Utjecaj različitih rasporeda sjetvenih redova i gustoće sjetve na prinos kukuruza (Zea may L.) 2016. godine

Miljević, Ivan

Master's thesis / Diplomski rad

2017

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

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:403496

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Repository / Repozitorij:

Repository of the Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek - Repository of the Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

zir.nsk.hr

Image not found or type unknown

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Ivan Miljević

Diplomski studij Bilinogojstva, smjer Biljna proizvodnja

UTJECAJ RAZLIČITIH RASPOREDA SJETVENIH REDOVA I GUSTOĆE SJETVE NA PRINOS KUKURUZA (*Zea may L.*) 2016. GODINE

Diplomski rad

Osijek, 2017.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Ivan Miljević

Diplomski studij Bilinogojstva, smjer Biljna proizvodnja

UTJECAJ RAZLIČITIH RASPOREDA SJETVENIH REDOVA I GUSTOĆE SJETVE NA PRINOS KUKURUZA (*Zea may L.*) 2016. GODINE

Diplomski rad

Povjerenstvo za ocjenu i obranu diplomskog rada:

1. Prof. dr. sc. Đuro Banaj, predsjednik
2. Prof. dr. sc. Bojan Stipešević, mentor
3. Prof. dr. sc. Danijel Jug, član

Osijek, 2017.

SADRŽAJ

1. UVOD 1

1.1 Podrijetlo i važnost kukuruza 1

1.2 Morfološka svojstva kukuruza 2

1.2.1 Korijen 2

1.2.2 Stabljika 3

1.2.3 List 3

1.2.4 Reproduktivni organi kukuruza 4

1.2.5 Zrno kukuruza 5

1.3 Podvrste kukuruza 5

1.4 Sorte i hibridi kukuruza 6

1.5 Fenološke faze kukuruza 7

1.6 Agroekološki uvjeti u uzgoju kukuruza 10

1.6.1 Potrebe kukuruza prema vodi 10

1.6.2 Potrebe kukuruza prema toplini 11

1.6.3 Potrebe kukuruza prema svjetlosti 11

1.6.4 Potrebe kukuruza prema tlu 12

1.7 Mineralna ishrana i akumulacija suhe tvari 12

1.7.1 Elementi potrebni za ishranu kukuruza 12

1.8 Agrotehnika kukuruza 15

1.8.1 Izbor hibrida kukuruza 15

1.8.2 Plodored 16

1.8.3 Obrada tla 16

1.8.4 Gnojidba 17

1.8.5 Sjetva kukuruza 18

1.8.6 Gustoća sjetve 19

1.8.7 Korovi u kukuruzu 19

1.8.8 Bolesti kukuruza 20

1.8.9 Štetočine kukuruza 20

1.8.10 Berba kukuruza 20

2. MATERIJALI I METODE 21

2.1 Lokacija i analiza tla 21

2.2 Klimatski podaci 23

2.3 Primjenjena agrotehnika na pokusu 25

2.4 Twin row sijačica 26

2.5 Pneumatska sijačica....28
3. REZULTATI....31
4. RASPRAVA....35
5. ZAKLJUČAK....37
6. POPIS LITERATURE....38
7. SAŽETAK....39
8. SUMMARY....40
9. POPIS SLIKA, GRAFIKONA I TABLICA....41

1. UVOD

1.1 Podrijetlo i važnost kukuruza

Kukuruz je biljka čije je podrijetlo iz Centralne Amerike, a prenesen je u Europu i ostale kontinente nakon otkrića Amerike. Kukuruz ima jako veliki areal raširenosti i uzgaja se u cijelom svijetu. To mu omogućuje različita duljina vegetacije, raznolika mogućnost upotrebe, kao i sposobnost da uspijeva na lošijim tlima i u lošijim klimatskim uvjetima. Pravo podrijetlo kukuruza nije točno razjašnjeno, ali postoji nekoliko pretpostavki. (Gagro, 1997.).

Kukuruz je, uz rižu i pšenicu, treća najzastupljenija žitarica na svijetskim oranicama. Godine 2011. je uzgajan na blizu 172 milijuna hektara. Naveći svjetski proizvođači kukuruza su ujedno i najveće zemlje svijeta kao što su: SAD, Kina, Brazil, Maksiko, Francuska, Italija, Rumunjska, Mađarska i ostale. Prosječan prinos kukuruza u svijetu 2012. godine bio je 4, 94 t/ha, dok je taj prosjek u istoj godini u Europi bio 5, 14 t/ha. (Kovačević i Rastija, 2016.).

Kukuruz je na prostor Hrvatske dospio pomorskim putem iz Italije u Dalmaciju. Danas je u Hrvatskoj kukuruz najrasprostranjenija kultura. Površine pod kukuruzom su nekada bile dosta veće, no danas se ta brojka smanjila na 253 000 ha, što je podatak za 2014. godinu. Razlog tome je smanjenje stočnog fonda i mala otkupna cijena merkantilnog zrna. Prosječni prinos kukuruza u Hrvatskoj veći je od onoga u Europi, i iznosi 6,1 t/ha. U zadnjih nekoliko godina povećava se proizvodnja silažnog kukuruza zbog razvoja biopostrojenja i bioenergije u Hrvatskoj. (Kovačević i Rastija, 2016.).

Uzgojno područje kukuruza se proteže od ekvatora pa do 58°N, te do 42°S. Ekološka granica uzgoja kukuruza je lipanjska izoterma +19°C i noćne temperature od +12,8°C. najviše kukuruza se uzgaja imeđu 30 i 55°N. (Kovačević i Rastija, 2016.).

Gospodarsko značenje kukuruza je jako veliko što nam govori podatak da se proizvodi na značajnim površinama. Kukuruz ima najveći genetički potencijal rodnosti među žitaricama, najistraženija je po pitanju genetike i selekcije, te ima široku primjenu u ishrani ljudi i stoke, te u prerađivačkoj industriji. Stvoreni su hibridi kukuruza vrlo kratke vegetacije koji su pogodni za uzgoj u hladnijim predjelima. Stvoreni su i hibridi za različite namjene, te hibridi namijenjeni za uzgoj na manje pogodnom tlu. Od kukuruza se mogu

proizvesti čak i autogume i kompaktni diskovi. U Hrvatskoj nije razvijena finalizacija prerade kukuruza.

1.2 Morfološka svojstva kukuruza

Kukuruz je jednogodišnja biljka, jednodomna je i stranooplodna. Glavne karakteristike kukuruza po kojima se razlikuje od ostalih biljaka iz *Poaceae* je visoka i krupna stabljika, veliki listovi i krupno zrno.

1.2.1 Korijen

Korijen kukuruza je žiličast i dobro je razvijen. Obuhvaća veliki volumen tla, a najveća masa se nalazi u oraničnom sloju do 30 cm, dok dubina prodiranja iznosi do 3 metra. Korijenov sustav sadrži primarni i sekundarni korijen.

Primarni korijen ima tri tipa: glavni klicin korijen, bočno klicino korijenje i mezokotilni korijen. Tijekom klijanja glavni korijen brzo raste okomito u dubinu, a nakon dva do tri dana razvije se 3-7 bočnih korijenova. Ovo korijenje ima bitnu ulogu u opskrbi mlade biljke vodom i hranjivim tvarima tijekom 2-3 tjedna nakon nicanja, dok biljka ne razvije 8-10 listova. Bočno korijenje ostaje na biljci tijekom cijele vegetacije. Mezokotilno korijenje se razvija na epikotilu i to samo u uvjetima preduboke sjetve i na jako aeriranim tlima. Ono nema velikog značaja za biljku.

Sekundarni korijen raste iz podzemnih i nekoliko nadzemnih nodija stabljike, tako da razlikujemo podzemno nodijalno i nadzemno ili zračno nodijalno korijenje. Prvo sekundarno korijenje se razvija na 3-4 cm od površine tla, i to u fazi 3-4 lista. Ono izlazi iz nodija u obliku vijenca. Nastankom novih parova listova razvija se i nova etaža sekundarnog korijena. U tlu se prva etaža razvija horizontalno, dok svaka sljedeća etaža raste manje horizontalno. Ova pojava je povezana sa zagrijavanjem tla. Kada se razvijaju prve etaže zagrijan je samo površinski sloj tla, dok je u kasnijim fazama razvoja najvažnija vlaga pa korijen odmah prodire u dubinu u potrazi za njom. Rast korijena je najvažniji u ranim etapama razvoja. Zračno korijenje ima ulogu da učvrsti i stabilizira biljku, a formira se iz prva 2 do 3 nodija iznad površine tla. (Kovačević i Rastija, 2016.).

1.2.2 Stabljika

Kukuruz ima ravnu i glatku stabljiku koja je ispunjena parenhimom. Visina može varirati od 0,5 metara pa do 5-7 metara. Hibridi koji se uzgajaju u Hrvatskoj imaju visinu od 1,5 metara kod najranijih hibrida, pa do 3,5 metara kod najkasnijih hibrida. Stabljika je cilindričnog oblika. Na vrhu je njena debljina oko 2 cm, dok je ta debljina u baznom dijelu oko 7 cm. Broj nodija i internodija ovisi o dužini vegetacije. Najraniji hibridi imaju 8-10 nodija i internodija, dok oni kasni imaju 18-22. Najveći porast stabljike je neposredno prije metličanja kada stabljika može narasti i do 15 cm dnevno. Rukavci listova pokrivaju internodije stabljike, a u njihovim pazušcima se zameću pupovi bočnih izdanaka. Iz tih pazušnih listova u donjem dijelu stabljike mogu se razviti sekundarni izdanci, a zovu se zaperci. Njihovo zametanje može biti karakteristika podvrste kao što su kokičar i šećerac, a mogu biti izazvani i vanjskim uvjetima. U ostalim pazušnim pupovima se stvaraju začeci klipova. Najčešće se potpuno razviju samo jedan ili dva klipa, a nalaze se oko sredine stabljike.

1.2.3 List

Postoje tri tipa listova, a razlikuju se prema mjestu gdje se zameću i nalaze, te prema značenju za biljku. To su klicini listovi, pravi listovi ili listovi stabljike, i listovi omotača klipa koji se nazivaju još i komušina.

Klicinih listova ima 5-7 i imaju svoje začetke još u klici. Potpuno se razvijaju u prvih 10 do 15 dana nakon nicanja i tada imaju veliko značenje za biljku. Ukoliko bi se ti listovi oštetili može doći do zastoja u rastu što uzrokuje kašnjenje svih faza rasta i razvoja. Klicini listovi gube svoje značenje i suše se nakon formiranja pravih listova.

Pravi listovi izrastaju nasuprotno iz svakog nodija. Sastoje se od plojke, rukavca i jezička. Rukavac je debeo i čvrst i ima centralnu žilu koja je slabije primjetna. Plojka je linearna i široka, a može biti dugačka od 50 do 100 cm. Lice plojke je pokriveno dlačicama, dok je naličje glatko. Plojka je na vrhu zašiljena, i ima centralnu debelu žilu i niz tanjih paralelnih žila. Poprečni presjek lista ima oblik slova V, a žljebasti uspravni položaj listova omogućuje korištenje i najmanje količine oborina, kao što je rosa. Broj listova odgovara broju nodija i to je svojstvo hibrida. Kod nas raniji hibridi imaju 8-10 listova, a najkasniji

imaju 18-22 lista. Na konačno formiranoj biljci najveći su srednji listovi koji se nalaze u blizini klipa, dok se prema bazi i vrhu stabljike ta veličina smanjuje.

Listovi komušine se razvijaju na dršci klipa, a predstavljaju rukavce pravih listova izmjenjenog oblika. Listovi komušine čvrsto pokrivaju jedan drugoga. Na vanjskim listovima se stvara klorofil, dok su unutrašnji listovi nježniji, a oni do samog klipa su poluprozirni. Zadatak ovih listova je da štite klip od nepovoljnih vanjskih čimbenika kao što su mraz i mehaničke ozlijede, štetočine i bolesti. Zatvorenost klipa komušinom je značajno svojstvo za brzinu gubitka vode iz zrna u zriobi.

