

Značaj bakterizacije sjemena i mikoriznih gljiva u postrnoj sjetvi soje na OPG-u "Alduk" 2020. godine

Alduk, Helena

Master's thesis / Diplomski rad

2020

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

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:823833>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-01**



Sveučilište Josipa Jurja
Strossmayera u Osijeku

**Fakultet
agrobiotehničkih
znanosti Osijek**

Repository / Repozitorij:

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



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJ

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Helena Alduk

Sveučilišni diplomski studij Bilinogojstvo

Smjer Biljna proizvodnja

**ZNAČAJ BAKTERIZACIJE SJEMENA I MIKORIZNIH GLJIVA U
POSTRNOJ SJETVI SOJE NA OPG-U „ALDUK“ 2020. GODINE**

Diplomski rad

Osijek, 2020.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Helena Alduk

Sveučilišni diplomski studij Bilinogojstvo

Smjer Biljna proizvodnja

**ZNAČAJ BAKTERIZACIJE SJEMENA I MIKORIZNIH GLJIVA U
POSTRNOJ SJETVI SOJE NA OPG-U „ALDUK“ 2020. GODINE**

Diplomski rad

Povjerenstvo za ocjenu i obranu diplomskog rada:

1. Prof. dr. sc. Manda Antunović, predsjednica
2. Dr. sc. Ivana Varga, mentorica
3. Prof. dr. sc. Suzana Kristek, članica

Osijek, 2020.

SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
1.1. Cilj istraživanja.....	3
2. PREGLED LITERATURE	4
2.1. Morfologija soje	4
2.2. Agroekološki uvjeti uzgoja soje	6
2.3. Agrotehnika soje.....	7
2.4. Značaj bakterizacije sjemena.....	11
2.4.1. <i>Nitrobakterin</i> ^S	15
2.5. Značaj mikoriza	16
2.5.1. <i>Vrste mikorize</i>	17
2.5.2. <i>Prednosti mikorize</i>	20
3. MATERIJAL I METODE.....	21
3.1. Lokalitet pokusa	21
3.2. Vremenske prilike.....	23
3.3. Postavljanje pokusa	25
3.4. Prikupljanje biljnog materijala i određivanje komponenti prinosa soje	27
4. REZULTATI	31
5. RASPRAVA.....	36
6. ZAKLJUČAK.....	43
7. POPIS LITERATURE.....	45
8. SAŽETAK	49
9. SUMMARY	50
10. PRILOZI	51
11. POPIS TABLICA	57
12. POPIS SLIKA	58
13. POPIS GRAFIKONA.....	59

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

BASIC DOCUMENTATION CARD

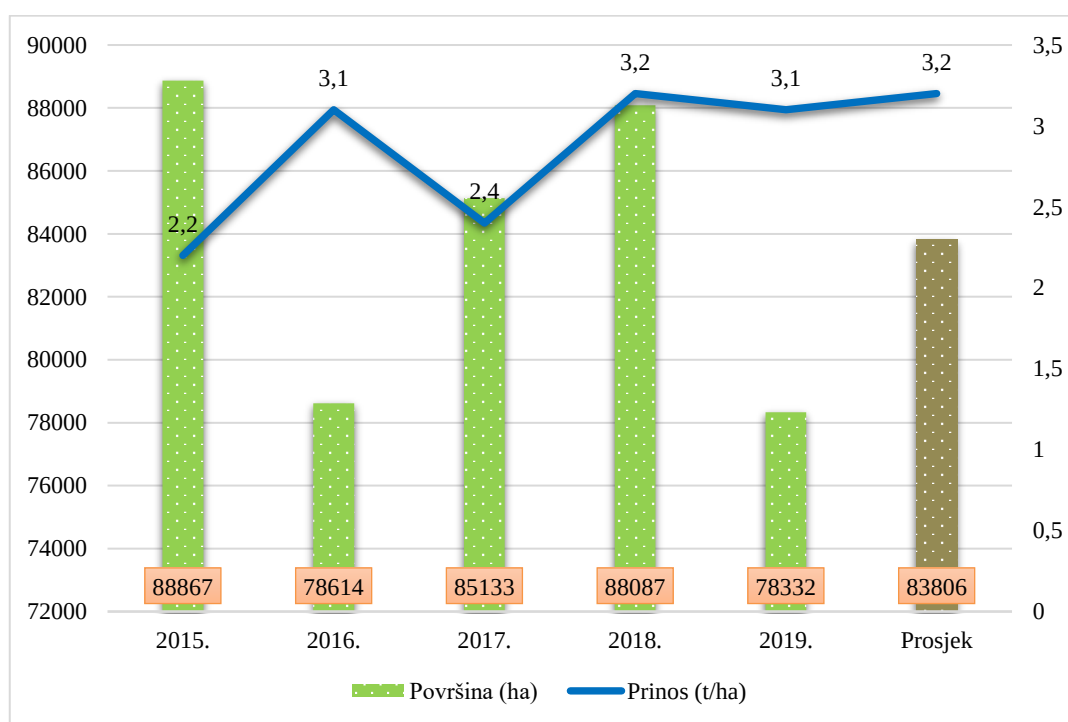
1. UVOD

Leguminoze su porodica koja je poznatija pod nazivom mahunarke. Mahunarke formiraju plod koji se naziva mahuna. Jedna od najvećih prednosti mahunarki je simbioza s bakterijama koje fiksiraju dušik iz atmosfere u tlo, što utječe na manju potrebu za prihranom mineralnim oblikom dušika, a samim time smanjuju se troškovi poljoprivredne proizvodnje. Mahunarke su odličan predusjev za strne žitarice jer ostavljaju puno dušika u tlu koje sljedeća kultura može iskoristiti. Najznačajniji predstavnici mahunarki su soja, grah, grašak i bob. Zbog svoje nutritivne vrijednosti, kemijskog sastava i velike količine bjelancevina zrno i plod mahunarki često se koriste u ljudskoj prehrani.

Soja *Glycine max* (L.) Merrill je leguminozna biljka porijeklom iz istočne Azije, gdje se uslijed izuzetne hranjive vrijednosti već stoljećima koristi kao hrana i lijek. Uzgaja se od 20° do 60° sjeverne širine. Soja je u Europu donesena početkom 18. stoljeća. Jedna od temeljnih karakteristika soje je sposobnost uzgoja u različitim agroekološkim uvjetima što omogućava njezinu sjetvu u velikom broju zemalja. Agrotehnički značaj soje je u njenom simbioznom odnosu s nitrogenim kvržičnim bakterijama *Bradyrhizobium japonicum* koje kroz prirodni proces fiksiraju anorganski dušik (N_2) iz zraka i pretvaraju ga u amonijačni oblik (NH_4^+) pristupačan biljkama u zamjenu za ugljikohidrate (Sudarić, 2007.). Na taj način se smanjuju potrebe usjeva za mineralnom ishranom dušikom i obogaćuje se tlo za idući usjev u plodoredu, što zajedno značajno smanjuje troškove proizvodnje, a samim time i povećava profit. S obzirom da se biološki vezani dušik ne ispire iz tla, nema ni ispiranja nitrata u podzemne vode i eutrofikacije (Vratarić i Sudarić, 2000.).

Površine zasijane pod sojom na svjetskoj razini svakodnevno se povećavaju iz razloga jer su sve zemlje svijeta uspjele uvjete za proizvodnju prilagoditi soji. Ona predstavlja važnu ekonomsku i političku kulturu svijeta. Glavni proizvođač soje u svijetu u zadnjih pedesetak godina je SAD-e te ju slijede Brazil, Argentina, Kina i Indija. Prosječna svjetska proizvodnja soje u SAD-u iznosila je 29 milijuna hektara, dok je u Europi za sada najveći proizvođač Ruska Federacija sa preko 300 000 hektara. Drugi najveći proizvođač soje u Europi je Ukrajina sa preko 200 000 hektara. Prosječni prinos soje na svjetskoj razini iznosi 2 t/ha (Pospišil, 2010.).

Soja se u Hrvatskoj pojavljuje prvi puta 1876. godine na području oko Dubrovnika i na sjeveru zemlje, a donio ju je austrijski biokemičar Friedrich Haberlant (Vratarić i Sudarić, 2008.). Do 1981. godine proizvodnja soje bila je na razini cijele Hrvatske svega 3714 ha što je značajno ovisilo o godini i cijeni na svjetskom tržištu. Početnom godinom stabilnije proizvodnje soje u zemlji može se smatrati 1987. godina. U razdoblju do 1997. došlo je do stabiliziranja površina pod sojom na oko 20000 ha, a najveće površine pod sojom u Hrvatskoj su u Slavoniji i Baranji. Prinosi su se iz godine u godinu povećavali tako od 2000. godine bilježimo porast prinosa do 3,1 t/ha u odnosu na sam period do 2000. godine kada su se prinosi kretali do 1,4 t/ha. Najveća zasijana površina pod sojom od 2000. godine zabilježena je 2015. godine kada je zasijano 88 867 hektara površine pod sojom. Najveći prinos zabilježen je u 2016. godini kada je iznosi 3,1 t/ha. Najmanje površine pod sojom zasijano je 2008. godine tek nešto više od 35 700 hektara, a najmanji prinos u vremenu od 2000. do 2017. godine zabilježen je 2003. godine kada je iznosio sitnih 1,7 t/ha (DZS, 2020.).



Grafikon 1. Površine (ha) i prinos soje ($t\ ha^{-1}$) u Republici Hrvatskoj
(Izvor: Državni zavod za statistiku, 2020.)

Ona je vodeća uljna i bjelančevinasta kultura današnjeg svijeta. Zrno soje sadrži 35-50 % bjelančevina, 18-24 % ulja, 34 % ugljikohidrata te 5 % pepela, nekoliko minerala te vitamine A, D, E, K, i B-kompleksa. Bjelančevine soje imaju visoku biološku vrijednost jer sadrže sve esencijalne aminokiseline, pa se izjednačuju s bjelančevinama životinjskog podrijetla (Gagro, 1997.). Soja je u Europi postala poznata u 18. stoljeću kao egzotična hrana i najprije se uzgajala u botaničkim vrtovima. To je biljka koja se većinom koristi za ishranu ljudi i stoke. Ishrana ljudi obavlja se preko sojinog sjemena priređenog na razne načine. Od sojinog brašna mogu se napraviti kruh, kolači, biskvit i druge slastice pogodne za ljude koji boluju od dijabetesa. Hranidba stoke vrši se preradom sojinog sjemena da se dobije proizvod sačma s bogatim udjelom bjelančevina u iznosu od 38 – 95 %. Sojina sačma spada u najkvalitetnija bjelančevinasta krmiva. Također se može koristiti kao zelena masa, sijeno ili silaža. Sojino sijeno sadrži 17-19 % bjelančevina te je vrijednije od sijena lucerne. U prehrani ljudi soja je veoma važna za proizvodnju ulja. Sojino ulje je bogato omega-3 i omega-6 masnim kiselinama i služi kao sirovina za veliki broj različitih industrijskih proizvoda. Ulje soje koristimo pri proizvodnji boja, lakova i lijekova u farmaceutskoj industriji. U industrijskoj proizvodnji soju koristimo za proizvodnju gume, vodootpornog ljepila, šperploča, eksploziva, furnira i mnoštva drugih proizvoda (Pospišil, 2010.).

1.1. Cilj istraživanja

Cilj istraživanja bio je opisati značaj bakterizacije sjemena soje i upotrebe pripravaka mikoriznih gljiva u postrnoj sjetvi soje na OPG-u „Alduk“ u 2020. godini. Postrna sjetva soje obaviti će se s dvije vrlo rane sorte (00 grupe dozrijevanja): Korana (Poljoprivredni Institut Osijek) i Merkur (NS seme, Srbija). Prije sjetve provedena je bakterizacija sjemena (Nitrobakterin^S) ili dodatak pripravaka vezikularno-arbuskularne mikoriznih gljiva (VAM) uz dodatak bakterije *Azotobacter chroococcum*, te će se utvrditi utjecaj pripravaka na prinos i komponente prinosa soje u 2020. godini.

2. PREGLED LITERATURE

2.1. Morfologija soje

Soja ima vretenast i dobro razgranat korijen. Prodire u dubinu od 2 m, dok mu se glavna masa nalazi u oraničnom sloju do 30 cm. Korijenski sustav soje sastoji se od jakog glavnog vretenastog korijena i velikog broja sekundarnog korijenja na kojemu su pričvršćene kvržice u kojima žive kvržične bakterije iz roda *Bradyrhizobium japonicum* (Pospíšil, 2010.).

Uspravna stabljika kod današnjih sorti soje većinom se kreće od 80 – 120 cm (Slika 1.). Člankovite je građe, a broj članaka iznosi od 10 – 18. Soja ima sposobnost grananja koje ovisi o sorti i uvjetima uzgoja pa tako pri gušćim sklopovima grana manje, a pri rjeđim grana više. Kada cvatnja počne biljka završava s rastom. U zriobi stabljika odrveni (Vratarić i Sudarić, 2008.).



Slika 1. Stabljika soje u žetvi (Alduk, H., 2020.)

Površina lisne plojke soje može biti ravna ili malo naborana. Lisne plojke mogu biti okruglog, rombičnog i izduženog oblika. Površina lista prekrivena je dlačicama. Po završetku razvoja listovi otpadaju te stabljika ostaje gola (Vratarić i Sudarić, 2008.).

Svi cvjetovi su sakupljeni u cvat kojega čini 3-5 cvjetova koji se nalaze u pazušcu lista veličine 3 do 8 milimetara. Cvijet se sastoji od čaške, vjenčića, tučka i 10 prašnika. Soja spada u samooplodne biljne vrste sa izuzetno malim postotkom stranooplodnje. Period cvjetanja je različit i traje od 15-40 dana za rane sorte, srednje 40-60 dana te 60-80 dana za kasne sorte (Erić i sur., 2007.).

Plod kod soje je mahuna obrasla dlačicama (Slika 2.), tvrda i gruba duljine od 4 do 7 cm dok joj širina iznosi 0,5 do 1,5 cm. Mahuna sadrži najčešće 2 do 3 sjemenke. Prve mahune mogu se formirati nisko na stabljici 3-4 cm, a vrlo često i na nodijima di su se nalazili kotiledoni (Vratarić i Sudarić, 2008.).



Slika 2. Mahune soje u žetvi (Alduk, H., 2020.)

Sjeme soje je okruglog, spljoštenog ili ovalnog oblika. Masa 1000 sjemenki najčešće varira od 100-200 grama, ali može biti od 45 do 450 grama. Jedini problem kod sjemena soje očituje se u hranidbi životinja gdje je predhodno prije bilo kakve ishrane potrebno termički

obraditi sjeme minimalno 15 min pri temperaturi 130 °C zbog tripsin inhibitora koji uzrokuju probavne smetnje i zastoje u rastu (Pospišil, 2010.).

2.2. Agroekološki uvjeti uzgoja soje

Soja tijekom faze rasta i razvoja ima određene zahtjeve za toplinom. Minimalna temperatura za klijanje iznosi 5 °C – 10 °C. Pri nižim temperaturama klijanje traje dugo, a pri višim kraće. Cvjetovi se smrzavaju na temperaturi do -1 °C. Temperature imaju važan utjecaj i na rast korjenovog sustava i apsorpciju pojedinih hraniva, te na razvoj lisne mase. Najbrže klijanje odvija se na temperaturama od 33 °C. U fazi klijanja soja može izdržati temperaturu do -5 °C što više ili manje ovisi o karakteristikama sorte. Razvoj listova najveći je kada su temperature u rasponu od 18°C – 30°C. Tijekom intenzivnog razvoja soja zahtjeva temperature od 15 °C – 25 °C. Najveće potrebe prema toplini soja ima u fazi formiranja cvjetova i u cvatnji. Najoptimalnije temperature za formiranje generativnih organa je 21 °C – 23 °C, za cvatnju 20 °C – 25 °C, a formiranje mahuna 21 °C – 23 °C. Sume srednjih dnevnih temperatura za vrlo rane sorte su od 1700 °C do 1900 °C, za srednje rane 2600 °C - 2750 °C, a za kasne sorte 3000 °C – 3200 °C (Vratarić i Sudarić, 2008.).

Voda je sastavni dio biljke i medij u kojem se odvijaju mnogobrojni fiziološki procesi. Preko nje se usvajaju hranjive tvari iz tla i prenose u biljku. Ona je osnovni činitelj rasta i razvoja biljke. Za normalan rast i razvoj soja traži područja s minimalnim godišnjim oborinama između 600 i 700 mm. Da bi sjeme proklijalo treba upiti više od 50 % svoje mase. Manjak i višak vode negativno djeluju na klijanje i nicanje. Manjak se negativno odražava na simbioznu fiksaciju te biljke ostaju male, dok višak smanjuje količinu pristupačnog dušika u tlu. U periodu od nicanja do cvatnje može izdržati kratkotrajnu sušu, ali uz to da biljke ostanu niske rastom (Pospišil, 2010.). Suša u razdoblju nalijevanja zrna uzrokuje maksimalno sniženje uroda. Za soju je najbitnija dovoljna količina vode u fazi formiranja mahuna, tada je neophodno da padne minimalno 50 mm kiše u tom periodu. Visina biljke, promjer stabljike, broj cvjetova, postotak oplodnje, broj zrna u mahuni i masa sjemena su u pozitivnoj korelaciji sa vlagom (Erić i sur. 2007.).

