

PRIMJENA MIKORIZINIH GLJIVA U UZGOJU PRESADNICA RAJČICE (*Solanum lycopersicum* L.)

Farkaš, Katarina

Undergraduate thesis / Završni rad

2018

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **The Polytechnic of Rijeka / Veleučilište u Rijeci**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:125:392045>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-22**



Repository / Repozitorij:

[Polytechnic of Rijeka Digital Repository - DR PolyRi](#)



VELEUČILIŠTE U RIJECI

Katarina Farkaš

PRIMJENA MIKORIZINIH GLJIVA U UZGOJU PRESADNICA RAJČICE (*Solanum lycopersicum L.*)

(završni rad)

Rijeka, 2018.

VELEUČILIŠTE U RIJECI

Poljoprivredni odjel

Stručni studij Mediteranska poljoprivreda

PRIMJENA MIKORIZINIH GLJIVA U UZGOJU PRESADNICA RAJČICE (*Solanum lycopersicum L.*)

(završni rad)

MENTOR

dr. sc. Smiljana Goreta Ban, prof.v.š.

STUDENT

Katarina Farkaš

MBS: 2421000016/15

Rijeka, lipanj 2018.

VELEUČILIŠTE U RIJECI

Poljoprivredni odjel

Rijeka, 20.04.2018.

ZADATAK za završni rad

Pristupniku Katarina Farkaš MBS: 2421000016/15

Studentu stručnog studija Mediteranska poljoprivreda izdaje se zadatak za završni rad – tema završnog rada pod nazivom:

Primjena mikorizinih gljiva u uzgoju presadnica rajčice (*Solanum lycopersicum L.*)

Sadržaj zadatka:

U svrhu izrade završnog rada provest će se istraživanje u kojem će pratiti utjecaj primjene mikorizinih gljiva na rast presadnica rajčice. Studentica će posijati sjeme rajčice koje nije sterilizirano ili je prethodno sterilizirano rimjenom H_2O_2 u kontejnere s različitim volumenom lončića. Utjecaj primjenjenih tretmana ocijeniti će se praćenjem vegetativnih svojstava biljke (visina, broj listova, masa, svojstva korijena, % mikoriziranosti i sl.) u fazi kada presadnice budu spremne za sadnju u polje.

Studentica će u svom završnom radu obraditi tehnologiju uzgoja presadnica rajčice te kratko opisati ulogu mikoriza u proizvodnji rajčice.

Preporuka:

Rad obraditi sukladno odredbama Pravilnika o završnom radu Veleučilišta u Rijeci

Zadano: 20.04.2018.

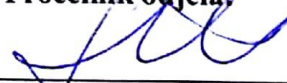
Predati do: 30.06.2018.

Mentor:



dr. sc. Smiljana Goreta Ban, prof.v.š.

Pročelnik odjela:




dr. sc. Mario Staver, prof. v. š.

Zadatak primio dana: 01.03.2018.

Dostavlja se:

- mentoru
- pristupniku


Katarina Farkaš

IZJAVA

Izjavljujem da sam završni rad pod naslovom Primjena mikorizinih gljiva u uzgoju presadnica rajčice (*Solanum lycopersicum L.*) izradila samostalno pod nadzorom i uz stručnu pomoć mentora dr. sc. Smiljane Goreta Ban, prof.v.š.

Katarina Farkaš



SAŽETAK:

