

# Spremanje kukuruzne silaže na OPG-u "Vladimir Rendulić"

---

**Rendulić, Tomislav**

**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://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:910141>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-23**



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**

Tomislav Rendulić

Diplomski sveučilišni studij Mehanizacija

**SPREMANJE KUKURUZNE SILAŽE NA OPG-U „VLADIMIR RENDULIĆ“**

**Diplomski rad**

**Osijek, 2021.**

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
**FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK**

Tomislav Rendulić

Diplomski sveučilišni studij Mehanizacija

**SPREMANJE KUKURUZNE SILAŽE NA OPG-U „VLADIMIR RENDULIĆ“**

**Diplomski rad**

Povjerenstvo za ocjenu i obranu diplomskog rada:

1. Prof. dr. sc. Mladen Jurišić, predsjednik
2. Prof. dr. sc. Irena Rapčan, mentor
3. Izv. prof. dr. sc. Ivan Plaščak, član

**Osijek, 2021.**

## SADRŽAJ

1.	<b>UVOD</b> .....	1
2.	<b>PREGLED LITERATURE</b> .....	5
3.	<b>MATERIJAL I METODE</b> .....	13
3.1.	<b>Kukuruz (<i>Zea mays</i> L.)</b> .....	13
3.1.1.	Morfologija kukuruza .....	13
3.1.2.	Agroekološki uvjeti proizvodnje kukuruza .....	19
3.1.3.	Agrotehnika uzgoja kukuruza .....	20
3.1.4.	Silaža kukuruza .....	25
3.1.5.	OPG „Vladimir Rendulić“ Strizivojna .....	27
3.1.6.	Vremenski uvjeti u području istraživanja .....	28
4.	<b>REZULTATI</b> .....	33
4.1.	<b>Plodored</b> .....	33
4.2.	<b>Obrada tla i gnojidba za uzgoj kukuruza</b> .....	33
4.3.	<b>Sjetva kukuruza</b> .....	35
4.4.	<b>Zaštita i njega kukuruza</b> .....	36
4.5.	<b>Spremanje kukuruzne silaže</b> .....	38
4.5.1.	Berba kukuruza .....	38
4.5.2.	Transport silaže .....	41
4.5.3.	Primjena inokulanta 11C33 .....	41
4.5.4.	Formiranje, sabijanje i pokrivanje kukuruzne silaže .....	42
4.6.	<b>Troškovi uzgoja kukuruza i spremanja silažne mase</b> .....	43
5.	<b>RASPRAVA</b> .....	46
6.	<b>ZAKLJUČAK</b> .....	52
7.	<b>POPIS LITERATURE</b> .....	53
8.	<b>SAŽETAK</b> .....	57
9.	<b>SUMMARY</b> .....	58
10.	<b>POPIS TABLICA</b> .....	59
11.	<b>POPIS SLIKA</b> .....	60
12.	<b>POPIS GRAFIKONA</b> .....	61
	<b>Temeljna dokumentacijska kartica</b>	
	<b>Basic documentation card</b>	

## 1. UVOD

Kukuruz je podrijetlom iz Središnje Amerike, a nakon otkrića američkog kontinenta prenesen je u Europu i na druge kontinente. Područje uzgoja ove kulture je veliko, što omogućuje različita duljina vegetacije, raznolika mogućnost upotrebe i sposobnost kukuruza da uspijeva na lošijim tlima i u lošijim klimatskim uvjetima. Kukuruz se uzgaja na vrlo širokom području od 55° sjeverne širine do 40° južne širine (Gagro, 1997.). S obzirom na klimatske i zemljišne uvjete Hrvatska se nalazi u samom vrhu prema pogodnosti za uzgoj ove kulture. Na Slici 1. prikazano je polje kukuruza.



Slika 1. Polje kukuruza

(Izvor: <https://www.agroportal.hr/ratarstvo/35233>)

Kukuruz je, uz pšenicu i rižu, vodeća poljoprivredna kultura koja se sije na oko 182 milijuna hektara uz prosječni prinos zrna od 5,6 t/ha, a moguće je dobiti oko 1000 raznih proizvoda. Iako je primarna proizvodnja zrna, kukuruz se uzgaja i kao voluminozna krma. U Tablici 1. prikazani su podaci o površinama i prosječnim prinosima ove kulture u cilju dobivanja voluminozne krme u Republici Hrvatskoj u razdoblju od 2000. do 2019. godine. Iz ovih podataka je vidljivo da je najmanja površina bila 2002. godine (17.047 ha), a najveća 2015. godine (32.198 ha). Godine 2000. ostvarena je najmanja proizvodnja od 350.267 t,

dok je najveća ostvarena 2016. godine od 1.259.560 t. Najmanji prosječni prirod od 18,9 t/ha ostvaren je 2003. godine, a najveći od 42,1 t/ha u 2016. godini, prema podacima Državnog zavoda za statistiku Republike Hrvatske (2021.).

Tablica 1. Površine i prosječni prinosi kukuruza kao voluminozne krme u svijetu i Republici Hrvatskoj u razdoblju od 2000. do 2019. godine

<b>Godina</b>	<b>Površine, ha</b>	<b>Proizvodnja, t</b>	<b>Prosječni prirod, t/ha</b>
<b>2000.</b>	18.372	350.267	19,1
<b>2001.</b>	17.949	438.785	24,4
<b>2002.</b>	17.047	452.610	26,6
<b>2003.</b>	19.083	360.310	18,9
<b>2004.</b>	20.657	546.486	26,5
<b>2005.</b>	17.378	571.950	32,9
<b>2006.</b>	20.496	701.571	34,2
<b>2007.</b>	23.016	699.403	30,4
<b>2008.</b>	28.188	1.079.638	38,2
<b>2009.</b>	26.520	980.096	37,0
<b>2010.</b>	28.263	923.541	32,7
<b>2011.</b>	31.358	932.225	29,7
<b>2012.</b>	28.762	744.063	25,9
<b>2013.</b>	29.461	1.034.886	35,1
<b>2014.</b>	28.662	1.011.502	35,3
<b>2015.</b>	32.198	1.150.555	35,7
<b>2016.</b>	29.913	1.259.560	42,1
<b>2017.</b>	26.022	841.934	32,4
<b>2018.</b>	23.951	1.003.135	41,9
<b>2019.</b>	24.603	967.679	39,3

(Izvor: DZS RH, 2021.)

Voluminozna krma kukuruza koristi se u ishrani stoke u obliku silaže cijele biljke i silaže zrna. Najveći značaj u hranidbi goveda ima kukuruzna silaža cijele biljke koja je zauzela status dragocjene krme i najisplativije voluminozne energetske krme za preživače. Pravilno spremanje i konzerviranje silaže od ključnog je značaja, jer ovi procesi imaju za cilj kvalitetnu hranu dobre probavljivosti. Naime, stočarska proizvodnja, pa tako i tov junadi, u znatnoj mjeri ovise o proizvodnji voluminozne krme. U Tablici 2. prikazani su podaci o ukupnom broju goveda i broju junadi do godine dana starosti u tovu u Republici Hrvatskoj u razdoblju od 2000. do 2019. godine. Iz ove tablice je vidljivo da je najveći broj goveda bio 2006. godine (482.905), a najmanji 2018. godine (414.125). Broj junadi varira od 2.017 u 2005. godini do 9.168 u 2000. godini.

Tablica 2. Ukupan broj goveda i broj junadi do godine dana starosti u tovu u Republici Hrvatskoj u razdoblju od 2000. do 2019. godine

<b>Godina</b>	<b>Broj goveda</b>	<b>Broj junadi</b>
<b>2000.</b>	426.570	9.168
<b>2001.</b>	438.423	8.483
<b>2002.</b>	417.113	6.554
<b>2003.</b>	444.320	6.212
<b>2004.</b>	465.935	4.647
<b>2005.</b>	471.025	2.017
<b>2006.</b>	482.905	3.204
<b>2007.</b>	467.077	4.732
<b>2008.</b>	453.555	5.056
<b>2009.</b>	447.151	7.996
<b>2010.</b>	444.314	5.996
<b>2011.</b>	446.555	6.079
<b>2012.</b>	451.517	7.395
<b>2013.</b>	442.432	7.450
<b>2014.</b>	440.637	8.917
<b>2015.</b>	440.092	7.296
<b>2016.</b>	444.613	6.855
<b>2017.</b>	450.757	7.115
<b>2018.</b>	414.125	7.711
<b>2019.</b>	420.239	8.688

(Izvor: DZS RH, 2021.)

U Tablici 3. prikazani su podaci o ukupnom broju odojaka (do 20 kg) i broju suprasnih krmača (više od 50 kg) u Republici Hrvatskoj u razdoblju od 2000. do 2019. godine. Iz ove tablice je vidljivo da je najveći broj odojaka bio 2004. godine (431.052), a najmanji 2017. godine (258.528). Broj suprasnih krmača varira od 25.195 u 2012. godini do 53.202 u 2004. godini.

Tablica 3. Ukupan broj odojaka i suprasnih krmača u Republici Hrvatskoj u razdoblju od 2000. do 2019. godine

<b>Godina</b>	<b>Broj odojaka (do 20 kg)</b>	<b>Broj suprasnih krmača (više od 50 kg)</b>
<b>2000.</b>	373.028	45.458
<b>2001.</b>	392.633	44.476
<b>2002.</b>	392.503	46.102
<b>2003.</b>	388.871	48.110
<b>2004.</b>	431.052	53.202
<b>2005.</b>	360.370	46.017
<b>2006.</b>	397.121	45.626
<b>2007.</b>	362.174	37.025
<b>2008.</b>	285.149	32.563
<b>2009.</b>	344.245	38.677
<b>2010.</b>	377.434	41.100
<b>2011.</b>	387.076	32.275
<b>2012.</b>	329.243	25.195
<b>2013.</b>	341.490	30.343
<b>2014.</b>	326.953	29.215
<b>2015.</b>	324.608	28.251
<b>2016.</b>	309.083	30.262
<b>2017.</b>	258.528	31.397
<b>2018.</b>	273.922	31.379
<b>2019.</b>	265.222	32.497

(Izvor: DZS RH, 2021.)

Cilj ovog istraživanja je utvrditi agrotehničke mjere u uzgoju kukuruza za silažu na površinama obiteljskog poljoprivrednog gospodarstva i mjere u spremanju silaže tijekom dvije godine (2019. i 2020.).



## 2. PREGLED LITERATURE

Površine uzgoja kukuruza u Republici Hrvatskoj su relativno stabilne, a ukupna godišnja proizvodnja više je pod utjecajem klimatskih nego ekonomskih čimbenika (Zrakić i sur., 2017.).

Hrgović (2007.) ističe da je kukuruz biljka toplog podneblja i zahtijeva minimalne temperature za početni rast od 8-10 °C, a u vegetaciji veće od 14 °C. Iako biljke kukuruza mogu podnijeti visoke temperature, ako su više od 35 °C u cvatnji, kako navodi Jurišić (2008.), oštećuju peludna zrnca koja ne mogu klijeti, što smanjuje oplodnju. Isti autor također navodi da biljke kukuruza propadaju na temperaturama nižima od -1 °C, iako ponekad mogu podnijeti i niže temperature, uz oštećenja lisne površine, pa se oporavljaju. Posebno su opasni mrazovi u jesenskom razdoblju, jer usporavaju sazrijevanje, prekidaju vegetaciju ili smanjuju klijavost zrna, što je vrlo opasno u uzgoju sjemenskog kukuruza. Kukuruz ima dobro razvijen korijenov sustav koji može crpiti vodu iz dubljih slojeva. Listovi ove biljke su posebne građe, pa mogu skupljati vodu, dok se u razdoblju suše uvijaju i smanjuju transpiraciju (Jurišić, 2008.). Transpiracija je najčešći način gubitka vode iz živih biljaka i to u vidu vodene pare. Intenzitet transpiracije je izgubljena količina vode po jedinici površine lista u jedinici vremena i prosječno iznosi 15-250 g H<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup> tijekom dana i 1-20 g H<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup> tijekom noći (Vukadinović i sur., 2014.). Najveće potrebe su u fazi pred metličanje i svilanje, u oplodnji i na početku nalijevanja zrna. Potrebna količina vode tijekom vegetacije iznosi 400-600 l vode. Kukuruz je biljka kratkog dana. Bolje iskorištenje svjetlosti rješava se selekcijom hibrida s uspravnijim listovima, pa se tako manje zasjenjuju donji listovi (Jurišić, 2008.). Najbolje uspijeva na dubokim, plodnim i strukturnim tlima, slabo kisele ili neutralne reakcije, koja imaju dobar toplinski, vodni i zračni režim (černozem i dobra aluvijalna tla, kojih je malo). Kako se kukuruz uzgaja na velikim površinama, mora biti posijan i na lošijim tlima. Međutim, dobrom i pravodobnom agrotehnikom odnosno pravilnom obradom, gnojidbom i njegovom mogu se postići dobri rezultati i na takvim tlima (Jurišić, 2008.).

Kukuruz je tolerantniji na uzgoj u monokulturi ili užem plodoredu od drugih žitarica, ali preporuča se uzgoj u plodoredu, jer se bolje koristi potencijalna plodnost tla, smanjuje se napad štetnika, bolesti i korova, uključuje se raznovrsnost obrade tla, pravilno stvaranje kompleksa kultura i bolje se koriste radna snaga i mehanizacija (Jurišić, 2008.). Dobri predusjevi za kukuruz su jednogodišnje i višegodišnje mahunarke, krumpir, šećerna repa, suncokret i uljana repica, pa i strne žitarice. Izmjenom kukuruza i drugih kultura koje ne

pripadaju žitaricama, poput jednogodišnjih mahunarki (npr. soja, bob, grašak, grahorica) prekida se razvoj određenih štetnika, bolesti i korova, a ove kulture ostavljaju tlo bogato dušikom. Kukuruz kao preusjev drugim kulturama može biti loš izbor ako se kasno bere, posebno u jesenima s puno kiše. Tada se tlo teško obrađuje ili ostaje neobrađeno do proljeća. Još jedan razlog je velika vegetativna masa kukuruza nakon berbe, koja otežavajući obradu tla smanjuje kakvoću priprema tla za slijedeći usjev. Kukuruz se može uzgajati i u postrnoj sjetvi, nakon ranih preusjeva, a rani hibridi kukuruza u ovoj sjetvi mogu dati zrno ili silažnu masu (Jurišić, 2008.). Tijekom ljeta nakon skidanja predusjeva tlo za kukuruz se plitko obrađuje da se smanji preveliki gubitak vode, obnovi mikrobiološka aktivnost tla i korovi potaknu na nicanje. Dubljom obradom u jesen (do 30 cm dubine) vrši se razbijanje nepropusnog sloja te rahljenje i miješanje tla da se ono učini zračnijim i toplijim za normalan rast i funkcioniranje korijena. Gnojidba kukuruza je složeno pitanje, koje ovisi o plodnosti tla, planiranom prinosu, predusjevu, žetvenim ostacima, hibridima, cilju proizvodnje, mogućnosti korištenja hraniva i drugim čimbenicima (Gagro, 1997.), dok Ueno i sur. (2011.) navode da uzgoj kukuruza za proizvodnju silaže potiče veći izvoz hranjiva iz tla u odnosu na proizvodnju za zrno. Potrebno je izvršiti analizu tla te utvrditi stanje hraniva u tlu prije početka planiranja gnojidbe. Najbolje je gnojiva aplicirati u osnovnoj obradi, u predsjetvenoj pripremi, u startu i prihrani, jer će biljka tako u svako vrijeme imati na raspolaganju potrebna hraniva. Da bi se osrednje plodnim tlima postigli visoki prinosi, gnojdbom treba odati 150-200 kg dušika (N), 120-130 kg fosfornog pentoksida ( $P_2O_5$ ) i 130-150 kg kalijevog oksida ( $K_2O$ ) po hektaru. Gnojidba treba biti izvedena tako da cijeli oranični sloj bude opskrbljen hranivima. Količina od 1/2 do 2/3 fosfornih i kalijevih gnojiva i oko 1/4 dušičnih primjenjuje se pred duboko oranje. Ostatak fosfornih i kalijevih gnojiva i 1/2 do 2/3 dušičnih gnojiva u aplicira se u predsjetvenoj pripremi, a ostatak dušičnih gnojiva u prihrani. Prihrane se izvode u fazama rasta 4-5 listova 7-9 listova. Moguće je izvesti u treću prihranu, folijarno, avionima u cilju poboljšanja cvatnje, oplodnje i nalijevanja zrna (Gagro, 1997.). Izbor hibrida je vrlo važan korak u uzgoju kukuruza. Hibridi se međusobno razlikuju prema duljini vegetacije, potencijalu rodosti, prilagodljivosti, kakvoći, optornosti na bolesti i štetnike, namjeni i dr. Duljina vegetacije hibrida mora odgovarati proizvodnom području, pa je tako na istočnom dijelu Hrvatske granična vegetacijska skupina 500, a kao silažni bi se mogli koristiti hibridi skupine 600 (Gagro, 1997.). Tijekom zime niske temperature vrlo dobro djeluju na srednje teška i teška tla izmrzavanjem površinskog sloja, što popravljaju strukturu tla. U proljeće se provodi predsjetvena priprema tla, a za kukuruz vrijedi provjereno agrotehničko pravilo da sjeme mora imati „tvrdu postelju, a mekani

prokrivač“. Površinska pokorica ometa normalno klijanje sjemena, pa je nužno razbiti je rotirajućim oruđima (Jurišić, 2008.). Za proizvodnju silaže cijele biljke potrebno je odabrati hibride kukuruza koji u povoljno vrijeme za siliranje imaju vlažnost zrna oko 45 %, a to su u istočnoj Slavoniji i Baranji hibridi vegetacijske skupine 600 i 700. Za rast i razvoj kukuruza najpovoljnije vrijeme sjetve je od 10. do 25. travnja u istočnom dijelu Hrvatske odnosno kada temperatura sjetvenog sloja tla iznosi 10 °C (Jurišić, 2008.). Sjetva se vrši mehaničkim ili pneumatskim sijačicama na međuredni razmak od 70 cm i preporučeni sklop biljaka, koji za hibride vegetacijskih skupina 600 i 700 iznosi 40.000-55.000 biljka po hektaru (Poveznica 1.). Dubina sjetve ovisi o tipu i stanju tla, vremenu sjetve i krupnoći sjemena. Na težim, vlažnijim i hladnijim tlima te u ranijoj sjetvi kukuruz se sije na 4-5 cm dubine. Na sušim i lakšim te toplijim tlima sije se na 5-7 cm dubine. Krupnije sjeme sije se dublje, a sitnije pliće (Jurišić, 2008.). Ukoliko je sjeme posijano u suho tlo, potrebno je odmah obaviti valjanje da bi se uspostavio bolji kontakt sjemena s tlom i omogućio kapilarni uspon vode do sjemena i tako ubrzalo i ujednačilo klijanje i nicanje kukuruza. Suzbijanje korova je obavezna agrotehnička mjera u uzgoju ove kulture. Korovi oduzimaju vegetacijski prostor, vodu, hraniva i svjetlo, povećavaju zarazu od bolseti i napad štetnika. Naša tla su jako zakorovljena, pa se herbicidi primjenjuju po cijeloj površini. Na slabim, zbijenim tlima loše strukture treba kultivacijom razrhliti tlo, omogućiti prodor zraka i spriječiti gubitak vode. S kultivacijom treba obaviti prihranu kukuruza. Tamo gdje postoji mogućnost navodnjavanja, u slučaju suše treba provesti navodnjavanje, jer kukuruz izvrsno reagira na navodnjavanje. Iako kukuruz napada veći broj štetnika i uzročnika bolesti, obično se ne suzbijaju, osim u slučaju jačih napada, jer najčešće ne prave veće štete. Osim toga, u kasnijoj fazi rasta stabljika kukuruza je visoka, pa je tretiranje sa zemlje praktično neizvedivo (Gagro, 1997.). Kukuruz jednolično dozrijeva i ne osipa se. Ako se uzgaja za zrno, berba se obavlja u punoj zriobi kada se vlaga u zrnu spusti ispod 35 %. Ako u zrnu ima još manje vode, manje će se lomiti i lakše kruniti. Berba kukuruza za zrno se obavlja univerzalnim žitnim kombajnom s adaptacijom za berbu kukuruza u zrnu (Gagro, 1997.). Ako se kukuruz uzgaja kao silažni, berba odnosno siliranje se obavlja u tehnološkoj zriobi silažnim kombajnama. Rez se podešava na duljinu 4-10 mm, što omogućava bolje gaženje i sabijanje biljne mase te lakšu ropbavljivost kod preživača (Jurišić, 2008.).

