

# Proizvodnja i skladištenje silažnog kukuruza

---

**Mikić, Kristina**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2021**

*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://um.nsk.hr/um:nbn:hr:151:140644>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-12-23**



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

Kristina Mikić, apsolvant

Diplomski studij Biljna proizvodnja

**Proizvodnja i skladištenje silažnog kukuruza**

**Diplomski rad**

**Osijek, 2021.**

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Kristina Mikić, absolvent

Diplomski studij Biljna proizvodnja

**Proizvodnja i skladištenje silažnog kukuruza**

**Diplomski rad**

Povjerenstvo za ocjenu i obranu diplomskog rada:

1. prof.dr.sc. Gordana Bukvić, predsjednik
2. izv.prof.dr.sc. Ranko Gantner, mentor
3. prof.dr.sc. Zvonimir Steiner, član

**Osijek, 2021.**

## SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. PREGLED LITERATURE .....	3
2. 1. Kukuruz za voluminoznu krmu .....	3
2. 2. Proizvodnja silažnog kukuruza u Hrvatskoj .....	3
2. 3. Skladištenje silažnog kukuruza .....	4
3. MATERIJAL I METODE .....	5
4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA .....	6
4. 1. Morfološka svojstva kukuruza .....	6
4. 1. 1. Korijen .....	6
4. 1. 2. Stabljika .....	7
4. 1. 3. List .....	8
4. 1. 4. Cvat i cvijet .....	9
4. 1. 5. Plod .....	11
4. 2. AGROEKOLOŠKI UVJETI PROIZVODNJE KUKURUZA.....	12
4. 2. 1. Voda .....	12
4. 2. 2. Temperatura .....	12
4. 2. 3. Svjetlost .....	13
4. 2. 4. Tlo .....	14
4. 3. AGROTEHNIKA UZGOJA KUKURUZA .....	15
4. 3. 1. Gnojidba .....	15
4. 3. 2. Obrada tla i priprema za sjetvu .....	16
4. 3. 3. Vrste hibrida .....	17
4. 3. 3. 1. Rani hibridi kukuruza iz FAO grupe zrenja 100-300 .....	17
4. 3. 3. 2. Srednji rani hibridi kukuruza FAO grupe zrenja 400-500 .....	18
4. 3. 3. 3. Kasni hibridi kukuruza iz FAO grupe zrenja 600-700 .....	19
4. 3. 4. Sjetva .....	19
4. 3. 5. Njega .....	20
4. 3. 6. Zaštita usjeva kukuruza od korova .....	21
4. 3. 7. Zaštita usjeva kukuruza od bolesti i štetnika .....	21

4. 3. 7. 1. Palež klijanaca .....	22
4. 3. 7. 2. Pjegavost lišća kukuruza .....	22
4. 3. 7. 3. Mjehurasta snijet kukuruza .....	22
4. 3. 7. 4. Trulež korijena, stabljike i klipa .....	23
4. 3. 7. 5. Žičnjaci .....	23
4. 3. 7. 6. Sovice .....	23
4. 3. 7. 7. Kukuruzni moljac .....	24
4. 3. 8. Berba .....	24
4. 3. 9. Košnja .....	24
4. 3. 10. Spremanje u silos .....	25
4. 3. 11. Mehanizmi konzervacije .....	29
4. 3. 12. Tijek fermentacije .....	30
4. 3. 13. Izuzimanje iz silosa i korištenje .....	31
5. RASPRAVA .....	33
6. ZAKLJUČAK .....	34
7. POPIS LITERATURE .....	35
8. SAŽETAK .....	38
9. SUMMARY .....	39
10. POPIS TABLICA .....	40
11. POPIS SLIKA .....	41

## 1. UVOD

Prema Pucariću i sur. (1997.), kukuruz, "zrno života", kako su ga na svojem jeziku nazivali stari uzgajivači u njegovoj postojbini Americi, danas je, uz pšenicu i rižu, jedna od tri vodeće poljoprivredne kulture u svijetu. U nas je prema zasijanim površinama i ukupnoj proizvodnji i najvažnija kultura. Zato nije slučajno što se kukuruz naziva i zlatno zrno, ne zbog žute boje njegova zrna, nego zbog velike gospodarske važnosti i vrijednosti. U Hrvatskoj naši predci u Dalmaciji upoznali su kukuruz prije više od 400 godina, kad su ga trgovci prenijeli iz Italije. O tome kako se dalje širio i raširio u našim krajevima nema mnogo točnih zapisa. No zna se da se kukuruz jako rasprostranio i veliku gospodarsku važnost zadobio u prošlom stoljeću. Na kraju toga stoljeća u Hrvatskoj se već sijao na gotovo jednakim površinama kao i danas. Zbog lakšeg i sigurnijeg uzgajanja, zbog manje potrošnje sjemena za sjetvu, a viših prinosa, zbog mogućnosti korištenja nedozrela i zrela zrna, kukuruz je brzo potiskivao i zamjenjivao pšenicu i druge žitarice. Nekada je bio glavna hrana, osobito našeg siromašnog puka. Danas se malo koristi za izravnu prehranu ljudi, uglavnom kao kukuruzni kruh ili kuhana brašnasta masa (palenta, pura ili žganci). Glavna mu je namjena ishrana u stočarstvu.

Kukuruz je izuzetno važna sirovina za prehranu domaćih životinja, bilo kao silaža, sam ili u smjesi s drugim kulturama ili kao zrno. Zrno sadrži oko 70 % ugljikohidrata, oko 10 % bjelančevina, oko 5 % ulja, oko 15 % mineralnih tvari i oko 2,5 % celuloze. Bjelančevine zrna imaju malu biološku vrijednost jer su siromašne na esencijalnim aminokiselinama, što se popravljiva dodatkom zrnatih mahunarki. Budući da bjelančevine soje imaju punu biološku vrijednost, dodavanjem sojinog sjemena u koncentrate ili cijelog nadzemnog dijela sojine biljke može se izuzetno dobro izbalansirati hranidbena vrijednost kukuruzne silaže. Kukuruz za silažu može dati izuzetno veliki prinos zelene mase pa se on najčešće koristi za silažu (Gagro i Herceg, 2005.).

Prema podacima DZS (2021.), u Hrvatskoj je 2020. kukuruz bio posijan na 282 000 ha, prosječni prinos je bio 9,0 t/ha, a ukupna proizvodnja iznosi 2 524 000 t. Silažni kukuruz je posijan na 27 000 ha, a prosječni prinos je 44,5 t/ha, ukupna proizvodnja je 1 214 000 t.

Prema Zrakić i sur. (2017.), površine pod kukuruzom u svijetu su na razini 182 milijuna ha uz prosječni prinos od 5,6 t/ha. Ukupna svjetska proizvodnja kukuruza je oko tisuću

milijuna tona, a najveći svjetski proizvođači kukuruza su SAD, Kina i Brazil s ukupno dvije trećine svjetske proizvodnje.

U SAD-u je površina silaže kukuruza u 2015. godini iznosila 2,51 milijuna ha (<https://www.feedipedia.org/node/13883>).

Prema statističkom izvješću, u SAD-u je 2020. godine proizvedeno oko 137,73 milijuna tona kukuruza za silažu (<https://www.statista.com/statistics/190886/production-of-corn-for-silage-in-the-us-since-2000/>).

Prema Haluški (1998.), u hranidbi je mliječnih krava silaža kukuruza jedna od najvažnijih krmiva. To mjesto ona zauzima zbog svog dijetetskog djelovanja, visoke koncentracije energije po kilogramu suhe supstancije i relativno niske cijene jedne hranidbene jedinice.

Prema Nuskernu i sur. (1980.), u hranidbi krava muzara kukuruzna silaža bi trebala biti zastupljena u dnevnom obroku s oko 25 kg, što odgovara energetske vrijednosti od oko 7,5 zobene hranidbene jedinice. Ovom energetske vrijednosti dijela obroka podmiruju se potrebe uzdržane energije organizma i za proizvodnju od oko 4 kg mlijeka. U hranidbi tovnih goveda kukuruznom silažom, pripremljenom na odgovarajući način, podmiruje se i do 60% energetske potrebe. Uz učešće prekrupljenog klipa sa zrnom i zrna kukuruza siliranog spontanom vrenjem mogu se podmiriti energetske potrebe u cijelosti.

Prema Gantneru i sur. (2020.), siliranjem se omogućuje dugotrajno i uspješno skladištenje visokokvalitetne nadzemne mase, koja bi se bez siliranja vrlo brzo pokvarila pod utjecajem spontane mikroflore.

Za spremanje i uskladištenje silažnog kukuruza koriste se objekti različite izvedbe, koje se zajednički nazivaju silosima (Zimmer i sur., 2009.).

Cilj istraživanja je prikupiti relevantne spoznaje o proizvodnji i skladištenju kukuruza za voluminoznu krmu te na temelju sinteze rezultata prethodnih istraživanja izvući najvažnije odrednice kao preporuke za suvremene uvjete.

## **2. PREGLED LITERATURE**

### **2. 1. Kukuruz za voluminoznu krmu**

U Hrvatskoj u hranidbi stoke kukuruz se najčešće koristi kao silaža cijele biljke i po tom ima karakter voluminoznog krmiva (Zimmer i sur., 2009.).

Silaža nadzemne mase kukuruza postala je u zadnjih 50-tak godina najzastupljenije voluminozno krmivo u hranidbi goveda, i to nakon omasovljenja tehnike konzerviranja siliranjem. Silaža kukuruza je glavni izvor energije u obrocima mliječnih goveda u Europi i Sjevernoj Americi. Razlog tomu jest visoki potencijal rodosti, odnosno prinosa nadzemne mase ovoga usjeva u uvjetima umjerene klime i plodnoga tla, zatim uspješna konzervacija proizvedene voluminozne krme primjenom siliranja, visoka energetska vrijednost krme i zadovoljavajući sadržaj i kvaliteta vlakana (Gantner i sur., 2020.).

### **2. 2. Proizvodnja silažnog kukuruza u Hrvatskoj**

U Republici Hrvatskoj silažni kukuruz se u razdoblju od 2010. do 2014. godine uzgajao na oko 30.000 ha čime je zauzimao oko 3,3% oraničnog zemljišta. Usporedbe radi, kukuruz za zrno se uzgajao na oko 290.000 ha, što je bila blizu 10 puta veća površina. Sa širenjem primjene tehnike siliranja, povećala se i važnost silaže vlažnoga zrna i silaže klipa kukuruza. Komparativne prednosti proizvodnje ovakvih koncentriranih krmiva u odnosu na proizvodnju suhoga zrna jesu: izbjegavanje troškova sušenja zrna i mogućnost dospijevanja do prikladne faze zrelosti uzgojem kasnijih FAO skupina kukuruza koje su očekivano prinrodnije (Gantner i sur., 2020.).