Kako bi se poboljšala kvaliteta presadnica rajčice, smanjile potrebe gnojidbe i navodnjavanja te što više zaštitile od patogenih mikroorganizama, štetnika i nametnika pristupa se mogućem rješenju- mikoriziranju korijena. Mikoriza kao simbioza biljke i gljive se može ostvariti prilikom proizvodnje presadnica i to miješanjem inokulata sa supstratom. U ovom radu je obrađen teorijski učinak mikorize na vegetativni rast nadzemnog dijela i te ostali njezini pozitivni učinci na presadnice. Praktično su uzgojene presadnice hibridnog sjemena rajčice "Red Valley F1" u mikoriziranom i nemikoriziranom supstratu te su rezultati uspoređeni. Jedan dio sjemena je bio tretiran 10 %-im vodikovim peroksidom te je jedna polovica presadnica uzgojena u kontejnerima manjeg a drugi dio većeg volumena. Na nadzemnim dijelovima presadnice su mjereni su sljedeći parametri: visina i promjer stabljike, broj i ukupna površina listova, kalijevi i nitratni ioni te relativni sadržaj klorofila u listovima, te ukupna masa nadzemnih dijelova. Kod korijena su također provedena mjerenja; masa korijena, duljina, promjer i njegova površina te postotak mikoriziranosti korijena. Nakon obrade rezultata mjerenja spomenutih parametara, vidljiva je važnost veličine uzgojnih posuda te djelovanje mikorizinih gljivica u uzgoju presadnice rajčice.

Ključne riječi: Rajčica, presadnice, mikoriza, simbioza, korijen.

SADRŽAJ:

1. UVOD.....	1
2. PREGLED LITERATURE.....	2
2.1. RAJČICA (<i>Solanum lycopersicum</i> L.)	2
2.1.1. Morfološka i biološka svojstva rajčice	2
2.1.2. Agroekološki uvjeti za uzgoj rajčice	3
2.1.3. Proizvodnja presadnica rajčice	4
2.2. MIKORIZA	7
2.2.1. Ektomikoriza.....	8
2.2.2. Endomikoriza.....	9
3. MATERIJALI I METODE.....	13
3.1. Biljni materijal	13
3.2. Supstrat	14
3.3. Inokulum.....	15
3.4. Uzgojne posude	15
3.5. Metode istraživanja.....	16
3.5.1. Inokuliranje i sjetva	16
3.5.2. Vegetativna mjerenja presadnica	19
3.5.3. Digitalna mjerenja nadzemnih dijelova i korijenja presadnica.....	22
3.5.4. Metoda provjere mikoriziranosti korijena	23
4. REZULTATI	24
4.1. Visina i promjer stabljike, broj listova i površina listova.....	24
4.2. Broj i površina listova.....	26
4.3. Masa suhog nadzemnog dijela i suhog korijena	27

4.4. Površina i ukupnaduljina korijena	28
4.5. Promjer korijena i postotak mikoriziranosti korijena	29
4.6. Relativni sadržaj klorofila, kalijevi i nitratni ioni sadržani u listovima	30
5. RASPRAVA.....	32
6. ZAKLJUČAK.....	33
POPIS LITERATURE:.....	34
POPIS KRATICA:.....	35
POPIS SLIKA:.....	35
POPIS TABLICA:	36

1.UVOD

Rajčica se u svijetu i kod nas koristi u velikim količinama i iz godine u godinu potrošnja se povećava. Može se koristiti kao svježa namirnica, kao prerađevina i kao koncentrat. Kultura je to koja zahtjeva jako puno sunca, više temperature, dovoljno vode i hranjiva. S većom potrebom i proizvodnjom dovodi se do monokulturnog uzgoja s previše gnojidbe mineralnim gnojivima. Iako ona kao kultura dobro podnosi samu sebe, s vremenom se tlo osiromašuje, degradira te se talože toksični metali i soli. Kako bi se smanjila potreba za gnojidbom, ali i navodnjavanjem nailazi se na moguće rješenje mikoriziranja korijena rajčice. Mikoriza je simbioza biljke i gljive u kojoj oba simbionta imaju koristi. Gljiva biljci pomaže prebroditi razne stresove kao što su stres od suše, od nakupljenih toksičnih elemenata, štiti ju od patogena iz tla i pomaže joj u ishrani. Biljka njoj zauzvrat predaje svoje produkte fotosinteze tj. asimilate. Postoji 7 vrsta mikoriza, a za rajčicu je značajna endomikoriza koja prodire u njezin korijen i stvara mjesto gdje će se te tvari izmjeniti i njihova simbioza ostvariti. Takva simbioza rajčici ostvaruje bolje uvjete za rast, razvoj i kvalitetu što vegetativnih dijelova, a tako i na posljertku njezinih plodova.

