12,525
Prosek		10,558	10,750	10,783
A ₄ 85%	2011.	13,000	13,250	13,650
	2012.	8,125	8,050	7,900
	2013.	12,550	12,625	12,800
Prosek		11,225	11,308	11,450
Ukupan prosek			9,550	
LSD	A	B	B*A	A*B
	0,05	0,05	0,05	0,05
	1,254	0,309	0,618	1,350
	0,01	0,01	0,01	0,01
	1,900	0,425	0,851	2,016
F TEST	A	B	A*B	
	108,55**	0,37	0,02	

Sva variranja pokazala su značajan uticaj. Ova istraživanja pokazuju da se u godinama sa više padavina (2011. i 2013.) u najvećoj gustini dobijaju najveći prinosi, dok je u izrazito sušnoj godini najveći prinos bio u najmanjoj gustini, jer što je manje biljaka po hektaru manja je konkurentnost za vodom u zemljištu.

Na prinos zrna kukuruza utiču hibridi, agroekološki uslovi i primenjene agrotehničke mere. *Jevtić* (1986) je zaključio da na prinos zrna, 46-51% utiče pravilan izbor hibrida, 9-23% agroekološki uslovi, a primenjene agrotehničke mere 31-40%. Kako navode *Starčević i sar.* (1991) u godinama sa povoljnim vremenskim uslovima, kod hibrida dužeg vegetacionog perioda razlika u prinosu zrna je veća (od 18 do 26%), u godinama sa manje povoljnim rasporedom padavina prinosi su približno jednaki, a u nepovoljnim godinama, hibridi kraćeg vegetacionog perioda imaju veće prinose zrna za 7% u odnosu na srednje rane i srednje kasne hibride. Proteklih 25 godina visina prinosa zrna kukuruza sve više zavisi od vremenskih uslova (količina i raspored padavina) tokom vegetacionog perioda kukuruza, posebno od pojave ekstremnih klimatskih uslova, kojih je sve više u poslednje vreme (*Bekavac i sar.*, 2010). Povećanjem prosečne temperature od 0,5 do 1,5°C, kao posledice globalnog zagrevanja, prinos kukuruza će se smanjiti od 2 do 5% u svetu. Američki proizvođači kukuruza će zbog toga biti u gubitku više od jedne milijarde dolara godišnje (*Živkov*, 2010). Koristeći 1986. godinu kao osnovu (100%), *Videnović i Kolčar* (1988) su za 20% imali manji prinos zrna kukuruza u 1983. godini, u 1984. za 19,3% manji, a za 51% manji prinos zrna kukuruza u 1985. godini. *Dobrenov i sar.* (1991) su sa hibridom NSSC 606 u sušnoj 1990. godini ostvarili prosečan prinos zrna kukuruza od 7,1 t ha⁻¹, a u 1987. godini, koja je bila vlažnija prosečan prinos iznosio je 13 t ha⁻¹. U Čačanskoj kotlini, na zemljištu tipa smonica *Bokan i sar.* (2001a) su u proseku za varijante gustine useva i šest ZP hibrida kukuruza (među kojima je bio i ZP 677) postigli prosečan prinos zrna od 13,1 t ha⁻¹ u 1997. godini, a u 1998. godini bio je samo 4,2 t ha⁻¹. Upoređujući rezultate 1999. godine (godina sa optimalnim uslovima za rastenje i razviće biljaka kukuruza), u 1997. godini (godina sa nepovoljnim toplotnim režimom) prinos zrna bio je manji za 23,1%, a u sušnoj 1998. godini prinos zrna bio je manji za 57,2% (*Živanović*, 2005), što dovodi do zaključka da su razlike između povoljnih i nepovoljnih godina za

gajenje kukuruza veoma izražene. *Bošnjak i Pejić* (1994b) su u desetogodišnjem ispitivanju hibrida kukuruza u prirodnom vodnom režimu zavisno od uslova godine, kod kukuruza ostvarili prinose koji su varirali od 6 do 10 t ha⁻¹, dok su u izrazito sušnim godinama i na pojedinim parcelama ostvarili prinos od svega nekoliko stotina kilograma. Proučavanja u Americi (*Stojićević*, 1996) su pokazala da manjak vode redukuje prinos kukuruza od 20 do 50%, kao što je i u našim nepovoljnim uslovima kako navodi *Vučić* (1976). Mnogi autori navode da nepovoljni uslovi tokom vegetacionog perioda umanjuju prinos i kvalitet zrna kukuruza za preko 50% (*Dobrenov i sar.*, 1991). Kod optimalne vlažnosti zemljišta i pravilne agrotehnike, prinos zrna kukuruza kod nas ide i do 15 t ha⁻¹ kako navodi *Bošnjak* (2001, 2004). Kod *Tapanarove* (2011) variranja vodnog režima veoma značajno su uticala na formiranje prinosa kukuruza. Najveći prinos zrna kukuruza, 15,08 t ha⁻¹ bio je u varijanti 80-85% PVK. Ova vrednost značajno je veća u poređenju sa drugim varijantama vodnog režima (13,55 t ha⁻¹ - 70-75% PVK, 12,54 t ha⁻¹ - 60-65% PVK i 10,20 t ha⁻¹ - kontrola). Regresiona analiza pokazuje da se mogu očekivati maksimalni prinosi zrna kukuruza na nivou 13,96 t ha⁻¹, pri 508 mm ukupne količine vode u zemljištu ili održavanjem njegove vlažnosti na 75-80% od PVK. Rezultati istraživanja autora pokazuju da različite potrebe kukuruza za vodom tokom vegetacionog perioda zavise od agroekoloških uslova. *Maksimović, Livija* (1999) je zaključila da se veći prinos u uslovima navodnjavanja ostvaruje sa prosečnom potrošnjom vode od 478 mm, *Vasić* (1983a) sa prosečnom potrošnjom vode od 468 mm do 535 mm, *Milivojević* (1984) sa prosečnom potrošnjom vode od 545 mm do 642 mm, *Bošnjak i Dobrenov* (1986) sa prosečnom potrošnjom vode od 460 mm do 520 mm, a *Roads i Bennett* (1990) sa prosečnom potrošnjom vode od 550 do 600 mm. *Pejić et al.* (2007) su u proučavanju različitih hibrida kukuruza na karbonatnom černozeu imali nešto manji uticaj navodnjavanja (oko 26%) u odnosu na rezultate ovih istraživanja. *Maksimović, Livija* (1997), smatra da održavanjem nivoa vlažnosti zemljišta od 75 do 80% PVK na slabokarbonatnom černozeu se ostvaruje najbolji rezultat prinosa kukuruza. *Bošnjak* (1996) je zavisno od vremenskih uslova u godini utvrdio potrošnju vode od 450 mm do 530 mm kod predzalivne vlažnost od 60% PVK. U istraživanju u kojem je ispitivan uticaj navodnjavanja na morfološke osobine i prinos kukuruza, uočeno je da se navodnjavanjem

povećava prinos zrna po biljci za 43%, a prinos suve materije za 35% (*Di Marco et al.*, 2005, 2007).

Ilić i sar. (2002b) su najveći prinos dobili kod gustine useva od 45.000 biljaka po hektaru koji je bio 6,82 t ha⁻¹, dok je najmanji prinos bio kod najveće gustine useva i to 5,85 t ha⁻¹. Kod najveće gustine useva prinos je bio 6,45 t ha⁻¹, a dobijene razlike u prinosima su bile statistički veoma značajne. U proseku za sve tri godine prinos kukuruza je bio 6,38 t ha⁻¹. *Kondić* (1984) je radeći sa hibridima FAO grupe 500 zavisno od hibrida dobio prinose od 9,3 do 10,5 t ha⁻¹. Proučavajući nekoliko hibrida grupa zrenja FAO 200 - 600 i četiri gustine useva (35.000, 42.000, 50.000 i 62.000 biljaka po hektaru) *Gotlin i Pucarić* (1969) su zaključili da je najveći prinos zrna kukuruza bio u usevu od 42.000 biljaka. Smanjenje prinosa kukuruza u većoj meri zavisi od smanjenja broja zrna kukuruza, a manje od smanjenja mase zrna. Manjak vode u vegetacionoj fazi, kukuruz nadoknađuje zahvaljujući svom korenovom sustavu koji usvaja vodu iz dubljih slojeva zemljišta (*Pandey et al.*, 2000a,b). Rezultati istraživanja su pokazali da se pri manjem deficitu vode u vegetacionom periodu, prinos zrna kukuruza smanjio za 6,6 do 11,1%, u generativnoj fazi za 22,6 do 26,4%, a kod manjka vode u trajanju od 6 do 8 dana prinos zrna se smanjio za više od 52%, što pokazuje negativan uticaj dugotrajnih suša na prinose kukuruza. *Calvino et all.* (2003) ističu da više od 84% variranja prinosa kukuruza zavisi od količine padavina u periodu metličanja i svilanja (ASI), a *Moser et all.* (2006) da prinosi kukuruza presvega zavise od režima padavina. *Marković et all.* (2008) zaključuje da u uslovima stresa, suše kod kukuruza dolazi do povećanja dužine intervala između svilanja i metličanja (ASI) i do smanjenja prinosa. Našim ispitivanjem se pokazalo da se povećanjem navodnjavanja povećavaju i prinosi i da najveća varijanta navodnjavanja daje najveće prinose, što su pokazale i statistički veoma značajne razlike u svim godinama. Rezultati ovih istraživanja se uglavnom slažu sa rezultatima drugih autora. Proučavajući uticaj gustine useva hibrida različitih grupa zrenja, gajenih u monokulturi na zemljištu tipa pseudoglej *Jovanović i Dugalić* (1994) i *Jovanović i sar.* (1997) zaključuju da na broj biljaka utiču morfološke osobine hibrida i vremenski uslovi. Hibrid kraćeg vegetacionog perioda ZP 599 dao je u vlažnijoj 1991. godini veći prinos u usevu veće gustine (28 cm), a u suvljoj 1992. godini rastojanje među biljkama u redu od 24 cm bilo je povoljnije za prinos zrna. Istraživanja su

pokazala da je u godinama sa manje vode povoljnije sejati kukuruz na manje gustine, što se slaže i sa rezultatima koja smo dobili u 2012. godini. Trogodišnja ispitivanja na ritskoj crnici u Južnom Banatu sa četiri gustine useva i dva hibrida kukuruza pokazali su da je kod ranog hibrida ZPSC 46 A najveći prinos kukuruza ($12,4 \text{ t ha}^{-1}$) bio u najvećoj gustini ($65.000 \text{ biljaka/ha}$), a najmanji prinos ($10,8 \text{ t ha}^{-1}$) u najmanjoj gustini useva ($50.000 \text{ biljaka/ha}$), (Mančev, 1985).

7.4. Kvalitativne osobine zrna kukuruza

Plod kukuruza je jedno semen, čvrst, suv i naziva se krupa (*caryopsis*), a u poljoprivrednom smislu zrno. Građen je od omotača ploda (*pericarp*), omotača semena (*perisperm*), hranljivog tkiva (*endosperm*) i klice (*embryo*). Plod kukuruza ima veliku energetska i hranjivu vrednost i relativno mali sadržaj strukturnih ugljenih hidrata, ali i malu proteinsku vrednost. Na hranjivu vrednost zrna utiču brojni činilaci, a to su agroekološki uslovi, osobine zemljišta, ishrana biljaka, genotip, način berbe i uslovi čuvanja. Vrednosti prosečnog hemijskog sastava zrna kukuruza podvrste zuban su: 67-78% ugljikohidrata, 8,8-11,5% ukupnih proteina, 4,1-7,3% ulja, 2,0-2,5% celuloze, 1,2-1,6% mineralnih soli i 13-15% vode. Svi dobijeni rezultati za hibrid ZPSC 677 bili su unutar vrednosti prosečnog hemijskog sastava zrna. U procentima od ukupne mase ploda, učešće omotača ploda i omotača semena ima oko 8%, hranljivog tkiva ima oko 82% i klice ima oko 10%. Hranjive materije su različito raspoređene u plodu kukuruza. U endospermu se nalazi preko 72% skroba i oko 10% ukupnih proteina, dok se u klici nalazi skoro 20% ukupnih proteina. Mineralnih soli ima najviše u omotačima koji su najmanje hranjive vrednosti. Kvalitativne osobine, odnosno hranjivu vrednost ploda kukuruza određuje hemijski sastav zrna (Glamočlija, 2012).

Uticaj vodnog režima i gustina useva na hemijski sastav zrna kukuruza analiziran je kroz sadržaj proteina, skroba, ulja, celuloze, mineralnih soli i vode u zrnu kukuruza.

Sadržaj proteina.

U 2011. godini najmanji sadržaj proteina bio je u najmanjoj gustini – 8,41%, a povećanjem gustine rastao je i sadržaj proteina do 8,84% u najvećoj gustini (tabela 68). U kontrolnoj varijanti sadržaj proteina bio je 8,23%, a navodnjavanjem useva rastao je do varijante A₃ u kojoj je bilo najviše proteina - 9,23%, a zatim je u A₄ varijanti naglo pao do 8,14%. U A₂ varijanti sadržaj proteina se povećao za 0,58%, u varijanti A₃ za 1%, a u varijanti najintenzivnijeg navodnjavanja smanjio se za 0,09%. Ova razlika je bila statistički značajna.

Tabela 68. Sadržaj proteina u 2011. godini, %

		B Gustina			Prosek
A Navodnjavanje		B ₁ 70x26 cm	B ₂ 70x24 cm	B ₃ 70x22 cm	
	A ₁ Kontrola	8,05	8,20	8,45	8,23
	A ₂ 60%	8,60	8,75	9,08	8,81
	A ₃ 75%	9,05	9,18	9,48	9,23
	A ₄ 85%	7,95	8,13	8,35	8,14
	Prosek	8,41	8,56	8,84	
LSD	A	B	B*A	A*B	
	0,05	0,05	0,05	0,05	
	1,36	0,50	1,00	1,58	
	0,01	0,01	0,01	0,01	
	1,95	0,68	1,36	2,24	
F TEST	A	B	A*B		
	3,39*	0,80	0,00		

U 2012. godini najveći sadržaj proteina u zrnju bio je u najmanjoj gustini – 8,07%, a povećanjem gustine smanjivao se do 7,55% u najvećoj gustini (tabela 69). Povećanjem gustine broj biljaka se povećava, potrebe za vodom su veće, što u godinama sa manje padavina ostavlja traga. Zato je preporuka proizvođačima da u

sušnim godinama seju hibrid ZP 677 na srednje ili veće gustine useva. Najmanji sadržaj proteina bio je u prirodnom vodnom režimu – 7,38%, a zalivanjem biljaka povećavao se do 8,12% u A₃ varijanti, ali se u A₄ varijanti smanjio za 0,15% (7,97%).

Tabela 69. Sadržaj proteina u 2012. godini, %

		B Gustina			Prosek
A Navodnjavanje	B ₁ 70x26 cm	B ₂ 70x24 cm	B ₃ 70x22 cm		
A ₁ Kontrola	7,65	7,35	7,15	7,38	
A ₂ 60%	7,95	7,73	7,50	7,73	
A ₃ 75%	8,50	8,08	7,78	8,12	
A ₄ 85%	8,18	7,95	7,78	7,97	
Prosek	8,07	7,78	7,55		
LSD	A	B	B*A	A*B	
	0,05	0,05	0,05	0,05	
	0,90	0,61	1,22	1,34	
	0,01	0,01	0,01	0,01	
	1,30	0,83	1,66	1,87	
F TEST	A	B	A*B		
	1,60	1,41	0,03		

U 2013. godini najmanje proteina bilo je u najmanjoj gustini – 7,77%, a povećanjem gustine rastao je do 8,33% u najvećoj gustini (tabela 70). U prirodnom vodnom režimu bilo je najmanje proteina u zrnu - 7,66%, a irigacijom biljaka povećavao se do 8,46% u A₃ varijanti, a zatim se za 0,55% smanjio u A₄ varijanti (7,91%). Za ispitivane faktore nisu dobijene statističke značajnosti.

Upoređujući rezultate za sve tri godine istraživanja dolazimo do zaključka da je veći sadržaj proteina u zrnu u godinama sa više padavina (2011. i 2013.) nego u sušnoj 2012. godini. U prirodnom vodnom režimu sadržaj proteina bio je 7,76%, a

navodnjavanjem useva rastao je do 8,60% u A₃ varijanti, a u A₄ varijanti se smanjio do 8,01% (tabela 71).

Tabela 70. Sadržaj proteina u 2013. godini, %

		B Gustina			Prosek
A Navodnjavanje	B ₁ 70x26 cm	B ₂ 70x24 cm	B ₃ 70x22 cm		
A ₁ Kontrola	7,45	7,65	7,88	7,66	
A ₂ 60%	7,85	8,15	8,45	8,15	
A ₃ 75%	8,15	8,45	8,78	8,46	
A ₄ 85%	7,63	7,88	8,23	7,91	
Prosek	7,77	8,03	8,33		
LSD	A	B	B*A	A*B	
	0,05	0,05	0,05	0,05	
	1,14	0,65	1,30	1,55	
	0,01	0,01	0,01	0,01	
	1,63	0,88	1,75	2,17	
F TEST	A	B	A*B		
	1,42	1,29	0,01		

Sadržaj proteina se u A₂ varijanti povećao za 0,47%* (statistički značajno), u A₃ varijanti za 0,84%** (veoma statistički značajno), a u varijanti najintenzivnijeg navodnjavanja se smanjio za 0,59%* (statistički značajno). Rezultati ovih istraživanja, pokazuju da je kontrolna varijanta (prirodni vodni režim) ostvarila manje prosečne prinose i imala manji sadržaj proteina u odnosu na navodnjavane varijante, u kojima su se prinosi i sadržaj proteina povećavali. Uticaj gustine je isti kao i kod uticaja na prosečne prinose, što znači da su prosečni prinosi i sadržaj proteina rasli povećanjem gustine (2011. i 2013. godina), dok su se u sušnoj 2012. godini smanjivali.

