

# Tehnologija proizvodnje kukuruza (*Zea mays* L.) na poljoprivrednom obrtu "Nikola Oršolić"

---

Oršolić, Anto

Undergraduate thesis / Završni rad

2023

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

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

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:960929>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-12-24**



Sveučilište Josipa Jurja  
Strossmayera u Osijeku

**Fakultet  
agrobiotehničkih  
znanosti Osijek**

*Repository / Repozitorij:*

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



SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Anto Oršolić

Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda

Smjer Bilinogojstvo

**TEHNOLOGIJA PROIZVODNJE KUKURUZA (*Zea mays* L.)  
NA POLJOPRIVREDNOM OBRTU “Nikola Oršolić“**

Osijek, 2023.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Anto Oršolić

Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda

Smjer Bilinogojstvo

**TEHNOLOGIJA PROIZVODNJE KUKURUZA (*Zea mays* L.)  
NA POLJOPRIVREDNOM OBRTU “Nikola Oršolić“**

Osijek, 2023.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Anto Oršolić

Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda

Smjer Bilinogojstvo

**TEHNOLOGIJA PROIZVODNJE KUKURUZA (*Zea mays* L.)  
NA POLJOPRIVREDNOM OBRTU “Nikola Oršolić“**

Povjerenstvo za ocjenu završnog rada:

1. izv. prof. dr. sc. Miro Stošić, mentor
2. doc. dr. sc. Dario Iljkić, član
3. izv. prof. dr. sc. Vjekoslav Tadić, član

Osijek, 2023.

## **TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA**

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku  
Fakultet Agrobiotehničkih znanosti Osijek  
Prijeđiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda Smjer Bilinogojstvo

Završni rad

**Anto Oršolić**

### **Tehnologija proizvodnje kukuruza (*Zea mays* L.) na poljoprivrednom obrtu "Nikola Oršolić"**

**Sažetak:** Prosječni prinos kukuruza na Poljoprivrednom obrtu „Nikola Oršolić“ u 2022. godini iznosio je 7,6 t/ha masa 1000 zrna bila je 360 g, a hektolitarska masa je u prosjeku iznosila 78 kg/hl. Kukuruz ima zahtjeve prema vodi koji moraju biti ispunjeni kako bi prinos bio uspješan, što u 2022. godini nije bilo ispunjeno. Kukuruz se gnoji sa 150 – 200 kg/ha dušika, 100 – 150 kg/ha P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, te 120 – 200 kg/ha K<sub>2</sub>O. Sklop kukuruza ovisi o izboru FAO skupine. Žetva se obavlja sa žitnim kombajnom prilagođenim za berbu kukuruza u rujnu i listopadu.

**Ključne riječi:** kukuruz, agrotehnika, oborine, prinos, temperatura

**Broj stranica:** 36

**Broj tablica:** 6

**Broj grafikona i slika:** 20

**Broj literaturnih navoda:** 21

**Završni rad je pohranjen** u Knjižnici Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek i u digitalnom repozitoriju završnih i diplomskih radova Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek

## **BASIC DOCUMENTATION CARD**

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek  
Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek  
Undergraduate study Plant production Course Plant production

Final work

**Anto Oršolić**

### **Corn (*Zea mays* L.) production on agricultural trade "Nikola Oršolić"**

**Abstract:** The average yield of corn at the "Nikola Oršolić" Agricultural Trade in 2022 was 7.6 t/ha, the weight of 1000 grains was 360 g, and the hectoliter weight was 78 kg/hl on average. Maize has water requirements that must be met in order for the yield to be successful, which was not met in 2022. Corn is fertilized with 150-200 kg/ha of nitrogen, 100-150 kg/ha of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, and 120-200 kg/ha of K<sub>2</sub>O. The assembly of maize depends on the choice of the FAO group. Harvesting is done with a combine harvester adapted for harvesting corn in September and October.

**Key words:** corn, agrotechnics, precipitation, temperature, yield

**Number of pages:** 30

**Number of tables:** 6

**Number of figures:** 20

**Number of references:** 23

**Final work is archived** in Library of Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek and in digital repository of Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

## Sadržaj

<b>1. UVOD</b> .....	<b>1</b>
1.1. Porijeklo i botanička sistematika .....	1
1.2. Gospodarska važnost .....	2
1.3. Proizvodnja u Hrvatskoj .....	2
<b>2. PREGLED LITERATURE</b> .....	<b>4</b>
2.1. Morfološka svojstva.....	4
2.1.1. Koriijen.....	4
2.1.2. Stabljika.....	5
2.1.3. List.....	5
2.1.4. Cvat .....	7
2.1.5. Plod .....	8
2.2. Agroekološki uvjeti za proizvodnju.....	9
2.2.1. Temperatura .....	9
2.2.2. Voda .....	10
2.2.3. Svjetlost .....	11
2.3. Agrotehnika kukuruza.....	11
2.3.1. Plodored.....	11
2.3.2. Obrada tla .....	11
2.3.3. Gnojidba .....	13
2.3.4. Sjetva .....	15
2.3.5. Njega usjeva .....	18
2.3.6. Berba.....	19
<b>3. MATERIJAL I METODE</b> .....	<b>21</b>
3.1. Poljoprivredni obrt.....	21
3.2. Agrotehnika proizvodnje kukuruza na poljoprivrednom obrtu .....	21
3.3. Vremenske prilike tijekom 2022. godine .....	22

<b>4. REZULTATI I RASPRAVA.....</b>	<b>24</b>
<b>5. ZAKLJUČAK.....</b>	<b>27</b>
<b>6. POPIS LITERATURE.....</b>	<b>28</b>

# 1. UVOD

## 1.1. Porijeklo i botanička sistematika

Postoji nekoliko hipoteza o porijeklu kukuruza, ali nije poznata niti jedna divlja vrsta za koju bi se moglo tvrditi da je praroditelj kukuruza. Najstariji ostatci kukuruza otkriveni su u Meksiku. Iz tog razloga se smatra da je Meksiko područje na kojem je nastao kukuruz. Vjeruje se da je kukuruz u Europu donesen prvom Kolumbovom ekspedicijom 1492. godine. U Hrvatskoj se prvi puta pojavljuje 1572. godine (Slika 1.).

Kukuruz pripada u red *Poales*, porodicu *Poaceae*. Vrste koje pripada roda *Zea* lako se križaju i većinom nastaju plodna potomstva.



Slika 1. Kukuruz u Slavoniji

(Izvor: Oršolić, A.)



## 1.2. Gospodarska važnost

Kukuruz je uz pšenicu i rižu žitarica zasijana na najvećim površinama. Kukuruz se u svijetu proizvodi na oko 160 miliona hektara. Najveći proizvođač je SAD s ukupnom proizvodnjom od oko 300 miliona tona zrna godišnje. Kukuruz se koristi za: ishranu stoke, proizvodnju škroba, prehranu ljudi, za proizvodnju alkoholnog i bezalkoholnog pića, proizvodnju etanola koji se koristi kao biogorivo (Slika 2.).