Cilj ovog rada je utvrđivanje djelovanja mikorizinih gljiva prilikom proizvodnje presadnice industrijske rajčice u odnosu na presadnice uzgojene u istim uvjetima, ali bez mikorize u supstratu.

Rad je osmišljen tako da je u prvom dijelu teorijski obrađena rajčica kao kultura, njezini agrotehnički i biološki zahtjevi, postupak proizvodnje presadnica rajčice i mikoriza (vrste i djelovanje). U drugom dijelu rada je opisan praktični dio pokusa, ispisani su i interpretirani rezultati te je na kraju donesen zaključak na osnovu tih rezultata.

2. PREGLED LITERATURE

2.1. RAJČICA (*Solanum lycopersicum* L.)

Rajčica (*Solanum lycopersicum* L. sin. *Solanum esculentum* Mill.) spada u porodicu pomoćnica (*Solanaceae*). Podrijetlom je iz Južne Amerike s područja današnjeg Perua. Kod nas u Europi se dugo uzgajala kao ornamentalna biljka sve do 20. stoljeća kadase uzgoj naglo povećava i to za prehrambene svrhe. Danas je rajčica jedna od najraširenijih povrtnih kultura, 2012. godine je zauzela jedanaesto mjesto od ukupne poljoprivredne proizvodnje (Županić, 2015.) U svijetu je glavni proizvođač Kina, a u Europi se najviše uzgaja u zemljama Mediterana kao što su Italija, Španjolska, Grčka i Francuska zbog povoljne klime. U sjevernim zemljama se također uspješno uzgaja zahvaljujući zaštićenim prostorima. Kod nas se rajčica najviše uzgaja u Dubrovačko-neretvanskoj županiji u kojoj se postižu i najveći prinosi. Velike površine pod rajčicom nalaze se u Istarskoj županiji, a proizvodnja je uglavnom namijenjena preradi. Prosječni prinos rajčice prema podacima DZS-a u razdoblju od 2000. do 2015. godine bila je oko 31.000 tona. Veći dio prinosa (66%) iz proizvodnje je namijenjen tržištu, a jedna trećina je dolazila s povrtnjaka (Grgić, 2016).

2.1.1. Morfološka i biološka svojstva rajčice

Rajčica je jednogodišnja zeljasta biljka, a ako se uzgaja u izuzetno povoljnim uvjetima može biti i dvogodišnja biljka. Korijen joj se razvija do 1 m dubine i 1,5 m širine, ali glavina korijena jena 30 cm dubine. Grananje počinje rano i ima sposobnost stvaranja adventivnog korijenja na stabljici (Lešić i sur., 2002).

Stabljika je zeljasta i prekrivena dlačicama te zbog nedostatka sklerenhima težina lišća i plodova uzrokuju polijeganje. Prema načinu rasta, stabljika može biti indeterminantna i determinantna. Indeterminantni tip ili visoki tip naraste i do nekoliko metara, odnosno vegetativni vrh je aktivan dok ima povoljne uvjete za rast. Determinantni, niski ili grmasti tip

naraste do 1 m, a na vrhu završava s cvatom, a svi plodovi ovog tipa dozrijevaju u isto vrijeme pa je time ovaj tip pogodan za jednokratnu berbu (Lešići sur., 2002).

List je neparno perast, s dugom peteljkom, liske su romboidne, nazubljene i dlakave. Cvat je grozd, a prvi cvat se pojavljuje na stabljici nakon 5-9 listova. Cvijet je dvospolan i pentameran, a plod je višesjemena mesnata boba koja se sastoji od mesa, pulpe, želatinoznog tkiva i sjemena. Može biti različite boje: crvene, žute, narančaste ili ljubičaste, te različitih oblika: okruglospljošten gladak, okruglospljošten rebrast, okrugao malo spljošten, okrugao (kuglasti), okrugli malo izdužen, sroliki, cilindrični, kruškoliki ili šljivoliki. Sjemenke su ovalno spljoštene i mogu biti do 5 mm dužine, 4 mm širine i do 2 mm debljine, a prekrivene su gustim dlačicama. Jedan gram sjemenki sadrži 250-350 sjemenki te one mogu zadržati dobru klijavost više godina (Lešići sur., 2002).