Tabela 71. Sadržaj proteina u trogodišnjem proseku, %

A Navodnjavanje	Godina	B Gustina		
		B ₁ 70x26 cm	B ₂ 70x24 cm	B ₃ 70x22 cm
A ₁ Kontrola	2011.	8,05	8,20	8,45
	2012.	7,65	7,35	7,15
	2013.	7,45	7,65	7,88
Prosek		7,72	7,73	7,83
A ₂ 60%	2011.	8,60	8,75	9,08
	2012.	7,95	7,73	7,50
	2013.	7,85	8,15	8,45
Prosek		8,13	8,21	8,34
A ₃ 75%	2011.	9,05	9,18	9,48
	2012.	8,50	8,08	7,78
	2013.	8,15	8,45	8,78
Prosek		8,57	8,57	8,68
A ₄ 85%	2011.	7,95	8,13	8,35
	2012.	8,18	7,95	7,78
	2013.	7,63	7,88	8,23
Prosek		7,92	7,98	8,12
Ukupan prosek			8,15	
LSD	A	B	B*A	A*B
	0,05	0,05	0,05	0,05
	0,44	0,26	0,52	0,61
	0,01	0,01	0,01	0,01
	0,67	0,36	0,71	0,88
F TEST	A	B	A*B	
	11,08**	0,76	0,02	

Osim što učestvuju u izgradnji protoplazme, proteini učestvuju u brojnim biohemijским procesima biljke i predstavljaju oblik nakupljanja azota (rezervni proteini). Sa agronomskog spektra, posebno su značajni proteini koji se nakupljaju u reproduktivnim organima biljke. Kukuruz se od svih žita, odlikuje po najmanjem sadržaju proteina i lošim aminokiselinskim sastavom. Od ukupne količine proteina u zrnu kukuruza, 47,2% čini zein koji je prolamin, a ostali deo su glutelini, a u manjoj meri albumini i globulini. Zein, koji se nalazi u kukuruzu je niske biološke vrednosti zato što je deficitaran u aminokiselinama, lizinu i triptofanu. U slučaju ishrane isključivo kukuruzom, javljaju se simptomi avitaminoze triptofana zbog njegovog manjka jer ulazi u sastav nikotinamida (*Dorđević i Dinić, 2011*). Kako navodi *Glamočlija (2006)*, u zrnu zubana prevladava zein (oko 50%), koji je nepovoljan sa aspekta ishrane ljudi i životinja, zato što ima siromašan aminokiselinski sastav važnih aminokiselina (triptofan, lizin, treonin, cistin i metionin), a preostalih 50% čine albumin (5%), globulin (15%) i glutamin (30%). Stoga zrno kukuruza, i pored velikih količina aminokiselina prolin, leucin, fenilalanin, tirozin i alanin, ne može potpuno da podmiri životne potrebe ljudi i domaćih životinja. Hibrid ZP 677 pripada zubanima, tipu kukuruza koji je najsiromašniji po sadržaju proteina. Iako je zrno kukuruza siromašno sadržajem proteina i važnih aminokiselinama, u ishrani stoke i ljudi ima veoma visoku zastupljenost zbog ostalih hranjivih sastojaka koje sadrži. *Cvetković i sar. (1962)* u knjizi navode da je *Ross (1952)* zaključio da ishrana sa 7 do 8% proteina rezultira niskim prirastom jagnjadi, a većina istraživača ističe da nije bitan samo sadržaj proteina već i njegov kvalitet. Autori navode i da je sadržaj proteina obrnuto proporcionalan ostvarenom prinosu po biljci, što rezultati ovih istraživanja nisu pokazali. *Bekrić i Mišović (1993a)*; *Žilić i sar. (2010)* navode da je prosečan sadržaj proteina u zubanu od 8,8 do 11,5%, dok se u ovim istraživanjima sadržaj proteina kretao od 7,1 do 9,5%. U ispitivanju *Radosavljević, Milice i sar. (2010)*, prosečan sadržaj proteina kod hibrida ZP 677 bio je 9,6%. Najmanje vrednosti sadržaja proteina dobijene su u prirodnom vodnom režimu, a najveće vrednosti u A₃ varijanti. Proučavajući uticaj navodnjavanja i gustine useva na hemijski sastav zrna kukuruza radi poboljšanja hranljive vrednosti zrna na području Džordžije (SAD) *Zhu et al. (2007)* zaljučuju da zrno kukuruza zbog svoje lake svarljivosti i visoke energije čini neophodan sastav kvalitetne stočne hrane kao i hemijski sastav sadržaja

proteina i ulja u zrnu. Rezultati istraživanja o uticaju deficita vode na prinos i kvalitet kukuruza u održivoj biljnoj proizvodnji na kukuruзу šećercu sa četiri različita tretmana navodnjavanja pokazali su da su razlike između prinosa svežeg klipa navodnjavanih varijanti statistički značajne i da se prinos zrna kukuruza kao i sadržaj gvožđa, cinka i bakra smanjuje sa smanjenjem sadržaja vode u zemljištu, dok se sadržaj proteina u zrnu povećava (*Oktem, 2008*).

Sadržaj skroba. U zrnu kukuruza najviše ima BEM (bezazotnih ekstraktivnih materija), a čak 90% ukupne količine BEM je skrob, tako da posmatrajući hemijski sastav, kukuruz je zrneno-skrobna biljka. Ukupni hemijski sastav zrna kukuruza čini 71% skrob, sa variranjem od 3%, zatim 10% proteina sa variranjem od 8%, zatim 4,7% ulja sa variranjem od 10% i 2,5% celuloze sa variranjem od 10%. Najveće variranje u zrnu kukuruza bilo je kod sadržaja mineralnih supstanci (1,1 do 3,9%) i ono se kreće oko 30% u odnosu na prosek (*Bekrić, 1997*). Za uspešan razvoj biljaka, ugljenihidrati imaju veoma važnu i višestruku ulogu. Neke biljne vrste, a među njima i kukuruz, nakupljaju ugljene hidrate kao rezervnu materiju, i to pre svega skrob. Kukuruz se smatra najznačajnijom sirovinom za industrijski skrob u svetu. Većina skroba kukuruza se sastoji od dva glukozna polimera (oko 25% amiloze i 75% amilopektina), koji se razlikuju u molekularnoj veličini i stepenu grananja. Zrno zubana sadrži čvrsti i meki skrob, a intenzivno odlaganje skroba u endospermu zrna kukuruza započinje otprilike 12 do 15 dana nakon oplodnje (*Bekrić i sar., 1993b, 2000*). Mnogi autori navode da je kukuruz zuban jedina podvrsta koju treba koristiti za proizvodnju skroba iz kukuruza, a posebno treba obratiti pažnju da iskorišćenje skroba zavisi od genotipa. Kako zaključuju *Milašinović, Marija i sar. (2007)*, genotipovi sa najvećim prinosom skroba ne moraju uvek dati i najveće iskorišćenje skroba. Najveće iskorišćenje skroba (94,4%) dobijeno je za hibrid ZP 677, čiji je prinos skroba bio 67,8% (*Milašinović, Marija i sar., 2004*). Većina autora za prosečan hemijski sastav zubana navodi raspon od 67 do 78% (*Marić, 2005*). Sadržaj skroba u svim godinama ovih istraživanja, u oba ispitivana faktora, kretao se od 70,3 do 72,9 %, što se slaže sa rezultatima drugih autora.

U 2011. godini najmanji sadržaj skroba bio je u najmanjoj gustini – 71,93%, a povećanjem gustine rastao je do 72,33% useva u najvećoj gustini (tabela 72). U usevu bez navodnjavanja, zrna kukuruza imala su najviše skroba – 72,9%. Zalivanjem useva, sadržaj skroba u zrnu postepeno se smanjivao i najmanja vrednost (71,51%) bila je u varijanti najintenzivnijeg navodnjavanja. U A₂ varijanti skrob se smanjio za 0,55%, u varijanti A₃ za 1,13%**, a u najintenzivnijem navodnjavanju za 1,39%**. Variranja u A₃ i A₄ varijanti bila su veoma statistički značajna.

Tabela 72. Sadržaj skroba u 2011. godini, %

		B Gustina			Prosek
A Navodnjavanje		B ₁ 70x26 cm	B ₂ 70x24 cm	B ₃ 70x22 cm	
A ₁	Kontrola	72,75	72,83	73,13	72,90
A ₂	60%	72,13	72,38	72,55	72,35
A ₃	75%	71,55	71,78	71,98	71,77
A ₄	85%	71,30	71,55	71,68	71,51
Prosek		71,93	72,13	72,33	
LSD	A	B	B*A	A*B	
0,05		0,05	0,05	0,05	
0,91		0,45	0,91	1,17	
0,01		0,01	0,01	0,01	
1,31		0,62	1,23	1,65	
F TEST	A	B	A*B		
8,45**		1,17	0,02		

U 2012. godini najveći sadržaj skroba bio je u najmanjoj gustini – 71,48%, a povećanjem gustine, skrob se smanjio do 70,82% u B₃ varijanti (tabela 73). Najveći sadržaj skroba bio je u prirodnom vodnom režimu – 71,54%, a navodnjavanjem useva smanjio se do 70,73% u varijanti najintenzivnijeg navodnjavanja. Vrednosti skroba u sušnoj 2012. godini su manje nego u 2011. i 2013. godini, što pokazuje da povoljan raspored padavina u vegetacionom periodu utiče na povećanje skroba u zrnu kukuruza.

U 2013. godini najmanje skroba bilo je u najmanjoj gustini – 71,50%, a povećanjem gustine rastao je i sadržaj skroba do 71,79% u najvećoj gustini (tabela 74). U prirodnom vodnom režimu bilo je najviše skroba - 72,43%, a zalivanjem biljaka smanjivao se do 71,13% u varijanti najintenzivnijeg navodnjavanja. U A₂ varijanti sadržaj skroba se smanjio za 0,68%*, u varijanti A₃ za 1,18%***, a u najintenzivnijem navodnjavanju za 1,3%** za šta su dobijene statističke značajnosti.

Tabela 73. Sadržaj skroba u 2012. godini, %

		B Gustina			Prosek
A Navodnjavanje		B ₁ 70x26 cm	B ₂ 70x24 cm	B ₃ 70x22 cm	
A ₁ Kontrola		71,83	71,55	71,25	71,54
A ₂ 60%		71,68	71,45	70,98	71,37
A ₃ 75%		71,38	71,08	70,68	71,04
A ₄ 85%		71,05	70,75	70,38	70,73
Prosek		71,48	71,21	70,82	
LSD	A	B	B*A	A*B	
0,05		0,05	0,05	0,05	
0,91		0,62	1,24	1,36	
0,01		0,01	0,01	0,01	
1,31		0,84	1,68	1,89	
F TEST	A	B	A*B		
1,97		2,25	0,02		

U trogodišnjem proseku sadržaj skroba se smanjivao irigacijom biljaka i najbolji rezultati u svim godinama su ostvareni u prirodnom vodnom režimu – 72,29% (tabela 75). Navodnjavanjem useva u varijantama zalivanja sadržaj skroba se smanjio, za 0,46%*** u A₂ varijanti, za 0,93%*** u A₃ varijanti zalivanja, i za 1,7%*** u kombinaciji sa najvećim utroškom vode, a za sva variranja su dobijene statistički veoma značajne razlike. Povećanjem gustina povećavao se sadržaj skroba, ali nisu dobijene statističke značajnosti.

Tabela 74. Sadržaj skroba u 2013. godini, %

		B Gustina			Prosek
A Navodnjavanje	B ₁ 70x26 cm	B ₂ 70x24 cm	B ₃ 70x22 cm		
A ₁ Kontrola	72,28	72,38	72,63	72,43	
A ₂ 60%	71,58	71,78	71,90	71,75	
A ₃ 75%	71,08	71,23	71,45	71,25	
A ₄ 85%	71,08	71,13	71,20	71,13	
Prosek	71,50	71,63	71,79		
LSD	A	B	B*A	A*B	
	0,05	0,05	0,05	0,05	
	0,49	0,43	0,86	0,86	
	0,01	0,01	0,01	0,01	
	0,70	0,58	1,17	1,18	
F TEST	A	B	A*B		
	12,46**	0,88	0,11		

Osim većih prinosa kukuruza kao glavnog cilja svake poljoprivredne proizvodnje, sve više se naglašava i hemijski sastav, odnosno kvalitet zrna kukuruza koji je određen sadržajem i odnosom skroba, ulja i proteina, kako ističu *Farnham et al.* (2003). Klimatski uslovi su važan faktor koji utiče na hemijski sastav zrna, što su potvrdila istraživanja *Jurgensa i sar.* (1988) koji su zaključili da visoke temperature i manjak padavina mogu poremetiti sadržaj proteina, ulja i skroba. U trogodišnjem proučavanju navodnjavanja i broja biljaka sa deset hibrida kukuruza, *Josipović i sar.* (2007) utvrdili su da je navodnjavanje značajno uticalo na prinos zrna kukuruza, ali ne i na njegov hemijski sastav, što su pokazala i ova istraživanja.

Tabela 75. Sadržaj skroba u trogodišnjem proseku, %

A Navodnjavanje	Godina	B Gustina		
		B ₁ 70x26 cm	B ₂ 70x24 cm	B ₃ 70x22 cm
A ₁ Kontrola	2011.	72,75	72,83	73,13
	2012.	71,83	71,55	71,25
	2013.	72,28	72,38	72,63
Prosek		72,28	72,25	72,33
A ₂ 60%	2011.	72,13	72,38	72,55
	2012.	71,68	71,45	70,98
	2013.	71,58	71,78	71,90
Prosek		71,79	71,87	71,81
A ₃ 75%	2011.	71,55	71,78	71,98
	2012.	71,38	71,08	70,68
	2013.	71,08	71,23	71,45
Prosek		71,33	71,36	71,37
A ₄ 85%	2011.	71,30	71,55	71,68
	2012.	71,05	70,75	70,38
	2013.	71,08	71,13	71,20
Prosek		71,14	71,14	71,08
Ukupan prosek			71,62	
LSD	A	B	B*A	A*B
	0,05	0,05	0,05	0,05
	0,30	0,27	0,53	0,53
	0,01	0,01	0,01	0,01
	0,45	0,37	0,73	0,75
F TEST	A	B	A*B	
	23,44**	0,54	0,14	

Razlog za prednost kukuruza nad ostalim žitima u ishrani životinja je svakako njegov veći sadržaj skroba, odnosno veći sadržaj energije. U ispitivanju *Radosavljević, Milice i sar.* (2010), prosečan sadržaj skroba kod hibrida ZP 677 bio je 70,2%, što se slaže sa našim rezultatima. S obzirom da se kukuruz najčešće gaji radi dobijanja skroba, značajno je dobijanje što većih vrednosti prinosa skroba po jedinici površine. Prinos zrna kukuruza i skroba po jedinici površine je u veoma visokoj korelativnoj zavisnosti tako da veći prinosi dobijeni pod uticajem navodnjavanja ostvaruju i veći prinos skroba. Analiza rezultata *Tapanarove, Angeline* (2011) pokazuje da je prinos skroba po jedinici površine veoma značajno uslovljen uticajem vodnog režima, kao i sadržaj skroba u zrnu, međutim sa uticajem u suprotnom smeru. Prinos skroba je u prirodnom vodnom režimu i u navodnjavanju pratio trend prinosa zrna po jedinici površine i ostvarene su značajne razlike u vrednostima dobijenih u istoj varijanti, a u različitim godinama.

Sadržaj ulja.

Zrno kukuruza u poređenju sa drugim žitima ima značajno veći sadržaj ulja. Najviše ulja je u klici (oko 60%), a najmanje u endospermu (oko 0,5%). Prema količini nezasićenih omega-3 masnih kiselina, linolne i linolenske (oko 90%), ubraja se u najkvalitetnija jestiva ulja (*Glamočlija, 2012*). *Bekrić* (1997) zaključuje da se sa kapacitetom rodnosti od 8 do 11 t suvog zrna po hektaru, stvara mogućnost proizvodnje od 550 kg do 800 kg ulja i od 800 kg do 1000 kg ukupnog proteina. Od ukupno 100 kg zrna kukuruza preradom u skrob i ulje, prema *Jevtiću* (1978) dobije se 63 kg čistog skroba, 3 kg čistog ulja i 34 kg ostataka za ishranu domaćih životinja.

U 2011. godini najmanje ulja bilo je u najmanjoj gustini – 4,98%, a povećanjem gustine, vrednosti ulja su rasle do 5,02% u najvećoj gustini (tabela 76). Posle berbe kukuruza, zrna su u kontroli imala najmanje ulja (4,94%). U varijantama sa navodnjavanjem sadržaj ulja je bio veći i rastao je do 5,04% u varijanti najintenzivnijeg navodnjavanja.. U A₂ varijanti sadržaja ulja se povećao za 0,05%** , u varijanti A₃ za 0,08%** , a u varijanti najintenzivnijeg navodnjavanja za 0,1%** za šta su dobijene statističke značajnosti.

Tabela 76. Sadržaj ulja u 2011. godini, %

		B Gustina			Prosek
A Navodnjavanje	B ₁ 70x26 cm	B ₂ 70x24 cm	B ₃ 70x22 cm		
A ₁ Kontrola	4,92	4,94	4,97	4,94	
A ₂ 60%	4,97	4,99	5,01	4,99	
A ₃ 75%	4,99	5,03	5,04	5,02	
A ₄ 85%	5,01	5,03	5,07	5,04	
Prosek	4,98	5,00	5,02		
LSD	A	B	B*A	A*B	
	0,05	0,05	0,05	0,05	
	0,04	0,05	0,10	0,09	
	0,01	0,01	0,01	0,01	
	0,05	0,07	0,13	0,12	
F TEST	A	B	A*B		
	5,64**	2,07	0,04		

U 2012. godini u najmanjoj gustini bilo je najviše ulja - 4,75%, a povećanjem gustine sadržaj ulja se smanjio do 4,69% u najvećoj gustini useva, što je suprotno od rezultata iz prethodne godine (tabela 77). Povećanjem gustine, broj biljaka se povećava i potrebe za vodom su veće, što u sušnim godinama ostavlja traga na hemijski sastav zrna. Zato je preporuka proizvođačima da u godinama sa nepovoljnim padavinama seju hibrid ZP 677 na srednje ili veće gustine useva. Najmanje ulja bilo je u prirodnom vodnom režimu – 4,63%, a navodnjavanjem useva rasle su vrednosti ulja do 4,85% u A₄ varijanti. U A₂ varijanti sadržaj ulja se povećao za 0,05%, u varijanti A₃ za 0,1%**, a u najintenzivnijem navodnjavanju za 0,22%** što su pokazale statističke značajnosti.

Tabela 77. Sadržaj ulja u 2012. godini, %

		B Gustina			Prosek
A Navodnjavanje		B ₁ 70x26 cm	B ₂ 70x24 cm	B ₃ 70x22 cm	
	A ₁ Kontrola	4,66	4,63	4,61	4,63
	A ₂ 60%	4,70	4,69	4,65	4,68
	A ₃ 75%	4,75	4,73	4,71	4,73
	A ₄ 85%	4,88	4,86	4,81	4,85
Prosek		4,75	4,73	4,69	
LSD	A	B	B*A	A*B	
	0,05	0,05	0,05	0,05	
	0,09	0,06	0,12	0,14	
	0,01	0,01	0,01	0,01	
	0,13	0,08	0,17	0,19	
F TEST	A	B	A*B		
	13,63**	1,59	0,02		

U 2013. godini u najmanjoj gustini bilo je najmanje ulja - 4,79%, a povećanjem gustine sadržaj ulja je rastao do 4,84% u B₃ varijanti (tabela 78). U usevu bez navodnjavanja, zrna kukuruza imala su najmanje ulja – 4,48%. Zalivanjem useva, sadržaj ulja u zrnu postepeno se povećavao i najveća vrednost (5,2%) bila je u varijanti najintenzivnijeg navodnjavanja. U A₂ varijanti sadržaj ulja se povećao za 0,25%**, u varijanti A₃ za 0,37%**, a u varijanti najintenzivnijeg navodnjavanja za 0,72%**, što je i bilo najveće povećanje ulja u zrnu u sve tri godine istraživanja.

U trogodišnjem proseku u kontrolnoj varijanti je bilo najmanje ulja – 4,68%, a zalivanjem biljaka sadržaj ulja se povećao do 5,03% u najintenzivnijem navodnjavanju (tabela 79). U A₂ varijanti sadržaj ulja se povećao za 0,12%, u varijanti A₃ za 0,19%, a u varijanti najintenzivnijeg navodnjavanja za 0,35%, što su pokazale i statistički značajne razlike. Efekti navodnjavanja useva na sintezu ulja u zrnu kukuruza bili su

najveći u 2013. godini, tako da su razlike u odnosu na kontrolu bile veće nego u 2011. i 2012. godini. U 2013. godini u kontroli zrna su imala 4,48% ulja, a u varijantama sa navodnjavanjem A₂ - 4,73%, A₃ - 4,85%, A₄ - 5,20% ulja. Ova razlika bila je značajna. To je godina koja je imala najmanje padavina, ali je taj raspored bio bolji nego u prethodnoj godini i zalivanjem biljaka sadržaj ulja se najviše povećao u odnosu na prirodni vodni režim, za 0,72%, dok se u 2012. godini povećao za 0,22%, a u 2011. godini samo za 0,1%. Upoređujući rezultate sve tri godine dolazimo do zaključka da je veći sadržaj ulja u godinama sa povoljnijim padavinama (2013. i 2011.) nego u 2012. godini. Sadržaj ulja se povećavao povećanjem varijanti navodnjavanja, kao i povećanjem gustine, osim u sušnoj 2012. godini u kojoj se povećanjem gustina smanjivao.