Prema DZS (2021.), površine pod silažnim kukuruzom su u 2020. godini povećane za dvije tisuće hektara u odnosu na 2019. godinu, na 27 tisuća hektara, a period po hektaru je povećan sa 39 tona u 2019. godini, na 44,5 tona u 2020. godini ([https://www.dzs.hr/Hrv\\_Eng/publication/2020/01-01-18\\_01\\_2020.htm](https://www.dzs.hr/Hrv_Eng/publication/2020/01-01-18_01_2020.htm)).



### **2. 3. Skladištenje silažnog kukuruza**

Silaža mora biti ispravno spremljena. To znači pravovremeno i djelotvorno provesti žetvu kukuruzne mase proizvedene za silažu i osigurati njeno djelotvorno i uspješno spremanje i čuvanje (Haluška, 1998.).

Za spremanje i uskladištenje silažnog kukuruza koriste se objekti različite izvedbe, koje se zajednički nazivaju silosima. Oni mogu biti u obliku silo-hrpe, trenč-silosa i silo tornja (Zimmer i sur., 2009.).

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

Diplomski rad predstavlja sustavno pripređenu kompilaciju objavljenih znanstvenih i stručnih spoznaja iz javno objavljenih knjiga, znanstveno-istraživačkih i stručnih članaka, te internetskih stranica. Prikupljene spoznaje su strukturirano prikazane, a potom su prodiskutirane u svjetlu utjecaja na proizvođačku praksu. Zaključci su donešeni na temelju metode sinteze.

## **4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA**

### **4. 1. Morfološka svojstva kukuruza**

Kukuruz je jednogodišnja, jednodomna, stranooplodna kulturna biljka. Od drugih predstavnika porodice *Poaceae* razlikuje se visokom i krupnom stabljikom, velikim listovima i krupnim zrnom (Kovačević i Rastija, 2014.).

#### **4. 1. 1. Korijen**

Kukuruz ima čupav ili žiličast korijen kao i ostale žitarice. Kod kukuruza se razlikuje pet vrsta korijenja, i to: glavni klicin korijen, bočni klicini korjenčići, mezokotilno korijenje, podzemno nodijalno korijenje i nadzemno nodijalno korijenje. Glavni klicin korijen raste okomito u zemlju. Bočni ili lateralni klicini korjenčići formiraju se na glavnom klicinom korijenju i rastu postrano u zemlju. Obje ove vrste korijenja čine sustav primarnog korijenja, koje prva 2-3 tjedna ima osnovnu ulogu u ishrani mlade biljke. Razvitkom nodijalnog korijenja uloga i značenje primarnog korijenja postupno se smanjuje iako njegova djelatnost ne mora time prestati. Mezokotilno korijenje nastaje na dijelu biljke između sjemenke i prvog koljenca stabljike, nakon izbijanja koleoptile. Pojavljuje se samo kod dublje sjetve i na prozračnim tlima, a njegova uloga u ishrani biljke gotovo je neznčajna. Podzemno nodijalno korijenje razvija se iz koljenaca koja se nalaze ispod površine tla i čine glavni dio korijenova sustava. Ono je za ishranu biljke najvažnije. U dubinu raste do 2 i više metara, a u širinu do 1 m. Kukuruz razvije 3-7 etaža podzemnog nodijalnog korijenja. Prva etaža oblikuje se iz najdonjeg podzemnog koljenca kad biljka razvije 3-4 lista, a kad razvije 5-6 listova, pojavljuje se iz slijedećeg koljenca druga etaža ovog korijenja. Oblikovanje svake nove etaže podzemnog nodijalnog korijenja usko je povezano s pojavom slijedećeg para listova. Nadzemno nodijalno korijenje razvija se iz nadzemnih koljenaca stabljike, a naziva se i zračno korijenje. Obično se formiraju 2-3 etaže tog korijenja. Zračni korijeni smatraju se nefunkcionalnima, jer mnogi od njih ne dosežu tlo. Međutim, agrotehničkim zahvatima (ogrtanje) dospijevaju u tlo, počnu se

granati i stvarati korijenove dlačice te tada hrane biljku. Iako korijenov sustav kukuruza prodire znatno u dubinu i širinu ipak se najveći dio njegove mase nalazi u sloju oko 30 cm dubine i do 45 cm širine. Zbog toga korijenovu sustavu kukuruza nije potreban velik zemljišni prostor ako je optimalno opskrbljen hranom i vodom (Gračan i Todorčić, 1985.).



**Slika 1.** Korijen kukuruza

Izvor: <https://bit.ly/3AWJ0RQ>

#### **4. 1. 2. Stabljika**

Stabljika kukuruza je uspravna valjkasta oblika i visoka 0,5-7 m. U našim uvjetima uzgoja najčešće je visoka 2-3 m. Stabljika kukuruza sastoji se od 8-40 koljenaca i međukoljenaca. Određen broj koljenaca i međukoljenaca (3-10) nalazi se ispod površine tla i tvori bazalni dio stabljike koji se naziva kruna, a čunjasta je oblika. Ostala koljenca i međukoljenca (5-30) nalaze se iznad površine tla. Stabljika kukuruza deblja je od stabljika drugih žitarica. Prosječna joj je debljina oko 3 cm. Najdeblja na bazalnom dijelu, a najtanja na vršnom dijelu. Rast stabljike u visinu nije ravnomjeran. U početku raste dosta sporo, a kasnije, 30-

35 dana nakon nicanja, znatno brže. Najbrže raste pred metličanje, pa u to vrijeme može dnevno porasti za 15-20 cm. Stabljika kukuruza tjera zaperke koji se pojavljuju pretežno u pazušcu donjih listova. Osušena stabljika naziva se kukuruzovina. Težinski odnos suha zrna i kukuruzovine obično je 1:1.25, ali se pojedini hibridi u tome znatno razlikuju (Gračan i Todorić, 1985.).



**Slika 2.** Stabljika kukuruza

Izvor: <https://bit.ly/3i1p0Fb>

#### **4. 1. 3. List**

Građa lista kukuruza jednaka je kao i u ostalih žitarica, samo je duži i širi. Broj listova jednak je broju koljenaca, dakle 8-40. Najduži su listovi na sredini stabljike, prema bazi i vrhu dužina im opada. Broj listova i njihova veličina ovisi o uvjetima uspijevanja, duljini vegetacije, sorti, hibridu itd. Na biljci kukuruza razlikuju se dvije vrste listova: listovi stabljike i listovi klipa. Listovi stabljike sastoje se od rukavca i plojke. Listovi klipa, koji se zovu komušina, sastoje se samo od rukavca, a izbijaju iz internodija jako skraćene peteljke klipa. Kako su ti internodiji jako zbijeni, listovi klipa naliježu jedan na drugi u tri do četiri

sloja i omataju klip. Unutrašnji listovi klipa pokriveni su i zato bez klorofila, a vanjskima klorofil daje zelenu boju (Gračan i Todorić, 1985.).



**Slika 3.** List kukuruza

Izvor: <https://bit.ly/3hB1907>

#### **4. 1. 4. Cvat i cvijet**

Kukuruz je jednodomna (monoecijska) biljka, čiji su ženski i muški cvjetovi razdvojeni u posebne cvati. Muški cvjetovi skupljeni su u cvat metlicu, koja se nalazi na vrhu stabljike. Ženski cvjetovi skupljeni su u cvat, koja se naziva klip i nalazi se u pazuhu listova. Katkad se u metlici mogu formirati dvospolni cvjetovi (ranozrele sorte podrijetlom sa sjevera). Metlica se sastoji od srednje osi ili glavne grane te postranih ili bočnih grana, čiji se broj najčešće kreće od 3 do 15. Na granama se (i glavnoj i postranim) nalaze dvocvjetni klasići. Raspoređeni su u parovima od kojih jedan ima skraćenu, a drugi nešto izduženu os klasića. Svaki cvijet u metlici sastoji se od dvije pljevice i tri prašnika. Na dnu se cvijeta nalaze pljevičice, čijim bubrenjem i pritiskom na pljevice dolazi do otvaranja cvijeta i "izbacivanja" prašnika za vrijeme cvatnje. Klip se formira na vrhu bočnih izdanaka iz točke rasta u pazuhu listova na glavnoj stabljici, a može i na zapercima. Klip zubana sastoji se od zadebljalog vretena (oklasak) na kojem se uzdužno u parnim redovima nalaze klasići sa ženskim cvjetovima. Klip je po građi analog metlici, s tim da su reducirane bočne grane. Vreteno se klipa (oklasak) nalazi na dršci klipa, a u zreloom je stanju različite boje, od bijele

do raznih nijansi crvene boje te čini 18-20% od ukupne mase klipa. Broj redova parnih klasića može se kretati od 4 do 12. Kod većine naših hibrida kreće se od 6 do 10. Uvijek je paran, a vezan je za paran broj klasića na vretenu klipa. U svakom se klasiću, za razliku od klasića metlice, konačno razvije jedan cvijet. Naime, u početku razvoja klasića u njima se formiraju dva cvijeta od kojih jedan odumire. Ponekad se u pojedinim klasićima na klipu mogu potpuno razviti oba cvijeta. Kod šećerca je to redovita pojava pa kasnije, nakon formiranja zrna, dolazi do nepravilnosti u broju redova zrna. Pljeve klasića i pljevičice cvjetova na klipu su reducirane, pa su zbog toga cvjetovi, a kasnije zrna nepokrivena (gola). Izuzetak je kukuruz pljevičar. Tučak se sastoji od plodnice, dugog vrata i još duže njuške (svila). Dužina njuški može iznositi i preko 30 cm. To su dugačke svilenkaste niti prekrivene dlačicama. Dlačice izlučuju ljepljivu tekućinu, koja pomaže hvatanju peludnih zrnaca nošenih zračnim strujanjima. Pelud koja padne na bilo koji dio "svile", sposobna je izvršiti oplodnju. "Svila" je najčešće svijetlozelena, ali može biti i drugih boja. Nakon oplodnje potamni i suši se. Broj cvjetova (i kasnije zrna) u svakom redu na klipu je različit i ovisi o hibridu i uvjetima uzgoja. Kod ranijih je hibrida manji, a kod kasnijih veći. Ukupan broj cvjetova i zrna u svim redovima može iznositi do 1000 i više (Rapčan, 2014.).