Soja je biljka kratkoga dana. Pravilan sklop i dobar raspored biljaka osigurava dobro korištenje svjetlosti. Većina sorti soje zahtjeva 10 i više sati mraka dnevno. Međutim važnost svjetla kao faktora je velika jer je važan izvor energetske energije u procesima fotosinteze. Duljina dnevnog osvjetljenja i spektralni sastav svjetlosti značajno utječu na rast

i razvoj biljke soje. Za fotosintezu najpovoljnije su plavo-ljubičaste zrake valne duljine 400-500 nm čija je apsorpcija u listovima 95 %, zatim slijede crveno-narančaste zrake 600-700 nm sa apsorpcijom u listovima 90 %. Cvjetanje počinje 30 dana nakon nicanja, ako je dužina dana kratka. Svjetlo ima utjecaj na morfološke osobine soje tako što uzrokuje promjene u vremenu cvjetanja i zriobe, a to uzrokuje razlike u visini biljaka, visini do prve mahune, površini lista, polijeganju i drugim osobinama. Svjetlo ima i veliki utjecaj na fotosintetički mehanizam, a preko njega ima utjecaj na fiksaciju dušika, ukupnu proizvodnju suhe tvari i urod zrna. Još jedno važno svojstvo vezano za intenzitet svjetlosti je veličina i masa kvržica. Ako ima dovoljno svjetla kvržice su krupnije i imaju veću masu, a povećava se i moć fiksacije kvržičnih bakterija (Vratarić i Sudarić, 2008.).

Soju je najbolje sijati na srednje teškim, plodnim, strukturnim i dubokim tlima slabo kisele do neutralne reakcije. Na teškim, zbijenim, vlažnim i hladnim tlima kao i na lakim pjeskovitim i suhim tlima jako loše uspijeva. Na lošim tlima nema uspostavljenog simbiotskog odnosa kvržičnih bakterija sa korijenom te nema mogućnosti fiksacije dušika iz zraka (Gagro, 1997.). Tla pH reakcije manje od 5 nisu povoljna za uzgoj soje jer koče rad bakterija na korijenu. Na takvim tlima je potrebno provesti kalcizaciju. Ukoliko je došlo do opadanja plodnosti tla tada moramo više pažnje posvetiti gnojidbi kako bi smo dobili zadovoljavajuće urode. Na tlima na kojima uzgajamo soju nije važna samo plodnost, nego i uređenost tla, jer na uređenim tlima osiguravamo stabilne i sigurne urode (Vratarić i Sudarić, 2000.). Poželjno da tla imaju dobre vodozračne odnose i hranjiva u pristupačnom obliku. Kada su svi uvjeti zadovoljeni uz pravilnu agrotehniku moguće je ostvariti zadovoljavajući urod (Jevtić i sur., 1986.).

2.3. Agrotehnika soje

Za postizanje visokih uroda soje potrebno je omogućiti povoljne uvjete za rast i razvoj. Mjere koje to omogućuju nazivaju se agrotehničkim mjerama. Zadaća tih mjera je omogućiti neometani rast i razvoj biljaka, uz postizanje maksimalnog uroda u količini i kakvoći uloženog rada i sredstava (Molnar, 1999.).

Soja je biljna vrsta koja može podnijeti uzgoj u monokulturi, ali nije dobar jer se nakupljaju mnoge bolesti i štetnici. Najbolje ju je uzgajati u plodoredu od 3 do 4 godine. Najbolji predusjevi za soju su strna žita, šećerna repa i kukuruz koji nije tretiran. Soja je jedan od najboljih predusjeva za mnoge ratarske kulture. Ona putem kvržičnih bakterija fiksira dušik

iz zraka i obogaćuje tlo organskom tvari, a poboljšava i fizikalna svojstva tla jer prodire duboko u tlo (Vratarić i Sudarić, 2008.).

Vrijeme obrade tla, način i dubina obrade, broj operacija ovisit će o pred kulturi i stanju tla. Osnovna obrada obavlja se u jesen, duboko zimsko oranje na 25 - 35 cm da se pospješi pokretanje važnih bioloških procesa i aktivacija hranjiva u tlu. Najčešće primjenjivani oblik osnovne obrade tla je oranje plugom, pri kojem se odsijeca dio cjeline u okomitoj i vodoravnoj ravnini. Odsječeni dio tla – brazda se lomi, mrvlji, premješta i miješa, te preokreće i odlaže na prethodnu brazdu. U osnovnoj obradi tla dodaje se dvije trećine fosfornih i kalijevih gnojiva i dio dušičnih gnojiva radi poboljšanja mineralizacije. Dopunska obrada obavlja se u proljeće i cilj joj je stvoriti rahli sloj tla dubine 7 – 10 cm na koji dolazi sjeme i meki pokrivač kojim se prekriva sjeme. Sjeme soje traži tvrdu posteljicu koja osigurava kontakt s vlagom i rastresiti sloj tla iznad kojega se sprečava gubitak vode iz tla. Istovremeno s predsjetvenom pripremom tla unose se dušična, kalijeva i fosforna gnojiva. Dopunska obrada obavlja se tanjuračama i sjetvospremačima. Preporučava se koristiti sjetvospremač jer se tim strojem manje gubi vlage nego nakon prolaska tanjuračem (Vratarić i Sudarić, 2008.).

Tijekom vegetacije soja neravnomjerno usvaja hranjiva pa tako polovicu od ukupne suhe tvari akumulira 90 dana poslije sjetve. Potrebe za hranjivima kod soje povećavaju se od početka cvatnje do formiranja mahuna i nalijevanja zrna. Dušik i kalij su elementi koje soja najviše treba u fazi cvatnje i formiranja mahuna, dok fosfor i sumpor zahtijeva u vrijeme formiranja i nalijevanja zrna (Pospišil, 2010.). Najtočniji način za određivanje potrebnih hranjiva obavlja se na osnovi analize tla ili biljnog materijala te poznavanja potreba biljke za hranjivima i akumulaciju hranjiva i suhe tvari. Stajski gnoj povoljno utječe na fizikalna, kemijska i biološka svojstva tla, a pored toga predstavlja izvor biljnih hranjiva. Posebno je poznato njegovo pozitivno djelovanje na razvoj i rad kvržičnih bakterija (*Bradyrhizobium japonicum*).

Za postizanje visokih prinosa soje potrebno je izabrati kvalitetno sjeme sorte koja priznata i adaptirana na tome području. Sjeme treba biti kontrolirane proizvodnje praćeno certifikatom o kvaliteti. Deklaracija jamči sortu i kategoriju, zdravstveno stanje, čistoću, klijavost, uporabnu vrijednost te da u sjemenu nema karantenskog korova. Početak sjetve soje treba vezati uz temperaturu površinskog sloja na 8 cm dubine da bude 8 – 10 °C. Prema dugogodišnjem praćenju proizvodnje optimalni rokovi u našim područjima uzgoja su od 20.

travnja do 10. svibnja (Vratarić i Sudarić, 2008.). Sjetva se odvija prema tome koje je sorta grupe zriobe. Prvo se siju kasne sorte (II. i I. grupe zriobe) zatim srednje rane (0 – I. grupe zriobe) i iza njih rane (0 grupe zriobe). Najvažniji faktor je da se sjetva obavi u što kraćem mogućem roku na što bolje pripremljenom tlu. Ranijom sjetvom od optimalnog roka može doći do toga da biljka uslijed nižih temperatura niče sporije i neujednačeno te postoji veća opasnost od raznih napada štetnika i bolesti. U slučaju da se sjetva obavlja iza optimalnog roka smanjuje se urod zrna, kvaliteta, visina bilje i dužina vegetacije. Prije sjetve treba obaviti biološko tretiranje sjemena tj. treba obaviti bakterizaciju sjemena bakterijama simbiotskih fiksatora dušika (*Bradyrhizobium japonicum*). Obavlja se tako da se na sjeme nanese tanki sloj cjepiva mokrim postupkom u hladu da se ne izlažu bakterije direktnoj sunčevoj svjetlosti (Mihalić, 1985.). Dubina sjetve soje je od 4 – 6 cm što ovisi o kvaliteti sjemena.



Slika 3. Sjetva postrne soje (Alduk, H., 2020.)

Njega soje se sastoji u suzbijanju korova, štetnika, bolesti, valjanju i međurednoj kultivaciji. Za suzbijanje štetnika i korova mogu se koristiti razni insekticidi, odnosno herbicidi. Kod

soje osobitu pažnju treba posvetiti borbi protiv korova s kojima u današnje vrijeme ima najviše problema. Valjanje je mjera njege ako se sjetva obavlja u suho da bi se pospješio kapilarni uspon vode do sjemena i ostvario bolji kontakt sjemena s tlom te osiguralo bolje vlaženje sjemena čime se postiže brže i kvalitetnije klijanje i nicanje. Međuredna kultivacija provodi se kako bi se mehanički uništili korovi, unijela gnojiva ako se unose te prozračilo tlo i omogućila izmjena plinova u tlu (Gagro, 1997.).

Vrijeme žetve ovisi o duljini vegetacije soje, a kao najčešći period obavljanja žetve predviđena je druga polovica rujna. Žetva se vrši žitnim kombajnima u vrijeme kada je soja bez listova, a stabljika odrvenjele građe. Žetva kombajnom se obavlja uz sva potrebna podešavanja kako bi se gubici prilikom kombajniranja sveli na minimum. Tako prilikom žetve soje treba podesiti motovilo na hederu kombajna, treba podesiti pravilno ulaz i izlaz na vršalici kombajna, te otvore na gornjem i donjem rešetku kao i vjetar kako bi nepotrebne mahune otpuhali van iz 20 kombajna prilikom košnje. Važan segment za žetvu soje je visina donje mahune gdje je poželjno da visina prve mahune bude što više iznad površine tla radi lakše žetve. Žetvu treba obaviti što brže (Slika 4.) da se izbjegne pucanje mahuna te osipanje zrna. Vлага zrna u žetvi trebala bi biti ispod 13 %. Prinosi se kreću od 2 – 4 t/ha (Gagro, 1997.).



Slika 4. Žetva soje (Alduk, H., 2020).

2.4. Značaj bakterizacije sjemena

Prema Mađar i sur. (1984.) soja kao postrni usjev može proizvoditi za zrno, silažu, a u nekim uvjetima i za zelenu gnojdbu. Za zrno u postrnoj sjetvi koriste se sorte kraće vegetacije 000, 00, i 0 zriobe na razne međuredne razmake sjetve ovisno o klimatskim uvjetima .

Wang i sur. (2011.) navode da je porast soje bio pod značajnim utjecajem azotobakterija (*Glomus mosseae*) i rizobium inokulacijom (*Bradyrhizobium* sp.), pri čemu je veća masa suhe tvari i odnos korijena i stabljike bio veći.

Milić i sur. (2004.) navode kako je godišnji udio fiksiranog dušika u prinosu velik, što opravdava primjenu visokoučinkovitih sojeva u mikrobiološkim preparatima za inokulaciju sjemena leguminoza, omogućava zamjenu dušika iz mineralnih gnojiva sa biološkim dušikom, a ima i ekonomsku te ekološku opravdanost. Mikrobiološki preparati za inokulaciju ne zagađuju tlo, smanjuje se upotreba mineralnih dušičnih gnojiva, doprinosi se proizvodnji ekološki zdrave hrane, poboljšava se struktura zemljišta, povećava sadržaj organske tvari i pozitivno utječe na fizičke osobine tla.

Olsen (1982.) prepoznaje poboljšavanje simbiozne nitrofikacije kod soje kao dio cjelokupne strategije za povećavanje produktivnosti i smatra da je neophodno tome posvetiti pažnju u istraživačkom radu.

U proizvodnji na polju korovi predstavljaju veliki problem, a ovisno o vrstama i stanja zakorovljenosti usjeva, u određenom trenutku, dolazi do natjecanja za svjetlost, vodu i hranjive tvari. U uvjetima u kojima se kulturna biljka i korov natječu za hraniva, ključno potaknuti kolonizaciju i sporaciju mikoriznih gljivica. U slučaju soje i ostalih mahunarki koje imaju kratke ili oskudne korijenove dlačice, povezanost s mikoriznim gljivicama je od iznimne važnosti, što rezultira boljom ishranom biljaka, kao što je, na primjer, opskrba fosforom u korijenu (Fialho i sur., 2016.).

Siddiqui i Pichtel (2008.) ističu kako mikorize, koje su su autohtoni organizmi u rizosferi tla, imaju veliki potencijal u organskoj poljoprivrednoj proizvodnji. Pozitivno djeluju na rast korijenovog sustava, a često mogu i kontrolirati neke biljne patogene. Hife gljiva protežu se u tlu te uzlučuju izvanstanične enzime koji učinkovito apsorbiraju maksimalnu količinu dostupnih hraniva unutar stanica korijena.

Milić i sur. (2002.) su ispitivali potencijal za biološku nitrofikaciju kod osam različitih genotipova soje sa ciljem utvrđivanja korelacije između pokazatelja učinkovitosti simbiozne zajednice i prinosa zrna soje. Rezultati su pokazali pozitivnu korelaciju između prinosa zrna, mase suhe tvari biljke, sadržaja dušika u nadzemnom dijelu biljke i u kvržicama, te mase suhe tvari kvržica iz čega su zaključili da prinos zrna soje ovisi ne samo o učinkovitosti mikro simbionta, već i o genetskom potencijalu biljke domaćina.

Grederi i sur. (1986.) utvrdili su pozitivan odnos mase kvržica i uroda zrna, što omogućava napredak u povećanju uroda uz pomoć selekcije na masu kvržica.

Razlike između genotipova soje u potencijalu nitrofikacije potvrdili su i Sudarić i sur. (2008.) koji u svom istraživanju ukazuju i visoko značajno pozitivan učinak bakterizacije na urod zrna i na kakvoću zrna soje.

Brevedan i sur. (1978.) su utvrdili da se kod soje, sa povećavanjem količine biljci raspoloživog dušika u periodu od početka do kraja cvatnje povećao i urod zrna (u pokusima u plasteniku za 33%, a u poljskim pokusima za 28-32%).

Keyser i Li (1992.) u svom radu pišu da potpuno kompatibilna simbioza leguminoza i kvržičnih bakterija proizlazi iz prepoznavanja, penetracije, stimulacije stanica biljke domaćina, diferencijacije kvržičnih bakterija u bakterioide, sinteze leghemoglobina i nitrogenaze te aktivnosti nitrogenaze. Količina dušika vezana simbioznom nitrofikacijom znatno varira i može biti od 0% pa čak do 97% od ukupnog dušika u biljci, ali većina procjena kreće se u rasponu od 25 do 75%. Biološka fiksacija dušika se poboljšava samom selekcijom na poboljšanje simbiozne nitrofikacije, selekcijom na sposobnost nodulacije i fiksacije dušika u tlima sa visokim udjelom dušika, razvojem genotipova soje koji imaju sposobnost ograničavanja nodulacije od strane autohtonih sojeva *B. japonicum*, ali koji omogućavaju nodulaciju od strane efektivnih sojeva unesenih inokulacijom, te razvojem genotipova soje koji stvaraju simbioznu zajednicu sa autohtonim sojevima *B. japonicum*.

Danso i sur. (1987.) su u svom radu utvrdili značajnu varijaciju udjela simbiozno vezanog dušika u ukupnoj količini dušika kod različitih genotipova soje, te pozitivnu korelaciju između mase suhe tvari biljke i učinkovitosti simbiozne nitrofikacije, ali ukazuju na neophodan oprez pri korištenju parametara nitrofikacije kao kriterija u selekciji soje.

Prvi inokulant za bakterizaciju sjemena soje proizveden je u Njemačkoj 1897. godine. U Australiji su sa komercijalnom proizvodnjom inokulanata krenuli 1953. pri čemu je treset služio kao nosač bakterija, a od tada pa do danas došlo je do poboljšanja kvalitete inokulanata praćenjem čimbenika koji utječu na preživljavanje kvržičnih bakterija unutar treseta. Osamdesetih godina prošlog stoljeća težilo se potpunoj zamjeni mineralnog dušika biološkim dušikom u uzgoju leguminoza. Najveći proizvođač inokulanata danas u svijetu jest SAD. U pojedinim zemljama kao što su Kanada i Francuska kontrola kvalitete inokulanata je obavezna i regulirana je zakonom, dok se njena provedba preporučuje u Australiji, Novom Zelandu i Južnoj Africi. Na taj se način nastoje zaštititi poljoprivrednici, ali i sami proizvođači. U Australiji je osnovan Australian Inoculants Research and Control Service (AIRCS) koji se bavi istraživanjem i kontrolom inokulanata. Prilikom kontrole kvalitete proizvod mora sadržavati dovoljan broj bakterija koji je naveo proizvođač, a koje su sposobne izvršiti infekciju sjemena. U zemljama koje su zakonski regulirale kontrolu kvalitete došlo je do značajnog poboljšanja kvalitete (Lupwayi i sur., 2000.).

Dušik je jedan od najvažnijih elemenata u ishrani biljaka u poljoprivrednoj proizvodnji. Fiksacija dušika je jedna od pet, te ujedno i posljednja faza kruženja dušika u prirodi. Prethode joj asimilacija dušika, amonifikacija, nitrifikacija te denitrifikacija. Poznajemo dvije vrste fiksacije dušika, a to su abiotska i biotska fiksacija. Biotsku fiksaciju još djelimo na nesimbioznu i simbioznu. Biljke ga mogu usvojiti samo u nitratnom i amonijskom obliku. Fiksacijom dušika se veže atmosferski dušik uz pomoć bakterija fiksatora dušika koje potom koriste biljke leguminoze. Kvržične bakterije nisu jedini fiksatori dušika. Gljive *Mycorrhizae* također mogu fiksirati dušik. Predsjetvena bakterizacija sjemena preporučena je mjera pri uzgoju svih leguminoza. Posebno je važna za tla gdje soja nije nikad uzgajana ili gdje soja nije uzgajana duže vrijeme. Unošenjem bakterija fiksatora dušika u tlo popravlja mu se struktura, povećava se sadržaj bjelancevina u zrnu soje, štede se dušična gnojiva za sljedeću kulturu. Predsjetvena bakterizacija je standardna praksa pri proizvodnji leguminoza jer se na taj način osiguravaju optimalni uvjeti za stvaranje simbiotskog odnosa između kvržičnih bakterija i leguminoza što u konačnici vodi do usvajanja značajne količine atmosferskog dušika po hektaru godišnje.