Riječ silaža potječe od grčke riječi „siros“, što je naziv za jamu odnosno rupu u zemlji predviđenu za pohranu kukuruza (McDonald i sur., 1991.). Silaža se znanstveno može definirati kao „produkt koji nastaje kada se trava ili drugi materijal s dovoljno visokim

sadržajem vlage, a koji je podložan kvarenju zbog aerobnih mikroorganizama, skladišti anaerobno“ (Wilkinson i sur., 2003.) ili kao „voluminozno krmivo konzervirano spontanim vrenjem gdje se pod utjecajem bakterija mliječno-kiselog vrenja iz šećera stvaraju organske kiseline koje sprječavaju kvarenje“ (Čížek, 1970., Stjepanović i sur., 2009.). Siliranje je prirodni način konzerviranja stočne hrane, a tijekom procesa fermentacije u silažnoj masi određuju bakterije mliječno-kiselog vrenja (tzv. dobri mikroorganizmi) te bakterije octene i maslačne kiseline, gljivice i plijesni (tzv. loši mikroorganizmi). Osnovni cilj siliranja je proizvodnja hrane za domaće životinje, a mogu se koristiti cijele biljke ili njihovi dijelovi (Wilkinson i sur., 2003.). Zahvaljujući procesu fermentacije ugljikohidrata u kiseline, krma se konzervira i time uspijeva zadržati u nepromijenjenom obliku sve do ponovnog izlaganja aerobnim uvjetima odnosno do trenutka otvaranja silosa (Vranić i sur., 2018.). Ovakvom pripremom silaže stječe se temeljna prednost u odnosu na brojne druge načine pripreme hrane za životinje, a to je sprječavanje truljenja (Wilkinson i sur., 2003.). Postupak siliranja cijelih biljaka ili njihovih dijelova sastoji se od niza anaerobnih biokemijskih procesa u kojima dolazi do djelomične razgradnje šećera i stvaranja mliječne kiseline, najvažnijeg konzervansa kojeg stvaraju bakterije. Ova kiselina ima baktericidno djelovanje, jer sprječava razvoj drugih nepoželjnih bakterija koje inače razgrađuju organsku tvar biljaka (Jurišić, 2008.). Za rad ovih bakterija potrebno je osigurati određenu količinu šećera (tzv. šećerni minimum) koji potječe iz škroba, anaerobne uvjete i određenu vlagu u masi koja se silira. Mliječna kiselina stvorena vrenjem šećera snižava pH vrijednost silirane mase na optimalnih 3,8-4,2 (Stjepanović i sur., 2009.). Međutim, pH vrijednost silirane mase može znatnije varirati od ovih optimalnih vrijednosti (od 3,74 do 7,11), kako za 31 uzorak silaže navode Zdravec i sur. (2013.). Iako postupak proizvodnje silaže ovisi o klimatskim uvjetima, u usporedbi s proizvodnjom sijena njihov utjecaj je značajno manji. Također, jedna od prednosti proizvodnje silaže u odnosu na onu sijena je jednostavnija tehnologija i općenito jednostavniji postupak. Naime, za proizvodnju silaže dovoljno je osigurati izostanak kisika (sabijanjem silažne mase istiskuje se zrak), dok proizvodnja sijena zahtijeva i izostanak vlage (Woolford, 2000., prema Antov i sur., 2004.). Brkić i sur. (2000.) navode da gubitak suhe tvari u siliranju iznosi 5-15 % u usporedbi s gubitkom kod pripreme sijena od oko 25 % i više. Još jedna prednost je smanjenje gubitaka prilikom žetve (za razliku od proizvodnje sijena), jer se biljna masa prilikom proizvodnje silaže brže uklanja s obradive površine i tako se ubrzava uzgoj slijedeće kulture (Rotz i sur., 2003.).

Kukuruz se širom svijeta koristi kao silažni usjev (Neuman i sur., 2019.). Bernardes i Chizzotti (2012.) navode da se tradicionalno u mnogim dijelovima Europe te Sjeverne i

Južne Amerike kukuruzna silaža koristi kao glavni izvor energije u stočnim obrocima. Veliki razvoji, i u oplemenjivanju bilja i u agronomskim mjerama, omogućili su dosljednu proizvodnju visokih prinosa ovog usjeva. Isti autori dalje navode da je selekcija hibrida kukuruza ključni korak za profitabilnu proizvodnju kukuruzne silaže, jer prinos i kakvoća silaže mogu uvelike varirati među hibridima. Prema Zimmer i sur. (2009.), u Hrvatskoj se za ishranu stoke kukuruz najčešće koristi kao silaža cijele biljke i po tome ima karakter voluminoznog krmiva. Siliranjem kukuruza se nastoji sačuvati i duže vrijeme održati hranjive tvari svježije mase kukuruza bez većih promjena. Sam proces siliranja svježije mase kukuruza traje 4-6 tjedana. Nakon toga silaža je pogodna za hranidbu stoke. Siliranje cjelokupne biljke kukuruza ima najdužu tradiciju. Na ovaj način se koristi ukupna hranidbena vrijednost biljke (Jurišić, 2008.). Kukuruzna silaža se koristi kao primarno voluminozno krmivo u hranidbi visokomliječnih krava i u intenzivnom tovu junadi (Zurak i sur., 2018.), a kakvoća i prinos izravno ovise o klimatskim uvjetima (Phipps i sur., 2000.). Zahvaljujući izrazito pogodnim kemijskim svojstvima kukuruz se, s usporedbi s drugim usjevima, izdvaja kao najpogodnija biljka za proizvodnju hranjive silaže visoke kakvoće. Silaža cijele biljke kukuruza odabir je velikog broja gospodarstava ponajprije zbog visokog udjela škroba, a time i visoke energetske vrijednosti silaže (Vranić i sur., 2011.). Knežević i sur. (2007.) zaključuju da je travnoj silaži lošije kakvoće opravdano dodavati kukuruznu silažu, jer se tako povećava probavljivost obroka za domaće životinje. Proces fermentacije (vrenja) kod siliranja kukuruza odvija se prilično brzo, a omogućena je proizvodnja dobro konzervirane silaže, čak i kada je sadržaj suhe tvari relativno nizak. Uz ovo ističu se i ekonomske i tehnološke koristi u vidu pojednostavljene i fleksibilne proizvodnje te izrazito jednostavno siliranje u usporedbi s drugim biljkama (Grbeša, 2016.). Značajne uštede u troškovima hranidbe domaćih životinja navode i Ivanović i sur. (2011.). Prinos zelene mase kukuruza cilj je mnogih provedenih istraživanja. Tako, Gmižić i sur. (2016.) na obiteljskom gospodarstvu bilježe prinos cijele biljke kukuruza od 29,3 t/ha. Yozgatli i sur. (2019.) u ispitivanju devet hibrida kukuruza nalaze prinos od 76,88-89,32 t/ha, dok Terzić i sur. (2020.) bilježe od 36,3-40,4 t/ha prinos zelene mase četiri hibrida. Bal i sur. (1997.) zaključuju da je faza zriobe usjeva kukuruza odluka koja određuje kakvoću silaže. Međutim, Zurak i sur. (2018.) nakon ispitivanja 33 uzorka silaže na velikim mliječnim i tovnim farmama kontinentalne Hrvatske zaključuju kako se siliranje zelene mase provodi u različitim stadijima zriobe kukuruza. Kukuruz se silira u fazi voštane zriobe zrna. To je tzv. tehnološka zrelost kukuruza koja nastupa ranije nego što se potpuno izgradi prinos zrna i postigne najveća masa suhe tvari biljaka. Razlog tome je potrebna vlažnost silažne mase od

prosječno 65-70 % da bi se proces siliranja mogao normalno odvijati i dobiti kvalitetna silaža uz malo gubitaka (Komljenović, 2017.). Autor navodi da su pri određivanju pravog trenutka za siliranje najvažniji zadaci utvrditi stanje usjeva kukuruza, odabrati najbolje usjeve za siliranje i procijeniti sadržaj vlage u zrnu. Ova posljednji parametar se utvrđuje prelamanjem klipa i utvrđivanjem položaja mliječne linije na zrnu, koja se pojavljuje oko 40 dana nakon oplodnje na leđnoj strani zrna. Optimalni trenutak za siliranje je kada se mliječna linija nalazi ispod donje polovice zrna, što znači da je tada vlažnost zrna oko 35-40 %. Posebnu pozornost potrebno je posvetiti vremenskih uvjetima tijekom uzgoja kukuruza. Naime, Husnjak (2015.) navodi kako ovaj dio Slavonije pripada u područja s ograničenjem suše unutar vegetacijskog razdoblja, dok Kovačević i sur. (2013.) navode da je kukuruz izložen stresu visokih temperatura i nedostatkom vode u najkritičnijim fazama rasta i razvoja. U sušnijim godinama vrijeme siliranja može nastupiti i ranije, jer je sadržaj vode u stabljici niži u odnosu na onaj u normalnim uvjetima, pa je stoga siliranje u takvim godinama poželjno obaviti najkasnije do trenutka kada se mliječna linija nalazi na polovici zrna. Ako se biljke siliraju s nižim udjelom suhe tvari, znatno se smanjuje prinos po jedinici površine. Idealno vrijeme siliranja je s 35 % suhe tvari u biljci, jer se dobije 97 % od ukupnog mogućeg prinosa. Nakon kasne voštane zriobe mijenja se i uglavnom smanjuje kakvoća nakupljene suhe tvari. Posebno se povećava sadržaj lignina, što izravno utječe na probavljivost silaže i njezinu iskorištenost (Poveznica 2.). Visina košnje pri siliranju kukuruza jedan od važnijih parametara u spremanju silaže, jer određuje kakvoću silaže (Kung i sur., 2008.). Visina reza cijele stabljike kukuruza treba biti najmanje 30 cm od tla. Što je visina reza stabljike kukuruza viša, to će i kakvoća silaže biti veća zbog povećanog sadržaja klipa i zrna u ukupnoj masi za siliranje, a i spriječit će se unos donjih dijelova biljaka, koji su najčešće kontaminirani zemljom (Komljenović, 2017.). Isti autor navodi kako je potrebno da duljina sječke bude manja od 1 cm, uz obavezno drobljenje svakog zrna, jer se u protivnom silažna masa ne može dobro nagaziti zato što dulja sječka izaziva učinak spužve kao kada je masa presuha. Takva silaža se teško zbija, dolazi do ulaska zraka i nepoželjnih mikroorganizama koji se u takvim situacijama razvijaju. Za spremanje i uskladištenje silažnog kukuruza koriste se objekti različite izvedbe, koje se zajednički nazivaju silosima. Oni mogu biti u obliku silo-hrpe, trench-silosa i silo-tornja. Najčešći silosi širom svijeta su horizontalne hrpe s ili bez zidova (Bernardes i Chizzotti, 2012.). Silažnu masu potrebno je gaziti kontinuirano kako se doprema u silos, jer u slučaju gaženja debljeg sloja dolazi do stvaranja zračnih jastuka. Optimalna zbijenost silaže iznosi oko 700 kg zelene mase odnosno oko 250 kg S.T./m<sup>3</sup>. Najbolje je kada se punjenje i zatvaranje silosa može izvršiti u jednom danu. Na

kraju dolazi pokrivanje silosa, prvo tankom pod-folijom koja priliježe uz silažu, a onda debljom UV stabilnom folijom te na kraju pravilno opteretiti silažnu masu (složenim vrećama pijeska, auto gumama, silažnim dekama) da bi se u silažnoj masi zadržali anaerobni uvjeti (Komljenović, 2017.). Minimalizacija aerobnih gubitaka silaže prvenstveno ovisi o kvaliteti plastičnih folija koje služe za brtvljenje silosa, vreća ili bala, koliko čvrsto folija priliježe na masu, koliko je masa podložna šteti i kako brzo poljoprivrednik uočava štetu i popravljiva je (Bernardes i sur., 2012.). Novija rješenja uskladištenja krme koriste tehniku kojom se silaža sprema u valjkaste bale višestruko omotane plastičnom folijom i crijeva od folije. Čak i u slučaju kvalitetno pripremljene silažne mase može se pojaviti jače zagrijavanje u silosu, a u ljetnim mjesecima i pojava naknadne fermentacije te velikog gubitka energije. Za sprječavanje naknadne fermentacije koriste se inokulanti koji djeluju kao stabilizatori u silosima. Ovi proizvodi smanjuju pojavu prekomjernog zagrijavanja i čuvaju pohranjenu energiju u samom silosu (Komljenović, 2017.). Temperatura silaže tijekom anaerobnog skladištenja utječe na njezinu aerobnu stabilnost. Aerobna stabilnost je termin kojim se definira dužina vremena za koje silaža ostaje hladna i ne kvari se po izlaganju zraku. Zbog toga, su brzo otklanjanje zraka iz silaže tokom siliranja i smanjeno izlaganje zraku po otvaranju silosa dva važna faktora koji određuju dužinu aerobne stabilnosti silirane stočne hrane. U procjeni aerobnog kvarenja mjerenje proizvodnje CO<sub>2</sub>, odvojeno ili u kombinaciji sa drugim pokazateljima kao što su temperatura silaže, pH vrijednost, sadržaj mliječne i octene kiseline i mikrobiološka analiza, mogu se koristiti kao pouzdani laboratorijske metode (Ivetić i sur., 2013.). Razlike u aerobnoj stabilnosti između silaža mogu biti povezane s razlikama između silaža i različitim uvjetima siliranja, kako navode Ashbell i sur. (2002.). Rezultati njihovog istraživanja impliciraju da u toploj klimi posebno treba biti pažljiv prilikom izuzimanja silaže u cilju izbjegavanja visokim aerobnih gubitaka. Komljenović (2017.) dalje navodi da su najopasniji mikotoksini koji nastaju od plijesni u silaži aflatoksini (opasni u mlijeku) i zearalenoni koji su vrlo štetni u reprodukciji krava i junica. Također upozorava da ne treba dozvoliti da kukuruzna silaža od vrijedne i profitabilne krme postane opasnost za krave, a preko mlijeka i za ljude. Krajnja i najpouzdanija ocjena silaže kukuruza, koja je i najvažnija za životinju i proizvod (mlijeko), je ocjena vrijednosti silaže nakon konzerviranja, a prije upotrebe kao komponente u obroku. U sustavu ocjenjivanja silaže cijele biljke kukuruza cjelovita ocjena se odnosi na kontrolu jedanaest pokazatelja: sedam nutritivnih, jedan fermentativni i tri organoleptička pokazatelja (Domaćinović i Solić, 2020.). Analizirajući pojedine nutritivne pokazatelje, suha tvar je pokazatelj pravilno odabranog trenutka košnje kukuruzne biljke. Poželjna količina suhe tvari u trenutku siliranja

trebala bi biti od 30-35 %. Osim suhe tvari, važni su i udjeli sirovih bjelančevina, kiselih i neutralnih deterdžentnih vlakana, škroba i pepela te energetska vrijednost silaže. Autori navode kako su u ovom sustavu ocjenjivanja kvalitete kukuruzne silaže boja i miris dva organoleptička pokazatelja koji nepogrješivo točno odražavaju u kojoj mjeri je tijekom fermentacije u siliranom materijalu bio pravilan. Bates (1998.) navodi da je miris pravilno proizvedene kukuruzne silaže lagan i ugodan te podsjeća na miris octa, dok boja varira između zelenih i žutih nijansi. Odstupanje od poželjne boje i mirisa silaže kukuruza daje mogućnost predviđanja na nepovoljan nutritivan sastav sirovine kao i na nepravilno proveden postupak siliranja (Domaćinović i Solić, 2020.). Ukoliko je miris neugodan i neuobičajen, primjerice ako podsjeća na miris paljevine, te ako je boja u nijansama smeđe, vrlo je velika vjerojatnost da fermentacija nije uspješno provedena zbog nepovoljne količine vlage ili zbog prodiranja kisika (Bates, 1998.). Fermentativni pokazatelj je pH vrijednost silaže, za koju Domaćinović i Solić (2020.) navode da iznosi od 3,8-4,2 te tada predstavlja siguran dobro provedenog postupka konzerviranja svježe biljke kukuruza. Međutim, Vranić i sur. (2004.) nalaze pH vrijednosti kukuruzne silaže na 19 obiteljskih poljoprivrednih gospodarstava od 3,60-4,43. Za kvalitetnu i brzu fermentaciju siliranoj masi se mogu dodati bakterije mliječno-kiselinskog vrenja i time regulirati proces fermentacije na prirodan način (Poveznica 3.). Tako se ciljano smanjuju gubici na koje možemo utjecati (neuspješna fermentacija, sekundarna fermentacija i drugo), a vezani su za energetska vrijednost silaže. Osim toga, povećava se i probavljivost silaže. Regulira se optimalna količina i omjer organskih kiselina, jer omjer mliječne i octene kiseline treba biti najmanje 3:1 odnosno mliječna kiselina treba činiti 60 % svih organskih kiselina u silaži. Povećani udio mliječne kiseline čini silažu ukusnijom, pa je i unos hrane veći. Nadalje, pri otvaranju silosa, posebno ljeti, javlja se rizik od pregrijavanja i sekundarne fermentacije. Inokulirane silaže imaju bolju aerobnu stabilnost, stoga najčešće ne dolazi do sekundarne fermentacije.