1.2.4 Reproduktivni organi kukuruza

Kukuruz je jednodomna biljka što znači da su joj muški i ženski cvjetovi razdvojeni u posebne cvati i nalaze se na istoj biljci. Muška cvat je metlica i nalazi se na vrhu stabljike, dok je ženska cvat klip i nalazi se u pazušcu jednog od srednjih listova. Kukuruz je izrazito stranooplodna biljka. Muški i ženski cvjetovi na istoj biljci sazrijevaju u različitom vremenu.

Metlica se sastoji od glavne osi i bočnih grana na kojima su u parovima raspoređeni muški klasići. Jedan se nalazi na izduženoj peteljci, dok je drugi na skraćenoj. Klasići su dvocvjetni. Svaki cvijet u klasiću ima dvije dobro razvijene pljevice, 3 prašnika, zakržljali tučak i dvije lodikule pri dnu cvijeta. Prašenje polena počinje ispod vrha glavne osi, te se širi prema gore i dole, a nakon toga počinju prašiti bočne grane. Metlica počinje sa prašenjem 3-5 dana nakon metličanja, a to se sve odvija prije svilanja klipa. Prašenje traje 6-10 dana. Polenova zrna obave oplodnju većine klipova već prvog dana nakon izbijanja svile, a cijeli klip se oplodi za tri dana. (Kovačević i Rastija, 2016.).

Klip kukuruza se sastoji od oklaska, drške klipa i listova komušine. Na oklasku se nalaze uzdužno u parnim redovima klasići sa ženskim cvjetovima. Klip se formira na vrhu bočnih izdanaka u pazuhu listova. Klip se formira samo u jednom, ili eventualno 2-3 pazušca srednjih listova na stabljici. Ako se razvija više klipova, gornji je uvijek razvijeniji i krupniji. Položaj klipa na stabljici može biti uspravan ili otklonjen od stabljike, što ovisi o debljini i dužini internodija. Oklasak može biti cilindričnog ili konusnog oblika. Oblik, veličina i boja oklaska su nasljedno svojstvo. Najbolji je što tanji i cilindričan oklasak. Od

ukupne mase klipa na oklasak otpada 14-28% mase, dok je ostatak zrno. Ženski klasići dolaze u parovima i dvocvjetni su. Gornji cvijet u klasiću je plodan, dok je onaj u bazi sterilan što je razlog zašto u klasiću imamo samo jedno zrno. Na oklasku se nalazi 8-24 reda zrna. Broj redova zrna na klipu je uvijek paran, zato što uvijek imamo paran broj klasića na oklasku.

Ženski cvijet se sastoji od razvijenog tučka, tri zakržljala prašnika i dvije pljeve. Pljevice su nerazvijene pa su zrna gola. Dijelovi tučka su plodnica, dugačak vrat i vrlo duga njuška pokrivena dlačicama, a to je svila. Svila je dugačka 30 do 50 cm. Svila izlazi iz klipa u fazi cvatnje. Ta svila ima oblik pramenove niti blijedozelene do crvene boje, što je karakteristika određenog genotipa. Svila se nakon oplodnje osuši, kovrča se i postaje smeđa. Svila ima dlačice koje luče ljepljivu tekućinu što pomaže hvatanju polenova zrna. Polen može pasti na bilo koji dio svile da bi mogao izvršiti oplodnju. Jajna stanica je sposobna za oplodnju 10-15 dana, a sazrijeva 1-2 dana prije pojave svile. Oplodnja traje oko 24 sata, a 1-2 dana nakon oplodnje se suše svila i njuška tučka. Nakon 20 dana se formira zrno u mliječnoj zriobi koje ima razvijenu klicu. Ukoliko imamo više klipova na jednoj biljci, drugi i treći klip su uvijek manji i kasnije dozrijevaju u odnosu na prvi klip. Visina na kojoj se nalazi klip na biljci povezana je sa svojstvima genotipa.

1.2.5 Zrno kukuruza

Zrno kukuruza je jednosjemeni plod, a sastoji se od tri osnovna dijela, a to su omotač, endosperm i klica. Omotač čini 5-8% mase zrna i sastoji se od perikarpa, u čijim se stanicama nalaze pigmenti koji daju boju zrnu. Endosperm obuhvaća 78-85 % mase zrna. Endosperm može biti caklav, brašnast i voštani, što ovisi o podvrsti. Kukuruzna klica je prilično velika i zauzima 8-14 % mase zrna. Smještena je u donji dio zrna s prednje strane. Zrno kukuruza ima prednju, stražnju, bočnu stranu te krunu i bazu zrna.

1.3 Podvrste kukuruza

Postoji devet osnovnih podvrsta kukuruza, a to su: zuban, tvrdunac, šećerac, kokičar, škrobni kukuruz, poluzuban, voštani kukuruz, škrobni šećerac i pljevičar. Veće gospodarsko značenje imaju četiri podvrste, a to su zuban, tvrdunac, šećerac i kokičar.

Zea mays ssp. Indentata (zuban) je dosta rasprostranjen, i postoje značajne razlike u duljini vegetacije. Karakteristike ove podvrste je da nije sklona stvaranju zaperaka, klip je visok, debeo i cilindričan i ima uglavnom 16 redova. Zrno je dosta krupno, a može biti žute, bijele ili crvene boje. Rub zrna ima caklavu građu, dok je vrh i unutrašnjost zrna brašnava. Naziv zuban dolazi od toga što u zriobi brašnasti dio više smanjuje volumen u odnosu na staklasti dio, pa na vrhu zrna nastaje udubljenje i odaje oblik konjskog zuba. Zuban ima visoke prinose zrna, ali je lošije kvalitete za ljudsku ishranu.

Zea mays ssp. Indurata (tvrdunac) ima veliko gospodarsko značenje, ima veliku botaničku raznolikost. Ima manji i tanji klip od zubana, i obično ima 8-12 redova. Tvrdunac ima nižu stabljiku od zubana i sklon je stvaranju zaperaka. Zrna su sitnija, okruglog su oblika i sjajne su površine. Tvrdunac ima tvrd i staklast endosperm i bogatiji je bjelančevinama.

Zea mays ssp. Saccharata (šećerac) je nastao mutacijom zubana i tvrdunca pojavom recesivnih *su* gena. Šećerac ima staklast endosperm, a zrno se pri sazrijevanju smežura. Ima visok udio masti i vodotopivih proteina što mu povečava hranidbenu vrijednost. Upotreba ovog kukuruza je za konzerviranje, kuhanje ili pečenje u fazi mliječne ili mliječno – voštane zriobe. Ova podvrsta je sklona polijeganju, manje je otporan na sušu i štetočinje što zahtjeva više pažnje pri uzgoju.

Zea mays ssp. Everta (kokičar) je jedan od najstarijih podvrsta kukuruza. Kokičar ima caklavi endosperm, dok se brašnasti dio nalazi samo oko klice. Uzgoj ovog kukuruza je dosta zahtjevan i težak. Razlog tomu je ranozrelost hibrida, stvaranje zaperaka i više sitnih klipova, osjetljivost i niži prinos. Kada se zrno zagrije na 150 – 200°C tada voda u zrnu prelazi u paru i omotač zrna puca i izbacuje endosperm u obliku bijele, šupljikave mase. Volumen se može povećati 30 do 40 puta.

1.4 Sorte i hibridi kukuruza

Prije pojave hibrida u Hrvatskoj su bile zastupljene sorte kukuruza zubana i tvrdunca. Najpoznatije sorte koje su napravljene na našim prostorima su Koričev zuban, Beljski

zuban i Vukovarski zuban. Od tvrdunca su se uzgajale sorte Osmak i Hrvatica. Dok su se koristile sorte kukuruza, uvijek su se najbolji klipovi ostavljali za sjeme u narednoj godini. Pojavom hibrida to je postalo nemoguće budući da se za sjetvu hibrida svake godine mora prizvesti sjeme križanjem dvaju roditelja, i koristiti F1 generacija. U Hrvatskoj proizvodnja sjemena hibrida kukuruza počinje 1947. godine. Danas Hrvatska ima hibride koji se po prinosu i kvaliteti mogu nositi sa inozemnom konkurencijom. Instituti koji se bave proizvodnjom hibrida kukuruza nalaze se u Zagrebu i Osijeku. (Kovačević i Rastija, 2016.).

Hibridi imaju jači i razgranatiji korijen sa većom usisnom snagom za primanje vode i hrane, ima čvrstu stabljiku koja je otporna na polijeganje, moguće ga je uzgajat u gušćem sklopu i ima veći potencijal rodnosti u odnosu na sorte kukuruza. Prema dužini vegetacije hibridi mogu biti rani, srednje rani, srednje kasni i kasni, a podjeljeni su u 12 vegetacijskih FAO skupina.

Sustav FAO skupina svoje porijeklo vodi iz SAD-a. FAO grupa 100 označava najraniji hibrid, a svaka sljedeća veća grupa označava kasnije hibride. Hibridi su svrstani u vegetacijske skupine dozrijevanja na temelju datuma svilanja i sadržaja vode u zrnu u zriobi u odnosu na standardni hibrid za svaku skupinu sazrijevanja. Razlika u vremenu dozrijevanja FAO grupa na području Osijeka je 7-10 dana. U Hrvatskoj je preporučena sjetva hibrida od FAO grupe 100, do FAO grupe 700 na krajnjem istoku. Ukoliko se kukuruz uzgaja za siliranje, razlika se može pomaknuti za jednu više FAO skupinu.

1.5 Fenološke faze kukuruza

Postoji klasična podjela na fenološke faze, i decimalni sustav određivanja fenoloških faza prema Zadoksu i sur., što je puno preciznija podjela. Prema klasičnoj podjeli fenološke faze kukuruza su: klijanje, nicanje, ukorjenjavanje, formiranje vegetativnih nadzemnih organa, formiranje reproduktivnih organa, metličanje, cvatnja, oplodnja, formiranje, nalijevanje i sazrijevanje zrna. Nakon nicanja pa do cvatnje faze se označavaju prema broju potpuno razvijenih listova, dok se faze nakon oplodnje označavaju prema stanju i karakteristikama zrna u klipu. Fenološke faze kukuruza mogu se podijeliti i na vegetativno i reproduktivno razdoblje. Vegetativno razdoblje traje od klijanja pa do metličanja, dok reproduktivno razdoblje počinje cvatnjom metlice, a završava fiziološkom zriobom.

Klijanje označava izlazak klicinog korijena iz sjemena. Početak klijanja se označava kada korijen dostigne polovinu dužine sjemena. Sjetva kukuruza se obavlja kada se temperatura tla na dubini sjetve stabilizira na 10-12°C.

Nicanje označava pojavu prvog lista 2 cm iznad površine tla. Razdoblje od sjetve do nicanja je jako povezana sa temperaturom i vlagom. Više temperature uz dovoljno vlage uvelike ubrzavaju nicanje. Ukoliko nakon sjetve vlada hladnije vrijeme ili je sjetva obavljena na veću dubinu, razdoblje od klijanja do nicanja se produžuje.

Ukorjenjavanje je bitna faza budući da kukuruz stvara veliku nadzemnu masu i potreban mu je dobro razvijen korijenov sustav. Najveća masa korijena nalazi se u oraničnom sloju do 30 cm dubine i do 45 cm širine. Činitelji koji su bitni za rast korijena kukuruza su aeriranost, vlažnost i temperatura, agrotehnika i genotip. U sušnim godinama korijen više prodire u dubinu. U cvatnji i oplodnji korijen može upiti i do 3 litre vode na dan. Na teškim i zbijenim tlima potrebna je dublja obrada i kultivacija u više prohoda zbog nedostatka kisika u tlu. Pri kultivaciji moramo paziti da se ne ošteti korijenov sustav. Prva kultivacija se obavlja u fazi 3-4 lista, dok se druga kultivacija odvija u fazi 7-8 listova.

Sljedeća faza je faza formiranja nadzemnih vegetativnih organa. Prva tri lista razvijaju se 5-7 dana nakon nicanja. Od četvrtog do sedmog lista prolaze intervali od 3-5 dana jedan za drugim. Osmi i deveti list se još pojavljuju relativno brzo, a tada usporava razvoj listova zbog razvoja reproduktivnih organa. U fazi osam listova počinje intenzivan rast stabljike i metlice. Pred samo metličanje vegetativni porast može iznositi 10-15 cm na dan. Kada nastupi cvatnja prekida se rast stabljike.