**Slika 4.** Muška cvat i cvijet kukuruza

Izvor: <https://bit.ly/3AUSVY9>

#### 4. 1. 5. Plod

Plod je zrno (*caryopsis*), koje se počne formirati nakon oplodnje. Kao i kod ostalih žitarica sastoji se od tri osnovna dijela: omotač ploda (*pericarp*) - omotava plod i štiti njegovu unutrašnjost, u stanicama omotača nalaze se pigmenti, koji daju boju (crven, išaran prugama, različitih nijansi crvene, narančaste, smeđe ili bijele boje, pa čak i bezbojan), endosperm - nalazi se ispod pericarpa, a čine ga stanice koje su uglavnom ispunjene škrobom, klica - najvažniji dio, smješten je na bazi endosperma u donjem dijelu na prednjoj strani zrna. Sastoji se od središnje osovine, koja na bazalnom dijelu završava začetkom primarnog korijena (lat. *radicula*) omotanim korijenovim omotačem (lat. *coleorhiza*), a na suprotnom kraju vršnim dijelom primarne stabljike ili pupoljkom (lat. *plumula*). (Rapčan, 2014.).



**Slika 5.** Plod kukuruza

Izvor <https://bit.ly/36uyi7n>



## **4. 2. AGROEKOLOŠKI UVJETI PROIZVODNJE KUKURUZA**

### **4. 2. 1. Voda**

Prema Kovačeviću i Rastiji (2014.), kukuruz je biljka koja ekonomično troši vodu, ali su mu potrebe za vodom vrlo velike. Ima nizak transpiracijski koeficijent, od 250 do 300. Dobro razvijen korijenov sustav omogućuje opskrbu vodom iz dubljih slojeva tla, a listovi se u sušnim uvjetima uvijaju, čime se smanjuje gubitak vode preko lista. Temperatura utječe na potrošnju vode. Voda je stabilizator temperature biljke jer se isparavanjem vode gubi višak topline. Ovisno o temperaturi zraka kukuruz u intenzivnom porastu ispari dnevno 2-4 l vode po biljci. Kako temperature rastu, povećava se i evapotranspiracija. Tako pri temperaturi 25-26 °C ona iznosi 7-8 mm dnevno.

### **4. 2. 2. Temperatura**

Kukuruz najbrže raste pri temperaturama oko 30 °C, ali pod uvjetom da je vrlo povoljno zasićenost tla vodom. U polju se takvi uvjeti zasićenosti tla vodom rijetko postižu. Zato je najpovoljnija temperatura za rast kukuruza nešto niža i iznosi 24 do najviše 29 °C. Donja granica za rast kukuruza jest 12 do 13 °C, a gornja 40 do 45 °C. Ispod odnosno iznad tih temperatura kukuruz vrlo slabo raste odnosno ne raste. Da bi kukuruz mogao normalno rasti i razvijati se i da bi dozorio, povoljne temperature za rast trebaju trajati dovoljan broj dana. Računa se da duljina razdoblja između zadnjeg proljetnog i prvog jesenskog mraza treba trajati najmanje 120 dana. U tom razdoblju, dalje, zbroj svih srednjih dnevnih temperatura umanjenih za 10 (to su takozvane kukuruzne toplinske jedinice) treba biti više od 900 da bi najraniji hibridi mogli dozoriti. Za kasne hibride bezmrazno razdoblje treba biti dulje, oko 150 ili više dana, a zbroj kukuruznih toplinskih jedinica u tom razdoblju 1500 do 1600. Zbroj od najmanje 900 kukuruznih toplinskih jedinica u vegetaciji najranijih hibrida može se ostvariti ako u tri ljetna mjeseca (lipanj, srpanj, kolovoz) srednja dnevna temperatura iznosi oko 19 °C. Srednje dnevne temperature ova tri mjeseca više od 19 °C

omogućuju uzgajanje kasnijih hibrida jer tada u zbroju ima više kukuruznih toplinskih jedinica. Ako u početku vegetacije, neposredno nakon nicanja, dok kukuruz ima prve listiće, temperature padnu ispod 0 °C, tj. ako se pojavi mraz, bit će oštećeni prvi listovi, ali će biljka ostati živa i nastaviti rasti. Ako se mraz pojavi kad kukuruz ima 6 ili više listova, cijela će biljka biti uništena. Rani jesenski mrazevi uništavajući zelene listove, prekidaju nalijevanje zrna i tako smanjuju prinos. Kukuruz jest kultura toplijih krajeva, ali ne i vrućih. U vrućim krajevima temperature po danu prelaze one najpovoljnije za rast i često su više od 30 pa i 35 °C. Takvo vruće, a obično i suho vrijeme u doba pred cvatnju i u cvatnji (svilanju) nije toliko štetno što smanjuje rast nego zato što izaziva slabu oplodnju klipova. Stvori se tada manje zrna na klipu, više je jalovih biljaka i to sve skupa smanji prinose kukuruza (Pucarić i sur., 1997.).

#### **4. 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). Kukuruz je vrlo osjetljiv na zasjenjivanje i smanjeni intenzitet svjetlosti. Smanjeni intenzitet svjetlosti za 30-40% izazvao je produženje vegetacije za 5-6 dana (istraživanja u klimatskim komorama u SAD-u). Pri tome su se hibridi duže vegetacije pokazali osjetljivijima. U prirodnim uvjetima nije moguće regulirati intenzitet sunčeve svjetlosti. Prevladavanje oblačnog vremena tijekom vegetacije može izazvati slabiji razvoj korijenovog sustava, manje biljne mase i slabije razvijenu metlicu (manje polena). Uloga agrotehnike na intenzitet svjetlosti u usjevu kukuruza uglavnom se svodi na gustoću sjetve kako bi se ostvario optimalan

sklop (indeks lisne površine LAI 3-4) i uništenje korova. U pregustom usjevu pogoršava se svjetlosni režim donjih i srednjih listova (Kovačević i Rastija, 2014.).

#### **4. 2. 4. Tlo**

Kukuruz je kultura koja se dobro prilagođuje raznim tlima, ali s različitim uspjehom u proizvodnji. Najbolje mu odgovaraju duboka, rastresita i propusna tla, ali koja nisu suha nego, obratno, mogu zadržati puno vode, zatim srednje teška (ilovasta) tla bogata organskim tvarima i biljnim hranivima, a koja nisu kisela. Ovim uvjetima najbolje odgovaraju smeđa černozemna i njima slična tla. Lagana, pjeskovita tla kukuruzu ne odgovaraju jer na njima trpi više od suše. Jedino ako su visoke podzemne vode (0.5 od površine) ova tla mogu biti dobra za kukuruz. S druge strane teška, glinasta tla, koja su vlažna i hladna, zbog slabe propusnosti i prozračnosti, također ne odgovaraju kukuruzu. Na njima kukuruz trpi od viška vode, a što je posebno štetno u prvim danima nakon sjetve i u ranom porastu. Zbog velike osjetljivosti kukuruza na prekomjernu vlažnost tla, izabrane parcele za njegovo uzgajanje trebaju biti izvan domašaja poplavnih voda. Ravne zemljišne površine i one s najviše 3-5 % nagiba povoljne su za kukuruz. Ako su tereni strmiji, oborinske vode odnose tlo i osiromašuju ga. Uzgajanje kukuruza, kao širokoredne kulture, na takvim terenima pridonosi odnošenju i pogoršanju tla (Pucarić i sur., 1997.).

## **4. 3. AGROTEHNIKA UZGOJA KUKURUZA**

### **4. 3. 1. Gnojidba**

Prema Stojiću (2009.), kukuruz treba gnojiti pred osnovnu obradu tla (osnovna gnojidba), u predsjetvenoj pripremi tla (predsjetvena gnojidba) ili u sjetvi (startna gnojidba) i po potrebi i u područjima s više oborina, prihranjivati tijekom vegetacije. Kada će se obaviti osnovna gnojidba, u jesen ili proljeće, ovisit će o tipu tla na kojem želimo sijati i vremenskim prilikama. Često se dogodi da upravo zbog nemogućnosti ulaska na površine jer su prezasićene oborinama ili je prethodna kultura skinuta kasno tako da su nastupili nepovoljni vremenski uvjeti koji onemogućavaju ulazak na površinu, osnovna se gnojidba obavlja u proljeće. Bez obzira kada se obavljala u ovoj je gnojidbi neophodno unošenje biljnih hranjiva na dubinu na kojoj se razvija glavna masa korijena, a to je dubina oranja. Korijen se bolje razvije cijelom dubinom jer ima na raspolaganju dovoljne količine hranjiva, biljke se bolje ukorjenjuju jer se u području s najviše hranjiva razvija i najveća masa korijena, a i sušu bolje podnose jer u dubljim slojevima tla ima više vlage. U toj gnojidbi gnojiva se unose u tlo oranjem. Za podmirenje potreba hranjiva u osnovnoj gnojidbi treba unijeti u tlo 500-550 kg/ha NPK 7-20-30 ili NPK 8-26-26, a na tlima koja su siromašna fosforom treba pognojiti s NPK 10-30-20. Fosfor i kalij su hranjiva koja se slabo pokreću u tlu (svega oko 2 cm godišnje) pa stoga nema opasnosti od njihovog ispiranja tijekom zime, osim na laganijim tlima. Ako se fosfor i kalij unose u plići sloj, neće se premjestiti u dublje slojeve pa će biljke biti podložnije polijeganju zbog slabijeg razvoja korijena i razvoja korijena u površinskom sloju. Predsjetvena i startna gnojidba može se obaviti jedna ili druga, a gnojivo se unosi u tlo tanjuranjem ili sjetvospremačem prije sjetve ili deponatorom za gnojivo u samoj sjetvi. U toj se gnojidbi unosi podjednaki odnos biljnih hranjiva u sjetveni sloj kako bi potaknulo bolje klijanje i nicanje te početni rast kukuruza. Zadovoljenje potreba hranjiva u toj fazi može se postići unošenjem u tlo 200-250 kg/ha NPK 15-15-15. Ako je u osnovnoj gnojidbi unesena ukupna količina fosfora i kalija, predsjetveno se primjenjuje jedno od dušičnih gnojiva i to 250-300 kg/ha UREE ili 230-250 t/ha tekućeg dušičnog gnojiva UAN otopine s 30% N. U područjima s manje oborina te količine dušika mogu biti dovoljne za cijelu vegetaciju i nije potrebno

prihranjivanje dušikom tijekom vegetacije. UAN otopina može se primijeniti i zajedno s herbicidima prije sjetve ili odmah (2-3 dana) nakon sjetve, ali svakako prije nicanja kukuruza. Na laganijim propusnim tlima i u područjima s puno oborina svakako treba obaviti prihranjivanje kukuruza tijekom vegetacije. Ovisno o stanju kukuruza, mogu se obaviti jedno ili dva prihranjivanja. U prihranjivanju se u pravilu obavlja korekcija nedovoljne količine dušika jer je dušik najpokretljivije biljno hranjivo i najlakše se gubi. Prvo prihranjivanje se može obaviti u fazi 3-5 listova i to sa 150-200 kg/ha KAN-a ili sa 100-150 kg/ha UREE. Gnojivo je neophodno unijeti u tlo kultivacijom. Drugo prihranjivanje se uglavnom obavlja KAN-om i to sa 100-150 kg/ha jer bi UREA kasnijom primjenom mogla produžiti vegetaciju kukuruza. Produžena vegetacija može uvjetovati gubitke prinosa u slučaju nepovoljnih vremenskih prilika prije berbe. Pravilnom gnojidbom, izborom vrste i količine gnojiva prema potrebama i uvažavajući uvjete tla i klime mogu se ostvariti željeni prinosi kukuruza.