Slika 2. Alkoholni proizvod od kukuruza

(Izvor: <https://www.24sata.hr/>)

## 1.3. Proizvodnja u Hrvatskoj

Kukuruz i pšenica su najrašireniji usjevi na oranicama Hrvatske (DZS, 2023.). Tako je u 30-godišnjem razdoblju prosječno bilo poŕnjeveno 509 068 ha kukuruza i 358 814 ha pšenice godišnje (1960.-1989.), što je oko 55 % površine oranica (Kovačević i sur., 1994.). Istočna Hrvatska (Slavonija i Baranja) imala je u tom razdoblju poŕnjeveno 197 598 ha kukuruza (39 % ukupne površine pod kukuruzom) i 151 058 ha pšenice (42 %) godišnje. Variranja prosječnih prinosa zrna (t/ha) po godinama i dekadama u Istočnoj Hrvatskoj iznosila su za kukuruz od 2,74 do 4,26 ('60. god.), od 4,06 do 5,87 ('70. god.) i od 4,78 do 6,59 ('80. god.).

Razlike prosječnih prinosa u okviru jedne dekade najviše su rezultat vremenskih prilika tijekom vegetacije. U 10-godišnjem razdoblju 1981.-1990. ostvaren je najniži prosječan prinos kukuruza u 1990. godini (3,87 t/ha). Variranja prosječnih prinosa po godinama (+ ili - od 10-godišnjeg prosjeka) na razini regije (Istočna Hrvatska) iznosila su za kukuruz do 19 %. Ove su razlike najvećim dijelom rezultat vremenskih prilika tijekom vegetacije (travanj-listopad). Međutim, niži prinosi na području Slatine (prosječno do 23 % za kukuruz) prema onima na području Vukovara, rezultat su niže plodnosti tla u zapadnom dijelu regije jer su agrotehnika, sortiment i vremenske prilike u regiji relativno slični ( Kovačević i Rastija, 2014.).

## 2. PREGLED LITERATURE

### 2.1. Morfološka svojstva

#### 2.1.1. Korijen

Kukuruz ima žiličast korijenov sustav (Slika 3.). S obzirom na vrijeme formiranja te funkciju kukuruz ima 5 različitih tipova korijena:

- Primarni ili glavni klicin korijen,
- Seminalno ili bočno klicino korijenje,
- Mezokotilno korijenje,
- Podzemno nodijalno korijenje (sekundarno),
- Nadzemno nodijalno korijenje (adventivno).

Glavni korijen tijekom klijanja zrna brzo raste okomito u dubinu, a nakon dva do tri dana razvije se prosječno 3-7 bočnih korjenova. Ovo korijenje ostaje na biljci tijekom cijele vegetacije i ima bitnu ulogu opskrbe mlade biljke vodom i hranivima tijekom 2- 3 tjedna poslije nicanja, odnosno dok biljka ne razvije 8-10 listova (Kovačević i Rastija, 2014.).

Kod veće dubine sjetve iz primarne stabljike između sjemena i prvog nodija može se razviti mezokotilno korijenje. Ono je inače slabije razvijeno i nema značajan utjecaj kod razvoja kukuruza. Do razvijanja ovog korijenja dolazi kod sjetve 10cm i dublje.

Najznačajnije i po masenom udjelu najzastupljenije je nodijalno korijenje koje čini „korijenovu krunu“.

Podzemno nodijalno korijenje se razvija iz podzemnih nodija stabljike, a nadzemno nodijalno korijenje ili „zračno“ korijenje se razvija iz nodija stabljike iznad površine tla.

Nadzemno nodijalno korijenje nije funkcionalno dok nagrtanjem ne dođe u tlo kada može poprimiti funkciju pravog korijena (Pospišil i sur., 2014.).

Glavni korijenov sustav se nalazi u oraničnom sloju, oko 30 cm. Prvi vijenac nodijalnog korijenja razvija se iz najdonjeg koljenca stabljike koji se nalazi na 3-4 cm ispod površine tla. Dubina razvoja prvog vijenca nodijalnog korijena ne ovisi o dubini sjetve.

Prvi vijenac se pojavljuje kada biljka razvije 3-4 lista. U fazi 5-6 listova razvija se druga etaža nodijalnog vijenca, a u fazi 7-8 listova treća etaža. Razvoj etaža nodijalnog korijenja povezan je s razvojem listova.



Slika 3. Korijen kukuruza u fazi 3-4 lista

(Izvor: Oršolić, A.)

### 2.1.2. *Stabljika*

Stabljika kukuruza građena je od nodija i internodija. Cilindrična je i žilava te ispunjena parenhimom i provodnim sustavom. Visina i broj internodija se razlikuju ovisno o hibridu.

Kod ranijih hibrida, koji su prisutni i kod nas visina je 1,5-3 m, a promjer oko 7 cm, te se stabljika sastoji od desetak internodija. Dok u tropskim krajevima nalaze se kasniji hibridi s visinom do 7 m i brojem internodija oko 20. Gornji internodiji su dulji i tanji, dok su oni bliže tlu kraći i deblji (Gargo, 1997.).

### 2.1.3. *List*

Prema mjestu gdje se zameću i nalaze te prema značaju, razlikuju se tri tipa listova: klicini listovi, parovi ili listovi stabljike i listovi omotača klipa (komušina). Klicini listovi imaju svoje začetke još u klici i ima ih 5-7, a potpuno se formiraju u prvih 10-15 dana nakon nicanja kada su od presudnog značaja za biljku i ako se oštete (Slika 4.), dok od zastoja u rastu koji se kasnije odražava na kašnjenje svih faza rasta i razvoja.

Nakon formiranja pravih listova, klicini listovi gube svoje značenje i suše se još i prvom dijelu vegetacije. Pravi listovi sastoje se od plojke, rukavca i jezičca. Izrastaju po jedan iz svakog nodija nasuprotno.

Rukavac je čvrst i debeo, s manje primjetnom centralnom žilom. Plojka je linearna i relativno široka (5-15 cm), dužine 50-100 cm, na rubovima valovite forme, lice je prekriveno dlačicama, dok je naličje glatko.

Listovi komušine predstavljaju rukavce pravih listova izmijenjenog oblika i razvijaju se na nodijima drške klipa, a to je skraćeni bočni izdanak.

Nodiji na dršci klipa su jako zbijeni pa listovi komušine čvrsto pokrivaju jedan drugoga i samo se na vanjskim listovima stvara klorofil, dok su unutarnji listovi nježni, a oni uz sam klip poluprozirni (Kovačević i Rastija, 2014.).



Slika 4. Kukuruz 7 listova

(Izvor: Oršolić, A.)