2.1.2. Agroekološki uvjeti za uzgoj rajčice

Tlo za uzgoj rajčice treba biti rahlo, dobre strukture, plodno te neutralne do slabo kisele reakcije (pH 6,0-6,5). Za klijanje sjemena rajčice potrebna je minimalna temperatura od 10°C, a optimalne temperature se kreću od 20 do 25°C. Kasnije, za rast i razvoj potrebna je temperatura između 18 i 22°C. Kritična maksimalna temperatura je oko 32 °C, a letalne temperature su joj 50°C i -2°C. Tijekom noći i oblačnih dana neophodne su niže temperature (optimalno je da su niže za 7°C od dnevnih). Tijekom dana rajčica za rast, razvoj i zriobu ima visoke zahtjeve prema svjetlosti (optimalno oko 35 000 luksa). Rajčica je kultura koja ima srednje zahtjeve za vodom, ovisno o fenofazi, PVK treba iznositi 70-80%, a relativna vlažnost zraka između 65 i 70%. (Lešić i sur., 2002).

2.1.3. Proizvodnja presadnica rajčice

Prednosti uzgoja presadnica u odnosu na izravnu sjetvu na otvorenom su višestruke. Prva od njih je produljenje razdoblja plodonošenja na otvorenom te bolje iskorištenje kapaciteta rodnosti kultivara. Osim toga, utrošak potrebnog sjemena po jedinici površine se smanjuje (150-200 g/ha) (Lešić i sur., 2002), što ima veliku važnost ako se sije hibridno sjeme koje je poprilično skupo. Također, tako uzgojene presadnice imaju potpuno pravilan i jednak vegetacijski prostor što omogućuje ujednačen porast biljaka i visoku ujednačenost presadnica.

Presadnice se uzgajaju u zaštićenim prostorima kao što su plastenici i staklenici uz djelomičnu ili potpunu mehanizaciju radnih procesa. Takvi zaštićeni prostori moraju imati mogućnost zagrijavanja i održavanja optimalne temperature tijekom čitavog perioda uzgoja te moraju imati mogućnost provjetravanja zbog reguliranja temperature i vlažnosti zraka. Za uzgoj presadnica osim zaštićenog prostora potrebno je imati i linije za punjenje supstrata u kontejnere, sijačice za sjetvu, stroj za mehaničko pikiranje mladih biljčica te komoru za naklijavanje (Parađiković, 2009).

Za uzgoj presadnica rajčice u kontejnerima koriste se supstrati dobre vododržnosti, povoljnog vodozračnog odnosa te sadržaja osnovnih hranjivih tvari dovoljnih za rast i razvoj presadnica. Takvi supstrati su sterilizirani vodenom parom i stoga ne sadrže patogene mikroorganizme niti ličinke štetnika koji bi uzrokovali polijeganje presadnica ili štete na mladim biljkama. Isto tako u sebi ne sadrže ni sjemenke korova koje bi mogle proklijati i time konkurirati presadnicama za hranjiva i vodu. Kontejneri se mogu puniti ručno ili pomoću strojeva, te se supstrat malo pritisne da se slegne i blago se utiskuje mjesto gdje će se staviti sjeme rajčice.

Sjetva se vrši ručno ili automatski pomoću sijačica u različite tipove lončića, s više ili manje sjetvenih mjesta čime se omogućuje presađivanje s grudom supstrata. Presađivanje presadnica s grudom supstrata smanjuje stresove prilikom presađivanja na polje za razliku od onih s golim korijenom. Puno lakše se primaju, a mogu se presađivati tijekom cijelog dana (Parađiković, 2009).

