Ispitivanje kakvoće zrna soje uzgojene uz dodatak korisnih mikroorganizama

Djurdjević, Ivana

Master's thesis / Diplomski rad

2016

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:109:028611

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

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

REPOZITORIJ PTFOS PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK dabar DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Repository / Repozitorij:

Repository of the Faculty of Food Technology Osijek

zir.nsk.hr

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

dabar DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK

Ivana Djurdjević

Ispitivanje kakvoće zrna soje uzgojene uz dodatak korisnih mikroorganizama

DIPLOMSKI RAD

Osijek, srpanj, 2016.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

DIPLOMSKI RAD

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 24.05.2016. prihvatilo je naslov teme diplomskog rada
Mentor: doc**.** dr. sc. Lidija Lenart
Komentor: doc**.** dr.sc. Tihana Marček
Pomoć pri izradi: Ana Škorvaga, tehnički suradnik

Ispitivanje kakvoće zrna soje uzgojene uz dodatak korisnih mikroorganizama

Ivana Djurdjević, 277-DI

Sažetak:

Sažetak Soja je specifična biljka, vrlo kvalitetnog sastava i velikih mogućnosti primjene u prehrani koju se mora dobro poznavati i znati proizvoditi. Kvaliteta soje procjenjuje se na osnovi uzgojnih komponenata uroda i prema kemijskom sastavu zrna. Cilj ovog rada bio je ispitati urod, hektolitarsku masa i vlažnost zrna te sadržaj bjelančevina i ulja u zrnu kao najvažnije odlike kakvoće zrna dva kultivara soje (Ika i Tena) uzgojene uz dvije varijante gnojidbe, dvije varijante navodnjavanja i četiri vrste tretmana korisnim (efektivnim) mikroorganizmima pri poljoprivrednom pokusu. Najveći urod (5004,33 kg/ha) i najveću hektolitarsku masu (71,23 kg) imala je sorta Tena uzgojena s pomoću korisnih mikroorganizama pri tretmanu KM3 u varijanti bez navodnjavanja ali uz gnojidbu dušikom. Najveći sadržaj ulja u varijanti s navodnjavanjem i bez gnojidbe imala je sorta Tena (22,7%) pri tretmanu korisnim mikroorganizamima KM3. Sorta Ika imala je najveći sadržaj bjelančevina u zrnu uz isti tretman KM3 ali u varijanti uz navodnjavanje i s gnojidbom. Najnižu vlažnost imalo je zrno soje sorte Tena (10,42 %) uzgojeno uz dodatak korisnih mikroorganizama (KM3) u varijanti s navodnjavanjem i bez gnojidbe. Uzgoj soje uz dodatak korisnih mikroorganizama pokazao se kao učinkovit kod svih ispitanih parametara kakvoće.

Ključne riječi: soja, korisni mikroorganizmi, uzgoj, kakvoća soje,

Rad sadrži: 44 stranica
14 slika
0 tablica
0 dodataka
53 literaturnih referenci

Jezik izvornika: hrvatski

Sastav povjerenstva za obranu:

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

Datum obrane: 08.srpnja, 2016.

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 aprowed by the Faculty Council of the Faculty of Food Technology Osijek at is session no. VIII held on May 24 th 2016.
Mentor:	Lidija Lenart, PhD, assistant professor
Comentor:	Tihana Marček, PhD, assistant professor
Techical assistance:	Ana Škorvaga, tehnical associate

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

Ivana Djurdjević, 277-DI

Summary:

Soy is a specific plant, with a high quality content and a wide range application in diet but you need to be familiar with and know how to prepare it. The quality of soy is estimated on the breeding components of crop and chemical content of grain. Goal of this paper was to question the crop, hectoliter mass and humidity of grain, as well as contents of proteins and oil in grain as the most important qualities of two soy cultivators (Ika and Tena) grown with two fertilizing subtypes, two irrigation subtypes and four types of treatments with useful (effective) microorganisms in agricultural experiment. Biggest crop (5004.33 kg/ha) and biggest hectoliter mass (71.23 kg) had the Tena sort grown with beneficial microorganisms with the BM3 treatment with no irrigation but with the nitrogen fertilization. Biggest oil content with the irrigation and no fertilization had the Tena sort (22.7%) with the treatment with useful microorganisms BM3. Ika sort had the biggest protein content in grain with the same BM3 treatment, but with the irrigation and fertilization. Lowest humidity had the Tena soy grain (10.42 %) grown with the addition of useful microorganism (BM3) with irrigation and without fertilization. Soy growth with the addition of useful microorganisms has shown as efficient with all tested quality parameters.

Key words: soybean, beneficial microorganisms, cultivation, quality soybeans,

Thesis contains: 44 pages
14 figures
0 tables
0 supplements
53 references

Original in: Croatian

Defense committee:

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

Defense day: July, 08. 2016.

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

Prvenstveno se zahvaljujem svojoj majci. Hvala ti što si mi omogućila školovanje i uvijek mi bila podrška, što si mi tijekom cijelog života pokazivala pravi put, ali i dala slobodu vlastitog izbora. Hvala ti na svim savjetima i ljubavi koju mi neprestano pružaš.

Zahvaljujem svojoj mentorici doc. dr. sc. Lidiji Lenart, komentorici doc. dr. sc. Tihani Marček, teh. suradnici Ani Škorvaga, na strpljenju, pomoći i trudu uloženom pri izradi ovog diplomskog rada, kao i na vrlo ugodnoj suradnji.

Hvala svim djelatnicima Prehrambeno - tehnološkog fakulteta Osijek koji su mi svojim radom pomogli u stjecanju znanja, te na mnogobrojnim savjetima za daljnje učenje.

Hvala svim prijateljima, kolegama i Marku koji su me nasmijavali i učinili vrijeme provedeno na fakultetu lakšim i zabavnim.

Sadržaj

1. UVOD ... 1
2. TEORIJSKI DIO ... 3
   2.1. SOJA ... 4
      2.1.1. Morfološka svojstva soje ... 5
      2.1.2. Agroekološki uvjeti uzgoja soje ... 9
   2.2. KAKVOĆA ZRNA SOJE ... 9
      2.2.1. Sadržaj i kakvoća bjelančevina u zrnu soje ... 9
      2.2.2. Sadržaj i kakvoća ulja u zrnu soje ... 10
      2.2.3. Ugljikohidrati ... 10
      2.2.4. Minerali i vitamini ... 11
      2.2.5. Izoflavoni ... 11
      2.2.6. Proizvodi i primjena soje ... 11
      2.2.7. Agronomski pokazatelji kakvoće zrna soje ... 12
   2.3. Komponente uroda zrna ... 13
      2.3.1. Visina biljke ... 13
      2.3.2. Broj plodnih etaža i mahuna po biljci ... 13
      2.3.3. Broj zrna po biljci ... 14
      2.3.4. Masa 1000 zrna ... 14
      2.3.5. Žetveni indeks ... 14
   2.4. OSNOVNO O TEHNOLOGIJI KORISNIH (EFEKTIVNIH) MIKROORGANIZAMA ... 15
      2.4.1. Tehnologija korisnih (efektivnih) mikroorganizama u poljoprivredi ... 17
      2.4.2. Djelovanje korisnih (efektivnih) mikroorganizama ... 17
      2.4.3. Mogućnost nadzora nad štetnicima i patogenima ... 17
      2.4.4. Mehanizam utjecaja na kvalitetu i prinos plodova ... 18
      2.4.5. Kontrola korova i gospodarenje dušikom u tlu ... 18
      2.4.6. Mogućnosti primjene korisnih mikroorganizama u svijetu ... 18
3. EKSPERIMENTALNI DIO ... 23
   3.1. ZADATAK ... 24
   3.2. MATERIJALI I METODE ... 24
      3.2.1. Soja ... 24
      3.2.2. Korisni mikroorganizmi ... 24
      3.2.3. Poljoprivredni pokus ... 24
      3.2.4. Određivanje kakvoće zrna soja ... 26
      3.2.5. Obrada rezultata ... 26

4. REZULTATI 28
4.1. Urod zrna soje 29
4.2. Hektolitarska masa zrna soje 30
4.3. Sadržaj ulja u zrnu soje 31
4.4. Sadržaj bjelančevina u zrnu soje 32
4.5. Vlažnost zrna soje 33
5. RASPRAVA 35
6. ZAKLJUČCI 37
7. LITERATURA 39

1. UVOD

Soja (*Glycine max (L.) Merr.*) je stara ratarska kultura koju ljudi uzgajaju više od četiri tisuće godina. Jedna je od značajnijih kultura u svijetu koja ima široku primjenu u brojnim industrijama no prvenstveno se uporebljava u ljudskoj prehrani gdje se koristi kao dobra zamjena za meso. Također, iz sjemenke soje, proizvodi se ulje kao prehrambeni proizvod, dok u ishrani životinja predstavlja gotovo nezamjenjiv sirovinu biljnog podrijetla bogatu bjelančevinama (Vratarić i Sudarić, 2008.).

U Republici Hrvatskoj u novije vijeme, soja postaje sve važnija kultura. Međutim njena proizvodnja još ne zadovoljava sve potrebe pa je težište uzgajivača proizvesti sorte koje daju bolji prinos te povečati proizvodnju. Soja je specifična biljka, u mnogome zahtjevnija od drugih ratarskih kultura. Stoga je nužno poznavati agrotehnološke uvjete za uzgoj.

Domaća poljoprivredna proizvodnja soje u procesu je prilagođavanja agrarnoj politici Europske unije, koja daje prednost intenzivnijem uzgoju soje nad tradicionalnim uzgojem pšenice i kukuruza koji u Republici Hrvatskoj zauzimaju najveći dio poljoprivrednih površina. Većom zastupljenošću soje u strukturi domaće poljoprivredne proizvodnje utjecalo bi se, između ostalog, na intenzivniji razvoj ostalih industrijskih grana, među kojima je važno spomenuti proizvodnju jestivog ulja, vegetarijanskih proizvoda, te stočarsku proizvodnju (Jukić i sur., 2007.).

Cilj rada bio je ispitati kakvoću zrna soje uzgojene uz dodatak korisnih (efektivnih) mikroorganizama, uz gnojidbu i navodnjavanje kao i bez ikakvih tretmana.

2. TEORIJSKI DIO

2.1. SOJA

Kulturna soja (*Glycine max (L.) Merr.)* potječe iz Azije, a danas je proširena u cijelom svijetu i sije se u više od 60 zemalja. Sve zemlje svijeta koje imaju uvjete za proizvodnu soje nastoje unaprijediti i proširiti njenu proizvodnju što je čini važnom ekonomskom i industrijskom kulturom.

Soja pripada redu *Fabales*, porodici *Fabaceae* ili *Leguminosae* (mahunarke ili lepirnjače), podporodici *Papillionatae*, rodu *Glycine*. Porodica se na hrvatskom jeziku naziva "mahunarke" zbog ploda mahune ili "lepirnjače" prema izgledu cvijeta nalik na leptira.