#### 2.1.4. Cvat

Kukuruz je jednodomna, odnosno monoecijska biljka, s razdvojenim muškim i ženskim cvatom. Ženski cvjetovi sakupljeni su u klip, a muški u metlicu (Slika 5.).

Metlica je završetak vršnog internodija stabljike i ima glavnu os ibočne grane na kojima nastaju klasići. Svaki klasić se sastoji od dva cvijeta, a svaki cvijet od dvije pljevice, tri prašnika i dvije pljevičice na dnu, tučak je zakržljao. Pljevičice upijaju vodu i bubre, pritišću pljevice, odnosno otvaraju cvijet i dovode do izbacivanja prašnika. Ženski cvjetovi su skupljeni u cvat koji se naziva klip. Klip se nalazi u pazuhu listova. Klip se sastoji od oklaska, drške klipa i listova komušine. Na oklasku se uzdužno, u parnim redovima, nalaze klasići sa ženskim cvjetovima. Broj redova na klipu može biti od 8 do 32 i uvijek je paran. Cvijet je građen od tučka, 3 zakržljala prašnika i slabo razvijenih pljevica. Tučak ima svilenkaste niti prekrivene dlačicama, a dlačice izlučuju ljepljivu tekućinu koja pomaže u hvatanju peludnih zrnaca nošenih vjetrom. Polen s prašnika metlice pada na njušku tučka i tako dolazi do oplodnje i to najčešće vjetrom (Butorac, 1999.).



Slika 5. Cvat kukuruza

(Izvor: [www.bib.irb.hr](http://www.bib.irb.hr))

### 2.1.5. Plod

Plod kukuruza je zrno (Slika 6). Zrno kukuruza je jednosjemeni plod (caryopsis). Sastoji se od tri osnovna dijela kao i kod ostalih žitarica: omotača, endosperma i klice. Omotač čini 5-8 % mase zrna i sastoji se od perikarpa kojeg čine 10-12 slojeva stanica debljine 30 do 200  $\mu$  i perisperma. U stanicama perikarpa nalaze se pigmenti koj daju boju zrnju (različite nijanse žute, crvene, narančaste, smeđe, ljubičaste i dr.) (Kovačević i Rastija, 2014.).



Slika 6. Zrno kukuruza

(Izvor: Oršolić, A.)

Endosperm čini 78-85 % mase zrna i različite je konzistencije (brašnasti, caklavi, voštani dio), ovisno o podvrsti. Aleuronski sloj je jednoslojan, bezbojan ili s pigmentima.

Klica je prilično velika i čini 8-14 % mase zrna (Slika 7.), a smještena je u donjem dijelu zrna s prednje strane. Kod zrna kukuruza razlikuju se prednja (trbušna), stražnja (leđna) i bočne strane te kruna (vrh) i baza zrna (Kovačević i Rastija, 2014.).



Slika 7. Klica i korijen kukuruza

(Izvor: Oršolić, A.)

Kemijski sastav zrna kukuruza ovisi o hibridu, agroekološkim uvjetima proizvodnje, gnojidbi, vremenu, tlu i načinu berbe te skladištenju. Zrno kukuruza na bazi suhe tvari sadrži 58-71 % škroba i 8-11 % bjelančevina. Sadržaj ulja u zrnu kukuruza se kreće od 3 do 5 % od čega je najveći dio smješten u klici. Šećera sadrži 1,5-2 %, mineralnih tvari 1-1,5 %, a sirovih vlakana 2-2,5 %. bjelančevine kukuruza ne sadrže esencijalne aminokiseline u potrebnoj količini te su stoga slabije kvalitete.

## 2.2. Agroekološki uvjeti za proizvodnju

### 2.2.1. Temperatura

Optimalne temperature za kukuruz su između 24 i 30 °C, ovisno o pristupačnosti vode i fazi razvoja. Rast kukuruza prestaje ispod 10 °C, a temperature iznad 32 ili 33 °C poslije cvatnje su nepovoljne kao i visoke noćne temperature koje povećavaju disanje. Općenito, prikladna područja u svijetu za kukuruz su ona s ljetnim dnevnim temperaturama od 21 do 27 °C i razdoblje bez mraza najmanje 120 dana (Kovačević i Rastija, 2014).

Veliku opasnost predstavlja mraz koji može usporiti sazrijevanje, ali i prekinuti vegetaciju (Slika 8.). Kukuruz je otporan na visoke temperature, no temperature iznad 48 °C uzrokuju prestanak rasta kukuruza (Pucarić i sur., 1997.).



Ako nakon toga mraza nije oštećen vegetacijski vrh, kukuruz nastavlja sa rastom i razvojem. U fazi 6 ili više listova kada je vegetacijski vrh iznad površine tla, mraz će uništiti cijelu biljku. Niske temperature u jesen prekidaju nalijevanje zrna i uništavaju zelene listove. Zbog toga bi fiziološka zrioba trebala nastupiti prije jesenskih mrazeva.

Kukuruz je u cvatnji osjetljiv na visoke temperature, a osobito ako su praćene nedostatkom oborina te niskom relativnom vlagom zraka. Temperature iznad 32 °C definitivno smanjuju prinose, ali manje ako su u kombinaciji sa dovoljno kiše (Thompson, 1970.).



Slika 8. Šteta od mraza

(Izvor: <https://www.agroklub.ba>)

### 2.2.2. Voda

Za uspješnu proizvodnju kukuruza potrebna je dobra opskrba vodom. Potrebnu količinu vode osiguravaju zalihe akumulirane u tlo tijekom jesensko zimskog perioda i oborine tijekom vegetacije. Na dubokim, propusnim i srednje teškim tlima ako padne dovoljna količina oborina tijekom zime, do 1m dubine može se stvoriti zaliha od 150 do 200 mm vode. Uz to za dobar prinos potrebno nam je dobro raspoređeno još 350-400 mm kiše tijekom vegetacije. Vrlo je važno da prije cvatnje i u cvatnji kukuruz bude dobro opskrbljen vodom. Optimalan pH tla za uzgoj kukuruza je 6-7.

### 2.2.3. *Svjetlost*

Kukuruz ima velike potrebe prema svjetlosti jer je to biljka C-4 tipa fotosinteze i visokog fotosintetskog kapaciteta. Izbjegavanjem pregustog sklopa, koji uzrokuje i zasjenjivanje srednje postavljenih, a osobito donjih listova, te stvaranjem hibrida s uspravnim položajem listova, doprinosimo boljem iskorištavanju svjetlosti od strane biljaka.

Kukuruz je biljka kratkog dana te dugi dan usporava rast i razvoj (produžava vegetaciju), o čemu treba voditi računa pri izboru hibrida za sjevernija područja gdje je duži dan i niža temperatura tijekom vegetacije. Osjetljivost na fotoperiodizam je sortno specifična. Općenito, genotipovi s juga imaju jaču reakciju na duži dan, a genotipovi sa sjevera u kraćem danu skraćuju vegetaciju za nekoliko dana (rani hibridi) ili čak do dva tjedna (kasni hibridi) (Kovačević i Rastija, 2014.).

