

Ispitivanje kakvoće zrna kukuruza uzgojenog uz dodatak korisnih mikroorganizama

Tomas, Ivan

Master's thesis / Diplomski rad

2017

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, FACULTY OF FOOD TECHNOLOGY / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:109:730129>

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

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

REPOZITORIJ

PTF

PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Food Technology Osijek](#)



SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK

Ivan Tomas

Ispitivanje kakvoće zrna kukuruza uzgojenog uz dodatak
korisnih mikroorganizama

DIPLOMSKI RAD

Osijek, rujan, 2017.

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek
Zavod za ispitivanje hrane i prehrane
Katedra za biologiju i mikrobiologiju
Franje Kuhača 20, 31000 Osijek, Hrvatska

Znanstveno područje: Biotehničke znanosti
Znanstveno polje: Prehrambena tehnologija
Nastavni predmet: Opća mikrobiologija
Tema rada: Fakultetsko vijeće PTF Osijek na svojoj VIII. sjednici u ak. 2015./2016.. godini održanoj dana 31.05.2016. prihvatilo je naslov teme diplomskog rada
Mentor: doc. dr. sc. Lidija Dujmović
Komentor: doc. dr.sc. Tihana Marček
Pomoć pri izradi: Dijana Podravac, mag.nutr., asistent

Ispitivanje kakvoće zrna kukuruza uzgojenog uz dodatak korisnih mikroorganizama

Ivan Tomas 278-DI

Sažetak:

Kukuruz (Zea mays L.) je jedna od vodećih poljoprivrednih kultura u svijetu, a kao takav se koristi za hranidbu stoke, ljudsku prehranu i u raznim industrijama. Kvaliteta kukuruza procjenjuje se na osnovi uzgojnih komponenata uroda i prema kemijskom sastavu zrna. Zadatak ovog rada je bio istražiti učinkovitost različitih pripravaka korisnih mikroorganizama EM tehnologije u varijantama uz navodnjavanje i gnojidbu kao i bez ikakvih tretmana na urod i osnovna svojstva kakvoće zrna hibrida kukuruza OSSK 499. Uzorci zrna kukuruza uzimani su tijekom žetve, a njih određivao sadržaj proteina, ulja, vlažnosti zrna, hektolitarske mase i udjela škroba. Najveći urod 13140 kg/ha zabilježen je u varijanti racionalnog navodnjavanja, uz gnojidbu 100 kg/ha dušika i bez tretmana KM. Najveća hektolitarska masa u iznosu 79 kg je zabilježena kod usjeva kukuruza uzgojenog uz bogato navodnjavanje, gnojidbu od 200 kg/ha dušika i bez primjene KM. Najveću količinu vode u zrnu imao je kukuruz uzgojen bez gnojidbe, uz bogato navodnjavanje i bez tretiranja KM. Najveći sadržaj bjelančevina u zrnu imao je kukuruz uzgojen u varijanti bez navodnjavanja, uz gnojidbu 200 kg/ha dušika i uz tretiranje KM1. Najviši sadržaj ulja u zrnu imao je kukuruz uzgojen bez navodnjavanja i gnojidbe, ali uz KM3. Zrno kukuruza uzgojenog uz racionalno navodnjavanje, bez gnojidbe i bez primjene KM imalo je najviši udio škroba. Iz navedenog se može zaključiti da je upotreba KM imala najveći utjecaj na parametre bjelančevina i ulja u zrnu kukuruza.

Ključne riječi: kukuruz, korisni mikroorganizmi, uzgoj, kakvoća usjeva, EM tehnologija

Rad sadrži: 47 stranica
14 slika
40 literaturnih referenci

Jezik izvornika: hrvatski

Sastav povjerenstva za obranu:

- | | |
|---------------------------------------|---------------|
| 1. prof. dr. sc. Vinko Krstanović | predsjednik |
| 2. doc. dr. sc. Lidija Dujmović | član-mentor |
| 3. doc. dr. sc. Tihana Marček | član-komentor |
| 4. izv. prof. dr. sc. Vedran Slačanac | zamjena člana |

Datum obrane: 22. rujan 2017.

Rad je u tiskanom i elektroničkom (pdf format) obliku pohranjen u Knjižnici Prehrambeno- tehnološkog fakulteta Osijek, Franje Kuhača 20, Osijek.

BASIC DOCUMENTATION CARD

GRADUATETHESIS

University Josip Juraj Strossmayer in Osijek
Faculty of Food Technology Osijek
Department of Food and Nutrition Research
Subdepartment of Biology and Microbiology
Franje Kuhača 20, HR-31000 Osijek, Croatia

Scientific area: Biotechnical sciences
Scientific field: Food technology
Course title: General microbiology
Thesis subject: was approved by the Faculty Council of the Faculty of Food Technology Osijek at its session no. VIII held on May 31 th 2016.
Mentor: Lidija Dujmović, PhD, assistant professor
Comentor: Tihana Marček, PhD, assistant professor
Technical assistance: Dijana Podravac, assistant

Testing the quality of corn grown with the addition of beneficial microorganisms

Ivan Tomas, 278-DI

Summary:

Corn (Zea mays L.) is one of the most commonly planted agricultural crop in the world. It is used as a feed for livestock, for human consumption and as a raw material in various industries. Corn quality evaluation is based on the genetic components of the yield and chemical composition of the grain. The aim of this study was to examine the effectiveness of a different beneficial technologies microorganism preparations with irrigation and fertilization as well as without any treatment of the crop and the basic properties of grain of maize hybrid OSSK 499. The grain samples were collected during the harvest, afterwards they were subjected to the analysis of protein, oil, moisture and starch content and determination of the hectolitre weight. The highest yield of 13140 kg/ha was achieved during rational irrigation, including fertilization with 100 kg/ha of nitrogen and without beneficial microorganisms use. The highest hectolitre weight of 79 kg was recorded in corn grown with the rich irrigation, fertilization with 200 kg/ha of nitrogen and without the beneficial microorganism 1 application. The highest moisture content was found in the grain of the corn grown without fertilizers, with abundant irrigation and without beneficial microorganism treatment. The highest protein content was recorded in the corn grown without irrigation, but with fertilization with 200 kg/ha of nitrogen and under treatment with beneficial microorganism. The highest oil content was found in the corn grown without irrigation and fertilization, but with beneficial microorganism 3. Corn grown with rational irrigation, without fertilizer addition or beneficial microorganisms use had the highest starch content. From the above-mentioned, it can be concluded that the use of the beneficial microorganisms had the greatest impact on the protein and oil content in the corn grain.

Key words: corn, beneficial microorganisms, cultivation, EM technology,

Thesis contains: 47 pages
14 figures
40 references

Original in: Croatian

Defense committee:

- | | |
|---|--------------|
| 1. Vinko Krstanović, PhD, associate prof. | chair person |
| 2. Lidija Dujmović, PhD, assistant prof. | supervisor |
| 3. Tihana Marček, PhD, assistant prof. | comentor |
| 4. Vedran Slačanac, PhD, associate prof. | stand-in |

Defense day: September, 22. 2017.

Printed and electronic (pdf format) version of thesis is deposited in Library of the Faculty of Food Technology Osijek, Franje Kuhača 20, Osijek.

Sadržaj

1. UVOD	1
2. TEORIJSKI DIO.....	3
2.1. KUKURUZ	4
2.1.1. Važnost i upotreba kukuruza	5
2.1.2. Sistematika i morfološka svojstva kukuruza	5
2.1.3. Vrste kukuruza.....	10
2.1.4. Agroekološki uvjeti uzgoja kukuruza	11
2.1.5. Agrotehnika uzgoja kukuruza	12
2.1.6. Kakvoća i sadržaj zrna kukuruza.....	16
2.1.7. Fizikalna svojstva zrna kukuruza.....	18
2.2. OSNOVNO O TEHNOLOGIJI KORISNIH MIKROORGANIZAMA	19
2.2.1. Koncept korisnih mikroorganizama	20
2.2.2. Tehnologija korisnih mikroorganizama.....	21
2.2.3. Princip djelovanja korisnih mikroorganizama	22
2.2.4. Korisni mikroorganizmi u upravljanju okolišem	24
2.2.5. Primjena korisnih mikroorganizama u poljoprivredi.....	25
3. EKSPERIMENTALNI DIO	28
3.1. ZADATAK	29
3.2. MATERIJALI I METODE	29
3.2.1. Kukuruz	29
3.2.2. Korisni mikroorganizmi	29
3.3. OPIS POKUSA	29
3.3.1. Poljski pokusi.....	29
3.3.2. Agrotehnika pokusa.....	31
3.3.3. Kemijske analize i obrada podataka.....	32
3.3.4. Obrada rezultata.....	32
4. REZULTATI	34
4.1. UROD ZRNA KUKURUZA	35
4.2. HEKTOLITARSKA MASA ZRNA KUKURUZA.....	35
4.3. SADRŽAJ VODE U ZRNU KUKURUZA	36
4.4. SADRŽAJ BJELANČEVINA U ZRNU KUKURUZA	37
4.5. SADRŽAJ ULJA U ZRNU KUKURUZA.....	37
4.6. SADRŽAJ ŠKROBA U ZRNU KUKURUZA	38
5. RASPRAVA	39
6. ZAKLJUČAK.....	42
7. LITERATURA	44

Popis oznaka, kratica i simbola

EM tehnologija – tehnologija korisnih mikroorganizma

KM – korisni mikroorganizmi

PVK – poljski vodni kapacitet

Zahvaljujem mentorici docentici Lidiji Dujmović na predloženoj temi, stručnoj pomoći i savjetima tijekom izrade diplomskog rada. Hvala joj na susretljivosti i strpljenju.

Posebno hvala mojim roditeljima, Mariji i prijateljima na razumijevanju i podršci koju su mi pružali tijekom studiranja.

1. UVOD

Kukuruz (*Zea mays* L.) je jedna od vodećih poljoprivrednih kultura u svijetu što znači da mu je područje uzgoja vrlo veliko, a to mu omogućuje različita duljina vegetacije, raznolika mogućnost upotrebe i adaptabilnost na lošija tla i lošije klimatske uvjete. Potječe iz Centralne Amerike, a nakon otkrića američkog kontinenta prenijet je u Europu i druge kontinente gdje je njegov uzgoj proširen (Gagro, 1997.).

U prehrani ljudi zrno kukuruza se koristi kod pravljenja kruha i peciva, za pripravljanje palente, kokica, a osobito su popularne vrste šećerac i kokičar. Još jedna od bitnih namjena kukuruza je proizvodnja etanola koja je zadnjih desetljeća dosta razvijena. On se koristi kao alternativno gorivo, što je zamjena za fosilna goriva. (Pospišil, 2010.).

U Republici Hrvatskoj kukuruz je također jedna od važnih poljoprivrednih kultura, a u periodu između 2011. i 2015. godine, površine zasijane kukuruzom su se kretale u prosjeku oko 280 tisuća hektara, a prosječni prirod zrna je oko 6200 kg/ha (Statistički ljetopis 2016.).

Tehnologija efektivnih/korisnih mikroorganizama (EM) temelji se na ciljanom odabiru sojeva korisnih bakterija, kvasaca, aktinomiceta i plijesni, koje osiguravaju biogenost tla, povećavaju obrambene mehanizme biljke te pozitivno utječu na zdravlje životinja, a razvio ju je profesor dr. Teruo Higa na Sveučilištu u Ryukyusu na Okinawi u Japanu početkom 1980-ih godina (Higa i Parr, 1994.).

On je izvijestio da je kombinacija oko 80 različitih mikroorganizama može pozitivno utjecati na raspadanje organske tvari na nutrijente koji kao takvi imaju ulogu promotora novog životnog ciklusa (Higa i Parr, 1994.).

Zadatak ovog rada je bio istražiti učinkovitost različitih pripravaka korisnih mikroorganizama EM tehnologije u varijantama uz navodnjavanje i gnojidbu kao i bez ikakvih tretmana na urod i osnovna svojstva kakvoće zrna hibrida kukuruza OSSK 499 uzgojenog na poljoprivrednom zemljištu Poljoprivrednog instituta Osijek.

2. TEORIJSKI DIO

2.1. KUKURUZ

Kukuruz (*Zea mays* L.) je jedna od vodećih poljoprivrednih kultura u svijetu. Potječe iz Centralne Amerike, a nakon otkrića američkog kontinenta prenio je u Europu i druge kontinente gdje je njegov uzgoj proširen. Kukuruz se uzgaja u cijelom svijetu što znači da mu je područje uzgoja vrlo veliko, a to mu omogućuje različita duljina vegetacije, raznolika mogućnost upotrebe i adaptabilnost na lošija tla i lošije klimatske uvjete (Gagro, 1997.).

Preciznije, kukuruz se uzgaja na vrlo širokom području od 55° sjeverne geografske širine do 40° južne geografske širine. Treća je svjetska kultura po zasijanim površinama, odmah nakon pšenice i riže. Sije se na oko 130 milijuna hektara, a prosječni prirod zrna je oko 3700 kg/ha. Najveće površine zasijane kukuruzom nalaze se u SAD-u, Kini, Brazilu i Meksiku (Gagro, 1997.).

U Republici Hrvatskoj, u periodu između 2011. i 2015., površine zasijane kukuruzom se kreću u prosjeku oko 280 tisuća hektara, što ga čini našom važnom ratarskom kulturom, a prosječni prirod zrna je oko 6200 kg/ha (Statistički ljetopis 2016.).

Zanimljivo je što su svi dijelovi biljke kukuruza upotrebljivi, no najveći dio uzgojenog kukuruza se koristi za ishranu stoke. Za tu namjenu koristi se silaža cijele biljke, silaža vlažnog zrna ili klipa te suho zrno. Preostali dio se koristi za ljudsku prehranu te u raznim industrijama (Pospišil, 2010.).