Zbog racionalnijeg iskorištenja grijanog prostora tijekom rane proizvodnje, krajem siječnja ili u veljači, sije se gusto u sandučiće (oko 2000 biljaka/m²) ili u kontejnere s većim brojem sjetvenih mjesta. Kada se otvaraju kotiledoni ili se pojave prvi listići biljčice se pikiraju u kontejnere s manjim brojem sjetvenih mjesta ali većeg volumena (400-450 sjetvenih mjesta) ili u lonce do 500cm³. Za kasniji uzgoj može se izravno sijati u lončiće čiji volume ovisi o željenoj veličini presadnice (Matotan, 2008.).

Nakon obavljene sjetve, kontejneri se površinski u tankom sloju prekrivaju vermikulitom koji zbog svoje izrazite higroskopičnosti zadržava vlagu i time sprječava prebrzo isušivanje supstrata. Osim navedenog vermikulit ima i dobre termičke osobine, čime zadržava toplinu i sprječava zbijanje supstrata pa time osigurava brže i jednoličnije nicanje.

Kako bi sjeme što brže proklijalo kontejneri se stavljaju u komore za naklijavanje u kojima se u tami održava optimalna temperatura od 20 do 25°C kroz nekoliko dana (5-10 dana) (Gerber, 2016). Kada biljčice niknu, presadnice se premjeste u zaštićeni prostor i pojavom prvog listića (10-15 dana) se pikiraju u veće lončiće. Temperaturose tada smanjuje na 11 do 13°C kroz 10-20 dana, odnosno dok se ne razvije drugi list (što je slabije osvjetljenje to se dulje održava niža temperatura). Niže temperature potiču veći rast kotiledona, debljanje stabljike, uzrokuju manji broj listova do prvog cvata i veći broj cvjetova na prvom i drugom cvatu .

Pikirane presadnice ranije formiraju plodove koji su u pravilu krupniji pa je i ukupni prinos po biljci veći. Ručno pikiranje se smatra zahtjevnijim poslom u proizvodnji presadnica pa stoga postoje strojevi koji pomoću fotoćelija odabiru samo dobro razvijene i neoštećene presadnice iz kontejnera manjeg volumena sjetvenog mjesta i presađuju ih u kontejnere većeg volumena sjetvenog mjesta.

Kontejneri se slažu na uzvišenjima koja se postižu postavljanjem blokova ili cigli na tlo, preko kojih se stavljaju željezne mreže ili drvene letve. Time se postiže brže i bolje zagrijavanje i sprječava se proraštanje korijena kroz otvor na dnu sjetvenog mjesta, odnosno

potiče se njegovo proraštanje kroz supstrat. Supstrat cijelo vrijeme treba održavati umjereno vlažnim (PKV 70-80%) (Lešić i sur., 2002), tako da se zalijevanje obavlja ujutro, a orošavanjem se tijekom dana održava vlažnost. Zalijevanje i orošavanje se obavlja automatski pomoću kišnih krila s rasprskivačima koji stvaraju sitne kapljice kako bi se izbjeglo oštećivanje biljaka ali i zbijanja supstrata. Pomoću ovakvih sustava navodnjavanja moguće je korištenje i folijarnih gnojiva. Poželjno je ne orošavati niti zalijevati presadnice tijekom noći.

Sedam do 10 dana prije planirane sadnje na otvorenom poželjno je maksimalno otvarati zaštićeni prostor kako bi presadnice došle u direktni kontakt sa sunčevim svjetlom i time se što bolje prilagodile ukupnom spektru sunčevog svjetla koji ih očekuje nakon presađivanja (Parađiković 2009).

U konačnici presadnica je potpuno razvijena nakon 40 do 70 dana i spremna je za sadnju na otvorenom. Koriijen dobre presadnice mora dobro prorasti supstrat, ali se ne smije previše zgusnuti na stijenkama lončića, mora imati 5-9 razvijenih listova, stabljiku debljine 5-7 mm, visinu 15 do 25 cm, već vidljiv zametak cvata te imati masu od minimalno 20g (Lešić i sur., 2002).