Vrsta *Glycine max* obuhvaća veći broj podvrsta, koje predstavljaju goegrafske skupine. One su se formirale u različitim dijelovima dosta širokog areala rasprostranjenosti, što znači da su formirane u različitim uvjetima klime i tla. Podvrste su:

ssp. gracilis - poludivlja soja

ssp. indica - indijska soja

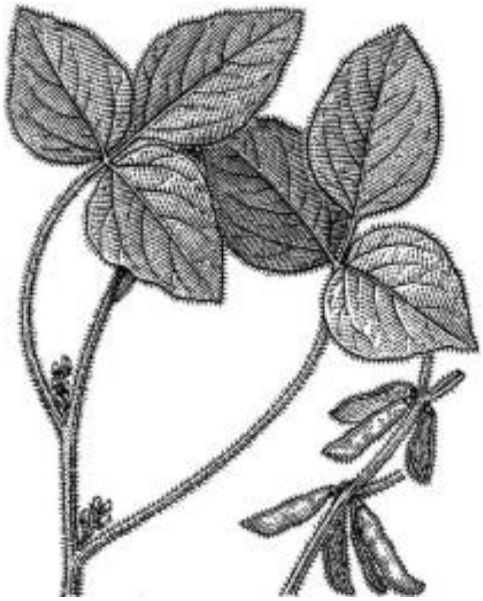
ssp. chinensis - kineska soja

ssp. korejensis - korejska soja

ssp. manchurica - mandžurska soja

ssp. slavonica - slavenska soja.

Soja (japanski ***shōyū,*** iz mandžurskoga), je jednogodišnja biljka iz porodice mahunarki *(Fabaceae),* rod *Glycine.* Kultivirana soja *(Glycine max)* i njezin divlji predak *Glycine soja* (*syn.-G. ussuriensis* Regel & Maack) (**Slika 1**) pripadaju podrodu *Soja* (Domac, 1994.).



Slika 1 Divlja soja (*G. soja* Siebold & Zucc.)
(http://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=56993, 2016.)

2.1.1. Morfološka svojstva soje

Kultivirana soja je jednogodišnja biljka s velikim razlikama u morfološkom izgledu. Zrno soje je različitog oblika, veličine i boje što ovisi o sorti i načinu uzgoja. Prema obliku sjeme varira od okruglog do spljoštenog dok boja sjemene lupine opne dolazi u nekoliko različitih nijansi od žute, preko zeleno smeđe i crne boje ili može biti mješavina svih navedenih boja (**Slika 2**). Za preradu je najpoželjnija svjetložuta boja. Važnost soje proizlazi iz kakvoće njenog zrna. Zrno soje sadrži 35-50 % bjelančevina, 18 – 24 % ulja, 34 % ugljikohidrata i oko 5 % mineralnih tvari. Ono je bogato vitaminima skupina A, B, D, E i K (Lersten i Carlson, 2004.).



Slika 2 Zrno soje
(http://www.agroklub.com/upload/slike/soja%281%29.jpg, 2016.)

Stabljika soje je uspravna, razgranata, u vegetaciji zelena, a u zriobi žuta. Neke sorte imaju jednu stranu stabljike obojenu u ljubičasto zbog prisustva antocijana. Stabljika je sastavljena od većeg broja članaka (nodija), a dio stabla između dva članka je internodij. Broj članaka je najčešći od 12 – 15, dužine 60 – 130 mm. Na svakom nodiju nalaze se lisni pupoljci iz kojih se razvijaju bočni ogranci. Soja je sklona i grananju, a intezitet grananja zavisi od sorte i agroekoloških uvijeta. Intenzitet grananja zavisi i o gustoći usjeva, što znači da biljke koje imaju veći vegetacijski prostor se više granaju i obrnuto, u gustim usjevima grananje često izostaje. Broj grana po stabljici se kreće od 1 – 6, a ponekad i više. Visina stabljike je najčešće između 80 – 120 cm, a prvi plodovi razvijaju se na visini od 4 – 14 cm (Ciha i Brun, 1975.).

Postoje četiri tipa sojinih listova: kotiledoni, jednostavni primarni listovi, troliske i pricvjetni listovi ili zalisci. Pravi list se sastoji od tri liske koje mogu biti različitog oblika; ovalne, jajaste, okrugle ili kopljaste (**Slika 3**). Listovi na stabljici su raspoređeni naizmjenično, a njihov maksimalan broj može biti i do 100 listova po biljci što ovisi o sorti i uvjetima uzgoja. Kod većine sorti u zriobi listovi požute i otpadnu, osim kod kasnih sorti kod kojih listovi zadržavaju zelenu boju i ne otpadaju (Vratarić i Sudarić, 2008.).



Slika 3 Trolisni listovi soje
(http://www.astrozmaj.com/system/img/fotografije/hrana/soja.jpg)

Cvijet soje ima građu zajedničku svim mahunarkama, a oblikom podsjeća na leptira. Ocvijeće je građeno od šest lapova koji grade vjenčić (lat. *corolla*), pet latica koji čine čašku (lat. *calix*), deset prašnika i tučka. Zastavica je gornja, najveća latica, dvije postranične latice grade krila, a dvije donje latice su srasle u obliku lađice. Boja cvijeta može biti bijela, blijedo

ružičasta do blijedo ljubičasta, a ovisi o boji hipokotila i antocijana koji se primarno nalaze u hipokotilu (**Slika 4**). Soja je uglavnom samoplodna biljka što znači da se oplodnj vrši u zatvorenim cvjetovima. Kod dovršenoga tipa rasta, cvijetovi su skupljeni u racemozmi cvat s tri do 15 cvjetova, a stabljika završava termalnim cvatom s približno 35 cvjetova, po čemu se razlikuje od nedovršenoga tipa rasta. Cvjetovi soje nemaju miris (Hicks, 1978.).



Slika 4 Cvijet soje
(http://www.tehnologijahrane.com/knjiga/proizvodnja-soje, 2016.)

Plod soje naziva se mahuna (**Slika 5**). Može biti srpastog, okruglog ili spljoštenog oblika što ovisi o broju i obliku sjemenki. Veličina mahune je genotipsko svojstvo, no može biti različita i na različitim dijelovima iste biljke uvjetovano vanjskim čimbenicima. Prosječna duljina mahune je između 2 i 7 cm, najčešće 4 - 6 cm. Boja mahune može biti žuta, smeđa ili crna, površina joj je najčešće dlakava, gruba, kožasta i tvrda. Mahuna sadrži jedno do pet zrna, najčešće dva do tri. Na jednoj biljci može biti 10 – 300 mahuna iako njihov broj najviše ovisi o vlažnosti tla u vrijeme mahunanja i nalijevanja zrna. Pucanje mahuna i osipanje sjemena ovisi o sorti i agrotehnici. Ono nastupa u prezrelosti, a posebice je izraženo ako se smjenjuju vlažno i suho vrijeme. To je jedan od razloga zbog čega se danas nastoje stvoriti genotipovi soje koji prvu mahunu formiraju visoko od tla (do 20 cm) te na taj način spriječiti otvaranje ploda tijekom žetve (Vratarić, 1983.).



Slika 5 Mahuna soje
(https://agroplus.rs/agroplus/wp-content/uploads/2013/06/4-120-2.jpg, 2016.)

Soja je biljka s dobro razvijenim korijenovim sustavom visoke apsorpcijske sposobnosti. Korijenov sustav sastoji se od jakog glavnog, vretenastog korijena sustav sastoji se od jakog glavnog vretenastog korijena i velikog broja sekundarnog korijenja. Na korijenu soje razvijaju se kvržice (lat. *nodule*) (**Slika 6**). Razvoj korijena ovisi o raspoloživoj vodi i hranjivim tvarima u tlu, sastavu zemljišta te o asimiliranoj energiji. Veličina i rasprostranjenost korijena i broj kvržica na njemu značajno utječu na konačan urod zrna sojine biljke (Mitchell i Russel, 1971.). Bakterije roda *Rhizobium* uzrokuju tvorbu kvržica na korijenu leguminoza, pa tako i soje. Živeći unutar tih kvržica u simbiotskoj zajednici s biljkama, one vežu dušik iz zraka (Duraković, 1996.) Bakterije od biljke uzimaju ugljikohidrate, a za uzvrat opskrbljuju biljku dušikom pa govorimo o mutualističkoj simbiozi. Kvržice su prave tvornice dušika i u njima bakterije pretvaraju anorganski dušik N_2 iz atmosfere u kojoj ga ima u izobilju (oko 80%), u amonijačni oblik (NH_4^+) pristupačan za biljku. Na isti način se dobiva dušično gnojivo u tvornicama, ali uz utrošak velikih količina skupe energije (Mitchell i Russel, 1971.).



Slika 6 Korijen soje s kvržicama
(http://turrima.com/images/bintilakar.jpg, 2016.)

2.1.2. Agroekološki uvjeti uzgoja soje

Soja odlično uspijeva na dubokim i strukturnim tlima te prozračnim i dobro navodnjavanim tlima čija je pH vrijednost neutralna te u svim proizvodnim područjima dobrim za uzgoj kukuruza. Može uspijevati i na manje plodnim tlima lošije strukture no tada je primjena agrotehničkih mjera drugačija. Za normalan rast i razvoj biljke pogodna su područja s minimalnim godišnjim oborinama između 600 i 700 mm/m^2. Najkritičnije je razdoblje za formiranje mahune i nalijevanje zrna srpanj i kolovoz tijekom kojih bi za dobar prinos trebalo pasti najmanje 50 mm/m^2 oborina. U ranoj fazi rasta može podnijeti relativno niske temperature (do - 4 °C) s mrazevevima, dok je optimalna temperatura za razvoj i rast između 21 - 27 °C (http://pinova.hr/hr_HR/baza-znanja/ratarstvo/soja, 2016.).

2.2. KAKVOĆA ZRNA SOJE

2.2.1. Sadržaj i kakvoća bjelančevina u zrnu soje

Sadržaj bjelančevina u zrnu jedan je od glavnih pokazatelja kakvoće zrna. Varijabilnost u količini bjelančevina uvjetovana je genetskim razlikama između sorata, razlikama u agrotehnološkim uvjetima uzgoja te interakcijom genotipa i okoline. Ovisno o genotipu i uvjetima uzgoja, količina bjelančevina u zrnu soje varira od 30% do 50%. (Gu i sur., 1991.). Posljednjih godina, rezultati brojnih znanstvenih istraživanja ukazuju na važnost ne samo količine, već i kakvoće bjelančevina u zrnu soje. Kakvoća bjelančevina određena je njihovim

aminokiselinskim sastavom. Bjelančevine u zrnu soje sadrže sve esencijalne aminokiseline za razliku od bjelančevina ostalih biljnih vrsta. To su: izoleucin, leucin, lizin, cistin, fenilalanin, tirozin, treonin, valin i histidin. Metionina i triptofana ima, ali u manjim količinama (Zarkadas i sur., 1993.). Značajnu ulogu u oplemenjivanju zrna soje u pogledu kakvoće bjelančevina imat će primjena novih suvremenih biotehnoloških metoda. Bjelančevine iz sjemena soje su najsličnije bjelančevinama životinjskoga podrijetla pa po prehrambenoj vrijednosti za ljude soja može zamijeniti meso. Soja u odnosu na drugu hranu bogatu bjelančevinama sadrži:

- jedan i pol puta više bjelančevina od sira, graška, graha,
- dva puta više bjelančevina od mesa i ribe,
- tri puta više bjelančevina od jaja i brašna iz cijelog zrna žita,
- jedanaest puta bjelančevina više od mlijeka.