Slika 1 Prikaz klipa i stabljike kukuruza (<http://images.wisegeek.com/corn-in-a-field.jpg>)

2.1.1. Važnost i upotreba kukuruza

Velika je važnost kukuruza u svjetskim razmjerima što se vidi po ukupnoj površini na kojoj se proizvodi. Površine zasijane kukuruzom i prinosi zrna kukuruza u stalnom su porastu. Kukuruz daje visoke prinose zrna po jedinici površine, maksimalni prinosi mogu biti i preko 25000 kg/ha.

Sve dijelove biljke kukuruza, izuzev korijena, možemo iskoristiti u prehrani ljudi, u industriji i za prehranu domaćih životinja. Za pripravljanje koncentrirane stočne hrane veliku važnost ima zrno. Njegov nutritivni sastav je takav da sadrži 70-75% ugljikohidrata, oko 10% bjelančevina, oko 5% ulja, oko 15% mineralnih tvari i oko 2,5% celuloze. Preradom zrna dobiva se škrob koji ima široku primjenu u prehrambenoj i farmaceutskoj industriji, tekstilnoj industriji, te je veliki dio korišten za proizvodnju papira (Pospišil, 2010).

Što se tiče prehrane ljudi osobito su popularni kukuruz šećerac i kokičar. U prehrani ljudi zrno se koristi kod pravljenja kruha i peciva, za pripravljanje palente, kokica. Još jedna od bitnih namjena kukuruza je proizvodnja etanola koja je zadnjih desetljeća dosta razvijena. On se koristi kao alternativno gorivo, što je zamjena za fosilna goriva. (Pospišil, 2010.).

2.1.2. Sistematika i morfološka svojstva kukuruza

Sistematski položaj kukuruza (Knežević, 2006):

CARSTVO	(Regnum):	<i>Plantae</i>
PODCARSTVO	(Subregnum):	<i>Viridiplantae</i>
ODJELJAK	(Phylum):	<i>Magnoliophyta (Spermatophyta)</i>
PODODJELJAK	(Subphylum):	<i>Magnoliophytina (Angiospermae)</i>
RAZRED	(Classis):	<i>Liliopsida (Liliatae, Monocotyledoneae)</i>
PODRAZRED	(Subclassis):	<i>Commelinidae</i>
RED	(Ordo):	<i>Cyperales</i>
PORODICA	(Familia):	<i>Poaceae (Gramineae)</i>
PODPORODICA	(Subfamilia)	<i>Panicoideae</i>
PLEME	(Tribus)	<i>Maydeae</i>
ROD	(Genus):	<i>Zea</i>
VRSTA	(Species):	<i>Zea mays</i>

Kukuruz je najkrupnija biljka od svih žitarica koja ima specifičnu morfološku građu (Zovkić, 1981). Dijelovi biljke kukuruza su korijen, stabljika, list, cvijet (cvat) i plod (zrno), koji su shematski prikazani na slici 2.

Korijen

Korijen kukuruza je žiličast i obuhvaća veliki volumen tla, najveća masa korijena nalazi se u sloju do 30 centimetara, a dubina prodiranja iznosi do 3 metra. Korijenov sustav sastoji se od primarnog i sekundarnog korijena. Kukuruz klija jednim primarnim korijenom (Kovačević i Rastija, 2002.).

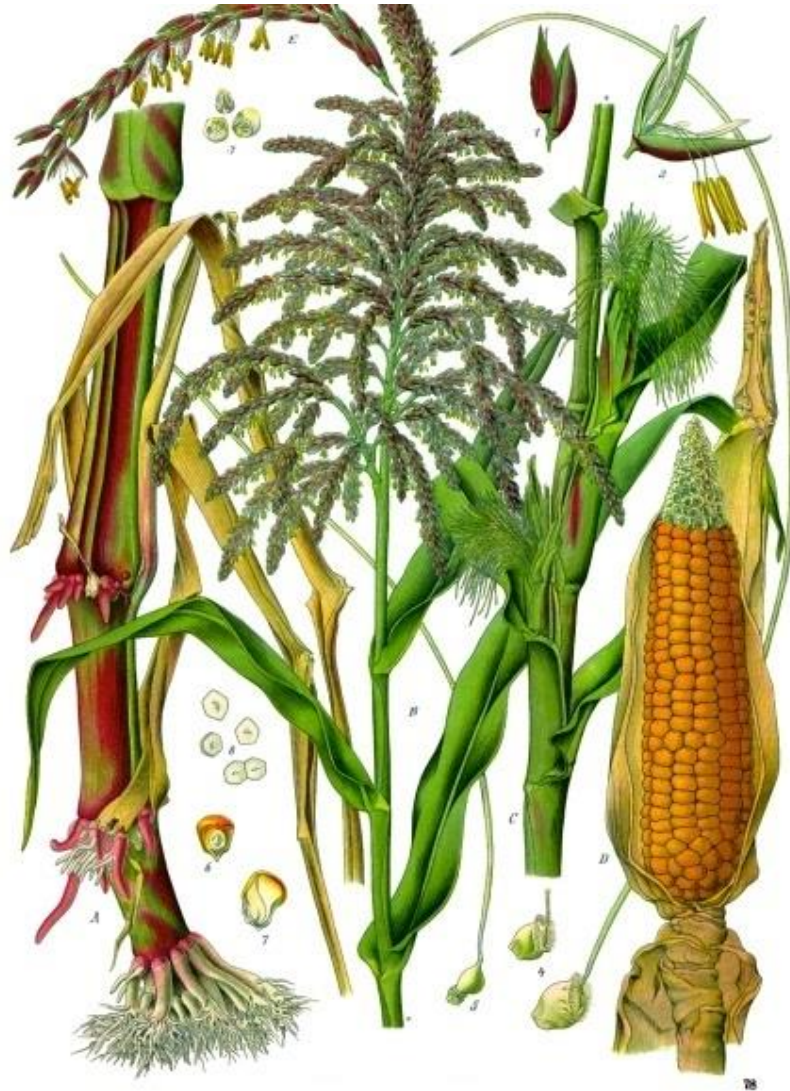
Primarni korijen sastoji se od tri tipa: glavni klicin korijen, bočni klicini (hipokotični) korijenovi i mezokotični korijen. Oblikuju se u vrijeme klijanja. Zadaća tog korijenja je da učvrsti sjeme i mladu biljčicu za tlo, da crpe hranu i vodu. Razvojem sekundarnog korijenova sustava uloga primarnoga jako se smanjuje, ali ostaju aktivan do kraja vegetacije.

Sekundarni korijen kukuruza raste iz podzemnih i nekoliko nadzemnih nodija stabljike, pa razlikujemo podzemno nodijalno i nadzemno ili zračno nodijalno korijenje. Nodijalno korijenje je razvijeno, šire i dublje prodire u tlo, crpi vodu i hranjiva te hrani biljku.

Podzemno nodijalno korijenje razvija se iz nodija koji se nalazi u tlu. Kako biljka kukuruza razvija listove, iz koljenaca stabljike razvijaju se etaže podzemnog nodijalnog korijenja. Donje etaže razvijaju manje korijena, a gornje sve više. Samim time korijen kukuruza postaje kompaktan, prodire u dubinu i do dva metra, a u širinu više od metra, zahvaća velik volumen tla i crpi hranu i vodu (Pospišil, 2010.).

Nadzemno nodijalno korijenje razvija se iz prvog i drugog, a ponekad i iz trećeg nodija izvan površine tla. Osnovna uloga mu je da učvrsti i stabilizira biljku zbog visine stabljike i težine klipa.

Korijen kukuruza dobro je razvijen i dobre moći upijanja, što mu omogućuje da i na lošijim tlima i u uvjetima suše daje relativno dobre prirode. Na razvoj korijenova sustava utječe hibrid, tip tla i njegova plodnost, klimatski uvjeti (toplina, voda, zrak), agrotehnika, obrada tla, vrijeme, dubina sjetve, hranidba, njega i zaštita (Kovačević i Rastija, 2009.).



Slika 2 Shematski prikaz morfoloških organa kukuruza, istaknuti su korijen, stabljika, muški i ženski cvijet, te plod ([https://sh.wikipedia.org/wiki/Datoteka:Zea_mays - K%C3%B6hler%E2%80%93s_Medizinal-Pflanzen-283.jpg](https://sh.wikipedia.org/wiki/Datoteka:Zea_mays_-_K%C3%B6hler%E2%80%93s_Medizinal-Pflanzen-283.jpg))

Stabljika

Stabljika kukuruza sastoji se od nodija i internodija, kojih može biti desetak i više, ispunjena je provodnim snopovima i parenhimom koji daje čvrstoću, visoka je i relativno debela. Prvi internodij je najkraći, a svaki daljnji je sve duži. Visina stabljike varira od 0,5 metara na krajnjem sjevernom uzgojnom području, pa do 5 do 7 metara kod tropskih kasnozrelih hibrida.

Raniji hibridi imaju nižu i tanju stabljiku, a što je vegetacija dulja povećava se visina i debljina stabljike. Hibridi u našim uvjetima uzgoja imaju visinu od 1,5 metara do 3,5 metara, a stabljika je debela od 1,5 do 3 centimetara.

Internodiji stabljike pokriveni su rukavcima listova u čijim se pazusima zameću pupovi bočnih izdanaka. Iz pupova podzemnih koljenaca i prvih koljenaca na dnu stabljike oblikuju se zaperci, čije je formiranje karakteristika nekih podvrsta kukuruza- šećerca i kokičara, ali njihovu pojavu mogu izazvati i vanjski uvjeti: rjeđi sklop, bogatija ishrana dušikom, jače osvjetljenje.

List

Iz pupova prema sredini i vršnom dijelu stabljike oblikuju se začeci klipova, od kojih se, ovisno o uvjetima, razvije 1 do 5 klipova. Iz vršnih pupova ne oblikuju se začeci klipova. List prema značenju i prema mjestu gdje se zameću i nalaze razlikuju se tri tipa listova: klicini listovi, pravi ili listovi stabljike i listovi omotača klipa (komušina).

Klicini listovi imaju svoje začetke još u klici i ima ih 5 do 7. Potpuno se razvijaju u prvih 10 do 15 nakon nicanja kada su od presudnog značaja za biljku. Nakon formiranja pravih listova, klicini listovi gube svoje značenje i suše se u prvom dijelu vegetacije. Pravi listovi sastoje se od plojke, rukavca i jezička.

Plojka je linearna i široka 5 do 15 centimetara, dužine 50 do 100 centimetara, na rubovima valovita, lice je pokriveno dlačicama, a naličje glatko. Rukavac je debeo i čvrst s manje primjetnom centralnom žilom.

Rani hibridi koji se kod nas uzgajaju imaju 8 do 10 listova, a najkasniji 18 do 22 listova. Broj listova stabilno je svojstvo i malo se mijenja u različitim godinama kod istog hibrida. Listovi omotača klipa razvijaju se na nodijima drške klipa, a to je skraćeni bočni izdanak. Listovi omotača klipa štite klip i zrna na njemu od štetnih vanjskih utjecaja, bolesti i štetnika.

List kukuruza sastoji se od lisnog rukavca i lisne plojke. Na prijelazu plojke u rukavac nalazi se jezičac, on sprječava ulazak vode i drugih tvari koje nisu poželjne u dio između stabljike i lista. Broj listova uvjetovan je brojem nodija, a kreće se od 8-40 sve ovisno o dužini vegetacije. Lisna površina kukuruza je dosta velika pa tako može biti od 0,3 pa sve do 1,2 m² po biljci. Pored klicinih listića i listova stabljike također se nalaze listovi koji obavijaju klip čineći komušinu (Pospišil, 2010.).

Cvat

Kukuruz je jednodomna biljka koja ima razdvojene muške i ženske cvjetove. Muški cvjet je metlica, a ženska cvijet je na klipju. Metlicu nalazimo na vrhu biljke, a sastoji se od centralnog vretena i postranih grana. Na glavnoj grani i postranim granama razvijaju se klasići (Gagro, 1997.).

Klasići obuhvaćaju dvije pljeve i dva cvijeta, gdje je svaki cvijet obuhvaćen s dvije pljevice. Također u dnu cvijeta nalaze se dvije pljevičice i njihova uloga je da u vrijeme cvatnje upijaju vodu, bubre i otvaraju cvijet. U cvijetu se nalaze tri prašnika, a tučak je zakržljao (Gagro, 1997.).

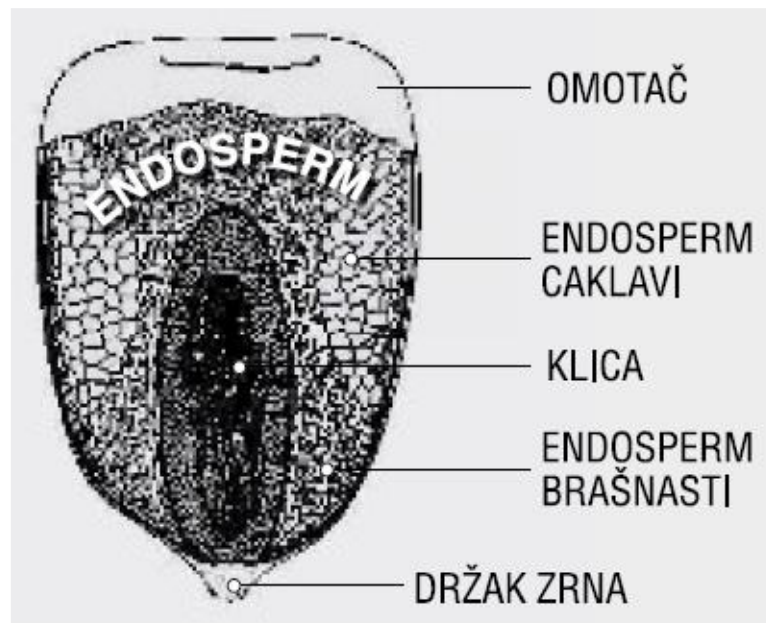
Klip se formira u pazušcu listova glavne stabljike, a sastoji se od drške klipa na kojem su koljenca i kratka međukoljenca. Broj redova na klipju kreće se od 8 do 26 i uvijek je paran, taj paran broj je povezan s razvojem klasića i cvjetova. S vanjske strane pokriven je komušinom. Cvatnja počinje od baze prema vrhu, a broj cvjetova može biti od 500 do 600, kod nekih hibrida kasnije vegetacije čak i preko 1000 (Pospišil, 2010.).