Presadnice rajčicemogu se proizvoditi i u kljalištima, niskim i visokim tunelima. Sjetva se obavlja na gredicama širine -1,2 m s razmakom redova 10-15 cm i razmakom u redu 2-3 cm. Takvom sjetvom se omogućuje proizvodnja 250 do 400 biljaka po kvadratnom metru. Održavanjem uvjeta što bližim optimalnim biljke će brže postići potrebnu gore navedenu veličinu (Lešić i sur., 2002).

2.2. MIKORIZA

Termin “mikoriza” potječe od grčkih riječi mykos - gljiva i rhiza - korijen, što bi u doslovnom prijevodu značilo “ gljivino korijenje” (Slika 1.) (Mikić, 2017). Ona predstavlja simbiotski odnos viših biljaka i gljiva jer obje imaju koristi u toj zajednici. Najvažnija korist biljci je povećana efektivna zona apsorpcije hranjivih tvari i vode iz tla preko razgranate mreže micelija, kojom se uvišestručuju izmjene tvari između biljke i tla. Time se biljci povećava pristup vodi i mineralima iz tla, a djelomično i kompleksnim organskim spojevima, koji se pomoću enzima razlažu na biljci pristupačne ione. Tu su i drugi učinci mikorize na biljku: pomoću svojih hormona rasta mikorizne gljive potiču razvoj korijenovog sustava , mogu proizvoditi antibiotike kojim ju štite od patogenih gljiva i bakterija iz tla, smanjuje stresove uzrokovane sušom, salinitetom i teškim metalima, reguliraju pH te fizički štite korijen od parazita splotom svojih hifa. Mikorizna gljiva od biljke dobiva asimilate (organske spojeve) koje je biljka proizvela fotosintezom i zbog toga je u potpunosti ovisna o njoj (Zrnić i Širić, 2017).

Slika 1. Mikoriza



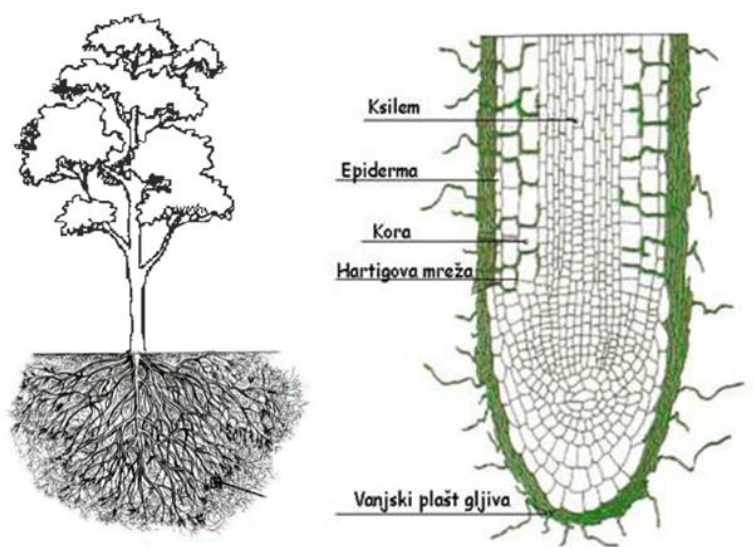
Izvor: https://static.wixstatic.com/media/393d14_507e361d4bde4c1a82043da6d6f270b8~mv2.gif (01.09.2018)

Biljke mogu biti amikotrofne i mikotrofne. Amikotrofne su one koje nemaju afiniteta za udruživanje u mikorizu a mikotrofne su one koje uspješno uspostavljaju simbiozu – mikorizu (Županić, 2015). Prema svojoj morfologiji i fiziologiji, mikorize se mogu razdijeliti na sedam kategorija, a to su: ektomikoriza, endomikoriza (arbuskularna mikoriza), ektendomikoriza, arbutoidna mikoriza, monotropoidna mikoriza, erikoidna mikoriza i orhidejska mikoriza (Zrnić i Širić, 2017.).