Jedan kilogram sojina brašna sa malim sadržajem masti po sadržaju bjelančevina odgovara količini od: 2,65 kg mesa bez kostiju, 70 jaja, 16 litara mleka, 1,8 kg sira (http://narodnilek.com/2013/05/04/hemijski-sastav-soje/, 2016.).

2.2.2. Sadržaj i kakvoća ulja u zrnu soje

Sadržaj ulja u zrnu soje varira od 12 % do 24 % na bazi suhe tvari zrna. Povećanje količine ulja u zrnu moguće je postići klasičnim oplemenjivačkim metodama, a osim povećanja količine ulja u zrnu, naglasak današnjih tehnologija je upoboljšanju kakvoće sojinog ulja. Tako se kombiniranom primjenom klasičnih i biotehnoloških mjera u uzgoju soje, mogu dobiti genotipovi koji zadovoljavaju oba svojstva. Primjerice, križanjem divljih srodnika soje s kultiviranim vrstama, unose se geni koji kontroliraju ekspresiju željenih svojstava. Kakvoća ulja određuje se temeljem sljedećih parametara: sastav masnih kiselina, sastav tracilglicerola te količine i sastava antioksidanasa. (Sudar i sur., 2003.). U pogledu sastava masnih kiselina, konvencionalno sojino ulje sadrži oko 12 % palmitinske, 4 % stearinske, 27 % oleinske, 50 % linoleinske i 7 % linolne kiseline. Palmitinska i stearinska su zasićene dok su oleinska, linoleinska i linolna nezasićene masne kiselne. Sastav masnih kiselina koristi se za procjenu stabilnosti i nutritivne vrijednosti ulja. Općenito, sukladno povećanju funkcionalne vrijednosti sojina zrna, na globalnoj razini intenzivira se oplemenjivački rad na povečanju količine i poboljšanju kvalitete ulja u zrnu soje.

2.2.3. Ugljikohidrati

Soja sadrži vrlo male količine ugljikohidrata (škrob i šećer). Većina ugljikohidrata mahunarki je takve kvalitete i vrste da ih naše tijelo ne može dobro iskoristiti. Soja u tome ima prednost

jer sadrži oko 12%, a zelena samo 6% ugljikohidrata biljnog podrijetla. Zbog male količine škroba koju sadrži, soja je namirnica koja se uvijek može iskoristiti u dijetama koje se propisuju dijabetičarima (http://narodnilek.com/2013/05/04/hemijski-sastav-soje/, 2016.).

2.2.4. Minerali i vitamini

Soja se nalazi u grupi namirnica koje imaju velik udio vitamina i minerala. Kao namirnica odlikuje se visokim sadržajem kalcija, fosfora i željeza koji osim što su prisutni u zrnu, nalaze se iu sojinom brašnu i grizu. Zelena soja sadrži vitamine A i B i nešto vitamina C dok suho zrno soje ne sadrži vitamin C i ima znatno manju količinu vitamina A, ali zato primjerice sadrži gotovo tri puta više vitamina B nego zrno unutar mahune. Sojino ulje sadrži vitamine A i D te je dobar izvor vitamina E, F i K. Vitamin F je u stvari grupa posebnih masnih sastojaka poznatih kao nezasićene masne kiseline. Sojino ulje je jedno od najkoncentriranijih izvora ovih masnih kiselina. Soja sadrži lecitin, tvar topivu u mastima koja ima važnu regulatornu ulogu u svim životnim procesima. (http://narodnilek.com/2013/05/04/hemijski-sastav-soje/, 2016.).

2.2.5. Izoflavoni

Brojna znanstvena istraživanja ukazala su na značaj soje u prehrani ljudi te na pozitivnu ulogu takve prehrane u očuvanju zdravlja i prevenciji mnogih bolesti kao što su: karcinom, srčane bolesti, osteoporoza i poteškoće u menopauzi. Pozitivni učinci prehrane sojom povezuju s s jednom grupom fitokemikalija, izoflavonima, koji se nalaze u zrnu soje, a koji u organizmu djeluju kao antiestrogeni, antioksidansi i inhibitori tirozin protein kinaze. Sojini izoflavoni zaustavljaju širenje kancerogenih tumora (Munro i sur., 2003.).

2.2.6. Proizvodi i primjena soje

Od soje se proizvode: sir tofu, sojino mlijeko, kruh, hrenovke pljeskavice, slastice i dr. Sojino mlijeko i sir tofu imaju dugu tradiciju u prehrani ljudi istočnoj i južnoj Aziji, te Kini, a u novije doba sve se više prihvaćaju i u drugim dijelovima svijeta. Sojino zrno se najčešće prerađuje u dva glavna proizvoda sačmu ili brašno i ulje, od kojih se dalje prave proizvodi visoke kvalitete za životinjsku i ljudsku ishranu. Sojini proizvodi podloga su razvoja suvremenog stočarstva jer sadrže visok udio bjelančevina i vitamina. Iz sjemena se dobiva brašno, sačma, ulje, lecitin i drugi proizvodi. Sojino se ulje koristi u prehrambenoj industriji za pripremu majoneza, margarina i želatine, te za salate. Najveći dio sojina sjemena u svijetu koristi se kao stočna hrana (sojina sačma i pogača). Sojina pogača sadrži 38 do 42%, a sačma 44 do 48% bjelančevina. Soja je vrijedno proteinsko krmivo i po sadržaju bjelančevina, vitamina i aminokiselina je nezamjenjiva. No u sirovom obliku sadrži i štetne tvari ureazu i tripsin pa ju je prije upotrebe potrbno termički tretirati tostiranjem, ekstrudiranjem ili kuhanjem. U procesu ekstrudiranja, zrno soje se usitnjava i zagrijava do

temperature od 120 do135 stupnjeva, najduže pola sata, ovisno u tehnologiji prženja. U procesu tostiranja visokim temperaturama prženjem, inaktivira se nepovoljno djelovanje ureaze i tripsina. Tek tako prerađena soja pogodna je za hranidbu nepreživača odnosno svinja i peradi. Za stočnu hranu može se koristiti i cijela biljka u zelenom stanju, kao sijeno i silaža. Zbog sposobnosti simbioze s bakterijom *Bradyrhizobium japonicum,* soja je odlična predkultura za sve ratarske kulture jer obogaćuje tlo dušikom (40 do 60 kg/ha) (http://www.tehnologijahrane.com/knjiga/proizvodnja-soje, 2016.).

2.2.7. Agronomski pokazatelji kakvoće zrna soje

Urod zrna

Povećanje uroda zrna po jedinici površine uvjetovano je primjenom agrotehničkih mjera kao i genetičkim oplemenjivanjem, odnosno stvaranjem rodnijih sorata koje smanjuju utjecaj ograničavajućih činitelja u proizvodnji. Nove sorte, da bi bile prihvaćene u proizvodnji, moraju imati u odnosu na postojeće standardne sorte, veći urod zrna, visoku postojanost u urodu te bolju prilagodljivost na različite okolišne uvjete. (Vratarić i Sudarić, 2008.). Teoretski, maksimalni potencijal rodnosti uzgoja soje je oko 7 t/ha (Sinclair, 2004.).

Prema Poehlmanu (1959.) važne komponente uroda zrna soje su: broj biljaka po jedinici površine, broj plodnih etaža po biljci, visina stabljike, broj mahuna po biljci, broj i masa zrna po biljci, masa 1000 zrna te žetveni indeks po biljci no teško je pronaći sortu koja u potpunosti zadovoljava sve navedene parametre. Kompleksnost uroda zrna soje također povećavaju i interakcije genetičkih i okolišnih činbenika (Vratarić i sur., 2006.). Prema Allardu i Bradshawu (1964.) okolišnu varijabilnost treba promatrati kroz razlike u lokalitetima i razlike u klimatskim prilikama. Oni genotipovi koji se mogu dobro prilagoditi različitim lokalitetima nazivaju se adaptabilnim genotipovima dok je prilagodljivost genotipa na klimatske parametre (temperatura, oborine) kompleksnija. Razvijanje superiornih genotipova s obzirom na visinu i stabilnost uroda zrna te adaptabilnost na okolišne čimbenike, nužno je u unaprjeđenju proizvodnje kao i za komercijalne svrhe. Za stvaranje sorata visokog i stabilnog uroda zrna veoma je važan izbor roditeljskih komponenti. Smatra se da su roditelji s udaljenim, različitim podrijetlom bolji za dobivanje superiornog potomstva, nego kad su sličnog podrijetla (Burton, 1997.).

2.3. Komponente uroda zrna

2.3.1. Visina biljke

Kod soje dominiraju dva tipa rasta stabljike: indeterminirani i determinirani. Unutar svakog tipa rasta, visina biljke značajno varira ovisno o genotipu. Rani genotipovi imaju nižu stabljiku od kasnijih. Visina biljke varira ovisno i o agroekološkim uvjetima uzgoja kao što su gustoća sklopa, gnojidba, rokovi sjetve, temperatura zraka, temperatura i vlaga tla, količina oborina i slično (Soldati, 1995.).

U agroekološkim uvjetima uzgoja soje u Hrvatskoj visina biljke soje iznosi 90-110 cm, a u odnosu na ukupni varijabilitet visine stabljike što se smatra srednjom visinom. Kultivari niže stabljike (do 60 cm) nisu poželjni za široku proizvodnju jer otežavaju žetvu i imaju niske urode u odnosu na kultivare srednje visine stabljike. Kultivari s izrazito visokom stabljikom (preko 120 cm) isto tako nisu poželjni za široku proizvodnju, jer su skloni polijeganju, često obolijevaju, što usporava sazrijevanje, otežava žetvu te dovodi do konačno nižih uroda zrna (Sudarić i sur., 1997.).

U istraživanju koja su proveli Bhattachary i Ram (1992.) pratio se učinak visine stabljike na ostale komponente uroda zrna i kakvoća zrna. Dobiveni rezultati pokazuju da visina biljke soje proporcionalno utječe na: broj plodnih etaža po biljci, broj i masu zrna po biljci, broj mahuna po biljci, urod zrna i količinu bjelančevina u zrnu.

2.3.2. Broj plodnih etaža i mahuna po biljci

Nasljedna osnova za visinu biljke i dužinu pojedinačnih internodija određuju broj plodnih etaža na glavnoj stabljici. Osim faktora naslijeđa na visinu biljke utječu i drugi ekološki čimbenici, a pod utjecajem ekoloških činitelja i razlikama unutar samog genotipa (Palmer i Kilen, 1987.).

Broj mahuna po biljci je važno kvantitativno svojstvo u strukturi uroda zrna jer je oplodnja i zametanje određenog broja mahuna po biljci preduvjet visokog uroda zrna soje (Soldati, 1995.). Kultivari indeterminiranog tipa rasta imaju u pravilu veći broj mahuna po biljci od kultivara determiniranog tipa rasta jer imaju duže reproduktivno razdoblje, veću visinu stabljike, te veći broj plodnih etaža po biljci u odnosu na kultivare determiniranog tipa. Iz istog razloga, unutar indeterminiranog tipa rasta, kasni genotipovi imaju veći broj mahuna po biljci od ranih genotipova. Broj mahuna po biljci određen je, pored genetske osnove i klimatskim uvjetima tijekom cvatnje i formiranja mahuna (**Slika 7**) (Fulwiler i Stutte, 1986.).