### 3. MATERIJAL I METODE

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

Botanička pripadnost kukuruza:

Carstvo: Plantae, biljke

Divizija: Magnoliophyta (Angiospermae), kritosjemenjače

Razred: Liliopsida (Monocotyledons), jednosupnice

Red: Poales, travolike

Porodica: Poaceae, trave

Rod: *Zea* - ima samo jednu vrstu i to samo kao kulturnu formu - *Zea mays*, kukuruz. Linne je prvi botanički opisao kukuruz i dao mu ime 1753. g. Podvrste kukuruza su:

- ssp. *indentata* - zuban
- ssp. *semiindentata* - poluzuban
- ssp. *indurata* - tvrdunac
- ssp. *saccharata* - šećerac
- ssp. *amylacea* - mekunac (škrobni kukuruz)
- ssp. *amylosaccharata* - škrobni šećerac
- ssp. *evarta* - kokičar
- ssp. *ceratina* - voštani
- ssp. *tunicata* - pljevičar.

Od navedenih podvrsta kukuruza u proizvodnji su najviše zastupljene dvije: zuban i tvrdunac, kojima pripada najveći broj kultivara i hibrida. Zuban je rodniji od tvrdunca, ali tvrdunac ima kvalitetnije zrno s većim udjelom bjelančevina. Zrno zubana koristi se u hranidbi domaćih životinja i preradi. Tvrdunac se više koristi u ishrani ljudi, kao i šećerac i kokičar, čije je zrno vrlo rasprostranjena slastica (Rapčan, 2014.).

##### 3.1.1. Morfologija kukuruza

Kukuruz, prema podjeli ratarskih kultura po načinu uporabe, pripada u žitarice, a među njima u prosolike ili žute žitarice.

**Korijen** - je žiličast (Slika 2.). S obzirom na vrijeme formiranja, karakter rasta i ulogu u životu same biljke razlikuje se pet tipova korijena:

1. primarni ili glavni klicin korijen
2. primarni (klicin) hipokotilni korijen ili bočno klicino korijenje
3. klicino mezokotilno (epikotilno) korijenje
4. sekundarno (adventivno) korijenje ili podzemno nodijalno korijenje
5. zračno ili nadzemno nodijalno korijenje.



Slika 2. Korijen kukuruza  
(Izvor: Tomislav Rendulić)

Primarni ili glavni klicin korjenčić (prosolike žitarice kliju samo s jednim korjenčićem) i primarni hipokotilni korijen (bočno klicino korijenje) formiraju se u fazi klijanja. Ostaju prisutni tijekom vegetacije ako ih ne uništi mraz ili neki drugi fizikalni čimbenik. Broj bočnih (lateralnih) korjenčića ovisi o hibridu i kreće se od 1 do 13. Pod normalnim uvjetima u polju, bočno se korijenje razvija gotovo horizontalno sve do određene udaljenosti, a zatim počinje rasti u dubinu. U prva 2-3 tjedna nakon nicanja ovo korijenje ima osnovnu ulogu u opskrbi biljke vodom i hranivima. Klicino mezokotilno korijenje formira se iz dijela između sjemena i prvog koljenca stabljike (mezokotil). Ne grana se, a razvija se gotovo horizontalno u odnosu na površinu tla. Do razvoja ovog korijenja dolazi najčešće u slučaju kada je sjetva preduboka (10 i više cm). Uloga ovog korijenja u ishrani biljke gotovo je beznačajna. Sekundarno (adventivno) korijenje razvija se na bazalnom interkalarnom meristemu donjih podzemnih članaka stabljike, pa se naziva i podzemno nodijalno korijenje. Svi korijeni koji

izbijaju iz jednog koljenca tvore etažu sekundarnog korijena. Zračno korijenje se razvija iz koljenaca stabljike iznad površine tla, pa se naziva i nadzemno nodijalno korijenje. Ako agrotehničkim zahvatima (zagrtanjem) dospije u tlo, gubi zelenu boju, počne se granati, stvarati korijenove dlačice te može u cjelini ili djelomično postati funkcionalno odnosno vršiti apsorpciju hranjivih tvari (Rapčan, 2014.).

**Stabljika** – je sastavljena od članaka (internodija) i koljenaca (nodija), cilindrična, ispunjena srčikom odnosno parenhimom, visoka je i relativno debela. Na slici 3. prikazana je stabljika kukuruza.



Slika 3. Stabljika kukuruza  
(Izvor: Tomislav Rendulić)

Visina potpuno izrasle stabljike kreće se od svega 50 do 70 cm kod nekih kultivara na krajnjem sjeveru gdje se još uzgaja kukuruz, pa do 6-7 m kod nekih tropskih vrlo kasnozrelih formi kukuruza. Kod nas se visina stabljike kreće od oko 1 m kod nekih ranih, pa do 3 m kod najkasnijih hibrida u nizinskim područjima. Članci stabljike pokriveni su rukavcima listova u čijim se pazusima zameću točke rasta (pupovi) bočnih izdanaka. Iz ovih bočnih pupova na donjim, a posebno podzemnim koljencima mogu se razviti sekundarni izdanci slične građe kao i glavna stabljika, koji se kod kukuruza nazivaju zaperci. Formiranje zaperaka karakteristika je nekih skupina kukuruza i nekih hibrida, poglavito vrlo ranozrelih, ali i neki drugi čimbenici (uvjeti tla, gustoća sjetve, način i rok sjetve, dužina dana, intenzitet osvjetljenja) imaju utjecaja na formiranje zaperaka. Iz preostalih pazušnih pupova formiraju se začetci klipova od kojih se obično 1-5 potpuno razvije, a nalaze se oko sredine visine stabljike. Začetci se klipova mogu formirati i u pazusima listova na zapercima. Svaki članak

na kojem se zametne klip postaje užlijebljen uslijed pritiska, koji nastaje razvojem klipa (Rapčan, 2014.).

**Listovi** - prema mjestu gdje se zameću i nalaze, te prema svom značaju za biljku, dijele se na:

1. klicine listove
2. prave listove ili listove stabljike
3. listove omotača klipa ili listove "komušine".

Klicini listovi imaju svoje začetke u klici sjemena. Ima ih 5-7, a potpuno se razviju u prvih 10--15 dana nakon nicanja kukuruza. Tada imaju osnovni značaj u životu biljčica. Nakon što se formiraju pravi listovi, klicini listovi gube svoj značaj i veći dio ih propadne odnosno osuši se u prvom dijelu vegetacije. Pravi se listovi nalaze na stabljici (Slika 4.).



Slika 4. Pravi list kukuruza  
(Izvor: Tomislav Rendulić)

Na svakom se koljencu nalazi po jedan list pa njihov broj varira kao i broj koljenaca. Na stabljici su smješteni naizmjenično radi boljeg iskorištavanja svjetlosti. Najraniji hibridi u našim uvjetima formiraju 13-18 listova, srednje kasni 18-21, a kasni 21-25. Variranje broja listova pod utjecajem različitih temperatura kreće se u granicama  $\pm 1-2$  lista. Visoke temperature (20 - 24 °C) u ranim fazama porasta uvjetuju brže prolaženje faze formiranja začetaka listova, a posljedica toga je manji broj listova. To je i glavni razlog zašto kukuruz sijan u kasnim, naknadnim i postrnim rokovima sjetve ima manji broj listova nego kukuruz sijan u optimalnim rokovima sjetve. Idući od donjih ka gornjim listovima, njihova se površina kod potpuno izrasle biljke povećava do sredine visine stabljike (gdje se nalazi klip), a zatim se opet smanjuje prema vrhu. Srednji listovi imaju najveći značaj u nakupljanju suhe

tvari u zrnu. Ukupna površina svih pravih listova na jednoj biljci, računajući jednu stranu plojki, varira u ovisnosti o broju i veličini pojedinih listova i kod potpuno izrasle biljke iznosi 0,3 - 1,2 m<sup>2</sup>. Listovi omotača klipa ili listovi "komušine" razvijaju se na koljencima skraćenog bočnog izdanka, odnosno na dršci klipa. Budući da su koljenca na dršci klipa jako zbijena, listovi komušine čvrsto pokrivaju jedan drugog pa se, zbog toga, samo u vanjskim listovima komušine stvara klorofil. Listovi komušine imaju, prije svega, zaštitnu ulogu jer štite klip i zrna na njemu od uzročnika bolesti, štetnika, ptica i nepovoljnih vanjskih čimbenika (Rapčan, 2014.).

**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 (radnozrele sorte poodrijetlom sa sjevera).

Metlica - sastoji se od srednje osi ili glavne grane te postranih ili bočnih grana, čiji se broj najčešće kreće od 3 do 15 (Slika 5.) 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. Sastoji se od zadebljalog vretena (oklasak) na kojem se uzdužno u parnim redovima nalaze klasići sa ženskim cvjetovima (Slika 6.). 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 do 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 tučka (tzv. "svila") 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 njuške tučka, sposobna je izvršiti oplodnju. Njuška tučka je najčešće svijetlozelene boje, 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.



Slika 5. Metlica kukuruza  
(Izvor: Tomislav Rendulić)



Slika 6. Klip kukuruza  
(Izvor: Tomislav Rendulić)

**Plod** – je zrno (*caryopsis*), koje se počne formirati nakon oplodnje (Slika 7.). Kao i kod ostalih žitarica sastoji se od tri osnovna dijela: omotača ploda, endosperma i klice.

Omotač ploda (*pericarp*) je dio koji 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 se nalazi ispod pericarpa, a čine ga stanice koje su uglavnom ispunjene škrobom.

Klica je najvažniji dio ploda, 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 omotanim korijenovim omotačem, a na suprotnom kraju vršnim dijelom primarne stabljike ili pupoljkom.



Slika 7. Plod kukuruza  
(Izvor: Tomislav Rendulić)

### 3.1.2. Agroekološki uvjeti proizvodnje kukuruza

Kukuruz je jara kultura za čije uspješvanje su potrebni određeni agroekološki uvjeti. Naime, klimatski činitelji poput temperature zraka i tla, oborine (vode) i svjetlosti te kakvoća tla znatno određuju uzgoj ove kulture.

#### **Temperatura zraka i tla**

Kukuruz kao termofilna kultura ima velike potrebe za toplinom. Minimalna temperatura tla za klijanje sjemena kukuruza iznosi 8 °C. Pri toj temperaturi klijanje je vrlo sporo, pa se sa sjetvom počinje kad se tlo u sjetvenom sloju zagrije na više od 10 °C. Optimalna temperatura zraka za klijanje iznosi 32 °C. Ako se temperatura zraka smanji ispod 10 °C, kukuruz prestaje rasti. Slabo podnosi temperature ispod ništice. Temperature niže od -10 °C redovito dovode do propadanja biljaka. Kukuruz je relativno otporan na visoke temperature. Ipak, temperature više od 35 °C u vrijeme cvatnje oštećuju peludna zrnca, što dovodi do problema u oplodnji. Temperature iznad 48 °C uzrokuju prestanak rasta kukuruza. Korijenov sustav najintenzivnije se razvija pri temperaturi tla oko 23 do 25 °C, a nadzemni organi od 20 do 28 °C, ovisno o etapama razvoja kukuruza (Gagro, 1997.).

## **Voda**

Transpiracijski koeficijent kukuruza je nizak (250-270). Korijen je dobro razvijen te može crpiti vodu iz dubljih slojeva tla. Listovi mogu skupljati male količine vode, a u slučaju sušnog razdoblja oni se uvijaju i na taj način smanjuju gubitak vode preko lista. Da bi sjeme kukuruza moglo proklijati, treba upiti oko 45 % vode. Uz povoljnu temperaturu sjeme će klijati i nicati već pri vlažnosti tla od 70 do 80 % maksimalnog vodnog kapaciteta. Kada se vlažnost tla smanji ispod 10 % od maksimalnog vodnog kapaciteta, kukuruz prestaje rasti, a ako se vlažnost smanji ispod 7 % biljka će uvenuti (Gagro, 1997.). Kukuruz najviše vode treba u fazama cvatnje i oplodnje. Nedostatak vode može se osigurati navodnjavanjem ili natapanjem.

## **Svjetlost**

Kukuruz je biljka kratkog dana te za svoj rast i razvoj zahtjeva dosta svjetlosti. Vrlo je osjetljiv na zasjenjivanje i smanjeni intenzitet svjetlosti. Izbjegavanje pregustog sklopa, koji uzrokuje i zasjenjivanje srednje postavljenih, a osobito donjih listova, te stvaranje hibrida s uspravnim položajem listova, doprinosi boljem iskorištavanju svjetlosti od strane biljaka. Također, u agrotehnici pažnju trebamo posvetiti i uništavanju korova koji, osim što od biljke uzimaju hraniva i vodu, zasjenjuju biljku (Kovačević i Rastija, 2014.).

## **Tlo**

Najpogodnija tla za uzgoj kukuruza su plodna, duboka, propusna i rastresita tla, slabo kisele do neutralne reakcije, tla koja dobro drže i čuvaju vodu. Za kukuruz nisu pogodna teška, zbijena i glinasta tla s puno vlage i slabe propusnosti i prozračnosti. Takva tla potrebno je hidromelioracijama, agromelioracijama, kvalitetnom i pravilnom obradom osposobiti za normalnu proizvodnju, jer se samo u takvim tlima korijenov sustav dobro razvija, pa se potpuno ostvaruju učinci gnojidbe i povoljnih vremenskih uvjeta. Na lošijim tlima agrotehnika mora biti dobro osmišljena, pravodobna i potpuna. Pravilnom obradom, gnojdbom i njegom mogu se postići zadovoljavajući rezultati (Jurišić, 2008.).

### **3.1.3. Agrotehnika uzgoja kukuruza**

Sve agrotehničke mjere uzgoja kukuruz, trebaju biti pravodobne i prema pravilima struke, kako bi ova kultura polučila visoke i kvalitetne prinose.



### **Izbor hibrida**

Prilikom odabira hibrida potrebno je voditi računa o kakvoći sjemena, o prilagodbi hibrida na naše klimatske uvjete i prije svega o namjeni hibrida. Hibridi kukuruza se međusobno razlikuju prema duljini vegetacije, kakvoći, otpornosti na bolesti i štetnike, potencijalu rodosti i drugim svojstvima. Tako, na primjer, hibridi kraće vegetacije uglavnom postižu niže prinose, dok će kod hibrida duže vegetacije kakvoća silažne mase biti niža zbog preniskog udjela zrna.

### **Plodored**

Kukuruz kao jedna od dominantnih kultura na našim oranicama često se uzgaja u monokulturi. No, za postizanje visokih prinosa i smanjenju pojave korova i bolesti svakako je potrebno izbjegavati uzgoj u monokulturi. Prednosti uzgoja u plodoredu su višestruke, npr. smanjenje pojave korova i štetočina, posebno kukuruzne zlatice, te povećanje prinosa zrna.

Kukuruzu kao predusjev najviše odgovaraju jednogodišnje i višegodišnje leguminoze, krumpir, šećerna repa, suncokret, uljana repica i strne žitarice. Kukuruz može biti dobar i loš predusjev. Dobar predusjev je za većinu kultura, osim za šećernu repu, a loš predusjev je ako je kasna berba, pogotovo u jesenima s puno kiše. Herbicidi kojima je kukuruz tretiran, također su faktori koji ga mogu staviti u poziciju lošeg predusjeva, jer mogu ograničiti sjetvu za neke kulture.

### **Obrada tla**

Osnovna obrada tla provodi se prema sustavu za jare kulture, a značajno ovisi o predusjevu. Ako su predusjevi bile strne žitarice, uljana repica ili grašak tada se izvode tri oranja: oranje strništa na dubinu do 10 cm, ljetno oranje na dubinu do 20 cm te u jesen slijedi duboko oranje na dubini od 30-35 cm. Prema navodima Hrgovića (2007.), jesensko 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. U proljeće, kada se tlo prosuši, drljačama se obavlja zatvaranje zimske brazde kako bi se spriječio gubitak vode. Sjetvena priprema tla obavlja se sjetvospremačima.

## **Gnojidba**

Gnojidba ovisi o planiranom prinosu, plodnosti tla te uvjetima proizvodnje. Za pravilnu, ekonomičnu i ekološki prihvatljivu gnojidbu, potrebno je napraviti analizu tla. Za dobre prinose kukuruza na srednje plodnim tlima potrebno je gnojidbom primijeniti 150-200 kg/ha dušika 100-130 kg/ha fosfora ( $P_2O_5$ ) i 120-180kg/ha kalija ( $K_2O$ ) (Stojić, 2009.). Gnojidbu se provodi u nekoliko navrata i to najčešće istovremeno s izvođenjem ostalih agrotehničkih zahvata. S obzirom na vrijeme unošenja gnojiva u tlu razlikujemo: osnovnu gnojidbu, predstjetvenu gnojidbu, startnu gnojidbu i prihranu. Osnovna gnojidba izvodi se u jesen ili tijekom zime te se u njoj ide na povećanje fosfora i kalija, dok je unos dušika oko 1/3 u ukupne količine. Predstjetvena gnojidba izvodi se u proljeće, prije same sjetve. U ovoj gnojidbi, u tlo se unose preostale količine fosfornih i kalijevih gnojiva te oko 50-70 % dušika. Također, u ovoj se gnojidbi koriste gnojiva s podjednakim sadržajem hranjiva, primjerice, NPK 15:15:15. (Đurkić, 1985.). Startna gnojidba izvodi se zajedno sa sjetvom tako da ulagači gnojiva postavljaju gnojivo 5-8 cm u stranu od sjemena i oko 3-5 cm ispod sjemena. Tako se hraniva nalaze u blizini tek razvijenog korijena i biljka ih odmah koristi za brži rast. Startna gnojidba često se izbjegava, jer ona opterećuje i usporava sjetvu (Gagro, 1997.). Tijekom vegetacije kukuruz prihrana usjeva se najčešće provodi u dva navrata. Prva prihrana izvodi se kada je kukuruz u fazi 3-5 listova, a druga u fazi 7-9 listova. Moguće je izvesti i treću prihranu prije faze metličanja ili u početku metličanja folijarno i avionima. U prihrani se najčešće koriste dušična gnojiva (KAN, urea) te kompleksna gnojiva naglašene dušične komponente.