Cvatnja započinje 2-3 dana nakon metličanja. Cvatnja jedne grane može trajati 5-7 dana, dok cijeli usjev cvate od 10 do 14 dana. Za vrijeme oplodnje su jako bitni vanjski uvjeti temperature i vlage, budući da se u suši i pri visokim temperaturama smanjuje biološka aktivnost i fertilnost peludnih zrnaca. Visoka temperatura i niska relativna vlaga zraka isušuju polen i svilu i tada izostane oplodnja. Nakon izostavljene oplodnje uočavamo da na dijelovima klipa nema zrna. Svilanje označava cvatnju klipa, a nastaje pojavom svile iz komušine. Sedam do deset dana prije samog svilanja počinje izdužívanje svile. Svilanje jednog klipa završava za 4-5 dana, a svila ostaje receptivna za pelud tijekom 10 dana. Uobičajno je da svilanje kasni 2-3 dana za prašenjem metlice, a u uvjetima suše svilanje može kasniti i 10-20 dana i tada dolazi do nepotpune oplodnje klipa. Nakon oplodnje svila gubi svoju funkciju i suši se.

Nakon oplodnje dolazi do formiranja zrna, a to je razvitak embrija, odnosno klice te endosperma. U ovoj fazi sadržaj vode u zrnu je oko 85%. Nakon 20-25 dana od oplodnje nastaje normalna veličina zrna.

Kada se zrno formira, tada nastupa nalijevanje i sazrijevanje zrna. Nakon oplodnje tijekom 50 do 60 dana formira se prinos zrna. Prva faza zriobe je mliječna zrioba kada je zrno bijele boje, a sa vremenom konzistencija zrna postaje sve gušća. Ova faza traje prosječno 15-20 dana i u njoj se akumuliraju organske i mineralne tvari u zrno. Na početku mliječne zriobe je vlaga zrna oko 60-65%, dok se ta vlaga do kraja spusti na oko 50%. u voštanoj zriobi vlaga se spušta do 35% uz akumuliranih 75% suhe tvari. Fiziološka zriobe predstavlja kraj nalijevanja i tada stres više nema utjecaja na prinos. U tom trenutku je vlažnost zrna od 25 do 40%, što varira u različitim hibridima i različitim godinama. Kada u bazi zrna uočimo crni sloj tada znamo da više nema akumulacije suhe tvari u zrno i da je nastupila fiziološka zrioba. Nakon toga slijedi samo otpuštanje vode iz zrna. U punoj zriobi vlažnost zrna se smanjuje na 20-25%. Gospodarska ili tehnološka zrioba je povezana sa optimalnim vremenom berbe kukuruza, što ovisi o namjeni samog kukuruza. Optimalno vrijeme za berbu kukuruza za proizvodnju suhog zrna je kada je vlažnost zrna oko 25%.



Slika 1: Žetva kukuruza (Izvor: https://i.ytimg.com/vi/0obk1rcLszM/maxresdefault.jpg)

1.6 Agroekološki uvjeti u uzgoju kukuruza

1.6.1 Potrebe kukuruza prema vodi

Kukuruz se uzgaja na područjima na kojima je godišnja količina oborina 250 mm, pa sve do područja sa 5000 mm oborina. Odnos prinosa i vlage tla određuju potrebe kukuruza prema vodi. Budući da smo svjedoci promjene klime i smanjivanja količine ljetnih oborina, pristupačnost vode postaje glavni faktor ograničenja prinosa kukuruza. Kukuruzu prosječno treba 400 do 600 mm vode, no ukoliko imamo povoljno tlo visokog kapaciteta za vodu i ako nije previše toplo, te količine mogu biti i manje.

Kukuruz ima velike potrebe za vodom, iako on ekonomično troši vodu. Pri sušnim uvjetima listovi kukuruza se uvijaju i tako smanjuju gubitak vode preko lista. Dobro razvijen korijen crpi vodu iz dubljih slojeva tla. Potrošnja vode uvelike ovisi o temperaturi. Kukuruz u intenzivnom porastu dnevno može ispariti 2-4 litre vode po biljci. Potrebe kukuruza prema vodi razlikuju se na razini podvrste, a pod određenim su utjecajem i nasljednih faktora. Poznato je da kokičar i šećerac imaju veće potrebe za vodom. Potrebe kukuruza za vodom se znatno mijenjaju tijekom vegetacije. U intenzivnom vegetacijskom porastu se povećavaju potrebe za vodom. Najveće su potrebe pred samo metličanje, tijekom svilanja i oplodnje te na početku nalijevanja zrna. Kritično razdoblje potreba kukuruza prema vodi počinje 15-10 dana prije metličanja, i završava 15-20 dana nakon metličanja. (Kovačević i Rastija, 2016.).

Suša nakon sjetve produžuje vegetaciju i razdoblje od sjetve do nicanja. U ranom porastu je nedostatak vode čak i povoljan budući da se tada korijen razvija više u dubinu u potrazi za vodom. Na taj način kukuruz kasnije ima veću otpornost prema suši. U intenzivnom porastu suša može uzrokovati manje začetih i manje ostvarenih cvjetova, u cvatnji može biti veći udjel sterilnih cvjetova, stvara se manja količina polena i kraća je sposobnost polena za oplodnju. U sušnim uvjetima cvatnja metlice kraće traje, a svilanje nastupa kasnije. Visoke temperature ubrzava razvoj metlice, a usporava razvoj klipa. U idealnim uvjetima svilanje kasni za cvatnjom metlice 1-2 dana, a usred suše i visokih temperatura svilanje može kasniti 10-20 dana, a krajnji rezultat je nepotpuna oplodnja klipa. U vrijeme formiranja zrna i nalijevanja suša izaziva kraći oklasak, nedovršen klip, manja je masa

1000 zrna i prinos je niži. Kada završi nalijevanje zrna potrebe kukuruza za vodom se jako smanjuju i tada je poželjno suho i toplo vrijeme.

Višak vode u kukuruzu uzrokuje kasniju sjetvu kukuruza, anaerobne uvjete u tlu, i otežano usvajanje fosfora od strane biljke.

1.6.2 Potrebe kukuruza prema toplini

Budući da je kukuruz podrijetlom iz tropskog pojasa ima velike potrebe prema toplini. Optimalne temperature za kukuruz su u rasponu od 24 do 30°C, a to dosta ovisi o pristupačnosti vode i fazi razvoja. Kada temperature padnu ispod 10°C kukuruz prestaje sa rastom. Visoke temperature iznad 32°C su nepovoljne nakon cvatnje. Povoljna područja za uzgoj kukuruza su ona sa ljetnim dnevnim temperaturama od 21 do 27°C i razdoblje bez mraza od 120 dana. Najbitnije za vegetaciju kukuruza je da se uklopi u razdoblje bez mraza.

Minimalna temperatura koja je potrebna kukuruzu za klijanje je 8-10°C, dok je minimalna temperatura za rast kukuruza oko 13°C. Na početku vegetacije kukuruz može podnjeti kratkotrajne mrazove do -3°C, tada može doći do oštećenja lisne plojke. Niske temperature uzrokuju povećanu sklonost infekcijama, uzročnicima bolesti i napadu štetočina. Konus rasta je ispod tla do faze 6-8 listova i zaštićen je od mraza.

U fazi intenzivnog porasta kukuruz je osjetljiv na niske temperature s obzirom da je konus rasta iznad površine tla.

Prvi jesenski mraz prekida vegetaciju kukuruza, neovisno o sadržaju vode u zrnu. Tada dolazi do razgradnje klorofila, do žućenja i odumiranja listova i do prekida nalijevanja zrna. Prekid vegetacije može izazvati i izrazita suša i visoke temperature.

1.6.3 Potrebe kukuruza prema svjetlosti

Kukuruz je biljka C4 tipa fotosinteze i ima velike potrebe prema svjetlosti. Sjetvom optimalnog sklopa te stvaranjem novih hibrida sa uspravnim listovima doprinosimo boljem iskorištavanju svjetlosti od strane biljaka. Kukuruz je biljka kratkog dana te dugi dan

usporava rast i razvoj. Kukuruz je osjetljiv na zasjenjivanje i na smanjeni intenzitet svjetlosti, a ponajviše hibridi duže vegetacije. Učestalo oblačno vrijeme tijekom vegetacije može uzrokovati slabiji razvoj korijenovog sustava, smanjenje biljne mase i slabije razvijenu metlicu. Agrotehnika ima veliku ulogu u stvaranju optimalnog osvjetljenja, a to se odnosi na gustoću sjetve i uništavanje korova. Svjetlosni režim donjih i srednjih listova je narušen u pregustom usjevu. (Kovačević i Rastija, 2016.).

1.6.4 Potrebe kukuruza prema tlu

Kukuruzu najbolje odgovara duboko, prozračno i propusno tlo. U suhim područjima su poželjna tla sa visokim kapacitetom za vodu, dok su za hladna i vlažna područja najbolja lagana i dobro drenirana tla koja se brže zagrijavaju. Kukuruz je tolerantan na variranje pH reakcije tla, ali je osjetljiv na salinitet. Tla koja su teška, zbijena i slabo propusna, te ona lakše teksture, nisu pogodna za uzgoj kukuruza. Zbog velikih potreba kukuruz se uzgaja i na manje povoljnim tlima.

1.7 Mineralna ishrana i akumulacija suhe tvari

Kukuruz u kratkom vremenu stvara veliku biljnu masu i prinos suhe tvari. Odnos lisne površine i površine pod usjevom je važan za akumulaciju suhe tvari. Taj odnos se zove indeks lisne površine. Važno je i trajanje aktivnosti lisne površine, tako da se sada stvaraju hibridi kukuruza čiji listovi ostaju zeleni i na kraju vegetacije. Tijekom većeg dijela vegetacije akumulacija suhe tvari ima skoro pa linearan tijek.

1.7.1 Elementi potrebni za ishranu kukuruza

Za rast, razvoj i reprodukciju biljaka veliku važnost ima 16 esencijalnih elemenata. Zrak je izvor za ugljik i kisik, a voda je izvor za vodik. Više od 90% suhe tvari čine ova tri elementa.

Dušik ima veliku ulogu u stvaranju prinosa, i kao takav je potreban za biljku u velikim količinama koje se ne mogu namiriti prirodnim zalihama u tlu. U početnim fazama razvoja manjak dušika uzrokuje zaostajanje u razvoju i žutu boju listova. U kasnijim fazama se znakovi nedostatka dušika javljaju prvo na starijim listovima, a zatim na mlađim. Žućenje se širi od sredine lista prema periferiji u obliku slova V. Nedostatak dušika uzrokuje smanjenu otpornost prema bolestima i stresu izazvanog sušom, a kukuruz je sklon polijeganju i ima znatno niži prinos. Zbog toga je potrebno obavljati prihranu u ranom porastu i primjenjivati dobro izbalansiranu gnojidbu. Osobito je važna gnojidba kalijem za stvaranje otpornosti kukuruza prema suši. Dušik se intenzivno akumulira u mladom tkivu koje brzo raste. Zrno u zriobi sadrži oko dvije trećine akumuliranog dušika u biljci, a od toga je polovica podrijetlom iz nadzemnog dijela. Najveće potrebe kukuruza za dušikom su u vremenu od početka cvatnje pa do rane faze nalijevanja zrna. Ukoliko u ranoj fazi imamo nedostatak dušika, to može rezultirati manji broj redova u klipu.

Fosfor ima veliku ulogu za ishranu biljaka. Važan je za brojne procese u metabolizmu, sastavni je dio mnogih proteina, sudjeluje u sintezi ATP i ADP, uključen je u glikolizu i fotosintezu, a važan je i u stimulaciji rasta korijena. Nedostatak fosfora se javlja već na početku rasta i to najprije na najmlađim listovima, tako da poprimaju crvenkasto do ljubičastu boju uslijed stvaranja antocijana izazvanog akumulacijom šećera i smanjenom sintezom proteina. Biljka koja ima nedostatak fosfora ima slabu stabljiku i nerazvijen korijen, nepravilan razvoj klipa i zaostaju u vegetaciji. Ne smijemo simptome nedostatka fosfora zamjeniti sa simptomima uzrokovanim hladnim vremenom. Fosfor se najintenzivnije usvaja u razdoblju 3-6 tjedana nakon nicanja. Fosfor se prestaje akumulirati u biljku u mliječnoj zriobi.