Slika 7 Biljka soje s mahunom

2.3.3. Broj zrna po biljci

Broj zrna po biljci najvažnija je komponenta uroda (Soldati, 1995.). Vrijednost ovog svojstva rezultat je broja mahuna po biljci i broja zrna u mahuni, a varijabilnost je uvjetovana utjecajem genotipa i agroekološkim uvjetima tijekom vegetacijskog razdoblja. Nedovoljna količina vode u tlu i vlažnosti zraka tijekom cvatnje, zametanja mahuna i nalijevanja zrna ima veliki utjecaj na smanjenje broja mahuna po biljci i broja zrna po mahuni, a time i smanjenje broja zrna po biljci, što u konačnici znači snižavanje uroda zrna soje po jedinici površine (Akhter i Sneller, 1996.).

Teoretski je moguće povećati urod zrna izborom genotipa većeg broja zrna po biljci, jer je broj zrna po biljci u jakoj pozitivnoj korelaciji s urodom zrna (Plesnik, 1991.). Međutim, negativna povezanost između broja zrna u biljci i drugih komponenti uroda zrna kao što su masa zrna po biljci i masa 1000 zrna, otežavaju u cjelini uspješan rad u selekciji na veći urod zrna.

2.3.4. Masa 1000 zrna

Krupnoća zrna soje kvantitativno je svojstvo koje znatno ovisi o genetskoj osnovi i utjecaju vanjskih činitelja. Obično se izražava masom 1000 zrna ili masom 100 zrna (tipično za Sjevernu Ameriku), što je brojčani izraz ovog svojstva. Unutar vrste *Glycine max*, masa 100 zrna iznosi 40 do 55 g. S obzirom da je krupnoća zrna genetsko svojstvo i ne ovisi o obilježjima fenotipa, Sudarić i sur. (1997.) zaključili su da je svojstvo masa 1000 zrna svojstvo visoke nasljednosti, pa se oplemenjivanjem relativno lako i u kratkom vremenskom periodu mogu stvoriti kultivari željene krupnoće zrna.

2.3.5. Žetveni indeks

Prema Wilcox (1974.) žetveni indeks je kompleksno svojstvo koje se kod soje obično definira kao odnos uroda zrna i mase zrele biljke. Vrijednosti žetvenog indeksa variraju o genotipu i agroekološkim uvjetima uzgoja. U pravilu, rani genotipovi imaju viši žetveni indeks od kasnih

genotipova (Bhardway i Bhagsari,1991.). Razlike između jedinki istog genotipa, mogu biti posljedica različitih klimatskih uvjeta (**Slika 8**).

Žetveni indeks može biti pouzdano selekcijsko mjerilo u ranim generacijama, ali pri tome treba uzeti u obzir kompleksnost samog svojstva te opravdanost njegove izravne primjene. Upravo zbog kompleksnosti samog svojstva sukladno tome i složenosti mjerenja, selekcija na žetveni indeks vrlo rijetko se primjenjuje u oplemenjivanju soje (Buzzel i Buttery, 1977.).



Slika 8 Uzgoj soje na oranici

2.4. OSNOVNO O TEHNOLOGIJI KORISNIH (EFEKTIVNIH) MIKROORGANIZAMA

Tehnologija efektivnih/korisnih mikroorganizama (EM) temlji 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.

EM tehnologiju, predstavlja mikrobna multikultur anaerobnih i aerobnih beneficijskih vrsta mikroorganizama koju čine (Diver, 2001):

- BAKTERIJE MLIJEČNE KISELINE (BMK) - *Lactobacillus plantarum, Lactobacillus casei, Streptococcus lactis;*
- FOTOSINTETSKE BAKTERIJE - *Rhodopseudomonas palastrus, Rhodobacter spaeroides;*
- KVASCI - *Saccharomyces cerevisiae, Candida utilis*;
- AKTINOMICETE- *Streptomyces albus, Streptomyces griseus*;
- PLIJESNI - *Aspergillus oryzae, Mucor hiemalis* - (fermentirajuće plijesni).

EM aktivni korisni mikroorganizmi dolaze u obliku tekućeg koncentrata sa 25 sojeva bakterija, kvasaca, aktinomiceta i plijesni, koji su izvorno izdvojeni iz preko 80 vrsta korisnih mikroorganizama iz 5 porodica i 10 rodova aerobnih i anaerobnih vrsta. Osnovna karakteristika korisnih EM aktivnih mikroorganizama jest simbiotski odnos aerobnih i anaerobnih vrsta, što je bit inovacije ove tehnologije.

Svojim metabolizmom korisni mikroorganizmi u tlu proizvode spojeve s produženim antioksidacijskim djelovanjem, što uzrokuje brži rast i razvoj biljke. Naime, u tlu s visokim stupnjem oksidacije, esencijalni hranjivi elementi nisu potpuno topivi, pa biljke moraju uložiti veću energiju za njihovu apsorpciju. S druge strane u takvom tlu nastaje široki spektar toksičnih spojeva koji štetno utječu na ukupni rast i razvoj uzgajane biljke jer se teški metali ioniziraju i spajaju s drugim spojevima povećavajući njihovu topivost. Unosom korisnih mikroorganizama u takvo tlo teški se metali prevode u neutralne nektivne molekule, te se vi metabolički procesi usmjeravaju u pravcu antioksidacije. U tom slučaju teški metali postaju teži od vode i s procjednim vodama iz oborina spuštaju se u dublje slojeve tla izvan zone korijenovog sustava.

Osim ovog primarnog djelovanja, korisni mikroorganizmi svojom aktivnošću neutraliziraju kiselost ili lužnatost tla, te sintetiziraju spojeve koji su po strukturi slični prirodnim antioksidansima (na primjer vitaminima C i E). Također ovi mikroorganizmi teža tla čine rahlijima, a u poroznim i suhim tlima povećavaju sposobnost zadržavanja vode. Ovi spojevi u zoni korijena snažno stimuliraju rast biljaka.

Zbog antioksidacijske sposobnosti, korisni mikroorganizmi mogu u relativno kratkom vremenskom priodu (od mjesec dana do jedna godine) razgraditi sintetičke kemikalije npr. ostatke pesticida u tlu. Slično djelovanje imaju i na ostale zagađivače u tlu zraku ili vodi.

U nadzemnim djelovima biljaka proces antioksidacije pospješuje usvajanje hranjivih sastojaka iz tla i optimizira trajanje fotosinteze, pa biljka ne troši previše energije kao u slučaju rasta na oksidiranim, siromašnim tlima. Na taj način korisni mikroorganizmi povećavaju prilagodljivost biljke na stresne u okolišu.

Primjenom EM tehnologije osigurava se čista voda, tlo i zrak te zdravi razvoj ljudskog, biljnog i životinjskog svijeta, stoga ju mnogi smatraju „imunološkim sustavom“ Zemlje jer neutralizira štetno djelovanje radijacije, teških metala, elektromagnetskog zračenja, štetnih isparavanja i plinova nastalih kemijskim reakcijama u odlagalištima otpada, industriji i otpadnim vodama,.

U našem okruženju danas prevladavaju mikroorganizmi odgovorni za truljenje organske tvari a istodobno su i uzročnici mnogih bolesti. EM aktivni korisni mikroorganizmi imaju potencijal

suzbijanja truljenja na način da reanimiraju okolinu kroz proces fermentacije (http://emteh.hr/, 2016.)

2.4.1. Tehnologija korisnih (efektivnih) mikroorganizama u poljoprivredi

Efektivni mikroorganizmi se primjenjuju: u uzgoju svih poljoprivrednih kultura, hortikulturi, hobističkom vrtlartsvu, za poboljšanje kemijsko-fizikalnih i bioloških svojstava tla, za održavanje travnjaka i livada, te ostalih zelenih površina, za njegu ozljeđenog drveća i raslinja, za biološku razgradnju i kompostiranje organskog otpada, za održavanje imuniteta i zdravlja, te njegu domaćih životinja (http://emteh.hr/em-u-poljoprivredi/, 2016.).

2.4.2. Djelovanje korisnih (efektivnih) mikroorganizama

U tlu čine hranjiva iz otopine tla dostupnima biljci bez štetnog utjecaja na okoliš, obnavljaju i obogaćuju mikrobiološku aktivnost tla tj. vraćaju život tlu, poboljšavaju strukturu tla, sposobnost upijanja i zadržavanja vode, stvaraju povoljnu klimu za potiskivanje patogenih mikroorganizma u tlu te čine tlo plodnijim.

Primjena korisnih mikroorganizama biljkama poboljšavaju klijanje, cvatnju i oplodnju, te potiču tvorbu i zriobu plodova, jača imunitet biljaka, intenzivira boju i bujnost biljke, cvjetova i plodova, povećava sposobnost skladištenja i trajnost plodova, povećava kvalitetu (strukturu, okus, miris, boju) plodova uzgajanih kultura.

2.4.3. Mogućnost nadzora nad štetnicima i patogenima

Štetnici preferiraju oksidanse, na toj činjenici temelji se djelovanje korisnih mikroorganizama u kontroli štetnika i bolesti, pa kada štetnici polože jajašca na biljku koja ima razvijenu sposobnost antioksidacije, ona im inhibira rast. Tako je poznato da korisni mikroroorganizmi blokiraju razvoj obične (kućne) muhe iz stadija jajašca u ličinku. Općenito vrijedi pravilo da se kukci koji prenose prenose patogene mikroorganizme s biljke na biljku, hrane bolesnim i gnjilim biljkama, dok svi antioksidansi snažno blokiraju razvoj i širenje patogenih mikroorganizama. Korisni (beneficijski) kukci u pravilu se hrane štetnim kukcima i organizmima, pa njih ne inhibiraju antioksidacijski procesi nego im čak daju dodatnu energiju. S druge strane, unošenje korisnih mikroorganizama u tlo direktno može suzbiti patogeni potencijal štetnih mikroorganizama, pa su klijanci u tretiranom tlu pošteđeni napada patogenih mikroorganizama. Sličan se efekt postiže jesenskim tretiranjem usitnjenih biljnih ostataka pretkulture (kukuružnjak, lišće u vinogradima i voćnjacima) sa korisnim mikroorganizmima. Tako su višegodišnji pokusi i praksa u Austriji pokazali da se može smanjiti sadržaj mikotoksina u zrnu pšenice. Ovaj efekt se zasniva na kompeticijskom

odnosu i antagonizmu između patogenih mikroorganizama i korisnih mikroorganizama koji napadaju usjeve (http://emteh.hr/osnovno-o-tehnologiji/, 2016.).

2.4.4. Mehanizam utjecaja na kvalitetu i prinos plodova

Iz jačanja antioksidacijskih procesa u filosferi i samim biljkama, a osobito u zoni korijena proizlazi višestruko djelovanje korisnih mikroorganizama na tlo uslijed čega biljka ima jači imunitet, bujnost i korijen kojega ne napada trulež. Zbog snažnog i zdravog korijena biljka uspješno usvaja hranjiva čak i u nepovoljnim uvjetima. Ovo rezultira stabilnim urodom i kvalitetom plodova. Plodovi koji su rasli u takvim uvjetima odlikuju se ujednačenom krupnoćom, dobrom strukturom, intenzivnijom bojom i okusom. U isto vrijeme se povećava broj takvih plodova po biljci, pa se samim time povećavaju i prinosi uzgajane kulture. U odnosu na plodove iz uobičajenog načina uzgoja, Kvalitetniji plodovi dobre strukture se kasnije mnogo uspješnije čuvaju i skladište (http://emteh.hr/osnovno-o-tehnologiji/, 2016.).