## **Sjetva**

Sjetva je jedan od najvažnijih koraka u proizvodnji kukuruza koju treba obavljati u optimalnom agrotehničkom roku. Ova agrotehnička operacija započinje kada se temperatura sjetvenog sloja poveća na 10 °C. U našim krajevima, u istočnom dijelu Hrvatske, sjetva se obavlja između 10. i 25. travnja. Rana sjetva kukuruza ima niz prednosti. Njome se osigurava ranije klijanje i nicanje sjemena kukuruza, bolje korištenje zimske vlage, ranije metličanje, svilanje, cvatnja i oplodnja te se izbjegavaju velike vrućine i suh zrak u najosjetljivijim fazama razvoja biljaka. Kukuruz dozrijeva ranije i potpunije, a sve to utječe na povećanje količine i kakvoće priroda. Međutim, treba napomenuti kako rana sjetva nosi i određene rizike zbog mogućnosti pojave zakašnjelih mrazeva (Jović, 2019.). Dubina sjetve iznosi 5-7 cm. Razmak između redova iznosi 70 cm, a unutar reda ovisi o vegetacijskoj skupini hibrida i namjeni. Kukuruz se može uzgajati i kao postrni usjev. Za proizvodnju vlažnog zrna i klipa

u naknadnim rokovima sjetve do prve dekade lipnja mogu se uspješno uzgajati hibridi FAO skupina 200 i 300 uz zadržavanje kakvoće, ali niže prinose, u usporedbi s onima iz optimalnog roka sjetve (Svečnjak i sur., 2007.). Gustoće sklopa u berbi kukuruza prema hibridima različitih vegetacijskih skupina dozrijevanja prikazane su u Tablici 4. Kod uzgoja namijenjenog za proizvodnju silaže od cijele stabljike kukuruza gustoće sklopa trebaju biti veće za 10 %.

Tablica 4. Potrebne gustoće sklopa za hibride različitih vegetacijskih skupina dozrijevanja

Vegetacijska skupina dozrijevanja hibrida kukuruza	Gustoća sklopa u berbi (biljaka po hektaru)
100	70.000 – 90.000
200 i 300	65.000 – 80.000
400 i 500	50.000 – 70.000
600 i 700	40.000 – 55.000

(Izvor: Poveznica 1.)

### Zaštita kukuruza

Zaštita kukuruza se sastoji od zaštite od korova, bolesti i štetnika. Suzbijanje korova u kukuruzu jedna je od obaveznih i najvažnijih agrotehničkih mjera. Korovi kukuruzu zauzimaju prostor, hranjive tvari, svjetlosti, vodu te otežavaju njegov rast i razvoj. Također, smanjuju prinos kukuruza stoga je izuzetno važno suzbiti korove tijekom prvih 3-5 tjedana nakon nicanja kukuruza. U borbi protiv korova koristimo kemijska sredstva (herbicide) te mehaničke mjere pomoću tanjurače, drljače, sjetvospremača, kultivatora, a nakon sjetve rotacijskim kopačicama ili međurednim kultivatorima. Čosić i sur. (2008.) navode kako je kod izbora herbicida potrebno obratiti pažnju na ograničenja primjene u odnosu na fazu rasta i kukuruza i korova. Najčešći korovi u kukuruzu su sljedeći: koštan (*Echinochloa crus-galli*), divlji sirak (*Sorghum halepense*, Slika 8.), europski mračnjak (*Abutilon theophrasti*), vrste roda loboda (*Chenopodium sp.*), vrste roda osjak (*Cirsium sp.*), vrste roda šćir (*Amaranthus sp.*) i dr.



Slika 8. Divlji sirak  
(Izvor: Poveznica 4.)

Pojava bolesti u uzgoju kukuruza nije česta i intenzivna, pa zbog toga nema potrebe za kemijskim suzbijanjem. Osnovna mjera u borbi protiv bolesti su plodored i sjetva najotpornijih hibrida. Najčešće bolesti u kukuruзу su: siva pjegavost kukuruza (*Helminthosporium turcicum*, Slika 9.), mjeurasta snijet kukuruza (*Ustilago maydis*) i fuzarioze kukuruza (*Fusarium sp.*). Najznačajniji štetnici u kukuruзу su kukuruzni moljac (*Ostrinia nubilalis*), kukuruzna zlatica (*Diabrotica virgifera virgifera*, Slika 10. ) i žičnjak (*Agriotes ustulatus*). Uzgojem kukuruza u dovoljno širokom plodoredu i korištenjem insekticida uvelike smanjujemo rizik od jakih napada štetnika.



Slika 9. Siva pjegavost kukuruza  
(Izvor: Poveznica 5.)



Slika 10. Kukuruzna zlatica  
(Izvor: Poveznica 6.)

#### 3.1.4. Silaža kukuruza

Silaža je zeleno, sočno ili vodenasto krmivo konzervirano spontanom mliječno-kiselim vrenjem. U postupku siliranja sudjeluje nekoliko vrsta mikroorganizama:

- bakterije mliječno-kiselog vrenja – svojim enzimima razgrađuju šećer do mliječne kiseline; što se bakterije brže razvijaju, oslobađaju su veće količine mliječne kiseline, brže se smanjuje pH vrijednost, proces siliranja kraće traje, pa su i manji gubici hranjivih tvari;

- bakterije octeno-kiselog vrenja – razgrađuju ugljikohidrate do octene kiseline i alkohola; aktivnije su u početnoj fazi siliranja zbog prisustva kisika; octena kiselina manje je poželjna od mliječne;

- bakterije maslačno-kiselog vrenja – razgrađuju ugljikohidrate do maslačne kiseline, vodika i ugljik-dioksida (CO<sub>2</sub>); nepoželjne su u procesu siliranja, jer ukazuju na loš postupak;

- bakterije Coli-aerogenes – njihova prisutnost označava opsežnije kvarenje silaže; uzrokuju probavne smetnje i intoksikaciju životinja; označavaju sve aerobne ili fakultativno anaerobne, gram negativne, asporogene bakterije štapićastog oblika, koje proizvode kiselinu i ga s iz laktoze; glavni članovi su *Escherichia coli* i *Aerobacter aerogenes*;

- plijesni – razvijaju se na površini silaže zbog aerobnih uvjeta; njihov razvoj povećava opasnost od mikotoksina;

- gljivice – uzrokuju alkoholno vrenje; troše kisik, pa povoljno djeluju na razvoj bakterija mliječno-kiselog vrenja; manja količina alkohola daje silaži dobru aromu, pa je životinje rado jedu; veća količina alkohola nije poželjna.

Još prije 40-ak godina McDonald (1982.) navodi da se praksa očuvanja zelenih usjeva fermentacijom kao silaža dramatično povećala. Jasnije razumijevanje uključenih bioloških procesa pomoglo je smanjiti rizik od pojave neželjenih vrenja (fermentacija) u silosu, što je rezultiralo proizvodom visoke hranjive vrijednosti.

Optimalni uvjeti siliranja su šećerni minimum (količina šećera u krmivu koja je potrebna da se oslobodi toliko mliječne kiseline koliko je potrebno da se pH spusti ispod 4,2), anaerobni uvjeti (prekidanje oksidacijskih procesa i omogućavanje razvoja anaerobnih bakterija tj. bakterija mliječno-kiselog vrenja), količina vode (u cijeloj biljci kukuruza treba biti 65-70 % vode, a u klipu ili zrnju kukuruza 28-35 %), temperatura (25-35 °C), svježina i čistoća silažne mase (što su veće, to bolje) (Glavić, 2011.). Dodavanje inokulanata silaži smanjuje zagrijavanje, poboljšava aerobnu stabilnost te općenito kakvoću silaže (Poveznica 3.). Gubici hranjivih tvari pri siliranju su relativno mali, a mogu nastati pri košnji, zbog fermentacije, zbog cijedenja soka, zbog površinskog kvarenja mase ili zbog naknadne fermentacije. Dobra silaža je žućkaste ili smeđe-zelene boje, ugodnog kiselkastog mirisa i tvrde teksture, jer prevladavaju bakterije mliječno-kiselog vrenja (Slika 11.). Promijenjena boja, miris (gorak, po octu, po spaljenom kruhu, po duhanu ili po plijesni) i tekstura (mekana, gnjecava, sluzava, suha, lako lomljiva ili se cijedi) znakovi su loše silaže.



Slika 11. Dobra silaža kukuruza  
(Izvor: Poveznica 7.)

### 3.1.5. OPG „Vladimir Rendulić“ Strizivojna

Obiteljsko poljoprivredno gospodarstvo „Vladimir Rendulić“ nalazi se u općini Strizivojna, Osječko-baranjska županija. Općina Strizivojna jedna je od 35 općina na području Osječko-baranjske županije. Smještena je u jugoistočnom dijelu županije i prostire se na površini od 36,26 km<sup>2</sup>, što čini 0,9 % površine županije. Općina Strizivojna tek svojom sjevernom granicom graniči s prostorom Osječko-baranjske županije, odnosno gradom Đakovom, dok je na jugozapadu i jugoistoku okružena prostorom Brodsko-posavske županije, odnosno općinama Vrpolje, Velika Kopanica i Gundinci. Na istoku odnosno sjeveroistoku općina Strizivojna okružena je područjem Vukovarsko-srijemske županije, općinom Stari Mikanovci. Ovo obiteljsko poljoprivredno gospodarstvo osnovano je 5. ožujka 2019. godine i upisano u sustav PDV-a u kojem je obavezno vođenje poslovne knjige na temelju primitaka i izdataka. Glavna grana gospodarstva je uzgoj tovnje junadi i tovnih svinja, čija hranidba se temelji na ratarskim kulturama. Sva proizvedena stočna hrana na obiteljskom gospodarstvu pretežno je namijenjena hranidbi stoke, a vrlo malo se izlaže tržištu žitarica. Na gospodarstvu se nalazi pet objekata namijenjenih za tov junadi u kojima se nalazi oko 100 grla junadi. Također, gospodarstvo posjeduje i dva manja objekta namijenjenih za tov svinja u kojem se nalazi oko 70 svinja za tov i 4-6 rasplodnih krmača te manji objekt za pripremu stočne hrane. Ukupna obradiva površina gospodarstva iznosi 41 ha, od kojih je 20 ha u vlasništvu gospodarstva, 12 ha državnog zemljišta i 9 ha u zakupu. Kulture koje su zastupljene na navedenim površinama su: pšenica, ječam, lucerna i kukuruz (silažni i za zrno). Od navedenih kultura, najviše zasijane površine pripada kukuruзу (25 ha) kojeg se na gospodarstvu sprema u obliku silaže, suhog zrna kukuruza (cijelog i mljevenog). Od potrebitih mehanizacija gospodarstvo posjeduje slijedeće: traktore (*IMT 539, Massey Ferguson 5465 Dyna 4, ZETOR 5320, RUS-42, Torpedo special 9006, Renault 180-94 tz*), utovarivač *Kramer Allrad 680*, prešu *CLAAS ROLLANT 46*, kombajn *ZMAJ 142* s adapterima, trobrazdni plug *Landsberg*, prskalicu *MIO* zapremnine 400 l, silokombajn *MENGELE 300*, rotacijsku kosilicu *Z O42*, rasipač *PRECIS-KUHN 2000*, sijačice *NODET* i *HASIJA*, tanjuraču *OLT* s 28 diskova, tešku drljaču zahvata 4,8 m, mješalicu stočne hrane *KUHN EUROMIX I*, četveroredni kultivator za kukuruz *IMT*, razbacivač i skupljač *FAHR*, cisternu za stajski gnoj *CREINA*, traktorske prikolice, mlin i postrojenje za miješanje hrane.

### 3.1.6. Vremenski uvjeti u području istraživanja

Istraživanje je provedeno u Strizivojnoj (Osječko-baranjska županija) tijekom 2019. i 2020. godine. Prema Köppenu (Šegota i Filipčić, 2003.), najveći dio Hrvatske ima umjereno toplu kišnu klimu, s tim da istočni dio zemlje ima umjereno toplu vlažnu klimu s toplim ljetom (srednja temperatura zraka najtoplijeg mjeseca u godini niža je od 22 °C). Praćena su dva izuzetno važna klimatska pokazatelja (srednja mjesečna temperatura zraka i ukupna mjesečna oborina), prema kojima su se godine istraživanja razlikovale međusobno, u odnosu na višegodišnji prosjek ovih pokazatelja u dugogodišnjem razdoblju (1999.-2018. godine) te u odnosu na prosjek za šire područje u još većem vremenskom razdoblju (1899.-2019.). U Tablici 5. prikazane su srednje mjesečne temperature zraka i ukupna mjesečna oborina za 2019. i 2020. godinu te višegodišnji prosjek (1999.-2019.) za meteorološku postaju Đakovo te za još veće vremensko razdoblje (1899.-2019.) za meteorološku postaju Osijek.

Klimatsko područje kojem pripada Osijek okarakterizirano je prosječnom srednjom mjesečnom temperaturom zraka od 11,08 °C i ukupnom godišnjom oborinom od 693,7 mm (1899.-2019. godina). Usporedbom podataka iz Tablice 4. vidljivo je povećanje u prosječnoj srednjoj temperaturi zraka za 1 °C te povećanje ukupne godišnje oborine od 63,8 mm u višegodišnjem razdoblju (1999.-2019.) u odnosu na veće vremensko razdoblje od 120 godina. Godine istraživanja (2019. i 2020.) su bile toplije od ova dva prosjeka, s prosječnom temperaturom zraka od 13,13 °C i 12,71 °C. Što se tiče oborine u ove dvije godine, vidljivo je odstupanje od 19- i 120-godišnjeg prosjeka te velika razlika između godina istraživanja. Tako prosjeka, za 135,4 mm od 120-godišnjeg prosjeka i za čak 228,3 mm više od 2020. godine.

Usporedbom srednje mjesečne temperature zraka kroz mjesece vegetacije kukuruza vidljiva su veća ili manja odstupanja ovih vrijednosti, u godinama istraživanja (19,58 °C u 2019. i 19,04 °C u 2020.) te prosječno (19,28 °C za 19-godišnji prosjek i 183,16 °C za 120-godišnji prosjek). U travnju 2019., 2020. i u višegodišnjem prosjeku (1999.-2018.) srednja temperatura zraka bila je gotovo jednaka, ali u odnosu na 120-godišnji prosjek viša za više od 1 °C. Svibanj u obje godine istraživanja je bio hladniji za više od 3 °C odnosno 2 °C u odnosu na 19-godišnji prosjek, dok ta razlika u odnosu na 120-godišnji prosjek iznosi oko 2 °C odnosno 1 °C. U lipnju 2020. srednja temperatura zraka iznosi 20,6 °C, što je niže od 2019. godine i 19-godišnjeg prosjeka (za 3 °C i 0,3 °C), ali više od 120-godišnjeg prosjeka ((za 0,7 °C). Srpanj u prvoj (23,0 °C) i drugoj (22,7 °C) godini istraživanja je prema srednjoj mjesečnoj temperaturi zraka sličan prosjeku od 1999.-2018. godine (22,8 °C), što je

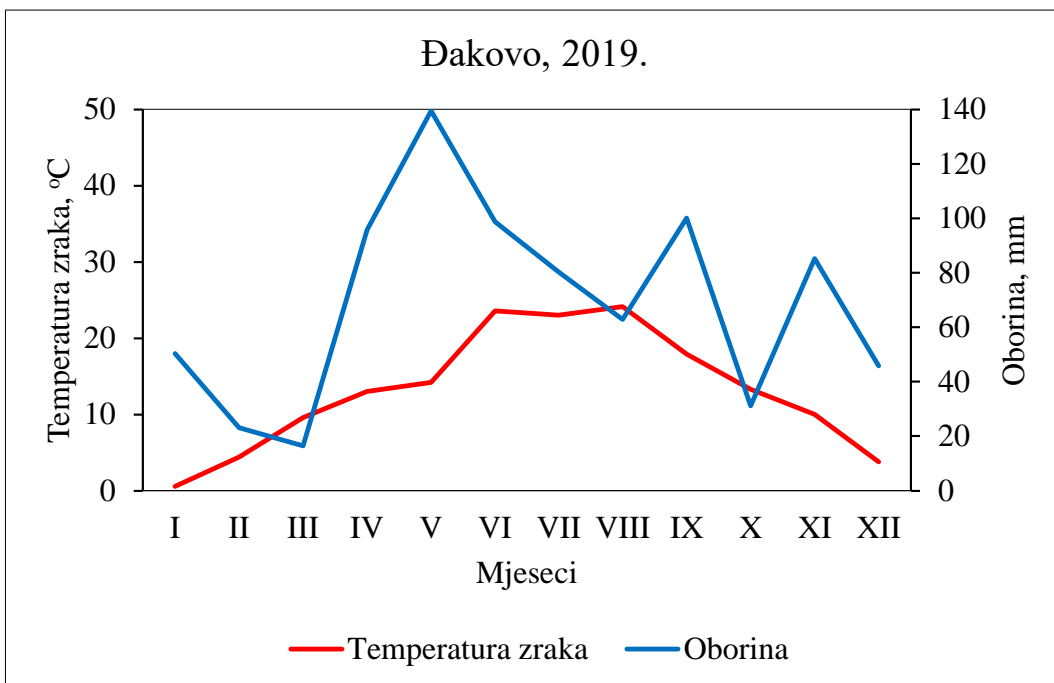


ipak niže od 120-godišnjeg prosjeka (21,7 °C). Srednja mjesečna temperatura zraka u kolovozu pokazuje povećanje u 19-godišnjem prosjeku (za 0,3 °C), u 2020. (za 2,8 °C) i 2019. (3,1 °C) u odnosu na prosjek od 1899.-2019. godine (21,0 °C). Ukupne mjesečne oborine kroz mjesec vegetacije kukuruza u 2019. iznose 477,1 mm, što je povećanje u odnosu na 19- i 120-godišnji prosjek (za 135,8 i 145,3 mm), dok je druga godina bila sušnija u odnosu na prosjeke za 69,1 i 59,6 mm te posebno prvu godinu istraživanja za 204,9 mm. Na Grafikonima 1.-4. prikazani su klimagrami prema Walteru za godine istraživanja i višegodišnje prosjeke (19-godišnji za Đakovo i 120-godišnji za Osijek). Za prvu godinu istraživanja uočavaju se manje izrazita sušna razdoblja u ožujku i kolovozu (Grafikon 1.), dok je izraženo vlažno razdoblje od travnja do srpnja. Slijedeće godine (Grafikon 2.) sušna razdoblja su nešto izraženija (u travnju te od srpnja do rujna), a vlažna razdoblja su uočljiva u prva tri mjeseca godine te u srpnju i listopadu. Grafikoni 3. i 4. pokazuju da se razdoblja vlažnosti i sušnosti poklapaju uz manja odstupanja.