Kalij je u biljci prisutan u velikim količinama i u svim dijelovima. Njegova glavna uloga je u regulaciji fizikalno-kemijskih procesa i u iskorištavanju vode od strane biljaka. Dobra opskrba kalijem povećava toleranciju biljaka na sušu i mraz. Prije pojave simptoma nedostatka kalija već dolazi do opadanja vigora biljke. Simptomi nedostatka kalija se najprije uočavaju na starijem lišću. Nedostatak kalija se očituje u žućenju listova od periferije prema sredini, a kasnije ti dijelovi i nekrotiziraju. Vrh klipa bune neispunjen, a biljke su sklone bolestima koje izazivaju polijeganje biljaka, osobito u fazi zriobe. Zrno u zriobi sadrži oko trećine ukupne količine kalija u biljci, a nakon svilanja kalij se intenzivno premješta iz listova u stabljiku. U prvih 30 dana vegetacije veća je akumulacija kalija nego dušika i fosfora. Dva tjedna nakon svilanja prestaje akumulacija kalija.

Kukuruz je biljka koja ima velike potrebe za cinkom, nedostatak cinka može rezultirati simptomima.

Kritično razdoblje za hranivima je deset dana prije metličanja i završava 25-30 dana nakon metličanja.

1.8 Agrotehnika kukuruza

Agrotehnika predstavlja skup mjera u uzgoju ratarskih kultura s ciljem što potpunijeg iskorištenja ekoloških uvjeta i genetskog potencijala sorte ili hibrida. Poboljšanom agrotehnikom se povećao i prinos u odnosu na starije razdoblje. Iz toga zaključujemo da dobra agrotehnika i sortiment imaju veliku i ravnopravnu ulogu kao činitelji prinosa. U pedesetim godinama prošlog stoljeća prosječan prinos kukuruza u Hrvatskoj je iznosio 1,70 t ha^{-1}. Prosječan prinos u razdoblju od 2000. godine pa do 2009. godine se podigao i iznosio je 6,00 t ha^{-1}.

Glavni načini korištenja kukuruza su: proizvodnja suhog zrna, proizvodnja vlažnog zrna ili vlažnog klipa i siliranje nadzemnog dijela biljke.

Proizvodnja suhog zrna podrazumjeva vlagu zrna do 14% vlage, takav kukuruz se bere kombajnom i suši se umjetnim putem u sušarama s toplim zrakom te se čuva u prikladnim skladištima. Ukoliko beremo kukuruz u klipu, tada ga skladištimo u koševe gdje se on prirodno suši. Optimalna vlaga zrna za kombajniranje je 25-28% budući da tada imamo najmanje loma zrna prilikom izvršavanja. Berba vlažnog zrna se obavlja pri 35-40% vlage, takvo zrno ili klipovi se usitnjavaju i siliraju te se takva silaža koristi za hranidbu stoke. Ukoliko obavljamo siliranje cijele stabljike, najbolje je siliranje obaviti pri prosječnoj vlazi oko 70%, tada još nije završeno nalijevanje zrna i donja polovina zrna je još mliječnog sadržaja.

1.8.1 Izbor hibrida kukuruza

Prilikom odabira hibrida za sjetvu trebamo imati na umu da se taj hibird treba uklopiti u dio godine bez mraza, a moramo znati i za kakvu namjenu ga proizvodimo. Ukoliko nam je namjena za suho zrno, takav hibrid treba završiti nalijevanje zrna prije prvih jesenskih mrazova. Kod nas se prvi mraz javlja uglavnom sredinom studenog mjeseca. Kod odabira hibrida trebamo voditi računa i o rodnosti hibrida, o otpornosti prema polijeganju i bolestima.

U normalnim godinama hibridi duže vegetacije imaju veću rodnost od ranih hibrida. Ukoliko vladaju suša i visoke temperature u trećoj dekadi srpnja i početkom kolovoza, tada

kasniji hibridi imaju manji prinos u usporedbi sa ranijima, budući da se baš u tom periodu kasniji hibridi nalaze u fazi cvatnje. Preporučljivo je na gospodarstvima sijati više hibrida različitih FAO skupina zbog različitog stupnja tolerantnosti na eventualne nepredvidive stresne uvjete, kao što su suša i visoke temperature.

U Hrvatskoj imamo veliki izbor hibrida domaće i strane proizvodnje. Domaći hibridi se stvaraju na Poljoprivrednom institutu Osijek i na Bc Institutu d.d. Zagreb. Od inozemnih hibrida na našem tržištu najviše su prisutni hibridi američkih kompanija Pioneer i Dekalb.

1.8.2 Plodored

Kukuruz je biljka koja je tolerantna na uzgoj u monokulturi, ali se ipak preporučuje uzgoj u plodoredu. Monokultura kukuruza izaziva degradaciju plodnosti tla, pojačana je pojava bolesti i štetočina, zalihe hraniva se jednostrano iscrpljuju te se sužava plodored. Kukuruzna zlatica može napraviti veliku štetu u uzgoju kukuruza u monokulturi. Kukuruz je dobar predusjev velikom broju drugih kultura, ali može bit i loš ukoliko se kasno bere, čime otežava predsjetvenu pripremu tla za ozimine. Kukuruznu masu nakon žetve treba zaorati uz dodatak ureje kako bi se ubrzao proces razgradnje preostale biljne mase. Najbolji predusjevi kukuruzu su jednogodišnje leguminoze i strne žitarice. Kukuruz se može uzgajati i u postrnoj sjetvi i kao naknadni usjev. Tada moramo birati ranije hibride koji se sa svojom vegetacijom mogu uklopiti u razdoblje bez mraza.

1.8.3 Obrada tla

Obrada tla može biti osnovna obrada, predsjetvena obrada i obrada tla tijekom vegetacije. Osnovna obrada tla ima zadatak stvoriti supstrat za klijanje, nicanje, optimalan razvoj korijenovog sustava te nadzemnog dijela biljke. Važno je voditi računa o dubini osnovne obrade i o vremenu izvođenja.

Dubina od 30 cm je dovoljna za izvođenje oranja, a sa oranjem je poželjno dodati i mineralno gnojivo. Kod nas se ore uglavnom na dubini od 25 do 30 cm.

Oranje se izvodi u jesenskom ili proljetnom razdoblju. Ako je predusjev kukuruzu bila neka ozimina, tada se već u ljeto obavlja plitko oranje do 10 cm. Prašenjem strništa se

smanjuje gubitak vode, provocira se nicanje korova i potiće se mikrobiološka aktivnost. Osnovnu obradu je najbolje obaviti u jesenskom periodu, pogotovo na težim tlima. Oranjem se omogučuje akumulacija vode u preoranom tlu, te izmrzavanje površinskog sloja tla što uvelike poboljšava njegovu strukturu. Oranjem u proljeće nemamo izmrzavanja tla, ni akumulacije vode što može biti problematično u sušnim godinama.

Predsjetvena priprema tla označava pripremu tla za sjetvu. Važno je stvoriti uvjete kao što su tvrda posteljica i meki pokrivač. Najčešća pogreška je stvaranje predubokog sjetvenog sloja. Predsjetvena priprema može se obavljati sjetvospremačima ili raznim klinastim drljačama. Dubina pripreme je 8-10 cm. Ukoliko dobro odradimo predsjetvenu pripremu, tada imamo jednoličnu dubinu sjetve, što rezultira jednoličnim nicanjem i razvojem te jednoličnim sazrijevanjem usjeva.

Dopunska obrada predstavlja međurednu kultivaciju. U našim krajevima uglavnom se obavljaju dvije međuredne kultivacije. Kultivacija je posebno važna na težim i slabo aeriranim tlima. Prva kultivacija se obavlja u fazi 3-4 lista, dok se druga kultivacija obavlja u fazi 7-8 listova. Nakon ove faze kultivaciju više nije moguće obaviti zbog prerastanja usijeva. U kultivaciji moramo paziti da ne oštetimo korijenov sustav. Prva kultivacija se obavlja do dubine 10-12 cm, a druga 6-8 cm. Širina zaštitne zone u prvoj kultivaciji je 10-12 cm, dok u drugoj kultivaciji ta zona iznosi 15-20 cm.

Zbog reduciranja broja prohoda i smanjenja gaženja tla razvio se novi sustav obrade tla, a to je no tillage u kojem je obrada potpuno izostavljena. No tillage označava sjetvu u nepreorano tlo specijalnim sijačicama koje imaju noževe za otvaranje brazdice za sjeme.

1.8.4 Gnojidba

Gnojidba za kukuruz se izvodi na osnovi planiranog prinosa, pH svojstva tla, prema sadržaju hraniva, humusa i drugih parametara. Najbolje je gnojidbu tla obavljati prema preporukama na temelju obavljene analize tla. Ukupnu količinu ili veći dio fosfora i kalija treba dodati u osnovnoj obradi tla u jesen. Trećina dušičnih gnojiva i preostali dio fosfora i kalija dodaje se u tlo prije sjetve, dok se ostatak dušika dodaje naknadno u prihranama. Ukoliko izostavimo jesensku gnojidbu i svu gnojidbu obavimo u proljeće možemo imati negativan učinak budući da gnojivo ostaje u prvih 15 cm dubine tla i smanjuje se njegovo

iskorištenje. Na laganim i siromašnim tlima te u područjima sa obilnim oborinama pogodno je dio hraniva dodati u trake zajedno sa sjetvom što se označava kao startna gnojidba.

Okvirna gnojidba na srednje plodnim tlima iznosi:

150-200 kg ha^{-1} N

100-120 kg ha^{-1} P_2O_5

120-180 kg ha^{-1} K_2O

1.8.5 Sjetva kukuruza

Sjetva je bitna agrotehnička mjera jer propusti u ovoj fazi mogu imati velike posljedice na kraju vegetacije. Postoji više načina sjetve, a kod nas se sjetva uglavnom obavlja pneumatskim sijačicama i mehaničkim sijačicama u manjoj mjeri. Pakiranja sjemena kukuruza su uglavnom bazirana na broju zrna potrebnih za sjetvu određene površine, a najčešće su pakiranja po 25 000 i 40 000 sjemenki. Na vrećicama su naznačene i preporuke proizvođača o gustoći sjetve i razmaku u redu za određeni hibrid. Kako bi postigli visok prinos potrebno je napraviti optimalan sklop biljaka. Razmak sjetvenih redova je unaprijed određen, a gustoća usjeva se regulira rasporedom i razmakom zrna u redu.

Vegetacija kukuruza se odvija u toplom dijelu godine. Sjetva se obavlja kada se toplina tla na dubini sjetve stabilizira na 10-12°C. Optimalan agrotehnički rok u Hrvatskoj je druga polovica travnja. U istočnoj Hrvatskoj to je od 10. do 25. travnja, dok je u sjeverozapadnoj Hrvatskoj to od 15. do 30. travnja. Kasnom sjetvom se povećava rizik od ranih jesenskih mrazova prije nalijevanja zrna, te se smanjuje trajanje vegetacije.

Ranija sjetva može imati svoje prednosti i nedostatke. Ranijom sjetvom se razdoblje cvatnje i oplodnje pomakne u lipanj i izbjegava se nepovoljan period suše i visokih temperatura. Ranijom sjetvom se omogućuje i ranija berba sa manjom vlažnosti zrna. Negativna strana rane sjetve je moguća pojava hladnijeg vremena što može negativno djelovati na razvoj kukuruza. Ukoliko dođe do pojave kasnog proljetnog mraza može doći do propadanja usjeva. (Kovačević i Rastija, 2016.).