Plod

Plod je zrno, koje se kao i kod ostalih žitarica sastoji od omotača ploda, sjemene ljuske, endosperma i klice. Omotač ploda štiti unutrašnjost zrna, te je u njemu smješten pigment koji određuje boju zrna. Između sjemene ljuske i endosperma nalazimo tanak aleuronski sloj čija boja može biti različita, a sadrži dosta bjelančevina, vitamina, i ulja. Endosperm zauzima najveći dio zrna, a nalazi se ispod perikarpa i sjemenog omotača. Čini ga oko 80% zrna, oko 7% ljuska i oko 7-10% klica (Gagro, 1997.).

U sastavu stanica endosperma najvećim dijelom je škrob, a na prednjoj strani donjeg dijela zrna nalazimo klicu. Klica se sastoji od primarnog korijena koji je omotan korijenovim omotačem i od primarne stabljike (Pospišil, 2010.).

Primarna stabljika je građena od kraćih internodija (5-6) i na svakom nodiju se nalazi po jedan list. Prvi list se nalazi između klice i endosperma i njegova zadaća je da propušta hranu prema klici koja se rastvara djelovanjem enzima. Dok drugi list služi kao omotač za primarnu stabljiku, koja u nicanju koleoptila pukne i zatim prvi listić izbija van (Pospišil, 2010.).



Slika 3 Prikaz dijelova zrna kukuruza (Grbeša, 2008.)

Kemijski sastav kukuruza ovisi o nekoliko faktora kao što su: hibridi, agroekološki uvjeti proizvodnje, tlo, gnojidba, vrijeme i način berbe te skladištenje. Na bazi suhe tvari zrno sadrži 58-71% škroba i 8-11% bjelančevina. Najveći dio ulja nalazi se u klici, a sadržaj se kreće od 3-5%. Sadržaj šećera se kreće od 1,5 do 2%, mineralnih tvari 1-1,5%, sirovih vlakana 2-2,5%. Bjelančevine kukuruza su manje kvalitetne zbog toga što ne sadrže dovoljno esencijalnih kiselina (Pospišil, 2010.).

2.1.3. Vrste kukuruza

Kukuruz pripada rodu *Zea*, koji ima samo jednu vrstu *Zea mays*. U vrsti *Zea mays* ima više podvrsta. Klasifikacija koja se temelji na obliku i strukturi zrna (Zovkić, 1981.):

1. zuban (*Zea mays* L. *indentata* Sturt.)
2. tvrdunac (*Zea mays* L. *indurata* Sturt.)
3. šećerac (*Zea mays* L. *saccharata* Sturt.)
4. kokičar (*Zea mays* L. *evarta* Sturt.)
5. mekunac (*Zea mays* L. *amylacea* Sturt.)
6. voštanac (*Zea mays* L. *ceratina* Kulesk)
7. pljevičar (*Zea mays* L. *tunicata* Sturt.)
8. poluzuban (*Zea mays* L. *semidentata* Kulesk)
9. škrobni šećerac (*Zea mays* L. *amylo saccharata* Sturt.)

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 postotkom bjelančevina. Zrno zubana više se koristi u prehrani domaćih životinja i industrijskoj preradi, a tvrdunac se više koristi u prehrani ljudi (Gagro, 1997.).

2.1.4. Agroekološki uvjeti uzgoja kukuruza

Temperatura

Kukuruz ima velike potrebe prema toplini, a zahvaljujući polimorfizmu i selekciji omogućen je uzgoj kukuruza i u relativno hladnijim područjima. Temperaturni režim ograničava uzgoj kukuruza u sjevernim predjelima, a vegetacija kukuruza mora se uklopiti u dio godine bez mraza.

Minimalna temperatura tla za klijanje kukuruza u proizvodnim uvjetima je 8-10°C, ali tada biljke niknu tek za 3-4 tjedna uz mogućnost infekcije bolestima. Optimum za proizvodne uvjete je oko 25°C, tada je nicanje za 5-6 dana, a pri temperaturi 16-18°C nicanje je za 10-12 dana.

U početku vegetacije kukuruz može izdržati temperature do -3°C. U ovoj fazi više štete dugotrajne niske temperature od samoga mraza. Temperatura najviše utječe na kukuruz u fazama od nicanja do metličanja, a pro hladno vrijeme produžava razdoblje do cvatnje.

Voda

Kukuruz je biljka koja ekonomično troši vodu, ali su mu potrebe za vodom vrlo velike. Vodni režim kukuruza se mijenja tijekom vegetacije. Kritično razdoblje potreba kukuruza prema vodi je od 15-10 dana prije do 15-20 dana nakon metličanja. U tom razdoblju kukuruz treba najmanje 100 mm kiše.

Vremenske prilike, pogotovo količina i raspored oborina i srednje temperature zraka imaju značajnu ulogu u formiranju prinosa ratarskih usjeva. Varijacije prinosa u pojedinim godinama kratkog razdoblja su uglavnom rezultat vremenskih prilika, pogotovo oborinskog i temperaturnog režima u sezonama uzgoja (Kovačević i sur., 2005.). Pravilo je da su veće količine dobro raspoređenih oborina i niže temperature zraka tijekom tri ljetna mjeseca povoljnije za uzgoj kukuruza (Kovačević i sur., 2010).

Kovačević i Josipović (2005.) potvrdili su kako nedostatak oborina uz povišene temperature zraka za vrijeme ljetnog razdoblja u Istočnoj Hrvatskoj dovodi do znatno nižih prinosa zrna kukuruza.

Tlo

Kukuruz najbolje uspijeva na dubokim, plodnim i strukturnim tlima, slabo kisele ili neutralne reakcije, dobrog toplinskog, vodnog i zračnog režima. Problem je što takvih tala ima malo, a to su uglavnom černozema i dobra aluvijalna tla. Teška, zbijena, slabo propusna, kisela te slabo plodna tla nisu prikladna za proizvodnju kukuruza.

Svjetlost

Kukuruz je biljka kratkog dana, dugi dan usporava rast i razvoj te produžava vegetaciju koja se produžava i zasjenjivanjem kukuruza. Sklop također utječe na svjetlost. U pregustom usjevu pogoršava se svjetlosni režim donjih i srednjih listova (Kovačević i Rastija, 2009.).

2.1.5. Agrotehnika uzgoja kukuruza

Plodored

Kukuruz je biljka koja relativno dobro podnosi monokulturu, ali ga se ipak preporučuje uzgajati u plodoredu. Monokultura kukuruza izaziva degradaciju plodnosti tla, intenzivira pojavu bolesti i štetnika, jednostrano se iscrpljuju zalihe hranjiva, sužava plodored i štetno utječe na druge kulture koje zahtijevaju široki plodored (Butorac, 1999).

Mogući sustavi uzgoja kukuruza su dvopoljni, tropoljni, višepoljni plodored, kukuruz kao naknadni ili postrni usjev u plodoredu, kukuruz u ponovljenom uzgoju (2-3 godine na istoj parceli) i kukuruz u konsocijacijama (kukuruz s grahom ili bundevama).

Obrada tla

Dubina osnovne obrade u uvjetima povoljnog tla i klime je do 30 cm dubine, a ako su tla nepovoljna potrebna je dublja osnovna obrada, te eventualno hidromelioracija, osobito u područjima sklonim višku oborina. Kod nas je u većini slučajeva za kukuruz dovoljno orati na 25-30 cm dubine.

Vrijeme izvođenja osnovne obrade u jesen/zimu je poželjno u području sklonom suši, jer se tijekom zime akumulira voda u preoranom tlu, a smrzavanjem tla se poboljšava njegova struktura. Oranje u proljeće se u našem području ne bi trebalo prakticirati zbog moguće suše u ljeto (Mihalić, 1985.).

Kvalitetna predsjetvena obrada tla omogućava jednolično polaganje sjemena po dubini, jednolično nicanje i razvoj, te jednolično sazrijevanje usjeva. Kod nas se prakticiraju obično dvije međuredne kultivacije, a osobito je ova mjera korisna na težim i slabo aeriranim tlima. Prva kultivacija se obavlja u fazi 3-4 lista kukuruza, a druga u fazi 7-8 listova. Nakon ove faze kukuruz postaje visok i manje elastičan, što ograničava mogućnost kultivacije bez posljedica po sklop kukuruza. Pri kultivaciji treba paziti da se ne ošteti korijenov sustav. Prva kultivacija se može obaviti do dubine 10-12 cm, a druga do 6-8 cm, uz širinu zaštitne zone od 10-12 cm kod prve kultivacije, odnosno 15-20 cm kod druge kultivacije.

Gnojidba

Ako se kukuruz uzgaja nakon kultura koje ostavljaju veće žetvene ostatke (slama, kukuruzovina), prije zaoravanja tih ostataka potrebno je gnojidbom dati 100-150 kg uree/ha i tako osigurati dovoljno dušika za rad mikroorganizama, koji razgrađuju organske ostatke. Ako se gnojiva dodaju u osnovnoj obradi, pripremi tla za sjetvu, u startu i prihrani, biljka će u svako vrijeme imati na raspolaganju potrebna hranjiva.

Startna gnojidba izvodi se zajedno sa sjetvu tako da ulagači gnojiva postavljaju gnojivo 5-8 cm u stranu od sjemena i oko 3-5 cm ispod sjemena. Ta hranjiva su u blizini razvijenog korijena i biljka ih odmah koristi za brži porast. Koriste se NPK gnojiva s naglašenom fosfornom komponentom. U startnoj gnojidbi također se često koriste i gnojiva koja sadrže insekticid protiv zemljišnih štetnika. Startna gnojidba često se izbjegava zbog toga što opterećuje i usporava sjetvu.

Prihranjivanje se vrši u slučaju kada se u ranijim gnojidbama nije uspjelo u tlo unijeti planirane količine gnojiva i ako se na usjevu uoče simptomi nedostatka hranjiva. U ranim fazama razvoja vrši se prihrana. U fazi 3-5 listova prva prihrana, a druga prihrana u fazi 7-9 listova. Najčešće prilikom međurednih kultiviranja usjeva kukuruza izvodi se prihranjivanje. Koriste se najčešće dušična gnojiva (KAN i UREA), te kompleksna gnojiva, u kojima je naglašena dušična

komponenta. Može se izvesti i folijarno. Gnojiva dodana folijarno odmah se usvajaju. Kukuruz podnosi male koncentracije, te treba koristiti posebno pripremljena gnojiva. To su razlozi zašto se folijarna hranidba u uzgoju kukuruza malo koristi, te se može preporučiti za proizvodnju sjemenskog kukuruza.

Sjetva

Sjetvu treba obaviti u optimalnom agrotehničkom roku. U sjeverozapadnom dijelu RH to je od polovice travnja do kraja travnja, a za istočni dio RH od 10. travnja do 25. travnja. Kada se temperatura sjetvenog sloja podigne na 10°C treba započeti sjetva. Ranija sjetva ima niz prednosti. Osigurava ranije klijanje i nicanje, dolazi do boljeg korištenja zimske vlage, također ranije metličanje, svilanje, cvatnja i oplodnja. Ranija sjetva također ima i nekih negativnih učinaka, jer u slučaju niskih temperatura i visoke vlažnosti tla može doći do dugotrajnog klijanja i nicanja, lošijeg sklopa zbog čega se mora preorati zasijana površina. Kukuruz se sije sijačicama na razmak između redova 70 cm. Razmak može biti i veći, ali pošto se kukuruz sije u gušćem sklopu, velikim razmakom se smanjuje razmak između biljaka u redu. To povećava konkurenciju biljaka i smanjuje optimalno korištenje vegetacijskog prostora.

Njega usjeva

Pod mjerama njege podrazumijevaju se razni agrotehnički zahvati od sjetve pa do berbe. Njima se nastoji usjevu osigurati povoljne uvjete tijekom vegetacije. Jedan dio mjera izvodi se redovito svake godine, dok drugi dio se izvodi prema potrebi. Za razbijanje pokorice i uništavanje korova u fazi klice jako je važna plošna kultivacija rotacijskom kopačicom. Jedna od neophodnih mjera je također i međuredna kultivacija (Slika 6.) kojom se sprječava pojava pokorice, aerira se površinski sloj tla, smanjuje gubitak vode iz tla i uništavaju korovi. Međuredna kultivacija obavlja se u dva navrata, prva u fazi 5-6 listova i druga u fazi 7-9 listova. Izvodi se na dubini 6-12 cm. Prva kultivacija se obično izvodi nešto pliće s užom zaštitnom zonom (oko 15 cm). U godinama kada izostane efekt primjene herbicida vrši se i ručno okopavanje kukuruza.