Tabela 78. Sadržaj ulja u 2013. godini, %

		B Gustina			Prosek
A Navodnjavanje		B ₁ 70x26 cm	B ₂ 70x24 cm	B ₃ 70x22 cm	
	A ₁ Kontrola	4,44	4,48	4,51	4,48
	A ₂ 60%	4,71	4,73	4,74	4,73
	A ₃ 75%	4,82	4,86	4,88	4,85
	A ₄ 85%	5,18	5,21	5,23	5,20
	Prosek	4,79	4,82	4,84	
LSD	A	B	B*A	A*B	
	0,05	0,05	0,05	0,05	
	0,08	0,07	0,15	0,14	
	0,01	0,01	0,01	0,01	
	0,11	0,10	0,20	0,20	
F TEST	A	B	A*B		
	118,94**	1,37	0,01		

Tabela 79. Sadržaj ulja u trogodišnjem proseku, %

A Navodnjavanje	Godina	B Gustina		
		B ₁ 70x26 cm	B ₂ 70x24 cm	B ₃ 70x22 cm
A ₁ Kontrola	2011.	4,92	4,94	4,97
	2012.	4,66	4,63	4,61
	2013.	4,44	4,48	4,51
Prosek		4,68	4,68	4,69
A ₂ 60%	2011.	4,98	4,99	5,01
	2012.	4,71	4,69	4,65
	2013.	4,71	4,73	4,75
Prosek		4,80	4,80	4,80
A ₃ 75%	2011.	4,99	5,03	5,04
	2012.	4,75	4,74	4,71
	2013.	4,82	4,86	4,88
Prosek		4,86	4,87	4,88
A ₄ 85%	2011.	5,01	5,03	5,07
	2012.	4,88	4,86	4,82
	2013.	5,18	5,20	5,23
Prosek		5,02	5,03	5,04
Ukupan prosek			4,85	
LSD	A	B	B*A	A*B
	0,05	0,05	0,05	0,05
	0,28	0,03	0,05	0,28
	0,01	0,01	0,01	0,01
	0,42	0,04	0,07	0,43
	F TEST	A	B	A*B
	11,34**	0,03	0,01	

Taloženje ulja kao rezervne materije viših biljaka, sa energetskog aspekta, je najekonomičnije s obzirom da se kod biološke oksidacije ulja oslobađa više energije nego prilikom razgradnje ugljenih hidrata ili proteina (*Malešević i sar.*, 2005). *Jevtić* (1986) i *Blažić, Marija* (2006) ističu da je sadržaj ulja u zrnu veći u godinama sa manjom količinom padavina i većim temperaturama vazduha (2006) nego u kišnim, vlažnim i hladnijim godinama (2005) tokom vegetacionog perioda kukuruza. Sadržaj ulja u zrnu kukuruza zavisi i od hibrida kako navodi *Radosavljević, Milica et al.* (2009). U velikom procentu (oko 90%), sastav ulja zrna kukuruza čine visokovrednosne nezasićene masne kiseline (linolne i linolenske). Klica je osnovni nosilac ulja sa preko 60% od ukupnog sadržaja zrna. U odnosu na ostala žita, zrno kukuruza ima najveći sadržaj ulja (*Glamočlija*, 2006). U ispitivanju *Radosavljević, Milice i sar.* (2010), prosečan sadržaj ulja kod hibrida ZP 677 bio je 5,1%, što se slaže sa našim rezultatima.

Sadržaj celuloze.

Celuloza utiče na svarljivost hrane. U zrnu kukuruza se nalazi u malim količinama i to uglavnom u omotaču, pa se kukuruz svrstava u kategoriju visoko svarljivih biljaka. Kao osnovni strukturni ugljenihidrat omotača, sastavljena je od beta glukozidnih veza koje formiraju prave molekule i vlaknastu strukturu. Aspekt svarljivosti celuloze varira u zavisnosti od genotipova, kao i od mnogo drugih faktora, pa *Deinum*, (1987) i *Struik* (1985) navode da genetička osnova, zemljišni i klimatski uslovi mogu uticati i do 5% na smanjenje svarljivosti kukuruza.

U prvoj godini istraživanja, u usevu bez navodnjavanja zrna kukuruza imala su najviše celuloze, 2,53%. Zalivanjem useva sadržaj celuloze u zrnu postepeno se smanjivao i najmanja vrednost bila je u varijanti najintenzivnijeg navodnjavanja – 2,34% (tabela 80). U A₂ varijanti navodnjavanja smanjenje sadržaja celuloze bilo je 0,02%, u A₃ varijanti navodnjavanja za 0,14%, a u varijanti najintenzivnijeg navodnjavanja za 0,19%. U ovoj godini najveći sadržaj celuloze u zrnu bio je u najmanjoj gustini - 2,46%, a povećanjem gustine se smanjivao do 2,42% u B₃ varijanti.

Tabela 80. Sadržaj celuloze u 2011. godini, %

		B Gustina			Prosek
A Navodnjavanje	B ₁ 70x26 cm	B ₂ 70x24 cm	B ₃ 70x22 cm		
A ₁ Kontrola	2,56	2,53	2,51	2,53	
A ₂ 60%	2,54	2,5	2,49	2,51	
A ₃ 75%	2,41	2,39	2,36	2,39	
A ₄ 85%	2,34	2,34	2,32	2,34	
Prosek	2,46	2,44	2,42		
LSD	A	B	B*A	A*B	
	0,05	0,05	0,05	0,05	
	0,14	0,07	0,13	0,18	
	0,01	0,01	0,01	0,01	
	0,20	0,09	0,18	0,25	
F TEST	A	B	A*B		
	8,75**	0,64	0,01		

Iako je navodnjavanjem biljkama tokom vegetacionog perioda omogućen optimalan vodni režim, sadržaj celuloze varirao je po godinama istraživanja. U drugoj godini istraživanja najveći sadržaj celuloze bio je u prirodnom vodnom režimu – 2,65%, a zalivanjem biljaka smanjio se do 2,36% u varijanti najintenzivnijeg navodnjavanja (tabela 81). U A₂ varijanti navodnjavanja smanjenje sadržaja celuloze bilo je 0,13%, u A₃ varijanti navodnjavanja za 0,25%**, a u varijanti najintenzivnijeg navodnjavanja za 0,29%**, što je bilo najveće smanjenje u sve tri godine istraživanja. Dobijene vrednosti sadržaja celuloze u sušnoj 2012. godini su veće nego u povoljnijim godinama, što pokazuje da je manjak vode razlog većeg sadržaja celuloze. U ovoj godini najveći sadržaj celuloze bio je u najmanjoj gustini - 2,52%, a povećanjem gustine se smanjivao do 2,45% u B₃ varijanti.

Tabela 81. Sadržaj celuloze u 2012. godini, %

B Gustina				Prosek
A Navodnjavanje	B ₁ 70x26 cm	B ₂ 70x24 cm	B ₃ 70x22 cm	
A ₁ Kontrola	2,68	2,65	2,62	2,65
A ₂ 60%	2,58	2,49	2,48	2,52
A ₃ 75%	2,44	2,40	2,37	2,40
A ₄ 85%	2,39	2,36	2,33	2,36
Prosek	2,52	2,48	2,45	
LSD	A	B	B*A	A*B
	0,05	0,05	0,05	0,05
	0,08	0,08	0,15	0,15
	0,01	0,01	0,01	0,01
	0,12	0,1	0,21	0,21
F TEST	A	B	A*B	
	19,30**	2,28	0,08	

U 2013. godini najveći sadržaj celuloze bio je u najmanjoj gustini - 2,48%, a povećanjem gustine se smanjivao do 2,43% u B₃ varijanti. (tabela 82). Najveći sadržaj celuloze bio je u prirodnom vodnom režimu – 2,57%, a navodnjavanjem useva smanjio se do 2,35% u varijanti najintenzivnijeg navodnjavanja. U A₂ varijanti navodnjavanja smanjenje sadržaja celuloze bilo je 0,05%, u A₃ varijanti navodnjavanja za 0,14%*, a u varijanti najintenzivnijeg navodnjavanja za 0,2***%.

Tabela 82. Sadržaj celuloze u 2013. godini, %

		B Gustina			Prosek
A Navodnjavanje		B ₁ 70x26 cm	B ₂ 70x24 cm	B ₃ 70x22 cm	
A ₁	Kontrola	2,57	2,55	2,54	2,55
A ₂	60%	2,52	2,49	2,48	2,50
A ₃	75%	2,44	2,42	2,39	2,41
A ₄	85%	2,38	2,36	2,33	2,35
Prosek		2,48	2,45	2,43	
LSD	A	B	B*A	A*B	
	0,05	0,05	0,05	0,05	
	0,13	0,04	0,08	0,15	
	0,01	0,01	0,01	0,01	
F TEST	A	B	A*B		
	11,85**	0,87	0,01		

U trogodišnjem istraživanju, u uslovima prirodnog vlaženja, na sadržaj celuloze najviše je uticao vodni režim tokom vegetacionog perioda kukuruza. Zrno kukuruza je u vlažnijim godinama (2011. i 2012.) imalo manji sadržaj celuloze (2,44% i 2,45%), dok je u 2012. godini bio najveći sadržaj celuloze u zrnju – 2,48%. Vodni režim u 2012. godini je bio najnepovoljniji. U trogodišnjem proseku najveći sadržaj celuloze bio je u prirodnom vodnom režimu – 2,58%, a irigacijom useva celuloza se smanjivala do 2,35% u A₄ varijanti (tabela 83). U A₂ varijanti celuloza se smanjila za 0,07%*, u A₃ varijanti za 0,18%***, a u najintenzivnijem navodnjavanju za 0,23%***, što je pokazalo i statističku značajnost. Najviše celuloze bilo je u najmanjoj gustini – 2,49%, a povećanjem gustine sadržaj celuloze se smanjio do 2,44% u B₃ varijanti. U B₂ varijanti smanjila se za 0,03%***, a u B₃ za 0,05%***, što je pokazalo statistički veoma značajne razlike.

Tabela 83. Sadržaj celuloze u trogodišnjem proseku, %

A Navodnjavanje	Godina	B Gustina		
		B ₁ 70x26 cm	B ₂ 70x24 cm	B ₃ 70x22 cm
A ₁ Kontrola	2011.	2,56	2,53	2,51
	2012.	2,68	2,65	2,62
	2013.	2,57	2,55	2,54
Prosek		2,60	2,58	2,56
A ₂ 60%	2011.	2,54	2,50	2,49
	2012.	2,58	2,49	2,48
	2013.	2,52	2,49	2,48
Prosek		2,55	2,50	2,48
A ₃ 75%	2011.	2,41	2,39	2,36
	2012.	2,44	2,40	2,37
	2013.	2,44	2,42	2,39
Prosek		2,43	2,40	2,37
A ₄ 85%	2011.	2,36	2,34	2,32
	2012.	2,39	2,36	2,33
	2013.	2,38	2,36	2,33
Prosek		2,37	2,35	2,33
Ukupan prosek			2,46	
LSD	A	B	B*A	A*B
	0,05	0,05	0,05	0,05
	0,06	0,01	0,02	0,06
	0,01	0,01	0,01	0,01
	0,08	0,01	0,03	0,09
F TEST	A	B	A*B	
	129,75**	11,97**	0,19	

Proučavajući hemijski sastav zrna na petnaestak ZP hibrida kukuruza, *Radosavljević, Milica et al.* (2009) su došli do rezultata po kojima se sadržaj proteina kretao od 8,6 do 12,7%, sadržaj skroba od 67,5 do 73%, sadržaj ulja kretao se od 4,7% do 6,7%, sadržaj celuloze od 1,8 do 2,8%, a sadržaj pepela od 1,3 do 1,5%. U proučavanju *Radosavljević, Milice i sar.*, (2010), prosečan sadržaj celuloze kod hibrida ZP 677 bio je 2,1%. Hemijski sastav zrna kukuruza zavisi od hibrida, agrotehničkih mera i agroekoloških uslova (*Kondić, 1998*). Agrotehničke mere i ekološki uslovi u manjoj ili većoj meri utiču na sadržaj ugljenih hidrata, proteina, ulja, mineralnih supstanci zrna kukuruza, dok su kvalitativne osobine kukuruza nasledne. Pošto je kukuruz energetsko hranivo i najčešće se koristi za ishranu ljudi i domaćih životinja, veoma nam je važan sadržaj hranljivih materija u zrnju kukuruza. Variranje sadržaja hranljivih supstanci u zrnju kukuruza uslovljeno je uticajem različitih činilaca, među ostalim i uticajem snabdevenosti biljaka vodom (*Tapanarova, Angelina i sar.*, 2009).

Sadržaj mineralnih soli.

Mineralne soli su najviše raspoređene u klici i rožastom endospermu. U hemijskom sastavu soli preovlađuju fosfati, kalijumove, magnezijumove i kalcijumove soli (*Glamočlija, 2012*). Kod *Tapanarove* (2011) različiti vodni režimi uticali su i na promenu hemijskog sastava zrna kukuruza. Povećane zalivne norme u vegetacionom periodu uticale su na povećanje sadržaja proteina i ulja u zrnju, a na smanjenje sadržaja skroba, celuloze i mineralnih soli.

U prvoj godini istraživanja, u usevu bez navodnjavanja zrna kukuruza imala su najviše mineralnih soli, 1,41%, a u varijantama sa navodnjavanjem 1,28%. Ova razlika je bila značajna. Zalivanjem useva sadržaj mineralnih soli postepeno se smanjivao i najmanja vrednost (1,24%) bila je u varijanti najintenzivnijeg navodnjavanja (tabela 84). U A₂ varijanti navodnjavanja smanjenje sadržaja mineralnih soli bilo je 0,08%*, u A₃ varijanti navodnjavanja za 0,13%**, a u varijanti najintenzivnijeg navodnjavanja za 0,17%**, što je bilo najveće smanjenje u sve tri godine istraživanja. Efekti navodnjavanja useva na sintezu mineralnih soli u zrnju kukuruza bili su najveći u 2011. godini, tako da su razlike u odnosu na kontrolu bile veće nego u 2012. i 2013. godini. U

ovoj godini najveći sadržaj mineralnih soli bio je u najmanjoj gustini – 1,34%, a povećanjem gustine se smanjivao do 1,30% u B₃ varijanti.

Tabela 84. Sadržaj mineralnih soli u 2011. godini, %

	B Gustina				Prosek
	A Navodnjavanje	B ₁ 70x26 cm	B ₂ 70x24 cm	B ₃ 70x22 cm	
A ₁ Kontrola		1,43	1,41	1,39	1,41
A ₂ 60%		1,35	1,34	1,31	1,33
A ₃ 75%		1,31	1,28	1,27	1,28
A ₄ 85%		1,26	1,24	1,21	1,24
Prosek		1,34	1,32	1,30	
LSD	A	B	B*A	A*B	
	0,05	0,05	0,05	0,05	
	0,07	0,06	0,13	0,13	
	0,01	0,01	0,01	0,01	
	0,11	0,09	0,17	0,18	
F TEST	A	B	A*B		
	11,51**	0,29	0,31		

Količina i raspored padavina imaju najveći uticaj na ukupan sadržaj mineralnih soli. Upravo ovi činioci imali su odlučujuću ulogu kod kvalitativnih osobina zrna kukuruza u 2012. godini. Najveći sadržaj mineralnih soli bio je u uslovima prirodnog vlaženja – 1,37%, a navodnjavanjem useva smanjivao se do 1,22% u varijanti najintenzivnijeg navodnjavanja (tabela 85). U A₂ varijanti navodnjavanja smanjenje sadržaja mineralnih soli bilo je za 0,06%, u A₃ varijanti navodnjavanja za 0,11%*, a u varijanti najintenzivnijeg navodnjavanja za 0,15%** . Dobijene vrednosti sadržaja mineralnih soli u sušnoj 2012. godini su manje nego u dve povoljnije godine, što pokazuje da je kod manjka vode manji sadržaj mineralnih soli. U 2012. godini najveći

sadržaj mineralnih soli bio je u najmanjoj gustini – 1,31%, a povećanjem gustine se smanjivao do 1,27% u B₃ varijanti.

Tabela 85. Sadržaj mineralnih soli u 2012. godini, %

		B Gustina			Prosek
A Navodnjavanje		B ₁ 70x26 cm	B ₂ 70x24 cm	B ₃ 70x22 cm	
A ₁	Kontrola	1,38	1,38	1,36	1,37
A ₂	60%	1,33	1,30	1,29	1,31
A ₃	75%	1,28	1,27	1,24	1,26
A ₄	85%	1,25	1,22	1,21	1,22
Prosek		1,31	1,29	1,27	
LSD	A	B	B*A	A*B	
	0,05	0,05	0,05	0,05	
	0,11	0,07	0,13	0,15	
	0,01	0,01	0,01	0,01	
	0,15	0,09	0,18	0,21	
F TEST	A	B	A*B		
	3,92*	1,32	0,27		

U trećoj godini istraživanja najveći sadržaj mineralnih soli bio je u najmanjoj gustini – 1,31%, a povećanjem gustine se smanjivao do 1,27% u B₃ varijanti. (tabela 86). Najveći sadržaj mineralnih soli bio je u prirodnom vodnom režimu – 1,38%, a zalivanjem biljaka smanjivao se do 1,23% u varijanti najintenzivnijeg navodnjavanja. U A₂ varijanti navodnjavanja smanjenje sadržaja mineralnih soli bilo je 0,1%***, u A₃ varijanti navodnjavanja za 0,12%***, a u varijanti najintenzivnijeg navodnjavanja za 0,15%**.

Tabela 86. Sadržaj mineralnih soli u 2013. godini, %

		B Gustina			Prosek
A Navodnjavanje		B ₁ 70x26 cm	B ₂ 70x24 cm	B ₃ 70x22 cm	
A ₁	Kontrola	1,40	1,37	1,37	1,38
A ₂	60%	1,30	1,28	1,27	1,28
A ₃	75%	1,28	1,26	1,25	1,26
A ₄	85%	1,26	1,23	1,22	1,23
Prosek		1,31	1,28	1,27	
LSD	A	B	B*A	A*B	
	0,05	0,05	0,05	0,05	
	0,11	0,05	0,09	0,14	
	0,01	0,01	0,01	0,01	
	0,16	0,06	0,13	0,19	
F TEST	A	B	A*B		
	6,85**	0,73	0,00		

U sve tri godine, posle berbe kukuruza, zrna su u kontroli imala najveći procenat mineralnih soli, 1,39%. U varijantama sa navodnjavanjem sadržaj mineralnih soli bio je manji, u proseku za 9,1%, odnosno smanjio se do 1,23% u A₄ varijanti (tabela 87). U A₂ varijanti sadržaj mineralnih soli u zrnu smanjio se za 0,08%**, u A₃ varijanti za 0,12%**, a u najintenzivnijem navodnjavanju za 0,16%**, što je pokazalo i statističke značajnosti. Najveći sadržaj mineralnih soli bio je u najmanjoj gustini – 1,32%, a povećanjem gustine sadržaj mineralnih soli smanjio se do 1,28% u B₃ varijanti. U B₂ varijanti smanjila se za 0,02%**, a u B₃ za 0,04%**, što je pokazalo veoma značajne statističke razlike.