## 2.3. **Agrotehnika kukuruza**

### 2.3.1. *Plodored*

Dobri predusjevi za kukuruz su sve strne žitarice, uljana repica, jednogodišnje mahunarke, suncokret. Žetva ovih kultura se obavlja dovoljno rano da se može na vrijeme obaviti obrada tla.

Kukuruz i pšenica imaju neke zajedničke korove, a jedan od njih je slak koji se razmnožava i podzemnim organima i sjemenom te se teško suzbija. Uljana repica je najbolji predusjev jer tijekom vegetacije stvara veliku vegetativnu masu koja zagušuje korov i ostavlja čisto polje. Uz to su žetveni ostatci koji ostaju na polju bogati biljnim hranjivima te njihovim zaoravanjem poboljšavamo plodnost tla. Uz to još i korijen uljane repice ide izuzetno duboko tako da dobro rahli tlo.

### 2.3.2. *Obrada tla*

Broj operacija osnovne obrade tla ovisi o predusjevu i tipu tla. Ako su predusjev kukuruzu bile strne žitarice ili uljana repica, odmah nakon žetve treba obaviti prašenje strništa jer se time olakšava kasnije oranje (Slika 9.). Prašenjem strništa se unose žetveni ostatci, prekida

se kapilaritet tla te se sprječava gubitak vode. Istovremeno se u tlo unosi sjeme korova i omogućuje njihovo nicanje da bi se daljnjim operacijama obrade korovi uništili (Pospišil i sur., 2014.).



Slika 9. Oranje sojinog strništa

(Izvor: Oršolić, A.)

Ako se radi o kasnijem predusjevu poput soje ili suncokreta, prvi zahvat je duboko oranje. Oranje na dubini 25-30cm, obavlja se u jesen pri povoljnoj vlažnosti tla, pomaže za ostvarivanje najboljeg prinosa. Ako je obavljeno pliće oranje te žetveni ostatci nisu dobro uneseni u tlo, predstjevena priprema se neće dovoljno kvalitetno odraditi što dovodi do slabijeg i neujednačenijeg nicanja kukuruza. Oranje teški glinastih i srednje teških ilovastih tala se uglavnom obavlja u kasno ljeto ili početak jeseni. Ako je pravovremeno poorano tijekom jeseni i zime dolazi do vlaženja i sušenja tla te smrzavanja i odmrzavanja što popravljaju strukturu tla.

U proljeće se obavlja tanjuranje i drljanje, a ako je stanje tla povoljno, obradu tla je moguće obaviti sjetvospremačem ili nekim sličnim kombiniranim strojem (Slika 10.).



Slika 10. Pripremanje kombiniranim sjetvospremačem

(Izvor: Oršolić, A)

Tijekom vegetacije obavlja se jedna ili dvije kultivacije uz istovremenu prihranu dušikom. Ukoliko se rade dvije kultivacije prva se obavlja u fazi 4-5 listova, a druga 8-12 listova

### 2.3.3. Gnojdba

Za normalnu fiziološku aktivnost biljke u svim njezinim fazama rasta i razvoja važan faktor je mineralna ishrana.

Dušik vezan u tlu u organskoj tvari kukuruz može iskoristiti nakon razgradnje koju obavljaju mikroorganizmi tla. Kukuruz najviše usvaja nitratni oblik dušika koji je podložan ispiranju, osobito u godinama s puno oborina. Kukuruz najintenzivnije usvaja dušik u početku formiranja zrna, tj. 10-15 dana nakon oplodnje. Zrno u punoj zrelosti sadrži 2/3 ukupnog dušika u biljci (Pospišil i sur., 2014.). Gnojdbu dušikom treba obaviti na osnovu karakteristika hibrida te rezultata kemijske analize tla (Slika 11.). Na većini naših tala mogu se postići dobri prinosi uz gnojdbu 150-200 kg/ha.



Slika 11. Kultivacija kukuruza uz gnojidbu

(Izvor: <https://gospodarski.hr>)

Fosfor se u tlu nalazi u organskoj tvari te u raznim mineralima iz kojih ga kukuruz ne može izravno usvajati. Razgradnjom organske tvari, odnosno raspadanjem minerala manji dio fosfora prelazi u pristupačan oblik koji biljka može iskoristiti. Za razliku od dušika, fosfor je slabo pokretan u tlu (2-3 cm godišnje) i ne ispire se ( Pospišil i sur., 2014.).

Kukuruz je najosjetljiviji na nedostatak fosfora u prvom dijelu vegetacije , od nicanja do 30-40 dana porasta. Najintenzivnija apsorpcija fosfora odvija se u vrijeme intenzivne akumulacije suhe tvari. Najviše fosfora akumulira se u zrnu, a najmanje u kolušini i oklasku. Gnojidbom bi trebali biljci dati 100-150 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

Kalij kukuruzu osobito treba u vegetativnoj fazi porasta. Najveće potrebe za kalijem su u razdoblju do metličanja i oplodnje jer do tada biljka iskoristi do 70% kalija od ukupne potrebne količine. Od razdoblja formiranja zrna pa sve do zriobe potrebe za kalijem se smanjuju. Kalije je kao i fosfor slabo pokretan u tlu i slabo se ispire vodom. Za visoke prinose kukuruza treba 120-200 K<sub>2</sub>O/ha ( Pospišil i sur., 2014.).

Prije osnovne obrade tla primjenjuju se kompleksna mineralna gnojiva NPK 7:20:30, NPK 8:26:26, NPK 10:30:20 I urea (Tablica 1.). Predsjetveno se primjenjuje urea. U startnoj

gnojidbi primjenjuje se NPK 15:15:15. Prihrana se najčešće obavlja KAN-om (27% N) (Pospišil i sur., 2014.).

Tablica 1. Primjer gnojidbe kukuruza

Makroelementi	Kilograma/hektaru
Dušik (N)	150-200
Fosfor (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	100-150
Kalij (K <sub>2</sub> O)	120-200

Od mikroelemenata cink ima najveći utjecaj na porast kukuruza. Tla koja imaju malo pristupačnog cinka treba gnojiti cinkovim sulfatom (do 20 kg/ha) ili NPK gnojivima koja sadrže cink.

Kukuruz dobro reagira na gnojidbu stajskim gnojem koji se primjenjuje prije oranja u količini 20-30 t/ha.

#### 2.3.4. Sjetva

Pri izboru hibrida kukuruza za određeno područje treba voditi računa o duljini vegetacije kojom se hibrid treba uklopiti u dio godine bez mraza te o namjeni ili načinu korištenja.