Postoji više vrsta i načina inokulacije leguminoza. Najčešće komercijalno dostupni tipovi inokulanata su kruti, tekući i inkapsulirani. Inokulant mogu nanositi na sjeme sami proizvođači ili se može kupiti već inokulirano sjeme, iako su istraživanja pokazala kako je preživljavanje bakterija na preinokuliranom sjemenu vrlo slabo. Kruti inokulanti kao nosač

bakterijskih stanica koriste različite prikladne materijale, a najčešći i najkvalitetniji su tresetni inokulanti. Tresetni inokulanti se u praksi miješaju s vodom, također poželjno je da sadržavaju različite adhezivne tvari koje omogućavaju bolje prijanjanje inokulanata na sjeme. Tekući inokulanti su jednostavni za primjenu, a mogu se nanositi na sjeme, u tlo ili se mogu primijeniti folijarno. Inkapsulirani inokulanti sadržavaju žive stanice kvržičnih bakterija u polimerima. Najčešći način je nanošenje tresetnog inokulanta pomiješano s vodom i adhezivima na sjeme (Deaker i sur., 2004.).

Bakterizacija sjemena obavlja se neposredno prije sjetve, isti dan jer veći dio bakterija ugiba u roku u 12 sati. Bakterizaciju sjemena nužno je obavljati u hladu i ne bi smjela biti izložena sunčevim zrakama. Kod priprava nužno je paziti na količinu vode jer ako se prekorači doza vode može doći do bubrenja i oštećenja sjemena, no i ako se stavi premalo vode onda neće biti uspješan postupak bakterizacije. Učinkovitost predsjetvene bakterizacije sjemena soje može se poboljšati primjenom tvari koje povećavaju adheziju preparata na sjeme. Na taj se način osigurava veći inicijalni inokulum u tlu, što utječe na stvaranje većeg broja i mase kvržica, što u konačnici rezultira i većim ostvarenim prinosom. Uspjehu bakterizacije, kako rastu tako i aktivnosti kvržica, značajno doprinose optimalne temperature i vlažnost tla. Temperature koje pogoduju nodulaciji u rasponu 7 °C – 36 °C, a optimalne 20 °C – 30 °C. Što se tiče vlažnosti tla, ona je optimalna za formiranje kvržica 60-70 % maksimalnog vodnog kapaciteta tla. Na uspješnost bakterizacije utjecaj imaju i sam postupak izvođenja bakterizacije i sjetve, tip tla, pH tla, opskrba tla hranivima, agrotehnika, biološka svojstva sorte, primjena pesticida, gnojidba makro i mikroelementima, divlji sojevi u tlu i drugo. Soju ne bi trebali sijati na kiselim tlama jer bakterije nemaju uvjete za razvoj na tlama u kojima je pH niži od 5,5. Smatra se da je bakterizacija uspjela ako na svakoj sojinoj biljci ima dobro razvijenih 15-30 kvržica (Milaković i sur., 2012.).

2.4.1. Nitrobakterin^S

Nakon dugogodišnjih laboratorijskih i poljskih istraživanja proizveden je novi i vrlo efikasan inokulant za predsjetvenu bakterizaciju sjemena soje pod trgovačkim nazivom Nitrobakterin^S. To je ekološki proizvod koji sadrži 3-5 milijardi više visokoučinkovitih i brižljivo odabranih sojeva živih kvržičnih bakterija po gramu sterilnog treseta.

Primjenom Nitrobakterina^S utječemo na bolju nodulaciju korijena soje, dolazi do stvaranja krupnijih kvržica na primarnom i gornjem lateralnom korijenju, koje su u presjeku ružičaste ili crvene boje i u prosjeku fiksiraju 120 kg/ha dušika. Formiranje kvržica i fiksacija dušika počinje već 2-3 tjedna od sjetve, produžuje se često do zriobe, a fiksacija dušika doseže maksimum na koncu cvatnje i s početkom formiranja mahuna. Također njegovom primjenom povećavamo rast i prinos soje, kvalitetu zrna, te biološku aktivnost tla.

Upotreba Nitrobakterina^S je ekonomski isplativa jer se smanjuje potreba usjeva za mineralnom ishranom dušika jer usjev soje može zadovoljiti u prosjeku 40-60 % svojih potreba za dušikom besplatno iz zraka ako su na korijenu soje prisutne aktivne kvržice gdje se proces fiksacije atmosferskog dušika i događa. Osim toga je i ekološki prihvatljiva jer nema ispiranja dušika u podzemne vode, izostaje i proces do gubitka dušika iz tla uslijed njegove volatilacije u atmosferu.

Nitrobakterin^S se priprema i proizvodi svake vegetacijske sezone. Bakterije su živi organizmi, a njihov broj se smanjuje dugotrajnim skladištenjem te se na ovaj način osigurava optimalan broj bakterijske populacije s ciljem osiguranja maksimalne fiksacije dušika. Jedno pakiranje Nitrobakterina^S (300 g) je dostatno za bakterizaciju 100 kg sjemena soje.

Dobro bakterizirana soja ostavlja tlo bogato dušikom i organskom masom za sljedeće usjeve. Mineralni dušik u bakteriziranoj soji je potrebno primijeniti samo u količini koja je potrebna za početni period vegetacije, a poslije biljke prelaze na simbioznu dušičnu ishranu (Vukadinović i Vukadinović, 2011.).

2.5. Značaj mikoriza

Riječ mikoriza dolazi od grčkih riječi *mykes* (gljiva) i *rhiza* (korijen). Mikoriza predstavlja simbiozu korijenja biljaka i micelja mikoriznih gljiva. Simbiozni odnos podrazumijeva zajednički suživot između dvaju različitih organizama u kojemu i jedan i drugi član ima korist. Termin „symbiotismus“ (simbioza) prvi je put upotrijebio Albert Bernhard Frank i opisao ju kao neutralni termin koji se razlikuje od parazitizma, odnosno odnosa u kojem jedan sudionik ima korist na štetu drugoga.

Mikorize su simbiozni odnosi u kojima gljive koloniziraju kortikalno tkivo korijena biljke domaćina tokom perioda aktivnog rasta biljke. Micelij je gljiva koja obavija kratko i debelo bočno korijenje biljaka, na ovaj način funkcionalno zamjenjuje korijenove dlačice. Uspješno prodire u tkivo korijenja, oko korijenja i rasprostire se kroz daleko veću površinu tla, nego što su u mogućnosti tako kratke i debele korijenske dlačice same biljke. Zahvaljujući tome, gljive imaju mogućnost hraniti se hranivima iz djelova tla i iz područja do kojih biljni korijen zbog svoje građe ne bi mogao doprijeti.

Hife koje su razgranate u tlu umnožavaju moć biljke da upija hraniva i brže napreduje u rastu. Zbog toga biljka preko gljive sposobna je da usvaja hraniva čak i na površinama gdje tlo nije toliko bogato vlagom ili hranljivim supstancama. Na taj način biljci omogućava rast i reprodukciju u uvjetima u kojima biljka to ne bi mogla samostalno ili ne bi mogla jednako učinkovito sama usvajati hraniva, što dalje vodi ka poboljšanom rastu i razvoju u nepovoljnim uvjetima za biljku. Iz toga je vidljivo da gljiva pozitivno utiče na rast biljke i čini je otpornijom na loše uticaje iz okoline, za razliku od onih koje nisu mikorizirane. Odnos simbioze podrazumijeva da oba učesnika imaju korist, zauzvrat određena biljka opskrbljuje gljivice fotosintetiziranom hranom uključujući i šećer.

Mikorizne gljive imaju vrlo važnu ulogu u kopnenim ekosustavima. Čuvaju povoljnu strukturu tla, kruženje tvari u prirodi, reguliraju cikluse ugljika i drugih elemenata. Smatra se da u prirodnim zajednicama mikorize osiguravaju do 80% dušika i fosfora biljkama te mnoge vrste biljaka ovise o ovoj asocijaciji (Radić, 2013.).

Provedena istraživanja rezultirala su dokazom da je mikoriza najbolja, najjeftinija i najučinkovitija metoda za dobivanje većih i zdravijih prinosa. Osim što omogućavaju kvalitetan i brz rast biljkama, mikorizne gljive su se efikasno pokazale i u zaštiti zdravlja

biljke, to jest u zaštiti od nepogodnih klimatskih uvjeta, od štetočina i od biljnih bolesti. Zbog svojih zdravih svojstava i mogućnosti, pokazale su se kao korisni bioindikatori zagađenosti teškim metalima, no osim kao bioindikatore, može ih se upotrijebiti i u filtraciji otpadnih voda. Tu se vidi njihova funkcija i u sferi ekoloških istraživanja. Mnoga istraživanja upućuju na to da su mikorizne asocijacije neizostavan korak u vraćanju prirodne ravnoteže na mjestima na kojima je ona narušena ljudskim djelovanjem ili prirodnim katastrofama, kao što su područja zahvaćena požarima, ili tla kakva nalazimo u okolini rudnika koja su nepovoljna za rast i razvoj drvenastih vrsta (Čolić, 2013.).

2.5.1. Vrste mikorize

Nekoliko je vrsta mikorize: endomikoriza, ektomikoriza, ektoendomikoriza, erikoidna i orhidejska mikoriza.

Dvije glavne kategorije:

1. Ektomikoriza - stvara mrežu hifa između korijenovih stanica i hife koje obavijaju korijenje te prodiru u okolno tlo.
2. Endomikoriza - gljiva se razvija unutar korijena više biljke i tvore mrežu finih hifa u tlu.

Endomikoriza je više zastupljena u prirodnim uvjetima, te je gotovo 95% biljnih vrsta kompatibilno sa endomikoriznim slojevima gljivica. Ektomikoriza je vrlo rijetka u prirodnim uvjetima (svega 5% biljnih vrsta je kompatibilno sa ektomikoriznim gljivicama). I u treću grupu biljnih vrsta pripadaju vrste koje se ne mogu tvoriti simbiozu sa niti jednom vrstom mikoriznih gljivica. Osnovna podjela mikoriza je na ektomikorize i endomikorize, zavisno od toga na koji način hife gljiva dolaze u kontakt sa korijenom biljke domaćina. Najjednostavnije rečeno ektomikorizne gljive ne prodiru u stanice korijena, dok endomikorizne gljive prodiru u samu stanicu. Također razlikujemo i ektoendomikorizu. Pod tim pojmom podrazumjevamo slučajeve kada hifa ektomikoriznih gljivica ponekad ipak uđe u biljnu stanicu (Bugarčić, 2015.).

1. Ektomikoriza

Ektomikorizu čine gljivice koje obavijaju korijen biljke domaćina. Ektomikorize su simbiozni odnosi u kojima hifa gljive dolazi u kontakt sa korijenom biljke međutim ne ulazi u njezin unutarstanični prostor. Struktura joj se sastoji od triju strukturalnih komponenti: vanjski omotač formiran oko korijena, labirinta hifa koje rastu prema epidermalnim i kortikalnim stanicama koje se zovu Hartigova mreža (Bugarčić, 2015.).

U svijetu je više od 5000 vrsta gljiva, koje mogu stvarati ektomikorizu, na oko 2000 vrsta drvenastih biljaka. Ustanovljena je kod 95% vrsta iz porodice *Pinaceae* (borovi), 94% vrsta iz porodice *Fagaceae* (bukve – kesten), 83% vrsta iz porodice *Salicaceae* (vrbe) te 70% vrsta iz porodice *Betulaceae* (breze).

Preko 5000 vrsta gljiva, koje čine ektomikorizu, a pripadaju razredima *Acomycetes*, *Zygomycetes* i *Basidiomycetes*. Vidljivo je iz broja vrsta da su ektomikorizne gljive više specifične u pogledu izbora domaćina od endomikoriznih. Stabljike na kojima je došlo do ektomikorize ima daleko efikasniju aktivnu površinu korijenja gljiva od drveća koja nisu mikorizirana. Ektomikorize ostaju aktivne od nekoliko mjeseci do 3 godine.

Ektomikoriza povećava toleranciju stabala na sušu, visoku temperaturu tla, toksine tla te ekstremnu kiselost tla, uzrokovanu visokim razinama sumpora ili aluminija. Od uzročnika korijena patogeni sprječavaju infekciju korijena (Bugarčić, 2015.).

2. Endomikoriza

Endomikorize čine simbiozu u kojoj hife prodiru i koloniziraju epidermalne i kortikalne stanice biljnog korijena. Kad se korijenje kolonizira pojedinačne hife se protežu od površine korijena prema okolnom tlu i prave veliku mrežu hifa kojima biljka pristupa hranivim supstancama. Većina biljaka koje nose sjeme, ukrasne biljke u staklenicima, većina poljoprivrednih kultura, kao i drveće kišnih područja grada stupaju u odnos endomikorize.

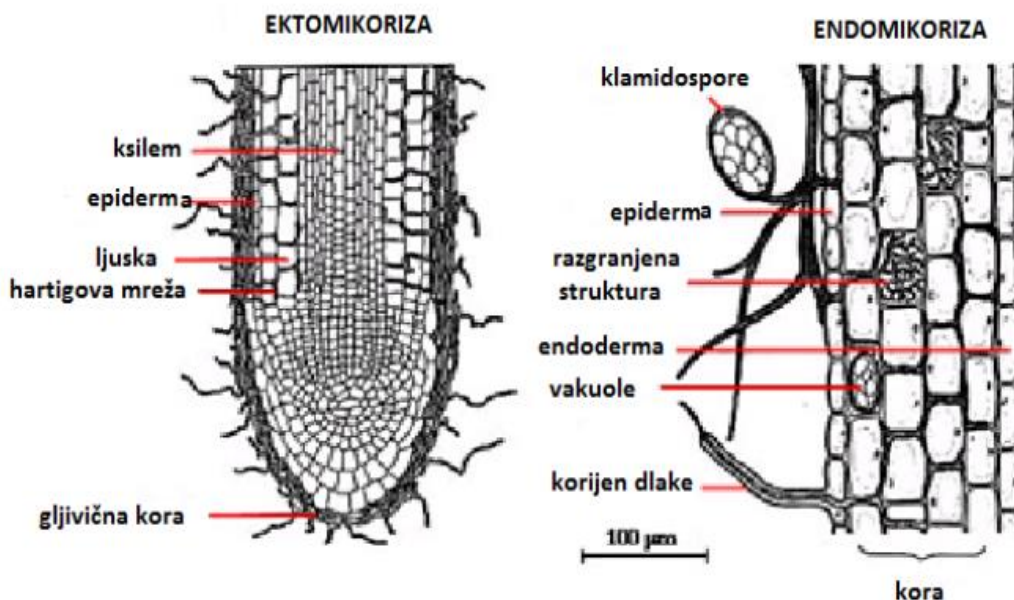
Širok raspon biljaka domaćina, koje su kolonizirane mikorizom, predstavljaju najveću primjenu i korist za hortikulturanu industriju. Za sada je poznato oko 250 vrsta gljiva koje čine endomikorizu. 95% biljnih vrsta uspostavlja simbiozu sa ovim tipom i zato ne čudi podatak da je endomikoriza najzastupljenija u uzgoju povrtnih kultura. Endomikoriza se klasificira u 5 glavnih grupa: arbuskularna, erikoidna, arbutoidna, monotropodina, te orhidejska mikoriza (Brundrett, 2008.).

Struktura endomikorize

Najčešći tip endomikorize je arbuskularna ili vezikularno arbuskularna (VAM) mikoriza. Naziv je dobila po strukturama koje tvori, a to su arbuskule i vezikule.

Arbuskularna mikoriza predstavlja kolonizaciju korijena koja započinje lučenjem enzima arbuskularnim endomikorizama, omogućujući hifama prodiranje u epidermalne i mesnate kortikalne stanice biljnih korijena. Nakon par dana od infekcije gljivom, hife tvore strukturu unutar biljnih stanica zvane arbuskule, koje liče na sićušna stabla i služe za olakšavanje prijenosa hranjivih supstanci unutar kortikalnih stanica (Slika 5.).

Vezikularna mikoriza je oblik između stanica formiraju se vrećaste strukture nazvane mjehurići koje se oblikuju na pola puta ili u krajnjem dijelu hifa. Vezikule sadrže lipide i osnovna funkcija im je da služe gljivama kao organi za skladištenje. Također mogu poslužiti i kao propagule, to jest organi za rasprostranjenje tako što će kolonizirati druge dijelove biljnog korijena (Slika 5.).



Slika 5. Razlika u građi između ektomikorize i endomikorize

(Izvor: Kristek, S., 2007.)

2.5.2. Prednosti mikorize

Pri mikorizi bolja ishranjenost (gljiva pospješuje usvajanje vode, ugljika i dušika). Nadalje, gljive luče enzime koji omogućuju bržu mineralizaciju organske materije tla te veću pristupačnost dušika. Uz to, gljive luče kiseline kojima otapaju i usvajaju teško topljive minerale te prenose s većih udaljenosti do biljke.