#### **4. 3. 2. Obrada tla i priprema za sjetvu**

Prema Hrgoviću (2007.), kukuruz pripada jarim kulturama, osnovna obrada se provodi prema sustavu obrade za jarine, i svakako ovisi o pretkulturi. Ako su pretkulture ozimine, tada imamo najmanje dva oranja: plitko ili prašenje te duboko jesensko ili zimsko. Jesensko ili zimsko duboko oranje svakako treba obaviti u optimalnim uvjetima kako bi se iskoristili efekti zime za popravak fizičkih svojstava tla, ali još važnije, akumulirati vlagu od zimskih oborina. Ujedno, uz ovu operaciju treba iskoristiti mogućnost unošenja osnovnih količina mineralnih ili organskih gnojiva. Dubinu treba prilagoditi tipu tla, preporučuje se dubina 30-35 cm, plića za lakša i propusna, a dublja za teža i manje propusna tla. U proljeće, kada zapušu vjetrovi i tlo bude površinski dovoljno prosušeno, treba drljačama zatvoriti vlagu/brazdu kako bi se smanjio gubitak vlage evaporacijom (isparavanjem iz tla) i naravno, sačuvala akumulirana vlaga za kasniji rast kukuruza. Sjetvena priprema ima zadatak stvoriti mrvičastu strukturu do dubine sjetve ispod koje je nešto tvrđa tzv. posteljica za zrno. Za ovu operaciju treba koristiti sjetvospremač i koliko je više moguće iz sustava pretsjetvene pripreme prije prolaza sjetvospremača isključiti

operaciju tanjuranja. Danas se sve više u pretsjetvenoj pripremi uvodi rotodrljača koja se, pogotovo na težim tlima, pokazala odlična.

### **4. 3. 3. Vrste hibrida**

Hibridi kukuruza razlikuju se po genetski određenoj dužini vegetacije (tzv. FAO skupine zrelosti), habitusu biljke (visini stabljike, debljini stabljike, veličini i broju klipova) i kvaliteti zrna. U zavisnosti od hibrida i sadržaja vode mijenjaju se i fizikalna svojstva zrna (Sito, 1994.).

#### **4. 3. 3. 1. Rani hibridi kukuruza iz FAO grupe zrenja 100-300**

Prema Zovkiću (1985.), Bc-191 je veoma rani hibrid kukuruza u tipu tvrduca, zlatnožute boje zrna. Dužina vegetacijskog perioda iznosi oko 100 dana. Pogodan je za brdsko - planinsko područje za proizvodnju zrna. Inače, može se sijati kao naknadni i postrni usjev u ravničarskom području uz navodnjavanje, s ciljem izvođenja dvije žetve u jednoj godini s iste parcele. ZP-TK-196 je veoma rani hibrid u tipu tvrduca, zlatne boje zrna. Pogodan je za brdsko - planinska područja u proizvodnji zrna i silaže. Vrlo je otporan na bolesti klipa i stabla. NSSC-180 je, također, veoma rani hibrid kukuruza u tipu tvrduca, zlatne boje zrna. Pogodan je za brdsko - planinsko područje u proizvodnji zrna i silaže, a može se gajiti i u ravničarskom području u naknadnoj i postrnoj sjetvi uz navodnjavanje. BL-SC-27 t je novopriznati rani hibrid iz FAO grupe zrenja 200 u tipu tvrduca. Posjeduje visoku rodnost (8,5-9,5 t/ha), dobar kvalitet zrna te visoku otpornost na bolesti lista, klipa i stabla, kao i dobru otpornost na sušu. Odgovara mu brdsko područje u proizvodnji silaže. OSSK-251 je rani hibrid iz FAO grupe zrenja 200 u tipu zubana, žutobijele boje. Odgovara brdskom području u proizvodnji zrna i planinskom u proizvodnji silaže. Bc-264 je, također, rani hibrid iz FAO grupe zrenja 200 u tipu zubana, svjetložute boje zrna. Veoma je otporan na bolesti lista, stabla i klipa. BL-SC-29 rani hibrid iz FAO grupe 200 u tipu zubana, zlatne boje zrna. Ima visoku rodnost (9,0-9,5 t/ha). Odgovara za brdsko područje u proizvodnji zrna, a za planinsko u proizvodnji silaže. Također se može preporučiti za

naknadnu i postrnu sjetvu u ravničarskom području, s napomenom da se u postrnoj sjetvi podrazumijeva navodnjavanje. Bc-384 je rani hibrid iz FAO grupe zrenja 300 u tipu zubana, žute boje zrna. Ovaj hibrid je vrlo otporan na bolesti lista, klipa i stabla. ZPSK-37 t je rani hibrid iz FAO grupe zrenja 300 u tipu tvrdunca, žutocrvenkaste boje zrna. Prikladan je za brdsko područje. Ovaj hibrid posjeduje veoma dobru otpornost na gljivične bolesti lista, klipa i stabla. OSSC-247 je, također, rani hibrid iz FAO grupe zrenja 300 u tipu zubana, žute i bijele boje zrna. Otpornost na gljivične bolesti lista, klipa i stabla je dobra.

#### **4. 3. 3. 2. Srednji rani hibridi kukuruza FAO grupe zrenja 400-500**

Prema Zovkiću (1985.), Bc-488 je srednje rani hibrid kukuruza u tipu zubana, zlatnožute boje zrna. Otpornost na gljivične bolesti lista, klipa i stabla je veoma dobra. Po rodnosti spada u vodeće hibride po svojoj grupi zrenja. OSSC-407 je srednje rani hibrid iz FAO grupe zrenja 400-500 u tipu zubana, zlatnožute boje zrna. Otpornost na polijeganje je veoma dobra. Veoma je pogodan za mehaniziranu berbu. ZPSC-42 je novi priznati srednje rani hibrid iz FAO grupe zrenja 400. Otpornost na gljivične bolesti lista, klipa i stabla je veoma dobra. BL-SC-44/10 je hibrid srednje vegetacije iz FAO grupe zrenja 500 u tipu zubana, zlatnožute boje dubokog zrna. Ovaj hibrid je izvanredno otporan na gljivične bolesti lista, klipa i stabla. Veoma dobro podnosi gušći sklop, pa se uspješno upotrebljava kao silažni tip hibrida u ravničarskom području. NSSC-4444 je srednje rani hibrid u tipu zubana, žute boje, težina 1000 zrna iznosi oko 400 grama. Otpornost na polijeganje te bolesti lista i klipa je veoma dobra. Potencijal rodnosti se kreće od 12-14 t/ha zrna. BL-SC-55 je, također, srednje rani hibrid kukuruza u tipu zubana, zlatne boje zrna. Ovaj hibrid ima visoku otpornost na polijeganje, pa je pogodan za mehaniziranu berbu. Ima biološko svojstvo da veoma brzo otpušta vlagu iz zrna, pa se ponaša u zriobi kao hibrid iz FAO grupe zrenja 200 i 300. Optimalan sklop je oko 55 000 t/ha, a potencijal rodnosti od 9,0-10,0 t/ha zrna. ZPSC-58c je srednje kasni hibrid iz FAO grupe zrenja 500-600. Veoma je otporan na polijeganje. Posljednjih godina se mnogo primjenjuje u proizvodnji silaže u ravničarskom području. NSSC-425 je hibrid iz FAO grupe zrenja 400. Stabljika čvrsta i elastična. Zrno je tipa zubana, crvenkastožute boje. Veoma je otporan na polijeganje, sušu,

pljesnivost klipa, trulež stabljike i pjegavost lista. Bc-555 je hibrid srednje vegetacije iz FAO grupe zrenja 500. Ima dobru otpornost na polijeganje, te bolesti lista i klipa.

#### **4. 3. 3. 3. Kasni hibridi kukuruza iz FAO grupe zrenja 600-700**

Prema Zovkiću (1985.), NSSC-606 je srednje kasni dvolinijski hibrid iz FAO grupe zrenja 600 u tipu zubana, zlatne boje zrna. To je noviji novosadski hibrid koji ima visok potencijal rodnosti. Otpornost na gljivične bolesti je veoma dobra. Bc-6661 je srednje kasni dvolinijski hibrid iz FAO grupe 600 u tipu zubana, žute boje zrna. Posjeduje veoma dobru otpornost na gljivične bolesti lista, stabla i klipa, kao i potencijal visoke rodnosti. Preporučuje se za ravničarsko područje. ZPSC-704 je kasni hibrid iz FAO grupe zrenja 700 u tipu zubana, zlatne boje zrna. Osnovne karakteristike ovog hibrida su: visoka rodnost, veoma dobra otpornost na bolesti lista, stabla i klipa, te brzo otpuštanje vlage iz zrna u zriobi.

#### **4. 3. 4. Sjetva**

Za sjetvu se može reći da je jedna od najvažnijih tehnoloških mjera u proizvodnji kukuruza. Loše obavljena sjetva ima nenadoknadle posledice na uspjeh proizvodnje kukuruza. Nakon odabira hibrida za sjetvu pristupa se organiziranju sjetve i samoj sjetvi. Sklopom ili gustoćom označava se broj biljaka na jedinici površine. Sklop ima vrlo važan utjecaj na postizavanje visokih prinosa. Optimalan sklop za pojedini hibrid određen je na osnovi specifičnih reakcija svakog hibrida na kompleks vanjskih faktora. Zbog toga ne bi se smjelo odstupiti od preporuka sklopa koje daje selekcionar hibrida, a koji je utvrđen egzaktnim pokusima za pojedina proizvodna područja i sisteme proizvodnje. Sklopom nastojimo dovesti u optimalan odnos procese asimilacije i disimilacije. Zato pregusti sklopovi mogu biti isto tako štetni kao i rijetki. Kod sjetve kukuruza je vrlo važno odrediti vrijeme kada treba započeti sa sjetvom. Utjecaj temperature tla je od presudne važnosti, pod uvjetom da je tlo dovoljne vlažnosti. Biokemijski procesi klijanja mogu započeti već kod temperatura 6-8 °C. Međutim, kod ovih temperatura klijanje teče vrlo sporo i



neujednačeno. Za izbijanje iskljalih biljčica na površinu tla potrebne su minimalne temperature od 10-12 °C. Kod viših temperatura tla, 12-16°C, procesi klijanja teku znatno brže i mlade biljčice niču već za 8-10 dana. Dubina sjetve je također vrlo važna. Od nje zavisi kada će doći do nicanja usjeva i kako će se razvijati korijenov sistem biljaka. Dubina sjetve ovisi o tipu tla, vlažnosti tla, kvaliteti i krupnoći sjemena. Na lakšim i propusnijim tlima moguća je i nešto dublja sjetva 8-10 cm, dok na težim i hladnijim tlima treba sijati pliće 4-5 cm. U uvjetima kada je površinski sloj tla isušen, izuzetno se dopušta sjetva i do 12 cm dubine. Sjetvu kukuruza izvodimo specijalnim sijačicama. U poljoprivrednoj praksi nalazimo dva osnovna tipa sijačica i to: mehaničke sijačice i pneumatske sijačice (Đurkić, 1985.).