Za proizvodnju suhog zrna kod odabranog hibrida kukuruza trebalo bi prije prvih jesenskih mrazova ili do kraja rujna završiti nalijevanje zrna, tj. vlažnost zrna bi trebala iznositi 30- 35 %.

Pored toga u obzir se uzima rodnost hibrida, otpornost prema polijeganju i bolestima te ostala svojstva značajna za namjenu (ishrana stoke, industrijska prerada i sl.) (Kovačević i Rastija, 2014.).

Za sjetvu treba koristiti sjeme koje je proizvedeno kod ovlaštenog proizvođača. Sjeme se pakira u papirnate vrećice po broju zrna. Mora imati klijavost 90 % i više i čistoću minimalnu 98 %. prema cold testu kada je klijavost 85 – 90 % ili više sjeme je dobre kvalitete.

Također se sjeme mora tretirati zaštitnim sredstvom (Slika 12.).



Slika 12. Tretirano sjeme za sjetvu

(Izvor: Oršolić, A.)

Kukuruz je biljka koja ima relativno velike zahtjeve prema toplini i njegova vegetacija se odvija u toplom dijelu godine. Kukuruz se sije kalendarski u različito vrijeme, ovisno o klimi određenog područja (Slika 13.). U SAD-u se npr. sjetva obavlja od 1. veljače do 11. svibnja. Dok je u Hrvatskoj to drugačije. U sjeverozapadnim krajevima to je od polovice do kraja travnja, a za istočni dio Hrvatske od 10. travnja do 25. travnja. To je kalendarski optimalni rok sjetve kukuruza. Sjetvu treba započeti kada su temperature sjetvenog sloja veće od 10 °C (Butorac, 1999.). Sjetvu kukuruza trebalo bi završiti do 1. svibnja, a najkasnije do 5. svibnja. Sa zakašnjenjem sjetve smanjuje se trajanje vegetacije i mogućnost normalnog sazrijevanja kukuruza, zrno će imati povećani sadržaj vode, a ako se pojavi rani jesenski mraz prije nego što je završilo nalijevanje zrna, može doći do prisilne zriobe i značajno nižeg prinosa zrna (Kovačević i Rastija, 2014.).



Slika 13. Sjetva kukuruza

(Izvor: Oršolić, A.)

Optimalan sklop jedan je od najvažnijih činitelja prinosa. Kukuruz se sije sijačicama (mehaničkim ili pneumatskim) na međuredni razmak od 70 cm (Zimmer i sur., 1997.). Gustoća sjetve je različita, a ovisi prvenstveno o namjeni kukuruza i o dužini vegetacije hibrida. Obično se raniji hibridi siju u gušćem sklopu jer imaju tanju stabljiku i manju lisnu površinu te zauzimaju manje prostora, a kasniji hibridi u veći sklop jer imaju veću biljnu masu. Treba se pridržavati preporuka sklopa koji daju proizvođači (Tablica 2.).

Tablica 2. preporuka sklopa po FAO skupinama

Kukuruz za zrno: preporučeni sklop (biljaka/ha) i razmak u redu (cm: međuredni razmak 70 cm)					
FAO skupina	(biljaka/ha)	cm	FAO skupina	(biljaka/ha)	cm
100 i 200	79 000 – 89 000	16 - 18	500	65 000 – 71 000	20 – 22
300	75 000 – 79 000	18 – 19	600	60 000 – 62 000	23 – 24
400	68 000 – 75 000	19 - 21	700	55 000 – 60 000	24 - 26



### 2.3.5. Njega usjeva

Štete od korova u poljoprivrednim kulturama veće su od šteta koje nanose bolesti i štetnici zajedno. Prema nekim procjenama štete od korova iznose 10 – 15 % od vrijednosti svjetske biljne proizvodnje, a to iznosi godišnje oko 300 milijuna tona hrane.

U rjeđem usjevu kao što je kukuruz (prosječno 5 biljaka/m<sup>2</sup>) raste 5 do 10 puta više korova nego u gustom usjevu (Kovačević i Rastija, 2014.). Borba protiv korova obuhvaća niz mjera koje imaju za cilj smanjenje populacije korova. Postoje neizravna i izravne mjere.

Izravne mjere suzbijanja korova obuhvaćaju agrotehničke mjere, biološke mjere i kemijske mjere.

U agrotehničke mjere spadaju obrada tla, sjetva, njega usjeva i plodored. Biološke mjere predstavljaju uništavanje korova korištenjem prirodnih neprijatelja, npr. Zaraza korova uzročnikom bolesti i štetnicima.

Kemijske mjere suzbijanja korova su najefikasnije i imaju danas najširu primjenu i zasnivaju se na primjeni herbicida.

Herbicide dijelimo prema opsegu djelovanja na biljke, prema vremenu primjene i prema otrovnosti.

Prema opsegu djelovanja postoje selektivni koji uništavaju samo neke biljne vrste i totalni koji uništavaju sve biljne vrste, a prema načinu djelovanja postoje kontaktni i translokacijski ili sistemski.

Najznačajniji štetnici kukuruza su kukuruzni moljac (*Ostrinia nubilalis*) (Slika 14.) i kukuruzna zlatica (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte). Gusjenice kukuruznog moljca buše stabljiku pa dolazi do loma. Ulaze i u klip te oštećuju zrno. Štete se mogu smanjiti sjetvom otpornih hibrida te zaoravanjem kukuruzovine.

Kukuruzovinu treba zaorati ili maknuti s polja najkasnije do polovice svibnja da se spriječi izlazak leptira iz kukuruzovine i zaraza novog usjeva (Pospišil i sur., 2014.).



Slika 14. Kukuruzna zlatica

(Izvor: <https://www.agroklub.com>)

#### 2.3.6. Berba

Ako se kukuruz koristi za silažu cijele biljke, berba se vrši silažnim kombajnom kada cijela biljna masa ima vlagu oko 70 %, odnosno kada je masa nedozrelog zrna oko 45 %. Ta je vlaga postignuta kada je mliječna linija oko polovice leđne strane zrna.

Ako se kukuruz koristi samo za silažu klipa, siliranje se vrši kada je zrno fiziološki zrelo, odnosno vlaga zrna je ok 35 %.

Znak fiziološke zrelosti je pojava crnog sloja na dnu zrna. Proizvodnja suhog zrna je najrašireniji način proizvodnje kukuruza u Hrvatskoj.

Berba se obavlja žitnim kombajnom prilagođenim za berbu i runjenje kukuruza kada je vlaga zrna 25 – 28 % takvo se zrno mora sušiti na skladišnu vlagu od 13 % (Slika 15.).