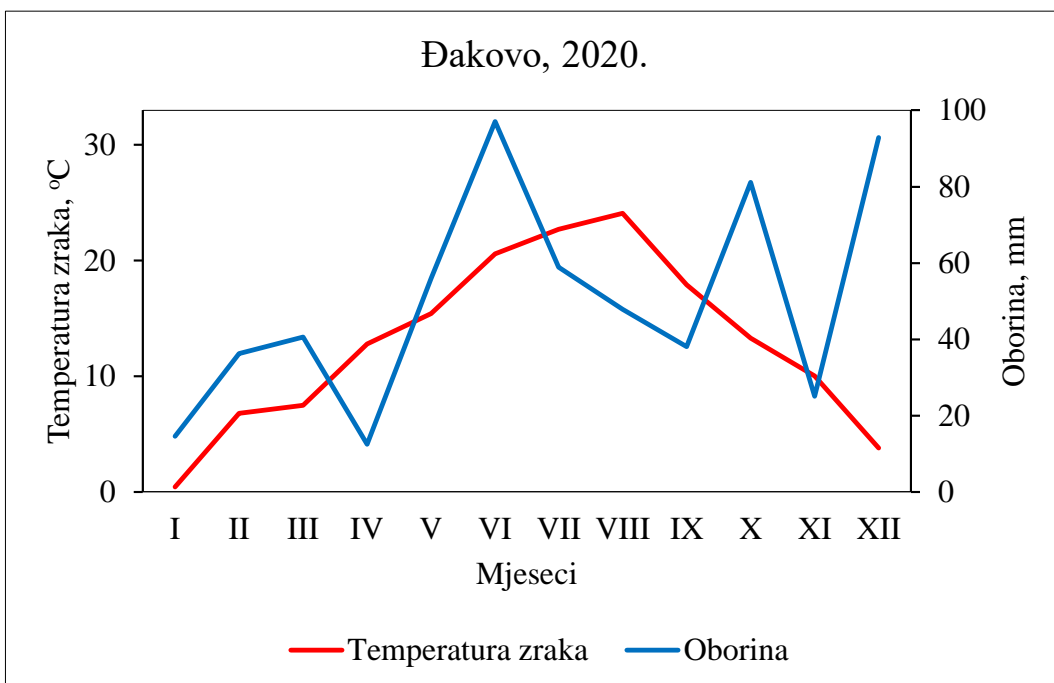
Tablica 5. Srednje mjesečne temperature zraka i ukupna mjesečna oborina za 2019. i 2020. godinu te višegodišnji prosjek (1999.-2019.) za meteorološku postaju Đakovo te za još veće vremensko razdoblje (1899.-2019.) za meteorološku postaju Osijek.

Mjesec	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
<b>Srednja mjesečna temperatura zraka, °C</b>													Prosjek
<b>2019.</b>	0,6	4,4	9,6	<b>13,0</b>	<b>14,2</b>	<b>23,6</b>	<b>23,0</b>	<b>24,1</b>	17,9	13,3	10,0	3,8	13,13
<b>2020.</b>	0,4	6,8	7,5	<b>12,8</b>	<b>15,4</b>	<b>20,6</b>	<b>22,7</b>	<b>23,8</b>	19,2	12,7	6,4	4,2	12,71
<b>1999.-2018.</b>	0,8	2,6	7,5	<b>12,9</b>	<b>17,5</b>	<b>20,9</b>	<b>22,8</b>	<b>22,3</b>	17,0	12,0	6,8	1,8	12,08
<b>1899.-2019.</b>	-0,6	1,3	6,3	<b>11,6</b>	<b>16,6</b>	<b>19,9</b>	<b>21,7</b>	<b>21,0</b>	16,7	11,3	5,8	1,4	11,08
<b>Ukupna mjesečna oborina, mm</b>													Ukupno
<b>2019.</b>	50,3	23,2	16,5	<b>95,8</b>	<b>139,5</b>	<b>98,7</b>	<b>80,3</b>	<b>62,8</b>	100,0	31,1	85,1	45,8	829,1
<b>2020.</b>	14,6	36,3	40,6	<b>12,5</b>	<b>55,9</b>	<b>97,0</b>	<b>58,9</b>	<b>47,9</b>	38,1	81,1	25,0	92,9	600,8
<b>1999.-2018.</b>	56,7	54,2	51,7	<b>52,8</b>	<b>73,1</b>	<b>87,0</b>	<b>62,5</b>	<b>65,9</b>	74,7	61,8	59,9	57,2	757,5
<b>1899.-2019.</b>	45,4	42,6	45,4	<b>57,9</b>	<b>70,9</b>	<b>82,7</b>	<b>61,3</b>	<b>59,0</b>	55,7	59,3	59,8	53,7	693,7

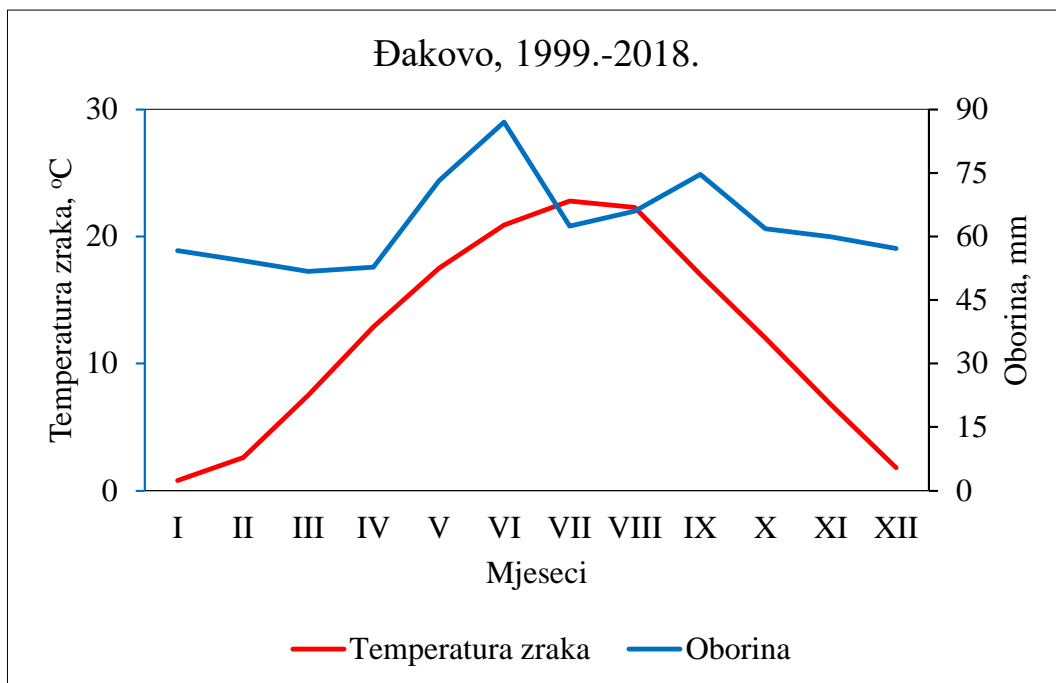
Napomena: Srednje mjesečne temperature zraka i ukupna mjesečna oborina za mjesec vegetacije kukuruza su boldirane.



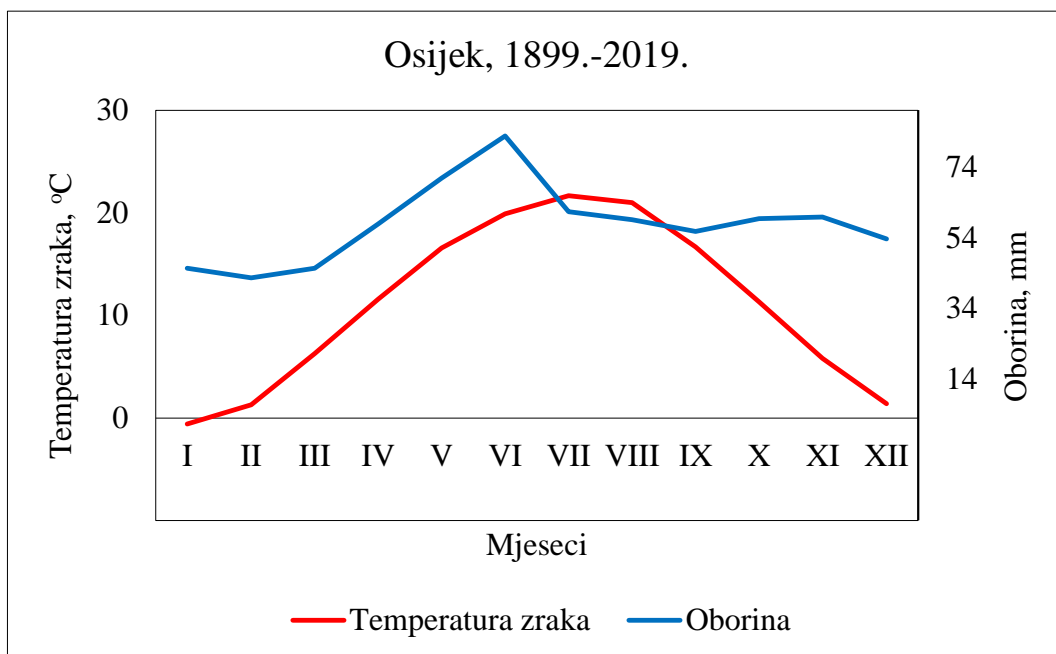
Grafikon 1. Klimagram za Đakovo za 2019. godinu



Grafikon 2. Klimagram za Đakovo za 2020. godinu



Grafikon 3. Klimagram za Đakovo za razdoblje od 1999.-2018. godine



Grafikon 4. Klimagram za Osijek za razdoblje od 1899.-2019. godine

Ovo područje pripada Đakovačkom ravnjaku nadmorske visine 80-110 m. Ovdje se nalaze deblje i prostranije naslage kopnenog lesa pogodnog nagiba, što uvjetuje dobre fizikalne i kemijske značajke tla. Aluvijalni (naneseni) sedimenti rijeke Save sadržavaju

pretežno prah i glinu, a samo u manjoj mjeri i sporadično pijesak i šljunak. Tla su uglavnom okarakterizirana kao lesivirana (Vidaček i sur., 1997.). Javljaju se u humidnim klimatskim prilikama s povećanom količinom oborine, što pogoduje površinskom ispiranju (lesivaži). Matični supstrat je ilovaste teksture s više od 10 % gline ili rahle stijene (Vukadinović i Vukadinović, 2011.). Humusni sloj (A horizont) kod prirodnih tala je pjeskovita ili prašakasta ilovača, mrvičaste do orašaste strukture, debljine 5-7 cm, a sadržaj humusa 2-4 %. Eluvijalni (E) horizont je debljine 20-30 cm, lakše teksture, slabije stabilne graškaste strukture ili bestrukturan, pH iznosi 5-6. Iz eluvijalnog horizonta karakteristično je ispiranje čestica gline u iluvijalni horizont. Iluvijalni horizont (Bt) je debljine 30-50 cm, pH iznosi 6,0-6,5, orašaste do sitno grudaste strukture i teže teksture od prethodnog sloja, jer se u njega ispiru čestice gline. Ova tla su malo porozna u oraničnim i pod-oraničnim horizontima, osrednjeg kapaciteta tla za vodu i vrlo malog kapaciteta tla za zrak te jake zbijenosti. Opskrbljenost tla biljci pristupačnim fosforom i kalijem u oraničnom horizontu je dobra, dok opskrbljenost pod-oraničnih horizonata varira od vrlo niske do dobre opskrbljenosti (Zebec, 2015.). Dubokim oranjem (barem do 40 cm) izmiješat će se A, E i djelomično Bt horizont, što će smanjiti zbijenost, poboljšati vodopropusnost i usporiti acidifikaciju. S obzirom na nedostatke količine hraniva preporučljivo je duboko oranje kombinirati s visokim dozama dušičnih i fosfornih gnojiva, a za neke kulture i kalijevim gnojivima (Vukadinović i Vukadinović, 2011.).

## 4. REZULTATI

### 4.1. Plodored

Na obiteljskom poljoprivrednom gospodarstvu predusjev kukuruza je prve godine istraživanja (2019. godine) bila lucerna, a druge godine (2020. godine) pšenica.

### 4.2. Obrada tla i gnojidba za uzgoj kukuruza

Obrada tla za kukuruz na površinama obiteljskog gospodarstvu obavljena je u vidu osnovne i dopunske obrade tla. Sukladno višegodišnjoj praksi, osnovna obrada tla odnosno oranje obavljano je u prvoj polovici studenog na dubinu 30-35 cm. Dubokim oranjem 2019. godine izvršeno je unošenje biljnih ostataka prethodnog usjeva i gnojiva formulacije NPK 0:20:30 u dozi od 250 kg/ha i uree u dozi od 100 kg/ha. Sljedeće godine ovim oranjem izvršeno je zaoravanje biljnih ostataka i unošenje gnojiva formulacije NPK 0:20:30 u dozi od 200 kg/ha i uree u dozi od 150 kg/ha (Tablica 5.) trobrazdnim plugom marke *Landsberg* radnog zahvata 1,1 m koji je agregatiran na traktor *Massey Ferguson Dyna 4*. Kako navode Bašić i Herceg (2010.), glavni zadatak osnovne obrade tla je obrada do dubine u kojoj će se razviti korijenov sustav sa zadaćom da se tlo prorahli i omogući gnojidba. Sljedeći zahvat koji je izvršen nakon zime u proljeće je zatvaranje zimske brazde s ciljem da se zadrži vlaga nakupljena tijekom zimskog razdoblja odnosno da se spriječi njezino isparavanje. Zatvaranje zimske brazde na gospodarstvu izvršeno je početkom ožujka obje godine prohodom teškom drljačom s četiri krila, zahvata 4,8 m zajedno s dva para letvastih valjaka koji dobro usitnjavaju i poravnavaju tlo. Početkom travnja obavljena je predsjetvena priprema tla (Slika 12.) s dva prohoda istom teškom drljačom na dubini od 8-10 cm kojom se u 2019. godini inkorporirano 150 kg/ha uree i 250 kg/ha NPK 15:15:15 formulacije (Slike 13. i 14.), dok je u 2020. godini inkorporirano 200 kg/ha uree i 300 kg/ha NPK 15:15:15 formulacije (Tablica 6.). Pripremom tla za sjetvu stvoren je pogodan sjetveni sloj kojim su osigurani optimalni uvjeti za sjetvu kukuruza.

Tablica 6. Prikaz mineralnih gnojiva unesenih oranjem zimske brazde i predsjetvenom pripremom tla u 2019. i 2020. godini

Mineralno gnojivo	Godina	Primjena u jesen, kg/ha	Primjena u proljeće, kg/ha	Ukupno gnojiva, kg/ha
NPK 0:20:30	2019.	250	-	250
UREA N 46 %	2019.	100	150	250
NPK 15:15:15	2019.	-	250	250
<b>Ukupno</b>		<b>350</b>	<b>400</b>	<b>750</b>
NPK 0:20:30	2020.	200	-	200
UREA N 46 %	2020.	150	200	350
NPK 15:15:15	2020.	-	300	300
<b>Ukupno</b>		<b>350</b>	<b>500</b>	<b>850</b>

(Izvor: Tomislav Rendulić)



Slika 12. Predsjetvena priprema tla  
(Izvor: Tomislav Rendulić)



Slika 13. Predsjetvena gnojidba  
(Izvor: Tomislav Rendulić)



Slika 14. Urea i KAN  
(Izvor: Tomislav Rendulić)

### 4.3. Sjetva kukuruza

Odabir hibrida kukuruza prvi je i izuzetno važan korak u sjetvi ove kulture. Na površinama ovog obiteljskog gospodarstva u dvije godine istraživanja (2019. i 2020.) uzgajani su ovi hibridi:

1.) *SY Andromeda*, Syngenta – zuban, FAO skupine 590, namjene za proizvodnju zrna, iako daje vrhunske prinose silaže cijele biljke i zrna (Slika 15.). Ovo je hibrid s najvišim stupnjem učinkovitog iskorištenja vode. Početkom pune zriobe brzo otpušta vlagu. Ima stabilnu i čvrstu stabljiku koja ne poliježe. Vrlo je otporan na različite bolesti klipa. U ranim rokovima sjetve daje odlične rezultate, ali se i preporuča za kasnije rokove sjetve kao i za proizvodnju silaže visoke kakvoće.

2.) *SY Zoan*, Syngenta – zuban, FAO skupine 580, namijenjen za proizvodnju zrna i silaže (Slika 16.). Izrazito robusnog klipa i dubokog zrna, visoke i čvrste stabljike. Najbolje rezultate postiže na dobrim tlima uz dobru agrotehniku, jer se tako iskorištava njegov puni potencijal. Preporuča se za proizvodnju visoko vlažnog zrna te silaže cijele biljke.



Slika 15. SY ANDROMEDA  
(Izvor: Tomislav Rendulić)

Slika 16. SY ZOAN  
(Izvor: Tomislav Rendulić)

Sjetva kukuruza na površinama ovog obiteljskog gospodarstva provedena je od 10.-15. travnja 2019. te od 8.-10. travnja 2020. godine hibridom SY Andromeda na 4 ha i hibridom SY Zoan na 4 ha. Sjeme oba hibrida pakovano je prema kalibraciji, koja iznosi između 7,75 i 9,75

mm na 25 000 zrna, što znači da se vrećice razlikuju prema kilaži. Kako je u sjetvi obje godine istraživanja utrošeno tri vrećice svakog hibrida, probno su izvagane nasumično odabrane tri vrećice, koje su težile 8,22 kg, 8,26 kg i 8,11 kg. Traktor *Torpedo special 9006* agregatiran je pneumatskom sijačicom *NODET* radnog zahvata 4 m (Slika 17.), s međurednim razmakom 70 cm i razmakom unutar reda od 19 cm. Dubina sjetve je iznosila 6-7 cm, a brzina 10-12 km/h. Ostvareni sklopovi hibrida u obje godine istraživanja iznosili su:

- 76.000 biljaka/ha za hibrid *SY Andromeda* i
- 75.500 biljaka/ha za hibrid *SY Zoan*.



Slika 17. Sjetva kukuruza  
(Izvor: Tomislav Rendulić)

#### 4.4. Zaštita i njega kukuruza

Nakon nicanja usjeva do faze rasta od maksimalno tri lista kukuruza zaštita protiv korova u obje godine istraživanja izvršena je herbicidom *ADENGO* (Bayer) u dozi od 0,45 l/ha na 250 l/ha vode (Slika 18.). Herbicid je apliciran prskalicom *MIO Standard* zapremine 600 l i radnog zahvata od 12 m, koja je agregatirana na traktor *Torped special 9006*. Apliciranjem ovog zaštitnog sredstva uklonjeni su svi jednogodišnji širokolisni i uskolisni korovi.