Sama biljka je otpornija i veće su mogućnosti da će biljka preživjeti u nepogodnim klimatskim uvjetima jer hife gljive djeluju kao određeni biorezervoar vode tijekom suše;

Mikoriza daje bolju prilagođenost na otežane uvjete u tlu jer gljiva uravnotežuje nepovoljan pH i zaslanjenost tla u neposrednoj blizini biljkinih korijenovih dlačica. Gljivice zapravo štite biljku od prevelike koncentracije teških metala u tlu jer ih nakuplja u svojim stanicama, a ne prosljeđuje biljci. Uslijed djeovanja gljiva povećava se otpornost biljaka na patogene u tlu jer gljive napadaju nematode, patogene gljive i bakterije te aktiviraju mehanizme zaštite i potiču jačanje imunološkog sustava biljke.

Hormoni i vitamini gljivice izlučuju stimuliraju rast biljaka, a mikorizne veze između biljaka i tla, putem koje se vrši promet vode i hranjivih tvari, naročito u boljem iskorištavanju fosfora i dušika iz tla.

Zanimljivo je istaknuti važnost mikorize u sušnim područjima jer se potrebe, odnosno potrošnja vode za rast i razvoj biljke može smanjiti do 40 %, potrošnju gnojiva i sredstava za zaštitu bilja smanjuje do 35%; i ubrzava rast biljke te za 25% povećava urod i kvalitetu plodova (Bugarčić, 2015.).

Prema Wani i sur. (2013.) bakterije roda *Azotobacteria* sintetiziraju auksine, citokinine i tvari slične giberelinskoj kiselini, što su primarne tvari koje kontroliraju rast biljaka. Te hormonalne tvari koje potječu iz rizosfere ili površine korijena utječu na rast usko povezanih viših biljaka. Kako bi se zajamčila visoka učinkovitost inokulanta i mikrobioloških gnojiva, potrebno je pronaći kompatibilne partnere, tj. određeni genotip biljke i određeni soj *Azotobacter* koji će činiti dobru asocijaciju.

3. MATERIJAL I METODE

3.1. Lokalitet pokusa

Pokus bakterizacije sjemena soje i upotrebe mikoriznih gljiva u postrnoj stjetvi soje napraviti je na OPG-u „Alduk“ koje se nalazi na području Vukovarsko – srijemske županije u mjestu Privlaka (općina Privlaka). OPG-om upravlja istoimeni vlasnik koji je od oca Borislava preuzeo OPG osnovan 2003. godine. Trenutno se obrađuje 80-ak parcela na površini od 210 ha, na kojima se pretežno sije soja, pšenica i kukuruz. Soja se sije dugi niz godina pa je tako postala neizbježna kultura na ovom obiteljskom gospodarstvu. Međutim ove 2020. godine po prvi puta sijana postrna soja (Slika 6.) i to na 12 ha površine, a na dijelu površine je provedeno ovo istraživanje (Slika 7.).



Slika 6. Postrna soja na OPG-u «Alduk» u 2020. godini (Alduk, H., 2020.)

Svi agrotehnički zahvati se obavljaju vlastitom mehanizacijom. Mehanizacija koja se koristi za obradu tla i transport su: John Deere 6110 R, John Deere 6330, John Deere 8130, John Deere 6820, Zetor 4321 super. U radnim aktivnostima OPG-a sudjeluje cijela obitelj. Širenje i povećanje bilo je svake godine postepeno. Danas imamo 4 objekta za skladištenje strojeva i 2 objekta za skladištenje žitarica i uljarica.



Slika 7. Obradive površine Opg-a "Alduk"
(Izvor: ARKOD, <http://preglednik.arkod.hr/ARKOD-Web/>)

3.2. Vremenske prilike

Prema podacima Državnog hidrometeorološkog zavoda (DHMZ, 2020.) višegodišnji prosjek temperatura (°C) po dekadama za postaju Gradište (1999. – 2018.) (Tablica 1.) razlikovao se od srednjih temperatura zraka (°C) u 2020. godini po dekadama za postaju Gradište u rasponu od -0,4 °C do 0,9 °C (Tablica 3.).

Najvišlja prosječna temperatura zraka (°C) u 2020. godini po dekadama za postaju Gradište bila je u mjesecu kolovozu i iznosila je 23,8°C, a najniža prosječna temperatura u siječnju 0,8 °C, dok je u višegodišnjem prosjeku temperatura (°C) po dekadama za postaju Gradište (1999. – 2018.) najvišlja prosječna temperatura bila u srpnju 22,9 °C, a najmanja također u siječnju 1,2 °C (Tablica 2.).

U vrijeme nicanja zrna soje 2020. godine prosječne temperature su bile za 0,3°C manje od višegodišnjeg prosjeka za postaju Gradište (1999.-2018.), a u vrijeme nalijevanja zrna temperature u 2020. godini bile su manje za 1,3 °C od višegodišnjeg prosjeka (Tablica 2.).

Tablica 1. Višegodišnji prosjek temperatura (°C) po dekadama za postaju Gradište (1999. – 2018.) (DHMZ, 2020.)

Temperatura zraka (°C) 1999. – 2018.												
Dek.	Sij.	Velj.	Ožu.	Tra.	Svi.	Lip.	Srp.	Kol.	Ruj.	List.	Stu.	Pro.
I.	1,1	2,5	5,7	11,5	16,8	19,9	22,9	23,5	18,8	14,3	9,3	3,9
II.	1,9	2,4	8,0	12,8	17,3	21,6	23,0	22,7	17,7	11,8	7,5	1,0
III.	0,4	4,5	9,9	15,5	19,0	21,8	22,8	21,4	15,2	10,9	5,1	1,8
Prosjek	1,2	3,1	7,9	13,2	17,7	21,1	22,9	22,5	17,3	12,3	7,3	2,2

Tablica 2. Višegodišnji prosjek ukupnih oborina (mm) po dekadama za postaju Gradište (1999. – 2018.) (DHMZ, 2020.)

Količina oborina (mm) 1999. -.2018.												
Dek.	Sij.	Velj.	Ožu.	Tra.	Svi.	Lip.	Srp.	Kol.	Ruj.	List.	Stu.	Pro.
I.	41	28,9	34,6	39,2	42,3	69,4	58,5	79,6	60,7	36	51,8	39,6
II.	29,3	29	31,8	49	45,9	78,3	71	37,4	54,4	58,8	49,9	34,7
III.	31,4	29,5	41,1	31,4	64,1	65,1	49,6	58	57,1	50	41,7	24,4
Uk.	101,7	87,4	107,5	119,6	152,3	212,8	179,1	175	172,2	144,8	143,4	98,7

Prema podacima Državnog hidrometeorološkog zavoda (DHMZ, 2020.) višegodišnji prosjek ukupnih oborina (mm) po dekadama za postaju Gradište (1999. – 2018.) (Tablica 2.) razlikovao se od srednjih količina oborina (mm) u 2020. godini po dekadama za postaju Gradište u rasponu od -12 mm do 42,1 mm (Tablica 4.).

Tablica 3. Temperatura zraka (°C) u 2020. godini po dekadama za postaju Gradište

Temperatura zraka (°C) 2020.										
Dek.	Sij.	Velj.	Ožu.	Tra.	Svi.	Lip.	Srp.	Kol.	Ruj.	List.
I.	0,5	7,7	8,6	10,8	15,4	18,8	23,5	24,0	19,7	16,5
II.	-0,8	7,0	10,7	14,1	17,4	20,3	19,8	23,9	20,9	-
III.	3,0	6,9	4,9	15,2	14,9	23,2	24,5	23,7	16,8	-
Prosjek	0,8	7,1	8,1	13,2	15,9	20,5	22,6	23,8	19,2	-

Tablica 4. Količina oborina (mm) u 2020. godini po dekadama za postaju Gradište

Količina oborina (mm) 2020.										
Dek.	Sij.	Velj.	Ožu.	Tra.	Svi.	Lip.	Srp.	Kol.	Ruj.	List.
I.	1,2	9,7	10,9	0	10,9	79,4	1,5	49,8	0	12,9
II.	1	7,2	0	7,5	18,1	8,1	52,6	1,1	0	-
III.	14,8	11,8	0,5	8,2	15,7	0	0	0	12,6	-
Prosjek	17	39,9	35,2	16,7	76,2	113,1	72,3	77,2	21,3	-

Najveća prosječna količina oborina (mm) u 2020. godini po dekadama za postaju Gradište bila je u mjesecu lipnju i iznosila je prosječno 113,1 mm, a najniža prosječna količina oborina bila je u travnju 16,7 mm, dok je u višegodišnjem prosjeku količina oborina (mm) po dekadama za postaju Gradište (1999. – 2018.) bila najveća u lipnju 70,93 mm, a najmanja u veljači sa prosječno 29,13 mm.

U vrijeme nicanja zrna soje 2020. godine najviše oborina je palo u 2. dekadi srpnja 52,6 mm, a u višegodišnjem prosjeku za postaju Gradište (1999. – 2018.) najviše je palo u 1. dekadi srpnja 58,5 mm (Tablica 4.). U vrijeme nalijevanja količina oborina u 2020. godini najveća je bila u 1. dekadi kolovoza 49,8 mm, isto kao i u višegodišnjem prosjeku sa 79,6 mm.

3.3. Postavljanje pokusa

Posrta sjetva soje obavljena je nakon žetve ječma. Tlo je pripremljeno za sjetvu soje i sjetva je obavljena ubrzo nakon žetve ječma, 26. lipnja 2020. godine. U sjetvi su korištene će se s dvije vrlo rane sorte (00 grupe dozrijevanja): Korana (Poljoprivredni Institut Osijek, Republika Hrvatska) i Merkur (NS seme, Srbija). Prije sjetve provest će se bakterizacija sjemena (Nitrobakterin^S, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek; (Slika 8.) ili dodatak pripravka mikoriznih gljiva (VAM, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek), u kombinaciji sa bakterijama *Azotobacter chroococcum* (Slika 9.), te će se utvrditi utjecaj pripravaka na prinos i komponente prinosa soje u 2020. godini.



Slika 8. Pripravci Nitrobakterin^S

(Izvor: Alduk, H., 2020.)



Slika 9. VAM i *Azotobacter chroococcum*

(Izvor: Alduk, H., 2020.)

U pokusu su korištene sorte koje pripadaju 00 grupi zriobe, odnosno vrlo ranoj grupi zriobe. Sorta Korana ima ljubičastu boju cvijeta, žutu boju dlačica i tamno smeđu boju hiluma. Prema visini stabljike pripada u srednje visoke sorte. Sjetvena norma za sortu Korana iznosi 135 – 145 kg/ha, a preporučeni sklop iznosi 700 000 – 750 000 biljaka/ha. Genetski potencijal rodosti je iznad 4 t/ha. Sadržaj ulja u sjemenu sorte Korana je 22-23%, a sadržaj bjelančevina do 42% (Poljoprivredni institut Osijek, 2020.).

Prema katalogu selekcijske kuće NS Seme (2020.), sorta Merkur je također vrlo rana sorta (00 grupa). Genetski potencijal za prinos je 5 t/ha. Pored stabilnog i visokog prinosa, sorta Merkur je otporna na polijeganje što je preporučuje tako da se može čak i navodnjavati ukoliko je riječ o postrnoj sjetvi. Sorta Merkur ima stabljiku srednje visine koja je obrasla smeđim dlačicama. Sjeme je srednje krupnoće sa žutom semenjačom i hilumom smeđe boje. Sorta Merkur ima povišen sadržaj proteina u zrnu, a preporučuje se za proizvode za ljudsku prehranu. Može se uzgajati ili kao prvi usjev ili pri kasnijim rokovima sjetve, a dobra je i kao postrni usjev nakon graška i ječma jer se sjetva može obaviti do kraja lipnja. Može biti pogodna i za zakašnjelu redovitu sjetvu, za uzgoj u brdskim područjima. Optimalan sklop je 550 000 biljaka po hektaru.

3.4. Prikupljanje biljnog materijala i određivanje komponenti prinosa soje

Žetva je obavljena 20. listopada 2020. godine. U žetvi uzeti su uzorci biljnog materijala za određivanje komponenti prinosa soje i određivanje prinosa po jedinici površine (Slika 10.).



Slika 10. Prikupljeni uzorci soje u žetvi (Alduk, H., 2020.)

S obzirom da je sjetva soje obavljena na među redni razmak od 50 cm, prikupljeni su uzorci na 4 metra dužine i iz 3 reda (odnosno ponavljanja) po tretmanu i zasebno za svaku sortu. Na taj način prikupljene su sve biljke s jedne parcelice veličine 2 m² u 3 ponavljanja. Sve biljke iz jednog ponavljanja koje su se prikupile s 4 m dužine i s jednog ponavljanja stavljene su u jednu vrećicu uz oznaku.

Za sortu Korana (Poljoprivredni institut Osijek):

I. Sorta Korana – tretman kontrola (Korana K)

- 1 ponavljanje kontrola - vrećica br 1.
- 2 ponavljanje kontrola - vrećica br. 2.
- 3 ponavljanje kontrola - vrećica br. 3.

II. Sorta Korana – tretman nitrobakterin^S (Korana NB)

- 1 ponavljanje NB - vrećica br. 4.
- 2 ponavljanje NB - vrećica br. 5.
- 3 ponavljanje NB - vrećica br. 6.

III. Sorta Korana – tretman VAM i *Azotobacter chroococcum*

- 1 ponavljanje VAM+AC - vrećica br. 7.
- 2 ponavljanje VAM+AC - vrećica br. 8.
- 3 ponavljanje VAM+AC - vrećica br. 9.

Za sortu Merkur (NS seme) kako slijedi:

I. Sorta Merkur – tretman kontrola (Merkur K)

- 1 ponavljanje kontrola - vrećica br 10.
- 2 ponavljanje kontrola - vrećica br. 11.
- 3 ponavljanje kontrola - vrećica br.12.

II. Sorta Merkur – tretman nitrobakterin^S (Merkur NB)

- 1 ponavljanje NB - vrećica br. 13.
- 2 ponavljanje NB - vrećica br. 14.
- 3 ponavljanje NB - vrećica br. 15.

III. Sorta Merkur – tretman VAM i *Azotobacter chroococcum* (Merkur VAM + AC)

- 1 ponavljanje VAM+AC - vrećica br. 16.
- 2 ponavljanje VAM+AC - vrećica br. 17.
- 3 ponavljanje VAM+AC - vrećica br. 18.

Da bi se odredile komponente prinosa iz svakog tretmana odabrano je po 20 biljaka koje su se zasebno analizirale. Ukupno je analizirano 120 pojedinačnih biljaka. Komponente prinosa soje određene su u Laboratoriju za analizu ratarskih usjeva Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek određene su sljedeće komponente zasebno za svaku sortu i za svaki tretman:

- visina biljke (cm) (Slika 10.)
- visina biljke do prve plodne etaže (cm)
- broj plodnih etaža po biljci sa centralne stabljike
- broj plodnih etaža ukupno na biljci
- broj mahuna po biljci (Slika 11.)
- masa sjemena jedne biljke



Slika 11. Određivanje visine biljke (Alduk, H., 2020.)



Slika 12. Čišćenje sjemena iz mahuna (Alduk, H., 2020.)

Sjeme svih biljaka očišćeno je kako bi se odredio prinos soje i preračunato po jedinici površine. Nakon toga sjeme je izvagano (Slika 11.) i određene su masa 1000 zrna i hektolitarska masa.

4. REZULTATI

U ovom istraživanju napravljena je analiza komponenti prinosa postrne soje na OPG- u „Alduk“ u 2020. godini. Prema određenim komponentama prinosa prosječna visina biljke iznosila je 51 cm (Tablica 5.). Prema prosjeku samo sorte, sorta Korana je imala stabljiku prosječne visine 49 cm, a visina do prve mahune je iznosila prosječno 7 cm. Sorta Merkur je prema prosjeku svih tretmana imala prosječnu visinu stabljike 53 cm.

Tablica 5. Komponente prinosa postrne soje prema tretmanima na OPG-u „Alduk“ u 2020. godini

Tretman	Visina biljke (cm)	Visina do prve mahune (cm)	Broj plodnih etaža centralne stabljike	Broj plodnih etaža ukupno na biljci	Broj mahuna po biljci	Masa sjemena po biljci (g)
Korana – K	53	6	11	16	52	14,95
Korana – N B	47	9	9	14	33	7,07
Korana – VAM+AC	48	6	11	18	45	12,45
Prosjek Korana	49	7	10	16	43	11,49
Merkur – K	52	7	11	16	39	8,77
Merkur – N B	55	6	11	16	46	12,15
Merkur – VAM+AC	51	5	11	17	37	9,62
Prosjek Merkur	53	6	11	16	41	10,18
Prosjek	51	7	11	16	42	10,48

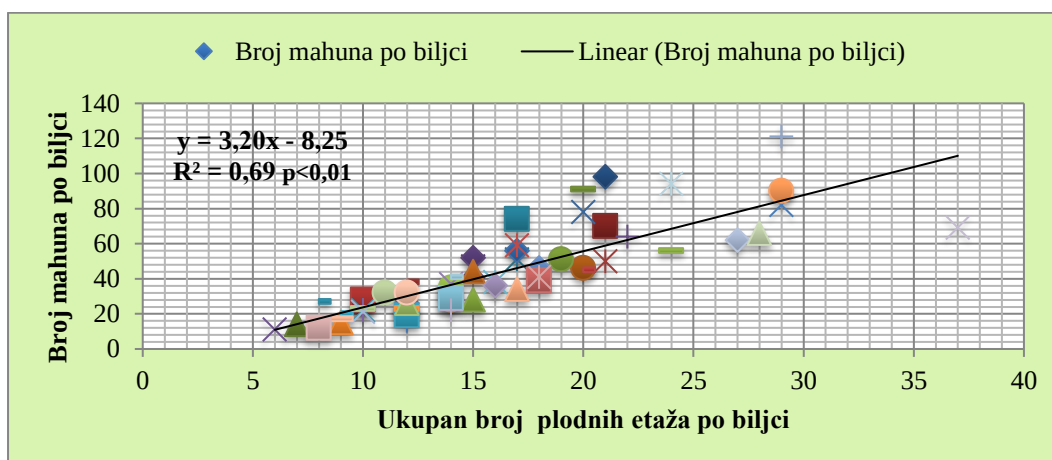
Prema tretmanima, najviše stabljike imala je soja sorte Merkur uz primjenu Nitrobakterina^S (prosječno 55 cm), dok je najniža stabljika bila kod sorte Korana uz tretman s mikoriznim gljivama i *Azotobacter chroococcum*.