Slika 15. Kombajn pripremljen za berbu kukuruza  
(Izvor: Oršolić, A. )

### **3. MATERIJAL I METODE**

#### **3.1. Poljoprivredni obrt**

Poljoprivredni obrt „Nikola Oršolić“ osnovan je 2009. godine. Bavi se isključivo ratarskom proizvodnjom. Sve proizvedeno se vozi na otkupna mjesta. U obrtu rade dva radnika i vlasnik. Kapacitet oranica je 144 ha. Od toga je 95 ha u vlasništvu, a 49 u zakupu.

Mehanizaciju čine traktori Valtra N154 (150KS), Valtra T191 (210KS), Valtra T235 (230KS) i Kubota M9960 (100KS), kombajni Đuro Đaković 3620 i Deutz Fahr 4075, od priključnih strojeva posjeduje plugove Kverneland 150B (4 brazde) i Lemken juwel 8 (6 brazdi), dva OLT podrivača 5 i 7 tijela, teške tanjurače OLT Tara, Kuhn Discover XM, srednje tešku tanjuraču OLT STT, kratku tanjuraču Ilgi i prednju tanjuraču, Väderstad TopDown, kombinirani sjetvospremač Väderstad NZ aggressive 600, sjetvospremač OLT OSST, Vogel Noot sjetvospremač tešku drljaču, kembriđ Väderstad rollex 620, sijačice za pšenicu Kverneland accord i Väderstat rapid 600, sijačica za okopavine 50 cm Gaspardo 12 redna, sijačica za okopavine 70 cm kuhn 6 redna, prskalicu Amazone UF1201, rasipač Amazone Z-AM 2000, kultivator IMT 6 redni, kultivator za soju Majejica 12 redni, INO malčer, dvije prikolice ZMAJ 8 t, dvije prikolice ZASLAW 15 t, traktorsku sušaru Agrimec, prikolica za stajski gnoj + priključak za karbokalk TYTAN 18 i blanja za niveliranje oranica Ilgi. Također svi traktori imaju navigaciju

Po pitanju mehanizacije obrt je vrlo dobro opremljen sa novijom i modernom mehanizacijom.

#### **3.2. Agrotehnika proizvodnje kukuruza na poljoprivrednom obrtu**

U 2022. godini površina zasijana kukuruzom bila je oko 15 ha. Predkultura na oranicama bila je soja. Nakon žetve soje smo bacili 200kg NPK8:20:30 i 200 kg PRP, zatim poorali na dubinu oko 30 cm i ostavili da prezimi brazda. U proljeće kada je prestalo biti mraza i minusa smo bacili ponovno 200 kg NPK 8:20:30 te 200 kg UREA (46 %), a zatim potanjurali. U travnju smo pripremili tlo za sjetvu uz 2 prohoda sjetvospremačem. Prvi prohod sa Väderstad NZ aggressive, radna tijela su mu daske za ravnjanje, 6 redova S opruge, žice i 2 reda valjaka. Drugi prohod je rađen sa sjetvospremačem OLT OSST radna tijela su mu daske za ravnjanje

klinovi i 2 reda valjaka. Sjetva je obavljena 14. travnja sa traktorom Kubota i Kuhn sijačicom.

Sjeme je položeno u tlo na dubinu oko 5 cm, a gnojivo par centimetara dublje. Uz sjetvu kao startno gnojivo smo bacali NPK 15:15:15 u količini od 100 kg/ha. U 6-om listu radili smo zaštitu od korova sa herbicidom Principal u dozi 440 g/ha. U fazi sedmog lista smo kultivirali uz prihranu KAN-om sa 220 kg/ha. Berbu smo obavili krajem rujna sa kombajnom Deutz Fahr.

### 3.3. Vremenske prilike tijekom 2022. godine

Odstupanja količine oborine u 2022. godini u odnosu na normalu 1981. – 2010. nalaze u rasponu od 83 % višegodišnjeg prosjeka (Tablica 3.). Analiza odstupanja količina oborine za godinu 2021. izraženih u postotcima (%) višegodišnjeg prosjeka pokazuje da su količine oborine na većini analiziranih postaja bile oko višegodišnjeg prosjeka. Oborinske prilike u Hrvatskoj u 2021. godini izražene percentilima bile su normalne na većem dijelu teritorija, a sušne ili kišne na izdvojenim lokacijama (DHMZ, 2022.)

Za vrijeme sjetve u ožujku oborine su bile znatno ispod prosjeka za to doba godine, vrlo sušno. Dok je temperatura bila nešto niže od prosječne.

Tablica 3. Vrijednosti standariziranog oborinskog indeksa (SPI) i standardiziranog oborinsko-evaporacijskog indeksa (SPEI) na meteorološkim postajama Gradište i Županja za jednomjesečnu ( 15.6. – 14.7.2022. i 15.7. – 14.8.2022.) i dvomjesečnu skalu ( 15.6. – 14.8.2022.).

Postaja	Gradište		Županja	
	SPI	SPEI	SPI	SPEI
Razdoblje				
15.6. – 14.7.2022. (1 mjesec)	-2,47	-2,06	-2,37	-2,71
15.7. – 14.8.2022. (1 mjesec)	-0,03	-0,75	-0,53	-1,12
15.6. – 14.8.2022. (2 mjeseca)	-1,37	-2,82	-1,78	-2,72

Prema navedenim vrijednostima i klasifikaciji iz Tablice 3, ekstremno sušne prilike zabilježene su tijekom ranog ljeta ( 15.6. – 14.7.2022.) na postajama Gradište i Županja, pri

čemu je vrijednost indeksa SPI bila -2,47 odnosno -2,37, dok je SPEI iznosio -2,06, odnosno -2,71. to je ujedno treće najsušnije razdoblje na postaji Županja prema indeksima SPI i SPEI, te na postaji Gradište prema indeksu SPEI. Sušnije je bilo 2012. i 2021. godine.

U kasnijem razdoblju su oborinske prilike bile normalne. Uzevši u obzir cijelo razdoblje (15.6 – 14.8.2022.) prema indeksu SPI su bile umjereno sušne na postaji Gradište, do Vrlo sušne na postaji Županja, dok utjecaj visokih temperatura upućuje na ekstremno sušne prilike.

Tablica 4. klasifikacija suše prema vrijednostima SPI (McKee i sur. 1993.) i SPEI (Vicente-Serrano i sur. 2010.).