U početnim fazama razvoja jako je važno usjev zaštititi od korova. Preventivna borba počinje predsetvenom obradom. Osim obradom može se djelovati primjerice odgovarajućim

plodoredom, te čišćenjem poljoprivrednih strojeva kojima se može prenositi sjeme ili vegetativni dijelovi korovnih biljaka. Ako preventivne mjere nisu uspjele suzbiti korove, tada se mora pribjeći kemijskom suzbijanju (herbicidi). Protiv korova koriste se također mehaničke mjere pomoću tanjurače, sjetvospremača, drljače i drugih.

Tijekom vegetacije kukuruz je izložen napadu raznih bolesti i štetnika, koji nanose jako velike štete. Neke od bolesti su: palež klijanaca, pjegavost lista kukuruza, suha trulež, mjehurasta snijet, trulež korijena, stabljike i klipa i fuzarioze kukuruza. Mjere borbe protiv bolesti su upotreba zdravog sjemena, plodored, obrada tla, gnojidba, također sjetva otpornih hibrida kao i dezinfekcija sjemena. Od štetnika najčešće se pojavljuju žičnjaci, sovica i kukuruzni moljac. Žičnjaci se suzbijaju insekticidima, kod pojave sovica uništavaju se korovi na kojima odlažu jaja, a kod kukuruznog moljca mjere borbe su uništavanje ostataka i plodored

Berba

Berba kukuruza obavlja se u punoj zriobi zbog toga što kukuruz jednolično sazrijeva i ne osipa se. Kukuruz treba nastojati što prije obrati, jer ako se kasni smanjuje se prirod. Gubici najčešće nastaju zbog šteta koje čine ptice, glodavci i divljač. Također do gubitaka dolazi i pri radu kombajna, ali oni ne bi smjeli prelaziti 2-3%. Kukuruz se bere u tehnološkoj zrelosti, a ona nastupa u različito vrijeme, što ovisi o načinu samog korištenja kukuruza. Berba kukuruza u klipovima izvodi se beračima komušaćima i cijeli proces je mehaniziran. Obrani i okomušani klipovi transportiraju se i transporterima ubacuju u koševе. Berba treba započeti kada vlažnost zrna na klipovima padne ispod 30%. Za uspješno čuvanje kukuruza u košu treba paziti da se skladište samo zdravi, čisti i zreli klipovi. Vлага zrna ne bi trebala biti viša od 26%. Ukoliko se uskladištio kukuruz sa većom vlažnosti, potrebno ga je ventiliranjem dosušiti na odgovarajuću vlažnost.

Berba kukuruza u zrnu – Za ovaj način ubiranja koriste se žitni kombajni sa specijalnim hederom za otkidanje klipova kukuruza. Dobiveno sirovo zrno moguće je uskladištiti na duže vrijeme. U probranom zrnu, ako se berba obavlja kombajnom treba biti mali postotak oštećenih zrna. Vлага zrna od 25-28% najpovoljnija je za berbu za ovaj način korištenja kod većine hibrida. Kada se berba završi, zrno se mora sušiti pomoću toplog zraka u sušarama da bi mu se sadržaj vode spustio na najviše 13%, pri kojem se može sigurno čuvati u skladištima i silosima. Ubranje silažnog kukuruza – Preporučuje se podešavanje duljine reza 4-10 mm. Što

se tiče dijela kukuruza koji će se koristiti u ishrani stoke najbolje ga je koristiti u obliku silaže. To je najbolji način zbog toga što dolazi do pojeftinjenja proizvodnje stočne hrane po jedinici površine. Kukuruz koji se upotrebljava u obliku silaže ima 50% veći hranidbeni efekt od kukuruza u obliku suhog zrna (Zimmer i sur., 2009.).

2.1.6. Kakvoća i sadržaj zrna kukuruza

Škrob

Škrob je ugljikohidrat, polisaharid izgrađen od jedinica glukoze povezanih α -1 \rightarrow 4 i α -1 \rightarrow 6 vezama. Opća formula mu je $(C_6H_{10}O_5)_n$. Nastaje kao produkt asimilacije u lišću zelenih biljaka te se nagomilava u sjemenkama, plodovima, korijenu i gomoljima biljaka u obliku škrobnih granula koje ga koriste kao rezervnu hranu tijekom mirovanja, klijanja i rasta (Šubarić i sur., 2011.).

Kukuruz sadrži najviše škroba među žitaricama, oko 64%, a ujedno je i najvažniji izvor energije za perad, svinje i visoko proizvodne krave i junad gdje njegov udjel u energiji iznosi od 50 do 75%. U zrnu kukuruza najviše škroba sadrži endosperm gdje ga je oko koji čini oko 87% zrna, dok klica i omotač čine ostatak. Međutim, iz endosperma potječe 98% škroba zrna kukuruza pa što je viši udjel endosperma to je više i škroba u zrnu. U pravilu rani hibridi sadrže samo nešto manje škroba od kasnih hibrida. Kukuruz i njegovi hibridi s višim sadržajem škroba su pogodniji za hranidbu svinja i junadi te za proizvodnju etanola kao goriva.

Šećeri

Kukuruz u sadrži oko 1,5% šećera u 88% suhe tvari. Šećeri se sastoje od saharoze, glukoze i fruktoze.

Bjelančevine

Organizam treba bjelančevine hrane kao izvor aminokiselina iz kojih one grade i obnavljaju vlastiti protein. Osnovna funkcija bjelančevina hrane je građevina, tj. izvor je esencijalnih aminokiselina koje organizmu treba za sintezu vlastitih proteina, a ne može ih sintetizirati. Esencijalno je 10 od ukupno 22 aminokiseline. Esencijalne aminokiseline su: lizin, metionin, triptofan, treonin, izoleucin, leucin, histidin, fenilalanin, arginin i valin. Druga funkcija bjelančevina hrane je osigurati dovoljno dušika i ugljika za sintezu neesencijalnih

aminokiselina. Neesencijalne aminokiseline organizam može sintetizirati jednu iz druge, a poluesencijalne aminokiseline samo iz esencijalnih aminokiselina.

Zrno kukuruza sadrži najmanji udio (8-9%) bjelančevina među žitaricama koje se uzgajaju u Hrvatskoj. Pored niskog sadržaja bjelančevina, loša je i njihova kvaliteta jer sadrži nedovoljno esencijalnih aminokiselina, osobito lizina i triptofana. Najvišu koncentraciju proteina sadrži klica (17-20%), osrednju endosperm (8-9%) i najmanje omotač (4-6%). Protein klice je boljeg aminokiselinskog sastava od proteina endosperma, ali kako je endosperm najzastupljenija komponenta u zrnu, iz njega potječe 75%, a iz klice 25% bjelančevina iz zrna.

Ulja

Ulje iz hrane opskrbljuje organizam koncentriranom energijom za korištenje ili skladištenje i esencijalnim masnim kiselinama koje organizam treba, a ne može ih sam sintetizirati. Ulje sadrži 2,25 puta više energije od škroba i bjelančevina, te daje oko 10% od ukupne energije kukuruza. Sve masne kiseline, uključujući i esencijalne, imaju strukturne funkcije, a stupanj njihove nezasićenosti daje fluidnost staničnim membranama. Ulje je nosač vitamina topivih u mastima (A, D, E i K) koji su bitne tvari za sve procese u stanicama tijekom cijelog života organizma.

Kukuruz sadrži više (3,6%) ulja nego pšenica, ječam i tritikale. Klica je glavno skladišno mjesto ulja (82,6%) u zrnu kukuruza dok se ostatak nalazi u endospermu (15,4%) i najmanje u omotaču (2%). Na variranje sadržaja ulja u kukuruzu značajnije djeluje genetski čimbenik - hibrid, nego okolišni čimbenici - gnojidba, lokacija i gustoća sklopa kukuruza.

Minerali

Sadržaj pepela u zrnu kukuruza je pokazatelj sadržaja soli makroelemenata (kalija, fosfora, magnezija, kalcija, natrija, klor i sumpora). Zrno kukuruza kao i drugih žitarica je jako siromašno kalcijem kojega sadrži 0,02%. Sadržaj ostalih minerala je sličan drugim žitaricama. Mineralni sastav je vrlo promjenjiv jer je odraz sadržaja i dostupnosti minerala iz tla i još više zaprljanosti zrna česticama tla (prašina).

Kukuruz sadrži značajniju (0,28%) količinu fosfora koji je zbog povezanosti s fitinskom kiselinom (79%) slabo (28%) iskoristiv za perad i svinje. Fitinska kiselina veže fosfor, ali i oksidante jer je snažni antioksidant. Sadržaj mikroelemenata cinka, bakra i mangana u zrnu kukuruza je znatno manji od potreba životinja, pa se potrebna količina podmiruje kroz vitaminsko mineralne dodatke.

Vlaga

Kukuruz se treba brati kada je vlaga od 22 - 25% radi smanjenja mehaničkih oštećenja perikarpa zrna tijekom berbe i manipulacije. Viša i niža vlaga čine zrno sklonije mehaničkim oštećenjima. Kukuruz se treba skladištiti na vlazi 10-15% da bi se izbjeglo kvarenje od strane kukaca, bakterija i plijesni. Vlaga iznad 13% omogućuje aktivnost kukaca koji stvaraju uvjete za rast plijesni koje zagrijavaju kukuruz na preko 65 °C. Nadalje, voda ne sadrži energiju pa svaki 1% vlage smanjuje sadržaj energije za 50 kJ/kg zrna kukuruza. Isto tako, svakih 1% više vlage u zrnu povisuje potrošnju energije pri mljevenju za 7%. Visokovlažno zrno kukuruza s 30-35% vlage se silira ili na drugi način (dodavanje ugljik dioksida, kiselina) konzervira. Vlažno zrno sadrži manje rožnatog endosperma pa je probavljivije, te njegova suha tvar ima najmanje za 5% više energije za preživače i svinje od suhe tvari osušenog zrna kukuruza (Grbeša, 2008.).

2.1.7. Fizikalna svojstva zrna kukuruza

Hektolitarska masa

Zrno kukuruza velike hektolitarske mase ima visoku energetska vrijednost. Može se reći da je jako niska ili visoka hektolitarska masa dobar pokazatelj energetske vrijednosti zrna kukuruza. Utvrđena hektolitarska masa znatno je viša od minimalno potrebne (65 kg/hl) kako u Hrvatskoj tako i od prve (>72 kg/hl) klase zrna kukuruza u SAD. Isto tako, hektolitarska masa je pokazatelj udjela staklastog i brašnatog endosperma. Hibridi više hektolitarske mase sadrže više rožnatog, a hibridi manje hektolitarske mase više brašnatog endosperma. Izuzetak su nezrela zrna kukuruza koja, iako imaju manju hektolitarsku masu od zrelih, imaju istu energetska vrijednost. Istraživanja pokazuju da kilogram suhe tvari iz suhog ili vlažnog (siliranog) nezrelog zrna kukuruza daje slične proizvodne rezultate u tovu svinja, goveda i janjadi kao suha zrela zrna kukuruza.

Masa 1000 zrna

Masa 1000 zrna je dobar pokazatelj veličine zrna, volumena i specifične mase. Tovna junad bolje iskorištava hranjive tvari iz hibrida s većom (340 i 344 g) nego s manjom (310) masom 1000 zrna. Prema američkim istraživanjima hibridi s višim udjelom rožnatog endosperma su teži od hibrida s više brašnatog endospema. Teža zrna imaju manju razgradnju škroba u buragu, pa su dobar pokazatelj razgradljivosti škroba.

Lom zrna

Otpor na lom je dobar pokazatelj sklonosti zrna oštećenjima. Cijelo zrno se oštećuje tijekom berbe, sušenja, transporta i premještanja. Hibridi s više loma su skloniji kvarenju masti koje "jedu" plijesni, te sadrže manje energije. Naime, lom kukuruza ima za 3% ili oko 481 kJ/kg manju energetska vrijednost, višu koncentraciju opasnih mikotoksina od cijelog zrna kukuruza.

Najmanji je lom kada se zrno bere pri vlazi od 22%, a viša ili niža vlaga povisuje ga. Mehanički oštećena zrna tijekom berbe se dodatno lakše oštećuju u kasnijim manipulacijama. Sušenje, osobito naglo, na temperaturama preko 80 °C je stres koji izaziva pucanje i lom zrna. Isto tako, kretanje kukuruza kroz transportne sustave uzrokuje udaranje koje dovodi do loma zrna i stvaranja sitnih čestica koje su manje hranjive vrijednosti. Karakteristike zrna koje su povezane sa lomom su: omjer rožnatog i brašnatog endosperma, prosječna masa zrna, kvaliteta i količina perikarpa, gustoća zrna, hektolitarska ili masa, veličina i oblik zrna. Manji lom imaju hibridi sa višim sadržajem ulja i proteina.

2.2. OSNOVNO O TEHNOLOGIJI KORISNIH MIKROORGANIZAMA

Tehnologiju korisnih mikroorganizama (EM tehnologija) je razvio profesor dr. Teruo Higa na Sveučilištu u Ryukyusu na Okinawi u Japanu početkom 1980-ih godina. On je izvijestio da kombinacija oko 80 različitih mikroorganizama može pozitivno utjecati kod raspadanja organske tvari na nutrijente koji kao takvi imaju ulogu promotora novog životnog ciklusa. Studije dr. Teruo Higa su pokazale da upotreba korisnih mikroorganizama može imati brojne primjene poput upotrebe poljoprivrede, stočarstva, vrtlarstva, hortikulture, kompostiranja, biološkog pročišćavanja, čišćenja septičkih jama, kontrole algi i higijene u kućanstvu (Higa i Parr, 1994.).