#### **4. 3. 5. Njega**

Pod mjerama njega usjeva kukuruza podrazumijevamo niz agrotehničkih zahvata od sjetve pa do berbe. Njima se nastoji usjevu osigurati u toku vegetacije što povoljniji uvjeti za rast i razvoj. Jedan dio mjera se izvodi redovito svake godine, dok drugi dio mjera se izvodi prema potrebi. Međuredna kultivacija usjeva kukuruza je neophodna mjera njega. Ovom operacijom se suzbija pojava pokorice, aerira površinski sloj tla, smanjuje gubitak vode iz tla i uništava korove. Ova operacija se izvodi međurednim kultivatorima i to najčešće u dva navrata: prva kultivacija u fazi 5-6 listova i druga kultivacija u fazi 7-9 listova. Kultivacija kukuruza se kombinira najčešće sa prihranom. Međurednom kultivacijom se obrađuje samo tlo između redova. Kod toga treba paziti na širinu tzv. zaštitne zone tj. pojas tla uz red kukuruza koji se ne obrađuje. S obzirom na specifičan način razvoja korjenovog sistema kukuruza potrebno je ostaviti 10-15 cm s obje strane reda neobrađenim da ne bi došlo do oštećenja korjenovog sistema. Kultivacija se izvodi na dubini 6-12 cm. Obično se prva kultivacija izvodi pliće s nešto užom zaštitnom zonom, oko 15 cm. U pojedinim godinama, kada izostane učinak primjene herbicida, vrši se i ručno okopavanje usjeva kukuruza (Đurkić, 1985.).

#### **4. 3. 6. Zaštita usjeva kukuruza od korova**

Korovi u usjevu kukuruza mogu u znatnoj mjeri utjecati na smanjenje prinosa. Svojim prisustvom oni konkuriraju kukuruza u borbi za svjetlo, hranu i vodu. Istovremeno pogoduju razvoju bolesti i štetnika. Zbog toga se intenzivna proizvodnja kukuruza ne može zamisliti bez pravovremenog i učinkovitog suzbijanja korova. Kukuruz ima u početku vegetacije vrlo spor rast, a to pogoduje razvoju korovnih biljaka. Radi toga je posebno važno zaštititi usjev kukuruza od korova u početnim fazama razvoja. Preventivna borba protiv korova počinje već ponovnom i predsjetvenom obradom. Osim obradom tla može se preventivno djelovati na razvoj korova i na slijedeće načine: ne dopustiti da dođe do osjemenjavanja korovnih biljaka na neobrađenim površinama, kanalima, putevima, depresijama itd., plodoredom i čišćenjem poljoprivrednih strojeva kojima je moguće prenositi sjeme ili vegetativne dijelove korovnih biljaka. Ako se preventivnim mjerama nije izbjeglo zakorovljavanje usjeva, tada se mora prići suzbijanju korova. U borbi protiv korova koriste se mehaničke i kemijske metode. Mehaničke metode borbe koriste se prije i poslije sjetve. Korovne biljke je najlakše mehaničkim putem uništiti dok su u fazi klice. Predsjetveno se koristi u tu svrhu: tanjurače, sjetvospremači, drljače, kultivatori, a nakon sjetve rotacione kopačice, međuredni kultivatori i ručna okopavanja. Radi smanjenja rada u suzbijanju korova koriste se različita kemijska sredstva - herbicidi. Borba protiv korova kemijskim sredstvima je vrlo kompleksna. Naime, svaki preparat djeluje samo na jednu vrstu ili grupu korova, dok na ostale korove ne djeluje. Zbog toga u praksi se najčešće koristi kombinacija, smjesa nekoliko kemijskih preparata koji zajednički imaju širok spektar djelovanja. Herbicidi se primjenjuju različitim tipovima prskalica i to: prije sjetve se inkorporiraju u sjetveni sloj tla, sa sjetvom ili poslije sjetve ali, prije nicanja i dopunsko tretiranje poslije nicanja pa do razvoja 7-9 listova (Đurkić, 1985.).

#### **4. 3. 7. Zaštita usjeva kukuruza od bolesti i štetnika**

U toku vegetacije usjev kukuruza je izložen napadu velikog broja bolesti i štetnika, koji u pojedinim godinama nanose velike štete. Usjevima kukuruza i u proizvodnji kukuruza mogu najveće štete nanijeti bolesti i štetnici: palež klijanaca, pjegavost lišća kukuruza,

mjehurasta snijet kukuruza, trulež korijena, stabljike i klipa, žičnjaci, sovice, kukuruzni moljac (Đurkić, 1985.).

#### **4. 3. 7. 1. Palež klijanaca**

Klicu i mladu biljčicu napadaju parazitske gljivice iz redova *Fusarium*, *Helminthosporium*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Pythium* i drugih. Kod jače zaraze dolazi do propadanja mladih biljaka. Zaraza potječe najčešće iz tla ili iz zaraženog sjemena. Mjere borbe su upotreba zdravog i zaprašnog sjemena, plodored, obrada tla, gnojidba itd (Đurkić, 1985.).

#### **4. 3. 7. 2. Pjegavost lišća kukuruza**

Uzročnici pjegavosti lišća kukuruza kod nas su najčešće *Helminthosporium turcicum*, *Helminthosporium carbonum* i *Kabatella zea*. Ova bolest se javlja krajem ljeta i može kod jačeg napada smanjiti prinose. Jedina mjera borbe je sjetva hibrida otpornih na ovu bolest (Đurkić, 1985.).

#### **4. 3. 7. 3. Mjehurasta snijet kukuruza**

Uzročnik ove bolesti je *Ustilago Maydis*. To je jedna od najraširenijih bolesti kukuruza kod nas. Kod zaraženih biljaka javljaju se na dijelovima stabljike i listova nepravilne izrasline-tumori, kosi su puni ljetnih spora. Uzročnik bolesti prezimljuje na ostacima kukuruza iz prethodne godine. Mjere borbe su plodored i sjetva otpornih hibrida (Đurkić, 1985.).

#### **4. 3. 7. 4. Trulež korijena, stabljike i klipa**

Glavni uzročnici ove bolesti su *Fusarium graminearum* i *Fusarium moniliforme*. S ekonomskog gledišta ovo je najštetnije oboljenje kukuruza. Kod jačeg napada ove bolesti dolazi do smanjenja prinosa i kvalitete zrna kukuruza. Napadnute biljke često polegnu pa je otežana mehanizirana berba kukuruza. Velike štete nastaju kod skladištenja i čuvanja kukuruza. Ovo je posebno veliki problem kod individualnih proizvođača koji kukuruz čuvaju u koševima. Mjere borbe su sjetve otpornih hibrida, plodored, sjetva ranijih hibrida i sušenje ubranog kukuruza (Đurkić, 1985.).

#### **4. 3. 7. 5. Žičnjaci**

Žičnjaci (*Agriotes ustulatus* Schall., *Agriotes sputator*, *Agriotes oscurum* i drugi) napadaju sjeme kukuruza u vrijeme klijanja i nicanja. Na taj način mogu u znatnoj mjeri smanjiti sklop. Kod jačeg napada mogu u toj mjeri uništiti mlade biljčice da je potrebno usjev presijati. Za suzbijanje žičnjaka koriste se insekticidi: Volaton u obliku NPK gnojiva koji sadrži 1% insekticida, Dotan, Furadan i drugi (Đurkić, 1985.).

#### **4. 3. 7. 6. Sovice**

Sovice (*Noctuidae*) - gusjenice ovog štetnika podgrizaju mladu biljčicu kukuruza. Mjere borbe se sastoje u tome da se uništavaju korovi na kojima sovice odlažu jaja (Đurkić, 1985.).

#### **4. 3. 7. 7. Kukuruzni moljac**

Kukuruzni moljac (*Ostrinia nubilalis*) - svake godine imamo napad ovog štetnika. Gusjenice ovog štetnika napadaju gotovo sve dijelove biljke. Oštećivanjem dijelova stabljike smanjuje mehaničku čvrstoću i kod jačeg napada dolazi do loma stabljike. To otežava mehaniziranu berbu. Štetnik prezimljava u obliku gusjenice u ostacima kukuruzovine. Preventivne mjere borbe su uništavanje kukuruznih ostataka, plodored. Od insekticida preporuča se primjena Sevina-a, Thimet-a, Ekatox-a i drugih insekticida (Đurkić, 1985.).

#### **4. 3. 8. Berba**

Na kraju vegetacije kada je završeno nakupljanje suhe tvari u biljci kukuruza, može se početi sa skidanjem usjeva ili berbom. Način i vrijeme skidanja usjeva kao i izbor mehanizacije ovisi o tome koje dijelove biljke kukuruza se želi koristiti i na koji način skladištiti ubrani kukuruz. Tako postoje tri načina skidanja - ubiranja usjeva kukuruza: siliranje kukuruza, ubiranje klipova kukuruza i kombajniranje sirovog zrna kukuruza (Đurkić, 1985.).

#### **4. 3. 9. Košnja**

Vrijeme košnje nadzemne mase kukuruza za pripremu silaže ima za svrhu maksimalizaciju prinosa suhe tvari i kvalitete silažne mase. Najbolja kvaliteta silažne mase postiže se kod sadržaja suhe tvari oko 35% u cijeloj biljci, što se podudara s mliječnom linijom na 2/3 zrna konvencionalnog tipa kukuruza. Taj stadij zrelosti postiže se oko sredine voštane zriobe. Visina košnje određuje količinu prinosa nadzemne mase i njegovu kvalitetu. S povećanjem visine košnje (visine od tla) smanjuje se pokošeni prinos ali se povećava udio klipa i zrna u prinosu suhe tvari nadzemne mase. Košnju silažnog kukuruza potrebno je

uskladiti s kapacitetom odvoza do silosa i brzinom gaženja navežene biljne mase (Gantner i sur., 2020.).