2.4.5. Kontrola korova i gospodarenje dušikom u tlu

Efektivni mikroorganizmi imaju primjenu i u suzbijanju korova. Naime, u proljeće tlo treba efektivnim mikroorganizmima tretirati tlo barem dvadesetak dana prije sjetve. Na ovaj način se pospješuje istovremeno klijanje i nicanje svih korova, koje zatim lagano uništavamo prilikom pripreme tla za sjetvu. Ovim načinom se kroz više godina mogu iscrpljivati svi korovi i smanjivati njihova populacija do razine kada više ne predstavljaju ekonomski rizik za usjev.

Korisni mikroorganizmi učinkovito inhibiraju sintezu nitratnih spojeva, osobito nitrozamina, te na taj način imaju važnu ulogu i u gospodarenju dušikom u tlu. Efektivni mikrooraganizmi razgrađuju ione dušične kiseline prije nego se ona spoji sa solima iz tla i tako formira nitrate (http://emteh.hr/osnovno-o-tehnologiji/, 2016.).

Korisni mikroorganizmi kao originalni proizvod EM tehnologije raspoloživi su u neaktivnom stanju pa ih je prije primjene potrebno aktivirati. Aktivacija uključuje dodatak vode i melase, a potom fermentaciju pri sobnoj temperaturi za vrijeme od 8 do 10 dana. Za vrijeme aktivacije na površini smjese stvara se tanak bijeli sloj koji je rezultat rasta aktinomiceta i on daje smjesi posebno prijatan miris. pH vrijednost je odlučujući faktor u aktivaciji pripravka korisnih mikroorganizama i kada ta vrijednost padne ispod 4 onda je aktivacija završena.

2.4.6. Mogućnosti primjene korisnih mikroorganizama u svijetu

U brojnim eksperimentima na različitim tipovima tala. Ispitivan je uzgoj različitih žitarica, uljarica, voća i povrća uz dodatak korisnih mikroorganizama. Istraživanja su pokazala da primjena korisnih mikroorganizama smanjuje potrebu uporabe sintetskih gnojiva i pesticida, podiže kakvoću zemljišta i omogućava veće prinose i kakvoću uroda a ujedno pozitivno služi u zaštiti okoline (Zhao, 1995.).

Primjenjuju se i različite metode inokulacije tla. Korisni mikroorganizmi u rizosferi oko korijena regeneriraju zemljište, čime se povećeva iskorištenje hranjivih komponenenata potrebnih za razvoj biljaka.

Nadalje, primjena korisnih mikroorganizama povećava sadržaj nutrijenata organskog podrijetla, unaprijeđuje fotosintezu i omogućuje bolju penetraciju korijena u dubinu pri čemu se poboljšavaju fizikalna svojstva tla (Sangakkara, 2002.).

Istraživanja na papaji u Brazilu (Chagas i sur., 1999.), djetelini u Nizozemskoj (Bruggenwert i sur., 2001) i Austrijii (Hader, 1999), povrću u Novom Zelandu i Šri lanki (Daly and Stewart, 1999.) i jabukama u Japanu (Fujita, 2000.) jasno prikazuju fenomen primjene korisnih mikroorganizama i dokazuju produkciju vitamina, biljnih hormona.

S pomoću korisnih mikroorganizama za sigurno se povećava iskorištenje kukuruza šećerca i listanje gorušice (Shintani i sur., 2000.).

Iz svega navedenog dosada mogućnosti primjene korisnih mikroorganizama su velike. Osim u poljodjelstvu koriste se u vrtlarenju, stočarstvu, kompostiranju, čišćenju septičkih jama, i u kućanstvu (Higa i Parr, 1994.). Korisni mikroorganizmi pokazuju bolju učinkovitost ako ih se prethodno pomiješa sa prikladnim hranjivima, adhezivima ili tvarima za močenje i kvašenje (Sekeran i sur., 2005.). Nadalje, Hanekon i sur. (1999.) upućuju na mogućnost tretiranja svinjskog gnoja korisnim mikroorganizmima kao i u prehrani riba. Ova mogućnost uspješno se primjenjuje u mnogim zemljama Evrope i Azije pa čak i daleke Australije (Higa i Chinen, 1998.).

Glavni problem u svijetu je odlaganje i recikliranje krutog otpada. Uvođenje kompostiranja organskog otpada iz kućanstva uvelike je riješilo probleme odlaganja i gomilanja otpada. Rezultat toga je smanjivanje zagađenja okoliša, proizvodnja korisnog biološkog gnojiva i suzbijanja neugodnih mirisa kućnog otpada. Ujedno na taj način smanjuje se potreba za korištenjem kemijskih sintetskih gnojiva u poljoprivrednom uzgoju (Freitag, 2002).

Također, od velikog značaja je primjena korisnih mikroorganizma u razgradnji masnih sadržaja kao ostataka hrane u otpadnim vodama. (Siripornadulsil i sur., 2008.). Tako primjena korisnih mikroorganizama u pročišćavanju otpadnih voda i vodotokova umanjuje vodenu krizu. Korisni mikroorganizmi EM tehnologija uništavaju toksine u otpadnim vodama, suzbijaju smrad, jer toksične plinove poput sumporovodika i amonijaka prevode u blage netoksične organske kiseline. Higijena staništa i objekata u kojima boravi stoka i domaće životinje također se može održavati primjenom korisnih mikroorganizama (Kurihara, 1990.).

Nadalje u prirodnim katastrofama poput tsunamija koji je pogodio područje Azije EM tehnologija se uspješno primjenjivala u suzbijanju smrada i zaraza a sredsta za čišćenje proizvedena EM tehnologijom uspješno dezinficiraju sanitarne čvorove (Kurihara, 1990.).

Upotreba EM aktivnih mikroorganizama u pripravi bioloških gnojiva također povećava koncentraciju korisnih mikroorganizama u prirodnom okolišu i u tlu što poboljšava zdravlje zemljišta i omogućuje zdrav okoliš za uzgoj biljaka (Boraste i sur., 2009.).

Qasim i sur., (1997) i Akbar i sur. (1996) u svojim istraživanjima također dokazuju kako efektivni mikroorganizmi imaju sposobnost teške metale prevesti u organo-metalne spojeve koji nisu pogubni za ljudsko i životinjsko zdravlje.

Mnogi će se složiti da je osnovno pravilo poljoprivrede osigurati rast usjeva prema njihovim agroklimatskim i agroekološkim zahtjevima. Tlo i povoljna mikroflora mogu ubrzati rast biljaka i poboljšati njihovu otpornost prema bolestima i štetnim kukcima proizvodnjom bioaktivnih tvari. Te bioaktivne komponente produkti su mikroorganizama koji mogu imati sekundarni učinak na kvalitetu usjeva. Dakle, moguće je postići visoke prinose usjeva bez korištenja sintetskih kemikalija i pesticida.

Mnogi mikrobiolozi vjeruju da se ukupan broj mikroorganizama tla prirodno prisutnih može povećati organskom izmjenom tla zbog toga što većina ima heterotrofan način ishrane što znači da zahtjevaju složene organske molekule ugljika i dušika za metabolizam. Redovan dodatak organskog otpada i ostataka će u kratkom vremenu povećati broj korisnih mikroorganizama tla (Higa, 1996.).

3. EKSPERIMENTALNI DIO

3.1. ZADATAK

Zadatak rada bio je istražiti učinkovitost različitih pripravaka korisnih mikroorganizama EM tehnologije u varijantama uz gnojidbu i navodnjavanje kao i bez ikakvih tretmana na urod i osnovna svojstva kakvoće zrna dvije sorte soje uzgojene na poljoprivrednom zemljištu Poljoprivrednog instituta Osijek.

3.2. MATERIJALI I METODE

3.2.1. Soja

U pokusu su testirani učinci EM aktivnih korisnih mikroorganizama na dvije sorte soje. To su sorte Ika i Tena, kreacije Poljoprivrednog instituta Osijek.

3.2.2. Korisni mikroorganizmi

Preparat korisnih mikroorganizama proizvod je tvrtke EM-TEH d.o.o. iz Valpova.

Korišteni su korisni mikroorganizmi u obliku preparata pod proizvođačkim nazivom EM aktiv i Terafertblat.

3.2.3. Poljoprivredni pokus

Pokusi su metodički postavljeni 2014. godine prema split-split plot metodi u tri ponavljanja i predstavljaju izvor podataka o utjecaju navodnjavanja, gnojidbe i EM pripravaka na prinos i neka svojstva dva kultivara soje.

Varijante pokusa bile su: navodnjavanje, gnojidba dušikom, EM pripravci korisnih mikroorrganizama.

Varijanta uz navodnjavanje – održavanje sadržaja vode u tlu od 60% do 100% poljskog vodnog kapaciteta (PVK).

Tijekom vegetacije navodnjavanje se obavljalo samohodnim raspršivačem sa kišnim krilom, u praksi zvanom tifon sa kišnim krilom (Marke Buer, Type Rainstar A3 55-1790). Kakvoća vode za navodnjavanje je također temeljem obavljenih istraživanja zadovoljavajuće kakvoće, prema FAO US Salinity Laboratory klasifikaciji. Osim navodnjavanja, jedan dio biljaka nije bio navodnjavan (varijanta bez navodnjavanja).

Jedan dio biljaka bio je gnojen dušikom (varijanta uz gnojidbu: 50 kg N/ha), a drugi dio je bio podvrgnut vaijanti bez gnojidbe (0 kg N/ha).

Za tretman biljaka korinim EM mikroorrganizmima korištni su slijedeći pripravci:

Varijanta KM1: EM Aktiv –TLO 30 l/ha + 200 litara vode/ha.

Varijanta KM2: KM1 + 2 tretiranja EM aktiv-om folijarno 6 l/ha (na bazi 200 l vode/ha):

- prvo tretiranje u fazi razvijenih 4 do 6 troliski (početak cvatnje, visina biljke oko 45-50 cm),
- drugo tretiranje u punoj cvatnji 4 do 5 etaža (visina biljke 70 do 80 cm).

Varijanta KM3: KM1 + dva tretiranja EM aktiv-om + Terafertblat-om, folijarno 6 l/ha + 0,2 l/ha (na bazi 200 l vode/ha);

- prvo tretiranje u fazi razvijenih 4 do 6 troliski (početak cvatnje, visina biljke oko 45 do 50 cm);
- drugo tretiranje u punoj cvatnji 4 do 5 etaža (visina biljke 70 do 80 cm).

Varijanta bez KM predstavljala je kontrolu. Svaka sorta soe bila je podvrgnuta slijedećim tretmanima, a svaki tretman bio je ponovljentri puta:

Bez navodnjavanja, bez gnojidbe: KM1, KM2, KM3 i BEZ KM;

Bez navodnjavanja uz gnojidbu: KM1, KM2, KM3 i BEZ KM;

S navodnjavanjem bez gnojidbe: KM1, KM2, KM3 i BEZ KM;

S navodnjavanjem uz gnojidbu: KM1, KM2, KM3 i BEZ KM.