Njega usjeva u obje godine istraživanja sastojala se od prihrane mineralnim gnojivima i kultivacije. Kultivacija usjeva izvršena je kada u biljke kukuruza bila dovoljno visoke da se



izbjegne zagrtanje mladih biljčica. Ovim neophodnim zahvatom razbijena je pokorica, uništeni iznikli korovi između redova, omogućeno bolje nakupljanje vode, povećano prozračivanje tla i spriječen gubitak vlage. Kultivacija i prihrana kukuruza mineralnim dušičnim gnojivima u obje godine istraživanja na ovom obiteljskom gospodarstvu izvršene su sa traktorom *Torpedo special 9006* s agregatiranim *IMT* četverorednim kultivatorom s kutijama za gnojivo i radnim tijelima (Slika 16.). Prve prihrane izvršavane su u fazi 3-4 lista, smanjenom brzinom prohoda od 5-6 km/h radi sprječavanja zagrtanja mladih biljčica, dok je druga prihrana izvršena u fazi 5-6 listova. U prvoj prihrani 2019. godine uz biljku je primijenjeno 150 kg/ha granuliranog KAN-a i 50 kg/ha uree. U drugoj prihrani primijenjeno je 250 kg/ha granuliranog KAN-a i 50 kg/ha uree. Za razliku od 2019. godine, prva prihrana druge godine istraživanja iznosila je 250 kg/ha granuliranog KAN-a, dok je u drugoj prihrani primijenjeno 200 kg/ha granuliranog KAN-a i 50 kg/ha uree.



Slika 18. Kultivacija i prihrana kukuruza  
(Izvor: Tomislav Rendulić)

Nakon što je kukuruz razvio 6-8 listova izvršena je folijarna gnojidba. Folijarna gnojiva su brzo-djelujuća i omogućuju biljci lakše prevladavanje nepovoljnih klimatskih uvjeta. Godine 2019. folijarna gnojidba na kukuruzu je izvršena tekućom formulacijom *YaraVita THIOTRAC* (Slika

19.) u dozi 5 l/ha na 200 l/ha vode. U 2020. godini folijarna gnojidba obavljena je drugom formulacijom tekućeg gnojiva, *YaraVita ZEATREL* (Slika 20.) u dozi 4 l/ha na 200 l/ha vode, kako je prikazano za prihrane u Tablici 7.

Tablica 7. Prikaz prihrana na OPG „Vladimir Rendulić“ u 2019./20. godini

Mineralno i folijarno gnojivo	Godina	Prva prihrana	Druga prihrana	Ukupno
<i>KAN 27 % N</i>	2019.	150 kg/ha	250 kg/ha	400 kg/ha
<i>UREA N 46 %</i>	2019.	50 kg/ha	50 kg/ha	100 kg/ha
<i>KAN 27 % N</i>	2020.	250 kg/ha	200 kg/ha	450 kg/ha
<i>UREA N 46 %</i>	2020.	-	50 kg/ha	50 kg/ha
<i>YaraVita THIOTRAC</i>	2019.	-	5 l/ha	5 l/ha
<i>YaraVita ZEATREL</i>	2020.	-	4 l/ha	4 l/ha

(Izvor: Tomislav Rendulić)



Slika 19. YaraVita THIOTRAC  
(Izvor: Tomislav Rendulić)



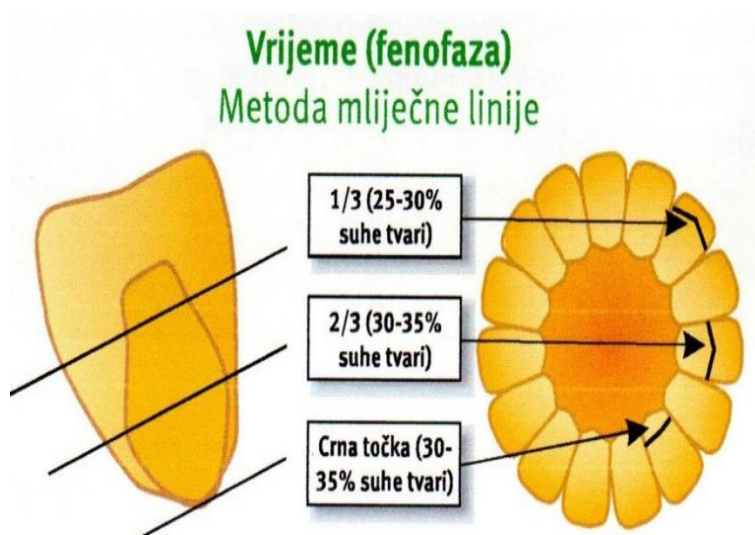
Slika 20. YaraVita ZEATREL  
(Izvor: Tomislav Rendulić)

## 4.5. Spremanje kukuruzne silaže

### 4.5.1. Berba kukuruza

Na gospodarstvu OPG „Vladimir Rendulić“ monitoring u usjeva pridaje se posebna pažnja. Intenzitet monitoringa se povećavao ulaskom u drugu polovicu mjeseca kolovoza radi utvrđivanja tehnološke (voštane) zriobe silažnog kukuruza odnosno berbe usjeva. Metoda

određivanja tehnološke zriobe se sastojala od utvrđivanja mliječne linije prelamanjem klipa i utvrđivanjem položaja ove linije i količine zrna na klipcu. Usporedbom slika 21 i 22. vidljivo je da tehnološka zrioba kukuruza na ovom obiteljskom gospodarstvu utvrđena prema pravilima. Mliječna linija se nalazi između mliječnog i voštanog dijela zrna. Kako kukuruz dozrijeva, mliječna linija se pomiče niz zrno, mijenjajući sastav i energetska vrijednost zrna (Tablica 8.).



Slika 21. Prikaz mliječne linije u zrnu kukuruza  
(Izvor: Poveznica 3.)



Slika 22. Mliječna linija u zrnu  
(Izvor: Tomislav Rendulić)

Tablica 8. Sastav biljke kukuruza u odnosu na udio suhe tvari i mliječnu liniju

Udio suhe tvari (ST) %	Mliječna linija	Sastav (suha tvar %)				MJ *NEL
		Dijelovi biljke		Kemijski sastav		
		Zrno	Stabljika + listovi	Šećer	Škrob	
24 - 27	1/3	33	67	10	22	6,0
<b>30 - 35</b>	<b>2/3</b>	<b>42</b>	<b>58</b>	<b>8</b>	<b>28</b>	<b>7,6</b>
38 - 42	-	46	54	7	31	7,3

(Izvor: Poveznica 3.)

Godine 2019. proces siliranja započeo je 28. kolovoza i trajao je dva dana na površini od 8 ha, 4 ha hibrida SY ANDROMEDA i 4 ha hibrida SY ZOAN. Sadržaj suhe tvari iznosio je

oko 34 %, dok je vlažnost bila oko 66 % uz prosječni prinos oba hibrida od 62.000 kg/ha odnosno ukupan prirod zelene mase od 496 tona. Dužina sječke bila je vrlo dobra i iznosila je 1-1,5 cm s visinom reza stabljike od 25-28 cm, što je omogućilo pravilno gaženje i sabijanje silažne mase. Godine 2020. siliranje kukuruza krenulo je nešto kasnije, 2. rujna i trajalo je tri dana zbog kvarova na mehanizaciji. U odnosu na 2019. godinu, suha tvar kukuruza iznosila je 36 %, dok je vlažnost bila 64 % uz prosječni prinos od 60.000 kg/ha odnosno ukupan prirod zelene mase od 480 t. Dužina sječke biljke bila je zadovoljavajuća te je iznosila oko 2 cm s visinom reza stabljike oko 30 cm, što je također omogućilo dobro sabijanje silažne mase. Berba silažnog kukuruza izvršena je u obje godine istraživanja jednorednim nošenim silažnim kombajnom marke *MENGELE 300* koji je agregatiran za traktor *Renault 180-94 TZ* (Slika 23.). U odnosu na prijašnje godine, gospodarstvo je odabirom ovih novih silažnih hibrida i hibrida za mljevenje zrna kukuruza znatnije profitiralo u smislu povećanja prinosa i smanjenja troškova, čime su se ujedno zadovoljile potrebe stočarskog gospodarstva.



Slika 23. Silažni kombajn *MENGELE 300* i traktor *Renault 180-94 TZ*  
(Izvor: Tomislav Rendulić)

#### 4.5.2. Transport silaže

Transport silaže i 2019. i 2020. godine obavljen je od parcela na kojima se uzgajao kukuruz do otvorene silo-hrpe koja se nalazila u sklopu ekonomskog dvorišta uz pomoć mehanizacije drugih gospodarstava, s kojima gospodarstvo surađuje, kako bi se završilo u što kraćem vremenskom razdoblju. Isto tako, mehanizacija za prijevoz silažne mase je bila ista i sastojala se 5 traktora i 5 malih dvoosovinskih prikolica nosivosti do 8 t (Slika 24.). Tijekom transporta događali su se nepredviđeni zastoji zbog sitnih kvarova i vremenskih neprilika.

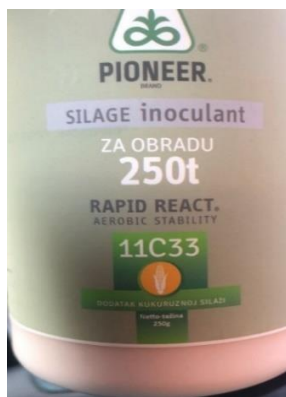


Slika 24. Transport silaže  
(Izvor: Tomislav Rendulić)

#### 4.5.3. Primjena inokulanta 11C33

Upotrebom inokulanta 11C33 (Slika 25.), koji je specijaliziran za kukuruznu silažu i topiv u vodi, gospodarstvo je ostvarilo mnogobrojne prednosti u stočarskoj proizvodnji kao što su: smanjenje pH i udjela amonijaka, ukusnija silaža, povećanje suhe tvari, bolja probavljivost i reguliran omjer između organskih kiselina. Kako gospodarstvo ne posjeduje samohodni silokombajn koji sam aplicira rastopljeni inokulant u spremniku tijekom siliranja, primjena je bila drugačija. Prskanje inokulanta na gospodarstvu u obje godine istraživanja odvijalo se na samoj silo-hrpi i to vrlo jednostavno. U plastičnoj posudi zapremnine 200 l otopljeno je 500 g

inokulanta odnosno dvije bočice od 250 g. Samo apliciranje obavljeno je pomoću tri nošene tlačne prskalice *SANI* zapremnine 10 l.



Slika 25. PIONEER 11C33  
(Izvor: Tomislav Rendulić)

#### 4.5.4. Formiranje, sabijanje i pokrivanje kukuruzne silaže

Na obiteljskom gospodarstvu je u obje godine istraživanja proces formiranja, sabijanja i pokrivanja silažne mase trajao dva dana. Debljina sloja silažne mase nije prelazila 30 cm. Brzina prolaska traktorom iznosila je 2-3 km/h u cilju boljeg sabijanja i smanjenja mogućnosti proklizavanja. Otvorena silo-hrpa omogućava gaženje i sabijanje silažne mase u svim smjerovima koje je izvršeno traktorom *Massey Ferguson 5465 Dyna 4* uz pomoć mehanizacije (traktori i priključci s drugih gospodarstava) s kašikom i daskom za guranje (blanja) koji su formirali i sabijali masu za siliranje (Slike 26. i 27.). Nakon ovog procesa silo-hrpa je pokrivena pod-folijom debljine 0,04 mm i glavnom folijom debljine 0,16 mm s bijelom stranom prema gore i crnom stranom prema dolje radi UV stabilizacije. Silažna masa i postavljene folije su učvršćene sipkom zemljom, fino raširenom po površini u debljini od 10-15 cm. Tako pripremljena silo-hrpa otvorena je za mjesec dana, a potrošena je u razdoblju od više od godinu dana.



Slika 26. Sabijanje silazne mase  
(Izvor: Tomislav Rendulić)



Slika 27. Traktor *FENDT* s daskom (blanjom)  
(Izvor: Tomislav Rendulić)

#### **4.6. Troškovi uzgoja kukuruza i spremanja silazne mase**

Uzgoj kukuruza i spremanje silazne mase ovog usjeva uzrokuju troškove gospodarstvu. U Tablicama 9. i 10. prikazani su troškovi uzgoja kukuruza i spremanja kukuruzne silaže u dvije godine istraživanja. Ukupni troškovi uzgoja kukuruza i spremanja silaže u 2019. godini iznosili su 42.762,46 kn, a 2020. godine 43.152,16 kn. Iz prikazanih tablica vidljivo je da je trošak

gnojiva u obje godine iznosio 54,00 % odnosno 57,29 %. Udio troška sjemena hibrida u ukupnim troškovima po godinama iznosi 17,63 % (2019. godine) i 17,49 % (2020. godine. Cijena goriva (plavi dizel) je prve godine istraživanja iznosila 4,96 kn/l, a kako je gospodarstvo potrošilo 1129,4 l, trošak iznosi 5.601,82 kn (13,10 %), dok je druge godine gospodarstvo potrošilo 1148,0 l goriva, pa je trošak iznosio 4.316,48 kn (10,00 %).

Tablica 9. Troškovi uzgoja kukuruza i spremanja kukuruzne silaže u 2019. godini

<b>Troškovi u 2019. godini</b>				
	<b>Stavka</b>	<b>Količina</b>	<b>Cijena</b>	<b>Iznos</b>
<b>Gorivo</b>	Osnovna obrada	320,5 l	4,96 kn/l	1.589,68
	Predsjetvena obrada	140,7 l		697,87
	Gnojidba i prihrana	80,6		399,77
	Sjetva	100,6		498,97
	Zaštita i njega	50,9		252,47
	Siliranje	150		744,00
	Transport silažne mase	225,3		1.117,49
	Formiranje i sabijanje silažne mase	60,8		301,57
	<b>Ukupno:</b>			<b>5 601,82</b>
<b>Gnojivo</b>	NKP 15:15:15	2.000 kg	2,41 kn/kg	4.820,00
	Urea	2.800 kg	2,39 kn/kg	6.692,00
	KAN	3.200 kg	1,55 kn/kg	4.960,00
	NPK 0:20:30	2.000 kg	2,87 kn/kg	5.740,00
	YaraVita Thiotrac	40 l	22 kn/l	880,00
		<b>Ukupno:</b>		
<b>Sjeme</b>	SY Andromeda (MK 25)	12 vrećica	315,77 kn/vrećici	3.789,24
	SY Zoan (MK 25)	12 vrećica	312,50 kn/vrećici	3.750,00
		<b>Ukupno:</b>		
<b>Zaštitno sredstvo</b>	Adengo	3,6 l	1.079 kn/l	<b>3.884,40</b>
<b>Inokulacija silaže</b>	Inokulant 11C33	500 g	5,29 kn/g	<b>2.645,00</b>
	<b>Ukupni troškovi:</b>			<b>42.762,46</b>

Prve godine potrošeno je više goriva nego druge godine istraživanja (za 1,65%), trošak je bio manji za 22,95 % zbog niže cijene goriva te godine (4,96 kn/l u odnosu na 3,76 kn/l). Udio troška zaštitnog sredstva u 2019. godini u ukupnim troškovima iznosi 9,08 %, a u 2020. godini



9,00 %. Cijena inokulanta je prve godine iznosila na 0,07 kn/g manje nego druge, što je značilo trošak od 2.645,00 kn prve godine (6,19 % u ukupnom trošku) i 2.680,00 kn druge godine (6,21 % u ukupnom trošku). Kako je cjelokupni urod kukuruza spremljen u obliku silaže i u potpunosti iskorišten za ishranu junadi na gospodarstvu, nije uzimana u obzir cijena silaže niti izračunavana dobit obiteljskog poljoprivrednog gospodarstva.

Tablica 10. Troškovi uzgoja kukuruza i spremanja kukuruzne silaže u 2020. godini

<b>Troškovi u 2020. godini</b>				
	<b>Stavka</b>	<b>Količina</b>	<b>Cijena</b>	<b>Iznos</b>
<b>Gorivo</b>	Osnovna obrada	370,1 l	3,76 kn/l	1.391,58
	Predsjetvena obrada	135,9 l		510,98
	Gnojidba i prihrana	85,2 l		320,35
	Sjetva	110,5 l		415,48
	Zaštita i njega	55 l		206,80
	Siliranje	125 l		470,00
	Transport silažne mase	65,5 l		246,28
	Formiranje i sabijanje silažne mase	200,8 l		755,01
	<b>Ukupno:</b>			<b>4 316,48</b>
<b>Gnojivo</b>	NKP 15:15:15	2.400 kg	2,51 kn/kg	6.024,00
	Urea	3.200 kg	2,42 kn/kg	7.744,00
	KAN	3.600 kg	1,79 kn/kg	6.444,00
	NPK 0:20:30	1.600 kg	2,82 kn/kg	4.512,00
	YaraVita Zeatrel	32 l	45 kn/l	
		<b>Ukupno:</b>		
<b>Sjeme</b>	SY Andromeda (MK 25)	12 vrećica	314,99 kn/vrećici	3.779,88
	SY Zoan (MK 25)	12 vrećica	313,95 kn/vrećici	3.767,40
	<b>Ukupno:</b>			<b>7.547,28</b>
<b>Zaštitno sredstvo</b>	Adengo	3,6 l	1.079 kn/l	<b>3.884,40</b>
<b>Inokulacija silaže</b>	Inokulant 11C33	500 g	5,36 kn/g	<b>2.680,00</b>
	<b>Ukupni troškovi:</b>			<b>43.152,17</b>

## 5. RASPRAVA

Kukuruz kao kultura je izuzetno važan i u svjetskim razmjerima i u Republici Hrvatskoj. Svi dijelovi biljke (osim korijena koji ostaje u tlu i obogaćuje tlo organskim tvarima, popravljajući mu strukturu i potiče mikrobiološku aktivnost tla) mogu se iskoristiti, dijelom u prehrani ljudi i industriji, a cijele biljke s listom i klipom za silažu ili hranidbu domaćih životinja u zelenom stanju.

Prinos kukuruza uvjetuje mnoštvo čimbenika, a posebice klimatske prilike. Proširenje područja uzgoja kukuruza rezultat je rada na selekciji ove kulture, prije svega u stvaranju hibrida kraće vegetacije, budući da kukuruz mora početi i završiti vegetaciju u razdoblju godine bez mraza (Jurišić, 2008.). Najvažniji klimatski pokazatelji, srednja mjesečna temperatura zraka i ukupna mjesečna oborina, po mjesecima vegetacije kukuruza u dvije godine istraživanja, razlikovali su se i međusobno i od višegodišnjeg prosjeka za ovo proizvodno područje. Razdoblje sušnosti za ovo područje pojavljuje se, u višegodišnjem prosjeku (1999.-2018.), tijekom srpnja i kolovoza, dok je 2019. godine bilo gotovo neznatno i to samo u kolovozu. Međutim, 2020. godine nastupila su dva sušna razdoblja, u travnju te srpnju-kolovozu. Srednje mjesečne temperature zraka tijekom vegetacije kukuruza u obje godine istraživanja neznatno su varirale od višegodišnjeg prosjeka, za razliku od oborina. Naime, najviše zbog ukupne mjesečne oborine u svibnju 2019. (139,5 mm) oborine tijekom vegetacije ukupno iznose 477,1 mm. U 2020. godini u travnju je oborina iznosila svega 12,5 mm, što je uvjetovalo sušno razdoblje i svega 272,2 mm oborine tijekom vegetacije kukuruza. Vjerojatno su ova količina i raspored oborine utjecali na smanjenje priroda zelene mase u drugoj godini istraživanja (60 t/ha) u odnosu na prvu godinu (62 t/ha).