EM tehnologija uključuje rast, primjenu, upravljanje i ponovno uspostavljanje visoke populacije korisnih mikroorganizama u okruženju ili sustavu. Uporaba tehnologije korisnih

mikroorganizama proširila se u posljednja dva desetljeća na poljoprivredu, pročišćavanje voda, kontrolu mirisa, stočarstvo, zdravlje ljudi i druge brojne industrijske grane (Higa i sur., 1996).

Prema tome, istraživači su pokazali značajno zanimanje za moguću uporabu inokulanta za korisnih mikroorganizama i organsko gnojivo (na primjer životinjskog izmeta) u razvoju poljoprivrede (Hanekon i sur., 1999.)

Uspješna primjena korisnih mikroorganizama ovisi o odgovarajućim tehnikama formuliranja. Bolji rezultati se dobivaju ako se korisne mikroorganizme pomiješa s odgovarajućim sastojcima koji djeluju kao hranjive tvari, ljepljiva ili sredstva za vlaženje (Sekeran i sur., 2005.).

2.2.1. Koncept korisnih mikroorganizama

Poznato je da na zdravlje biljaka utječu brojni biotičkih i abiotičkih čimbenici te njihove interakcije u tlu i na površini korijena. U konvencionalnoj poljoprivredi najčešće se primjenjuju umjetna gnojiva, pesticidi i neki regulatora rasta biljaka za povećanje prinosa i kvalitete usjeva. Međutim, kod učestalog i prekomjernog korištenje tih kemikalija to dovodi do štetnih učinaka na okoliš, događa se poremećaj ekološke ravnoteže u tlu i stvara se nova biljka još više osjetljiva na vanjski utjecaj i bolesti. U nekim slučajevima, prinosi i kvaliteta su smanjeni.

Upravo se zbog tih razloga i svijesti proizvođača i potrošača pojavila potreba za nečim novim, čime bi se smanjilo ili u potpunosti uklonilo korištenje štetnih kemikalija, a prinosi i kvaliteta bi ostali isti ili bi se čak i poboljšali.

Profesor Higa je 1996. iz svojih istraživanja o korisnih mikroorganizama zaključio da će uvođenje mješovitih kultura mikroorganizama tlu i biljkama vjerojatno biti učinkovitije i na duži vremenski period, u odnosu na dodatak čistih kultura. Higa je razvio tri takve mješovite kulture korisnih mikroorganizama za koje je ustanovio da su posebno učinkovite. Nazvane su EM 2, EM 3 i EM 4.

EM 2 je mješavina otopina kulture fotosintetskih bakterija, aktinomiceta, kvasaca i gljiva, koji se sastoji od 10 rodova i 80 različitih vrsta. EM 3 je miješavina kultura fotosintetski bakterija. Dok je EM 4 miješavina kultura *Lactobacillus* i drugih mikroorganizama za proizvodnju mliječne kiseline.

Eksperimenti s EM kulturama pokazali su da folijarna primjena EM i tlo zajedno mogu dovesti do povećanja prinosa i kvalitete raznih povrtlarskih kultura. Na primjer, EM je utvrđeno da je značajno povećanje sadržaja vitamina C i šećera u odnosu na kontrolu.

Danas se EM distribuira pod registriranim zaštitnim znakom, a naširoko se koristi u poljoprivredne i povrtlarske kulture u Japanu, uključujući mango, rajčica, špinat, kupusnjače, luk, grašak, riža, krastavac, dinja i jagode.

2.2.2. Tehnologija korisnih mikroorganizama

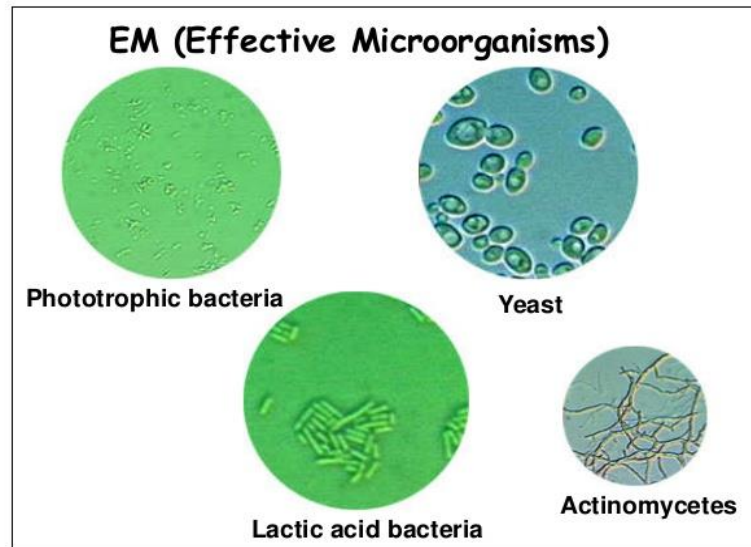
Prvu seriju korisnih mikroorganizama razvio je profesor T. Higa 1980. godine i na kraju im dao naziv EM (Higa i Parr, 1994.).

Preparati korisnih mikroorganizama su dostupni u obliku koncentrata i tekućih proizvoda proizvedenih prirodnim procesom fermentacije što znači da nisu kemijski sintetizirani ili stvoreni genetičkim inženjeringom. Ti preparati su kombinacija raznih korisnih, prirodno prisutnih mikroorganizama koji se uglavnom koriste za hranu ili se nalaze u hrani. Proizvodi se uzgojem više od 80 vrsta mikroorganizama.

Na temelju dosadašnjih istraživanja, većina sirovina iz tekućeg koncentrata korisnih mikroorganizama nije jasno navedena i identificirana jer su proizvedeni od strane različitih tvrtki (Sekeran i sur., 2005.).

Mikroorganizmi koji se koriste kao preparat EM su izvučeni iz 10 rodova i pripadaju u 5 različitih obitelji:

- bakterije mliječne kiseline: *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei* i *Streptococcus lactis*,
- fotosintetske bakterije: *Rhodospseudomonas palustris* i *Rhodobacter spaeroides*,
- kvasci :*Saccharomyces cerevisiae* i *Candida Utilis*
- aktinomicetama :*Streptomyces albus* te *Streptomyces griseus*
- plijesni: *Aspergillus oryzae*, *Penicillium sp.* i *Mucor hiemalis* (Diver i sur., 2001.).



Slika 4 Mikroskopski prikaz fotosintetskih bakterija, bakterija mliječne kiseline, kvasaca i katinomiceta (<http://deskuervis.nic.in/microbes.asp?list=3>)

Izvorno, preparati korisnih mikroorganizama su dostupni u neaktivnom stanju i potrebna im aktivacija prije primjene. Aktivacija uključuje dodatak vode i melase na neaktivni prepat. Smjesa zatim fermentira na sobnoj temperaturi tijekom 8 do 10 dana. PH je odlučujući faktor i treba biti ispod 4.0 (Sekeran i sur., 2005.).

2.2.3. Princip djelovanja korisnih mikroorganizama

Princip djelovanja korisnih mikroorganizama je povećanje biološke raznolikosti mikroflore tla i povećanje prinosa usjeva. Fotosintetske bakterija su osnova preparata korisnih mikroorganizama, jer rade sinergistički s drugim mikroorganizmima zadovoljavajući potrebe biljke za hranom i smanjujući probleme s bolestima.

Fotosintetske bakterije (fototrofne bakterije) su nezavisni samoodrživi mikroorganizmi. Ove bakterije sintetiziraju aminokiseline, nukleinske kiseline, bioaktivne tvari i šećere, tvari iz sekreta korijena te organske tvari (ugljik) pomoću sunčeve svjetlosti i topline tla kao izvora energije. One mogu koristiti energiju iz infracrvenog dijela sunčevog zračenja od 700 nm do 1200 nm za proizvodnju organske tvari što povećava učinkovitost biljaka.

Ti metaboliti se apsorbira u biljke izravno i također djeluju kao supstrati za bakterijsko povećanje biološke raznolikosti mikroflore. Dodavanje fotosintetskih bakterija u tlu povećava druge efektivne mikroorganizme.

Na primjer, arbuskularna mikoriza u rizosferi je povećana s obzirom na dostupnost dušičnih spojeva (aminokiseline) za upotrebu kao supstrata izlučivanjem fotosintetskih bakterija. Arbuskularna mikoriza povećava topljivost fosfata u tlu i time omogućiti dovod nedostupnog fosfora u biljkama, također arbuskularna mikoriza može koegzistirati sa nekim bakterija *Azotobacter* kao bakterija koja fiksira dušik i poboljšava sposobnost mahunarki za fiksiranje dušika.

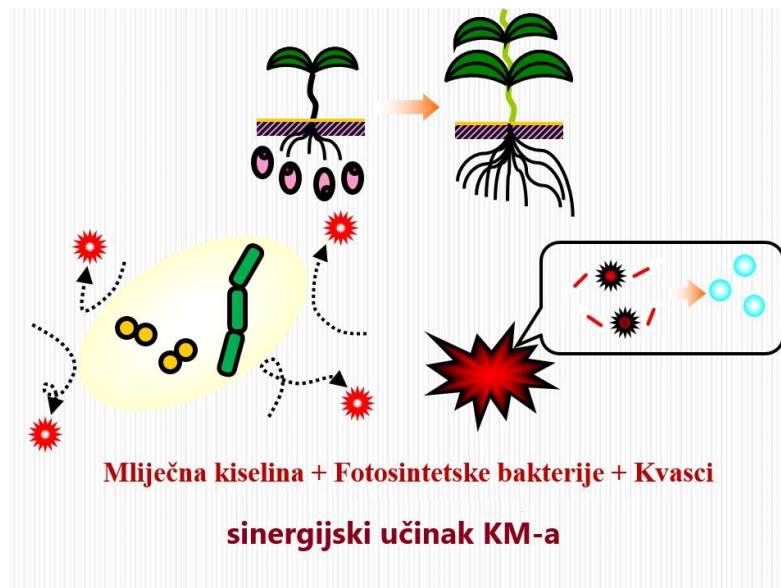
Bakterije mliječne kiseline: proizvode mliječnu kiselinu od šećera. Hrana i piće, kao što su krastavci i jogurt su proizvedeni pomoću bakterije mliječne kiseline. Međutim, mliječna kiselina je djeluje antibakterijski i smanjuje štetne mikroorganizme te povećava brzu razgradnju organske tvari.

Nadalje, bakterije mliječne kiseline pojačavaju razgradnju organske tvari kao što su lignin i celuloza te fermentiraju tvari za koje inače potrebno mnogo vremena. Također, imaju sposobnost potiskivanja širenje plijesni roda *Fusarium* koja je štetan mikroorganizam koji uzrokuje razne bolesti.

Kvasci: sintetiziraju antimikrobne i korisne tvari za rast biljaka iz aminokiselina i šećera koji potječu od fotosintetskih bakterija, organske tvari ili korijena biljke. Kvasci sintetiziraju bioaktivne tvari poput hormona i enzima koji promiču aktivno stanično dijeljenje i rast korijena. Njihove izlučevine su korisni supstrati za efektivne mikroorganizme poput bakterija mliječne kiseline i aktinomiceta (Córdor Golec i sur., 2007.).

Aktinomicete: proizvode antimikrobne tvari od aminokiselina koje potječu od fotosintetskih bakterija i organske tvari. Te antimikrobne tvari suzbijaju štetne gljive i bakterije. Aktinomicete mogu zajednički djelovati s fotosintetskim bakterijama. Dakle, obje vrste poboljšati kvalitetu okoliša tla, povećanjem antimikrobne aktivnosti tla (CórdorGolec i sur., 2007.).

Plijesni: kao što je *Aspergillus* i *Penicillium* razgrađujući organske tvari brzo proizvode alkohol, estere i antimikrobne tvari. To potiskuje neugodne mirise i sprječava zarazu štetnim insektima i crvima (Córdor Golec i sur., 2007.).



Slika 5 Shematski prikaz sinergijskog učinka mikroorganizama KM tehnologije

(<http://www.pcelinjak.hr/OLD/index.php/Ekologija-i-bioraznolikost/klimatske-promjene-vode-u-kolaps-pelarstva.html>)

2.2.4. Korisni mikroorganizmi u upravljanju okolišem

Gorući problem u cijelom svijetu je zbrinjavanje i/ili recikliranje krutog otpada. Rješenja u kojima se koriste EM su razvijena u Okinawi 1970. godine su korišteni za upravljanje okolišem (Higa, 1998.).

U zemljama kao što su Australija i nekim zemljama Europe i Azije, pa čak i Japana, KM tehnologija je bazirana na uporabu i uspješno se koristi u kućanstvima i upravljanju industrijskim otpadnim proizvodima. U provedbama poput kuhinjskog kompostiranja sustav je pomogao upravljati kuhinjskim otpadom i nastankom bogatog komposta, čime se eliminira potreba za kemijskim gnojivima (Freitag, 2002.).

Nadalje, tu je i provedeno i uspješno istraživanje o potencijalu KM kojim se smanjio sadržaj lipida iz hrane bogate mastima u ostatku otpadnih voda (Siripornadulsil i sur., 2008.).

Čista voda je ključan resurs za ljudsko zdravlje i prirodni okoliš, te igra ključnu ulogu u gospodarskom rastu i razvoju. KM tehnologija može pomoći ublažiti probleme s nestašicom vode na način da se voda za pročišćava za recikliranje. KM se koristi za pročišćavanje otpadnih voda tako da eliminira sve njene toksina i neugodan miris koji eliminira gotovo odmah.

Dakle, Kurihara i sur. (1990.) izvijestili su da lokalno prihvaćene KM blatne kuglice pojavljuju kao jedno od rješenja za zaštitu okoliša smanjujući onečišćenja u vodi i na taj način poboljšavaju kvalitetu vode u rijekama i kanalizacijsku otpadnu vodu.