**Slika 6.** Košnja silažnog kukuruza

Izvor: <https://bit.ly/3kdjRwk>

#### **4. 3. 10. Spremanje u silos**

Dio kukuruza koji se namjerava koristiti u hranidbi stoke je najracionalnije koristiti u obliku silaže. Na taj način se pojeftinjuje proizvodnja stočne hrane po jedinici površine. Siliranjem se nastoji sačuvati i održati duže vrijeme hranjive tvari svježe mase kukuruza bez značajnijih promjena (Đurkić, 1985).

Prema Pajić (2019.), najpovoljnije razdoblje za siliranje čitave biljke kukuruza je vrijeme kad usitnjena silažna masa ima vlažnost od 65-70%. Maksimalni prinosi po jedinici

površine ostvaruju se kad je koncentracija suhe tvari biljke kukuruza između 31-42%, ovisno o sezoni, pa je poželjna koncentracija suhe tvari zelene mase biljke kukuruza za siliranje 35% (faza voštane ili kasno voštane zriobe) (<https://gospodarski.hr/rubrike/priprema-kvalitetne-kukuruzne-silaze/>).

Postupak siliranja se sastoji od niza anaerobnih biokemijskih procesa u kojima dolazi do djelomičnog razlaganja šećera i stvaranja mliječne kiseline. Stvorena mliječna kiselina ima baktericidno djelovanje pa sprječava razvoj nepoželjnih bakterija koje bi mogle razgraditi organsku materiju kukuruza. Radi presudne uloge mliječne kiseline u procesu siliranja, ovaj proces nazivamo još i mliječno - kiselo vrenje. Proces siliranja traje 4-6 tjedana i nakon toga silaža je pogodna za hranidbu stoke. S obzirom na namjenu silaže u hranidbi različitih vrsta stoke razvilo se nekoliko načina siliranja kukuruza: siliranje cjelokupne biljke kukuruza, siliranje mljevenog klipa kukuruza i siliranje mljevenog vlažnog zrna kukuruza. Siliranje cjelokupne biljke kukuruza ima najdužu tradiciju. Na ovaj način se koristi ukupna hranidbena vrijednost biljke. Skidanje usjeva se vrši u vrijeme voštane zriobe zrna. Usjev se skida silo kombajnima, koji u procesu skidanja sjećaju cjelokupnu stabljiku na dijelove dužine 1,5-3 cm. Isjeckana masa se odvozi odmah na mjesto siliranja. Svježa masa se sabija da bi se stvorili anaerobni uvjeti za rad bakterija u mliječno - kiselom vrenju. Silaža cjelokupne biljke kukuruza je nezamjenljivo osnovno krmivo u hranidbi preživača. Smatra se da je ovom silažom moguće stoci osigurati oko 60% energetske potrebe (Đurkić, 1985.).

Prema Letu (2015.), biljna masa se silira u silose gdje ostaje i uskladištena do hranidbe, poželjno uz što manje gubitke hranidbene vrijednosti, čime se doprinosi efikasnosti i kvaliteti hranidbe na farmi (<https://gospodarski.hr/rubrike/prilog-broja-spremanje-silaze/>).

Za spremanje i uskladištenje silažnog kukuruza koriste se objekti različite izvedbe, koje se zajednički nazivaju silosima. Oni mogu biti u obliku silo-hrpe, trenč-silosa i silo tornja (Zimmer i sur., 2009.).

Prema Letu (2015.), silo-hrpa se postavlja na ocjeditom zemljištu, minimalna su financijska ulaganja jer se obično gradi samo betonska podloga ili se silira na plastičnoj foliji. Za podlogu se može koristiti i već korištena, prethodno dobro očišćena, plastična folija. Radi što boljeg zatvaranja, folija se može podvući pod silo-hrpu i dodatno učvrstiti na preklopima. Silo-hrpe mogu biti više od 5 metara. Nekoliko dana nakon zatvaranja,

biljni materijal siliran u silo-hrpu se prirodno zbije, čemu treba naknadno prilagođivati plastičnu foliju. Prosječna zbijenost silaže u silo hrpama je mala, ali se pomoću strojeva može povećati. Radi manje zbijenosti, silo-hrpe su manje pogodne u toplijim klimatima radi mogućih većih gubitaka hranjivih tvari (<https://gospodarski.hr/rubrike/prilog-broja-spremanje-silaze/>).

Postoje dvije izvedbe silosa i to: horizontalni (vodoravni, silo trap, trench silos) i vertikalni (silo kule, silo tornjevi). Horizontalni silosi mogu biti djelomično ukopani ili na površini, samostalni ili skupni u baterijama. Vertikalni se najčešće grade od armiranog betona, metalnih ili drvenih gredica. Promjer silosa je 5-8 m. Visoki su po potrebi, najviše do 20 m. Kod ovih tipova silosa razlikujemo izvedbe s izuzimanjem silaže s donje strane i s gornje strane. Zbijanje sječkane mase u horizontalnom silosu obavlja se traktorom, a najpovoljniji za taj posao su traktori gusjeničari. Kod vertikalnih silosa zbijanje se izvodi s vodenom vrećom nakon dnevnog punjenja silosa ili sa sustavom rotirajućih betonskih ili metalnih valjaka. Pri tome u silosu postoji rotirajući element koji jednoliko širi masu po površini. Utovar mase u silos obavlja se zračnim transporterom. Nakon završenog punjenja u silos se stavlja plastična vreća "pluća silosa", koja služi za izjednačavanje tlaka plinova tijekom dana i noći (Brkić i sur., 2000.).



**Slika 7.** Vertikalni silosi (silo tornjevi)

Izvor: <https://bit.ly/2UGRgVI>





**Slika 8.** Silo-hrpa

Izvor: <https://bit.ly/3kguw9A>

Prema Letu (2015.), vodoravni silos - bunker silos - trench silos je omeđen s dvije ili s tri strane zidovima (lošija varijanta) koji su uobičajeno visoki od 2-4 metra. Unutarnja ploha bočnih zidova je u pravilu ukošena, dok je vanjska strana okomita. Da bi se dobio taj konusni oblik, zid je u gornjem dijelu širine 15-20 cm, a u donjem dijelu do betonske ploče 30-45 cm. Konusni oblik omogućuje bolje zbijanje biljne mase uz stranice silosa i postizanje dobrog kontakta između silažne mase i zidova silosa. U slučaju podizanja ravnih zidova, što je često u praksi, silažna se masa teže zbija uz zid silosa, pa je i veća mogućnost njenog kvarenja. Vodoravni silosi jeftiniji su za izgradnju od okomitih silosa. Međutim, gubitci hraniva su uobičajeno veći nego kod okomitih silosa. Potrebno je više rada tijekom izuzimanja silaže iz silosa, ali je moguće brzo spremati velike količine krme. Stoga je ova vrsta silosa najčešće u upotrebi na velikim farmama. Najčešće se u vodoravnim silosima silira cijela biljka kukuruza, silaža lucerne i trava (<https://gospodarski.hr/rubrike/prilog-broja-spremanje-silaze/>).



**Slika 9.** Trenč-silos

Izvor: <https://bit.ly/3wwu5KZ>

Prema Letu (2015.), okomiti silosi - silo tornjevi se mogu izgraditi od betona, drva, metala ili plastične mase. Za njihovo je podizanje potrebno manje prostora u sklopu dvorišta farme. U posljednje se vrijeme rijetko grade, jer je skupa investicija za mehanizirano izuzimanje, a ručno izuzimanje silaže je fizički težak i mukotrpan posao (<https://gospodarski.hr/rubrike/prilog-broja-spremanje-silaze/>).

#### **4. 3. 11. Mehanizmi konzervacije**

Prema Ćosiću (1979.), primjenjuju se i poznata su tri načina i mogućnosti spremanja kukuruza: sušenje u sušarama, konzerviranje kemikalijama (propionska kiselina) i hermetičko konzerviranje - spontano vrenje. Što se tiče konzerviranja kukuruza kemikalijama, mogu se koristiti različiti konzervansi. Kod nas se za sada koristi propionska kiselina, koja je u praksi dala dobre rezultate. Jedina poteškoća je u tome, što je kao kiselina vrlo agresivna na većinu materijala u koje se sprema kukuruz, što dovodi do ružiranja stijenci i zidova silo-jama ili skladišta u koje se kukuruz sprema. Osim toga, takav način spremanja, odnosno konzerviranja kukuruza je i prilično skup i gotovo da se po cijeni izjednačio sa sušenjem kukuruza u sušarama.

Konzerviranje kukuruza u svim njegovim oblicima spontanim vrenjem je lagano, jer on sadrži dovoljno šećera sposobnog za fermentaciju u pravcu mliječno kiselog vrenja. Ovim postupkom se dobiva vrlo dobra energetska krma za gotovo sve vrste i kategorije stoke, koja osim toga ima i vrlo povoljne dijetetske osobine (Nuskern i sur., 1980.).

#### 4. 3. 12. Tijek fermentacije

Prema Letu (2015.), vrenje se u procesu siliranja odvija prirodnim putem (uz pretpostavku dobrog zbijanja) bez dodatka inokulanta, ali ako nije moguće osigurati optimalne uvjete proizvodnje silaže, različitim dodacima se može poboljšati kvaliteta fermentacije (stimulirati proizvodnja mliječne kiseline), smanjiti gubitke suhe tvari, očuvati hranjive tvari tijekom i nakon fermentacije, spriječiti razmnožavanje nepoželjnih mikroorganizama, osobito onih povezanih s aerobnom nestabilnošću silirane biljne mase (npr. kvasci koji koriste mliječnu kiselinu) i niskom higijenom pravljenja silaže (npr. *Listeria monocytogenes*), spriječiti rast nepoželjnih anaerobnih mikroorganizama (npr. enterobakterija i klostridija), spriječiti aerobno kvarenje silaže itd. Aditivi za siliranje se dijele u nekoliko skupina: stimulatori fermentacije, inhibitori fermentacije (anorganske i organske kiseline), pospješivači aerobne stabilnosti (propionska kiselina), nutrienti ili absorbenti koji smanjuju zagađenje okoline silažnim sokom, postoje i aditivi višestrukog djelovanja, pa se ne mogu svrstati samo u jednu kategoriju. Aditivi koji sadrže bakterije ili enzime se uobičajeno nazivaju "biološki aditivi" (<https://gospodarski.hr/rubrike/prilog-broja-spremanje-silaze/>).