1.8.6 Gustoća sjetve

Jako važan činitelj prinosa je optimalan sklop. Svi hibridi se siju na međuredni razmak od 70 cm, dok se gustoća sjetve regulira rasporedom i razmakom zrna u redu. Gustoća sjetve ovisi o vegetacijskoj skupini i o namjeni kukuruza. Raniji hibridi se siju u gušćem sklopu budući da zauzimaju manji vegetacijski prostor i imaju nižu i tanju stabljiku, te manju lisnu površinu. Kasniji hibridi imaju veću biljnu masu i siju se u rjeđem sklopu. Treba se pridržavati preporuka za gustoću sklopa koje daju proizvođači sjemena, iako se u praksi obično sije 10% gušće od predviđenog sklopa. Kod nas ranije FAO grupe hibrida kao što su 100 i 200 imaju sklop od oko 85 000 biljaka po hektaru, dok kasniji hibridi FAO grupe 600 imaju sklop od 55 000 biljaka. Razmak zrna u redu se kreće od 16 do 26 cm. Silažni kukuruz se sije za 20 % gušće od onog za proizvodnju suhog zrna.

Gustoća sjetve uvelike ovisi o plodnosti tla, primijenjenoj agrotehnici i klimatskom području. Rjeđi sklopovi se primjenjuju na slabije plodnim i slabije ishranjenim tlima, kao i u sušnom području. Gustoća sjetve je bitna i za intenzitet svjetlosti u usjevu. Moramo uništavati korove kako ne bi dodatno zasjenjivali biljku kukuruza. U pregustom usjevu pogoršava se svjetlosni režim donjih i srednjih listova.

Sjetva kukuruza se obavlja na dubinu 5-8 cm, što ovisi o svojstvima tla, vremenu sjetve i predsjetvenoj pripremi. Pliće se sije na vlažnim i teškim tlima, a na sušnim i lakšim tlima sije se dublje. Bitno je da sjeme dođe u dodir sa vlagom tla.

1.8.7 Korovi u kukuruzu

Korovi koji se nalaze u usjevu kukuruza uglavnom su jednogodišnji širokolisni i travni korovi, dok su višegodišnji korovi zastupljeni u manjoj mjeri. Štete od korova mogu biti veće od štete izazvane bolestima i štetnicima zajedno. Postoje neizravne i izravne mjere borbe protiv korova. U neizravne mjere se ubraja sjetva sjetva čistog sjemena, ispravna njega i upotreba stajskog gnoja i komposta, uništavanje korovnih biljaka na nepoljoprivrednim površinama i održavanje čistoće poljoprivrednih strojeva i objekata. U izravne mjere se ubrajaju biološke mjere, agrotehničke mjere i kemijske mjere. U agrotehničke mjere ubrajamo obradu tla, gnojidba, sjetva, njega usjeva i plodored. Biološke mjere obuhvačaju uništavanje korova pomoću njihovih prirodnih neprijatelja.

Kemijske mjere označavaju upotrebu herbicida i danas imaju najširu primjenu. Primjena herbicida može biti prije sjetve, prije nicanja i nakon nicanja. U borbi protiv korova u kukuruzu se uglavnom prakticira osnovno tretiranje uglavnom nakon sjetve, te korektivno tretiranje ukoliko je potrebno.

1.8.8 Bolesti kukuruza

Bolesti koje napadaju kukuruz uglavnom su gljivične. Najznačajnije bolesti su: *Fusarium spp., Pythium, Ustilago maydis, Helminthosporium turcicum i Gibberella zeae*. Glavne mjere za njihovo suzbijanje su uzgoj otpornih hibrida i pravilan plodored. Za fuzarioze je obvezna mjera dezinfekcija sjemena. Fuzarioze uzrokuju smanjen prinos i kvalitetu zrna, a šteta nastaje i prilikom čuvanja kukuruza. Ukoliko domaće životinje konzumiraju zaraženo zrno može doći do teške bolesti i uginuća.

1.8.9 Štetočine kukuruza

Najvažniji štetnici kukuruza su kukuruzni moljac (*Ostrinia nubilalis*), kukuruzna zlatica (*Diabrotica virgifera virgifera*) i žičnjak (*Elateridae*). Štetnici se suzbijaju primjenom insekticida tretiranjem sjemena ili unošenjem u tlo granuliranih insekticida. (Ivezić, 2008.).

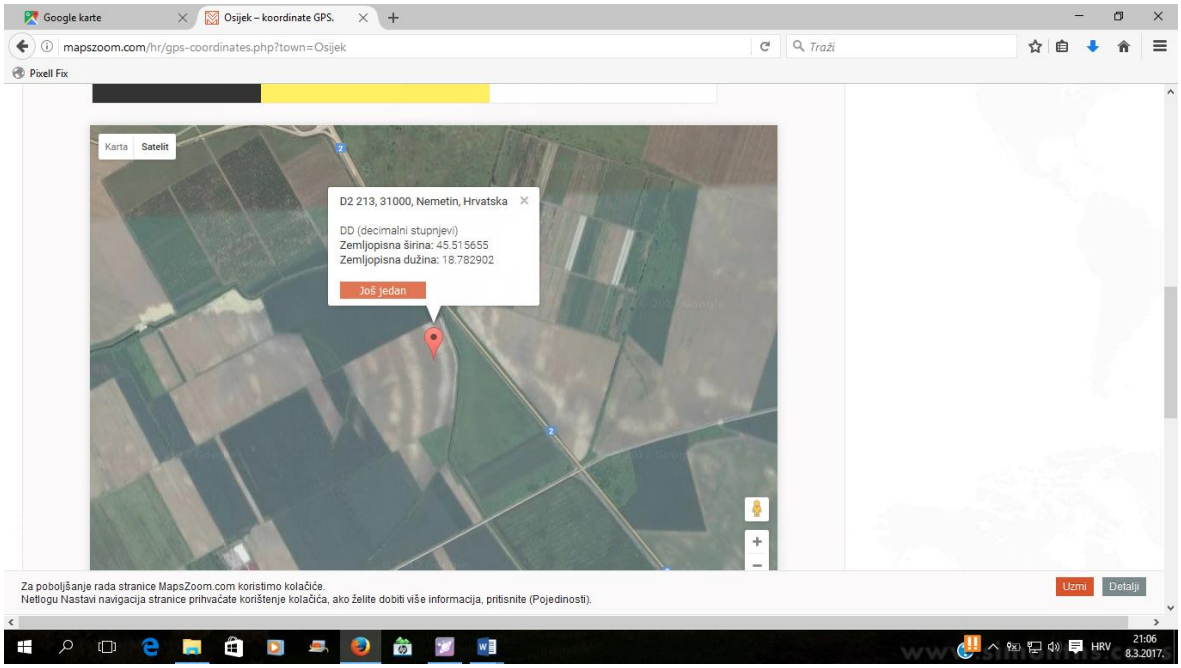
1.8.10 Berba kukuruza

Berba ovisi o namjeni kukuruza. Kukuruz se bere u gospodarskoj ili tehnološkoj zrelosti. Kod nas je najčešća namjena kukuruza za suho zrno, i tada se bere sa vlažnosti zrna 25 do 28%. Nakon berbe kukuruz se umjetno suši u sušarama do skladišne vlage od 14%.

2. MATERIJALI I METODE

2.1 Lokacija i analiza tla

Pokus je postavljen na parceli Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku koja se nalazi uz dionicu ceste Osijek-Klisa. Pokusno polje se nalazi na GPS koordinatama 45.51565476839019 decimalnih stupnjeva zemljopisne širine, i 18.7829017630429 decimalnih stupnjeva zemljopisne dužine.



Slika 2: Lokacija poljskog pokusa (Izvor: Ivan Miljević)

Značajnije odlike tla na pokušalištu "Kraš" prikazane su u tablici br. 2.

Tablica 1. . Tip tla i njegove odlike na području pokušališta "Kraš"

Lokacija:	Kraš - Osijek	
Dubina (cm):	0-30	
pH (H_2O)	8,44	alkalno
pH (KCl)	7,55	alkalno
Humus (%)	3,71	Dosta humozno
Karbonati (%)	9,63	Srednje karbonatno
Al- P_2O_5 (mg/100g)	15,58	umjerena
Al- K_2O (mg/100g)	24,29	dobra
Krupni pijesak 2,0-0,2mm (%)	0,60	
Sitni pijesak 0,2-0,05mm (%)	3,48	
Krupni prah 0,05-0,02mm (%)	42,62	
Sitni prah 0,02-0,002mm (%)	27,63	
Glina < 0,002mm (%)	25,62	
Teksturna oznaka	Praškasta ilovača	

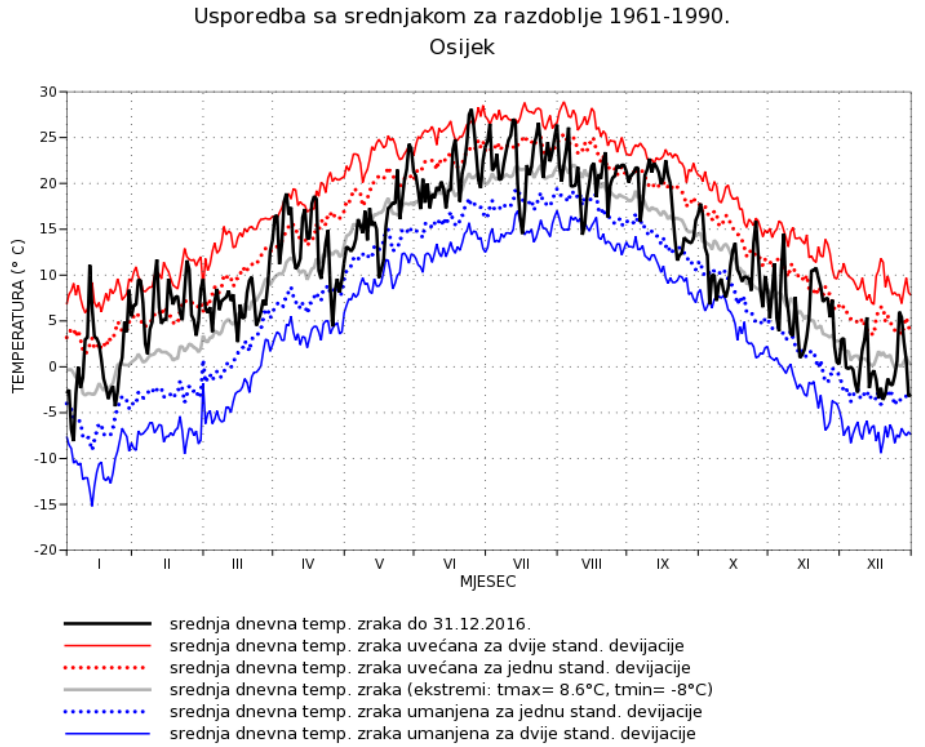
Temeljem vrijednosti analize tla prikazanih u tablici 2. može se vidjeti da je istraživani hibrid bio zasijan u tlo teksturne oznake "praškasta ilovača" sa sadržajem 3,71% humusa. Isto tlo na pokušalištu imalo je umjerenu razinu opskrbljenosti P_2O_5 (15,58 mg 100 g^{-1} tla) i dobru opskrbljenost K_2O od 24,29 mg 100 g^{-1} tla. Iz gore navedenog možemo zaključiti da je sjetva obavljena u kvalitetno ishranjeno tlo.