Osim toga, KM preparati imaju sposobnost apsorpcije otrovnih plinova, primjerice, vodikovog sulfida i amonijaka, i njihove pretvorbe u organske kiseline, čime se eliminiraju neugodni mirisi koji potječu od njih (Eduardo, 2007.).

Dakle, okolina staje i higijene životinja su poboljšane. Štoviše, nakon prirodne katastrofe u Aziji, tsunamija, KM tehnologija uspješno je korištena za ublažavanje neugodnih mirisa. KM tehnologija se također pokazala učinkovitom u kontroli neugodnih mirisa septičkih jama.

Posipavanje pripravka korisnih mikroorganizama na materijal ubrzava razgradnju organskih tvari i na taj način zahtijeva manje vremena od prirodnog procesa kompostiranja. Korištenje KM tehnologije u pripremi biognojiva također pomaže da se poveća broj korisnih mikroorganizama u tlu, što poboljšava mikrobiološku zdravlje tla i potiče zdrav okoliš za biljke (Boraste i sur., 2009).

Freitag i sur. (2002.) su istaknuli da uvođenjem korisnih mikroorganizama u anaerobna postrojenja za obradu, rezultira smanjenjem neugodnih nusproizvoda razgradnje i nastankom taloga.

Qasim i sur. (1997.) te Akbar i sur. (1996.) također pokazali da korisni mikroorganizmi imaju potencijal deoksidirati teške metale i pretvoriti ih u organo-metalnim spojevima koji nisu štetni za zdravlje ljudi i životinja.

2.2.5. Primjena korisnih mikroorganizama u poljoprivredi

Brojni pokusi primjene KM pripravaka također su provedena na različitim tlima, žitaricama, uljaricama, voćkama i povrću; kada se istraživao kao aditiv u hrani za perad i stoku u Jiangsu, Zhejiang, Jiangxi i Henan provincijama, tada su istraživači su otkrili da kada se primjenjuje KM s gnojem, da se može smanjiti potreba za kemijskih gnojivima i pesticidima, te da se na taj način poboljšava poljoprivrednikova profitabilnost i štiti okoliš (Zhao, 1995.).

Istraživanja su pokazala da je cijepljenjem KM kultura na tlu može poboljšati kvaliteta tla, zdravlje tla i rast, prinos i kvaliteta usjeva. KM se koristi u poljoprivredi preko brojnih metoda.

To su nasadi u rizosferi (oko korijena) s namjerom da se regenerira tlo, povećaju prinosi ili poboljša sadržaj hranjivosti i prinos usjeva.

Tehnologija korisnih mikroorganizama u poljoprivredi se bazira na posebno odabranim sojevima korisnih bakterija, kvasaca, aktinomiceta i plijesni, koji vraćaju tlu biogenost, biljkama održavaju imunitet, a životinjama kondiciju i zdravlje. Korisni mikroorganizmi na više načina djeluju u tlu čineći ga plodnijim tako da hranjiva iz otopine tla postaju dostupnija biljkama bez štetnog utjecaja na okoliš, obnavljaju i obogaćuju mikrobiološku aktivnost i strukturu tla. Uz to poboljšavaju upijanje većih količina vode, stvaraju povoljnu klimu za potiskivanje patogenih mikroorganizama u pedosferi i fitosferi. Upotreba korisnih mikroorganizama ima pozitivno djelovanje na biljku koje se očituje poboljšanim razvojem i kvalitetom biljke, cvjetova i ploda. (<http://emteh.hr/em-u-poljoprivredi/>)

Koristi KM-a u poljoprivredi su mnogobrojne jer se njime smanjuje potreba za korištenjem mineralnih gnojiva i pesticida, dok se u isto vrijeme omogućuje obnavljanje plodnosti tla na duži rok i poboljšanje proizvodnje kvalitetne hrane. (<http://emteh.hr/em-u-poljoprivredi/>)

Sangakkara i sur. (2002) su otkrili da je KM primjena povećava otpuštanje hranjivih tvari iz organskih tvari, pospješuje fotosintezu i aktivnost proteina, te pruža bolje prodiranje korijenja poboljšanjem fizikalna svojstva tla. Istraživanje o papaji u Brazilu (Chagas i sur., 1999.), travnjak trave u Nizozemskoj (Bruggenwert i sur., 2001) i Austrija (Hader i sur., 1999), povrće u Novom Zelandu i Šri Lanka (Daly i sur., 1999.) i jabuke u Japanu (Fujita, 2000.) ilustriraju ovu pojavu jasno.

KM ima mikroorganizme s kiselom proizvodnjom koji u prirodi imaju sposobnost održavanja kondicije i poboljšavanja probave, apsorpcije i asimilacije sposobnosti životinja kada se dodaju hrani i pitkoj vode. Stoga, Li Wei-Jionge i sur. (1994.) utvrdili su da KM sadrži mnoge korisne mikroorganizme koji se pojavljuju u prirodi korisnih mikroorganizama, od kojih su oba aerobni i anaerobni mikroorganizmi.

Nakon ulaska u tijelo životinja kao namirnica, ovi mikrobi mogu brzo razmnožiti i oni ne samo da kontroliraju rast patogenih mikroorganizama, nego i formiraju normalne mikrobne skupine u tijelu domaćina koji će sintetizirati svoje glavne vitamine, pružiti hranjive tvari i spriječiti napade od patogena.

Uz bolje iskorištenje hrane i poboljšanja za životinjske dobrobiti, tu je značajno poboljšanje u rastu životinja. U Pakistanu, KM se koristi kao sigurni promotor rasta za kokoši i provodi bez pridruženih rizika kad se odnosi na promicanje rasta i pojačavaju imunološki odgovor u pilića (Ahmed, 1996.).

Sharifuddin i sur. (1993.), pokazuju da je upotreba organskih promjena, osobito pilećeg izmeta, s KM može znatno povećati prinos proizvodnje kukuruz i lista senfa.

Ostaci usjeva i životinjski otpad mogu biti učinkoviti za proizvodnju komposta i biognojiva za razvoj poljoprivrede (Bruchem i sur., 1999.; Shintani i sur., 2000.).

3. EKSPERIMENTALNI DIO

3.1. ZADATAK

Zadatak ovog rada je bio istražiti učinkovitost različitih pripravaka korisnih mikroorganizama EM tehnologije u varijantama uz navodnjavanje i gnojidbu kao i bez ikakvih tretmana na urod i osnovna svojstva kakvoće zrna hibrida kukuruza OSSK 499 uzgojenog na poljoprivrednom zemljištu Poljoprivrednog instituta Osijek.

3.2. MATERIJALI I METODE

3.2.1. Kukuruz

U pokusu su testirani učinci EM aktivnih korisnih mikroorganizama na jednom hibridu kukuruza OSSK 499, inače jednom poznatom i kvalitetnom hibridu kukuruza Poljoprivrednog instituta Osijek.

3.2.2. Korisni mikroorganizmi

Preparati korisnih mikroorganizama koji su korišteni u ovom pokusu su proizvodi koji na našem tržištu nudi tvrtka EM-TEH d.o.o. iz Valpova. Konkretno, u ovom pokusu su korišteni su korisni mikroorganizmi u obliku preparata pod proizvođačkim nazivom EM aktiv i Terafertblat.

3.3. OPIS POKUSA

3.3.1. Poljski pokusi

Pokusi su metodički postavljeni prema split-split plot metodi u tri ponavljanja i predstavljaju izvor podataka o utjecaju navodnjavanja, gnojidbe dušikom i KM pripravaka na prinos i neka svojstva jednoga hibrida kukuruza.

Varijante pokusa su slijedeće: A) navodnjavanje; B) gnojidba dušikom C) jedan hibrid kukuruza i i D) pripravci EM tehnologije.

Pokus kukuruza:

A navodnjavanje:

A1 kontrola (bez navodnjavanja);

A2 održavanje sadržaja vode u tlu od 60% do 100% poljskoga vodnog kapaciteta (PVK) i

A3 održavanje sadržaja vode u tlu od 80% do 100% PVK.

B gnojidba dušikom:

B1 0 kg/ha dušika,

B2 100 kg/ha dušika,

B3 200 kg/ha dušika.

C bio je samo jedan hibrid OSSK 499.

D pokus kukuruza EM pripravci:

D1(KM1) = EM Aktiv - TLO 30 l/ha + 200 litara vode/ha

D2(KM2) = D1+ dva tretiranja EM Aktiv folijarno 4 l/ha (na bazi 200 l/ha vode): prvo tretiranje u fazi razvijenih 6-8 listova (visina biljke oko 0,8-1 m), a drugo početkom cvatnje (metličanja);

D3(KM3) = D1+ dva tretiranja EM aktiv-om + Terafertblat-om, folijarno 4 l/ha + 0,2 l/ha (na bazi 200 l vode/ha); prvo tretiranje u fazi razvijenih 6-8 listova (visina biljke oko 0,8-1 m), a drugo početkom cvatnje (metličanja)

D4(bez KM) = kontrola - bez tretmana, priprava EM tehnologije



Slika 6 a) gnojidba prije sjetve i sjetva, b) kultivacija kukuruza, c) priprema EM-aktiva za prskanje, d) navodnjavanje kukuruza (Poljoprivredni institut Osijek)

Bitan čimbenik uspješnosti poljoprivredne proizvodnje je poznavanje sadržaja vode u tlu. Sadržaj vode u tlu na pokusima je mjereno uređajem Watermark, koji je testiran i kalibriran gravimetrijskom metodom. Na temelju vrijednosti na uređaju i rezultata kalibriranja utvrđivan je sadržaj vode u tlu svaka tri dana tijekom vegetacije, što je bila osnova za trenutak početka navodnjavanja.



Slika 7 Određivanje vlažnosti tla pomoću sonde Watermark (Poljoprivredni institut Osijek)

3.3.2. Agrotehnika pokusa

Pokusi kukuruza su posijani 6. svibnja 2014. godine. Kukuruz je posijan ručnim sadilicama posebne izrade za sjetvu pokusa kukuruza na preporučeni sklop od 24,5 cm u redu, a međuredni razmak 70 cm. Sjetva je obavljena pri vrlo povoljnom sadržaju vode u tlu dobre strukture, a nicanje je bilo ujednačeno i gotovo besprijekorno. Kukuruz se sijao 2 zrna u kućicu, a u fazi 4-6 listova je prorijeđen na konačni sklop.

Berba kukuruza je obavljena 4. studenog 2014. godine specijaliziranim kombajnom za pokuse na žetvenoj parceli koja je iznosila dva reda kukuruza deset metara dužine, $1,4 \times 8 \text{ m} = 11,20 \text{ m}^2$.

3.3.3. Kemijske analize i obrada podataka

Određivanje razine podzemne vode mjereno je izrađenom „zviždajkom“ jednom dekadno tijekom cijele vegetacije. Za mjerenje je korišten otvoreni zdenac dubine 17 metara udaljen 100 metara od pokusa kukuruza.

Uzorci zrna kukuruza uzimani su tijekom berbe pokusa, a iz uzorka mase oko jednoga kg određivao se sadržaj proteina, škroba i ulja. Uzorci zrna kukuruza uzimani su tijekom žetve, a poslije se iz njih određivao sadržaj proteina i ulja. Navedeni pokazatelji kakvoće su određivani uređajem Infrateck Grain Analyzer u laboratoriju Poljoprivrednoga instituta Osijek.



Slika 8 Infrateck Grain Analyzer(<https://www.fossanalytics.com/en/products/infratec-1241>)

Urod zrna dobiven je vaganjem ukupne mase požnjevenog zrna sa svake obračunske parcele na vagi tipa EL. Urod je preračunat na površinu od 1 ha s 13% vlage zrna te je izražen u kg/ha.

Hektolitarska masa i vlažnost zrna određeni su mjerenjem u četiri ponavljanja na mjernim aparatima tvrtke „Dickey John“.

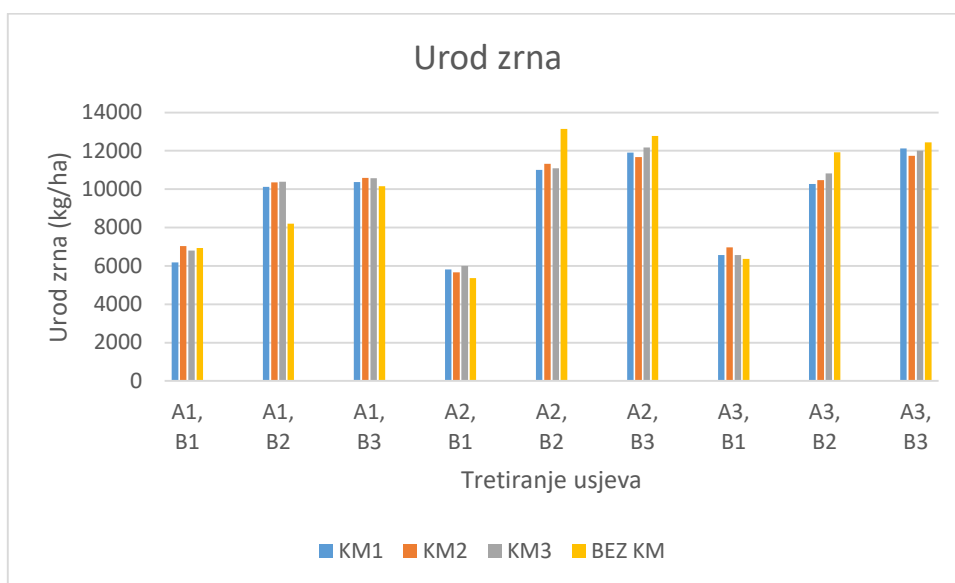
3.3.4. Obrada rezultata

Rezultati rada su obrađeni uz pomoć računalnih programa Microsoft Office Excel 2010 za Windows, Microsoft Corporation, Redmond, SAD.