Tabela 87. Sadržaj mineralnih soli u trogodišnjem proseku, %

A Navodnjavanje	Godina	B Gustina		
		B ₁ 70x26 cm	B ₂ 70x24 cm	B ₃ 70x22 cm
A ₁ Kontrola	2011.	1,43	1,41	1,39
	2012.	1,38	1,38	1,36
	2013.	1,41	1,37	1,37
Prosek		1,40	1,39	1,37
A ₂ 60%	2011.	1,35	1,34	1,31
	2012.	1,33	1,30	1,29
	2013.	1,30	1,28	1,27
Prosek		1,33	1,31	1,29
A ₃ 75%	2011.	1,31	1,28	1,27
	2012.	1,28	1,27	1,24
	2013.	1,28	1,26	1,25
Prosek		1,29	1,27	1,25
A ₄ 85%	2011.	1,26	1,24	1,21
	2012.	1,25	1,22	1,21
	2013.	1,26	1,23	1,22
Prosek		1,25	1,23	1,21
Ukupan prosek			1,30	
LSD	A	B	B*A	A*B
	0,05	0,05	0,05	0,05
	0,02	0,01	0,01	0,02
	0,01	0,01	0,01	0,01
	0,03	0,01	0,01	0,03
F TEST	A	B	A*B	
	335,37**	34,43**	0,16	

Na usvajanje i metabolizam drugih jona utiču joni azota. Kod antagonističkog i sinergističkog delovanja pojedinih jona pri usvajanju, povećanje sadržaja jednog elementa u biljnom tkivu može da bude praćeno smanjenjem koncentracije nekog drugog elementa. U isto vreme menja se i odnos u sadržaju pojedinih elemenata u biljkama što može da ima i povoljnih i nepovoljnih posledica na kvalitet zrna kukuruza. U istraživanju *Radosavljević, Milica et al.* (2009) razlike među hibridima vezano za sadržaj mineralnih soli u zrnu kukuruza su neznatne. Najviše mineralnih soli u zrnu kukuruza sadrže klica i rožasti endosperm, i to fosfate, kalijumove, magnezijumove i kalcijumove soli. Mineralne soli su veoma važne za ishranu i posebno je značajan njihov hemijski sastav, jer se uglavnom kod sastavljanja obroka vrši korekcija mineralnog sadržaja (*Pavličević i sar.*, 1999). Dobijeni rezultati sadržaja mineralnih soli u ovim istraživanjima, bez obzira na godinu, varijantu gustine useva ili varijantu vodnog režima su u granicama od 1,20 do 1,45%, kako navodi većina autora za prosečan hemijski sastav zubana kao granične vrednosti sadržaja mineralnih soli. Navodnjavanje i povećanje gustine useva je uticalo na smanjenje sadržaja mineralnih soli u malom procentu.

Sadržaj vode u zrnu.

U 2011. godini najmanji sadržaj vode bio je u varijanti najmanje gustine – 30,23%, a povećanjem gustine rastao je i sadržaj vode do 30,66% u najvećoj gustini (tabela 88). Posle berbe kukuruza zrna su u kontroli imala najmanji procenat vode, 28,78%. U varijantama sa navodnjavanjem vlažnost zrna bila je veća, u proseku za 10%. Zalivanjem useva biljke kukuruza su u povoljnijem vodnom režimu produžile period sinteze i nakupljanja hranljivih materija u zrnu. S druge strane, u kontroli usled letnjih suša, biljke su ranije završile faze sazrevanja zrna. U A₂ varijanti povećanje je bilo 1,18%*, u A₃ varijanti za 2,22%***, a u varijanti najintenzivnijeg navodnjavanja za 2,9%***, što je i bilo najveće povećanje vode u zrnu u sve tri godine istraživanja. U ovoj godini dobijene su najveće vrednosti sadržaja vode u zrnu, što pokazuje zavisnost količine vode iz padavina i količine vode u zrnu.

Tabela 88. Sadržaj vode u zrnu u 2011. godini, %

		B Gustina			Prosek
A Navodnjavanje	B ₁ 70x26 cm	B ₂ 70x24 cm	B ₃ 70x22 cm		
A ₁ Kontrola	28,60	28,75	29,00	28,78	
A ₂ 60%	30,00	30,20	30,58	30,26	
A ₃ 75%	30,80	31,00	31,20	31,00	
A ₄ 85%	31,50	31,65	31,88	31,68	
Prosek	30,23	30,40	30,66		
LSD	A	B	B*A	A*B	
	0,05	0,05	0,05	0,05	
	0,84	0,72	1,44	1,45	
	0,01	0,01	0,01	0,01	
	1,21	0,98	1,96	2,00	
F TEST	A	B	A*B		
	19,69**	0,82	0,01		

U 2012. godini najmanji sadržaj vode bio je u varijanti najmanje gustine – 21,39%, a povećanjem gustine rastao je i sadržaj vode do 21,77% u najvećoj gustini (tabela 89). U uslovima prirodnog vlaženja sadržaj vode u zrnu bio je najmanji – 21,28%, a zalivanjem biljaka sadržaj vode se povećavao do 21,92% u varijanti najintenzivnijeg navodnjavanja. U ovoj godini za ispitivane faktore nisu dobijene statističke značajnosti. Najmanje vrednosti sadržaja vode dobijene su u ovoj godini, što je zakonomerno smanjenoj količini padavina u ovoj godini.

Tabela 89. Sadržaj vode u zrnu u 2012. godini, %

		B Gustina			Prosek
A Navodnjavanje		B ₁ 70x26 cm	B ₂ 70x24 cm	B ₃ 70x22 cm	
	A ₁ Kontrola	21,13	21,25	21,45	21,28
	A ₂ 60%	21,30	21,50	21,73	21,51
	A ₃ 75%	21,40	21,65	21,80	21,62
	A ₄ 85%	21,75	21,90	22,10	21,92
Prosek		21,39	21,58	21,77	
LSD	A	B	B*A	A*B	
	0,05	0,05	0,05	0,05	
	0,46	0,48	0,97	0,91	
	0,01	0,01	0,01	0,01	
	0,67	0,66	1,31	1,26	
F TEST	A	B	A*B		
	2,20	1,46	0,01		

U 2013. godini u usevu bez navodnjavanja zrna kukuruza imala su najmanje vode, 24,78%. Zalivanjem useva sadržaj vode u zrnu postepeno se povećavao i najveća vrednost (26,03%) bila je u varijanti najintenzivnijeg navodnjavanja (tabela 90). U A₂ varijanti povećanje je bilo 0,46%**, u A₃ varijanti za 0,95%**, a u varijanti najintenzivnijeg navodnjavanja za 1,25%**. U 2013. godini najmanji sadržaj vode bio je u varijanti najmanje gustine – 25,24%, a povećanjem gustine rastao je i sadržaj vode do 25,94% u najvećoj gustini.

Tabela 90. Sadržaj vode u zrnu u 2013. godini, %

		B Gustina			Prosek
A Navodnjavanje		B ₁ 70x26 cm	B ₂ 70x24 cm	B ₃ 70x22 cm	
A ₁	Kontrola	24,55	24,78	25,00	24,78
A ₂	60%	25,08	25,23	25,43	25,24
A ₃	75%	25,53	25,75	25,93	25,73
A ₄	85%	25,83	26,03	26,23	26,03
Prosek		25,24	25,44	25,64	
LSD	A	B	B*A	A*B	
	0,05	0,05	0,05	0,05	
	0,28	0,75	1,51	1,26	
	0,01	0,01	0,01	0,01	
	0,40	1,02	2,04	1,72	
F TEST	A	B	A*B		
	4,54**	0,80	0,00		

Variranja u sadržaju vode u zrnu po godinama istraživanja ukazuju da je ova kvalitativna osobina zrna zavisila od količine i rasporeda padavina, ali i od toplotnih uslova. U uslovima suvog ratarenja godine sa manjim količinama padavina u letnjim mesecima odlikuju se i vrlo visokim temperaturama vazduha što dodatno nepovoljno utiče na sadržaj vode u zrnu. Kukuruz je u najvlažnijoj 2011. godini imao najveći sadržaj vode u zrnu – 30,43% (tabela 91). U drugoj godini istraživanja sadržaj vode je bio najmanji i iznosio je samo 21,58%. Vodni režim u ovoj godini bio je najnepovoljniji. Prosečan sadržaj vode u zrnu u trećoj godini bio je 25,45%. U sve tri godine, najmanje vode bilo je u prirodnom vodnom režimu – 24,95%, a navodnjavanjem useva povećavao se sadržaj vode do 26,54% u varijanti najintenzivnijeg navodnjavanja. U A₂ varijanti povećanje je bilo 0,72%, u A₃ varijanti za 1,17%* (statistički značajno), a u varijanti najintenzivnijeg navodnjavanja za 1,59%** (veoma statistički značajno).

Tabela 91. Sadržaj vode u zrnu u trogodišnjem proseku, %

A Navodnjavanje	Godina	B Gustina		
		B ₁ 70x26 cm	B ₂ 70x24 cm	B ₃ 70x22 cm
A ₁ Kontrola	2011.	28,60	28,75	29,00
	2012.	21,13	21,25	21,45
	2013.	24,55	24,78	25,00
Prosek		24,76	24,93	25,15
A ₂ 60%	2011.	30,00	30,20	30,58
	2012.	21,30	21,50	21,73
	2013.	25,08	25,23	25,43
Prosek		25,46	25,64	25,91
A ₃ 75%	2011.	30,80	31,00	31,20
	2012.	21,40	21,65	21,80
	2013.	25,53	25,75	25,93
Prosek		25,91	26,13	26,31
A ₄ 85%	2011.	31,50	31,65	31,88
	2012.	21,75	21,90	22,10
	2013.	25,83	26,03	26,23
Prosek		26,36	26,53	26,73
Ukupan prosek		25,82		
LSD	A	B	B*A	A*B
	0,05	0,05	0,05	0,05
	1,02	0,03	0,07	1,02
	0,01	0,01	0,01	0,01
	1,54	0,05	0,09	1,54
F TEST	A	B	A*B	
	19,59**	2,30**	0,01	

U trogodišnjem proseku najmanji sadržaj vode bio je u varijanti najmanje gustine – 25,62%, a povećanjem gustine rastao je i sadržaj vode do 26,03% u najvećoj gustini. U B₂ varijanti povećanje je bilo 0,19%** , a u B₃ varijanti za 0,41%** . Za ova variranja su dobijene veoma značajne statističke razlike.

Rezultati istraživanja pokazali su da različiti vodni režimi (različite varijante navodnjavanja) utiču na promenu hemijskog sastava zrna kukuruza, a samim tim i na promenu hranljive vrednosti kukuruza. U zrnu kukuruza veća suma vode tokom vegetacionog perioda uticala je na povećanje sadržaja proteina i ulja, a na smanjenje procenta skroba, celuloze i mineralnih soli. Kako se u uslovima različitih varijanti navodnjavanja dobijaju različiti prinosi, tako i sadržaj hranljivih materija u zrnu varira da se sadržaj neke komponente poveća, a sadržaj druge komponente smanjuje. To je razlog da su optimalni prinosi u skladu zadovoljenja zahteva useva za vodom sa unapred određenom namenom korišćenja. Proučavajući nekoliko hibrida grupa zrenja FAO 200-600 i četiri gustine useva (35.000, 42.000, 50.000 i 62.000 biljaka po hektaru) *Gotlin i Pucarić* (1969) su zaključili da je najveći sadržaj vode u zrnu bio u usevu od 42.000 biljaka. Optimalna obezbeđenost biljaka vodom ima vrlo veliki značaj za rastenje i razviće kukuruza. Pravilnim navodnjavanjem treba nadoknaditi smanjenje količine vode iz prirodnog vlaženja sa ciljem da se omoguće optimalni uslovi za nesmetan proces obrazovanja novih i odumiranja starih, perifernih listova. Na problem suviše količine padavina agrotehničkim merama se ne može uticati, osim održavanjem postojećih i izgradnjom novih odvodnih kanala. Pored padavina i toplotni uslovi imaju velik uticaj na vrednosti kvalitativnih osobina zrna kukuruza.

8. ZAKLJUČAK

Na osnovu rezultata trogodišnjih istraživanja uticaja gustine useva na prinos i kvalitet zrna kukuruza u uslovima navodnjavanja i prirodnog vodnog režima može se zaključiti sledeće:

- U trogodišnjem periodu (2011-2013) tokom ontogeneze kukuruza, količine i raspored padavina po fenofazama nisu bile povoljne za optimalno rastenje i razviće biljaka. Najmanje padavina bilo je 2013. godine (242 mm). Međutim, raspored je tokom vegetacionog perioda bio povoljniji nego 2012. godine u kojoj je u periodu april-septembar bilo za oko 9% više padavina. U 2011. godini bilo je 332 mm padavina ili za 26%, odnosno 37% više nego u narednim godinama. Poređenjem sa uslovno-optimalnim potrebama kukuruza u sve tri godine bilo je manje vode, kako po količini, tako i po rasporedu po fenofazama. Prirodni vodni režim u trogodišnjem proseku bio je 279 mm padavina tokom vegetacionog perioda kukuruza (A_1). Navodnjavanjem useva biljkama je prosečno obezbeđeno 379 mm vode u varijanti A_2 , odnosno 428 mm u varijanti A_3 i 526 mm u varijanti A_4 .

- Na prosečne vrednosti **visine biljaka kukuruza** više su uticale količine i raspored vode po fenofazama, a manje gustine useva. U trogodišnjem proseku najmanje biljke obrazovane su u usevu prirodnog vodnog režima (257,5 cm), sa izraženim variranjima po godinama, od 239,5 cm u 2012. godini do 269,75 cm u 2013. godini. Navodnjavanjem useva u varijantama zalivanja, prosečna visina biljaka povećana je za 6,2% u A_2 varijanti, 11,7% u A_3 varijanti zalivanja, a za 16,8% u kombinaciji sa najvećim utroškom vode. Gustina useva je, takođe uticala na visinu biljaka koje su bile najniže u najređem usevu (256,25 cm). Povećanjem broja biljaka po jedinici površine povećavala se i prosečna visina biljke. Ova variranja bila su jače izražena u usevu bez navodnjavanja i zavisila su od vodnog režima, tako da je i interakcija vodni režim x gustina useva imala značajan uticaj na ovu morfološku osobinu.

- **Broj listova stabla** zavisio je od navodnjavanja, pa je najveći broj listova stabla bio pri najvećem navodnjavanju (14,67 listova), što su pokazale statistički značajne razlike, dok gustine useva nisu pokazale uticaj na broj listova stabla. U A_2 varijanti povećanje je bilo 1,25 listova, u A_3 varijanti povećanje od 2,33** listova (statistička značajnost), a kod

najintenzivnijeg povećanje od 3,14** listova (statistička značajnost). U sušnoj 2012. godini najveći broj listova bio je u usevu najmanje gustine, dok je u druge dve godine i trogodišnjem proseku najbolji rezultat bio u najvećoj gustini.

- Navodnjavanje je pokazalo uticaj na **visinu stabla do klipa**, najveća visina stabla do klipa bio je kod najintenzivnijeg navodnjavanja u usevu najveće gustine (130,83 cm), što je pokazalo i statistički veoma značajne razlike. Navodnjavanjem useva, u A₂ varijanti visina stabla do klipa se povećala 8,81cm** (statistička značajnost), u A₃ varijanti za 14,37cm**, a u najintenzivnijem navodnjavanju to povećanje je bilo 20,62cm** (statistička značajnost). U trogodišnjem proseku u prirodnom vodnom režimu i prvoj varijanti navodnjavanja, najveća visina stabla do klipa bila je u srednjoj gustini, što je i optimalna gustina za hibrid ZP 677, dok je u drugoj i trećoj varijanti navodnjavanja najveća visina stabla do klipa bila u usevu najveće gustine. U sušnoj 2012. godini najbolji rezultati su dobijeni u najmanjoj gustini, što nam pokazuje da je u godinama sa manje padavina, hibrid ZP 677 bolje sejati na veće gustine.

- **Broj biljaka bez klipa** se smanjivao zalivanjem biljaka i povećanjem gustine useva. U varijanti najintenzivnijeg navodnjavanja bilo je najmanje biljaka bez klipa (5,61%). Irigacijom, broj biljaka bez klipa se smanjio u varijanti A₂ za 3%, u varijanti A₃ za 6,06%, a u varijanti A₄ broj biljaka bez klipa se smanjio za 6,73%. Hibrid ZP 677 bolje uspeva u srednjim i širim gustinama useva, pa je u sušnoj 2012. godini najmanje biljaka bez klipa bilo u B₁ varijanti, dok je u druge dve godine i trogodišnjem proseku najmanji broj biljaka bez klipa bio u najvećima gustinama (5,17%). Razlog je manjak vode za rastenje i razviće velikog broja biljaka na jedinici površine, dok je u usevu manje gustine broj poplegih biljaka bio manji, jer što je manje biljaka na parceli, i potrebe za vodom su manje, što pokazuju i rezultati i drugih ispitivanih analiza u sušnoj 2012. godini.

- U trogodišnjem proseku u varijanti prirodnog vodnog režima bilo je najviše **poplegih biljaka** (6,28%). Zalivanjem useva smanjivao se broj poplegih biljaka, pa je u A₂ varijanti taj broj smanjen za 1,2%, u A₃ varijanti za 1,68%, dok je u varijanti najintenzivnijeg navodnjavanja broj poplegih biljaka smanjen za 2,64%. Za varijante navodnjavanja dobijene su statističke značajnosti. Broj poplegih biljaka smanjivao se

povećanjem gustine, osim u sušnoj 2012. godini, u kojoj je zbio najveći broj poplegih biljaka, zbog napada kukuruznog plamenca (*Pyrausta nubilalis*).

- Kao i u prethodne dve analize, **površina lista ispod klipa** se smanjivala irigacijom i povećanjem gustine useva. Najveća površina lista ispod klipa bila je u varijanti prirodnog vodnog režima (636,78 cm²) i navodnjavanjem useva ona se smanjivala. U A₂ varijanti površina lista ispod klipa smanjila se za 6,67 cm², u A₃ varijanti za 11,1cm², a u varijanti najintenzivnijeg navodnjavanja smanjena je za 17,39 cm². Navodnjavanje je za sve varijante pokazalo statistički veoma značajnu razliku.

- **Dužina klipa** povećavala se zalivanjem biljaka i povećanjem gustine, osim u sušnoj 2012. godini, u kojoj su najduži klipovi dobijeni u najmanjoj gustini. Ovde se pokazalo da je u sušnoj godini bolje sejati kukuruz na manje gustine, jer kod manjeg broja biljaka po površini ostaje više dostupne vode za rastenje i razviće. Navodnjavanjem useva u varijantama zalivanja, dužina klipa se povećala za 3,11 cm u A₂ varijanti, 4,28 cm u A₃ varijanti zalivanja, a za 5,7 cm u kombinaciji sa najvećim utroškom vode. Sve varijante su veoma statistički značajne.

- Broj **redova zrna na klipu** pokazao je istu zakonomernost kao i dužina klipa, pa je najveći broj redova zrna na klipu bio kod najvećeg navodnjavanja u usevu najveće gustine, osim u sušnoj 2012. godini u usevu najmanje gustine. Broj redova zrna na klipu povećavao se zalivanjem useva i povećanjem gustine. Navodnjavanjem useva u varijantama zalivanja, broj redova zrna na klipu povećao se za 1,19 redova u A₂ varijanti, 2,1 red u A₃ varijanti zalivanja, a za 2,77 reda u kombinaciji sa najvećim utroškom vode. Sve varijante su veoma statistički značajne.