2.2 Klimatski podaci

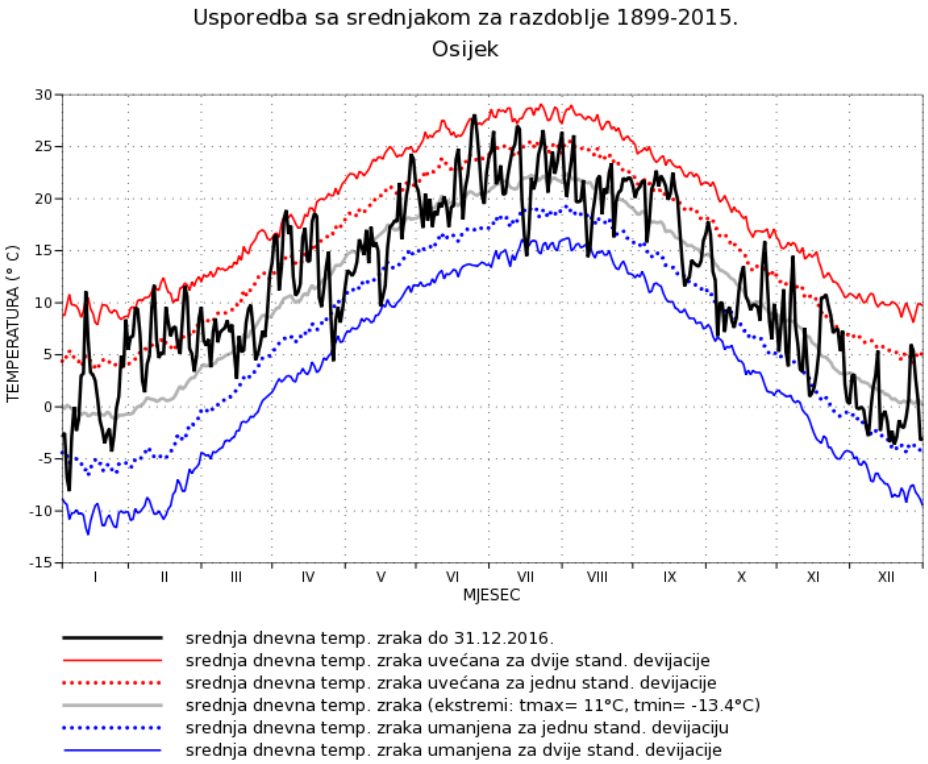
Tablica 2. Ukupne srednje mjesečne temperature zraka (°C) i godišnje količine oborina (mm) izmjerene na glavnoj meteorološkoj postaji za pokus, Osijek-Klisa aerodrom, za višegodišnje razdoblje 1981-2015. godina i 2016. godinu.

	1981 - 2015. godina		2016. godina	
Mjesec	t (°C)	p (mm)	t (°C)	p (mm)
I	0,1	42,5	0,9	70,5
II	1,2	39,5	6,7	63,3
III	6,4	48,3	7,7	58,0
IV	12,0	49,6	13,6	38,1
V	17,2	80,7	17,1	32,4
VI	20,4	75,0	21,6	171,3
VII	22,5	54,5	23,1	114,2
VIII	21,7	62,7	21,1	48,7
IX	17,1	52,7	18,5	37,6
X	11,6	56,1	10,6	68,0
XI	5,9	50,8	6,1	54,8
XII	1,8	45,2	0,0	0,8
Suma	4216	660,2	4484	757,7

Iz tablice 1. se vidi da je 2016. godina bila iznadprosječno topla i vlažna godina. U vegetacijskom periodu od travnja do rujna ukupna količina oborina iznosila je 442,3 mm, što je omogućilo kukuruzu na pokusu normalan rast i razvoj.



Slika 3: Usporedba srednjih dnevnih temperatura u 2016. godini sa srednjakom za razdoblje 1961-1990 (Izvor: http://klima.hr/k2/2016/os_sred_30_2016.png)



Slika 4: Usporedba srednjih dnevnih temperatura u 2016. godini sa srednjakom za razdoblje 1899-2015 (Izvor: http://klima.hr/k2/2016/os_sred_2016.png)

2.3 Primjenjena agrotehnika na pokusu

Predusjev kukuruzu na pokusnoj parceli bila je pšenica. Nakon žetve pšenice odmah se išlo u prašenje strništa kako bi se sačuvala vlaga, te isprovocirali korovi. Prašenje strništa je obavljeno kratkom tanjuračom Vogel&Noot Terra disc 350, na dubinu 8cm. Nakon što su korovi niknuli, izvršena je obrada gruberom Vogel&Noot Terra Cult 300, na dubinu 20 cm. U jesen, prije dubokog zimskog oranja, obavljena je osnovna gnojidba. Duboko zimsko oranje je obavljeno na dubinu od 28 cm, za što je korišten četverobrazni premetni plug Kwerneland. U proljeće je najprije obavljeno zatvaranje brazde sa drljačom, kako bi se sačuvala zimska vlaga. U proljeće je obavljena predsjetvena gnojidba. Površinski sloj je pripremljen sjetvospremačem.

Ukupna količina gnojiva koja je dodana je: 120 kg ha^{-1} N, 80 kg ha^{-1} K, i 70 kg ha^{-1} P. Od ukupne količine dušika, trećina je dodana u jesen, a gnojivo koje je korišteno je urea. Ostatak dušika je dodan predsjetveno, a korišteno gnojivo je bilo KAN. Mješana gnojiva koja su korištena u gnojidbi pokusa su NPK 7:20:30, i NPK 15:15:15. U jesen je dodano 2/3 mješanog gnojiva u formulaciji 7:20:30, što je zaorano. U proljeće je dodana preostala količina u formulaciji 15:15:15.

Sjetva je obavljena 14.04.2016. godine. U pokusu su izostavljene mjere njege usjeva, kao što su međuredna kultivacija, prskanje herbicidima, fungicidima i insekticidima, te prihrana. U pokusu su korištene dvije spomenute sijačice, standardna pneumatska sijačica OLT, i sijačica sa udvojenim redovima MaterMacc Twin Row. U pokusu je postavljena standardna sjetva, te Twin Row sjetva na različite sklopove biljaka. Pokus je postavljen sa ciljem prezentiranja kako će se taj način sjetve pokazati u našem klimatu, obzirom na oborine, kakva je ovisnost o gnojidbi, ovisnost o sortimentu, načinu agrotehnike, berbi, i još mnogo toga. Žetva je obavljena 28.09.2016.godine.

2.4 Twin row sijačica

Druga sijačica koja se koristila u pokusu bila je Twin Row sijačica MaterMacc MS TwIN 8230. Tvrtka MaterMacc osnovana je početkom 1980-ih, a od siječnja 2015. godine, postala je članica odnosno dio Foton LovoI International Heavy Industry Group. Ovaj važan korak odražava progresivnu internacionalnu strategiju tvrtke, što je posebno značajno za razvoj tehničkih vještina i izvrsnost talijanske industrije u području poljoprivredne tehnike. Njihovi proizvodni pogoni nalaze se u San Vito al Tagliamento, pokrajini Pordenone, u industrijskom središtu sjeveroistočnog dijela Italije, nedaleko od grada Venecije i Treviso aerodroma. Ova lokacija pruža tvrtki MaterMacc najbrže veze s prodajnim područjima u svijetu gdje MaterMacc prodaje svoje proizvode.

Tvrtka MaterMacc posjeduje 3 proizvodna odjela s 30.000 m^2 prostora namijenjenih za proizvodnju, istraživanje i razvoj te za komercijalne i administrativne poslove. Tvrtka također posjeduje 30 hektara pokušališta, na kojima se u svim uvjetima testiraju novo razvijeni poljoprivredni strojevi. Tvrtka MaterMacc specijalizirana je prvenstveno za razvoj i proizvodnju pneumatskih sijačica za sjetvu tradicionalnih kultura, kao i niz posebnih strojeva za sjetvu povrća na otvorenom polju tako i za potrebe sjetve u staklenicima. Jedan od strateških proizvoda su i pneumatske sijačice za žitarice, kultivatori i drugih poljoprivredni strojevi.

Tvrtka u svom proizvodnom programu izrađuje elektroničku opreme za nadzor i kontrolu poljoprivrednih strojeva, kao što su uređaji za kontrolu sjetve, kontrola pri baliranju i izrada računala za kontrolu navodnjavanja. Proizvodnja različitih komponenti povjerena je tvrtkama s većim ugledom i kvalitetom u određenim područjima. Upravo to omogućuje tvrtki MaterMacc brzu orijentaciju i proizvodnju novih sustava prema potrebama suvremene poljoprivredne proizvodnje.

Mariana Robles i sur. (2012.) su svojim rezultatima dokazali kako se Twin Row sjetvom ostvaruje veći prinos. Ogrizović B. (2015.) govori da Twin Row sjetva ima prednosti u odnosu na klasičnu sjetvu kukuruza jer se povećava sklop (broj biljaka/ha). U tom slučaju biljke bolje koriste svjetlost i vegetacijski prostor, korjen biljaka ima manju konkurenciju za hranjiva. Fiziološki izgled biljaka se poboljšava i ostvaruje se nešto veći prinos po hektaru. Čuljat M. (1989.) navodi da je dr. Lazar Tadić prvi počeo sjetvu kukuruza u udvojene redove na području bivše Jugoslavije.



Slika 5: MaterMacc sijačica Twin Row (Izvor: http://www.savjetodavna.hr/adminmax/images/news/2016-04/traktor2542016.jpg)

Razvojem sustava ulagača i sjetvenih sekcija pneumatskih sijačica došlo se i do proizvodnje sijačice s udvojenim redovima ili tzv. Twin Row sijačice. Ova sijačica ima dvostruke redove, sa dvostrukim ulagačkim diskom što omogućava sjetvu dvostrukih redova po "cik-cak" tehnici, kako bi biljka što bolje i brže rasla i razvijala se. Sijačica je pogonjena kardanom, ima teleskopski i sklopivi okvir, vakuum metar, hidraulični marker, centralni mjenjač sa lancem i lančanicima, sjetvene ploče, ulagač sjemena sa dvostrukim diskom promjera 390 mm, podešavanje dubine sjetve i stražnje prekrivne kotače. U Americi se provode istraživanja ovakvog načina sjetve još od 2010. godine. Ovakav način sjetve ima niz prednosti kao što je veći broj biljaka po hektaru, bolji raspored unutar reda te je manja konkurencija za vodom, hranom i svjetlosti.

Roth i sur. (2002.) navodi kako nema značajnijih promjena u ostvarenim pronosima Twin Row sjetve u odnosu na klasičnu sjetvu. Isto takvo mišljenje je podijelio i Jones (2007.).

2.5 Pneumatska sijačica

Sijačica koja se koristila na pokusu bila je pneumatska sijačica OLT PSK sa 4 radna reda postavljena na međuredni razmak od 0,70 m. Ova sijačica ima niz prednosti u odnosu na mehaničke sijačice koje su se koristile u ranijem razdoblju, a danas se rijetko primjenjuju.

Pneumatske sijačice mogu precizno izdvajati po jedno zrno, sjeme polažu u brazdicu sa male visine, a one sijačice sa preciznim izvedbama imaju i pravilan razmak sjemenki unutar reda. Izmjenom sijaćih ploča omogučuje se sjetva više kultura sa ovom sijačicom. (Zimmer i sur., 1997.).

OLT PSK sijačica radi na principu podtlaka. Odlika takve sijačice je da nježno i pouzdano pojedinačno uzima sjemenke iz mase sjemena na osnovi razlike tlaka s jedne i druge strane sijače ploče. Sijaća ploča ima rupice uz obod, a rotira se oko vodoravne osi. Ventilator ili turbina omogučuju isisavanje zraka iz dijela spremnika, odnosno podtlak.



Slika 6: OLT PSK sijačica (Izvor: http://www.njuskalo.hr/image-bigger/strojevi-sjetva-zetva-berba/olt-psk-4-reda-slika-64604017.jpg)

Djelovanjem gravitacije sjeme iz spremnika dospjeva do okomite ploče, s čije jedne strane vlada podtlak, koji privlači sjemenke na otvore i drži ih sve dok one ne dođu u područje

normalnog atmosferskog tlaka. Kada više nema djelovanja sile podtlaka, sjeme pada na tlo. (Zimmer i sur., 1997.).

Sila isisavanja je potrebna kako bi držala sjemenke na otvoru, kako bi savladala trenje sjemenki u sjemenskoj masi, i kako bi savladala centrifugalne brzine koje ima sijaća ploča. Da bi se sjetva kukuruza uspješno obavila, turbina bi trebala stvoriti podtlak od 5 do 10 kPa. Pneumatska sijačica OLT ima posebnu izvedbu raonog ulagača namjenjenu za sjetvu kukuruza i suncokreta.

Veliki izbor sijaćih ploča različitog broja i promjera otvora omogučuje sijačici PSK sjetvu sjemenki u redu na razmak od min 2,4 do max 37 cm. Time se univerzalnost ove sijačice povećava.