Kukuruz je tolerantan na uzgoj u monokulturi, ali se za postizanje visokih prinosa i smanjenu pojavu bolesti, štetnika i korova ne preporučuje. Zbog uzgoja na velikim površinama najviše se uzgaja u uskom plodoredu ili monokulturi. Visoki stupanj tolerancije kukuruza u plodoredu omogućuje njegovo češće ponavljanje, pa i klasičnu monokulturu. Neka ispitivanja ističu mogućnost opadanja prinosa u ponovljenom uzgoju pogotovo u monokulturi. Pri uzgoju

kukuruz u ponovljenom uzgoju treba suzbiti sve moguće negativne utjecaje na pad prinosa kao što su pravilan izbor hibrida, gnojidba, obrada tla, a naročito je važna racionalna i efikasna biljna zaštita. Prednosti uzgoja u plodoredu su višestruke, a temeljne su očuvanje kakvoće tla, postizanje visokih i stabilnih prinosa te smanjena uporaba agrokemikalija (Liebman i sur., 2001.). Agrotehnička važnost kukuruza je vrlo velika, jer se uzgaja na velikim površinama, pa, shodno tome, na većim površinama dolazi kao predusjev drugim kulturama. Kako navodi Jurišić (2008.), dobri predusjevi za kukuruz su jednogodišnje i višegodišnje leguminoze, krumpir, šećerna repa, suncokret, uljana repica, pa i strne žitarice. Kukuruz se može sijati u postrnoj sjetvi, nakon ranih predusjeva. Rani hibridi s kratkom vegetacijom mogu u postrnoj sjetvi dati zrno ili silažnu masu. Postrni kukuruz može se sijati nakon uljane repice, graška, ječma i ranih krmnih kultura. Kukuruz kao predusjev drugim kulturama može biti dobar, ali i loš. Loš je ako se kasno bere, posebno u jesenima s puno kiše. Tada se tlo teško i loše obrađuje ili čak ostane neobrađeno do proljeća. Kukuruz za zrno ostavlja veliku vegetativnu masu (stabljika, list, korijenov sustav) koja jako otežava obradu i smanjuje kakvoću obrade tla. Herbicidi kojima se suzbijaju korovi u kukuruzu mogu biti štetni za iduću kulturu, pogotovo ako se herbicidi nisu potpuno razgradili. Karakteristika naše poljoprivredne proizvodnje je da se kukuruz i pšenica, kao dvije najraširenije kulture najčešće smjenjuju, pa bi se moglo zaključiti da je veći postotak površina dvopolje. Tako je i na površinama ovog obiteljskog gospodarstva prve godine istraživanja predusjev bila lucerna, a druge godine pšenica. Lucerna kao višegodišnja lepirnjača popravlja tlo i obogaćuje tlo organskom masom i hranivima. Dobar je predusjev za kukuruz pogotovo na plodnim tlu u povoljnom klimatu. U nedovoljno vlažnim krajevima (istočni dijelovi Hrvatske) zbog velike potrošnje vode lucerna može jako isušiti tlo u dubokom profilu. To se odražava na teškoj obradi tla, a osobito ako se ona kojim slučajem obavlja na proljeće. Pšenica, na drugu stranu, može biti dobar predusjev kukuruzu u godinama kada se cjelovita obrada i gnojidba mogu izvesti u odgovarajuće vrijeme (Jurišić, 2008.). Nakon kukuruza tlo može ostati plodno, jer se za kukuruz izvodi duboka obrada tla i bolja gnojidba (Gagro, 1997.).

Kukuruz je jara kultura, pa se tlo obrađuje prema sustavu obrade za jarine. Vrijeme, način, dubina obrade i broj operacija ovise o predusjevu i vrsti tla, kako navodi Gagro (1997.). U pogledu dubine obrade proizlazi da se najveća masa korijenovog sustava nalazi do 30 cm dubine, što bi upućivalo da se i dubina osnovne obrade vrši do 30 cm. Ako je tlo prirodno duboko

i propusno, vodni režim tla povoljan, a isto tako i klima, onda će svakako zadovoljiti obrada do 30 cm dubine. Međutim, ako tlo ima nekih nedostataka u fizičkim svojstvima primjerice jedan teže ili više teže nepropusnih slojeva, humidnu klimu ili dolazi do nakupljanja vode biti će neophodno zahvatiti osnovnom obradom i dublje od 30 cm. Iz svega proizlazi da se za najveći dio proizvodnih područja u našoj zemlji optimalna dubina za kukuruz iznosi od 25-30 cm. Na površinama ovog gospodarstva je izvršeno duboko oranje u prvoj polovici studenog na dubinu 30-35 cm, čime su uneseni biljni ostaci predusjeva i gnojivo.

Dušik tla je u obliku organskih i anorganskih spojeva. Organski dio je predstavljen humusom i nepotpuno razgrađenim biljnim i životinjskim ostacima. Mineralni dio, koji je potpuno raspoloživ za usvajanje, samo je mali dio ukupnog dušika tla, uglavnom u količini koja je nedovoljna za dobru ishranu poljoprivrednih kultura. U poljoprivrednim tlima ukupna količina dušika je najčešće 0,1-0,3 % od čega je za ishranu bilja pristupačno tijekom jedne vegetacijske sezone svega 1 do 3 %. Nedostatak fosfora vrlo je česta pojava, a prvi simptom je slab rast biljaka, dok je hranidbena vrijednost poljoprivrednih proizvoda smanjena uz znatno niži prinos. Kalij biljke usvajaju u velikim količinama te je nedostatak ovog hraniva česta pojava koja se očituje nizom simptoma, npr. sniženim turgorom i uvenulošću biljaka (Vukadinović i Vukadinović, 2011.). Stojić (2009.) navodi da se gnojidba kukuruza obavlja u tri navrata: pri osnovnoj obradi, pri predsjetvenoj obradi i u vegetaciji kukuruza. Pravilan omjer mineralnih gnojiva za postizanje visokih prinosa iznosi 150-200 kg/ha dušika, 100-130 kg/ha fosfora i 120-180 kg/ha kalija uz prvu i drugu prihranu 150-200 kg/ha KAN-a. Gagro (1997.) navodi da se na dobrim tlima prihrana može izbjeći, dok se na slabije plodnim, nagnutim i propusnim tlima prihrana obavlja u dva navrata. Na površinama ovog gospodarstva gnojidba je provedena u jesen i proljeće s ukupno 750 kg/ha gnojiva u prvoj godini istraživanja i 850 kg/ha gnojiva (NPK 0:20:30, urea, NPK 15:15:15) u drugoj godini. Neumann i sur. (2019.) bilježe da prinos zelene mase kukuruza pri visokoj razini gnojidbe iznosi 50,764 t/ha u odnosu na nisku razinu gnojidbe kada je dobiveno 42,127 t/ha zelene mase kukuruza.

U sjetvi kukuruza izboru hibrida treba posvetiti veliku pažnju. Hibridi se međusobno razlikuju prema duljini vegetacije, potencijalu rodnosti, prilagodljivosti, kakvoći, otpornosti na bolesti i štetnike te svakako namjeni. Na istočnom dijelu Hrvatske granična vegetacijska skupina

je 500, a kao silažni hibridi mogli bi se koristiti oni iz skupine 600 (Gagro, 1997.). Samo sjetvom kvalitetnog sjemena i dobro odabranog hibrida može se ostvariti pun uspjeh u proizvodnji kukuruza. Kod sjetve kukuruza treba upotrebljavati samo atestirano sjeme i to prve sjemenske klase kod koje su zakonom određeni pokazatelji: čistoća (minimalna 99%) i klijavost (93%), kako bilježi Jurišić (2008.). Sjetvu kukuruza moguće je izvršiti kada se temperatura tla ustali na 10 °C. Optimalni rok za sjetvu ovisi o području, a kod nas je za najintenzivniju regiju uzgoja od 10.-25. travnja. S obzirom da kod kukuruza postoje jako velike razlike u trajanju vegetacije, on je podijeljen na vegetacijske skupine zriobe. Kada je u pitanju izbor hibrida, on prije svega ovisi o namjeni. Za silažu treba izabrati hibride srednje kasne i kasne vegetacije (400, 500, 600 ili 700. skupinu) te sklop povećati za 5-10 % (Hrgović, 2007.).

Prema navodima Ćosić i sud. (2008.) herbicidi u kukuruzu se primjenjuju u nekoliko navrata i to prije sjetve, nakon sjetve, a prije nicanja, u fazi do tri lista, u fazi do četiri lista i u fazi 5-8 listova. Prekomjerna uporaba herbicida može imati za posljedicu fitotoksičnost i zaostajanje kukuruza u rastu i razvoju. Najčešći korovi u kukuruzu su: koštan (*Echinochloa crus-galli* L.), lobode (*Chenopodium* spp.), Teofrastov mračnjak (*Abutilon theophrasti* Med.) i piramidalni ili divlji sirak (*Sorghum halepense* (L.) Pers.). Prema navodima Ćosić i sud. (2008.) herbicidi u kukuruzu se primjenjuju u nekoliko navrata i to prije sjetve, nakon sjetve, a prije nicanja, u fazi do tri lista, u fazi do četiri lista i u fazi 5-8 listova. Prekomjerna uporaba herbicida može imati za posljedicu fitotoksičnost i zaostajanje kukuruza u rastu i razvoju. Najčešći korovi u kukuruzu su: koštan (*Echinochloa crus-galli* L.), lobode (*Chenopodium* spp.), Teofrastov mračnjak (*Abutilon theophrasti* Med.) i piramidalni ili divlji sirak (*Sorghum halepense* (L.) Pers.).

Međuredna kultivacija usjeva kukuruza neophodna je mjera njege. Ovom operacijom sprječava se pojava pokorice, aerira se površinski sloj tla, smanjuje gubitak vode iz tla i uništavaju korovi. Ova operacija se izvodi međurednim kultivatorima i to najčešće u dva navrata: prvu kultivaciju u fazi 5-6 listova i drugu kultivaciju u fazi 7-9 listova. Kultivaciju kukuruza kombinira se najčešće s prihranom (Jurišić, 2008.). Upravo iz ovih razloga u obje godine istraživanja na površinama uzgoja kukuruza izvršena je kultivacija uz prihrane u fazi 3-4 lista odnosno 6-8 listova.

Kukuruz se bere u tehnološkoj zrelosti, a ona nastupa u različito vrijeme, ovisno o načinu korištenja kukuruza. Tehnološka zrelost za proizvodnju silaže cijele biljke nastupa nešto ranije nego što se potpuno izgradi prinos zrna i postigne najveća masa suhe tvari biljaka. Razlog tome je potrebna vlažnost silažne mase od prosječno 70 % da bi se proces siliranja mogao normalno odvijati te dobiti kvalitetnu silažu uz malo gubitaka. Vlažnost silirane mase usko je povezana s vlažnosti zrna, pa vlažnosti silažne mase 70% odgovara vlažnosti nedozrelog zrna od oko 45 %. Prema tome, skidanje cijelih biljaka za proizvodnju silaže obavlja se kada zrno ima navedenu vlažnost, a ona je takva u trenutku kada je mliječna crta otprilike na sredini leđne strane zrna (Jurišić, 2008.). Sadržaj suhe tvari kukuruza u prvoj godini istraživanja iznosio je 34 %, a druge godine 36 %, što je približno vrijednostima navedenima u literaturi.

Dobiveni prirodni zelene mase kukuruza na površinama ovog gospodarstva (62 i 60 t/ha u dvije godine) nešto su veći od onih koje navode Battaglia i sur. (2021.) u svojim istraživanjima od 55,7-56,1 t/ha, dok Gagro i Herceg (2005.) nalaze prirodne četiri hibrida kukuruza u četiri sklopa od 45,128-62,416 t/ha.

Visina košnje silažnog kukuruza značajno smanjuje prinos suhe tvari silažne mase po biljci, ali vrlo visoko značajno povećava udio zrna u suhoj tvari silažne mase (Gantner i sur., 2010.). Kako navodi Brčić (1987.), krma treba biti dužine od 15 do 25 mm, jer se tako usitnjena krma lakše transportira, a i dobro se miješa s drugim vrstama hrane.

Siliranjem kukuruza se nastoji sačuvati i održati duže vrijeme hranjive tvari svježe mase kukuruza bez bitnijih promjena. Postupak siliranja sastoji se 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 tvar kukuruza (Jurišić, 2008.). Inokulant 11C33 je specijalizirani i standardizirani proizvod isključivo namijenjen za silažu kukuruza. Sadrži kombinaciju sojeva bakterija *Lactobacillus plantarum* i *Lactobacillus buchneri* koja omogućava učinkovitiju fermentaciju. Ovaj proizvod je nastao spajanjem dva proizvoda, inokulanta 1132 za fermentaciju silaže i inokulanta 11A44 za sprječavanje zagrijavanja silaže. Sadrži i stabilizator koji povećava aerobnu stabilnost kukuruzne silaže te smanjuje naknadno zagrijavanje silosa i

time čuva hranidbenu vrijednost. Ovaj inokulant posjeduje “deklorinator” pa se stoga može koristiti i s kloriranom vodom. Primjena ovo inokulanta poboljšava probavljivost i hranjivu vrijednost silaže kukuruza, ubrzava i povećava učinak fermentacije, povećava proizvodnju mlijeka i prirast junadi, smanjuje gubitak suhe tvari silaže i povećava aerobnu stabilnost silaže. Proizvođač Pioneer navodi da učinak ovog inokulanta, kao i svakog, ovisi o upravljanju tijekom berbe, skladištenja i odlaganja silaže. Čimbenici kao što su vlaga, zrelost, duljina usitnjavanja i zbijanje određuju djelotvornost inokulanta. Tako, proizvođač navodi usporedno ispitivanje kakvoće silaže bez i s ovim inokulantom. Sadržaj suhe tvari u kontroli iznosio je 41,8 %, a s inokulantom 11C33 za 1,37 % više. Vrijednost pH je također bila veća s inokulantom (3,9) u odnosu na kontrolu (3,87). Oporavak suhe tvari u silaži s inokulantom iznosi 99,07 %, dok bez inokulanta iznosi 95,4 %, što je statistički značajna razlika. Gubitak suhe tvari između kontrolne silaže i silaže s ovim inokulantom također pokazuje statistički značajnu razliku (3,76 % u odnosu na 0,35 %). Statistički značajnu razliku pokazuje i aerobna stabilnost izražena u satima, koja kod kontrolne silaže iznosi 42 sata, a kod silaže s inokulantom 140 sati, prema navodima proizvođača (Poveznica 8.). Pakiranje ovog inokulanta dolazi u bočicama od 10, 50 i 250 g, a primjenjuje se u dozi od 1 g/t. Silažnu masu potrebno je sabijati kontinuirano odnosno kako se isprazni sječeni kukuruz iz prikolice jedne za drugom. U protivnom, mora se sabiti deblji sloj mase za siliranje, što može dovesti do formiranja zračnih jastuka i poremećaja anaerobnih uvjeta. Vrlo je važno voditi računa da se traktorom na silažnu masu ne unose različite nečistoće.

## 6. ZAKLJUČAK

Kukuruz je, uz pšenicu i rižu, vodeća poljoprivredna kultura. U svijetu sije na oko 182 milijuna hektara uz prosječni prinos zrna od 5,6 t/ha. Iako je primarna proizvodnja zrna, kukuruz se uzgaja i kao voluminozna krma. Obiteljsko poljoprivredno gospodarstvo „Vladimir Rendulić“ nalazi se u općini Strizivojna, Osječko-baranjska županija. Glavna grana gospodarstva je uzgoj tovne junadi i tovnih svinja, čija hranidba se temelji na ratarskim kulturama. Dva hibrida kukuruza za silažu uzgajana su na lesiviranom tlu na površini od 8 ha u dvije godine, koje su se nešto razlikovale prema ukupnim oborinama i srednjim temperaturama zraka od višegodišnjeg prosjeka. Sve agrotehničke mjere u uzgoju kukuruza provedene su u skladu s pravilima struke i pravodobno. Kukuruz za silažu spreman je u horizontalni silos uz dodatak inokulanta. Nakon mjesec dana je otvoren i silaža je korištena za uzgoj tovne junadi i tovnih svinja, što je glavna grana gospodarstva. Ukupni troškovi uzgoja kukuruza i spremanja silaže u prvoj godini istraživanja iznosili su 42.762,46 kn, a u drugoj godini 43.152,17 kn.



## 6. POPIS LITERATURE

Antov, G., Čobić, T., Antov, A. (2004.): Siliranje i silaže. Sveučilišni udžbenik. Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad.

Ashbell, G., Weiberg, Z.G., Hen, Y., Filya, I. (2002.): The effects of temperature on the aerobic stability of wheat and corn silages. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, 28(5): 261-263.

Bal, M.A., Coors, J.G., Shaver, R.D. (1997.): Impact of the maturity of corn for use as silage in the diets of dairy cows on intake, digestion, and milk production. *Journal of Dairy Science* 80(10): 2497-2503.

Bašić, F., Herceg, N. (2010.): Temelji uzgoja bilja. Sveučilište u Mostaru, Mostar, 277-293.

Bates, G. (1998.): Corn Silage. Agricultural Extension Service. The University of Tennessee, Knoxville.

Battaglia, M.L., Ketterings, Q.M., Godwin, G., Czymmek, K.J. (2021.): Conservation tillage is compatible with manure injection in corn silage systems. *Agronomy Journal*. 2021; 1-13. <https://doi.org/10.1002/agj2.20604>

Bernardes, T.F., Chizzotti, F.H.M. (2012.): Technological innovations in silage production and utilization. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal* 13(3): 629-641.

Bernardes, T.F., Nussio, L.G., Amaral, R.C. (2012.): Top spoilage losses in maize silage sealed with plastic films with different permeabilities to oxygen. *Grass and Forage Science* 67(1): 34-42. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.2011.00823.x>

Bogunović, M., Vidaček, Ž., Racz, Z., Husnjak, S., Sraka, M. (1997.): Namjenska pedološka karta Republike Hrvatske i njena uporaba. *Agronomski glasnik* 59(5-6): 363-399.

Brčić, J. (1987.): Mehanizacija u biljnoj proizvodnji. Školska knjiga, Zagreb.

Brkić, D., Vujčić, M., Šumanovac, L., Jurišić, M. (2000.): Strojevi i uređaji za spremanje silaže. Poljoprivredni fakultet Osijek, Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku.