Visina biljaka do prve plodne etaže iznosila je prosječno 7 cm (Tablica 5.), a varirala je od 5 cm (sorta Merkur uz tretman VAM+AC), do 9 cm (Korana na tretmanu NB). Zanimljivo je da je broj plodnih etaža po biljaka iznosio prosječno 11 plodnih etaža na glavnoj, centralnoj stabljici. Međutim kada gledamo ukupne plodne etaže na biljci, prosječno su biljke formirale 16 plodnih etaža. Najmanje plodnih etaža na biljci imala je sorta Korana na tretmanu s

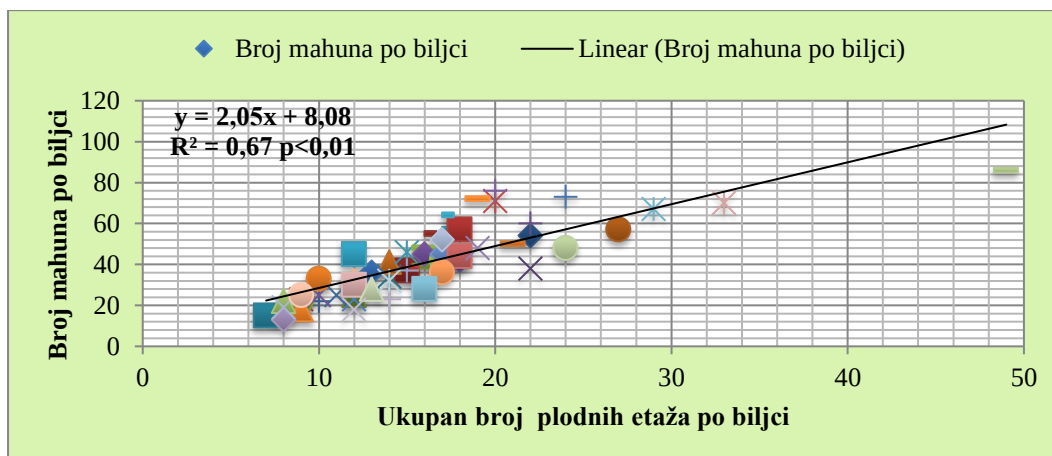
Nitrobahterinom (14), a najviše plodnih etaža je imala opet sorta Korana, ali na tretmanu VAM+AC.

Broj mahuna po biljci u ovom istraživanju iznosio je prosječno 42 (Tablica 5.), pri čemu je masa sjemena jedne biljke iznosila 10,48 g po biljci. Prema prosjeku sorta Korana je imala imala je nešto veću masu sjemena po biljci (11,49 g po biljci) u odnosu na sortu Merkur (10,18 g po biljci). Najveću masu sjemenki po biljci imala je soja sorte Korana i to na kontrolnom tretmanu (14,95 g po biljci). Sorta Korana je ujedno imala i najmanju masu sjemena po biljci (7,07 g po biljci) uz aplikaciju Nitrobahterina^S.

Prema jednostavnoj linearnoj regresijskoj analizi utvrđeno je kako je kod sorte Korana povećanjem broja plodnih etaža po biljci broj mahuna po biljci povećan za 3,20 (Grafikon 2.), dok je kod sorte Merkur povećanje bilo manje te je povećanjem broja plodnih etaža po biljci kod sorte Merkur, broj mahuna po biljci povećan za 2,05 (Grafikon 3.). Koeficijent regresije između navedenih svojstava iznosio je 0,69 (sorta Korana) i 0,67 (sorta Merkur), što je bilo vrlo visoko značajno na razini $p < 0,01$.

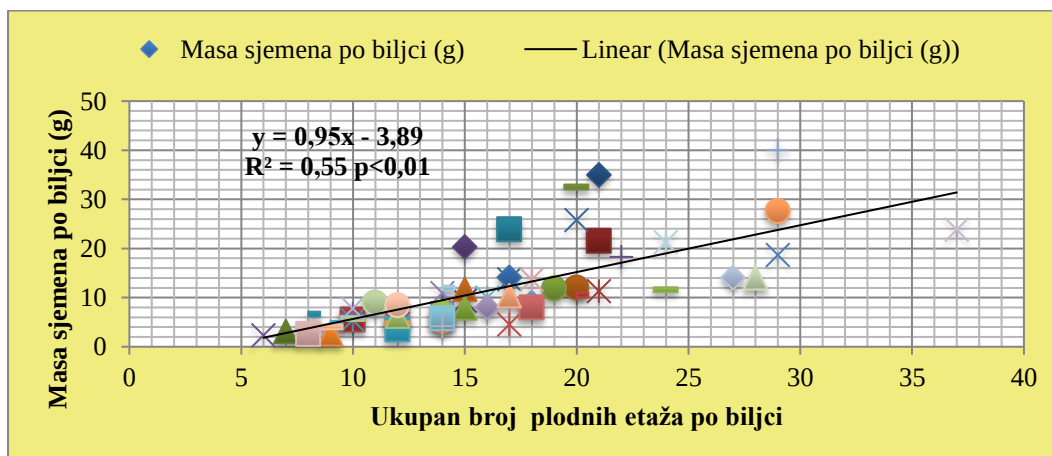


Grafikon 2. Povezanost broja mahuna po biljci i ukupnog broja plodnih etaža kod sorte Korana – prosjek svih tretmana (N = 60)

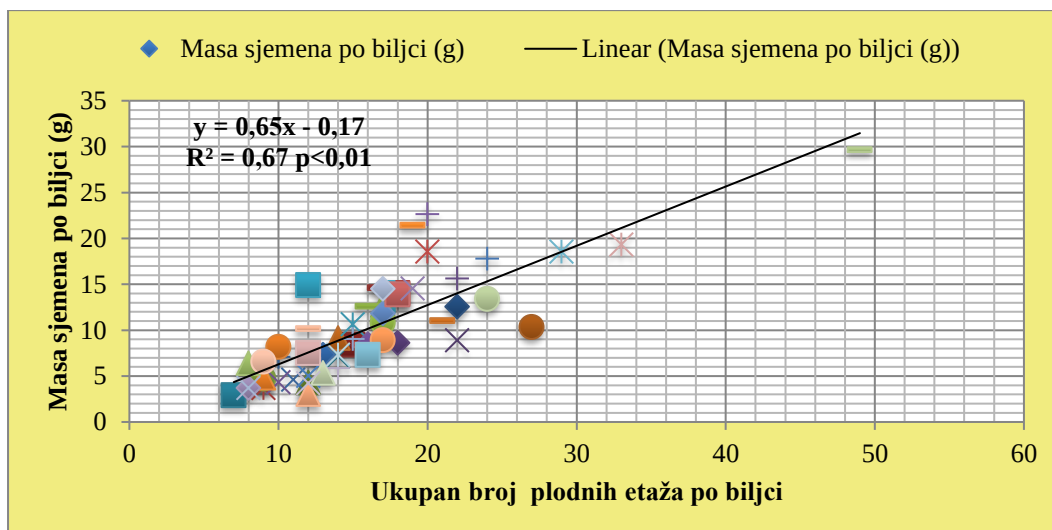


Grafikon 3. Povezanost broja mahuna po biljci i ukupnog broja plodnih etaža kod sorte Merkur – prosjek svih tretmana (N = 60)

Prema jednostavnoj linearnoj regresijskoj analizi mase sjemena po biljci i ukupnog broja plodnih etaža kod sorte Korana utvrđeno je da povećanjem broja plodnih etaža po biljci masa sjemenki po biljci raste za 0,95 g po biljci (Grafikon 4.). Kod sorte Merkur povećanje povećanjem broja plodnih etaža po biljci, masa sjemena po biljci povećana je za 0,65 g (Grafikon 5.). Koeficijent regresije iznosio je 0,55 (sorta Korana) i 0,67 (sorta Merkur), što je bilo vrlo visoko značajno na razini $p < 0,01$.



Grafikon 4. Povezanost mase sjemena po biljci i ukupnog broja plodnih etaža kod sorte Korana – prosjek svih tretmana (N = 60)



Grafikon 5. Povezanost mase sjemena po biljci i ukupnog broja plodnih etaža kod sorte Merkur – prosjek svih tretmana (N = 60)

Prosječna masa 1000 zrna u ovom istraživanju iznosila je 152,701 g (Tablica 6.). Prema prosjeku sorata, Korana je imala nešto veću masu 1000 zrna (prosječno 158,73 g), dok je sorta Merkur imala prosječnu masu 1000 zrna 146,68 g. Ukoliko gledamo pojedinačne tretmane, najveću masu 1000 zrna imala sorta Merkur uz pripravak VAM i tretman s mikoriznim gljivama i *Azotobacter chroococcum* (183,47 g).

Tablica 6. Prinos sjemena postrne soje ovisno o tretmanima na OPG-u „Alduk“ u 2020. godini

Tretman	Masa 1000 zrna (g)	Prinos sjemena (t/ha)
Korana - kontrola	150,31	1,19
Korana – N B	155,99	0,84
Korana – VAM+AC	169,89	1,04
Prosjek Korana	158,73	1,03
Merkur – kontrola	130,72	0,69
Merkur – N B	125,83	0,86
Merkur – VAM+AC	183,47	0,94
Prosjek Merkur	146,68	0,83
Prosjek	152,70	0,93

Prosječan prinos sjemena soje u ovom istraživanju iznosio je 0,93 t/ha (Tablica 6.). Prema provedenom istraživanju sorta Korana imala je prosječan prinos sjemena soje u postroju sjetvi na OPG-u „Alduk“ u 2020 godini 1,03 t/ha, dok je sorta Merkur imala prosječan prinos 0,83 t/ha.

Ukoliko se gleda pojedinačan utjecaj tretmana, Sorta Korana je imala ipak najbolji prinos na kontrolnom tretmanu (1,19 t/ha), zatim na tretmanu s mikoriznim gljivama i *Azotobacter chroococcum* (1,04 t/ha), a najmanji uz aplikaciju Nitrobakterina^S (0,84 t/ha).

Sorta Merkur je imala najmanji prinos soje na kontrolnom tretmanu (0,69 t/ha), dok je dodatak Nitrobakterina^S i VAM pripravka uz *Azotobacter chroococcum* prinos soje povećan za oko 19 % uz Nitrobakterin^S, odnosno za oko 27 % uz VAM i *Azotobacter chroococcum* (Tablica 6.).

5. RASPRAVA

Soja kao postrni usjev ima manje prinose nego u redovitoj sjetvi, ali ti prinosi mogu biti zadovoljavajući primjerice za ishranu stoke na gospodarstvu. Osim toga, tlo ne ostaje golo, dobijemo 2 žetve godišnje i može biti dodatan izvor prihoda za gospodarstvo. Glavni nedostatak postrne sjetve može biti nedostatak oborina nakon sjetve, što otežava nicanje i rezultira neujednačenim sklopom. Treba naglasiti kako je agrotehnika u postrnoj sjetvi reducirana u odnosu na standardnu agrotehniku i tlo se priprema nekom od konzervacijskih metoda tj. tanjuranjem ili frezanjem.

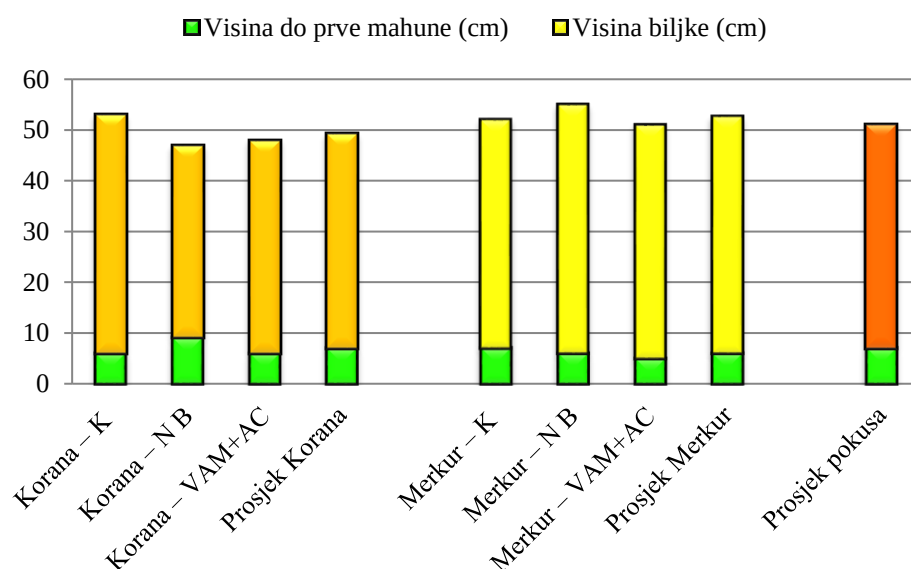
Ovim istraživanjem prikazana je upotreba mikrobiološkog pripravka Nitrobaktrina^s (Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek) i VAM pripravka uz *Azotobacter chroococcum* (Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek) na komponente prinosa soje, ali i na ostvaren prinos sjemena soje kao postrnog usjeva.

Posebno značajno svojstvo sorti soje je visina biljaka, budući da ona indirektno utječe na veličinu uroda zrna. Gagro i Herceg (2005.) navode kako rok sjetve značajno utječe na visinu stabljike soje, te se s pomicanjem roka sjetve djeluje na smanjenje visine stabljike. Prema rezultatima istraživanja prinosa postrne soje na OPG- u „Alduk“ u 2020. godini prosječna visina biljke iznosila je 51 cm. Prema tretmanima, najviše stabljike imala je soja sorte Merkur uz primjenu Nitrobakterina^s, dok je najniža stabljika bila kod sorte Korana uz tretman s mikoriznim gljivama i *Azotobacter chroococcum* (Grafikon 6.). Visina biljaka do prve plodne etaže iznosila je prosječno 7 cm, a varirala je od 5 cm (sorta Merkur uz tretman VAM+AC), do 9 cm (Korana na tretmanu NB).

Broj plodnih etaža po biljci jedno je od vrlo važnih gospodarskih svojstava soje. Šimunović i sur. (2009.) na temelju rezultata višegodišnjeg istraživanja provedenog na 24 sorte soje u istočnoj Slavoniji izvještavaju kako se broj etaža kretao u rasponu od 7 do 15. U istraživanju na OPG-u „Alduk“ utvrđeno je prosječno 11 plodnih etaža po biljci na glavnoj, centralnoj stabljici. Međutim kada gledamo ukupne plodne etaže na biljci, prosječno su biljke formirale 16 plodnih etaža. Najmanje plodnih etaža na biljci imala je sorta Korana na tretmanu s Nitrobakterinom, a najviše plodnih etaža je imala opet sorta Korana, ali na tretmanu VAM+AC.

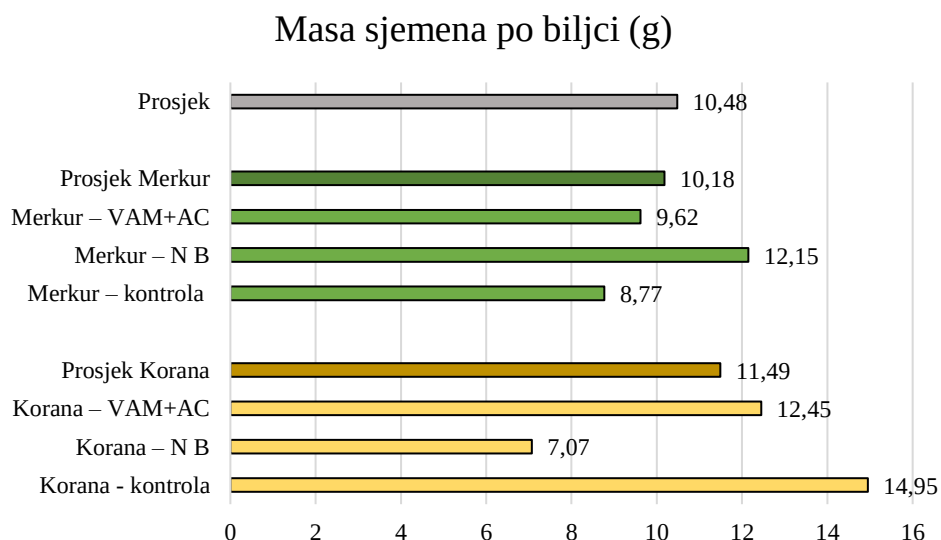
Jedna od najvažnijih komponenti prinosa je broj mahuna po biljci. Ovo svojstvo može značajno varirati ovisno o utjecaju genotipa i utjecaju okoline. Kako količina oborina

značajno utječe na broj mahuna izvještavaju Šimunović i sur. (2009.), a kako vodni deficit može smanjiti broj mahuna po biljci za 25% navode Taheri i sur. u svome radu iz 2012. godine. Broj mahuna po biljci u ovom istraživanju iznosio je prosječno 42 pri čemu je masa sjemena jedne biljke iznosila 10,48 g po biljci. Utvrđeno je kako je kod sorte Korana povećanjem broja plodnih etaža po biljci broj mahuna po biljci povećan za 3,20, dok je kod sorte Merkur broj mahuna po biljci povećan za 2,05.