Faze mikrobioloških procesa su aerobna, anaerobna i stabilna faza (Bates, 1998.).

**Tablica 1.** Proces fermentacije kod silaže kukuruza

aerobna faza	anaerobna faza				stabilna faza
1. dan	2. dan	3. dan	4-7. dan	8-21. dan	nakon 21. dana
Staničnim disanjem se proizvodi CO <sub>2</sub> , toplina i voda	Fermentacija započinje, proizvodi se octena kiselina. Postupak zagrijavanja usporava.	Započinje proizvodnja mliječne kiseline. Nastavlja se proizvodnja octene kiseline.	Mliječna kiselina je proizvedena. Temperatura pada.	Mliječna kiselina je proizvedena. Pada pH silaže i postaje stabilna.	Bakterijska fermentacija prestaje. Silaža je očuvana do ponovnog izlaganja kisiku.
Temperatura					
21 °C	35 °C		26 do 30 °C		Silaža se hladi do sobne temperature.
pH					
6.0	5.0	4.0			4.0

Izvor: Bates, 1998.

**4. 3. 13. Izuzimanje iz silosa i korištenje**

Prema Miladinoviću (2019.), pri otvaranju silosa silaža se izlaže utjecaju zraka. Tada postaje idealan medij za porast kvasaca, plijesni i drugih truležnih mikroorganizama što rezultira sekundarnom fermentacijom (kvarenje silaže). Loše pripremljena silaža je

podložnija kvarenju. Da bi se to smanjilo, front izuzimanja silaže na trenču treba biti ravan i gladak od dna do vrha, površinu izloženu zraku treba minimizirati. Dnevno treba izuzimati sa cijele površine minimalno 15 do 30 cm, a ljeti 40 cm i više. Najbolje je silažu uzimati specijalnim utovarivačem (block caterr) ili frezom. Ako se uzima prednjim utovarivačem treba ići odozgo na dolje sloj po sloj da se silaža ne uruši ili naprave pukotine kroz koje prodire zrak i stvara okolinu pogodnu za kvarenje silaže i za stvaranje mikotoksina. Opće prihvaćena praksa zahvatanja prednjeg utovarivača i freze sa vrha gomile pa naniže značajno smanjuje pojave pukotina i prodiranje zraka u dublje slojeve silaže. Aerobno propadanje rezultira brojnim gubicima suhe materije, energije, proteina, šećera itd. Pri tome se stvaraju štetne materije kao što su mikotoksini, amonijski dušik i alkohol. Aerobna nestabilnost je ustanovljena onda kada je temperatura silaže narasla za više od 1 stupanj iznad temperature ambijenta ([http://agronom.hr/wp-content/uploads/2019/03/Priprema-kukuruzne-silaz%CC%8Ce\\_2019\\_HR.pdf](http://agronom.hr/wp-content/uploads/2019/03/Priprema-kukuruzne-silaz%CC%8Ce_2019_HR.pdf)).

Silaža cijele biljke kukuruza glavno je voluminozno krmivo u hranidbi goveda u Republici Hrvatskoj (Zurak i sur., 2018.).

## 5. RASPRAVA

Na prinos silažnog kukuruza utječe mnoštvo čimbenika, a posebice vremensko-klimatske prilike, plodnost tla, izabrani hibrid, režim vlažnosti tla, primijenjena agrotehnika. Vremenske prilike značajno utječu na rast i razvoj silažnog kukuruza. Nedostatak oborina, osobito u kritičnom razdoblju tijekom ljeta, odnosno tijekom cvatnje metlice, svilanja, oplodnje i formiranja zrna uz povišenu temperaturu zraka, razlog su niskih prinosa. Osobito je značajan raspored oborina tijekom vegetacijskog uzgoja. Svjedoci smo da se u nekoliko zadnjih godina klima znatno mijenja, stoga smatram da je potrebno provoditi navodnjavanje, uvesti intenzivniju agrotehniku i uvesti sjetvu kvalitetnijih hibrida. Unatoč nepovoljnim vremenskim uvjetima i dalje se mogu ostvariti visoki ciljani prinosi, a kako bi se oni ostvarili neophodno je stalno ulagati u poljoprivredu kako bi ona što više napredovala. Također važnu ulogu ima i tlo koje svake godine sve više iskorištavamo i zagađujemo raznim kemijskim sredstvima, stoga bismo trebali više brinuti o njemu, jer prije svega poljoprivredne proizvodnje nema bez tla. Važno je usjevu omogućiti dovoljnu ali ne prekomjernu količinu hraniva, a iz toga razloga treba napraviti analizu tla prije aplikacije gnojiva, što je povoljno i za očuvanje tla. Vrlo je bitna pravilna njega usjeva na vrijeme dok još potencijalni prinos nije smanjen. Slažem se sa stručnjacima koji se bave proučavanjem proizvodnje silažnog kukuruza, jer su njihova mišljenja na osnovu proučavanja u praksi uglavnom ista što se tiče agrotehnike, morfoloških svojstava, agroekoloških uvjeta. Također, oko kvalitete silažne mase uglavnom se svi slažu da se najbolja kvaliteta silažne mase postiže kod sadržaja suhe tvari oko 35% u cijeloj biljci, jer kod siliranja biljne mase sa sadržajem suhe tvari manjim od 30% za očekivati je vrlo kiselu silažu koju stoka slabije jede. Kod siliranja biljne mase s više od 40% suhe tvari otežano je priljublivanje čestica biljne mase pri sabijanju ili gaženju, zbog čega zaostaje zrak u biljnoj masi, koji dovodi do nepoželjne mikrobiološke aktivnosti plijesni i kvarenja. Preporučila bih da se obavezno osiguraju usjevi u slučaju vremenskih nepogoda.

## 6. ZAKLJUČAK

Kukuruzna silaža je jedno od najvažnijih krmiva u hranidbi goveda zbog svog visokog prinosa po jedinici površine, visoke koncentracije energije po kilogramu suhe tvari i relativno niske cijene koštanja proizvedene suhe tvari. Za proizvodnju silaže upotrebljavaju se hibridi kukuruza koje se inače upotrebljavaju za proizvodnju komercijalnog kukuruza. Priprema kukuruzne silaže započinje pravilnom gnojidbom, kvalitetnom pripremom tla, izborom najpogodnijeg hibrida prema uzgojnom području i odgovarajuća zaštita usjeva od korova. Stadij zrelosti u trenutku košnje najviše utječe na probavljivost, energetska vrijednost i podobnost cijele biljke za siliranje. Najpovoljnije razdoblje za siliranje čitave biljke kukuruza je vrijeme kada usitnjena silažna masa ima vlažnost 60-70%, odnosno sadržaj suhe tvari između 30 i 40 %. S obzirom da prinos nadzemne mase raste i tijekom zadnjih faza vegetacije kukuruza, za postizanje viših prinosa preporučuje se siliranje od faze s 35, pa do 40 % suhe tvari (faza voštane ili kasno voštane zriobe). Proces siliranja se sastoji od niza anaerobnih biokemijskih procesa u kojima dolazi do fermentacije šećera i stvaranja mliječne kiseline. Biljna masa se silira u silose gdje ostaje i uskladištena do hranidbe, poželjno uz što manje gubitke hranidbene vrijednosti, čime se doprinosi efikasnosti i kvaliteti hranidbe. Silaža nadzemne mase kukuruza pogodna je samo za velike proizvođače, koji svakodnevno troše velike količine, jer je iz horizontalnog silosa potrebno svakodnevno izuzimati sloj dubine barem 30 do 40 cm, kako bi u izuzetnoj masi udio površinski prozračene silaže bio dovoljno nizak.

## 7. POPIS LITERATURE

1. Bates, G. (1998.): Corn silage, Agricultural Extension Service, The University of Tennessee, Knoxville
2. Brkić, D., Vujčić, M., Šumanovac, L., Jurišić, M. (2000.): Strojevi i uređaji za spremanje silaže, Vinkovci
3. Ćosić, H. (1979.): Konzerviranje kukuruza za ishranu stoke, Agronomski glasnik
4. Đurkić, I. (1985.): Kukuruz, Osijek
5. Gagro, M. i Herceg, N. (2005.): Utjecaj hibrida i gustoće sklopa na neka svojstva kukuruza za silažu, Agronomski fakultet, Sveučilište u Mostaru, BiH
6. Gantner, R., Bukvić, G., Steiner, Z. (2020.): Proizvodnja krmnog bilja. Rukopis knjige u izradi. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek. Osijek.
7. Gračan, R. i Todorić, I. (1985.): Specijalno ratarstvo, Zagreb
8. Haluška J. (1998.): Neki elementi proizvodnje i spremanja najvažnijih krmnih kultura, Agronomski glasnik
9. Hrgović, S. (2007.): Osnove agrotehnike proizvodnje kukuruza (*Zea mays*), Glasnik zaštite bilja
10. Kovačević, V. i Rastija, M. (2014.): Žitarice, Osijek
11. Nuskern, M., Novoselović, A., Steiner, Z. (1980.): Kukuruz siliran spontanom vrenjem kao energetska krmivo u hranidbi stoke, Agronomski glasnik
12. Pucarić, A., Ostojić, Z., Čuljat, M. (1997.): Proizvodnja kukuruza, Poljoprivredni savjetnik, Zagreb
13. Rapčan, I. (2014.): Sistematika, morfologija i Agroekologija važnijih ratarskih kultura, Osijek
14. Sito, S. (1994.): Utjecaj klimatskih uvjeta i vlažnosti zrna kukuruza na njegova osnovna fizikalna svojstva. Zbornik radova. X međunarodno savjetovanje tehnologa sušenja i skladištenja. Zagreb, 221.