4. REZULTATI

4.1. UROD ZRNA KUKURUZA

Dobiveni rezultati pokusa su pokazali da je najmanji urod zrna kukuruza bio 5369 kg/ha, dok je najveću urod bio 13140 kg/ha. Najmanji urod zabilježen je u varijanti racionalnog navodnjavanja (60-100% PVK), bez gnojidbe i bez primjene korisnih mikroorganizama, dok je najveći urod zabilježen u varijanti racionalnog navodnjavanja (60-100% PVK), uz gnojidbu 100 kilograma dušika po hektaru i bez tretmana korisnim mikroorganizama. Znakovito je da su najmanji urodi kukuruza u svih osam tretiranja usjeva zabilježen u varijanti racionalnog navodnjavanja (60-100% PVK) bez gnojidbe.

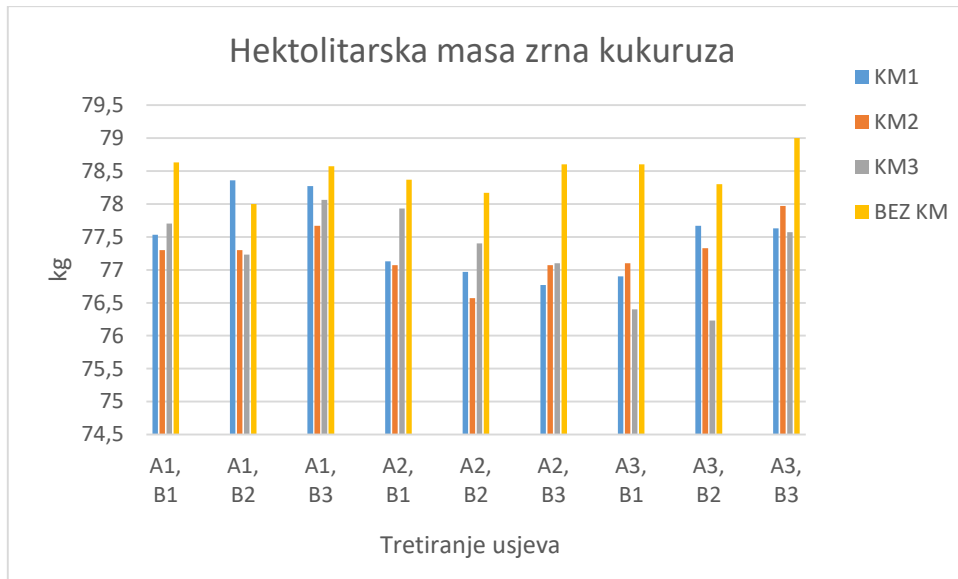


Slika 9 Urod zrna kukuruza

4.2. HEKTOLITARSKA MASA ZRNA KUKURUZA

Najmanja hektolitarska masa od 76,23 kg je zabilježena kod usjeva kukuruza uzgojenog uz bogato navodnjavanje (80-100% PVK), gnojidbu 100 kg/ha dušika i uz tretiranje korisnim mikroorganizmima verzije KM3.

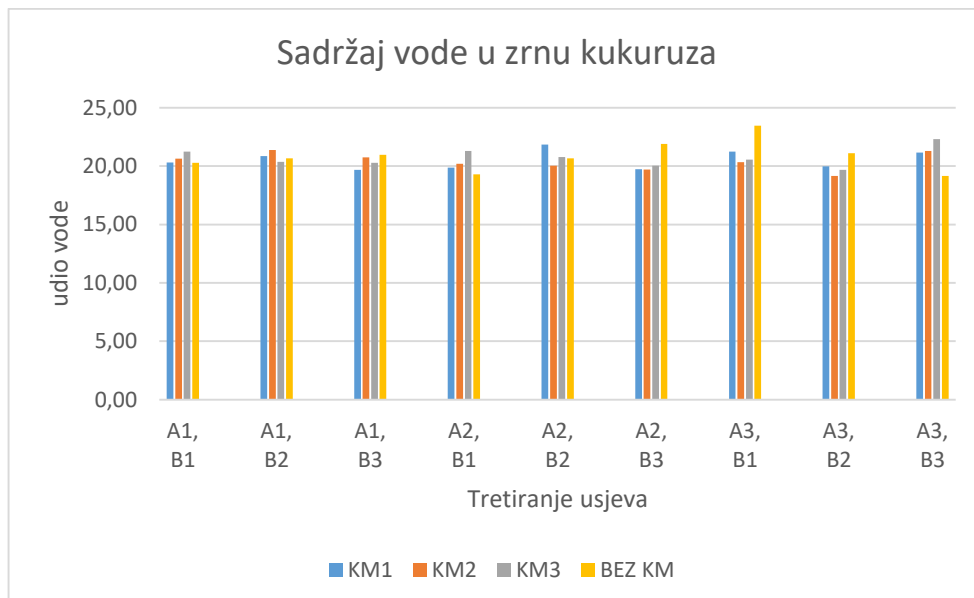
Najveća hektolitarska masa u iznosu 79 kg je zabilježena kod usjeva kukuruza uzgojenog uz bogato navodnjavanje (80-100% PVK), gnojidbu od 200 kg/ha dušika i bez primjene korisnih mikroorganizama.



Slika 10 hektolitarska masa zrna kukuruza

4.3. SADRŽAJ VODE U ZRNU KUKURUZA

Na slici 12. možemo vidjeti da je najmanju količinu vode u zrnju imao kukuruz uzgojen uz gnojidbu 200 kg/ha dušika uz bogato navodnjavanje (80-100% PVK) i bez tretmana korisnim mikroorganizmima, dok je najveću količinu vode u zrnju imao kukuruz uzgojen bez gnojidbe, uz bogato navodnjavanje (80-100% PVK) i bez tretiranja KM.

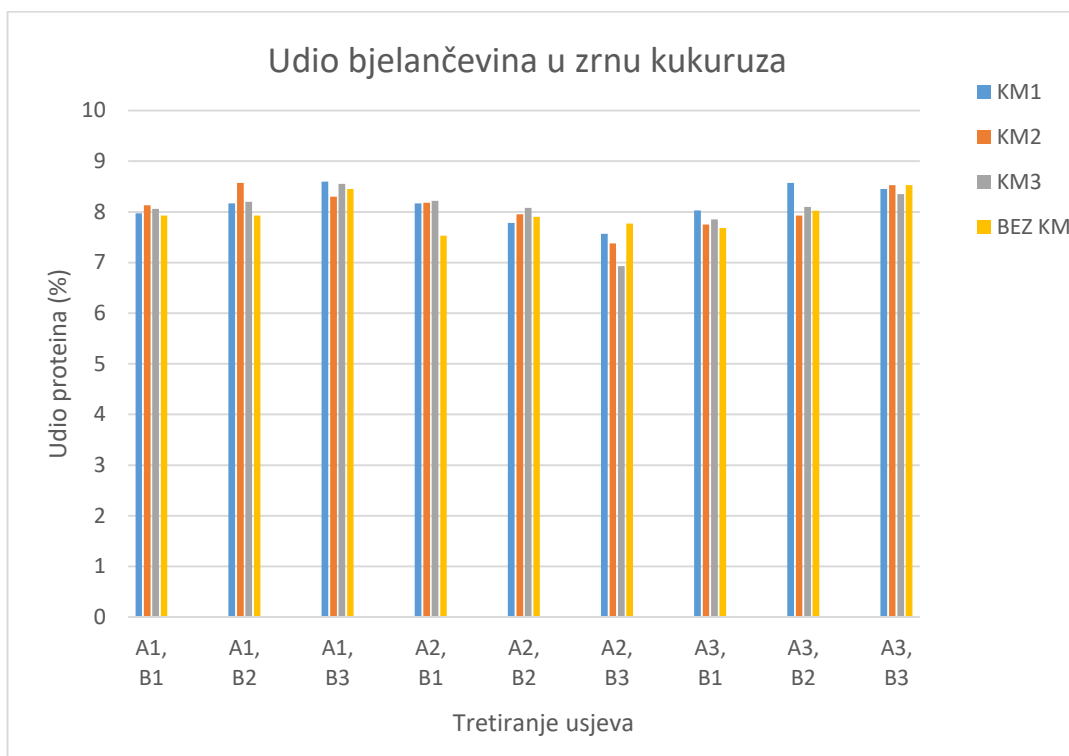


Slika 11 Udio sadržaja vode u zrnju kukuruza

4.4. SADRŽAJ BJELANČEVINA U ZRNU KUKURUZA

Prema slici 13 vidljivo najveći sadržaj bjelančevina u zrnju kukuruza ima kukuruz uzgojen u varijanti bez navodnjavanja, uz gnojidbu 200 kg/ha dušika i uz tretiranje korisnim mikroorganizmima verzije KM1.

Najniži sadržaj bjelančevina zabilježen je pri varijanti uz racionalno navodnjavanje (60-100% PVK), uz gnojidbu 200 kg/ha dušika i uz tretman korisnim mikroorganizmima verzije KM3.

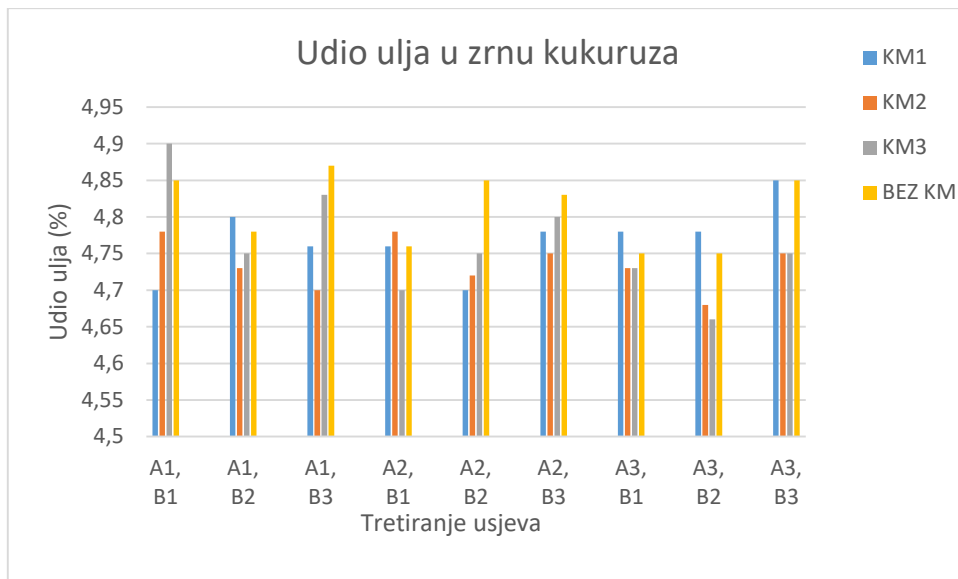


Slika 12 Udio proteina u zrnju kukuruza

4.5. SADRŽAJ ULJA U ZRNU KUKURUZA

Najviši sadržaj ulja imalo u zrnju kukuruza je imala verzija usjeva uzgojeno bez navodnjavanja i gnojidbe, ali uz tretiranje korisnim mikroorganizmima KM3 verzije.

Najniži sadržaj ulja sadržavalo zrno kukuruza verzije usjeva uz bogato navodnjavanje, gnojidbu 100 kg/ha dušika i uz tretiranje korisnih mikroorganizama verzije KM3.

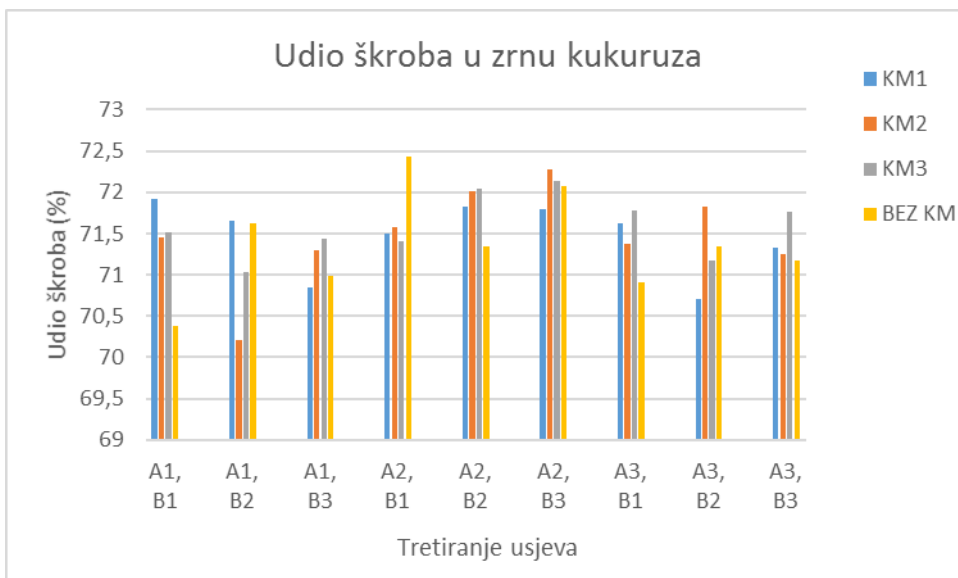


Slika 13 Udio ulja u zrnju kukuruza

4.6. SADRŽAJ ŠKROBA U ZRNJU KUKURUZA

Zrno kukuruza uzgojenog uz racionalno navodnjavanje (60-100% PVK), bez gnojidbe i bez primjene korisnih mikroorganizama imalo je najviši udio škroba.