Kombinacijom ploča s različitim brojem otvora i prijenosnog odnosa na reduktoru lančaničkog prijenosa podešava se razmak sjemenki u redu. Na reduktoru se mogu odabrati dvanaest kombinacija koje budu prikazane na shemi u poklopcu reduktora. Važan dio ove sijačice je odstranjivač viška sjemena koji ima zadatak odstraniti suvišno zrno s otvora sijaće ploče. Odgovarajućom ručicom se regulira položaj odstranjivača, a kontrola se obavlja na skali regulatora, ili vizualno kroz otvor sijaćeg aparata.

Jako bitna stavka sjetve je ispravno ulaganje sjemenki u tlo. Sjeme treba doći na granicu između čvrste podloge i razrahljenog mekog pokrivača. Dubina sjetve je najčešće 5 do 10 puta veća od dužine sjemenke. Nakon što je sjemenka polegnuta u sjetveni sloj, potrebno ju je pritisnuti, a to se obavlja nagaznim kotačima različitih izvedbi.

Uz pritiskujuće kotače nalazi se i regulator dubine sjetve, a sastoji se od ručice za podešavanje i ručice za fiksiranje podešene dubine. PSK sijačice imaju ugrađen i potiskujući kotačić koji se nalazi neposredno iza ulagača sjemena, a omogućuje bolji kontakt sjemenki s tvrdom posteljicom. Postoji i opruga ugrađena u paralelogramski sustav sijačice, a njegov je zadatak dodatno opteretiti ili rasteretiti sijaće tijelo, što utječe na dubinu prodiranja ulagača.

2.6 Hibrid kukuruza

U pokusu je korišten hibrid kukuruza tvrtke RWA, naziva Chapalu, i pripada u FAO grupu 350. Ovaj hibrid ima niz odlika koje ga čine dobrim hibridom.

Zrno ovog hibrida je u tipu zubana. Na klipu se nalazi 16-20 redova zrna, dok je prosječan broj zrna u redu 33. Hibrid ima prosječnu visinu u svojoj vegetacijskoj skupini, a ono što je bitno naglasiti je da je stabljika čvrsta i otporna na polijeganje. Ovaj hibrid dobro podnosi sušu, brzo otpušta vlagu, i ima dobar stay-green efekt. Otporan je na napade fuzariuma klasa i stabljike, te na *Helminthosporium sp*.

Sklop koji je preporučen u žetvi je 80 000 biljaka ha^{-1}. Prosječan prinos suhog zrna u vegetacijskoj 2016. godini za ovaj hibrid iznosio je 12 679 kg ha^{-1}. Prosječna vlaga u istoj godini iznosila je 20,4 %.

Namjena ovog kukuruza je za suho zrno i za siliranje zrna.



Slika 7: Sjeme hibrida Chapalu (Izvor: Ivan Miljević)

3. REZULTATI

Dobiveni rezultati su prikazani u tablicama 3., 4. i 5.

Tablica 3. Utvrđeni sklop biljaka po ha i razmaci između biljaka unutar reda kod hibrida Chapalu na pokusu 01 – Kraš 2016. godine

Sjetva - razmak redova 75 i 22 * 53 cm	Sklop biljaka po ha u vrijeme nicanja			Razmak biljaka unutar reda nakon nicanja (cm)		
	x	s.d.	KV (%)	x	s.d.	KV (%)
Standardna I - 80681	74018	2782,362	3,76	20,73	3,373	16,27
Twin Row I - 82758	72598	5954,413	8,20	31,93	3,513	11,00
Twin Row II - 96350	94253	9684,844	10,28	28,40	2,920	10,28
Twin Row III - 105600	104370	6680,543	6,40	26,47	3,608	13,63

Iz navedene tablice 3. vidimo da je u standardnoj sjetvi sklop biljaka po hektaru iznosio 74018 biljaka uz standardnu devijaciju od 2782,362 i koeficijent varijacije 3,76. Razmak biljaka unutar reda je iznosio 20,73, uz standardnu devijaciju od 3,373 i koeficijent varijacije 16,27.

U prvoj kombinaciji Twin Row sjetve broj biljaka po hektru u vrijeme nicanja je iznosio 72598, uz standardnu devijaciju od 5954,413 i koeficijent varijacije 8,20. Razmak biljaka unutar reda je iznosio 31,93, uz standardnu devijaciju od 3,513 i koeficijent varijacije 11,00.

U drugoj kombinaciji broj biljaka po hektru je iznosio 94253, uz standardnu devijaciju 9684,844, i koeficijent varijacije 10,28. Razmak biljaka unutar reda je iznosio 28,40, uz standardnu devijaciju od 2,920 i koeficijent varijacije 10,28..

U trećoj kombinaciji broj biljaka po hektru je iznosio 104370, uz standardnu devijaciju 6680,543 i koeficijent varijacije 6,40. Razmak biljaka unutar reda je iznosio 26,47, uz standardnu devijaciju od 3,608 i koeficijent varijacije 13,63.

Tablica 4. Ostvareni prinosi zrna kukuruza (svedeno na vlagu od 14%) u vrijeme berbe kod standardne i TWIN ROW sjetve na razmak 75 cm u kg/ha za hibrid Chapalu 2016. godine

Sklop biljaka/ha u berbi	Prinos kg/ha	Statističke vrijednosti prinosa			
	x	s.d.	KV (%)	Najmanja vrijednost	Najveća vrijednost
Standardna I -74018	13065	520,432	3,98	12557,81	13762,85
Twin Row I – 72598	13089	955,210	7,30	12278,64	14132,02
Twin Row II – 94253	15291	1789,691	11,70	12722,01	16624,04
Twin Row III - 104370	16215	1052,153	6,49	15627,05	17792,24

Iz tablice 4. vidimo da je prinos zrna u standardnoj sjetvi iznosio 13065 kg/ha, uz standardnu devijaciju 520,432 i koeficijent varijacije 3,98.

U prvoj kombinaciji Twin Row sjetve prinos zrna je iznosio 13089 kg/ha, uz standardnu devijaciju 955,210 i koeficijent varijacije 7,30.

U drugoj kombinaciji Twin Row sjetve prinos zrna je iznosio 15291 kg/ha, uz standardnu devijaciju 1789,691 i koeficijent varijacije 11,70.

U trećoj kombinaciji Twin Row sjetve ostvaren je prinos od 16215 kg/ha, uz standardnu devijaciju 1052,153 i koeficijent varijacije 6,49.

Ostvareni prinos u trećoj kombinaciji bio je najveći, on je statistički znatno bolji od standardne sjetve i prve kombinacije, ali nije značajno bolji od druge kombinacije. Ostvareni prinos u drugoj kombinaciji značajno odstupa od standardne, ali nije značajno veći od prve kombinacije. Između prve i standardne kombinacije nema značajne razlike.

Tablica 5. Vrijednosti vlage u vrijeme berbe kod hibrida Chapalu 2016. godine

Sklop biljaka/ha u berbi	Vlaga zrna (%)	Statističke vrijednosti vlage zrna			
	x	s.d.	KV (%)	Najmanja vrijednost	Najveća vrijednost
Standardna I -74018	14,44	0,564	3,91	14,10	15,40
Twin Row I – 72598	15,32	0,705	4,60	14,50	16,20
Twin Row II – 94253	15,66	0,568	3,63	15,10	16,60
Twin Row III - 104370	15,46	0,508	3,29	15,00	16,20

Iz navedene tablice 5. vidimo da je prosječna vlaga zrna u u standardnoj sjetvi iznosila 14,44% uz standardnu devijaciju 0,564 i koeficijent varijacije 3,91.

U prvoj kombinaciji Twin Row sjetve prosječna vlaga zrna je iznosila 15,32% uz standardnu devijaciju 0,705 i koeficijent varijacije 4,60.

U drugoj kombinaciji Twin Row sjetve prosječna vlaga zrna je iznosila 15,66%, uz standardnu devijaciju 0,568 i koeficijent varijacije 3,63.

U trećoj kombinaciji Twin Row sjetve prosječna vlaga zrna je iznosila 15,46%, uz standardnu devijaciju 0,508 i koeficijent varijacije 3,29.

4. RASPRAVA

Vegetacijska godina 2016. bila je pogodna za kukuruz, budući da je bila iznadprosječno vlažna. U vegetacijskom periodu od travnja do rujna ukupna količina oborina na području pokušališta "Kraš" Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku iznosila je 442,3 mm, što je omogućilo kukuruzu na pokusu normalan rast i razvoj. Srednje mjesečne temperature bile su pogodne za rast i razvoj kukuruza.

U standardnoj sjetvi s pneumatskom sijačicom OLT "PSK-4" hibrid sjemenske kuće RWA – Chapalu u sklopu od 74018 biljaka/ ha nakon nicanja ostvario je prinos od 13065 kg/ha suhog zrna s prosječnom vlažnošću od 14,44%,

U prvoj kombinaciji Twin Row sjetve sklop nakon nicanja je iznosio 72598 biljaka/ha. Ostvareni prinos je iznosio 13089 kg/ha uz prosječnu vlagu zrna od 15,32%, što je povećanje u odnosu na standardnu sjetvu od 0.02%.

U drugoj kombinaciji Twin Row sjetve sklop nakon nicanja je iznosio 94253 biljaka/ha. Ostvareni prinos je iznosio 15291 kg/ha uz prosječnu vlagu zrna od 15,66%, što je povečanje u odnosu na standardnu sjetvu od 17,03%.

U trećoj kombinaciji Twin Row sjetve sklop nakon nicanja je iznosio 104370 biljaka/ha. Ostvareni prinos je iznosio 16215 kg/ha uz prosječnu vlagu zrna od 15,46, što je povečanje u odnosu na standardnu sjetvu od 24,11%.

Iz navedenih rezultata možemo zaključiti kako je u 2016. godini Twin Row sjetva hibrida RWA – Chapalu ostvarila bolje rezultate u odnosu na standardnu sjetvu. U trećoj kombinaciji je ostvaren najviši prinos koji nije bio statistički značajno veći od druge kombinacije.

Postoji više razloga zbog kojih Twin Row sjetva ima prednost u odnosu na standardnu. Povećani sklop omogućava biljkama bolje iskorištenje svjetlosti i vegetacijskog prostora, a korijen ima manju konkurenciju za vodu i hranjive tvari. Ove tvrdnje su u svojim radovima potvrdili Ogrizović (2015.) u istraživanjima izvršenim u Somboru, Jarek i Lauer (2011.) u istraživanjima na prostoru Wisconsina, SAD, i Robles i sur. (2012.) u istraživanjima provedenima u Indijani, SAD.

Autori Roth i sur. (2002.) u istraživanjima provedenim u Pensilvaniji, SAD, McGrath i sur. (2002.) u istraživanjima provedenim u Iowi, SAD, te Jones (2007.)u istraživanjima na

prostoru Virginije, SAD, navode da u njihovim istraživanjima nema značajnih razlika u visini prinosa između kukuruza sijanog klasičnom sijačicom i onih sijanih Twin Row sijačicom, što se može pripisati različitoj reakciji hibrida na prostorni raspored, budući da moderni hibridi, selekcionirani na veću genetsku pojavnost uspravnog (erektum) lišća, podnose bolje gušći sklop, što je potvrdilo i istraživanje s hibridom Chapalu na lokaciji "Kraš". Stoga, ukoliko hibridi nisu s uspravnim listom, veća gustoća unutar reda ili cik-cak raspored će vjerojatnije dati razlike uslijed većeg zasjenjivanja susjednih biljaka kukuruza, u korist cik-cak rasporeda.

Nadalje, iz pregleda rezultata istraživanja drugih autora, može se uočiti da na prostorima gdje ima dovoljno okolišnih resursa, napose vode (kao što je slučaj s državama u centru "Corn belta"), cik-cak raspored u sjetvi kukuruza rezultira s višim prinosima, dok u državama koje su na rubu "Corn belta", te je za pretpostaviti da su okolišni uvjeti manje pogodni za uzgoj kukuruza, cik-cak raspored ne rezultira sa boljim prinosima.

Uzmemo li sve navedene činjenice u obzir, te iako se u 2016. godini Twin Row sjetva pokazala kao bolja u našim agroekološkim uvjetima uzmemo li u obzir prinos, pokus je ipak potrebno ponoviti kroz više godina kako bi se dobili rezultati koji bi bili vjerodostojniji za širu uporabu ove tehnologije.