Vrijednosti SPI, SPEI	Klase
$\geq 2$	Ekstremno kišno
1,5 do 1,99	Vrlo kišno
1,0 do 1,49	Umjereno kišno
-0,99 do 0,99	U granicama normale
-1,0 do -1,49	Umjereno suho
-1,5 do -1,99	Vrlo suho
$\leq -2$	Ekstremno suho

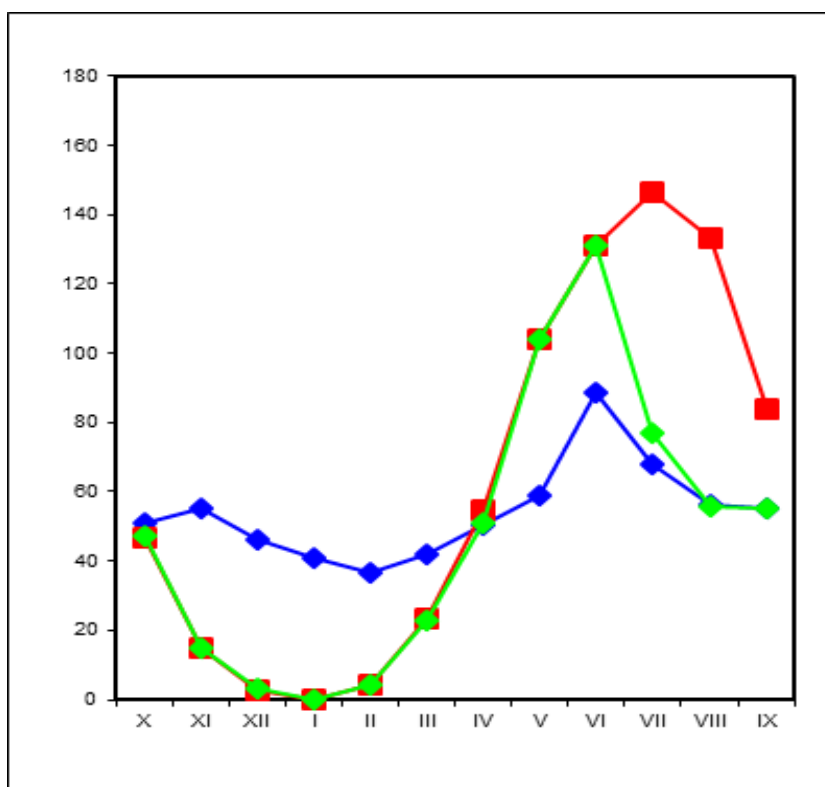
#### 4. REZULTATI I RASPRAVA

Prosječni prinos kukuruza na Poljoprivrednom obrtu „Nikola Oršolić“ u 2022. godini iznosio je 7,6 t/ha masa 1000 zrna bila je 360 g, a hektolitarska masa je u prosjeku iznosila 78 kg/hl.

U svim fazama rasta i razvoja kukuruz ima određene zahtjeve prema glavnim vremenskim uvjetima, a u prvom planu mislimo na vodu, temperaturu i svjetlost. Voda je jedan od glavnih činitelja koji uvjetuju biljnu proizvodnju. Voda ima najveći utjecaj na visinu prinosa u odnosu na ostale ekološke čimbenike. Vrlo bitno je da su oborine pravilno raspoređene tijekom cijele vegetacije.

Vidljivo je da je 2022. godina u odnosu na višegodišnji prosjek bila i toplija i sušnija, u odnosu na višegodišnji prosjek (Grafikon 1.; Tablica 5.; Tablica 6.)

Za rast i razvoj kukuruza također je jako važna toplina. Biljkama je potrebna toplina od klijanja pa sve do zrenja za mnogobrojne životne procese.



Grafikon 1. Bilanca vode u tlu po Thornthwaite-u za višegodišnji prosjek (1961.-1991.)

Tablica 5. Ukupne mjesečne oborine (mm) u 2022. godini

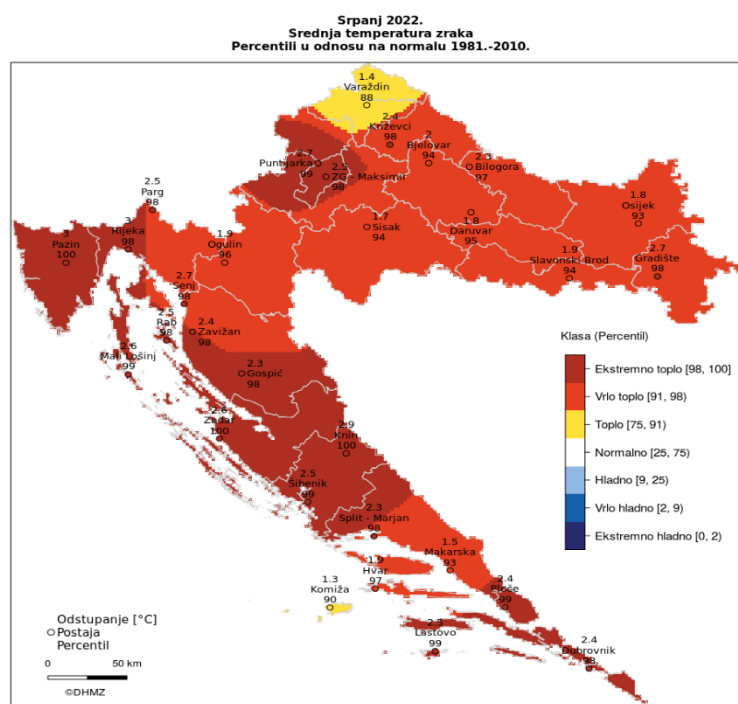
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
21,1	34,0	13,3	89,5	51,0	35,8	17,3	71,1	111,5	36,3	88,7	81,4

U travnju i svibnju kukuruz je u fazi nicanja i formiranja prvih listova za čega mu je bila potrebna voda koje je u tome razdoblju bilo u okvirima prosjeka. Ako kukuruz ne ponikne ravnomjerno i nema dobar sklop odmah možemo očekivati smanjen prinos.

Tablica 6. Ukupne mjesečne oborine (mm) za višegodišnji prosjek 1899.-2021.

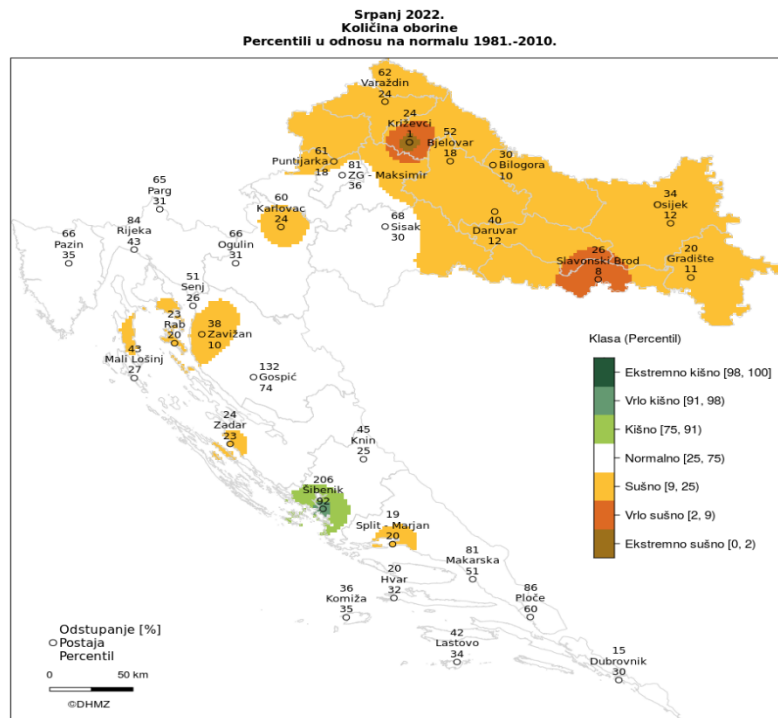
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
45.4	42.5	45.2	57.6	70.7	82.1	61.4	59.4	55.2	59.6	59.5	53.9

U vegetaciji kukuruza od travnja do rujna bilježimo sušno razdoblje sa visokim temperaturama, osobito je bilo sušno u fazi cvatnje što je kukuruzu izuzetno bitno zbog oplodnje. Kada je prošla oplodnja i došlo do nalijevanja zrna suša se nastavlja, a temperature rastu što je još dodatno smanjilo prinos kukuruza u 2022. godini (Slika 16.).