Soja je posijana 06. svibnja 2014. godine automatskom 12-rednom pneumatskom sijačicom. Sjetva je obavljena pri vrlo povoljnom sadržaju vode u tlu dobre strukture. Nicanje je bilo ujednačeno i gotovo besprijekorno. Veličina parcelice pojedinih tretmana u pokusu soje bila je 8 m^2. Svaka varijanta pokusa izvedena je u tri paralele, tj. na tri parcelice. Sveukupno je zasijano 96 parcelica.

Sadržaj vode u tlu mjeren je uređajem Watermak 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.

Ukupan dušik dodavao se u dva jednaka dijela, jedna polovina u jesen tijekom osnovne gnojidbe, a druga u proljeće prije sjetve. Obje količine dodane su u gnojivu UREA (46 % N).

Žetva soje je obavljena 09. listopada 2014. godine specijaliziranim kombajnom za pokuse, tip Wintersteige Nursery muster.

3.2.4. Određivanje kakvoće zrna soja

Uzorci zrna soje uzimani su tijekom žetve, a poslije se iz njih određivao sadržaj proteina i ulja. Navedeni pokazatelji kakvoće određivani su uređajem Infratec Grain Analizer u laboratoriju Poljoprivrednog instituta Osijek.

Određivanje vlažnosti zrna, hektolitarske mase i udjela škroba na uzorcima zrna uzetim nakon žetve obavljalo se je na uređaju Infratec™ 1241 Grain Analyzer pilikom čega je masa iznosila 1 kg.



Slika 9 Grain Analyzer

Urod zrna dobiven je vaganjem ukupne mase požnjevenog zrna sa svake obračunske parcele na vagi tipa EL (**Slika 9**). 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“.

3.2.5. Obrada rezultata

Rezultati rada su obrađeni uz pomoć računalnih programa Microsoft Office Excel 2003 za Windows, Microsoft Corporation, Redmond, Sad.

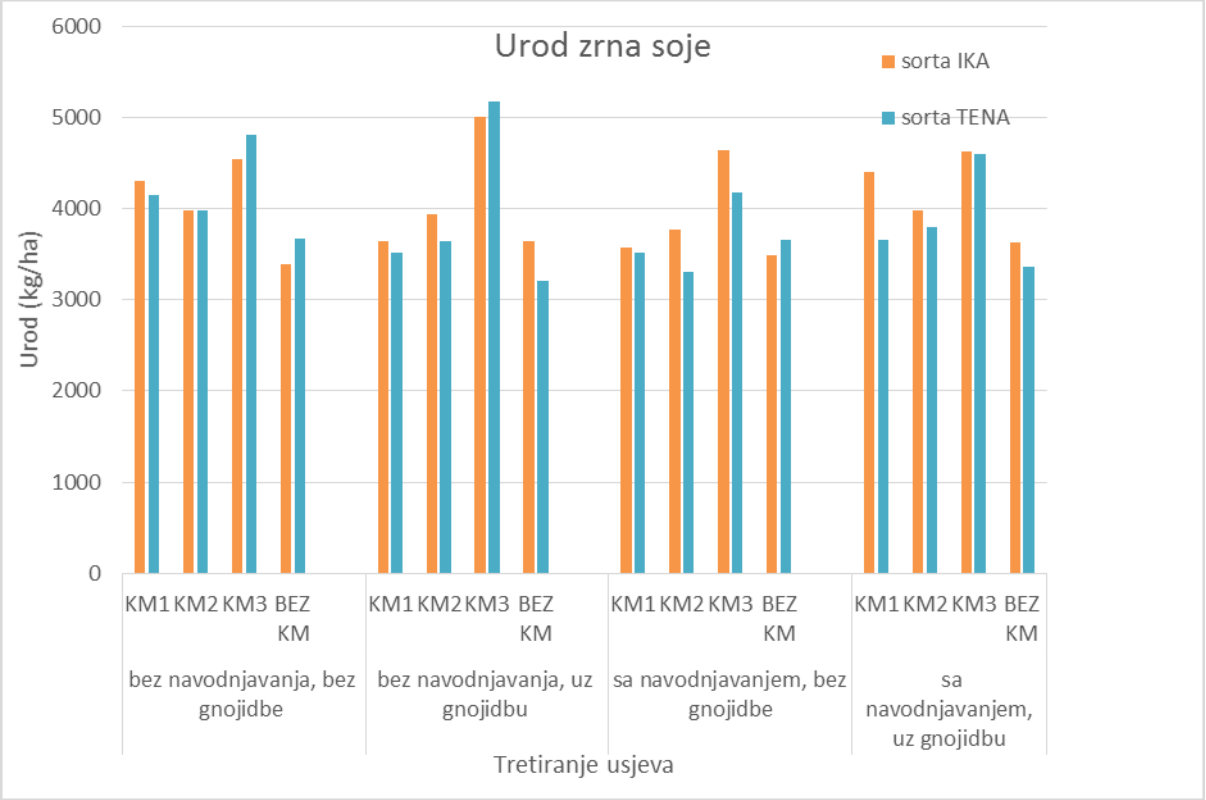
4. REZULTATI

4.1. Urod zrna soje

Najniži urod zrna soje (3204,33 kg/ha) zabilježen je kod sorte Tena u varijanti bez navodnjavanja ali uz gnojidbu, a uzgojen bez primjene korisnih mikroorganizama (**Slika 10**).

Najviši urod zabilježen je kod sorte Tena (5004,33 kg/ha) u istoj varijanti ali uz primjenu korisnih mikroorganizama i to pri tretmanu KM3.

Znakovito je da je najmanji urod u sve četiri načina tretiranja usjeva zabilježen u varijantama bez tretmana korisnih mikroorganizama kod obje sorte.



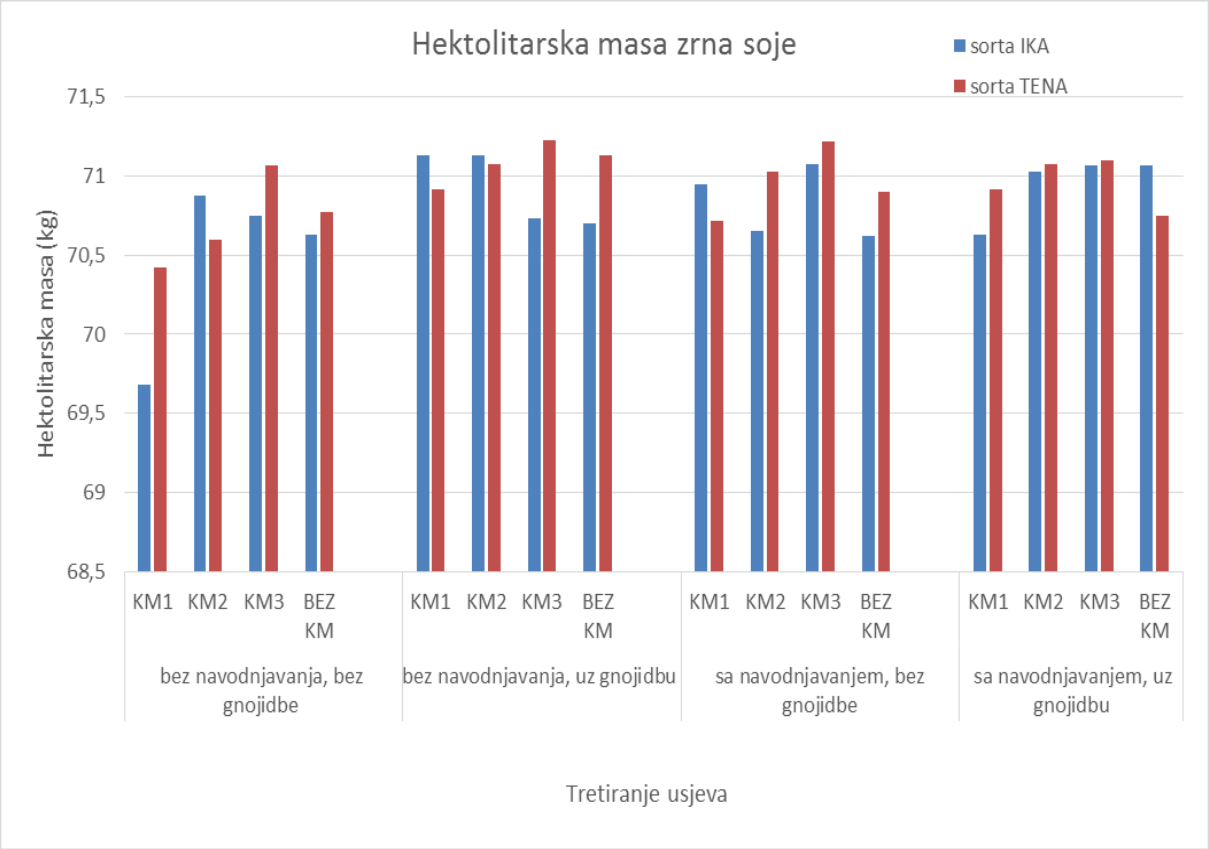
Slika 10 Urod zrna dva genotipa soje u četiri varijante tretiranja usjeva

4.2. Hektolitarska masa zrna soje

Najmanju hektolitarsku masu (69,68 kg) imala soja sorte Ika uz dodatak korisnih mikroorganizma u varijanti KM1 bez navodnjavanja i bez gnojidbe (**Slika 11**).

Najveću hektolitarsku masa u iznosu 71,23 kg imala je soja sorte Tena uzgojena bez navodnjavanja ali uz gnojidbu i uz primjenu korisnih mikroorganizama varijante KM3.

Najbolji prosječni učinak korisnih mikroorganizama na hektolitarsku masu pokazao se kod sorte Tena (71,07 kg) pri varijanti bez navodnjavanja ali uz gnojidbu.