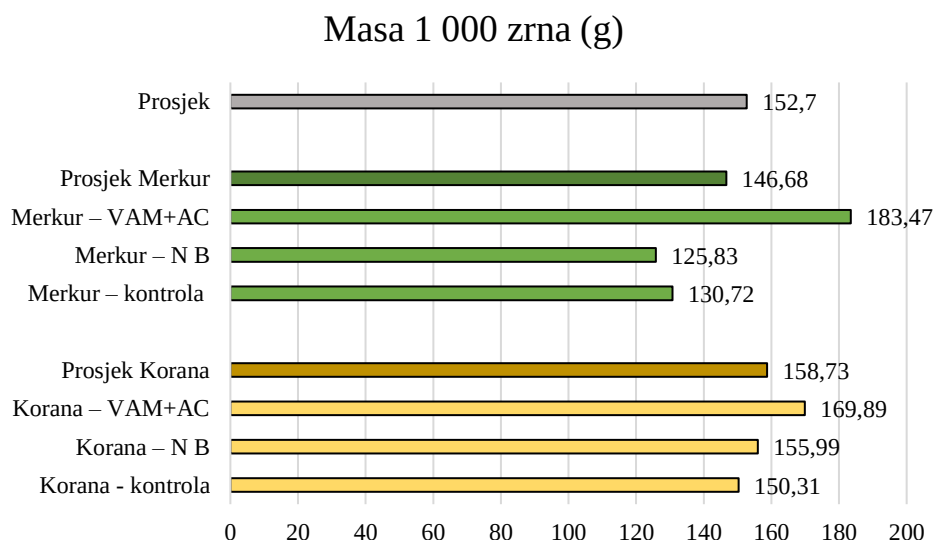
Grafikon 6. Visina biljaka i visina soje do prve mahune (cm) u postrnoj sjetvi na OPG-u „Alduk“ 2020 godine ovisno o tretmanu

Urod zrna soje je kompleksno svojstvo koje ovisi o nizu činitelja od kojih su najznačajniji broj biljaka po hektaru, prosječan broj mahuna po biljci, prosječan broj zrna po mahuni i prosječna težina zrna. Brojni oplemenjivači soje u svojim publiciranim radovima preporučuju kako u oplemenjivačkom procesu pozornost treba usmjeravati na povećanje broja mahuna po nodiju, broj zrna u mahuni, broj plodnih etaža, skraćivanje dužine internodija, te paralelno vršiti odabir otpornih genotipova na bolest i polijeganje (Kozumplik i sur., 1989.). U ovom istraživanju kod sorte Korana utvrđeno je da povećanjem broja plodnih etaža po biljci masa sjemenki po biljci raste za 0,95 g po biljci (Grafikon 7.). Kod sorte Merkur povećanje povećanjem broja plodnih etaža po biljci, masa sjemena po biljci povećana je za 0,65 g.



Grafikon 7. Masa sjemena po biljci ovisno o tretmanu na OPG-u „Alduk“ u 2020. godini

U istraživanju koje je proveo Drenjančević (2016.) tijekom 2013. i 2014. godine na pokusnom polju Poljoprivrednog instituta Osijek postavljeni su pokusi s dvije varijante (kontrola i bakterizirano sjeme) u četiri ponavljanja. Najviša prosječna visina biljaka zabilježena je kod bakteriziranog sjemena srednje rane grupe sorata u 2014. godini (121,4 cm), dok je kod kontrolnog tretmana iste grupe sorata izmjerena i najniža prosječna visina biljke u 2013. godini (90,6 cm). Prosječna masa nadzemnog dijela biljke kretala se od 26,3 g kod kontrolnog tretmana rane grupe sorata soje u 2013. godini do 46,2 g kod bakteriziranog sjemena srednje rane grupe sorata u 2014. godini. Sorta Julijana u kontrolnom tretmanu odlikovala se najmanjim brojem plodnih etaža po biljci i u 2013. godini (10,6) i u 2014. godini (11,5). Najveći broj plodnih etaža po biljci utvrđen je kod sorte Sara (15,0 u prvoj i 17,8 u drugoj godini istraživanja) kod tretmana s bakterizacijom. Najmanji prosječni broj mahuna po biljci zabilježen je kod sorte Julijana u kontrolnom tretmanu u 2013. godini (34,5), a kod sorte Ika u 2014. godini u tretmanu s bakterizacijom sjemena zabilježen je najveći prosječni broj mahuna (75,8).



Grafikon 8. Masa 1 000 zrna soje ovisno o tretmanu na OPG-u „Alduk“ u 2020. godini

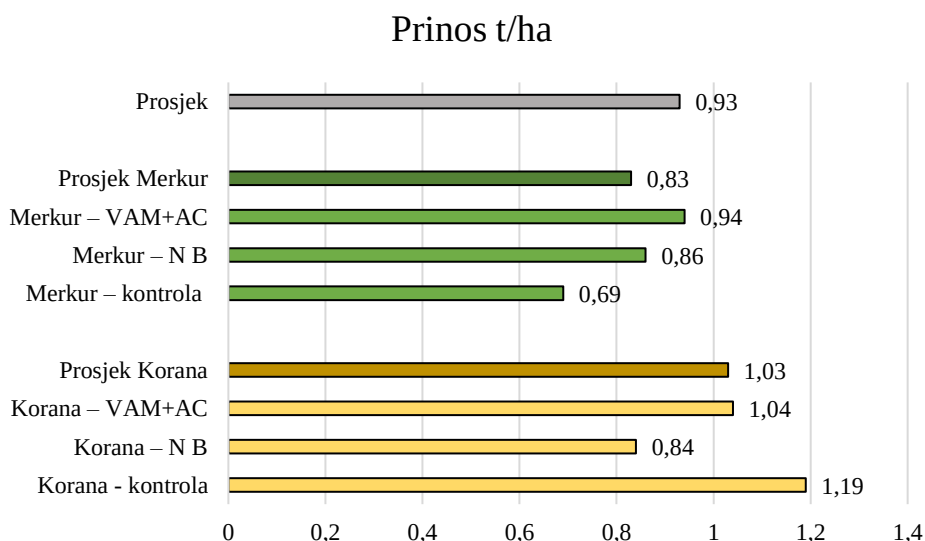
Premda je zrno bilo nešto sitnije, s obzirom da je riječ o postrnoj sjetvi i kako su uvjeti za nalijevanje zrna drukčiji nego kada je riječ o redovitim rokovima sjetve, prosječna masa 1000 zrna u ovom istraživanju iznosila je 152,7 g (Grafikon 8.). Uočljivo je kako je u odnosu na kontrolu kod obje sorte masa 1000 zrna bila veća uz primjenu pripravka VAM i *Azotobacter chroococcum*. Kod sorte Merkur je uz primjenu pripravka VAM i *Azotobacter chroococcum* masa 1000 zrna bila povećana za 29 %, dok je kod sorte Korana na istom tretmanu masa 1000 zrna povećana za 12 % u odnosu na kontrolu.

Jurić (2018.) je analizom agronomskih svojstava 10 oplemenjivačkih sorata soje utvrdila kako se visina biljaka kretala od 76,5 cm (MU 13) do 122,3 cm (MU 16), dok je broj plodnih etaža na centralnoj stabljici varirao od 14,8 (MU 29) do 19,6 (UO 31+32), a ukupan broj plodnih etaža na biljci od 21,5 (MU 32) do čak 43,8 (UO 39+40).

Drenjančević (2016.) je na temelju dvije godine istraživanja utvrdio kako je bakterizacija povećala sve ispitivane parametre kod svih sorata, a apsolutno najveći urod zrna izmjeren je 2014. godine kod tretmana s bakterizacijom sorte Ika (4,6 t/ha) i on je bio 17,9 % veći u odnosu na kontrolni tretman (3,9 t/ha).

Prema podacima Poljoprivrednog instituta Osijek (2020.) sorta Korana je izrazito otporna na polijeganje, a ima potencijal rodosti iznad 4 t/ha. Prema podacima oplemenjivačke kuće NS Seme, sorta Merkur ima potencijal rodosti 5 t/ha. U ovom istraživanju postignuti prinosi jesu niski, ali s obzirom da se soja uzgajala postrno, ovakav prinos je zadovoljavajući.

Prosječan prinos ovog istraživanja iznosio je 0,93 t/ha. Primjena Nitrobakterina^S i pripravka VAM i *Azotobacter chroococcum* imala je veći utjecaj na povećanje prinosa kod sorte Merkur (Grafikon 9.). Kod sorte Korana je najveći prinos zabilježen upravo na kontroli, što može biti uslijed boljeg nicanja na tom dijelu površine, a i soja je na formirala najviše stabljike, prosječno 16 plodnih etaža po biljci imala je najveću masu sjemena po biljci (14,95 g po biljci).



Grafikon 9. Prinos (t/ha) zrna soje ovisno o tretmanu na OPG-u „Alduk“ u 2020. godini

Gagro i sur. (2002.) su proveli pokus u kojima su pratili visinu stabljike do prve etaže, težinu tisuću sjemenki i prinos zrna. Opisuju da je najmanja visina biljaka do prve etaže dobivena u najmanjoj gustoći od 500.000 biljaka po hektaru, a sa povećanjem broja biljaka po hektaru povećavala se i visina stabljike i bila najveća u najvećoj gustoći od 900.000 biljaka po hektaru. Zaključuju kako su veće gustoće biljaka po hektaru pogodnije za merkantilnu proizvodnju, a manje za sjemensku proizvodnju.

Vratarić i sur. (2010.) su istraživali agronomsku vrijednost novih vrlo ranih sorata soje. Istraživane su Osječke sorte Lucija i Korana koje se svrstavaju u grupu zriobe 00. Tijekom vegetacije praćene su faze rasta i razvoja, pojava bolesti i polijeganje. Istraživanje je provedeno u razdoblju od 2000. do 2002. godine na 90 slučajno odabranih biljaka. U zriobi po svakom genotipu u svakoj godini izmjerena su svojstva: visina biljaka, broj etaža po biljci, broj mahuna po biljci, broj zrna po biljci, broj zrna u mahuni, masa zrna po biljci, žetveni indeks po biljci i masa 100 zrna. Preliminarni rezultati navedenih sorata ukazuju na njihovu visoku proizvodnu vrijednost, što je doprinos unaprjeđenju, stabilizaciji i

profitabilnosti proizvodnje soje u Hrvatskoj, te doprinos u daljnjem radu u oplemenjivanju soje u Hrvatskoj.

U promatranom sedmogodišnjem razdoblju srednje godišnje temperature variraju od 10,6°C do 11,83°C. U odnosu na višegodišnji prosjek, prosječne godišnje temperature variraju od -0,46°C ispod prosjeka do +0,76°C iznad prosjeka ovisno o godini. Vratarić i Sudarić (2008.) u desetogodišnjem istraživanju na području istočne Hrvatske dolaze do zaključka da se niži prinosi soje ostvaruju u sušnijim i toplijim godinama. Soja ima potrebe za toplinom odnosno sumom temperatura radi razvoja i normalnog prolaska kroz sve fenološke faze, od početka do kraja vegetacijskog razdoblja. Prema Enkenu (1959.) sume srednjih dnevnih temperatura za vrlo rane sorte (00) su od 1700° do 1900° C, za rane sorte (0) od 2000° do 2200°C, za srednje rane sorte (I) od 2600° do 2750° C i za vrlo kasne sorte od 3000° do 3200°C.

Potreba za vodom različita je u svakoj fazi razvoja. Suša u fazi nicanja uzrokuje neujednačeno nicanje, slab razvoj kvržičnih bakterija, te slabije djelovanje herbicida. Većina radova u domaćoj i stranoj literaturi navodi da biljke soje u razdoblju od nicanja do početka cvatnje bolje podnose sušu nego u kasnijim fazama razvoja (Vratarić i sur., 2008.). U procesu klijanja suvišna voda može biti štetna jednako kao i njen manjak uslijed dulje suše. Za soju se smatra da dosta neekonomično postupa s vodom. Visoke urode soje može se postići ako biljka soje ima na raspolaganju dovoljno vode u kritičnom razdoblju razvoja sjemena, bilo putem kiše, natapanjem ili iz sačuvane zemljišne vlage. Nedostatak oborina može se djelomično nadoknaditi dobrom agrotehnikom i gnojdbom, te izborom odgovarajućeg tla. Suša za vrijeme cvatnje i formiranja mahuna i zrna može uzrokovati njihovo opadanje. U vrijeme klijanje sjeme soje treba apsorbirati vode više od 50% od svoje mase da bi se moglo klijati. Sigurni visoki prinosi očekuju se u godinama s puno oborina u lipnju i srpnju (bar 150 mm/m²) kod nas je često srpanj s manje oborina. Najveći utjecaj na produkciju cvjetova po biljci soje ima oborina > 100 mm u periodu cvatnje jer značajno djeluju na povećan broj cvjetova po biljci. Ukupne potrebe soje za vodom ovise od sorte i grupe zriobe: sorte 0 grupe zriobe zahtijevaju oko 460 mm, sorte I grupe zriobe oko 480 mm, dok sorte II grupe zriobe imaju potrebe za oko 500 mm tijekom vegetacijskog razdoblja. Te vrijednosti mogu varirati $\pm 15\%$ u realnim uvjetima, u ovisnosti od tipa tla, vremenskih uvjeta i drugih faktora. Kako soja raste, rastu i njene potrebe za vodom. Osim vlage zemljišta, koja je ovisna o oborinama i tipu tla, za soju je važna i relativna vlaga zraka. U kritičnim fazama rasta i razvoja relativna vlaga zraka ne bi

smjela biti ispod 65%. Optimalna vlažnost zraka je 70-80%. Visoki urodi soje mogu se postići ako soja na raspolaganju ima dovoljno vode u kritičnom razdoblju razvoja sjemena.

Odgovarajuća temperatura za uzgoj soje ovisi od njenog razvojnog stadija. Na početku je biološki minimum nizak (za nicanje je potrebno 7°C), a kako se bliži cvatnja, on se povećava, da bi polako opadao kako se biljka približava zriobi. Prosječna temperatura zraka > 23 °C i tla > 24 °C u fazi cvatnje smanjuje broj cvjetova po biljci (Vratarić i sur., 2008.). Kritičan period je u vrijeme cvatnje i sazrijevanja mahuna. Optimalna temperatura u tom periodu je 18-20°C. Povećana temperatura u tom periodu negativno će utjecati na postotak oplodjenih cvjetova, a kasnije visoke temperature utječu na porast zrna, a slabije na nalijevanje zrna. Utjecaj temperature je važan i za rast korjenova sistema i apsorpciju pojedinih hraniva. Masa korijena je najveća kad su temperature između 27 i 32°C. Korijen soje bolje usvaja kalij kada su temperature tla 12°C i rastu do 32°C, dok je kod usvajanja kalcija i magnezija obrnuto.

Temperature također značajno utječu i na razvoj lisne mase. Razvoj listova se povećava povećanjem temperature u rasponu od 18°C do 30°C. Mrazevi pri -5°C ne nanose štetu u fazi klijanja. Niske temperature u stadiju cvatnje i sazrijevanja odgađaju zriobu, a ispod 14°C prestaje svaki rast. Cvjetovi na temperaturi od -1°C izmrzavaju. Nedozrele mahune izložene temperaturi zraka od -2,5°C oštećuju se, a na temperaturi od -3,5°C izmrzavaju, uz velike razlike među sortama.

Temperaturni zahtjevi tijekom različitih faza razvoja soje:

Klijanje	20-22 °C
Sjetva-nicanje	20-22 °C
Formiranje reproduktivnih organa	21-23 °C
Cvatnja	21-23 °C
Formiranje zrna	21-23 °C
Zrioba	19-20 °C

6. ZAKLJUČAK

Pokus je proveden na OPG-u „Alduk“ 2020. godine. Cilj istraživanja bio je opisati značaj bakterizacije sjemena soje i upotrebe pripravaka mikoriznih gljiva u postrnoj sjetvi soje te utvrditi utjecaj pripravaka na prinos i komponente prinosa. Postrna sjetva soje obavila se s dvije sorte Korana i Merkur.

Na temelju dobivenih rezultata može se zaključiti:

1. Vremenske prilike 2020. godine nisu se značajno razlikovale od višegodišnjeg prosjeka
2. Prosječna visina biljke iznosila je 51 cm. Prema tretmanima, najviše stabljike imala je soja sorte Merkur uz primjenu Nitrobakterina^S (prosječno 55 cm), dok je najniža stabljika bila kod sorte Korana uz tretman s mikoriznim gljivama i *Azotobacter chroococcum*.
3. Visina biljaka do prve plodne etaže iznosila je prosječno 7 cm, a varirala je od 5 cm (sorta Merkur uz tretman VAM+AC), do 9 cm (Korana na tretmanu NB).
4. Najmanje plodnih etaža na biljci imala je sorta Korana na tretmanu s Nitrobakterinom^S, a najviše plodnih etaža je imala opet sorta Korana, ali na tretmanu VAM+AC.
5. Broj mahuna po biljci iznosio je prosječno 42, pri čemu je masa sjemena jedne biljke iznosila 10,48 g po biljci. Najveću masu sjemenki po biljci imala je soja sorte Korana i to na kontrolnom tretmanu (14,95 g po biljci). Sorta Korana je ujedno imala i najmanju masu sjemena po biljci (7,07 g po biljci) uz aplikaciju Nitrobakterina^S.
6. Kod sorte Korana prosječno za sve tretmane je povećanjem jedne plodne etaže po biljci broj mahuna po biljci povećan za 3,20, dok je kod sorte Merkur povećanje bilo manje te je povećanjem broja plodnih etaža po biljci kod sorte Merkur, broj mahuna po biljci povećan za 2,05. Koeficijent regresije između navedenih svojstava iznosio je 0,69 (sorta Korana) i 0,67 (sorta Merkur), što je bilo vrlo visoko značajno na razini $p < 0,01$.
7. Kod sorte Korana prosječno za sve tretmane u istraživanju utvrđeno je da povećanjem jedne plodne etaže po biljci masa sjemenki po biljci raste za 0,95 g po biljci. Kod sorte Merkur za svako plodnih povećanje plodne etaže po biljci, masa sjemena po biljci povećana je za 0,65 g. Koeficijent regresije iznosio je 0,55 (sorta Korana) i 0,67 (sorta Merkur), što je bilo vrlo visoko značajno na razini $p < 0,01$.