- Navodnjavanje je u 2013. godini pokazalo najveći uticaj, i **broj zrna na klipu** u najintenzivnijem navodnjavanju je bio veći za 25% od varijante prirodnog vodnog režima. Broj zrna na klipu povećavao se navodnjavanjem useva, a smanjivao povećanjem gustina, što su i pokazale statističke značajnosti. Navodnjavanjem useva u varijantama zalivanja, broj zrna na klipu povećao se za 20,38 zrna u A₂ varijanti, 52,94 zrna u A₃ varijanti zalivanja (statistički značajno), a za 79,77 zrna u kombinaciji sa najvećim utroškom vode (statistički značajno). Povećanjem gustine, broj zrna na klipu smanjio se za 17,21 zrno u B₂ varijanti, a za 31,36 zrna u B₃ varijanti (statistički značajno).

- **Masa klipa** povećavala se zalivnim normama što su pokazale i statistički značajne razlike. Navodnjavanjem useva u varijantama zalivanja, masa klipa povećana je za 69,23 g u A₂ varijanti, 91,11 g u A₃ varijanti zalivanja, a za 133,95 g u kombinaciji sa najvećim utroškom vode. Povećanjem gustine, smanjivala se masa klipa, pa su najveće vrednosti dobijene u B₁ varijanti gustine, što su pokazale i statistički značajne razlike. Povećanjem gustine, masa klipa smanjila se za 9,5 g u B₂ varijanti, a za 17,96 g u B₃ varijanti, ali gustine nisu pokazale statističke značajnosti.

- Najveći **udeo oklaska** u klipu kukuruza u svim godinama i trogodišnjem proseku bio je u varijanti useva najveće gustine. U trogodišnjem proseku najveći udeo oklaska bio je u A₃ varijanti navodnjavanja dok su po godinama ti rezultati varirali. Udeo oklaska nije zavisio od proučavanih činilaca i nisu dobijene statistički značajne razlike. Ispitivani hibrid ZP 677 je dosta stabilan hibrid kukuruza i količine navodnjavanja i gustine useva nisu uticale na udeo oklaska u klipu kukuruza, što su pokazali i rezultati istraživanja.

- Prema dobijenim rezultatima **masa zrna po klipu** povećavala se irigacijom što su pokazale i statistički značajne razlike. Navodnjavanjem useva u varijantama zalivanja, masa zrna po klipu povećana je za 56,33 g u A₂ varijanti, 70,44 g u A₃ varijanti zalivanja, a za 103,66 g u kombinaciji sa najvećim utroškom vode. Povećanjem gustine, smanjivala se masa zrna po klipu, pa su najveće vrednosti dobijene u B₁ varijanti gustine, što su pokazale i statistički značajne razlike. Povećanjem gustine, masa zrna po klipu smanjila se za 6,75 g u B₂ varijanti, a za 21,91 g u B₃ varijanti.

- **Masa 1000 zrna** povećavala se zalivnim normama i najveće vrednosti bile su u A₄ varijanti, što su pokazale i dobijene statističke značajnosti. U A₂ varijanti masa 1000 zrna povećala se za 35,56 g, u A₃ varijanti za 49 g, a u najintenzivnijem navodnjavanju za 58,67 g. U trogodišnjem proseku i 2012. godini, povećanjem gustine, masa 1000 zrna se smanjivala, što je slučaj kod mnogobrojnih istraživanja, ali gledajući pojedinačno godine, u povoljnijoj 2011. i 2013. godini, najveće vrednosti mase 1000 zrna bile su u usevu najveće gustine, što pokazuje znatan uticaj navodnjavanja na gustine.

- **Zapreminska masa zrna** povećavala se navodnjavanjem useva, i najveća zapreminska masa zrna bila je u varijanti najintenzivnijeg navodnjavanja – 80,3 kg, što su pokazale i statistički veoma značajne razlike. U A₂ varijanti to povećanje je bilo za 0,59 kg,

u A₃ varijanti za 1,03 kg, a u varijanti A₄ za 1,76 kg zapreminske mase zrna. Gustina je takođe uticala na zapreminsku masu zrna, i rezultati su pokazali da su najveće vrednosti u najmanjoj gustini – 79,43 kg, a povećanjem gustina zapreminska masa se smanjivala u B₂ varijanti za 0,05 kg (79,38 kg), a u B₃ varijanti za 0,1 kg (79,33 kg). Ispitivane komponente prinosa kukuruza koje upućuju na njegov kvantitet (visina biljaka kukuruza, masa klipa kukuruza, masa zrna po klipu kukuruza, masa 1000 zrna kukuruza i zapreminska masa) analizom rezultata trogodišnjih istraživanja pokazale su da svi rezultati imaju istu tendenciju rasta i da su najbolji rezultati kod ispitivanog hibrida kukuruza ZP 677 dobijeni u varijanti A₄ i varijanti najmanje gustine - B₁.

- U sve tri godine istraživanja, najveći **prinosi kukuruza** bili su u varijantama najvećeg navodnjavanja i usevu najveće gustine, osim u izrazito sušnoj 2012. godini u kojoj je najveći prinos bio u najmanjoj gustini. Najveće povećanje prinosa bilo je u 2012. godini, u kojoj se upotrebom navodnjavanja prinos povećao za 50% od prirodnog vodnog režima. Najveći prinosi kukuruza bili su u 2011. godini, za kukuruz najpogodnijoj godini, u varijanti najvećeg navodnjavanja i najveće gustine useva – 13,650 t ha⁻¹, dok su najmanji prinosi kukuruza bili u 2012. godini, u varijanti prirodnog vodnog režima u usevu najveće gustine – 4,050 t ha⁻¹. U tri godine u kontrolnoj varijanti prinos je bio 6,316 t ha⁻¹, zalivanjem biljaka povećao se u A₂ varijanti za 3,545 t ha⁻¹ (9,861 t ha⁻¹), u A₃ varijanti za 4,381 t ha⁻¹ (10,697 t ha⁻¹), a u varijanti najintenzivnijeg navodnjavanja za 5,011 t ha⁻¹ i bio je 11,327 t ha⁻¹. Sva variranja pokazala su značajan uticaj. Ispitivanjem se pokazalo da se povećanjem navodnjavanja povećavaju i prinosi i da najveća varijanta navodnjavanja daje najveće prinose, što su pokazale i statistički veoma značajne razlike u svim godinama. Ova istraživanja pokazuju da se u godinama sa više padavina (2011. i 2013.) u najvećoj gustini dobijaju najveći prinosi, dok je u izrazito sušnoj godini najveći prinos bio u najmanjoj gustini, jer što je manje biljaka po hektaru manja je konkurentnost za vodom u zemljištu.

- Upoređujući rezultate za sve tri godine istraživanja dolazimo do zaključka da je veći **sadržaj proteina** u zrnu u godinama sa većim padavinama (2011. i 2013.) nego u sušnoj 2012. godini. U prirodnom vodnom režimu sadržaj proteina bio je 7,76%, a irigacijom je rastao do 8,60% u A₃ varijanti, a u A₄ varijanti se smanjio do 8,01%.

Sadržaj proteina se u A₂ varijanti povećao za 0,47%* (statistički značajno), u A₃ varijanti za 0,84%** (veoma statistički značajno), a u varijanti najintenzivnijeg navodnjavanja se smanjio za 0,59%* (statistički značajno). Rezultati ovih istraživanja, pokazuju da je kontrolna varijanta (prirodni vodni režim) ostvarila manje prosečne prinose i imala manji sadržaj proteina u odnosu na navodnjavane varijante, u kojima su se prinosi i sadržaj proteina povećavali. Uticaj gustine je isti kao i kod uticaja na prosečne prinose, što znači da su prosečni prinosi i sadržaj proteina rasli povećanjem gustine (2011. i 2013. godina) dok su se u sušnoj 2012. godini smanjivali.

- **Sadržaj skroba** se smanjivao zalivanjem useva i najbolji rezultati u svim godinama su ostvareni u prirodnom vodnom režimu – 72,29%. Navodnjavanjem useva u varijantama zalivanja sadržaj skroba se smanjio, za 0,46% u A₂ varijanti, za 0,93% u A₃ varijanti zalivanja, i za 1,7% u kombinaciji sa najvećim utroškom vode, a za sva variranja su dobijene statistički veoma značajne razlike. Povećanjem gustina povećavao se sadržaj skroba, ali nisu dobijene statističke značajnosti.

- U trogodišnjem proseku u kontrolnoj varijanti je bilo najmanje ulja – 4,68%, a zalivanjem biljaka **sadržaj ulja** se povećao do 5,03% u najintenzivnijem navodnjavanju. U A₂ varijanti sadržaj ulja se povećao za 0,12%, u varijanti A₃ za 0,19%, a u varijanti najintenzivnijeg navodnjavanja za 0,35%, što su pokazale i statistički značajne razlike. Efekti navodnjavanja useva na sintezu ulja u zrnu kukuruza bili su najveći u 2013. godini, tako da su razlike u odnosu na kontrolu bile veće nego u 2011. i 2012. godini. U 2013. godini u kontroli zrna su imala 4,48% ulja, a u varijantama sa navodnjavanjem A₂ (4,73%), A₃ (4,85%), A₄ (5,20%) ulja. Ova razlika bila je značajna. To je godina koja je imala najmanje padavina, ali je taj raspored bio bolji nego u prethodnoj godini i navodnjavanjem useva sadržaj ulja se najviše povećao u odnosu na prirodni vodni režim, za 0,72 %, dok se u 2012. godini povećao za 0,22 %, a u 2011. godini samo za 0,1%.

- U trogodišnjem istraživanju, u uslovima prirodnog vlaženja, na **sadržaj celuloze** najviše je uticao vodni režim tokom vegetacionog perioda kukuruza. Zrno kukuruza je u vlažnijim godinama (2011. i 2012.) imalo manji sadržaj celuloze (2,44% i 2,45%), dok je u 2012. godini bio najveći sadržaj celuloze u zrnu – 2,48%. Vodni režim

u ovoj godini je bio najnepovoljniji. Najveći sadržaj celuloze bio je u prirodnom vodnom režimu – 2,58%, a irigacijom useva celuloza se smanjivala do 2,35% u A₄ varijanti. U A₂ varijanti celuloza se smanjila za 0,07%, u A₃ varijanti za 0,18%, a u najintenzivnijem navodnjavanju za 0,23%, što je pokazalo i statističku značajnost. Najveći sadržaj celuloze bilo je u najmanjoj gustini – 2,49%, a povećanjem gustine sadržaj celuloze se smanjio do 2,44% u B₃ varijanti. U B₂ varijanti smanjila se za 0,03%, a u B₃ za 0,05%, što je pokazalo veoma značajne statističke razlike.

- U sve tri godine, posle berbe kukuruza, zrna su u kontroli imala najveći **sadržaj mineralnih soli**, 1,39%. U varijantama sa navodnjavanjem sadržaj mineralnih soli bio je manji, u proseku za 9,1%, odnosno smanjio se do 1,23% u A₄ varijanti. U A₂ varijanti sadržaj mineralnih soli se smanjio za 0,08%, u A₃ varijanti za 0,12%, a u najintenzivnijem navodnjavanju za 0,16%, što je pokazalo i statističku značajnost. Najveći sadržaj mineralnih soli bio je u najmanjoj gustini – 1,32%, a povećanjem gustine sadržaj mineralnih soli se smanjio do 1,28% u B₃ varijanti. U B₂ varijanti smanjio se za 0,02%, a u B₃ za 0,04%, što je pokazalo veoma značajne statističke razlike.

- Upoređujući rezultate za sve tri godine, dolazimo do zaključka da je više **sadržaja vode** u godinama sa povoljnijim padavinama (2011. i 2013.) nego u sušnoj 2012. godini, što pokazuje direktan uticaj količine padavina na sadržaj vode u zrnu. Kukuruz je u najvlažnijoj 2011. godini imao najveći sadržaj vode u zrnu – 30,43%. U drugoj godini istraživanja sadržaj vode je bio najmanji i iznosio je samo 21,58%. Vodni režim u ovoj godini bio je najnepovoljniji. Prosečan sadržaj vode u zrnu u trećoj godini bio je 25,45%. Sadržaj vode se povećavao navodnjavanjem useva i povećanjem gustina, a uticaj oba faktora, su pokazale i statistički veoma značajne razlike u trogodišnjem proseku.

9. LITERATURA

1. Ahmad, M., H.A. Bukhsh, R. Ahmad, Z.a. Cheema, A. Ghafoor (2008): Production potencial of three maize hybrids as influenced byvarying plant density. *Pakistan Journal of Agricultral Sciences*, 45: 413-417.
2. Al-Kaisi, M.M. and X.Yin (2003): Effects of Nitrogen Rate, Irrigation Rate, and Plant Population on Corn Yield and Water Use Efficiency. *Agron. J.* 95, 1475–1482.
3. Andreenko, A.I.A. (1969): *Rabochii den i ego ispolzovanie*, Ekonomika, Moskva.
4. Avakumović, D. (2006): Navodnjavanje u Srbiji. *Časopis Izgradnja*, vol. 60, br. 7-8, str. 189-198.
5. Babović, J., S. Milić i V. Radojević (2009): Ekonomski efekti navodnjavanja u biljnoj proizvodnji. *Ekonomika poljoprivrede*, 56(1), 41-53.
6. Badr, N.M., M.M. Tawfik and A.T. Thalooth (2005): Effect of organic, bio and chemical fertilizers on growth and yield of tritical plants subjected to water stress at various growth stages. *Egypt J. of Appl. Sci.*, 20 (11): 161-175.
7. Bakr H.M.A, S.A. Gaheen, M.A. Mohammed (1975) Effect of drought stress frequences at different growth stages on corn yield. *Egyptian Journal of Soil Science*, 397-408
8. Bekavac, G., Božana Purar, Đ. Jocković, M. Stojaković, M. Ivanović, G. Malidža i I. Đalović (2010): Proizvodnja kukuruza u uslovima globalnih klimatskih promena. *Zbornik radova, Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, Vol. 47, Br. 2, 443 – 450.*
9. Bekrić, V. i M. Mišović (1993a): Kukuruz kao osnova za proizvodnju zdrave hrane i ekološki bezbednih proizvoda. *Savremena poljoprivreda*, 42, 4-13.
10. Bekrić, V., I. Božović i Milica Radosavljević (1993b): Fizičke karakteristiki hemičeskij sastav i tehnologičeskaja cennost novoi generacijii ZP gibridov. *Kukuruz i sorgo. Moskva.* 93, 10-12.
11. Bekrić, V. (1997): *Upotreba kukuruza. Monografija. Institut za kukuruz, Zemun Polje.*

12. Bekrić, V., R. Jovanović, Milica Radosavljević i I. Božović (2000): Tehnološki i ekonomski izazov upotrebe ZP hibrida kukuruza i soje. Nauka, praksa i promet u agraru. Vrnjačka banja. Zbornik radova. 116-125.
13. Biberdžić, M. (1998): Dužina trajanja perioda oplodnja - sazrevanje različitih genotipova kukuruza u zavisnosti od vremenskih uslova i nekih agrotehničkih mera. Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Priština.
14. Blažić, Marija (2006): Uticaj različitih azotnih đubriva na prinos i kvalitet zrna kukuruza. Magistarska teza, Poljoprivredni fakultet, Beograd - Zemun.
15. Bokan N., Vesković M., Stevović V., Jovanović Ž., Đurović D. (2001a): Uticaj gustine useva na prinos zrna hibrida kukuruza. Arhiv za poljoprivredne nauke, 62, 220 (2001/vanr.sv.), 127-132.
16. Bokan, N., M. Vesković, V. Stevović, Z. Jovanović, D. Đurović (2001b): The effect of crop density on the seed yield of maitze hybrids. Journal of Scientific Agricultural Research.
17. Bošnjak, Đ. (1982.): Evapotranspiracija sa slobodne vodene površine kao osnov zalivnog režima i njen odnos prema ETP kukuruza i soje. Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad.
18. Bošnjak, Đ., V. Dobrenov i Ž. Panić (1983): Potencijalna evapotranspiracija kukuruza u uslovima Južne Bačke. Savremena poljoprivreda. Novi Sad. Vol. 31, 323-334.
19. Bošnjak, Đ. i V. Dobrenov (1986): Vodni bilans i efekat navodnjavanja kukuruza. Zbornik radova Poljoprivrednog fakulteta, Instituta za ratarstvo i povrtarstvo. Novi Sad. 331-336.
20. Bošnjak, Đ. (1987): Zahtevi za vodom i zalivni režim kukuruza. Nauka u proizvodnji Osijek, 15: 29-36.
21. Bošnjak, Đ. i V. Dobrenov (1993): Efekat predzalivne vlažnosti zemljišta na prinos i evapotranspiraciju kukuruza. Posebna publikacija: Korišćenje i održavanje melioracionih sistema. JDPZ Beograd. 155-158.
22. Bošnjak, Đ. (1994a): Navodnjavanje semenskog kukuruza. IX Poglavlje monografije. Mehanizovana proizvodnja semenskog kukuruza. Poljoprivredni fakultet Novi Sad. 89-98.

23. Bošnjak, Đ. i B. Pejić (1994b): Realizacija racionalnog zalivnog režima kukuruza. Zbornik radova Poljoprivrednog fakulteta Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad. sv. 22, 167-179.
24. Bošnjak, Đ. (1996): Režim navodnjavanja u zavisnosti od dubine prokvašavanja rizosvere. Zbornik radova, Institut za ratarstvo i povrtarstvo. Novi Sad. Sv.25, 489-499.
25. Bošnjak, Đ. i B. Pejić (1997): Odnos navodnjavanja I zemljišne suše prema prinosu kukuruza u vojvodini. Zbornik radova IX. Kongresa jugoslovenskog društva za proučavanje zemljišta, 624-631.
26. Bošnjak, Đ. (1999). Navodnjavanje poljoprivrednih useva. Poljoprivredni fakultet. Univerzitet u Novom Sadu. Novi Sad. 186-214.
27. Bošnjak, Đ. (2001): Rainfall regiment its relationship with yield and needs for irrigation and drainage in the Vojvodina Province. Zemljište i biljka, Beograd. Vol. 50, No 1, 77-83.
28. Bošnjak, Đ. (2004): Suša i njen odnos prema ratarskoj proizvodnji. Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad, sv. 40: 45-55.
29. Bošnjak, Đ., B. Pejić, Livija Maksimović (2005): Irrigation a condition for high and stable corn production in the Vojvodina Province. International conference on sustainable agriculture and European integration proceses, Novi sad. Savremena Poljoprivreda, 3-4: 82-87.
30. Božić, M. (1992): Uticaj gustine useva i đubrenja azotom na prinos kukuruza u uslovima intenzivne agrotehnike. Magistarska teza, Poljoprivredni fakultet, Beograd-Zemun.
31. Braunworth, Jr., W.S. and H.J. Mack (1989): Crop–water production functions for sweet corn. J. Am. Soc. Hort. Sci. 114, 210–215.
32. Bullock, D.G., P.L. Raymer and S. Savage (1989): Variation of protein and fat concentration among commercial corn hybrids grown in the southeastern USA. J. Prod Agric. 2, 157–161.