Slika 11 Hektolitarska masa dva genotipa soje u četiri varijante tretiranja usjeva

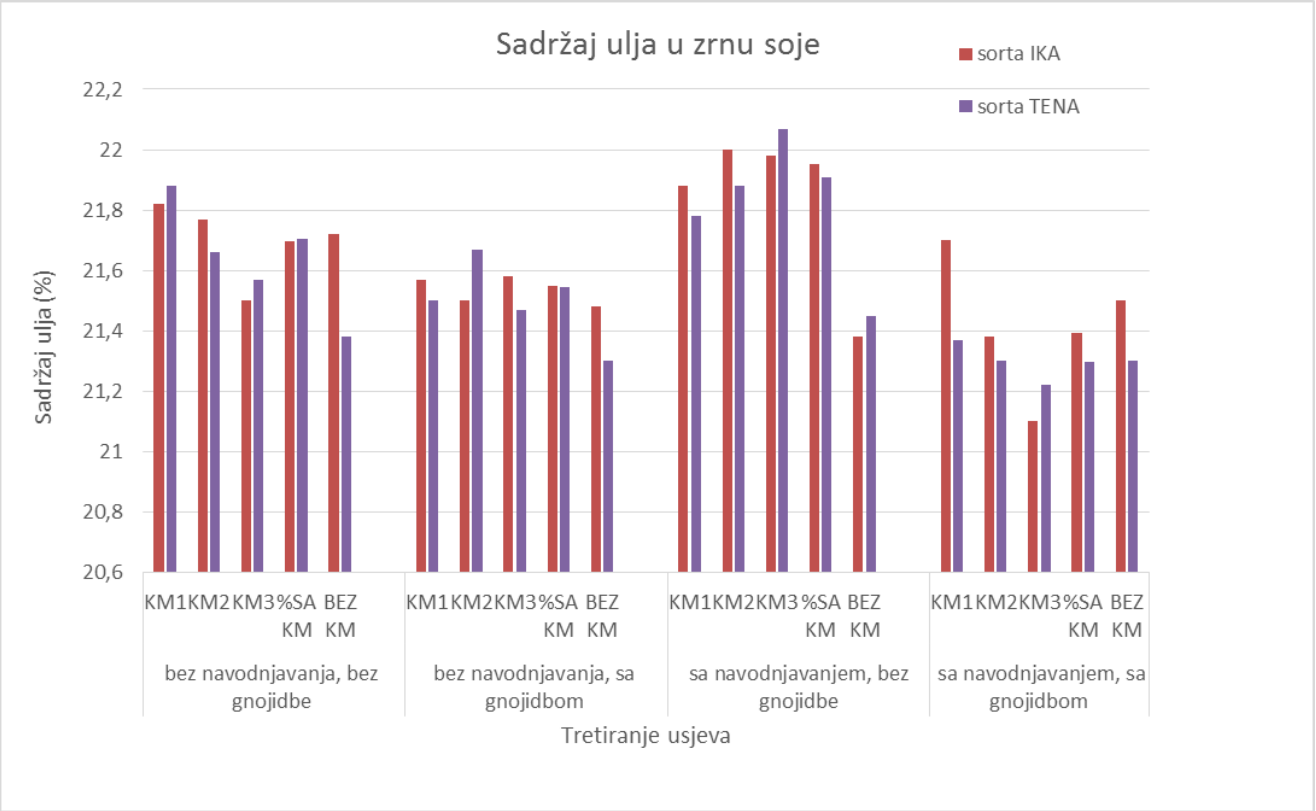
4.3. Sadržaj ulja u zrnu soje

Zamjetno uočljivu najmanju količinu ulja u zrnu imala je soja uzgojena uz gnojidbu i uz navodnjavanje (**Slika 12**).

Najveća učinkovitost korisnih mikroorganizama pokazala se pri varijanti sa navodnjavanjem i bez gnojidbe.

Sadržaj ulja u zrnu soje kretao se u rasponu od 21,1% pri KM 3 tretmanu kod sorte Ika i varijanti sa navodnjavanjem i uz gnojidbu do 22,7% kod sorte Tena u varijanti sa navodnjavanjem ali bez gnojidbe pri tretmanu korisnih mikroorganizama KM3.

Najveću prosječnu vrijednost sve tri varijante primjene korisnih mikroorganizama imala su obje sorte uz navodnjavanje i bez gnojidbe.



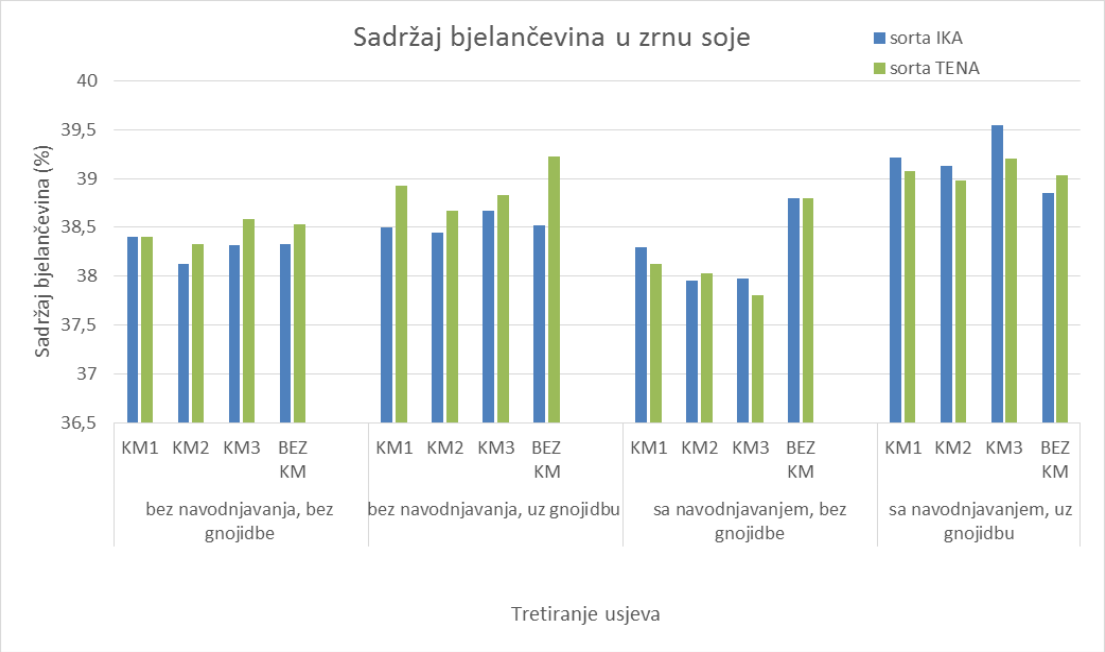
Slika 12 Sadržaj ulja dva genotipa soje u četiri varijante tretiranja usjeva

4.4. Sadržaj bjelančevina u zrnu soje

Na grafu je uočljivi najveći sadržaj bjelančevina u varijanti sa navodnjavanjem i uz gnojidbu za sva tri tretmana sa korisnim mirkroorganizmima. Najviša vrijednost (39,55%) postignuta je u istoj varijanti uz tretman KM3 kod sorte Ika (**Slika 13**).

Najniži sadržaj bjelančevina zabilježen je pri varijanti uz navodnjavanje i bez gnojidbe u sva tri tretmana sa korisnim mikroorganizmima, a među njima sorta Tena uz KM3 tretman sorta niskih 37,8%.

Sorta Tena imala je puno veći, ustvari najveći sadržaj proteina (39,23%) u varijanti bez navodnjavanja, bez korisnih mikroorganizama ali uz gnojidbu.

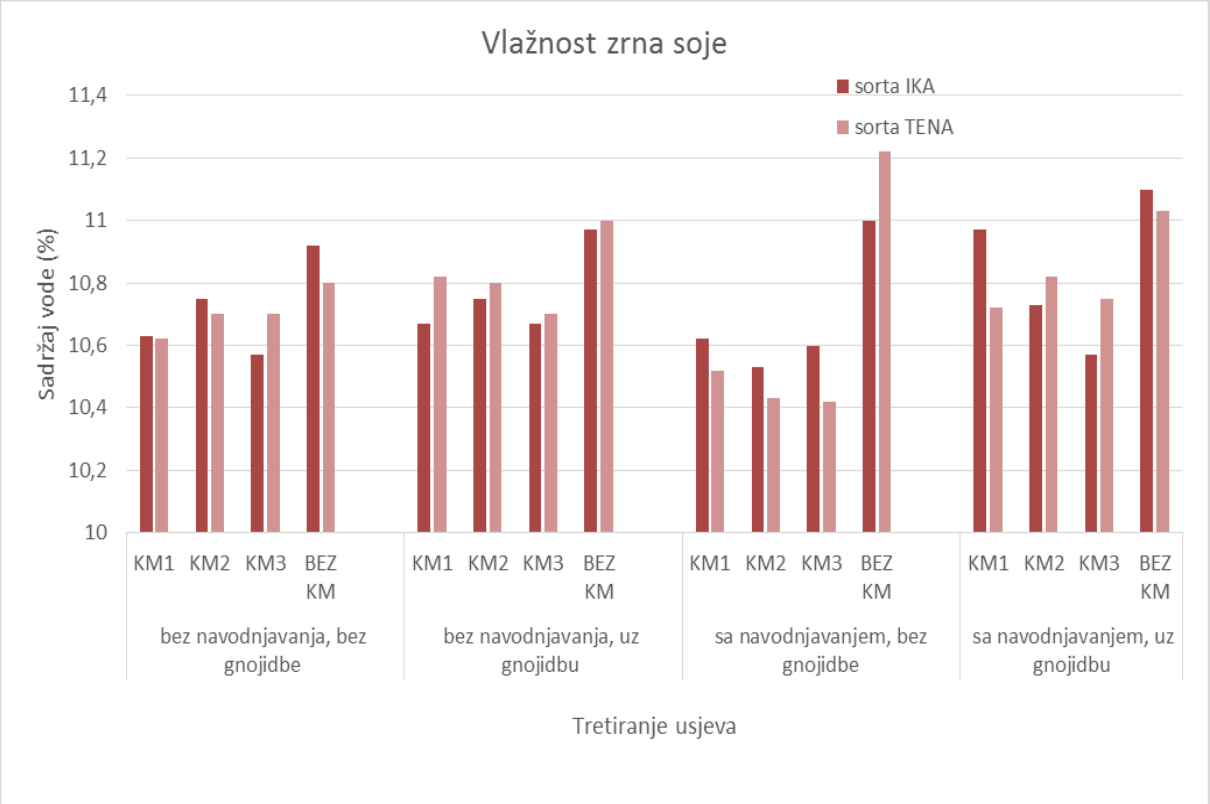


Slika 13 Sadržaj bjelančevina dva genotipa soje u četiri varijante tretiranja usjeva

4.5. Vlažnost zrna soje

Najnižu vlažnost imalo je zrno soje sorte Tena (10,42 %) uzgojeno uz dodatak korisnih mikroorganizama tretmanom KM3 u varijanti sa navodnjavanjem i bez gnojidbe (**Slika 14**).

Najvišu vlažnost (11,22 %) imala je ista sorta soje u istoj varijanti ali bez primjene korisnih mikroorganizama.



Slika 14 Vlažnost zrna dva genotipa soje u četiri varijante tretiranja usjeva

5. RASPRAVA

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

Prosječan urod zrna soje u pokusu EM tehnologije 2014. godine iznosio je 3961 kg/ha, a varirao je od 2992 do 5754 kg/ha (**Slika 10**). Teoretski, maksimalni potencijal rodnosti uzgoja soje je oko 7 t/ha (Sinclair, 2004.). U posljednjih nekoliko godina prosječni urod zrna soje u Republici Hrvatskoj iznosio je od 2500 do 3000 kg/ha. Neki pojedinačni prinosi bili su i iznad 5000 kg/ha (Vratarić i Sudarić, 2008.).

Urod zrna soje ukazuje da navodnjavanje nije rezultiralo povećanjem uroda na varijanti navodnjavanja prema kontroli bez navodnjavanja niti kod jedne sorte. Gnojidba dušikom je rezultirala različitom reakcijom na urod zrna soje prema kontroli bez gnojide dok interakcija između navodnjavanja i gnojidbe dušikom nije primijećena.

Utjecaj pripravaka EM tehnologije je značajno djelovao na urod zrna soje. U odnosu na ostale tretmane, tretman KM3 (EM aktiv i Terrafertblat) je dao veći urod soje prema ali su i KM1 i KM2 tretmani imali veći urod u odnosu na kntrolu bez prisustva korisnih mikroorganizama. Rezultati dobiveni tretiranjm soje varijantom KM3, zahtjevaju daljnja istraživanja.