8. Prosječan prinos sjemena soje u ovom istraživanju iznosio je 0,93 t/ha. Prema provedenom istraživanju prosječno za sve tretmane sorta Korana imala je prosječan prinos sjemena soje u postrnoj sjetvi na OPG-u „Alduk“ u 2020. godini 1,03 t/ha, dok je sorta Merkur imala prosječan prinos 0,83 t/ha.

9. Sorta Korana je najbolji prinos imala na kontrolnom tretmanu (1,19 t/ha), zatim na tretmanu s mikoriznim gljivama i *Azotobacter chroococcum* (1,04 t/ha), a najmanji uz aplikaciju Nitrobakterina^S (0,84 t/ha).

10. Sorta Merkur je imala najmanji prinos soje na kontrolnom tretmanu (0,69 t/ha), dok je dodatak Nitrobakterina^S i VAM pripravka uz *Azotobacter chroococcum* prinos soje povećan za oko 19 % uz Nitrobakterin^S, odnosno za oko 27 % uz VAM i *Azotobacter chroococcum*.

7. POPIS LITERATURE

1. Brevedan, R.E., Egli, D.B., Leggett, J.E. (1978.): Influence of N nutrition on flower and pod abortion and yield of soybeans. *Agronomy Journal*, 70, 81-84.
2. Brundrett, M. C. (2008). Mycorrhizal associations and other means of nutrition of vascular plants: understanding the global diversity of host plants by resolving conflicting information and developing reliable means of diagnosis. *Plant and Soil* 320: 37–77.
3. Deaker, R., Roughley, R. J., Kennedy, I. R. (2004.): Legume seed inoculation technology-a review. *Soil Biology and Biochemistry* 36: 1275-1288.
4. Drenjančević, I. (2016.): Utjecaj bakterizacije na prinos različitih sorata soje. Završni rad. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet.
5. Erić, P., Mihailović V., Čupina B., Mikić A. (2007.): Jednogodišnje krmne mahunarke. Institut za ratarstvo i povrtlarstvo, Novi Sad.
6. Fialho, C. M. T., Silva, G. S. D., Faustino, L. A., Carvalho, F. P. D., Costa, M. D., & Silva, A. A. D. (2016.): Mycorrhizal association in soybean and weeds in competition. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 38(2), 171-178.
7. Gagro, M. (1997.): Ratarstvo i obiteljsko gospodarstvo; Žitarice i zrnate mahunarke, Hrvatsko agronomsko društvo, Zagreb, 207-223
8. Gagro, M., Jurić, A., Herceg, N. (2002.). Utjecaj razmaka sjetve između redova i broja biljaka po hektaru na neka svojstva soje. *Sjemenarstvo*, 19 (5-6): 261-267
9. Gagro, M., Herceg, N. (2005.): Utjecaj kultivara i vremena sjetve na neka svojstva soje za silažu. *Sjemenarstvo*, 22 (3-4): 124-132.
10. Greder, R. R., Orf, J. H., Lambert, J.W. (1986.): Heritabilities and associations of nodule mass and recovery of *Bradyrhizobium japonicum* serogroup USDA 110 in soybean. *Crop Sci.* 26, 33-37.
11. Jevtić, S., Šuput, M., Gotlin, J., Pucarić, A., Miletić, N., Klimov, S., Đorđevski, J., Španring, J., Vasilevski, G. (1986.): Posebno ratarstvo (I. dio), IRO „Naučna knjiga“, Beograd, 334-353.
12. Jurić, M. (2018.) Agronomska svojstva oplemenjivačkih linija soje. Diplomski rad. Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet. Zagreb.

13. Keyser, H. H., & Li, F. (1992). Potential for increasing biological nitrogen fixation in soybean. In *Biological Nitrogen Fixation for Sustainable Agriculture* (pp. 119-135). Springer, Dordrecht.
14. Kozumplik, V., Bede, M., Henneberg, R., Krizmanić, M., Rojc, M. (1989.): Pregled metoda koje se koriste u suvremenom oplemenjivanju ratarskih kultura I perspektive. – Poljoprivredne aktualnosti, 33(1-2):85-99.
15. Kristek, S. (2007.) Agroekologija – predavanja prilagođena studentima stručnih studija smjerova Hortikultura i Ratarstvo. Osijek
16. Lupwayi, N. Z., Olsen, P. E., Sande E. S., Keyser, H. H., Collins, M. M., Singleton, P. W., Rice, W. A. (2000.): Inoculant quality and its evaluation. *Field Crops Research* 65, 259-270
17. Mađar, S., Kovačević V., Jurić I. (1984.): Postrne kulture. Niro „Zadrugar” Sarajevo.
18. Mihalić, V. (1985.): Opća proizvodnja bilja. Školska knjiga, Zagreb.
19. Milaković, Z., Kanižai Šarić, G., Veselovac, I., Kalajžić, I.J. (2012.): Djelotvornost adhezivnih sredstava u predstjetvenoj bakterizaciji sjemena soje. *Poljoprivreda* 18: 19-23.
20. Milić, V., Mrkovački, N.B., Hrustić, M. (2002.): Odnos potencijala za azotofiksaciju i prinosa soje. *Zbornik radova. Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi sad*, 36, 133-136.
21. Milić, V., Jarak, M., Mrkovački, N. Milošević, N., Govedarica, M., Đurić, S., Marinković, J. (2004.): Primena mikrobioloških đubriva i ispitivanje biološke aktivnosti u cilju zaštite zemljišta. *Zbornik radova. Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi sad*, 40, 153-169.
22. Molnar, I., (1999.): Plodoredi u ratarstvu. Naučni institut za ratarstvo i povrtlarstvo, Mala Knjiga, Novi Sad.
23. Olsen, S.R. (1982.): Removing barriers to crop productivity. *Agronomy Journal*, 74 (1), 1-4.
24. Pospišil, A. (2010.): Ratarstvo I: dio. Zrinski d.d. Čakovec.
25. Radić, T. (2013.) Budućnost je u mikorizi, skrivenom životu masline. Institut za jadranske kulture u Splitu.
26. Siddiqui, Z. A., Futai, K. (2008.): *Mycorrhizae: sustainable agriculture and forestry* (p. 359). New Delhi: Springer.

27. Sudarić, A. (2007.): Tehnologija proizvodnje soje. Poljoprivredni institut Osijek. Osijek.
28. Sudarić, A., Vratarić, M., Duvnjak, T. (2008.): Povezanost učinka bakterizacije i rodnosti genotipova soje. Zbornik radova. 43. hrvatski i 3. međunarodni znanstveni skupa gronoma, 295-298.
29. Šimunović, R., Miličević, I., Vrgoč, D., Eljuga, L. (2009.): Zbornik radova, Naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem "KVALITET 2009", Neum, BiH, 809 – 814.
30. Vratarić, M. i Sudarić, A. (2000.): Soja, Poljoprivredni institut, Osijek
31. Vratarić, M. i Sudarić, A. (2008.): Soja – *Glycine max* (L.) Merr., Poljoprivredni institut, Osijek
32. Vratarić, M., Sudarić, A., Duvnjak, T., Šunjić, K. (2010.): Agronomska vrijednost novih vrlo ranih sorata soje. Sjemenarstvo, 27 (1-2): 5-16.
33. Vukadinović, V., Vukadinović, V. (2011.): Ishrana bilja, Poljoprivredni fakultet u Osijeku
34. Wang, X., Pan, Q., Chen, F., Yan, X., Liao, H. (2011.): Effects of co-inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi and rhizobia on soybean growth as related to root architecture and availability of N and P. Mycorrhiza, 21(3), 173-181.
35. Wani, S. A., Chand, S., & Ali, T. (2013.): Potential use of *Azotobacter chroococcum* in crop production: an overview. Current Agriculture Research Journal, 1(1), 35-38.
36. ***Bugarić, S. (2015.): Tlo i mikorizne gljive. Dostupno na: <http://www.zdravasrbija.com/lat/Zemlja/Povrtarstvo/2041-Tlo-i-mikorizne-gljive.php> (pristupljeno 13. 10. 2020.)
37. ***Čolić, S. (2013.): Nevjerojatno otkriće – biljni svijet komunicira preko vlastite podzemne mreže. Dostupno na: <http://alternativazavas.com/index.php/clanak/article/mikoriza> (pristupljeno 13. 10. 2020.)
38. ***Državni hidrometeorološki zavod: <https://meteo.hr/> (pristupljeno 13.10.2020.)
39. ***Državni zavod za statistiku (2020.): PC-Axis baze podataka – Poljoprivreda, lov, šumarstvo i ribarstvo – Biljna proizvodnja. <<https://www.dzs.hr/>> (pristupljeno 6. srpnja 2020. godine)
40. ***AGROKLUB, <https://www.agroklub.com/ratarstvo/predsjetvena-bakterizacija-sjemeni-soje-preporucena-mjera-u-proljetnoj-sjetvi/49359/> (pristupljeno 10. 10. 2020.)

41. ***ARKOD preglednik, <http://preglednik.arkod.hr/ARKOD-Web/> (pristupljeno 10. 10. 2020.)
42. ***NS seme, <https://nsseme.com/proizvodi/soja/00-grupa-zrenja/> (pristupljeno 20. 10. 2020.).
43. ***Poljoprivredni institut Osijek (2020.). <https://www.poljinos.hr/proizvodi-usluge/soja-suncokret/soja/korana-i10/> (pristupljeno 10. 10. 2020.)

8. SAŽETAK

Cilj ovog istraživanja bio je opisati značaj bakterizacije sjemeni soje i upotrebe pripravaka mikoriznih gljiva u postrnoj sjetvi soje na OPG-u «Alduk» u 2020. godini. Postrna sjetva soje obavljena je 26. lipnja 2020. godine s dvije vrlo rane sorte (00 grupe dozrijevanja): Korana (Poljoprivredni Institut Osijek) i Merkur (NS seme, Srbija). Prije sjetve provedena je bakterizacija sjemeni (Nitrobakterin^S – Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek) ili dodatak pripravaka mikoriznih gljiva (VAM + *Azotobacter chroococcum* – Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek) te će se utvrditi utjecaj pripravaka na prinos i komponente prinosa soje u 2020. godini. Za određivanje komponenti prinosa iz svakog tretmana odabrano je po 20 biljaka koje su se zasebno analizirale. Ukupno je analizirano 120 pojedinačnih biljaka, a određene su: visina biljke (cm) i visina do prve mahune, broj plodnih etaža po biljci sa centralne stabljike, broj plodnih etaža ukupno na biljci, broj mahuna po biljci i masa sjemeni jedne biljke (g). Visina biljaka do prve plodne etaže iznosila je prosječno 7 cm, a varirala je od 5 cm (sorta Merkur uz tretman VAM+AC), do 9 cm (Korana na tretmanu NB). Broj plodnih etaža po biljci iznosio je prosječno 11 plodnih etaža na glavnoj, centralnoj stabljici, dok je ukupan broj plodnih etaža na biljci bio prosječno 16 plodnih etaža. Najmanje plodnih etaža na biljci imala je sorta Korana na tretmanu s Nitrobakterinom (14), a najviše plodnih etaža je imala opet sorta Korana, ali na tretmanu VAM+AC. Broj mahuna po biljci u ovom istraživanju iznosio je prosječno 42, pri čemu je masa sjemeni jedne biljke iznosila 10,48 g po biljci. Najveću masu sjemenki po biljci imala je soja sorte Korana i to na kontrolnom tretmanu (14,95 g po biljci). Sorta Korana je ujedno imala i najmanju masu sjemeni po biljci (7,07 g po biljci) uz aplikaciju Nitrobakterina^S. Prosječan prinos sjemeni soje u ovom istraživanju iznosio je 0,93 t/ha. Prema provedenom istraživanju sorta Korana je najbolji prinos imala na kontrolnom tretmanu (1,19 t/ha), zatim na tretmanu s mikoriznim gljivama i *Azotobacter chroococcum* (1,04 t/ha), a najmanji uz aplikaciju Nitrobakterina^S (0,84 t/ha). Sorta Merkur je imala najmanji prinos soje na kontrolnom tretmanu (0,69 t/ha), dok je dodatak Nitrobakterina^S i VAM pripravka uz *Azotobacter chroococcum* prinos soje povećan za oko 19 % uz Nitrobakterin^S, odnosno za oko 27 % uz VAM i *Azotobacter chroococcum*.

Ključne riječi: postrna sjetva, soja, bakterije, mikorize, komponente prinosa

9. SUMMARY

The aim of this study was to describe the importance of bacterization of soybean seeds and the use of preparations of mycorrhizal fungi in the sowing of soybeans on the family farm "Alduk" in 2020. Post-sowing of soybeans was done on June 26, 2020 with two very early varieties (00 maturity group): Korana (Agricultural Institute Osijek) and Merkur (NS seeds, Serbia). Before sowing, the seeds were bacterized (Nitrobacterin – Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek) or the addition of preparations of mycorrhizal fungi (VAM + *Azotobacter chroococcum* – Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek) and the impact of preparations on the yield and yield components of soybeans in 2020 was determined. To determine the yield components from each treatment, 20 plants were selected and analyzed separately. A total of 120 individual plants were analyzed, and the following were determined: plant height (cm) and height to the first pod, number of fertile branches per plant from the central stem, number of fertile branches per plant, number of pods per plant and seed weight of one plant (g). The height of the plants up to the first fertile floor was on average 7 cm, and varied from 5 cm (Mercury variety with VAM + AC treatment), to 9 cm (Korana on NB treatment). The number of fertile branches per plant averaged 11 fertile branches on the main, central stem, while the total number of fertile branches per plant averaged 16 fertile floors. The Korana variety had the least fertile branches on the plant in the treatment with Nitrobacterin (14), and the Korana variety had the most fertile branches again, but in the VAM + AC treatment. The number of pods per plant in this study averaged 42, with the seed weight of one plant being 10.48 g per plant. The highest mass of seeds per plant had the strain of the Korana variety on the control treatment (14.95 g per plant). The Korana variety also had the lowest seed weight per plant (7.07 g per plant) with the application of Nitrobacterin. According to the research of the Korana variety, the highest yield was on the control treatment (1.19 t/ha), followed by the treatment with VAM + *Azotobacter chroococcum* (1.04 t/ha), and the lowest with the application of Nitrobacterin (0.84 t/ha). The Merkur variety had the lowest soybean yield on the control treatment (0.69 t/ha), while with Nitrobacterin and VAM + *Azotobacter chroococcum* soybean yield increased by about 19% with Nitrobacterin and about 27% with VAM + *Azotobacter chroococcum*.