Slika 16. Prikaz temperatura (°C) u mjesecu srpnju tijekom 2022. godine.





Slika 17. Prikaz oborina (mm) u mjesecu srpnju tijekom 2022. godine.

Vrijeme sjetve, odnosno neposredno pred sjetvu, tijekom travnja zabilježeno je 31,9 mm padalina više u odnosu na višegodišnji prosjek što je otežalo predsjetvenu pripremu tla. Sjetva je obavljena 14. travnja, te je sjeme imalo dovoljno vode za bubrenje, klijanje i nicanje. Temperature su bile, čak od siječnja, srednje mjesečne temperature su bile veće od prosjeka te se tlo brzo sušilo i nije bilo problema sa nicanjem kukuruza.

Od travnja do kolovoza bilježimo manjak vode, te kukuruz kroz faze rasta i razvoje prolazi uz deficit vode te uz iznadprosječne temperature. Primjerice srpanj je bio topliji od prosjeka za 1,8 °C, uz svega 34% padalina od višegodišnjeg prosjeka.

Tek u kolovozu i rujnu bilježimo viškove oborina i temperature u skladu sa prosjekom.

Unatoč svim nepogodama kukuruz je došao u fazu sazrijevanja kada je pala kiša koja je usporila sazrijevanje što je bilo dobro, ali kišovito i oblačno vrijeme nastavilo pa smo morali vršiti kukuruz pri nešto većoj vlazi to je uz smanjen prinos izazvalo i troškove sušenja.

## 5. ZAKLJUČAK

Kukuruz se najviše proizvodi kao suho zrno za ishranu stoke, te za ishranu ljudi. Na P.O. „Nikola Oršolić“ kukuruz se također proizvodi kao suho zrno i zauzima oko 15 ha površine na poljoprivrednom obrtu. Kukuruz ima jako veliku potrebu za gnojivima pa je na poljoprivrednom obrtu „Nikola Oršolić“ za proizvodnju kukuruza po hektaru utrošeno 400 kg NPK 8:20:30, 200 kg PRP, 200 kg ureje, 100 kg NPK 15:15:15 te 220 kg KAN-a. Za proizvodnju kukuruza prvenstveno je potreban dobar izbor hibrida te pravovremena sjetva. Za naše podneblje za proizvodnju suhog zrna većinom se koriste hibridi do FAO 600 što je krajnja granica. Berba kukuruza se obavlja sa žitnim kombajnom koji je priređen za berbu kukuruza, a može i vučenim ili samohodnim beračima za berbu kukuruza u klipju. Prosječni prinos kukuruza na Poljoprivrednom obrtu „Nikola Oršolić“ u 2022. godini iznosio je 7,6 t/ha masa 1000 zrna bila je 360 g, a hektolitarska masa je u prosjeku iznosila 78 kg/hl.

## 6. POPIS LITERATURE

1. Butorac, A. (1999.): Opća agronomija. Školska knjiga, Zagreb
2. DHMZ na sušnosti ljeta 2022. godine za Županju i Gradište
3. Državni zavod za statistiku (DZS, 2023 izvor: <https://podaci.dzs.hr/hr/podaci/poljoprivreda/>)
4. Gargo, M. (1977.): Ratarstvo obiteljskog gospodarstva: žitarice i zrnate mahunarke. Hrvatsko agronomsko društvo.
5. Gotlin, J., A. Pucarić. (1970.): Specijalno ratarstvo I dio. Posebno izdanje, Agronomski glasnik: zagreb. 1-137.
6. Kovačević V., Josipović M., Grgić D. (1994.): Pregled rezultata proizvodnje kukuruza u Slavoniji i Baranji (1960.-1989.g).
7. Kovačević, V., Rastija, M. (2014.). Žitarice, sveučilišni udžbenik, Poljoprivredni fakultet u Osijeku.
8. McKee, T.B., Doesken, N.J. and Kleist, J. (1993.): The Relationship of Drought Frequency and Duration to Time Scales. 8th Conference on Applied Climatology, Anaheim, 17-22 January 1993, 179-184.
9. Mihalić, V. (1985.): Opća proizvodnja bilja: Školska knjiga-Zagreb
10. Mihalić, V., Bašić, F. (1997.): Temelj bilinogojstva. Školska knjiga
11. Molnar, I. (1999.): Plodoredi u ratarstvu. Naučni institut za ratarstvo i povrtlarstvo, Mala Knjiga, Novi Sad
12. Pospišil, A., Pospišil, M., Gvozdić (2014.) Specijalno ratarstvo.
13. Pospišil M. (2013.) Ratarstvo II. dio.
14. Pucarić A., Ostojić Z., Čuljat M. (1997.): Proizvodnja kukuruza. Poljoprivredni savjetnik Zagreb.
15. Thompson W. (1970.): El agricultor asgrow
16. Todorčić, I., Gračan, R. (1979.): Specijalno ratarstvo, Udžbenik za srednje poljoprivredne škole. Školska knjiga. Zagreb.
17. Todorčić, I., Gračan, R. (1985.): Specijalno ratarstvo, Udžbenik za srednje poljoprivredne škole. Školska knjiga
18. Vicente-Serrano S.M., Santiago Beguería, Juan I. López-Moreno, (2010.): A Multiscalar drought index sensitive to global warming: The Standardized Precipitation Evapotranspiration Index – SPEI. Journal of Climate 23: 1696-1718.

19. Vukadinović, V., Lončarić, Z. (1998.): Ishrana bilja. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku.
20. Zimmer, R., Banaj, Đ., Brkić, D., Košutić, S. (1997): Mehanizacija u ratarstvu. Zimmer. Udžbenik Poljoprivredni fakultet u Osijeku.
21. Žugec, I., Stipešević, B. (1999.): Opća proizvodnja bilja. Autorizirana predavanja. Interna skripta, Poljoprivredni fakultet Osijek.