33. Calvino, P.A., F.H. Andrage, V.O. Sandras (2003): Maize yield as affected by water availability, soil depth, and crop management. *Agronomy journal*. Vol. 95, No2, 275-281.
34. Cecić, N., S. Arsić i P. Vuković (2007): Značaj navodnjavanja za poljoprivrednu proizvodnju u Srbiji , *Zbornik radova – Ekološka istina*, Soko Banja, 27-30 maj 2007. godine, str. 252–257.
35. Chicatun, A., O.N. Di Marco, M.S. Aello (2007): Effect of irrigation on corn plant dry matter yield, morphological components and ruminal degradability of leaves and stems. *J. Anim. Vet.. Adv.*, 6:8-11.
36. Christiansen, M.N. (1982): *World Enviromental Limitations to Food and Fiber Culture. Breeding Plants for less favorable Environments*, New York.
37. Cirilo, A.G. and E.H. Andrade (1994): Sowing date and maize productivity: II. Kernel number determination. *Crop Science*, 34: 1044 - 1046.
38. Classen, M.M. and R.H. Shaw (1970): Water deficit effects on corn II. Grain components. *Agron. J.* 62, 652–655.
39. Cusicanqui, I.A., J.G. Lauer (1999): Plant density and hybrid influence on corn forage yield an quality, *Agronomy Journal*, 91: 911-915.
40. Cuomo, G.J., D.D. Redfearn, D.C. Blouin (1998): Plant density effects on tropical corn forage mass, morphology, and nutritive value, *Agronomy Journal*, 90: 93-96.
41. Cvetković, V., K. Rosić i V. Trifunović (1962): Kukuruz i unapređenje njegove proizvodnje. *Zadružna knjiga*. Beograd. 639-675.
42. Čosevski, B. (1965): Potrebne količine vode za kukuruz na području Skopskog polja i Pologa. *Godišnji zbornik . Poljoprivredni fakultet Skoplje*.
43. Dagdelen, N., E. Yilmaz, F. Sezgin and T. Gurbuz (2006): Water-yield relation and water use efficiency of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) and second crop corn (*Zea mays* L.) in western Turkey. *Agric. Water Manage*, 82 (1-2), 63-85.
44. Dadson, R.B., F.M. Hashem, I. Javaid, J. Joshi, A.L. Allen and T.E. Devine (2005): Effect of water stress on the yield of cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.) genotypes in the Delmarvaregion of the United States. *J. Agron. Crop Sci.* 191, 210-217.

45. Deinum, B. (1987): Genetic and Environmental Variation in Quality of Forage Maize in Europe 1985/1986. FAO – Subnetwork “ The Nutritive Value of The Whole Maize Crop”- Agricultural university. Wagenigen.
46. Di Marco, O.N., M.S. Aello and S. Arias (2005): Digestibility and ruminal digestion kinetics of corn silage. Arq. Bras. Med. Vet. Zootech., 57, 223-228.
47. Di Marco, O.N., M.S. and A. AelloChicatún (2007): Effect of irrigation on corn plant dry matter yield, morphological components and ruminal degradability of leaves and stems. Journal of animal and veterinary advances 6 (1), 8-11.
48. Dobrenov, V., Đ. Bošnjak, Ž. Panić, Livija, Maksimović i B. Pejić (1991): Potrebe kukuruza za vodom i uticaj suše na prinos kukuruza. Zbornik radova sa XXV Seminara agronoma. Poljoprivredni fakultet - Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad. Sv. 19., 65-73.
49. Dolijanović, Ž. (2002): Uticaj aditivnog načina združivanja i prihranjivanja na produktivnost kukuruza i soje. Magistarska teza, Poljoprivredni fakultet, Beograd - Zemun.
50. Doorenbos, J. R. and W.O. Pruitt (1997): Calcul de l' evapotranspiration de la culture de reference Eto. Formule de Penman modifiée. Buiiten d' irrigation et drainage. Rome. Vol. 24. 23-29.
51. Doss, B.D. (1974): Comparison of fog irrigation with surface irrigation in corn production. Agronomy Journal 66:105-107.
52. Draganić, M., Mirjana Milošević i D. Matijević (1997): Oboljenja kukuruza. Društvo za zaštitu bilja Srbije, Beograd
53. Dragović, S. (1994): Efekat navodnjavanja u ekstremno sušnim godinama. Zbornik radova Poljoprivrednog fakulteta Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad. sv.22., 97-108.
54. Dragović, S. (2000): Navodnjavanje. Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo. Novi Sad
55. Dragović, S. (2001): Potrebe i efekti navodnjavanja na povećanje i stabilizaciju prinosa u poljoprivrednim područjima Srbije. Zbornik radova Institut za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu, sv. 35, 445-456

56. Dragović, S., Livija, Maksimović, V. Radojević i M. Cicmil (2006): Navodnjavanje u biljnoj proizvodnji. Partenon. Beograd. 129-152.
57. Dragović, S., M. Božić, D. Stević i M. Ušćumlić (2008): Drought Consequence on Corn Production and Effect of Irrigation. BALWOIS 2008 – Ohrid, Republic of Macedonia – 27, 31 May 2008, 1–11.
58. Dumanović, Z., Ž. Videnović i G. Vasić (1996): The effect meteorological conditions on maize yield. 4-th ESA- congress, Book of Abstracts. Veldhoven - Wageningen. Netherlands, 26-27.
59. Dungan, G.H., A.L. Langh, J.W. Pendelton (1958): Corn plant population in relation to soil productivity. *Advances in Agro.* X: 436-471. Academic Press. Inc. New York.
60. Đorđević, V. (1962): Prilog poznavanju osobina kukuruza – rumskog zlatnog zubana i žutog osmaka. *Arhiv za poljoprivredne nauke*, Beograd. God. XV, Sv. 50, 1-29.
61. Đorđević, N. i B. Dinić (2011): Proizvodnja smeša koncentrata za životinje. Institut za krmno bilje, Kruševac.
62. Eck, H.V. (1984): Irrigated corn yield response to nitrogen and water. *Agronomy Journal* 76, 421 – 428.
63. Efeoglu B, Y. Ekmekci, N. Cicek (2009): Physiological responses of three maize cultivars to drought stress and recovery. *South African Journal of Botany* 75: 34-42.
64. European Union (2000): Special Report No. 14/2000 on Greening the Community Agricultural Policy together with the Commission's replies. *Official Journal C353/2000*, August 30 2001, pp. 0001–0056 (on-line), <http://europa.eu.int/eurlex/en/lif/dat/2000/en300Y120801.html>.
65. Farnham, D.E. (2001): Row spacing, plant density and hybrid effects on corn grain yield and moisture. *Agron. J.*, 93, 1049-1053.
66. Farnham, D.E., G.O. Benson, R.B. Pearce (2003): Corn oerspective and culture, Chapter 1. In: PJ White, LA Johnson, eds. *Corn: chemistry and technology*, Edition 2nd. American Association of Cerial Chemicals, Inc. St. Paul, Minesota, USA. pp 1-33.

67. Frey, N.M. (1982): Dry matter accumulation in kernels of maize. *Crop Sci.* 21, 118–122
68. Filipović, M. (1991): Path coefficient - Analiza za prinos zrna i komponente prinosa srednje ranih hibrida kukuruza (*Zea mays* L.). *Arhiv za poljoprivredne nauke*, Beograd, Vol. 52, Sv. 185, 95 – 101.
69. Filipović, V. (2012): Voda za navodnjavanje u službi održivog razvoja. *Aktuelni savetnik*, PDS Institut "Tamiš" Pančevo, broj 1, str. 4-7, Pančevo.
70. Fischer, L.J., N.A. Faurey (1982): The effect of planting density on the nutritive value of corn silage for lactating cows. *Canadian Journal of Animal Science*, 62: 1143-1148.
71. Fischer, K.S. i F.E. Palmer (1984): Tropical maize. In: Goldsworthy, P.R., Fischer, N.M. (Eds.), *The Physiology of Tropical Field Crops*. Wiley, New York, pp. 213–248.
72. Fuller, M.F., A. Cadenhead, D.S. Brown, A.C. Brewer, M. Carver and R. Robinson (1989). Varietal differences in the nutritive value of cereal grains for pigs. *Journal Agric. Sci.* 113, 149–163.
73. Gajić, B. (2006): *Fizika zemljišta*. Univerzitet u Beogradu. Poljoprivredni fakultet.
74. Gagro, M. (1997): *Ratarstvo obiteljskog gospodarstva: žitarice i zrnate mahunarke*. Hrvatsko agronomsko društvo, Zagreb, 122-130.
75. Gagro, M., N. Herceg (2005): Utjecaj hibrida i gustoće sklopa na neka svojstva kukuruza za silažu. *Sjemenarstvo* broj. 22, 1-2, str. 19-27.
76. Glamočlija, Đ., Vera Milutinović i Zora Jeličić (1991): Uticaj ishrane azotom i veličine vegetacionog prostora na prinos kukuruza, *Arhiv za poljoprivredne nauke*, vol. 52, sv. 187, 215-227.
77. Glamočlija, Đ., Jela Ikanović i Marija Spasić (2003): Uticaj dopunske ishrane kukuruza šećerca ekološkim mineralnim hranivima na prinos i kvalitet zrna i nadzemne biomase. *Agroinovacije, Zbornik rezimea*, str.13, Niška Banja.
78. Glamočlija, Đ. i Prijić, Lj. (2004): *Gajenje kukuruza i soje*. Izdavačka kuća Draganić. Beograd.
79. Glamočlija, Đ. (2006): *Specijalno ratarstvo*. Draganić. Beograd. 48-61; 72-81.
80. Glamočlija, Đ. (2012): *Posebno ratarstvo, žita i zrnene mahunarke*. Poljoprivredni fakultet, Beograd, str. 19-37.

81. Gonzalo, M., T.J. Vyn, J.B. Holland, L.M. McIntyre (2006): Mapping density response in maize: A direct approach for testing genotype and treatment interactions. *Genetics (GSA)*, 173: 331-348.
82. Gotlin, J. i A. Pucarić (1969): Utjecaj gustoće useva nekih hibrida kukuruza na visinu priroda. *Agronomski glasnik*, br. 4, str.229-243, Zagreb.
83. Gotlin, J. i A. Pucarić (1980): Izbor hibrida za namjensko korištenje, *Poljoprivredne aktualnosti*, br. 2., str. 107-110, Zagreb.
84. Gotlin, J. i A. Pucarić (1986): Posebno ratarstvo. I deo. Naučna knjiga. Beograd. 186-272; 334-352.
85. Gotlin, J. i A. Pucarić (1989): Posebno ratarstvo. I deo. Naučna knjiga. Beograd. 195-281; 343-361.
86. Grbeša, Ž. (2008): Gnojidba kukuruza i utjecaj navodnjavanja. Magistarski rad, Sveučilište u Osijeku, Agronomski fakultet Osijek, 2008.
87. Grupa autora (1966): Priručnik za ispitivanje zemljišta. Knjiga I: Hemijske metode ispitivanja zemljišta. JDPZ. Beograd.
88. Grupa autora (1971): Priručnik za ispitivanje zemljišta. Knjiga V: Metode istraživanja fizičkih svojstava zemljišta. JDPZ. Beograd.
89. Grupa autora (1997): Metode istraživanja i određivanja fizičkih svojstava zemljišta. Monografija JDPZ. Novi Sad.
90. Hadživuković, S. (1977): Planiranje eksperimenata, Privredni pregled, Beograd.
91. Hadživuković, S. (1991): Statistički metodi. Novi Sad.
92. Hall, G.E. and D.E. Anderson (1991): Light transmittance through corn to determine its hardness. Pages 139-141 in *Uniformity by 2000*. L.D. Hill, ed. Scherer Communication: Urbana, IL.
93. Has, V. I. Tokatlidis, I. Has, I. Mylonas (2008): Optimum density and stand uniformity as determinant parameters of yield potential and productivity in early maize hybrids, *Romanian Agricultural Research*, 25: 43-46.
94. Harder, D., R.E. Carlson and R.H. Shaw (1982): Yield and yield components and nutrient content of corn grain as influenced by post-silking moisture stress. *Agron. J.* 174, 275–278.

95. Hill, L., M. Paulsen, A. Bouzaher, M. Patterson, K. Bender and A. Kirleis (1991): Economic Evaluation of Quality Characteristics in the Dry Milling of Corn. North Central Regional Publ. 330. Illinois Agricultural Experiment Station Bull. 804.
96. Huang, M., L. Zhong, J. Gallichand (2002): Irrigation treatments for corn with limeted water supply in tha Loes Plateu, China. Canadian Biosystems Engineering 44: 129-134
97. Hussain, A., M.R. Ghaudhry, A. Wajad, A. Ahmed, M. Rafiq, M. Ibrahim and A.R. Goheer (2004): Influence of water stress on growth, yield and radiation use efficiency of various wheat cultivars. Intl. J. Agric. Biol., 6: 1074-1079.
98. Ibrahim, S.A and H. Kandil (2007): Growth, Yield and Chemical Constituents of Corn (*Zea Maize L.*) As Affected by Nitrogen and Phosphors Fertilization under Different Irrigation Intervals. Journal of Applied Sciences Research, 3(10): 1112-1120.
99. Ilić, T. (1999): Rokovi i gustine setve kao faktori povecanja prinosa zrna kukuruza (*Zea mays L.*) u agroekološkim uslovima Toplice, Magistarska teza, Univerzitet u Prištini, Poljoprivredni fakultet.
100. Ilić, T. (2002a): Dinamika razvoja i formiranja prinosa kukuruza u zavisnosti od hibrida, agrotehničkih mera i vremenskih uslova. Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet Priština.
101. Ilić, T., D. Lazović, M. Biberdžić, S. Barać (2002b): Uticaj roka i gustine setve na prinos zrna različitih genotipova kukuruza (*Zea mays L.*). Nauka-poljoprivreda-iskustvo, Banja Luka, Agroznanje, Godina II, Sv. 3, str. 50-57.
102. Ivanović, M., R. Petrović, G. Drinić, G. Radović, D. Ristanović, Z. Pajić, B. Trifunović, D. Jelovac (1995): Pedeset godina selekcije ZP hibrida. Savetovanje, Oplemenjivanje, proizvodnja i iskorišćavanje kukuruza. Beograd, 3-16.
103. Jaramaz, Miroslava (2010): Uticaj vremena setve i hibrida na prinos i kvalitet zrna kukuruza, Magistarska teza, Poljoprivredni fakultet, Beograd.
104. Jarmizin, D.B.(1976): Meliorativnoe zemledelie. Jubenik, Moskva.
105. Jevtić, S. (1978): Kukuruz. Nolit. Beograd.
106. Jevtić, S. (1986): Kukuruz. Naučna knjiga. Beograd.

107. Jocić, B. (1977): Heterogenost pojedinih grupa listova i dela stabla kukuruza tokom razvića biljke pri različitim uslovima ishrane. *Savremena poljoprivreda*, XXV, 1 - 2, 31 - 50.
108. Josipović, M., A. Jambrović, H. Plavšić, I. Liović, Jasna Šošćarić (2007): Responses of grain composition traits to high plant density in irrigated maize hybrids. *Cereal Research Communications*. 35, 2 Part 1; 549-552
109. Josipović, M., S. Madjar, H. Plavšić, Jasna Šošćarić, Monika Marković (2009): Učinkovitost i iskustva navodnjavanja na poljoprivrednim površinama. Zadar.
110. Josipović, M., D. Kaučić, V. Kovačević, I. Brkić (2011): Utjecaj temperaturnog i oborinskog režima na vegetaciju proljetnih usjeva 2011. godine. Dan polja kukuruza, soje, suncokreta i krmnog bilja, Poljoprivredni Institut Osijek.
111. Jovanović, R. (1969): Uticaj dubine obrade zemljišta na razviće i prinos važnijih hibrida kukuruza u ekološkim uslovima Zemun Polja. Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
112. Jovanović, Ž. i G. Dugalić (1994): Uticaj kratkotrajne monokulture na prinos kukuruza gajenog na zemljištu tipa pseudoglej. SMIS 1994. Proizvodnja hrane i energija, Zbornik radova, XXX Savetovanje mladih istraživača Srbije, Beograd. str. 227-237.
113. Jovanović, Ž., M. Vesković, D. Kovačević, Z. Bročić i G. Dugalić (1997): Uticaj monokulture i različitih plodoreda na promenu fizičko hemijskih osobina černozema i pseudogleja i prinos kukuruza. IX Kongres Jugoslovenskog društva za proučavanje zemljišta, Novi Sad, Posebna publikacija, str. 113-120.
114. Jovanović Ž., Ž. Videnović, M. Vesković, Branka Kresović, M. Tolimir i Violeta Anđelković (2001): Učestalost suše kod nas i pregled ZP hibrida tolerantnih na ovu pojavu. II Savetovanje: Agroinovacije, Vrnjačka Banja, vol.2: 157-162.
115. Jovanović, Ž., M. Tolimir i Ž. Kaitović (2006a): ZP hibridi kukuruza u proizvodnim ogledima 2005. godine. Zbornik naučnih radova Instituta PKB „Agroekonomik“, Beograd, Vol. 12, Br. 1 - 2, 47 - 53.

116. Jovanović, Ž., M. Tolimir i Ž. Kaitović (2006b): ZP hibridi u proizvodnim oglecima 2006. godine. Zbornik naučnih radova sa XX savetovanja agronoma, veterinara i tehnologa, Beograd, Vol. 12, Br. 1 - 2, 47 - 52.
117. Jovin, P., M. Vesković (1997): Uticaj gustine setve i doza mineralnih đubriva na prinos i broj zrana u semenskom kukuruza. Selekcija i semenarstvo, vol. IV, br. 3-4, str. 93-97.
118. Jovin, P., M. Vesković i Ž. Jovanović (2002): Rezultati makroogleda Zemun Poljskih hibrida kukuruza po rejonima gajenja u SR Jugoslaviji
119. Jovin, P., M. Pavlov, Lana Đukanović, D. Lopandić, Z. Hojka i I. Đalović (2006): Uticaj gustine setve na prinos i broj semena u semenskom kukuruza. Selekcija i semenarstvo, vol. 12, br. 3-4, str. 77-79.
120. Jurgens, M. H. (1988): Evaluating feedstuffs for farm livestock. In: Animal Feeding and Nutrition. p 53. Kendall-Hunt Publishing, Dubuque, IA.
121. Kačinskij, N. A. (1958): Ocenka osnovnih fizičkih svojstava počva u agronomičeskih celjah i prirodnog plodorodija ih po mehaničeskomu sastavu. Počvovjedenie, No 5, s. 80–83.
122. Kara, T. and C. Biber (2008): Irrigation frequencies and corn (*Zea mays* L.) yield relation in northern Turkey. Pakistan Journal of biological sciences 11 (1), 123–126.
123. Karam, F., J. Breidy, C. Stephan and J. Rouphael (2003): Evapotranspiration, yield and water use efficiency of drip irrigated corn in the Bekaa Valley of Lebanon. Agric. Water Manage, 63 (2), 125–137.
124. Kiesselbach, T.A., A. Anderson, W.E. Lyness (1928): Tillage practices in relation to corn production. Nebraska Agr. Exp. Sta. 238.
125. Kiniry, J.R. and J.T. Richie (1985): Shade-sensitive interval of kernel number of maize. Agron. J. 77, 711–715.
126. Kohne, H., S.R. Miles (1951): Rates and patterns of seeding corn on high fertility land. Agr. J. 43: 488-493.
127. Kolčar, F. (1974): Osnovni elementi tehnološkog procesa proizvodnje kukuruza na černozeu. Nolit. Beograd.