Key words: *post - sowing, soybean, bacteria, mycorrhizae, yield components*

10. PRILOZI

Tablica 7. Komponente prinosa sorte soje Korana (Poljoprivredni institut Osijek) u tretmanu bez primjene bioloških pripravaka - kontrola (Korana K) u postrnoj sjetvi 2020. godine na OPG-u „Alduk“

Biljka broj	Visina biljke (cm)	Visina do prve mahune (cm)	Broj plodnih etaža centralne stabljike	Broj plodnih etaža ukupno na biljci	Broj mahuna po biljci	Masa sjemena po biljci (g)
1.	52	8	13	21	98	34,95
2.	57	2	15	21	70	21,51
3.	42	9	7	7	14	3,1
4.	52	5	10	15	47	9,34
5.	56	5	12	17	51	13,67
6.	46	7	11	20	46	12,02
7.	45	5	7	14	34	9,04
8.	53	6	8	12	38	8,03
9.	59	2	15	20	91	32,48
10.	61	2	15	15	52	20,26
11.	60	5	13	17	74	23,86
12.	54	5	11	15	44	11,68
13.	61	6	12	20	78	25,78
14.	51	9	11	21	50	11,29
15.	58	7	12	19	51	11,83
16.	61	9	11	22	64	18,26
17.	46	3	8	8	27	6,57
18.	44	6	9	12	21	5,84
19.	57	10	11	17	56	14,1
20.	50	12	8	10	28	5,48
Prosjek	53	6	11	16	52	14,95

Tablica 8. Komponente prinosa sorte soje Korana (Poljoprivredni institut Osijek) u tretmanu Nitrobakterina^S (Korana NB) u postrnoj sjetvi 2020. godine na OPG-u „Alduk“

Biljka broj	Visina biljke (cm)	Visina do prve mahune (cm)	Broj plodnih etaža centralne stabljike	Broj plodnih etaža ukupno na biljci	Broj mahuna po biljci	Masa sjemena po biljci (g)
1.	53	5	11	15	28	7,88
2.	40	10	6	6	11	2,26
3.	41	22	5	10	22	5,4
4.	55	13	9	14	28	5,23
5.	44	5	9	12	16	5,64
6.	52	11	11	20	45	10,52
7.	50	14	11	24	56	11,53
8.	42	13	7	12	26	6,86
9.	40	8	7	12	19	3,49
10.	46	19	5	9	15	2,62
11.	52	11	12	29	82	18,64
12.	47	4	11	17	59	4,48
13.	52	7	10	14	35	6,86
14.	42	8	10	10	22	6,68
15.	47	7	9	9	20	4,68
16.	46	6	9	12	23	4,66
17.	49	3	13	18	46	8,92
18.	50	4	11	18	39	7,99
19.	51	6	10	12	26	6,19
20.	47	5	10	14	37	10,88
Prosjek	47	9	9	14	33	7,07

Tablica 9. Komponente prinosa sorte soje Korana (Poljoprivredni institut Osijek) u tretmanu mikoriznih gljiva i *Azotobacter choococcum* (Korana VAM + AC) u postroj sjetvi 2020. godine na OPG-u „Alduk“

Biljka broj	Visina biljke (cm)	Visina do prve mahune (cm)	Broj plodnih etaža centralne stabljike	Broj plodnih etaža ukupno na biljci	Broj mahuna po biljci	Masa sjemena po biljci (g)
1.	50	11	10	16	38	9,98
2.	54	4	14	29	90	27,58
3.	51	3	15	29	121	40,03
4.	46	7	9	14	29	7,27
5.	40	8	10	10	23	5,68
6.	54	7	13	16	36	7,94
7.	49	5	13	14	29	5,72
8.	44	8	9	17	34	10,34
9.	45	3	10	10	21	7,76
10.	45	3	11	18	41	13,64
11.	48	3	11	11	32	8,96
12.	42	10	7	14	22	4,19
13.	46	4	12	14	41	11,88
14.	40	6	9	9	17	4
15.	48	11	13	27	62	13,99
16.	42	6	8	8	12	2,56
17.	46	11	11	28	66	13,99
18.	57	8	15	37	69	23,79
19.	55	7	12	24	94	21,24
20.	55	5	12	12	32	8,43
Prosjek	48	6	11	18	45	12,45

Tablica 10. Komponente prinosa sorte soje Merkur (NS Seme, Srbija) na kontroli (Merkur - kontrola) u postrnoj sjetvi 2020. godine na OPG-u „Alduk“

Biljka broj	Visina biljke (cm)	Visina do prve mahune (cm)	Broj plodnih etaža centralne stabljike	Broj plodnih etaža ukupno na biljci	Broj mahuna po biljci	Masa sjemena po biljci (g)
1.	53	4	12	22	54	12,55
2.	48	7	10	15	37	8,4
3.	52	8	12	12	25	4,3
4.	51	4	9	22	38	8,89
5.	53	11	9	14	34	7,15
6.	54	7	17	27	57	10,33
7.	45	7	10	10	22	7,09
8.	65	5	16	16	55	14,62
9.	54	7	11	16	39	8,31
10.	53	8	10	18	42	8,61
11.	41	10	7	7	15	2,89
12.	49	6	11	14	41	9,12
13.	48	4	11	11	25	4,6
14.	50	8	7	9	23	3,7
15.	48	7	9	9	22	4,69
16.	55	3	13	22	60	15,62
17.	56	7	11	17	57	12,16
18.	60	13	12	21	50	11,01
19.	51	10	9	13	36	7,32
20.	61	12	9	18	57	14,02
Prosjek	52	7	11	16	39	8,77

Tablica 11. Komponente prinosa sorte soje Merkur (NS Seme, Srbija) u tretmanu Nitrobakterina^S (Merkur NB) u postrnoj sjetvi 2020. godine na OPG-u „Alduk“

Biljka broj	Visina biljke (cm)	Visina do prve mahune (cm)	Broj plodnih etaža centralne stabljike	Broj plodnih etaža ukupno na biljci	Broj mahuna po biljci	Masa sjemena po biljci (g)
1.	56	3	12	17	49	12,72
2.	53	11	10	10	25	4,33
3.	60	5	13	15	46	10,65
4.	50	4	10	10	33	8,14
5.	53	4	10	24	73	17,8
6.	52	4	10	15	38	8,41
7.	42	2	11	16	48	12,59
8.	41	7	9	16	45	8,46
9.	57	2	12	12	45	14,89
10.	50	10	9	9	18	4,8
11.	50	6	10	12	23	5,01
12.	61	4	14	20	71	18,55
13.	56	6	10	17	42	10,82
14.	61	5	13	20	76	22,62
15.	63	11	11	17	64	15,07
16.	57	4	11	19	72	21,41
17.	58	6	12	17	45	11,82
18.	63	9	12	18	44	13,89
19.	50	8	8	8	22	6,39
20.	61	6	13	19	48	14,55
Prosjek	55	6	11	16	46	12,15

Tablica 12. Komponente prinosa sorte soje Merkur (NS Seme, Srbija) u tretmanu mikoriznih gljiva i *Azotobacter choococcum* (Merkur VAM + AC) u postrnoj sjetvi 2020. godine na OPG-u „Alduk“

Biljka broj	Visina biljke (cm)	Visina do prve mahune (cm)	Broj plodnih etaža centralne stabljike	Broj plodnih etaža ukupno na biljci	Broj mahuna po biljci	Masa sjemena po biljci (g)
1.	54	4	14	29	67	18,54
2.	47	5	11	17	36	8,89
3.	54	6	10	15	37	9,04
4.	50	6	9	12	30	7,75
5.	52	6	14	49	86	29,64
6.	46	5	8	8	13	3,7
7.	47	4	12	16	28	7,3
8.	56	9	12	12	32	3,04
9.	52	8	8	8	19	3,7
10.	54	4	14	33	70	19,31
11.	52	3	15	24	48	13,39
12.	58	5	11	14	23	5,86
13.	59	9	12	12	32	6,75
14.	51	4	9	12	31	10,15
15.	47	2	10	17	52	14,49
16.	52	7	8	12	30	7,51
17.	51	4	10	13	28	5,32
18.	41	2	6	12	18	4,21
19.	50	4	10	14	32	7,31
20.	52	5	9	9	25	6,57
Prosjek	51	5	11	17	37	9,62

11. POPIS TABLICA

Broj tablice	Naslov tablice	Stranica
Tablica 1.	Višegodišnji prosjek temperatura (°C) po dekadama za postaju Gradište (1999. – 2018.) (DHMZ, 2020.)	23.
Tablica 2.	Višegodišnji prosjek ukupnih oborina (mm) po dekadama za postaju Gradište (1999. – 2018.) (DHMZ, 2020.)	23.
Tablica 3.	Temperatura zraka (°C) u 2020. godini po dekadama za postaju Gradište	24.
Tablica 4.	Količina oborina (mm) u 2020. godini po dekadama za postaju Gradište	24.
Tablica 5.	Komponente prinosa postrne soje prema tretmanima na OPG-u „Alduk“ u 2020. godini	31.
Tablica 6.	Prinos sjemena postrne soje ovisno o tretmanima na OPG-u „Alduk“ u 2020. godini	34.
Tablica 7.	Komponente prinosa sorte soje Korana (Poljoprivredni institut Osijek) u tretmanu bez primjene bioloških pripravaka – kontrola (Korana K) u postrnoj sjetvi 2020. godine na OPG-u „Alduk“	51.
Tablica 8.	Komponente prinosa sorte soje Korana (Poljoprivredni institut Osijek) u tretmanu Nitrobakterina ^S (Korana NB) u postrnoj sjetvi 2020. godine na OPG-u „Alduk“	52.
Tablica 9.	Komponente prinosa sorte soje Korana (Poljoprivredni institut Osijek) u tretmanu mikoriznih gljiva i <i>Azotobacter choococcum</i> (Korana VAM + AC) u postrnoj sjetvi 2020. godine na OPG-u „Alduk“	53.
Tablica 10.	Komponente prinosa sorte soje Merkur (NS Seme, Srbija) na kontroli (Merkur - kontrola) u postrnoj sjetvi 2020. godine na OPG-u „Alduk“	54.
Tablica 11.	Komponente prinosa sorte soje Merkur (NS Seme, Srbija) u tretmanu Nitrobakterina ^S (Merkur NB) u postrnoj sjetvi 2020. godine na OPG-u „Alduk“	55.
Tablica 12.	Komponente prinosa sorte soje Merkur (NS Seme, Srbija) u tretmanu mikoriznih gljiva i <i>Azotobacter choococcum</i> (Merkur VAM + AC) u postrnoj sjetvi 2020. godine na OPG-u „Alduk“	56.

12. POPIS SLIKA

Broj slike	Naslov slike	Stranica
Slika 1.	Stabljika soje u žetvi	4.
Slika 2.	Mahune soje u žetvi	5.
Slika 3.	Sjetva postrne soje	9.
Slika 4.	Žetva soje	10.
Slika 5.	Razlika u građi između ektomikorize i endomikorize	19.
Slika 6.	Postrna soja na OPG-u „Alduk“ u 2020. godini	21.
Slika 7.	Obradive površine OPG-a „Alduk“	22.
Slika 8.	Pripravak Nitrobakterin ^S	25.
Slika 9.	Pripravak VAM i <i>Azotobacter chroococcum</i>	25.
Slika 10.	Prikupljeni uzorci soje u žetvi	27.
Slika 11.	Određivanje visine biljke	29.
Slika 12.	Čišćenje sjemena iz mahuna	30.

13. POPIS GRAFIKONA

Broj grafikona	Naslov grafikona	Stranica
Grafikon 1.	Površine (ha) i prinos soje ($t\ ha^{-1}$) u Republici Hrvatskoj	2.
Grafikon 2.	Povezanost broja mahuna po biljci i ukupnog broja plodnih etaža kod sorte Korana-prosjek svih tretmana (N=60)	32.
Grafikon 3.	Povezanost broja mahuna po biljci i ukupnog broja plodnih etaža kod sorte Merkur-prosjek svih tretmana (N=60)	33.
Grafikon 4.	Povezanost mase sjemena po biljci i ukupnog broja plodnih etaža kod sorte Korana-prosjek svih tretmana (N=60)	33.
Grafikon 5.	Povezanost mase sjemena po biljci i ukupnog broja plodnih etaža kod sorte Merkur-prosjek svih tretmana (N=60)	34.
Grafikon 6.	Visina biljaka i visina soje do prve mahune (cm) u postrnoj sjetvi soje na OPG-u „Alduk“ 2020. godine ovisno o tretmanu	37.
Grafikon 7.	Masa sjemena po biljci ovisno o tretmanu na OPG-u „Alduk“ u 2020. godini	38.
Grafikon 8.	Masa 1 000 zrna soje ovisno o tretmanu na OPG-u „Alduk“ u 2020. godini	39.
Grafikon 9.	Prinos zrna soje(t/ha) ovisno o tretmanu na OPG-u „Alduk“ u 2020. godini	40.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek
Diplomski sveučilišni studij Bilinogojstvo, smjer Biljna proizvodnja

Diplomski rad

Značaj bakterizacije sjemena i mikoriznih gljiva u postrnoj sjetvi soje na OPG-u „Alduk“ 2020. godine

Helena Alduk

Sažetak: Cilj ovog istraživanja bio je opisati značaj bakterizacije sjemena soje i upotrebe pripravaka mikoriznih gljiva u postrnoj sjetvi soje na OPG-u „Alduk“ u 2020. godini. Postrna sjetva soje obavljena je 26. lipnja 2020. godine s dvije vrlo rane sorte (00 grupe dozrijevanja): Korana (Poljoprivredni Institut Osijek) i Merkur (NS seme, Srbija). Prije sjetve provedena je bakterizacija sjemena (Nitrobakterin^S – Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek) ili dodatak pripravaka mikoriznih gljiva (VAM + *Azotobacter chroococcum* – Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek) te će se utvrditi utjecaj pripravaka na prinos i komponente prinosa soje u 2020. godini. Za određivanje komponenti prinosa iz svakog tretmana odabrano je po 20 biljaka koje su se zasebno analizirale. Ukupno je analizirano 120 pojedinačnih biljaka, a određene su: visina biljke (cm) i visina do prve mahune, broj plodnih etaža po biljci sa centralne stabljike, broj plodnih etaža ukupno na biljci, broj mahuna po biljci i masa sjemena jedne biljke (g). Visina biljaka do prve plodne etaže iznosila je prosječno 7 cm, a varirala je od 5 cm (sorta Merkur uz tretman VAM + *Azotobacter chroococcum*), do 9 cm (Korana na tretmanu NB). Broj plodnih etaža po biljci iznosio je prosječno 11 plodnih etaža na glavnoj, centralnoj stabljici, dok je ukupan broj plodnih etaža na biljci bio prosječno 16 plodnih etaža. Najmanje plodnih etaža na biljci imala je sorta Korana na tretmanu s Nitrobakterinom^S (14), a najviše plodnih etaža je imala opet sorta Korana, ali na tretmanu VAM + *Azotobacter chroococcum*. Broj mahuna po biljci u ovom istraživanju iznosio je prosječno 42, pri čemu je masa sjemena jedne biljke iznosila 10,48 g po biljci. Najveću masu sjemenki po biljci imala je soja sorte Korana i to na kontrolnom tretmanu (14,95 g po biljci). Sorta Korana je ujedno imala i najmanju masu sjemena po biljci (7,07 g po biljci) uz aplikaciju Nitrobakterina^S. Prema provedenom istraživanju sorta Korana je najbolji prinos imala na kontrolnom tretmanu (1,19 t/ha), zatim na tretmanu s mikoriznim gljivama i *Azotobacter chroococcum* (1,04 t/ha), a najmanji uz aplikaciju Nitrobakterina^S (0,84 t/ha). Sorta Merkur je imala najmanji prinos soje na kontrolnom tretmanu (0,69 t/ha), dok je dodatak Nitrobakterina^S i VAM + *Azotobacter chroococcum* prinos soje povećan za oko 19 % uz Nitrobakterin^S, odnosno za oko 27 % uz VAM + *Azotobacter chroococcum*.

Rad je izrađen pri: Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Mentor: dr.sc. Ivana Varga

Broj stranica: 59

Broj grafikona i slika: 21

Broj tablica: 12

Broj literaturnih navoda: 43

Broj priloga: 6

Jezik izvornika: hrvatski

Ključne riječi: postrna sjetva, soja, bakterije, mikorize, komponente prinosa

Datum obrane:

Stručno povjerenstvo za obranu:

1. Prof. dr. sc. Manda Antunović, predsjednica
2. Dr. sc. Ivana Varga, mentorica
3. Prof. dr. sc. Suzana Kristek, članica

Rad je pohranjen u: Knjižnici Fakulteta agrobiotehničkih znanosti u Osijeku, Sveučilištu u Osijeku, Vladimira Preloga 1

BASIC DOCUMENTATION CARD

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

Graduate thesis

The importance of bacterization and mycorrhizal fungi in second crop soybean production on the family farm „Alduk“ in 2020.

Helena Alduk

Abstract: The aim of this study was to describe the importance of bacterization of soybean seeds and the use of preparations of mycorrhizal fungi in the sowing of soybeans on the family farm "Alduk" in 2020. Post-sowing of soybeans was done on June 26, 2020 with two very early varieties (00 maturity group): Korana (Agricultural Institute Osijek) and Merkur (NS seeds, Serbia). Before sowing, the seeds were bacterized (Nitrobacterin – Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek) or the addition of preparations of mycorrhizal fungi (VAM + *Azotobacter chroococcum* – Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek) and the impact of preparations on the yield and yield components of soybeans in 2020 was determined. To determine the yield components from each treatment, 20 plants were selected and analyzed separately. A total of 120 individual plants were analyzed, and the following were determined: plant height (cm) and height to the first pod, number of fertile floors per plant from the central stem, number of fertile floors per plant, number of pods per plant and seed weight of one plant (g). The height of the plants up to the first fertile floor was on average 7 cm, and varied from 5 cm (Mercury variety with VAM + AC treatment), to 9 cm (Korana on NB treatment). The number of fertile floors per plant averaged 11 fertile floors on the main, central stem, while the total number of fertile floors per plant averaged 16 fertile floors. The Korana variety had the least fertile floors on the plant in the treatment with Nitrobacterin (14), and the Korana variety had the most fertile floors again, but in the VAM + AC treatment. The number of pods per plant in this study averaged 42, with the seed weight of one plant being 10.48 g per plant. The highest mass of seeds per plant had the strain of the Korana variety on the control treatment (14.95 g per plant). The Korana variety also had the lowest seed weight per plant (7.07 g per plant) with the application of Nitrobacterin. According to the research of the Korana variety, the highest yield was on the control treatment (1.19 t/ha), followed by the treatment with VAM + *Azotobacter chroococcum* (1.04 t/ha), and the lowest with the application of Nitrobacterin (0.84 t/ha). The Merkur variety had the lowest soybean yield on the control treatment (0.69 t/ha), while with Nitrobacterin and VAM + *Azotobacter chroococcum* soybean yield increased by about 19% with Nitrobacterin and about 27% with VAM + *Azotobacter chroococcum*.

Thesis performed at: Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

Mentor: PhD Ivana Varga

Number of pages: 59

Number of figures: 21

Number of tables: 12

Number of references: 43

Number of appendices: 6

Original in: Croatian

Key words: post - sowing, soybean, bacteria, mycorrhizae, yield components

Thesis defended on date:

Reviewers:

1. PhD Manda Antunović, Professor – tenure, president
2. PhD Ivana Varga, Postdoctoral researcher, supervisor
3. PhD Suzana Kristek, Professor, member

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