Prosječna hektolitarska masa zrna soje nakon sušenja (ujednačavanja vlage u skladištu) iznosila je 70,80 kg, a kretala se u rasponu od 69,35 kg do 71,90 kg (**Slika 11**). Najmanja hektolitarska masa zabilježena je uglavnom na varijantama bez gnojidbe dušikom i bez navodnjavanja. Na varijantama uz gnojidbu dušikom i uz navodnjavanje hektolitarska masa je bila veća. Pravilnosti u značajnijoj razlici hektolitarske mase na tretmanima sa EM pripravcima nisu primijećene.

Prosječni sadržaj ulja u zrnu soje iznosio je 21,57%, a kretao se u rasponu od 20,75% do 22,65% (**Slika 12**). Najmanji sadržaj ulja zabilježen je na različitim varijantama navodnjavanja, gnojidbe dušikom i tretiranja pripravcima EM tehnologije. Dakle, sadržaj ulja u zrnu soje ukazuje da u varijanti uz navodnjavanje i uz gnojidbu dušikom nisu na njega imali utjecaj. Međutim pripravci EM tehnologije (tretmani KM1, KM2, KM3) znatno su utjecali na sadržaj ulja u zrnu soje u varijanti sa navodnjavanjem ali bez gnojidbe. Sadržaj ulja je gotovo uvijek u istraživanjima sličnoga tipa bio pod utjecajem genotipa, dakle, sorte soje. Obzirom da je u pokusu bilo dvije sorte soje, Ika i Tena, te razlike su vrlo male, ali su primjetne.

Prosječni sadržaj bjelančevina u pokusu soje iznosio je 38,62%, a kretao se od 37,05% do 40,25%. Ovisno o genotipu i uvjetima uzgoja, količina bjelančevina u zrnu soje varira od 30

do 50% na bazi asolutno suhe tvari (Gu i sur, 1991.). Vrijednosti na **Slici 13**, a posebno raspon sadržaja bjelančevina ukazuju da su navodnjavanje, gnojidba dušikom i pripravci EM tehnologije pokazali njihov utjecaj na sadržaj bjelančevina. Primjetno je da je na varijanti veće gnojidbe dušikom sadržaj bjelančevina bio veći kod obje sorte (Ike i Tene), što je i stručno potpuno logično i opravdano.

Rezultati ukazuju da u slučaju vlažnosti zrna soje (**Slika 14**), tretman korisnim mikroorganizmima ima značajnu učinkovitost jer znatno smanjuje vlažnost zrna i to najviše u slučaju kada se navodnjavalo ali nije bila primijenjena gnojidba dušikom.

6. ZAKLJUČCI

Primjena korisnih mikroorganizama imala je veliku učinkovitost kod uroda zrna soje sorte Tena jer je u varijanti bez navodnjavanja uz gnojidbu pri tretmanu KM3 (EM aktiv i Terafertblat proizvodi u kombinaciji) uzgojeno 5004,33 kg/ha. Dokaz toj učinkovitosti je da je najniži urod bio dobiven bez tretmana korisnih mikroorganizama u istoj varijanti kod iste sorte.

U istoj varijanti, bez navodnjavanja i uz gnojidbu dušikom ista sorta Tena i pri istom tretmanu KM3 zrno soje je imalo i najveću hektolitarsku masu (71,23 kg).

Najveća učinkovitost korisnih mikroorganizama u sadržaju ulja u zrnu soje pokazala se pri varijanti sa navodnjavanjem i bez gnojidbe u sva tri tretmana (KM1, KM2 i KM3) kod obje sorte tako da je najveću prosječnu količinu ulja u varijanti sa navodnjavanjem i bez gnojidbe imala sorta Ika (21,95 %), a zatim i sorta Tena (21,91 %).

Najveći sadržaj bjelančevina u zrnu soje imala je soja sorte Ika (39,3%) uzgojena dodatkom korisnih mikroorganizama tretmana KM3 (EM aktiv i Terafertblat) uz varijantu sa navodnjavanjem i sa gnojidbom dušikom što je bilo i za očekivati jer za sadržaj bjelančevina je vrlo bitna gnojidba dušikom ali i navodnjavanje kako bi se gnojivo moglo dobro usvojiti i pretvoriti u bjelančevine sojina zrna.

Pri uzgoju soje primjena korisnih mikroorganizama ima značajnu pozitivnu učinkovitost kod komponenata uroda, hektolitarske mase zrna, djeluje na povećanje sadržaja ulja i sadržaja proteina u zrnu soje kao i na smanjenje vlažnosti zrna. Navedene karakteristike su i najvažnija obilježja kakvoće zrna soje pa se primjena korisnih mikroorganizama preporuča u budućoj proizvodnji soje, a posebice u ekološkoj poljoprivredi.

7. LITERATURA

Akhter M, Sneller CH : Yield and Yield Components of Early Maturing Soybean Genotypes in the Mid-South. *Crop Science* 36: 883-889, 1996.

Allard RW, Bradshaw AD: Implications of genotype – environment interactions in applied plant breeding. *Crop Science* 4:503-507, 1964.

Bhardway HL, Bhagsari AS: 1991. Harvest index as relatedto yield, plant architecture and economic value. *Soybean Genetics Newsletter*, 18: 314-317, 1991.

Bhattachary PK, Ram HH: Yield components in determinate vs. indeterminate soybeans. *Soybean Genetics Newsletter* 19: 52-56, 1992.

Burton JW: Soybean (Glycine max (L.) Merr.). *Field Crops Research*, 53:171-186, 1997.

Buzzell RI, Buttery BR: Soybean harvest index in hill-plots. *Crop Science* 17: 968-970, 1977.

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.

Ciha AJ, Brun WA: Stomatal size and Frequency in Soybeans. *Crop Scince* 15:309-313, 1975.

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.

Diver S: Nature Farming and Effective Microorganisms, Rhizosphere II: Publications, Resource Lists and Web Links from Steve Diver, 2001.

Domac R: Flora Hrvatske. Školska knjiga Zagreb, 1994.

Duraković S: Opća mikobiologija. Prehrambeno-tehnološki inženjering, Znanstveno stručna biblioteka Zagreb, 1996.

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.

Fulwiler MJ, Stutte CA: Influence of Ethephon on Soybeans Reproductive Development, *Crop Science*, 26, 5: 976-979, 1986.

Gu HP, Lin YL, Shen KX: Genetic study of seed protein content in soybean and breeding for high pritein yield. *Jiangsu Agricultural science*, 1: 27-29, 1991.

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.

Hicks DR: Growth and Development. P. 17-41. In: Norman A G (ed): Soybean Physiology, Agronomy and Utilization AP, 1978.

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.

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.

Jukić G, Guberac V, Marić S, Dunković D: Ekonomski aspekti proizvodnje soje u Istočnoj Hrvatskoj. Poljoprivreda znanstveno-stručni časopis. 13, 2; 23-28, 2007.

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.

Lersten NR, Carlson JB: Vegetativee morphology. p 15-57. In: Boerma HR and Specth J E(eds) Soybeans: Improvement, Production and Uses. 3rd ed. Agronomy Mono. 16 ASA, CSSA, SSSA, Madison, WI. USA., 2004.

Mitchell RL, Russell WJ: Root development and rooting patterns of soybean evatuated under field conditions. *Agronomy Journal*, 63: 313-316, 1971.

Munro IC, Harwood M, Hlywka JJ, Stephen AM, Doull J, Flamm WG, Aldercreutz: Soy isoflavones: a safety review. *Nutrition Reviews*, 61 (1): 1-33, 2003.

Palmer RG, Kilen TC: Qualitative Genetics and Cytogenetics. In: J.R. Wilcox (ed): *Soybeans: Improvement*, Production and Uses, 2nd, Agronomy 16, ASA, Madison, USA:135-209, 1987.

Plesnik S: Correlation coefficients analysis in quantitative traits of M2 generation after laser until and ethylenimine treatment in soybean. *Soybean Genetics Newsletter* 18: 135-139, 1992.

Poehlman JM: Breeding Soybeans. In: Breeding Field Crops (ed) H. Holt and Co., Inc., New York, 1959.

Qasim G: Recycling of Sewage Water and Industrial Effluent Using EM Technology. Msc Thesis, University of Agriculture, Faisalabad, Pakistan, 1997.

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.

Shah BP, Devkota B: Obsolete Pesticides: Their Environmental and Human Health Hazards. J. Agric. Environ. 10: 51-56, 2009.

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.

Shintani M: Organic fertilizer – Managing banana residues with Effective Microorganisms, In *Proceedings of the 13th International Scientific Conference of IFOAM*. Alfoeldi T, Lockeretz W, Niggli U (Ed). FiBL, Basel, Switzerland: p. 269, 2000**.**

Siripornadulsil US, Labteephana W: The Efficiency of Effective Microorganisms (EM) on Oil and Grease Treatment of Food Debris Wastewater, KKU Science. J. 36: 27-35, 2008.

Sinclair TR: Improved carbon and nitrogen assimilation for increased yield. In: H.R. Boerma and J.E. Specht (eds.) Soybeans: Improvement, Production and Uses. 3rd ed. ASA, CSSA and SSSA, Madison, USA: 537-568, 2004.

Soldati A: Soybean. In: W. Diepenbrock and H.C. Becker (Eds) Psysiological Potentials for Yield Improvement of Annual Oil and Protein Crops. *Advances in Plant Breeding* 17, Berlin-Wiena: 169-218, 1995.

Sudar R, Jurković Z, Vratarić M, Sudarić A. Duvnjak T: Tracylglycerols composition of oil in OS soybean cultivars. *European Food Research Technology*, 217: 115-119, 2003.

Sudarić A, Vratarić M, S. Volenik S, Duvnjak T: Parameters for the estimation of genetic gain in soybean breeding program at the Osijek Agricultural Institute. *Eurosoya* 11: 16-22, 1997.

Vratarić M: Utjecaj ekoloških faktora na oplodnju i zametanje mahuna kod nekih sorata soje u odnosu na komponente prinosa na području Osijeka. Disertacija. Poljoprivredni fakutet, Osijek, 1983.

Vratarić M, Sudarić A: Soja. Poljoprivredni institut Osijek, IBL Osijek, 2008.

Vratarić M, Sudarić A, Kovačević V, Duvnjak, T, Krizmanić M, Mijić, A: Response of soybean to foliar fertilization with magnesium sulfate (Epsom salt). *Cereal Research Communications*, 34, 1:709-712, 2006.

Wilcox JR: Response of three soybean strains to equidistant spacings. *Agronomy Journal* 66, 3:409-412, 1974.

Zarkadas CG, Yu Z, Voldeng HD, Minero-Amador A: Assestment of the protein quality of a new high protein soybean cutivar by amino acid analysis. *Journal of Agricultural and Food Chem*istry, 41: 616-626, 1993.

Zhao Q: Effect of EM on peanut production and soil fertility in the red soil region of China, Institure of Soil Science, Chinese Academy of Sciences, Nanjing, Peoples Republic of China, 1995.

(http://emteh.hr/em-u-poljoprivredi/, 22.04.2016.)

(http://emteh.hr/soja/, 10.05.2016.)

(http://www.tehnologijahrane.com/knjiga/proizvodnja-soje, 10.05.2016.)

(https://agroplus.rs/agroplus/wp-content/uploads/2013/06/4-120-2.jpg, 22.04.2016.)

(http://turrima.com/images/bintilakar.jpg, 16.05.2016.)