Domaćinović, M., Solić, D. (2020.): Stručni osvrt na kvalitetu kukuruzne silaže u 2019. godini. u: Savjetovanje uzgajivača goveda u Republici Hrvatskoj (15.), Tuhelj, Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu, Zbornik predavanja, Osijek, 17-22.

Državni zavod za statistiku (2021.). Dostupno na: <https://www.dzs.hr/> Datum pristupa: 18.02.2021.

Ćosić, J., Ivezić, M., Štefanić, E., Šamota, D., Kalinović, I., Rozman, V., Liška, A., Ranogajec, Lj. (2008.): Najznačajniji štetnici, bolesti i korovi u ratarskoj proizvodnji. Poljoprivredni fakultet Osijek, Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku.

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

- Gagro, M., Herceg, N. (2005.): Utjecaj hibrida i gustoće sklopa na neka svojstva kukuruza za silažu. *Sjemenarstvo* 22(1-2): 19-27.
- Gantner, R., Stjepanović, M., Zovko, M., Rebić, B. (2010.): Utjecaj visine košnje na prinos silažnog kukuruza. *Zbornik radova 45. hrvatskog i 5. međunarodnog simpozija agronoma, Opatija, 717-721.*
- Hrgović, S. (2007.). *Osnove agrotehnike proizvodnje kukuruza (Zea mays)*. Glasnik Zaštite Bilja 30(3): 48-61.
- Husnjak, S. (2015.): Studija određivanja područja pod utjecajem prirodnih ili drugih specifičnih ograničenja u poljoprivredi s kalkulacijama. Republika Hrvatska, Ministarstvo poljoprivrede. Dostupno na: <https://ruralnirazvoj.hr/files/documents/Studija-podru%C4%8Dja-sa-posebnim-ograni%C4%8Denjima-iz-2015..pdf>. Datum pristupa: 17.03.2021.
- Ivetić, A., Đorđević, N., Radin, D., Stojić, P., Grubić, G., Stojanović, B. (2013.): Značaj aerobne stabilnosti silirane stočne hrane. *Proceedings of XXVII Conference of Agronomists, Veterinarians, Technologists and Agricultural Economists, 19(3-4): 47-58.*
- Jović, L. (2019.): Predsjetvena priprema tla i sjetva kukuruza. Dostupno na: <https://www.savjetodavna.hr/2019/03/22/predsjetvena-priprema-tla-i-sjetva-kukuruza/> Datum pristupa: 26.02.2021.
- Jurišić, M. (2008.): *AgBase – Priručnik za uzgoj bilja. i. Tehnologija (agrotehnika) važnijih ratarskih kultura*. Poljoprivredni fakultet Osijek, Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku.
- Komljenović, J. (): Preporuke za spremanje kukuruzne silaže. 28.08.2017. Dostupno na: <https://www.savjetodavna.hr/2017/08/28/preporuke-za-spremanje-kukuruzne-silaze/>. Datum pristupa: 17.03.2021.
- Liebman, M., Mohler, C.L., Staver, C.P (2001.): *Ecological management of agricultural weeds*. Cambridge University Press.
- McDonald, P. (1982.): Silage fermentation. *Trends in Biochemical Sciences* 7(5): 164-166.
- Neumann, M., Turco, G.M.S., Faria, M.V., Vigne, G.L.D., de Souza, A.M. (2019.): The yield and physical corn plant composition for silage, cultivated in different farming systems. *Applied Research and Agrotechnology* 12(1): 87-97. DOI: 10.5935/PAeT.V12.N1.09
- Rapčan, I. (2014.): *Bilinogojstvo – Sistematika, morfologija i agroekologija važnijih ratarskih kultura*. Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek.
- Rotz, C.A., Ford, S.A., Buckmaster, D.R. (2003.): *Silages in farming systems*. U: *Silage Science and Technology*. Agronomy Monograph No. 42, American Society of Agronomy, Madison, USA, 505-546.
- Stefanović, L., Simić, M., Šinžar, B. (2011.): *Kontrola korova u agroekosistemu kukuruza*. Institut za kukuruz, Zemun Polje, Beograd.
- Stjepanović, M., Zimmer, R., Tucak, M., Bukvić, G., Popović, S., Štafa, Z. (2009.): *Lucerna*. Grafika, Osijek.

- Stojić, B. (2009.): Pravilna gnojidba kukuruza – temelj prinosa. *Glasnik Zaštite Bilja*, 32(5): 92-95.
- Svečnjak, Z., Barga, B., Grbeša, D., Štafa, Z., Uher, D. (2007.): Prinos i kvaliteta vlažnog zrna i klipa kukuruza uz optimalnim i naknadnim rokovima sjetve. *Mljekarstvo* 57(4): 321-335.
- Šegota, T., Filipčić, A. (2003.): Köppenova podjela klima i hrvatsko nazivlje. *Geoadria* 8(1): 17-37.
- Terzić, D., Radosavljević, M., Milašinović-Šeremešić, M., Jovanović, Ž., Nikolić, V. (2020.): Yield and biomass quality of the whole plant of four maize hybrids for silage production. *Journal on Processing and Energy in Agriculture* 24(1): 6-8.
- Vidaček, Ž., Karavidović, P., Mihalić, A., Galović, V. (1997.): Agroekološke značajke istočne Slavonije i Baranje. *Agronomski glasnik* 59(5-6): 333-362.
- Vranić, M., Knežević, M., Perčulija, G., Grbeša, D., Leto, J., Bošnjak, K., Rupiće, I. (2004.): Kvaliteta voluminozne krme na obiteljskim poljoprivrednim gospodarstvima u Republici Hrvatskoj. Kvaliteta kukuruzne silaže na obiteljskim poljoprivrednim gospodarstvima. *Mljekarstvo* 54(3): 175-186.
- Vranić, M., Bošnjak, K., Čačić, I. (2018.): Zatvaranje horizontalnog silosa – postoji li alternativa plastičnoj foliji?. *Krmiva*, 60(2): 97-106.
- Vukadinović V., Jug, I., Đurđević, B. (2014.): Ekofiziologija bilja. Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku.
- Vukadinović, V., Vukadinović, V. (2011.): Ishrana bilja. Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku.
- Wilkinson, J.M., Bolsen, K.K., Lin, C.J. (2003.): History of silage. *Silage Science and Technology*, 42(1): 1-30.
- Yozgatli, O., Başaran, U., Gülümser, E., Mut, H., Çopur Doğrusöz, M. (2019.): Morphological traits, yield and silage qualities of some corn varieties under Yozgat ecological condition. *KSÜ Tarım ve Doğa Derg* 22(2): 170-177.
- Zebec, V. (2015.): Dinamika kalija i usporedba metoda za određivanje pristupačnog kalija u tlima istočne Hrvatske. Disertacija. Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku, Osijek.
- Zimmer, R., Košutić, S., Zimmer, D. (2009.): Poljoprivredna tehnika u ratarstvu. Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku.
- Zurak, D., Grbeša, D., Kljak, K. (2018.): Fizikalna svojstva i fermentacijski profil silaže cijele biljke kukuruza s velikih farma Republike Hrvatske. *Journal of Central European Agriculture* 19(1): 126-141. DOI: /10.5513/JCEA01/19.1.2031

## POPIS POVEZNICA:

1. <https://www.savjetodavna.hr/2009/04/10/proizvodnja-silazne-mase-citave-stabljike-kukuruza> Datum pristupa: 01.03.2021.
2. <https://www.ashibridi.com/sr/priprema-kukuruzne-sila%C5%BEE> Datum pristupa: 03.03.2021.
3. <https://cdn.agroklub.com/upload/documents/pioneer-mikrobioloski-proizvodi-za-siliranje.pdf> Datum pristupa: 27.02.2021.
4. <https://www.agromedia.rs/agro-teme/zastita-bilja/divlji-sirak-u-kukuruzu-i-kako-ga-suzbiti/> Datum pristupa: 27.02.2021.
5. <https://www.poljosfera.rs/agrosfera/agro-teme/zastita/siva-pegavost-lista-kukuruza-helminthosporium-turcicum/> Datum pristupa: 27.02.2021.
6. <https://www.agrosava.com/kukuruzna-zlatica-diabrotica-virgifera> Datum pristupa: 27.02.2021.
7. <https://www.sano.hr/hr/sano-tehnologija-siliranja-cijeje-biljke-kukuruza> Datum pristupa: 03.03.2021.
8. <https://www.pioneer.com/us/products/forages/inoculants/11C33.html> Datum pristupa: 27.02.2021.

## 8. SAŽETAK

Pravilna i pravodobna primjena svih agrotehničkih mjera u uzgoju kukuruza te pravilno spremanje i konzerviranje silaže od ključnog su značaja, jer ovi procesi imaju za cilj kvalitetnu stočnu hranu dobre probavljivosti. Svi ovi procesi praćeni su tijekom dvije uzastopne godine na obiteljskom poljoprivrednom gospodarstvu. Uzgajana su dva hibrida kukuruza na ukupno 8 ha. Sadržaj suhe tvari cijele stabljike iznosio je oko 34 % uz prosječni prirod oba hibrida od 62.000 kg/ha odnosno ukupan prirod zelene mase od 496 tona. Dužina sječke je iznosila optimalnih 1-1,5 cm s visinom reza stabljike od 25-28 cm, što je omogućilo pravilno gaženje i sabijanje silažne mase. Primijenjen je inokulant 11C33, specijalizirani i standardizirani proizvod isključivo namijenjen za silažu kukuruza. Proces formiranja, sabijanja i pokrivanja silažne mase u horizontalnom silosu trajao je dva dana. Debljina sloja silažne mase nije prelazila 30 cm. Silažna masa je pokrivena folijama, a sve je učvršćeno sipkom zemljom u sloju od 10-15 cm. Tako pripremljeni horizontalni silos otvoren je za mjesec dana, a silirana masa je potrošena u razdoblju od više od godinu dana. Troškovi uzgoja kukuruza i spremanja silaže u prvoj godini iznosili su 42.762,46 kn, a u drugoj 43.152,17 kn.

## 9. SUMMARY

Proper and timely application of all agro-technical measures in maize cultivation and proper storage and conservation of silage are of key importance, because these processes are aimed at higher quality of animal feed with good digestibility. All these processes were monitored over two consecutive years on the family farm. Two maize hybrids were grown on a total of 8 ha. The dry matter content of the whole stem was about 34 % with an average yield of both hybrids of 62,000 kg ha<sup>-1</sup> and a total yield of green mass of 496 tons. The length of the cutter was at an optimal 1-1.5 cm with a cut height of the stem of 25-28 cm, which allowed proper trampling and compaction of silage mass. Inoculant 11C33 was applied, a specialized and standardized product exclusively intended for corn silage. The process of forming, compacting and covering the silage mass in the horizontal silo took two days. The thickness of the silage layer did not exceed 30 cm. The silage mass is covered with foils, and everything is fixed with loose earth in a layer of 10-15 cm. The horizontal silo thus prepared was opened in a month, and the ensiled mass was consumed over a period of more than a year. The costs of growing corn and storing silage in the first year amounted to HRK 42,762.46, and in the second to HRK 43,152.17.

## 10. POPIS TABLICA

<b>Broj tablice</b>	<b>Naslov tablice</b>	<b>Stranica</b>
1.	Površine i prosječni prirodni kukuruza kao voluminozne krme u Republici Hrvatskoj u razdoblju od 2000. do 2019. godine	2
2.	Ukupan broj goveda i junadi do godine dana starosti u tovu u Republici Hrvatskoj u razdoblju od 2000. do 2019. godine	3
3.	Ukupan broj odojaka i suprasnih krmača u Republici Hrvatskoj u razdoblju od 2000. do 2019. godine	4
4.	Potrebne gustoće sklopa za hibride različitih vegetacijskih skupina dozrijevanja	23
5.	Srednje mjesečne temperature zraka i ukupna mjesečna oborina za 2019. i 2020. godinu te višegodišnji prosjek (1999.-2019.) za meteorološku postaju Đakovo te za još veće vremensko razdoblje (1899.-2019.) za meteorološku postaju Osijek	29
6.	Prikaz mineralnih gnojiva unesenih oranjem zimske brazde i predsjetvenom pripremom tla u 2019. i 2020. godini	34
7.	Prikaz prihrana na OPG „Vladimir Rendulić“ u 2019. i 2020. godini	38
8.	Sastav biljke kukuruza u odnosu na udio suhe tvari i mliječnu liniju	39
9.	Troškovi uzgoja kukuruza i spremanja kukuruzne silaže u 2019. godini	44
10.	Troškovi uzgoja kukuruza i spremanja kukuruzne silaže u 2020. godini	45

## 11. POPIS SLIKA

Broj slike	Naslov slike	Stranica
1.	Polje kukuruza	1
2.	Korijen kukuruza	14
3.	Stabljika kukuruza	15
4.	Pravi list kukuruza	16
5.	Metlica kukuruza	18
6.	Klip kukuruza	18
7.	Zrno kukuruza	19
8.	Divlji sirak	24
9.	Siva pjegavost kukuruza	24
10.	Kukuruzna zlatica	25
11.	Dobra silaža kukuruza	26
12.	Predsjetvena priprema tla	34
13.	Predsjetvena gnojidba	34
14.	Urea i KAN	34
15.	SY ANDROMEDA	35
16.	SY ZOAN	35
17.	Sjetva kukuruza	36
18.	Kultivacija i prihrana kukuruza	37
19.	YaraVita THIOTRAC	38
20.	YaraVita ZEATREL	38
21.	Prikaz mliječne linije u zrnu kukuruza	39
22.	Mliječna linija u zrnu	39
23.	Silažni kombajn <i>MENGELE 300</i> i traktor <i>Renault 180-94 TZ</i>	40
24.	Transport silaže	41
25.	PIONEER 11C33	42
26.	Sabijanje silažne mase	43
27.	Traktor <i>FENDT</i> s daskom (blanjom)	43



## 12. POPIS GRAFIKONA

<b>Broj grafikona</b>	<b>Naslov grafikona</b>	<b>Stranica</b>
1.	Klimagram za Đakovo za 2019. godinu	30
2.	Klimagram za Đakovo za 2020. godinu	30
3.	Klimagram za Đakovo za razdoblje od 1999.-2018. godine	31
4.	Klimagram za Osijek za razdoblje od 1899.-2019. godine	31

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku  
Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek  
Sveučilišni diplomski studij, smjer Mehanizacija

Diplomski rad

### SPREMANJE KUKURUZNE SILAŽE NA OPG-U „VLADIMIR RENDULIĆ“ TIJEKOM DVIJE GODINE

Tomislav Rendulić

#### Sažetak

Pravilna i pravodobna primjena svih agrotehničkih mjera u uzgoju kukuruza te pravilno spremanje i konzerviranje silaže od ključnog su značaja, jer ovi procesi imaju za cilj kvalitetnu stočnu hranu dobre probavljivosti. Svi ovi procesi praćeni su tijekom dvije uzastopne godine na obiteljskom poljoprivrednom gospodarstvu. Uzgajana su dva hibrida kukuruza na ukupno 8 ha. Sadržaj suhe tvari cijele stabljike iznosio je oko 34 % uz prosječni prirod oba hibrida od 62.000 kg/ha odnosno ukupan prirod zelene mase od 496 tona. Dužina sječke je iznosila optimalnih 1-1,5 cm s visinom reza stabljike od 25-28 cm, što je omogućilo pravilno gaženje i sabijanje silažne mase. Primijenjen je inokulant 11C33, specijalizirani i standardizirani proizvod isključivo namijenjen za silažu kukuruza. Proces formiranja, sabijanja i pokrivanja silažne mase u horizontalnom silosu trajao je dva dana. Debljina sloja silažne mase nije prelazila 30 cm. Silažna masa je pokrivena folijama, a sve je učvršćeno sipkom zemljom u sloju od 10-15 cm. Tako pripremljeni horizontalni silos otvoren je za mjesec dana, a silirana masa je potrošena u razdoblju od više od godinu dana. Troškovi uzgoja kukuruza i spremanja silaže u prvoj godini iznosili su 42.762,46 kn, a u drugoj 43.152,17 kn.

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

**Mentor:** prof. dr. sc. Irena Rapčan

**Broj stranica:** 61

**Broj grafikona i slika:** 31

**Broj tablica:** 10

**Broj literaturnih navoda:** 68

**Jezik izvornika:** hrvatski

**Ključne riječi:** kukuruz, uzgoj, silaža, obiteljsko poljoprivredno gospodarstvo

**Datum obrane:**

**Stručno povjerenstvo za obranu:**

1. prof. dr. sc. Mladen Jurišić, predsjednik
2. prof. dr. sc. Irena Rapčan, mentor
3. izv. prof. dr. sc. Ivan Plaščak, član

**Rad je pohranjen u:** Knjižnica Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1, Osijek.

## **BASIC DOCUMENTATION CARD**

**Josip Juraj Strossmayer University of Osijek  
Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek  
University Graduate Studies, Mechanization course**

**Graduate thesis**

### **STORAGE OF CORN SILAGE ON FAMILY "VLADIMIR RENDULIĆ" DURING TWO YEARS**

Tomislav Rendulić

#### **Summary**

Proper and timely application of all agro-technical measures in maize cultivation and proper storage and conservation of silage are of key importance, because these processes are aimed at higher quality of animal feed with good digestibility. All these processes were monitored over two consecutive years on the family farm. Two maize hybrids were grown on a total of 8 ha. The dry matter content of the whole stem was about 34 % with an average yield of both hybrids of 62,000 kg ha<sup>-1</sup> and a total yield of green mass of 496 tons. The length of the cutter was at an optimal 1-1.5 cm with a cut height of the stem of 25-28 cm, which allowed proper trampling and compaction of silage mass. Inoculant 11C33 was applied, a specialized and standardized product exclusively intended for corn silage. The process of forming, compacting and covering the silage mass in the horizontal silo took two days. The thickness of the silage layer did not exceed 30 cm. The silage mass is covered with foils, and everything is fixed with loose earth in a layer of 10-15 cm. The horizontal silo thus prepared was opened in a month, and the ensiled mass was consumed over a period of more than a year. The costs of growing corn and storing silage in the first year amounted to HRK 42,762.46, and in the second to HRK 43,152.17.

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

**Mentor:** Irena Rapčan, full professor

**Number of pages:** 61

**Number of figures:** 31

**Number of tables:** 10

**Number of references:** 68

**Original in:** Croatian

**Key words:** corn, cultivation, silage, family farm

**Thesis defended on date:**

**Stručno povjerenstvo za obranu:**

- 1. Mladen Jurišić, full professor, chairman**
- 2. Irena Rapčan, full professor, mentor**
- 3. Ivan Plaščak, associate professor, member**

**Thesis deposited at:** Library, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Vladimira Preloga 1, Osijek.