Najniži sadržaj škroba u zrnju imao je kukuruz uzgojenog bez navodnjavanja, uz gnojidbu 100 kg/ha dušika i primjenu korisnih mikroorganizama verzije KM2.



Slika 14 Udio škroba u zrnju kukuruza

5. RASPRAVA

Rezultati uroda zrna kukuruza (kg/ha), sadržaja vode u zrnu (%), hektolitarske mase naturalnoga i suhoga zrna (kg), sadržaja ulja (%), proteina (%) i škroba (%) u zrnu kukuruza, iz pokusa EM tehnologije 2014. godine prikazani su na slikama 10 do 15.

Prosječan urod zrna kukuruza u pokusu EM tehnologije 2014. godine iznosio je 9,55 tona po hektaru, a varirao je od 5,05 do 14,06 tona po hektaru. Urod zrna kukuruza ukazuje da je navodnjavanje pojedinačno kao čimbenik rezultiralo povećanjem uroda na obje varijante navodnjavanja (A2 i A3) prema kontroli. Između varijanti navodnjavanja nije bilo značajnih razlika, što ukazuje da se racionalnim navodnjavanjem može postići dobar urod zrna kukuruza. Gnojidba dušikom (B) je rezultirala povećanjem uroda zrna kukuruza na obje razine (B2 i B3) prema kontroli (B1), kao i između B2 i B3 varijante. Također je primjetna interakcija odnosno određena sinergija navodnjavanja i gnojidbe dušikom. Utjecaj pripravaka EM tehnologije je različito djelovao na urod zrna kukuruza kao i na ostala analizirana svojstva te ga je potrebno tijekom više godina istraživati uključujući godinu kao tretman kako bi se utvrdio njegov učinak. Primjetni su značajno veći urodi zrna kukuruza na tretmanima D2 i D3 prema tretmanu D1, (tretiranje tla EM aktivom), ali je i kontrola imala visoki urod.

Prosječni sadržaj proteina u pokusu kukuruza 2014. godine iznosio je 8,06% (veći za oko 0,6% u odnosu prema 2013. g.), a kretao se u rasponu od 6,30% do 9,10%., a posebno raspon sadržaja proteina, ukazuju da su navodnjavanje (A), gnojidba dušikom (B) i pripravci EM tehnologije pokazali određene razlike u sadržaju proteina. Primjetan je veći sadržaj proteina na varijantama veće gnojidbe N. Kontrola tretmana EM pripravaka je imala najmanji sadržaj proteina.

Prosječni sadržaj ulja u zrnu kukuruza 2014. godine iznosio je 4,77% (isto kao i 2013.g), a kretao se u rasponu od 4,50% do 4,95%. Najmanji sadržaj ulja zabilježen je na različitim varijantama navodnjavanja, gnojidbe dušikom i tretiranja pripravcima EM tehnologije. Dakle, sadržaj ulja u zrnu kukuruza ukazuje da navodnjavanje (A), gnojidba dušikom (B) i pripravci EM tehnologije nisu na njega imali utjecaj. Sadržaj ulja je vrlo stabilno svojstvo i gotovo je uvijek u istraživanjima sličnoga tipa „pod utjecajem genotipa“, dakle hibrida kukuruza.

Prosječni sadržaj škroba u zrnu kukuruza 2014. godine iznosio je 71,46% (oko 1% manji prema 2013.g.), a kretao se u rasponu od 68,95% do 73,40%. Najmanji sadržaj škroba zabilježen je uglavnom na varijantama najveće gnojidbe dušikom te A2 i A3 varijantama navodnjavanja,

dok pravilnosti u tretmanima sa EM pripravcima nisu primijećene. Analiza također nije potvrdila značajne razlike u postavljenim tretmanima. Sadržaj škroba je u pravilu u negativnoj korelaciji sa sadržajem proteina.

Prosječna hektolitarska masa zrna kukuruza u pokusu 2014. godine iznosila je 76,90 kg (oko 1,70% veća od 2013.g.), a kretala se u rasponu od 73,90 kg do 79,40 kg. Najmanja hektolitarska masa zabilježena je uglavnom na varijantama najmanje gnojidbe dušikom i bez navodnjavanja. Na varijantama bogatije gnojidbe dušikom i varijantama navodnjavanja hektolitarska masa je bila veća. Pravilnosti u razlici hektolitarske mase na tretmanima sa EM pripravcima nisu primijećene.

Sadržaj vode u zrnu kukuruza u berbi 2014. g. je prosječno iznosio 20,6%, a kretao se u rasponu od 15,70% do 25,50%, što je prilično povoljno obzirom da je u pokusu bio hibrid OSSK 499 i dosta oborina tijekom vegetacije. U laboratoriju, kada su određivani sadržaj proteina, škroba i ulja, sadržaj vode u zrnu je prosječno iznosio 11,05, a varirao je u malome rasponu, od 10,00% do 12,60%.

6. ZAKLJUČAK

Iz provedenog istraživanja može se zaključiti sljedeće:

- u slučaju slabijeg navodnjavanja i gnojidbe utjecaj EM pripravaka na ukupan urod kukuruza je bio veći u odnosu na kontrolu, dok je u idealnim uvjetima uz dostatno navodnjavanje i gnojidbu utjecaj EM pripravaka bio manji od kontrole;
- hektolitarska masa kukuruza uzgojenog uz bogato navodnjavanje, dostatnu gnojidbu i EM pripravka je bila manja u odnosu na kontrolu u istim uvjetima;
- upotreba EM pripravaka nije imala utjecaj na udio vode u zrnu kukuruza te se navodnjavanje pokazalo najznačajnijim čimbenikom;
- u uvjetima dostatnog navodnjavanja i dobre gnojidbe uz tretiranje EM pripravcima sadržaj bjelančevina u zrnu kukuruza je najveći;
- za sadržaj ulja u zrnu kukuruza najvažnijim se pokazalo navodnjavanje te je najviše ulja imao kukuruz uzgojen bez navodnjavanja, dok upotreba EM pripravaka nije imala značajan utjecaj;
- najveći sadržaj škroba u zrnu kukuruza je zabilježen za uzgoj uz racionalno navodnjavanje, bez primjene gnojiva i EM pripravaka.

Utjecaj pripravaka EM tehnologije je različito djelovao na urod zrna kukuruza kao i na ostala analizirana svojstva te nema značajne razlike u odnosu na kontrolu. Stoga je njegov učinak potrebno tijekom više godina istraživati uključujući godinu kao tretman kako bi se utvrdio njegov učinak.

I

7. LITERATURA

- Ahmed DA, Hussain T, Rizvi F, Gilani G, Javid T (1996). Influence of EM on health and immune system of broilers under experimental condition. EM Technology Network Database 2006.
- Bruggenwert, MGM, 1999. EM research in The Netherlands (1997-1999) by Agritonand EMRO Nederland, a review. Agriton, Noordwolde, The Netherlands. <http://botanic-culture.se/omex/assets/EM%20research%20in%20the%20Netherlands.pdf>(22.03.2017.)
- Butorac A: Opća agronomija, Zagreb, Školska knjiga, 1999.
- Chagas PRR, Tokeshi H, Alves MC: Effect of calcium on yield of papaya fruits on conventional and organic (Bokashi EM) systems, in Proceedings of the 6th International Conference on Kyusei Nature Farming, South Africa, 1999.
- Condor Golec AF, Gonzales Peres P, Lokare CH: Effective Microorganisms. Myth or reality ? Rev. Peru. Biol., 14(2), 315 – 319, 2007.
- Daly MJ, Stewart DPC: Influence of Effective Microorganisms (EM) on vegetable production and carbon mineralization, A preliminary investigation. Journal of Sustainable Agriculture 14: 15-25, 1999.
- Državni zavod za statistiku (2016.): <http://www.dzs.hr/>(20.03.2017.)
- Eduardo ZA: Evaluation of effective microorganisms (EM) as foul odor eliminator in pig and poultry farms, growth stimulant in broilers and as an organic fertilizer, Department of Agriculture, Cebu, Philippines, 2007.
- Freitag DG: The use of effective microorganism (EM) in organic waste management, Sustainable Community Development, Columbia, 2002
- Fujita M: Nature farming practices for apple production in Japan, In Nature farming and microbial applications. Xu H-L, Parr JF, Umemura H (Ed) Journal of Crop Production 3: 119-126, 2000.
- Gagro M: Ratarstvo obiteljskoga gospodarstva, Žitarice i zrnate mahunarke, Hrvatsko agronomsko društvo, Zagreb, 1997.
- Grbeša D: (2008). Bc hibridi kukuruza u hranidbi životinja, Bc Institut za oplemenjivanje i proizvodnju bilja d.d., Zagreb, Hrvatska, 2008.
- Hader U: Influence of EM on the quality of grass/hay for milk production, In Proceedings of the 6th International Conference on Kyusei Nature Farming, South Africa, 1999.

- Hanekon D, Prinsloo JF, Schoonbee HJ: A comparison of the effect of Anolyte and EM on the faecal bacterial loads in the water and on fish produced in pig cum fish integrated production units, In Proceedings of the 6th International Conference on Kyusei Nature Farming, South Africa, 1999.
- Higa T, Chinen N: EM treatment of odor, wastewater, and environmental problems, Okinawa, Japan; University of Ryukyus, College of Agriculture, 1998.
- Higa T, Parr JF: Beneficial and Effective Microorganisms for a Sustainable Agriculture and Environment, International Nature Farming Research Center, Atami, Japan, 1994.
- Higa T: Effective Microorganism Microorganisms -Their role in Kyusei Nature Farming and sustainable agriculture, In Proceedings of the Third International Conference on Kyusei Nature Farming. Ed. Parr JF, Hornick SB, Simpson ME, USDA, Washington, USA, pp. 2024, 1996.
- Kovacevic V, Sostaric J, Rastija M, Ilijkic D, Markovic M: Weather characteristics of 2009 with aspect of spring field crops growing in Pannonian region of Croatia. Agrar- es Videkfejlesztési Szemle 2010, vol. 5.(1) supplement (CD issue), Szegedi Tudományegyetem Mezőgazdasági Kar (Editor Horvath J.), 350-356, 2010.
- Kovačević V, Josipović M: Maize yield variations among the years in the eastern Croatia. In: Proceedings of the XL Croatian Symposium on Agriculture with International Participation (S.Jovanovac and V. Kovacevic Editors), 6-19 February 2005, Opatija, Croatia, 455 – 456., 2005.
- Kovačević V, Rastija M: Osnove proizvodnje žitarica (interna skripta), Poljoprivredni fakultet Osijek, Osijek, 2009.
- Kovačević V, Rastija M: Žitarice, Poljoprivredni fakultet Osijek, Osijek, 2002.
- Kurihara H: Water quality of reusing waste water, J. Jpn. Sewage Works Assoc. 27: 38-41. Li Wei-Jionge (1994). Effect of EM on crop and animal husbandry in China, in Proceedings of 3rd Conference on EM Technology, 1990.
- Mihalić V: Zelena gnojidba, Sambolek-Hrbić E. (ur.), Opća proizvodnja bilja. Zagreb, Školska knjiga, 1985.
- Pospišil A: Ratarstvo 1. dio, Zagreb, 2010.
- Sangakkara R: The Technology of effective microorganisms Case Studies of application, Royal Agricultural College, Cirencester, UK Research Activities, 2002.

- Sekeran V, Balaji C, Bhagavathipushpa T: Technical Note: Evaluation of Effective Microorganism (EM) in Solid Waste Management, Electronic Green Journal, Vol. 1: no. 21, 2005.
- Sharifuddin HAH: Nature farming research in Malaysia: effect of organic amendment and EM on crop production, In Proceedings 3rd Intl. Conference on Kyusei Nature Farming, Santa Barbara, California U.S.A., pp. 145-150, 1993.
- Shin K, van Diepen G, Blok W, van Bruggen AHC: Variability of Effective Micro-organisms (EM) in bokashi and soil and effects on soil-borne plant pathogens. Crop Protection 99: 168-176, 2017.
- Siripornadulsil US, Labteephana W: The Efficiency of Effective Microorganisms (EM) on Oil and Grease Treatment of Food Debris Wastewater, KJU Science. J. 36: 27-35, 2008.
- Šubarić D, Babić J, Ačkar Đ: Interna skripta za kolegij: Tehnologija škroba, Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, Osijek, Hrvatska, 2011.
- Van Bruchem J, Lantinga EL, Overvest J, Jovink JPM: 1999. Environmental tuning of agriculture in the Netherlands. In Proceedings of the 5th International Conference on Kyusei Nature Farming, Thailand, 1998 Senanayake, Y D A and Sangakkara U R (Ed) APNAN, Thailand: 233 – 245
- Zhao Q: Effect of EM on peanut production and soil fertility in the red soil region of China, Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences, Nanjing, Peoples Republic of China, 1995.
- Zimmer R, Banaj B, Brkić D, Košutić S: Mehanizacija u ratarstvu, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, 1997.
- Zovkić I: Proizvodnja kukuruza, Niro-Zadrugar, Sarajevo, 1981.
- <http://emteh.hr/em-u-poljoprivredi/>[17.06.2017.]
- <http://images.wisegeek.com/corn-in-a-field.jpg> [16.08.2017.]
- https://sh.wikipedia.org/wiki/Datoteka:Zea_mays_-_K%C3%B6hler%E2%80%93s_Medizinal-Pflanzen-283.jpg[18.08.2017.]
- <http://deskuennis.nic.in/microbes.asp?list=3>[18.08.2017.]
- <http://www.pcelinjak.hr/OLD/index.php/Ekologija-i-bioraznolikost/klimatske-promjene-vode-u-kolaps-pelarstva.htm>[22.08.2017.]
- <https://www.fossanalytics.com/en/products/infratec-1241>[22.08.2017.]