128. Kolčar, F., Ž. Videnović (1984): Uticaj vremena i gustine setve na prinos hibrida kukuruza različitih dužina vegetacije. *Agronomski glasnik*, br. 6/84, 811-820, Zagreb.
129. Kondić, J. (1984): Rezultati ispitivanja prinosa hibrida kukuruza kukuruza različite dužine vegetacije. *Savremena poljoprivreda*, Vol. 32, 7-8, 349-356.
130. Kondić, J. (1998): Proizvodnja kukuruza. ODJP „Glas srpski“, Banjaluka.
131. Kosovac, M. (2012): Uređaji za navodnjavanje veštačkom kišom. *Aktuelni savetnik*, godina 1, broj 11, str. 11-14, Vrbas.
132. Kovačević, V., D. Šimić, Jasna Šoštarić, M. Josipović (2007): Precipitation and temperature regime impacts on maize yields in Eastern Croatia. *Maydica*. 52, 3; 301-305
133. Kresović, Branka i M. Đević (1993a): Mobilni sistemi navodnjavanja u proizvodnji kukuruza. VDPT, Donji Milanovac.
134. Kresović, Branka, Z. Dumanović, G. Vasić (1993b) The effect of irrigation, amount and time of application of N on maize yield. *Acta biologica Iugoslavica - serija A: Zemljište i biljka*, 42(3): 213-219.
135. Kresović, Branka, G. Vasić i M. Tolimir (1995): Navodnjavanje kišenjem u proizvodnji kukuruza. *Poljotehnika*, 5-6, 73-75.
136. Kresović, Branka, M. Tolimir, G. Vasić and M. Simović (1999): Maize Production Technology under Conditions of Mediterranean Climate in Yugoslavia. 6th International Meeting on Soil with Mediterranean Type of Climate, Barcelona. Section IV, Soil Fertility and Plant Nutrition, pp 281-283.
137. Kresović, Branka (2003): Uticaj navodnjavanja i sistema obrade zemljišta na proizvodnju kukuruza. Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Zemun, Univerzitet u Beogradu.
138. Kresović, Branka, Ž. Videnović and M. Tolimir (2004a): Genotype and environmental interaction effect on heterosis expression in maize. *Acta Biologica Iugoslavica, Genetics*, 36 (2): 171-180.
139. Kresović, Branka, Ž. Videnović, M. Tolimir, Lj. Prijić (2004b): Yield of ZP maize hybrids of different maturity groups in various sowing rates. *Book of Abstracts of the III Congress of Serbian Genetic Society*, p. 127, Subotica.

140. Kresović, Branka (2005): Maize production technology under irrigation conditions. International Maize Conference: Accomplishments and Perspectives, Belgrade, Serbia and Montenegro, October 26-28, 2005, Book of Abstracts, 60.
141. Kresović, Branka, Vesna Dragičević, Ž. Videnović (2011a): Uticaj vodnog režima černozema i đubrenja na prinos kukuruza u uslovima direktne setve. Poljoprivredna tehnika, god. 36, broj 2, str. 33-42.
142. Kresović, Branka, Vesna Dragičević, Milena Simić, Angelina Tapanarova (2011b): The responses of maize genotypes to growth conditions. Genetika, Vol 43, No 3, p 655-666.
143. Lapčević, R. (1985): Uticaj gustine useva i vremena ubiranja na kvalitetne i biološke osobine semena hibrida kukuruza. Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet Novi Sad.
144. Latković Dragana, Lj. Starčević, B. Marinković (2007): Analiza vremenskih uslova i doprinos roka i gustine setve optimalnim prinosima kukuruza. Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, vol. 43, br. 1, str. 95-102, Novi Sad.
145. Latković Dragana (2013): Uticaj roka i gustine setve na visinu prinosa kukuruza. Naučno-stručno savetovanje „Poruke minule godine i nova setva“, Novi Sad.
146. Liebman, M., L. Mohler, C.P. Staver (2001): Enhancing the competitive ability of crops. Ecological management of agricultural weeds, Cambridge University press, 269-321.
147. Mađar, S., V. Kovačević, I. Jurić (1984): Postne kulture – proizvodnja i korištenje, NIRO „Zadrugar“, Sarajevo.
148. Mađar S., Jasna Šoštarić (2009): Navodnjavanje poljoprivrednih kultura. Poljoprivredni fakultet, Osijek, 57-59.
149. Maksimović, Livija (1997): Uticaj predzalivne vlažnosti zemljišta i đubrenja na prinos i neka morfološka svojstva kukuruza. 9. Kongres JDPZ: Uređenje, korišćenje i očuvanje zemljišta, Novi Sad, 651–655.
150. Maksimović, Livija (1999): Zavisnost prinosa i morfoloških karakteristika kukuruza od vlažnosti zemljišta i sistema đubrenja u navodnjavanju. Doktorska disertacija. Poljoprivredni fakultet Novi Sad.

151. Maksimović, Livija, Đ. Jocković i S. Dragović (2004): Gajenje kukuruza u navodnjavanju značajan činilac unapređenja i stabilnosti proizvodnje. Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, br. 40, str. 257-268.
152. Maksimović, Livija, V. Radojević, b. Pejić, M. Cicmil, S. Dragović (2008): Effect of irrigation on yield performance of corn hybrids of various maturities grown under varying climatic conditions. BALWOIS 2008, Ohrid, 1-6.
153. Malešević, M., J. Crnobarac i R. Kastori (2005): Primena azotnih đubriva i njihov uticaj na prinos i kvalitet proizvoda, Azot - agrohemijski, agrotehnički, fiziološki i ekološki aspekti, Novi Sad, 233 – 267.
154. Mančev, G. (1985): Uticaj gustine useva na porast, razviće i prinos kukuruza, Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Beograd.
155. Mandić, Violeta (2011): Genotipski odgovor stay green hibrida kukuruza na povećanu gustinu useva. Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Beograd - Zemun.
156. Marić, M. (2005): Semearstvo. Drugo izdanje. Izdavačka kuća Draganić. Beograd. 44-51.
157. Marić, V., Đ. Glamočlija, Vera Popović i Lana Đukanović (2013): Prinos NS hibrida kukuruza različitih grupa zrenja u odnosu na gustinu setve. Zbornik radova, XXVI Savetovanje agronoma, veterinara, tehnologa i agroekonomista. Instituta PKB Agroekonomik, Padinska Skela, Beograd, 20.- 21. februar 2013., vol. 19, 1-2, 117-124.
158. Marinković, B. (1982): Proučavanje uticaja gustine setve i đubrenja azotom na prinos i kvalitet hibridnog semena kukuruza NSSC 418F i NSSC 70 u različitim fazama zrelosti. Arhiv za poljoprivredne nauke, Vol. 43, sv. 150: 187-207, Beograd.
159. Marković, K., A. Nikolić, D. Ignjatović-Mičić, V. Anđelković, V. Lazić-Janjć (2008): S1 families as a source of beneficial alleles for breeding drought tolerant maize genotypes. Genetika, Vol. 40, No. 1, 83-93.

160. Marković, Monika (2013): Utjecaj navodnjavanja i gnojidbe dušikom na urod i kvalitetu zrna hibrida kukuruza (*Zea mays* L.). Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet u Osijeku.
161. Marković, T. i M. Jovanović (2011) : Uticaj količine padavina na prinos pšenice i kukuruza kao proizvodni bazni rizik. Ratar. Povrt. / Field Veg. Crop Res. 48, str. 207-212.
162. Milašinović, Marija, Milica Radosavljević, Snežana Jovanović i J. Jakovljević (2004): Fizičke, hemijske i tehnološke karakteristike novih ZP hibrida kukuruza. Zbornik naučnih radova sa XVIII savetovanja agronoma, veterinara i tehnologa, Beograd, Vol. 10, Br. 1, 27- 34.
163. Milašinović, Marija, Milica Radosavljević, L. Dokić, J. Jakovljević, J. Kapusniak and J. Jane (2007): Wet-milling properties and characterization of starch in various ZP maize genotypes, International congress Food Technology, Quality and Safety (I) , XVI Symposium of Cereal-Bread, 13 - 15.XI, 107-114.
164. Milivojević, J. (1984): Prilog metodologiji određivanja režima navodnjavanja zemljišta pod kulturom kukuruza. Doktorska disertacija. Poljoprivredni fakultet Zemun. Univerzitet u Beogradu.
165. Milivojević, J., M. Nedić i G. Petrović (1994): Razvoj navodnjavanja širokozahvatnih mašina u SR Jugoslaviji. Zbornik radova, Navodnjavanje i odvodnjavanje u Srbiji, Svilajnac, 158-164.
166. Milivojević M., G. Vasić, Branka Kresović, G. Drnić and M. Tolimir (1997): Effects of drought and irrigation on the yield of maize hybrid components. Proceedings 2, Drought and Plant Production, Agricultural Research Institute "Serbia", Belgrade, pp 227-232.
167. Milić, M. i M. Spasojević (1980a): Uticaj navodnjavanja i đubrenja na visinu prinosa kukuruza na smonici Kosova. Zemljište i biljka 29: 45-54.
168. Milić, M. i M. Spasojević (1980b): Zavisnost između evaporacije i evapotranspiracije kukuruza na lizimetarskoj stanici u Prizrenu. Arhiv za poljoprivredne nauke, 41., 577-589.

169. Mladenović, P. (1982): Uticaj gustine useva na neke osobine stabla, klipa i prinos kukuruza. Magistarski rad. Poljoprivredni fakultet Zemun.
170. Moser, S.B., B. Feil, S. Jampatong, P. Stamp (2006): Effects of pre-anthesis drought, nitrogen fertilizer rate, and variety on grain yield, yield components, and harvest index of tropical maize. *Agric. Water Manage*, 81, 41-58.
171. Müller, W., P. Benecke und M. Renger (1970): Bodenphysikalische Kennwerte wichtiger Böden, Erfassungsmethodik, Klasseneinteilung und Kartographische Darstellung. *Beih. Geol. Ub., Bodenkdl. Beitr.*, 99/2, Hannover.
172. Nadaždin, M., V. Koljajić, I. Rajić, R. Radivojević i Z. Jakobčić (1995): Izbor hibrida kukuruza sa stanovišta upotrebne vrednosti u ishrani živine i svinja. *Poljoprivredne aktuelnosti, Beograd*, Sv. 1 - 2, 41 – 49.
173. Neilsen, R.L. (1988): Influence of hybrids and plant density on grain yield and stalk breakage in corn grown in 15-inch rows. *Journals of Production Agriculture*, I: 190-195-
174. Nozdrovický, L. (2007): Analiza efekata konzervacijske obrade na fizičke osobine zemljišta. *Savremena poljoprivredna tehnika, Novi Sad*, 33 (3-4), str. 263 – 273.
175. Obilana, A. J. and R. A. Hallauer (1974): Estimation of variability of quantitative traits in BSSS by using unselected maize inbred lines. *Crop Science*, 14: 99 - 103.
176. Obradović, Z. (1990): Uticaj gustine useva na porast, razviće i prinos hibrida kukuruza različite dužine vegetacionog perioda. *Magistarska teza, Poljoprivredni fakultet, Beograd- Zemun*.
177. Oktem, A. (2008): Effect of water shortage on yield, and protein and mineral compositions of drip-irrigated sweet corn in sustainable agricultural systems. *Agricultural water management* 95, 1003–1010.
178. Ottaviano, E. and A. Camussi (1981): Phenotypic and genetic relationship between yield components in maize. *Euphytica*, 30, 601 - 609.
179. Pandey, R.K., J.W. Maranville and A. Admou (2000a): Deficit irrigation and nitrogen effects on maize in a Sahelian environment I. Grain yield and yield components. *Agricultural Water Management* 46, 1–13.

180. Pandey, R.K., J.W. Maranville and M.M. Chetima (2000b): Deficit irrigation and nitrogen effects on maize in a Sahelian environment II. Shoot growth, nitrogen uptake and water extraction. *Agricultural Water Management* 46, 15–27.
181. Pandurović, Ž., Đ. Glamočlija, V. Stevović, Vesna Dragičević i Mirjana Gavrilović (2009): Uticaj gustine useva i ishrane azotom na dužinu klipa, broj redova zrna i apsolutnu masu zrna kukuruza. *Journal of Scientific Agricultural Research*, vol. 70, br. 4, str. 27-33.
182. Pandurović, Ž., Đ. Glamočlija, Vesna Dragičević i Mirjana Gavrilović (2010): Uticaj gustine useva i đubrenja azotom na prinos zrna kukuruza. *Journal of Scientific Agricultural Research*, vol. 71, br. 2, str. 13-17.
183. Pandurović, Ž., Vesna Dragičević, Dj. Glamočlija and Z. Dumanović (2013): Possibilities of maize cropping for feed on acid soil. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 12 (7), pp. 813-822
184. Paolo, E. D. and M. Rinaldi (2008): Yield response of corn to irrigation and nitrogen fertilization in a Mediterranean environment. *Field Crops Research* 105, 202–210.
185. Pavličević, A., G. Grubić, Ž. Jokić (1999): Ishrana domaćih životinja, divljači i riba. Priručnik. Univerzitet u Beogradu. Poljoprivredni fakultet Beograd.
186. Pejić, B. (1996): Vodni bilans kao osnova analize prirodnog deficita vode i njegov odnos prema prinosu kukuruza. *Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo* 25:513-520.
187. Pejić, B., Livija Maksimović and S. Milić (2007): Effect of irrigation on yield of corn hybrids from diferent maturity groups. *Zemljište i biljka*, Vol. 56, No. 2, 59-66.
188. Pejić, B., Livija Maksimović, D. Škorić, S. Milić, R. stričević, B. Čupina (2009): Effect of water stress on yield and evapotranspiration on sunflower. *Helia* 32: 19-33.
189. Pejić, B., G. Jaćimović, Dragana Latković, Đ. Bošnjak, B. Marinković i Ksenija Mačkić (2011): Indeks aridnosti kao osnova analize uticaja režima padavina i temperature vazduha na prinos kukuruza u Vojvodini. *Ratar. Povrt. / Field Veg. Crop Res.* 48, str. 195-202.

190. Petrović, Jasna, Z. Videnović, Z. Hojka (2000): Uticaj gustine setve na prinos, masu i broj zrna nekih ZP hibrida kukuruza. Zbornik izvoda „Treći Jugoslovenski naučno-stručni simpozijum iz selekcije i semenarstva“, Zlatibor.
191. Plavšić, H. (2006): Utjecaj navodnjavanja i gnojidbe dušikom na urod i komponente uroda kukuruza. Magistarski rad, Sveučilištu u Zagrebu, Agronomski fakultet Zagreb 2006.
192. Queiroz, M. A. (1969): Genetic and phenotypic correlation in half sib progenies of maize (*Zea mays* L.) and their implication in breeding. *Boletim de Divulgacao. Escola Superior de Agricultura „Luiz de Queiroz“*, No 15, 66 - 69, 188 - 191.
193. Racz Z. (1981): Meliorativna pedologija II dio. Sveučilište u Zagrebu, Geodetski fakultet. Zagreb.
194. Radosavljević, Milica, Marija Milašinović, Zorica Pajić and M. Filipović (2009): Starch in animal feed. *Proceedings of XIII Symposium Feed Technology*, Novi Sad, 29.09. - 01.10., 21 – 30.
195. Radosavljević, Milica, Marija Milašinović, Zorica Pajić i M. Filipović (2010): Skrob u hrani za životinje. XIII međunarodni simpozijum Tehnologija hrane za životinje.
196. Rakočević, Č., S. Prelić, S. Mihajlović i B. Krunic (1984): Uticaj mineralnih đubriva na produktivna svojstva nekih hibrida kukuruza na podričju Toplice. *Agrohemija*. Beograd. Br. 5-6.
197. Ranđelović, Violeta (2009). Uticaj mineralne ishrane na morfološke i proizvodne osobine kukuruza i soje gajenih u združenom usevu. Magistarska teza, Poljoprivredni fakultet, Beograd - Zemun.
198. Ranđelović, Violeta, S. Prodanović, S. Despotović, Đ. Glamočlija (2010): Prinos kukuruza različitih FAO grupa renja u funkciji padavina tokom ASI perioda. 24. Savetovanje agronoma, veterinara i tehnologa, Vol. 16, br. 1-2.
199. Rankov, V. (2012): Uticaj suše na proizvodnju kukuruza sa različitim gustinama setve. *Aktuelni savetnik*, godina 1, broj 11, str. 8-10, Vrbas.

200. Ransom, J. (2005): Lodging in cereals. Crop and pest report. Plant Science, 9, 1 - 4.
201. Raouf, S., S. Mohammad, G. Abdolghayoum (2009): Effect of population density on yield and yield attributes of maize hybrids. Research Journal of Biological Sciences, 4, 4: 375-379.
202. Rastvorova, O. G. (1983): Fizika počv. Praktičeskoe rukovodstvo. Izdatelstvo Leningradskogo universiteta. Leningrad.
203. Republički hidrometeorološki zavod Srbije-RHMZ.
204. Republički zavod za statistiku Srbije, Statistički godišnjak 2010. Beograd.
205. Roads, M.F. and M.J. Bennett (1990): Corn. In Irrigation of Agriculture Crops. Agronomi Monograph. ASA. USA. No 30: 569-596.
206. Rode, A. A. (1955): Metodi izučenija vodnogo režima počv. Moskva.
207. Romelić, J. i L. Lazić (2000): Regionalni atlas Vojvodine – Poljoprivreda. Univerzitet u Novom Sadu, Prirodno-Matematički fakultet, Institut za geografiju, Novi Sad, str. 1-101.
208. Rosić, K., Ivanović, M., Fidler, D. (1979): Ispitivanje lomljenja stabla kukuruza (*Zea mays*) i matematičko modeliranje mehaničkih naprezanja. Arhiv za poljoprivredne nauke, Beograd, God. 32, Sv. 117, 13 - 25.
209. Rounds, W.T., E.C. Rossman, W. Zurakovski, E.E. Down (1951): Rate, method and date of planting corn. Michigan Agr. Exp. Sta. Quart. Bull. 33:372-387.
210. Savić, N. (1984): Proučavanje nasleđivanja otpornosti prema poleganju stabljike hibrida kukuruza F1 generacije. Arhiv za poljoprivredne nauke, Beograd, Vol. 45, Sv. 58, 275 – 288.
211. Scott, H.D., J.A. Ferguson, R.E. Sojka and J.T. Batchelor (1986): Response of Lee 74 Soybean to Irrigation in Arkansas. Arkansas Agric. Exp. Stn. Bull. 886. Univ. of Arkansas Agric. Exp. Stn., Fayetteville, AR.
212. Sexton B.T., J.F. Moncrief, C.J. Rosen and H.H. Cheng (1996): Optimizing nitrogen and irrigation inputs for corn based on nitrate leaching and yield on a coarse-textured soil. J. Environ. Qual., 25, 982-992.

213. Shaw, R.H. (1988): Climate Requirement. In C.F. Sprague, and J.W. Dudley (eds) Corn and Corn Improvement. ASA, Madison, WI.
214. Simić, Milena, Lidija Stefanović. (2007): Uticaj gustine kukuruza i načina setve na suzbijanje korova i prinos zrna kukuruza. Pesticidi i fitomedicina, vol. 22, br. 2, str. 93-103.
215. Simić, Milena, Lidija Stefanović. (2008): Competition – the Most Common Interaction between Crops and Weeds. Acta biologica Jugoslavica – serija g: acta herbologica, 17, 2: 7-21.
216. Starčević, Lj., B. Marinković i Irena Rajčan (1991): Uloga nekih agrotehničkih mera u proizvodnji kukuruza sa posebnim osvrtom na godine sa nepovoljnim vremenskim uslovima. Zbornik radova XXV Seminara agronoma, Poljoprivredni fakultet - Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, Sv. 19, 415 - 424.
217. Starčević, Lj. (1993): Primenjena tehnologija i vremenski uslovi u proizvodnji kukuruza u 1992. godini. Zbornik radova, Poljoprivredni fakultet – Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, 21, 7-21.
218. Starčević, Lj., Dragana Latković (2006): Povoljna godina za rekordne prinose kukuruza. Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, vol. 42, br. 2, str. 299-310, Novi Sad.
219. Stevanović, M. i R. Savić (1984): Reagovanje različitih grupa hibrida na gustinu sklopa i količinu azota. Agronomski glasnik, vol. 46, br. 1-2.
220. Stevović, V., Z. Jovanović, M. Vesković, D. Djurović, N. Bokan (2001): The effect of crop on the seed yield of maize hybrids. Journal of Scientific Agricultural Research.
221. Stojićević, D. (1996): Navodnjavanje poljoprivrednog zemljišta. Partenon. Beograd. 198-204.
222. Struik, P.C., B. Deinum, J.M.P. Hoesflood (1985.): Effects of temperature during different stages of development on growth of forage maize (*Zea mays L.*). Netherlands Journal of Agriculture Science (33) 405-420.