15. Stojić, B. (2009.): Pravilna gnojidba kukuruza - temelj prinosa, Glasnik zaštite bilja
16. Zimmer, R., Pichler, S., Košutić, S., Jelošek, D. (2009.): Uzgoj, košnja i uskladištenje silažnog kukuruza u Ag-Bag fleksibilno crijevo
17. Zovkić, I. (1985.): Proizvodnja kukuruza, Sarajevo
18. Zurak, D., Grbeša, D., Kljak, K. (2018.): Fizikalna svojstva i fermentacijski profil silaže cijele biljke kukuruza s velikih farma Republike Hrvatske, Zagreb

Jedinice s Interneta:

19. DZS (2021.): Priopćenje. Državni zavod za statistiku Republike Hrvatske. Zagreb.  
<https://www.dzs.hr/> (pristupljeno: 29.03.2021.)
20. Leto, J. (2015.): Spremanje silaže, 06.08.2015., Gospodarski list  
<https://gospodarski.hr/rubrike/prilog-broja-spremanje-silaze/> (pristupljeno: 20.04.2021.)
21. Miladinović, M. (2019.): Priprema kukuruzne silaže  
[http://agronom.hr/wp-content/uploads/2019/03/Priprema-kukuruzne-silaz%CC%8Ce\\_2019\\_HR.pdf](http://agronom.hr/wp-content/uploads/2019/03/Priprema-kukuruzne-silaz%CC%8Ce_2019_HR.pdf) (pristupljeno: 28.03.2021.)
22. Pajić, S. (2019.): Priprema kukuruzne silaže, 21.08.2019., Gospodarski list  
<https://gospodarski.hr/rubrike/priprema-kvalitetne-kukuruzne-silaze/> (pristupljeno: 20.04.2021.)
23. Heuze V. et al. (2017.): Maize silage, 22.06.2017., Feedipedia  
<https://www.feedipedia.org/node/13883> (pristupljeno: 19.03.2021.)
24. Shahbandeh, M. (2021.): Production of corn for silage in the U.S. 2000-2020, 20.01.2021. <https://www.statista.com/statistics/190886/production-of-corn-for-silage-in-the-us-since-2000/> (pristupljeno: 19.03.2021.)
25. <https://rabotayouth.ru/hr/kukuruza-obzor-zlaka-polza-i-vred-svoistva-sorta-i-primenenie-vse-o.html> (pristupljeno: 19.02.2021.)
26. Agroportal.hr: <https://www.agroportal.hr/ratarstvo/15247> (pristupljeno: 19.02.2021.)

27. <https://www.agro.basf.hr/hr/Programi-za%C5%A1tite-usjeva/Kukuruz/> (pristupljeno: 19.02.2021.)
28. <http://free-os.t-com.hr/agronomija/KMorfologija.htm> (pristupljeno: 19.02.2021.)
29. Vrtlarica.com: <https://www.vrtlarica.com/kukuruz/> (pristupljeno: 19.02.2021.)
30. <https://poljoprivreda.forumcroatian.com/t472p200-silaa> (pristupljeno: 20.04.2021.)
31. <https://www.wolfsystem.at/en-at/product-lines/concrete-tanks/agricultural-silos/silage-silos> (pristupljeno: 20.04.2021.)
32. [https://www.dzs.hr/Hrv\\_Eng/publication/2020/01-01-18\\_01\\_2020.htm](https://www.dzs.hr/Hrv_Eng/publication/2020/01-01-18_01_2020.htm) (pristupljeno: 29.03.2021.)
33. <https://www.savjetodavna.hr/2014/09/08/kratki-savjeti-za-pravilno-spremanje-silaze-u-silos/?print=print> (pristupljeno: 20.04.2021.)
34. <https://gedzic-gradnja.hr/projects/trenc-silos-2/> (pristupljeno: 20.04.2021.)

## 8. SAŽETAK

Cilj istraživanja diplomskog rada bio je prikupiti relevantne spoznaje o proizvodnji i skladištenju kukuruza za voluminoznu krmu te na temelju sinteze rezultata prethodnih istraživanja izvući najvažnije odrednice kao preporuke za suvremene uvjete. Silaža nadzemne mase kukuruza postala je u zadnjih 50-tak godina najzastupljenije voluminozno krmivo u hranidbi goveda, i to nakon omasovljenja tehnike konzerviranja siliranjem. Silaža kukuruza je glavni izvor energije u obrocima mliječnih goveda u Europi i Sjevernoj Americi. Razlog tomu jest visoki potencijal rodosti, odnosno prinosa nadzemne mase ovoga usjeva u uvjetima umjerene klime i plodnoga tla, zatim uspješna konzervacija proizvedene voluminozne krme primjenom siliranja, visoka energetska vrijednost krme i zadovoljavajući sadržaj i kvaliteta vlakana. Silaža mora biti ispravno spremljena. To znači pravovremeno i djelotvorno provesti žetvu košnju nadzemne mase proizvedene za silažu i osigurati njeno djelotvorno i uspješno spremanje i čuvanje. Za spremanje i uskladištenje silažnog kukuruza koriste se objekti različite izvedbe, koji se zajednički nazivaju silosima.

**Ključne riječi:** kukuruzna silaža, voluminozno krmivo, proizvodnja silažnog kukuruza, skladištenje silažnog kukuruza

## 9. SUMMARY

The aim of the study is to gather relevant knowledge about the silage maize production and storage for voluminous feed and based on the synthesis of the results of previous research to extract the most important determinants as recommendations for modern conditions. In the last 50 years silage of the above-ground mass of corn has become the most common voluminous fodder in cattle feed, after the popularization of the technique of canning by ensiling. Corn silage is a major source of energy in dairy cattle diets in Europe and North America. The reason for this is the high yield potential, that is the yield of aboveground mass of this crop in temperate climate and fertile soil, the successful conservation of produced forage using ensiling, high energy value of feed and satisfactory fiber content and quality. Silage must be stored properly. This means carrying out the harvest of corn mass produced for silage in a timely and efficient manner and ensuring its efficient and successful storage and preservation. For saving and storage of silage maize, objects of different designs are used, which are collectively called silos.

**Key words:** silage maize, voluminous feed, silage maize production, storage of silage maize

## **10. POPIS TABLICA**

Tablica 1. : Proces fermentacije kod silaže kukuruza (str. 31)

## 11. POPIS SLIKA

Slika 1. Korijen kukuruza (Izvor: <https://rabotayouth.ru/hr/kukuruza-obzor-zlaka-polza-i-vred-svoistva-sorta-i-primenenie-vse-o.html>) (str. 7)

Slika 2. Stabljika kukuruza (Izvor: <https://www.agroportal.hr/ratarstvo/15247>) (str. 8)

Slika 3. List kukuruza (Izvor: <https://www.agro.basf.hr/hr/Programi-za%C5%A1tite-usjeva/Kukuruz/>) (str. 9)

Slika 4. Muška cvat i cvijet kukuruza (Izvor: <http://free-os.t-com.hr/agronomija/KMorfologija.htm>) (str. 10)

Slika 5. Plod kukuruza (Izvor: <https://www.vrtlarica.com/kukuruz/>) (str. 11)

Slika 6. Košnja silažnog kukuruza (Izvor: <https://poljoprivreda.forumcroatian.com/t472p200-silaa>) (str. 25)

Slika 7. Vertikalni silosi (silo tornjevi) (Izvor: <https://www.wolfsystem.at/en-at/product-lines/concrete-tanks/agricultural-silos/silage-silos>) (str. 27)

Slika 8. Silo-hrpa (Izvor: <https://www.savjetodavna.hr/2014/09/08/kratki-savjeti-za-pravilno-spremanje-silaze-u-silos/?print=print>) (str. 28)

Slika 9. Trenč-silos (Izvor: <https://gedzic-gradnja.hr/projects/trenc-silos-2/>) (str. 29)

Proizvodnja i skladištenje silažnog kukuruza  
Kristina Mikić

**Sažetak:** Cilj istraživanja diplomskog rada je prikupiti relevantne spoznaje o proizvodnji i skladištenju kukuruza za voluminoznu krmu te na temelju sinteze rezultata prethodnih istraživanja izvući najvažnije odrednice kao preporuke za suvremene uvjete. Silaža nadzemne mase kukuruza postala je u zadnjih 50-tak godina najzastupljenije voluminozno krmivo u hranidbi goveda, i to nakon omasovljenja tehnike konzerviranja siliranjem. Silaža kukuruza je glavni izvor energije u obrocima mliječnih goveda u Europi i Sjevernoj Americi. Razlog tomu jest visoki potencijal rodnosti, odnosno prinosa nadzemne mase ovoga usjeva u uvjetima umjerene klime i plodnoga tla, zatim uspješna konzervacija proizvedene voluminozne krme primjenom siliranja, visoka energetska vrijednost krme i zadovoljavajući sadržaj i kvaliteta vlakana. Silaža mora biti ispravno spremljena. To znači pravovremeno i djelotvorno provesti košnju nadzemne kukuruzne mase proizvedene za silažu i osigurati njeno djelotvorno i uspješno spremanje i čuvanje. Za spremanje i uskladištenje silažnog kukuruza koriste se objekti različite izvedbe, koji se zajednički nazivaju silosima.

**Rad je izrađen pri:** Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

**Mentor:** izv.prof.dr.sc. Ranko Gantner

**Broj stranica:** 41

**Broj slika:** 9

**Broj tablica:** 1

**Broj literaturnih navoda:** 34

**Broj priloga:** 0

**Jezik izvornika:** hrvatski

**Ključne riječi:** kukuruzna silaža, voluminozno krmivo, proizvodnja silažnog kukuruza, skladištenje silažnog kukuruza

**Datum obrane:**

**Stručno povjerenstvo za obranu:**

1. prof. dr. sc. Gordana Bukvić, predsjednik

2. izv. prof. dr. sc. Ranko Gantner, mentor

3. prof. dr. sc. Zvonimir Steiner, član

**Rad je pohranjen u:** Knjižnica Fakulteta agrobiotehničkih znanosti u Osijeku, Sveučilištu u Osijeku, Kralja Petra Svačića 1d.

**BASIC DOCUMENTATION CARD**

**Josip Juraj Strossmayer University of Osijek**  
**Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek**  
**University Graduate Studies, Plant production**

**Graduate thesis**

Silage maize production and storage

Kristina Mikić

**Abstract:** The aim of the study is to gather relevant knowledge about the silage maize production and storage for voluminous feed and based on the synthesis of the results of previous research to extract the most important determinants as recommendations for modern conditions. In the last 50 years silage of the above-ground mass of corn has become the most common voluminous fodder in cattle feed, after the popularization of the technique of canning by ensiling. Corn silage is a major source of energy in dairy cattle diets in Europe and North America. The reason for this is the high yield potential, that is the yield of aboveground mass of this crop in temperate climate and fertile soil, the successful conservation of produced forage using ensiling, high energy value of feed and satisfactory fiber content and quality. Silage must be stored properly. This means carrying out the harvest of corn mass produced for silage in a timely and efficient manner and ensuring its efficient and successful storage and preservation. For saving and storage of silage maize, objects of different designs are used, which are collectively called silos.

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

**Mentor:** PhD Ranko Gantner, associate professor

**Number of pages:** 41

**Number of figures:** 9

**Number of tables:** 1

**Number of references:** 34

**Number of appendices:** 0

**Original in:** Croatian

**Key words:** silage maize, voluminous feed, silage maize production, storage of silage maize

**Thesis defended on date:**

**Reviewers:**

1. PhD Gordana Bukvić, full professor
2. PhD Ranko Gantner, associate professor
3. PhD Zvonimir Steiner, full professor

**Thesis deposited at:** Library Faculty of Agrobiotechnical Sciences in Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Kralja Petra Svačića 1d.