5. ZAKLJUČAK

Cilj pokusa na pokušalištu "Kraš" Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku tijekom 2016. godine bio je utvrditi utjecaj gustoće sjetve na prinos kukuruza, kao i opravdanost Twin Row sjetve u odnosu na standardnu sjetvu na standardni međuredni razmak. Korišteni hibrid bio je hibrid Chapalu, kultivar tvrtke RWA. Raspored oborina tijekom vegetacije bio je povoljan za uzgoj kukuruza.

Ostvareni prinos u trećoj kombinaciji bio je najveći, on je statistički znatno bolji od standardne sjetve i prve kombinacije, ali nije značajno bolji od druge kombinacije. Ostvareni prinos u drugoj kombinaciji značajno odstupa od standardne, ali nije značajno veći od prve kombinacije. Između prve i standardne kombinacije nema značajne razlike.

Rezultate jednogodišnjih istraživanja trebalo bi provjeriti kroz više godina na različitim lokacijama i sa različitim hibridima.

6. POPIS LITERATURE

Čuljat, M. (1989.): Primjena tehnike za proizvodnju soje s naglaskom na tehniku sjetve i zaštite, Zbornik radova VIII savjetovanja "Biološki, tehnički i organizacijski aspekti unapređenja i proširenja proizvodnje soje u Slavoniji i Baranji", 154 – 158, Osijek, 1989.

Gagro, M. (1997.): Ratarstvo obiteljskoga gospodarstva. Žitarice i zrnate mahunarke. Hrvatsko agronomsko društvo, Zagreb.

Ivezić, M. (2008.): Entomologija: kukci i ostali štetnici u ratarstvu. Poljoprivredni fakultet, Osijek.

Jarek, K., Lauer, J. (2011.): Crops, University of Wisconsin Extension – Outagamie County, University of Wisconsin Extension/UW-Madison, Evaluating Twin–Row CornSilage Production, Midwest Forage Association (MFA), Midwest Forage Research Proposal (MFRP) Project Results

Jones, B. (2007.): Effects of Twin-Row Spacing on Corn Silage Growth Development and Yield in the Shenandoah Valley, Augusta County Virginia,Virginia Cooperative Extension.

Kovačević, V., Rastija, M. (2016.): Žitarice. Interni materijali sa predavanja.

McGrath, C., Butler, J., Havlovic, B. (2002.): Twin-Row Corn Study, Iowa State University, Armstrong Research and Demonstration Farm ISRF05-12, ISU Extension

Ogrizović B. (2015.): Rezultati setve kukuruza Twin – Row sejalicom u region Sombor, 43. Sympozij "Aktualni zadaci mehanizacije poljoprivrede, Opatija, 319-329.

Robles, M., Ciampitti, I., Vyn, T. (2012): Purdue.edu, Responses of Maize Hybrids to Twin-Row Spatial Arrangement at Multiple Plant Densities, Agronomy Journal • Volume 104, Issue 6

Roth, G., Harkcom, S., Heinbaugh, S., Antle, M. (2002.): Comparison of Twin Row and Single Row No-Till Corn Planted for Grain, Penn State Extension

Zimmer, R., Banaj, Đ., Brkić, D., Košutić, S. (1997.): Mehanizacija u ratarstvu. Poljoprivredni fakultet, Osijek.

7. SAŽETAK

Cilj pokusa na pokušalištu "Kraš" Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku tijekom 2016. godine bio je utvrditi utjecaj gustoće sjetve i rasporeda biljaka na prinos kukuruza, kao i opravdanost Twin Row sjetve u odnosu na standardnu sjetvu na standardni međuredni razmak od 70 cm. Korišteni hibrid bio je hibrid Chapalu, kultivar tvrtke RWA. Raspored oborina tijekom vegetacije bio je povoljan za uzgoj kukuruza.

Na pokusu je bilo četiri tretmana načina sjetve. Prva je bila kombinacija sa sjetvom na standardni međuredni razmak i sklop od 74 000 biljaka ha^{-1}, dok su ostale kombinacije bile sijane Twin Row sijačicom na različitu gustoću sklopa, 73 000, 94 000 i 104 000 biljaka ha^{-1}. U gustoći cik-cak sjetve od 104 000 ha^{-1} biljaka je ostvaren najbolji prinos koji nije bio signifikantno različit od varijante cik-cak sjetve od 94 000 biljaka ha^{-1}. Ostvareni prinosi u varijanti cik-cak sjetve i standardne sjetve s gustoćom sklopa od 73 000 i 74 000 biljaka ha^{-1} nisu bili signifikantno različiti, ali su bili signifikantno niži od cik-cak sjetve s gustoćama od 94 000 i 104 000 biljaka ha^{-1}.

Ključne riječi: kukuruz, sklop, standardna sjetva, Twin Row sjetva, prinos

8. SUMMARY

The aim of the experiment at the "Kraš" farm in Osijek in 2016 was to determine the impact of the sowing density and spatial distribution on corn yields as well as the justification of the Twin Row sowing in comparison with the standard sowing at the standard 70 cm rows inter-spacing. The hybrid used was a hybrid of Chapalu, a cultivar of RWA. The distribution of precipitation during the vegetation was favorable for the growth of corn.

There were four treatments of sowing in the experiment. The first was a combination of sowing on a standard spacing and plant density of 74 000 plant ha^{-1}, while the other treatments were sown with Twin Row sown in different densities of 73 000, 94 000 and 104 plant ha^{-1}. The best yield was achieved by zig-zag sowing with density of 104 000 plants ha^{-1}, which was not significantly better than yield achieved by zig-zag sowing with density of 94 000 plants ha^{-1}. Achieved yields of zig-zag sowing and standard sowing with plant densities of 73 000 and 74 000 plants ha^{-1} were not statistically significant, but they were significantly lower than zig-zag sowings with 94 000 and 104 000 plants ha^{-1} densities.

Keywords: maize, plant density, standard sowing, Twin Row sowing, yield

9. POPIS SLIKA, GRAFIKONA I TABLICA

Slika 1: Žetva kukuruza (Izvor: https://i.ytimg.com/vi/0obk1rcLszM/maxresdefault.jpg)

Slika 2: Lokacija poljskog pokusa (Izvor: Ivan Miljević)

Slika 3: Usporedba srednjih dnevnih temperatura u 2016. godini sa srednjakom za razdoblje 1961-1990 (Izvor: http://klima.hr/k2/2016/os_sred_30_2016.png)

Slika 4: Usporedba srednjih dnevnih temperatura u 2016. godini sa srednjakom za razdoblje 1899-2015 (Izvor: http://klima.hr/k2/2016/os_sred_2016.png)

Slika 5: MaterMacc sijačica Twin Row (Izvor: http://www.savjetodavna.hr/adminmax/images/news/2016-04/traktor2542016.jpg)

Slika 6: OLT PSK sijačica (Izvor: http://www.njuskalo.hr/image-bigger/strojevi-sjetva-zetva-berba/olt-psk-4-reda-slika-64604017.jpg)

Slika 7: Sjeme hibrida Chapalu (Izvor: Ivan Miljević)

Tablica 1. . Tip tla i njegove odlike na području pokušališta "Kraš"

Tablica 2. Ukupne srednje mjesečne temperature zraka (°C) i godišnje količine oborina (mm) izmjerene na glavnoj meteorološkoj postaji za pokus, 001, 002 i 015 na području mjesta Tenje i Klisa

Tablica 3. Utvrđeni sklop biljaka po ha i razmaci između biljaka unutar reda kod hibrida Chapalu na pokusu 01 – Kraš

Tablica 4. Ostvareni prinosi zrna kukuruza (svedeno na vlagu od 14%) u vrijeme berbe kod standardne i TWIN ROW sjetve na razmak 75 cm u kg/ha za hibrid Chapalu

Tablica 5. Vrijednosti vlage u vrijeme berbe kod hibrida Chapalu

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Poljoprivredni fakultet u Osijeku

Sveučilišni diplomski studij bilinogojstva, smjer Biljna proizvodnja

Diplomski rad

Utjecaj različitih rasporeda sjetvenih redova i gustoće sjetve na prinos kukuruza (*Zea may* L.) 2016. godine

Ivan Miljević

Sažetak

Cilj pokusa na pokušalištu "Kraš" Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku tijekom 2016. godine bio je utvrditi utjecaj gustoće sjetve i rasporeda biljaka na prinos kukuruza, kao i opravdanost Twin Row sjetve u odnosu na standardnu sjetvu na standardni međuredni razmak od 70 cm. Korišteni hibrid bio je hibrid Chapalu, kultivar tvrtke RWA. Raspored oborina tijekom vegetacije bio je povoljan za uzgoj kukuruza.

Na pokusu je bilo četiri tretmana načina sjetve. Prva je bila kombinacija sa sjetvom na standardni međuredni razmak i sklop od 74 000 biljaka ha^{-1}, dok su ostale kombinacije bile sijane Twin Row sijačicom na različitu gustoću sklopa, 73 000, 94 000 i 104 000 biljaka ha^{-1}. U gustoći cik-cak sjetve od 104 000 ha^{-1} biljaka je ostvaren najbolji prinos koji nije bio signifikantno različit od varijante cik-cak sjetve od 94 000 biljaka ha^{-1}. Ostvareni prinosi u varijanti cik-cak sjetve i standardne sjetve s gustoćom sklopa od 73 000 i 74 000 biljaka ha^{-1} nisu bili signifikantno različiti, ali su bili signifikantno niži od cik-cak sjetve s gustoćama od 94 000 i 104 000 biljaka ha^{-1}.

Rad je izrađen na: Poljoprivrednom fakultetu u Osijeku

Mentor: prof. dr. sc. Bojan Stipešević

Broj stranica: 41

Broj slika: 7

Broj tablica: 5

Broj literaturnih navoda: 11

Broj priloga: -

Jezik izvornika: Hrvatski

Ključne riječi: kukuruz, sklop, standardna sjetva, Twin Row sjetva, prinos

Datum obrane:

Stručno povjerenstvo za obranu:

1. Prof. dr. sc. Đuro Banaj, predsjednik

2. Prof. dr. sc. Bojan Stipešević, mentor

3. Prof. dr. sc. Danijel Jug, član

Rad je pohranjen u: Knjižnica Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1, Osijek.

BASIC DOCUMENTATION CARD

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek

Faculty of Agriculture

University graduate study Plant production course Plant production

Graduate Thesis

Impact od different patterns of seeding rows and seeding density at maize (*Zea may* L.) yield in year 2016

Ivan Miljević

Summary

The aim of the experiment at the "Kraš" farm in Osijek in 2016 was to determine the impact of the sowing density and spatial distribution on corn yields as well as the justification of the Twin Row sowing in comparison with the standard sowing at the standard 70 cm rows inter-spacing. The hybrid used was a hybrid of Chapalu, a cultivar of RWA. The distribution of precipitation during the vegetation was favorable for the growth of corn.

There were four treatments of sowing in the experiment. The first was a combination of sowing on a standard spacing and plant density of 74 000 plant ha^{-1}, while the other treatments were sown with Twin Row sown in different densities of 73 000, 94 000 and 104 plant ha^{-1}. The best yield was achieved by zig-zag sowing with density of 104 000 plants ha^{-1}, which was not significantly better than yield achieved by zig-zag sowing with density of 94 000 plants ha^{-1}. Achieved yields of zig-zag sowing and standard sowing with plant densities of 73 000 and 74 000 plants ha^{-1} were not statistically significant, but they were significantly lower than zig-zag sowings with 94 000 and 104 000 plants ha^{-1} densities.

Theis performed at: Faculty of Agriculture in Osijek

Mentor: Bojan Stipešević, professor

Number of pages: 41

Number of figures: 7

Number of tables: 5

Number of references: 11

Number of appendices: -

Original in: Croatia

Key words: maize, plant density, standard sowing, Twin Row sowing, yield

Thesis defended on date:

Reviewers:

1. Prof. dr. sc. Đuro Banaj, president of the Commision
2. Prof. dr. sc. Bojan Stipešević, mentor
3. Prof. dr. sc. Danijel Jug, member of the Commision

Thesis deposited at: Library, Faculty of Agriculture in Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Vladimira Preloga 1, Osijek