223. Šaponjić Bojana i Vesna Dragičević (2009): Uticaj gustine setve na prinos silaznog kukuruza u uslovima prirodnog vodnog režima. *Journal of Scientific Agricultural Research*, vol. 70, br. 3, str. 39-45.
224. Šaponjić, Bojana, Vesna Dragičević, Miroslava Rakočević, Milena Simić, N. Djordjević, Dj. Glamočlija (2014): The productive and quality traits of forage maize in relation to the soil type and sowing density. *Nardi FunduleA, Romania Romanian Agricultural Research*, No. 31, First Online; DII 2067-5720 RAR 2014-311.
225. Šatović, M. (1973): Proizvodna važnost osnovnih komponenata prinosa kukuruza u različitim gustinama. Doktorska disertacija, Fakultet poljoprivrednih znanosti, Zagreb.
226. Tanasijević, Đ. (1972): Černozemi Vojvodine. Institut za poljoprivredna istraživanja. Novi Sad.
227. Tang, H., Y.Q. Huang, J.B. Yan, Z.H. Liu, J.H. Tang, Y.L. Zheng and J.S. Li (2004): Genetic analysis of yield traits with elite maize hybrid. *Acta Agronomica Sinica*, 30, (9), 922 - 926.
228. Tapanarova, Angelina, Branka Kresović, Đ. Glamočlija i S. Žilić (2009): Uticaj vlažnosti zemljišta na hemijski sastav i prinos zrna kukuruza. IV Simpozijum sa međunarodnim učešćem, Inovacije u ratarskoj proizvodnji - zbornik izvoda, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Beograd, 2009., pp 108-109.
229. Thompson, L. D. (1969): Selection for stalk quality in corn. *Proceedings of the Twenty - fourth Annual Corn and Sorghum Research Conference*, 24, 7-14.
230. Trifunović, B. (1988): Proučavanje zavisnosti i odnosa prinosa zrna i nekih morfoloških osobina hibrida kukuruza. *Arhiv za poljoprivredne nauke*, Vol. 49, Sv. 173, 69 - 94, Beograd.
231. Turrall, H, m. Svendsen, J. Fauers (2010): Investing in irrigation: Reviewing the past and looking to the future. *Agricultural Water Management* 97, 551-560.
232. Van Dyk, J. (2001): *Corn lodging sets, Integrated Crop Management: Plant Diseases*. Iowa State University Press, Ames, Iowa.

233. Vasić, G. (1983a): Uticaj navodnjavanja na vodni režim černozema Zemunskog polja i prinos kukuruza. Doktorska disertacija. Poljoprivredni fakultet Zemun. Univerzitet u Beogradu.
234. Vasić, G. (1983b): Uticaj različitih agroekoloških uslova na prinos nekih ZP hibrida kukuruza gajenih u uslovima navodnjavanja. Simpozijum Matice Srpske: Čovek i biljka, 21-23. oktobar, Novi Sad.
235. Vasić, G. (1984): Uticaj navodnjavanja na vodni režim černozema Zemunskog polja i prinos kukuruza. Arhiv za poljoprivredne nauke, Vol. 45, sv. 157, 65-96, Beograd.
236. Vasić, G. (1986): Uticaj genotipa, gustine useva i različitih količina azota na prinos kukuruza u uslovima navodnjavanja u Jugoslaviji i Bugarskoj. Agronomski glasnik, vol. 48, br. 1-2.
237. Vasić, G. (1991a): Navodnjavanje i proizvodnja kukuruza. Zbornik radova, Aktuelni problemi tehnike navodnjavanja i izbor opreme. Negotin. 113-123.
238. Vasić, G. (1991b): Uticaj suše i navodnjavanja u proizvodnji kukuruza. Savetovanje agronoma ratara Srbije. Vrnjačka Banja, 124-130.
239. Vasić, G. i Branka Kresović (1994a): Effect of Primary Tillage Depth on Yield of Maize Grown on Chernozem. J. Sci. Agric. Research, 56 (198), 2: 21-29.
240. Vasić, G. i Branka Kresović (1994b): Navodnjavanje i prinos. Kukuruz i sorgo, 3: 14-15.
241. Vasić, G., Branka Kresović i M. Tolimir (1995): Stanje i mogućnosti navodnjavanja u proizvodnji kukuruza. Zbornik radova sa simpozijuma sa međunarodnim učešćem, Oplemenjavanje, proizvodnja i iskorišćavanje kukuruza, Beograd, 177-186.
242. Vasić, G., M. Tolimir i Branka Kresović (1997a): Uticaj višegodišnjeg đubrenja kalijumom na prinos kukuruza u uslovima navodnjavanja. Uređenje, korišćenje i očuvanje zemljišta, Jugoslovensko društvo za proučavanje zemljišta (ed), Novi Sad, pp 279-285.
243. Vasić, G., Branka Kresović i Tolimir, M. (1997b): Uticaj različitih količina vode na prinos kukuruza. Kukuruz i sorgo, 5/97, 17-18.
244. Vasić, G., Branka Kresović i M. Tolimir (1997c): Effects of drought on maize production. Acta Biologica Jugoslavica, Zemljište i biljka, 46 (2): 117-125.

245. Vasić, G., Branka Kresović i M. Tolimir (1998): Effect of longterm phosphorous fertilisers on grain yield of maize grown under irrigation conditions. 16th World Congress of Soil Science, Montpellier, France, August 20-26, 1998. Summaries I, pp 300-303.
246. Videnović, Ž. i F. Kolčar (1988): Proučavanje potencijala rodnosti hibrida kukuruza različitih specijalnih svojstava. Arhiv za poljoprivredne nauke, Beograd, Vol. 49, Sv. 173, 63 – 68.
247. Videnović, Ž., Milena Simić, J. Srdić, Z. Dumanović (2011): Long term effects of different soil tillage systems of maize (*Zea mays* L.) yields. Plant soil environ, 57, 4: 186-192.
248. Videnović, Ž., Branka Kresović i M. Tolimir (2003): Uticaj gustine setve na prinos ZP hibrida kukuruza. Arhiv za poljoprivredne nauke, 64, 3-4, 81-89
249. Viswanatha, G.B., B.K. Ramachandrappa and H.V. Nanjappa (2002): Soil-plant water status and zield of sweet corn (*Zea mays* L. cv. Saccharata) as influenced bz drip irrigation and planting methods. Agricultural Water Management 55, 85–91.
250. Vučić, N. (1964): Vodne osobine černozema i livadske crnice i njihov značaj za navodnjavanje na irigacionom području Bačke. Savremena poljoprivreda (posebno izdanje), Novi Sad., No 1.
251. Vučić, N. (1976): Navodnjavanje poljoprivrednih kultura. Poljoprivredni fakultet. Novi Sad. 232-258.
252. Vučić, N. (1987): Vodni, vazdušni i toplotni režim zemljišta. Vojvođanska Akademija nauka i umetnosti. Novi Sad.
253. Vyn, T.J. and M. Tollenaar (1998): Changes in chemical and physical quality parameters of maize grain during three decades of yield improvement. Field Crops Research 59, 135–140.
254. Wajid, A., A. Hussain, A. Ahmed, M. Rafiq, A.R. Goheer and M. Ibrahim (2004): Effect of sowing date and plant density on growth, light interception and yield of wheat under semi arid condition. Intl. J. Agric. Biol., 6: 1119-1123.
255. Walker, W. M. and T. R. Peck (1974): Relationship Between Corn Yield and Plant Nutrient Content. Agronomy Journal, 66, 2: 253 - 256.

256. Xue, J. Liang, G. Ma, H. Lu, J. Ren (2002): Population physiological indices on density-tolerance of maize in different plant type. *Ying Yong Sheng Tai Xue Bao*, 13, 1: 55-59 (Chinese). PMID; 11962320.
257. Yildirim, O., S. Kodal, F. Selenay, Y.E. Yildirim and A. Ozturk (1996): Corn grain yield response to adequate and deficit irrigation. *Turk. J. Agric. Forest.* 20 (4), 283–288.
258. Zhu, H., Y. Lan, M.C. Lamb and C.L. Butts (2007): Corn Nutritional Properties and Yields with Surface Drip Irrigation in Topographically Variable Fields. “Corn Nutritional Properties and Yields with Surface Drip Irrigation in Topographically Variable Fields”. *Agricultural Engineering International: the CIGR Ejournal*. Manuscript LW 07 005. Vol. IX. September, 2007.
259. Žilić, S., D. Ignjatović-Mičić, G. Saratlić, G. Stanković, N. Delić, M. Filipović and Branka Kresović (2010): Protein and tryptophan content in kernels of ZP maize hybrids. *Savremena poljoprivreda*, vol. 59. (1-2) 56-64.
260. Živanović, Lj., M. Nedić, Lj. Kolarić i A. Simić (2004): Uticaj gustine useva na prinos i sadržaj vlage u zrnju hibrida kukuruza. *Journal of Scientific Agricultural Research*, vol. 65, br. 2, str. 5-15. (61-70)
261. Živanović, Lj. (2005): Uticaj vremena setve na ontogenezu i prinos hibrida kukuruze različite dužine vegetacionog perioda. Magistarska teza, Poljoprivredni fakultet, Beograd-Zemun.
262. Živanović, Lj., N. Nenadić, M. Nedić i Lj. Kolarić (2006): Uticaj gustine useva na prinos zrna hibrida kukuruza različitih grupa zrenja. *Zbornik naučnih radova Instituta PKB Agroekonomik*, vol. 12, br. 1-2, str. 39-46.
263. Živkov, G. (2010): Efekti liberalizacije carina na poljoprivredu Srbije. USAID Agrobiznis projekat, Beograd.
264. Živković, B., V. Nejgebauer, Đ. Tanasijević, N. Miljković, L. Stojković i P. Drezgić (1972): Pedološka karta „Zemljišta Vojvodine“. Institut za poljoprivredna istraživanja. Novi Sad. 160-175.
265. <http://faostat3.fao.org>
266. <http://www.srbijavode.rs/>

BIOGRAFIJA

Mr Miroslava M. Jaramaz rođena je u Osijeku 28. januara 1979. godine. U mestu rođenja završila je osnovnu i srednju školu i potom se upisala na Poljoprivredni fakultet, Odsek za ratarstvo. Proglašena je studentom generacije 2005. godine, a 2003. godine je dobila „Rektorovu nagradu“ Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku za naučni rad Dužina cveta kao ograničavajući faktor oprašivanja suncokreta. Na istom Fakultetu je diplomirala u grupi 10% najboljih studenata stekavši akademski naziv Magistar inženjer bilinogojstva. Upisala je poslediplomske studije na Poljoprivrednom fakultetu u Zemunu na Grupi ekologija i agrotehnika bilja za stočnu hranu. Magistrirala je 2010. godine sa temom „Uticaj vremena setve i hibrida na prinos i kvalitet zrna kukuruza“. 2012. godine u Osijeku je specijalizovala na univerzitetskom interdisciplinarnom specijalističkom studiju Zaštite prirode i okoline Odjela za biologiju i Instituta Ruđer Bošković s temom Izrada predloga projekta „Suzbijanje ambrozije“ za program financiranja Evropske Unije i stekla akademski naziv Univerzitetska specijalistkinja zaštite prirode i okoline.

Radila je kao konsultant na projektima za EU, u pisanju projektne dokumentacije za tendere na projektima koji se finansiraju iz fondova EU, pod pokroviteljstvom Holandije, Švedske, Velike Britanije. Radila je kao samostalni HACCP i ISO konsultant i auditor gde je obavljala poslove implementacije HACCP sistema u objekte primarne proizvodnje hrane i hrane za životinje, prerade, transporta i skladištenja, distribucije i maloprodaje.

Spisak saopštenih i objavljenih naučnih i stručnih radova

1. **Jaramaz, Miroslava** i Dragana Jaramaz (2003): Dužina corolle cveta suncokreta kao ograničavajući faktor oprašivanja suncokreta (*Helianthus annuus* L.p.). Zbornik naučnih radova VIII Međunarodnog susreta studenata agronomije, Makarska, 30. maja- 02. juna 2003. str. 3-4

2. Puškadija, Z., Dragana Jaramaz i **Miroslava Jaramaz** (2004): *Phacelia Tanacetifolia*. Stručni list Hrvatska pčela, 123, 6; str. 125-128. Zagreb.

3. Jaramaz, Dragana, N. Kezić i **Miroslava Jaramaz** (2006): Oprašivanje lucerke. Zbornik naučnih radova 41. hrvatski i 1. međunarodni naučni simpozij agronoma. Opatija, 13.-17. februara, str. 527-528.
4. Jaramaz, Dragana i **Miroslava Jaramaz** (2007): Rezultati oprašivanja lucerke dresurom pčela. Zbornik naučnih radova III Simpozijuma s međunarodnim učešćem: Inovacije u ratarskoj i povrtarskoj proizvodnji, str. 154-155. Beograd.
5. Jaramaz, Dragana i **Miroslava Jaramaz** (2007): Iskorišćavanje facelije kao medonosne biljke u hrvatskom podunavlju. Zbornik naučnih radova III Simpozijuma s međunarodnim učešćem: Inovacije u ratarskoj i povrtarskoj proizvodnji, str. 156-157. Beograd.
6. **Jaramaz, Miroslava** i Dragana Jaramaz (2009): Pozitivno ekološko delovanje *Phacelie Tanacetifolie* na okoliš. Zbornik naučnih radova 2. Znanstveno – stručnog skupa Zaštite prirode i okoliša, str. 132-138. Vukovar.
7. **Jaramaz, Miroslava** i Dragana Jaramaz (2009): HACCP u poljoprivrednoj proizvodnji: iskustva Hrvatske za primenu u Srbiji. Zbornik naučnih radova IV Simpozijuma s međunarodnim učešćem: Inovacije u ratarskoj i povrtarskoj proizvodnji, str. 48-49. Beograd.
8. **Jaramaz, Miroslava** i Dragana Jaramaz (2009): HACCP u poljoprivrednoj proizvodnji i proizvodnji lekovitog bilja: iskustva Hrvatske kao osnova za primenu u Srbiji. Časopis Lekovite sirovine, sveska 29, str. 3-16. Beograd.
9. **Jaramaz, Miroslava** i Dragana Jaramaz (2011): Uticaj vremena setve i hibrida na prinos i kvalitet zrna kukuruza. Zbornik naučnih radova V Simpozijuma s međunarodnim učešćem: Inovacije u ratarskoj i povrtarskoj proizvodnji, str. 140-141. Beograd.
10. Jaramaz, Dragana i **Miroslava Jaramaz** (2011): Uticaj rastućih količina dušika na proizvodne osobine soje. Zbornik naučnih radova V Simpozijuma s međunarodnim učešćem: Inovacije u ratarskoj i povrtarskoj proizvodnji, str. 118-119. Beograd.
11. Bajor, Ivona, **Miroslava Jaramaz** i M. Bačura (2013): Environmental benefits using reusing. Zbornik naučnih radova International Scientific Conference Planning and development of sustainable transport system, str. 17-24. Zagreb

12. Filipović, V., Vera Popović, Đ. Glamočlija, **Miroslava Jaramaz**, Dragana Jaramaz, S. Anđelović, Marijenka Tabaković (2014): Genotype and soil type influence on morphological characteristics, yield and oil content of oil-flax. Bulgarian Journal of Agricultural Science (Bulg.J.Agric.Sci.) Sofia, Bulgaria, Vol. 20. No 1, pp 79-86.

Prilog 1.

Izjava o autorstvu

Potpisana: **Miroslava M. Jaramaz**

Broj indeksa: **1319**

Izjavljujem

da je doktorska disertacija pod naslovom:

**UTICAJ GUSTINE USEVA NA PRINOS I KVALITET ZRNA KUKURUZA
U USLOVIMA NAVODNJAVANJA I PRIRODNOG VODNOG REŽIMA**

- rezultat sopstvenog istraživačkog rada,
- da predložena doktorska disertacija u celini ni u delovima nije bila predložena za dobijanje bilo koje diplome prema studijskim programima drugih visokoškolskih ustanova,
- da su rezultati korektno navedeni i
- da nisam kršila autorska prava i koristila intelektualnu svojinu drugih lica.

Potpis doktoranda

Miroslava Jaramaz

U Beogradu, 25.05.2015. godine

Prilog 2.

**Izjava o istovetnosti štampane i elektronske verzije
doktorske disertacije**

Ime i prezime autora: **Miroslava M. Jaramaz**

Broj indeksa: **1319**

Studijski program: Poljoprivredne nauke Modul: Ratarstvo i povrtarstvo

Naslov doktorske disertacije:

**UTICAJ GUSTINE USEVA NA PRINOS I KVALITET ZRNA KUKURUZA
U USLOVIMA NAVODNJAVANJA I PRIRODNOG VODNOG REŽIMA**

Mentor: Dr Đorđe Glamočlija, redovni profesor

Potpisana: **Miroslava M. Jaramaz**

Izjavljujem da je štampana verzija moje doktorske disertacije istovetna elektronskoj verziji koju sam predala za objavljivanje na portalu **Digitalnog repozitorijuma Univerziteta u Beogradu**.

Dozvoljavam da se objave moji lični podaci vezani za dobijanje akademskog zvanja doktora nauka, kao što su ime i prezime, godina i mesto rođenja i datum odbrane rada.

Ovi lični podaci mogu se objaviti na mrežnim stranicama digitalne biblioteke, u elektronskom katalogu i u publikacijama Univerziteta u Beogradu.

Potpis doktoranda

Miroslava Jaramaz

U Beogradu, 25.05.2015. godine

Prilog 3.

Izjava o korišćenju

Ovlašćujem Univerzitetsku biblioteku „Svetozar Marković“ da u Digitalni repozitorijum Univerziteta u Beogradu unese moju doktorsku disertaciju pod naslovom:

UTICAJ GUSTINE USEVA NA PRINOS I KVALITET ZRNA KUKURUZA U USLOVIMA NAVODNJAVANJA I PRIRODNOG VODNOG REŽIMA

koja je moje autorsko delo.

Disertaciju sa svim priložima predala sam u elektronskom formatu pogodnom za trajno arhiviranje.

Moju doktorsku disertaciju pohranjenu u Digitalni repozitorijum Univerziteta u Beogradu mogu da koriste svi koji poštuju odredbe sadržane u odabranom tipu licence Kreativne zajednice (Creative Commons) za koju sam se odlučila.

1. Autorstvo
2. Autorstvo - nekomercijalno
3. Autorstvo – nekomercijalno – bez prerade
4. Autorstvo – nekomercijalno – deliti pod istim uslovima
5. Autorstvo – bez prerade
6. Autorstvo – deliti pod istim uslovima

Potpis doktoranda

Miroslava Jeramaz

U Beogradu, 25.05.2015. godine