2.2.1. Ektomikoriza

Ektomikoriza (ECM) je simbioza između korijena biljke domaćina i gljive (Slika 2). Hife ovih ove gljiva ne prodiru u korijen, ali ga okružuju. Micelij ektomikorize izdužuje se izvan korijena u tlu i može utjecati na transfer minerala direktno iz organskih spojeva (Razumović, 2017).

Slika 2. Ektomikoriza, poprečni presjek



Izvor: http://paulovnja.hr/wpcontent/uploads/2015/11/Ektomikoriza_3.jpg http://paulovnja.hr/wpcontent/uploads/2015/11/Ektomikoriza_2.jpg (01.09.2018)

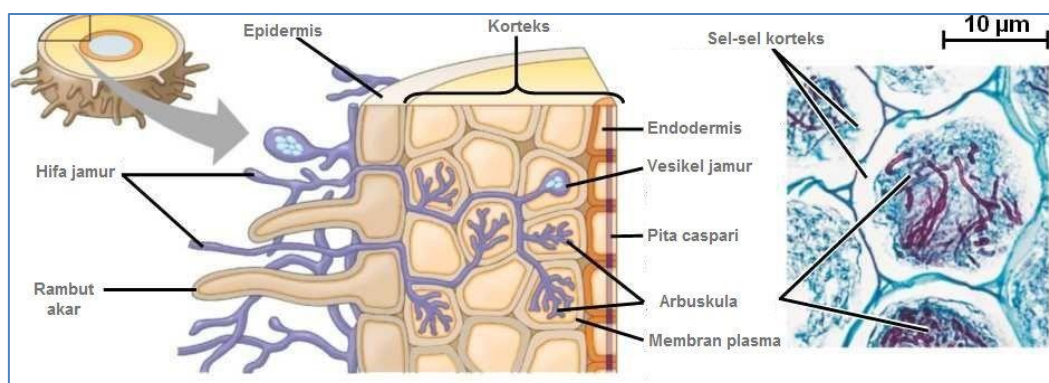
Ektomikorizine gljive pripadaju velikom broju porodica iz razreda *Basidiomycetes*, a manji dio iz razreda *Ascomycetes* i *Zygomycetes*. Ova mikoriza je u najvećem broju slučajeva

obligatni oblik simbioze, a karakteriziraju ju tzv. Hartigova mreža koja predstavlja splet hifa između epidermalnih stanica i stanica korteksa čineći gusti omotač te rizomorfiji koji prodiru u okolno tlo (Baum i sur., 2015.). Vanjski plašt može se javljati s jednim slojem, izgrađenim od koherentnih hifa ili pseudoparenhima, a češće se javlja s dva sloja, pri čemu je vanjski gušći i kompaktniji, nego unutarnji. Vrste koje ulaze u simbiozu s ektomikoriznim gljivama čine samo 3% od mikotrofnih vrsta i to su drvenaste višegodišnje kulture koje pripadaju porodicama *Betulaceae*, *Fagaceae*, *Pinaceae*, *Rosaceae*, *Mimosaceae* i *Salicaceae* (Županić, 2015.).

2.2.2. Endomikoriza

Arbuskularna mikoriza je najčešći tip mikoriza kod kopnenih biljaka jer ima širok raspon domaćina koji obuhvaća kritosjemenjače iz gotovo svih porodica (80% mikotrofnih vrsta), a pojavljuje se i na korijenju nekih vodenih biljaka (Novak, 1998.). Simbiozu ne mogu ostvariti s vrstama iz porodica *Brassicaceae*, *Polygonaceae* i *Chenopodiaceae* (Mikić, 2017.). Ovaj tip mikorize razlikuje se od ektomikorize po tome što nema gust omotač oko korijena. Takvo korijenje nema morfološku promjenu te je endomikoriza vidljiva isključivo mikroskopom.

Slika 3. Endomikoriza, presjek

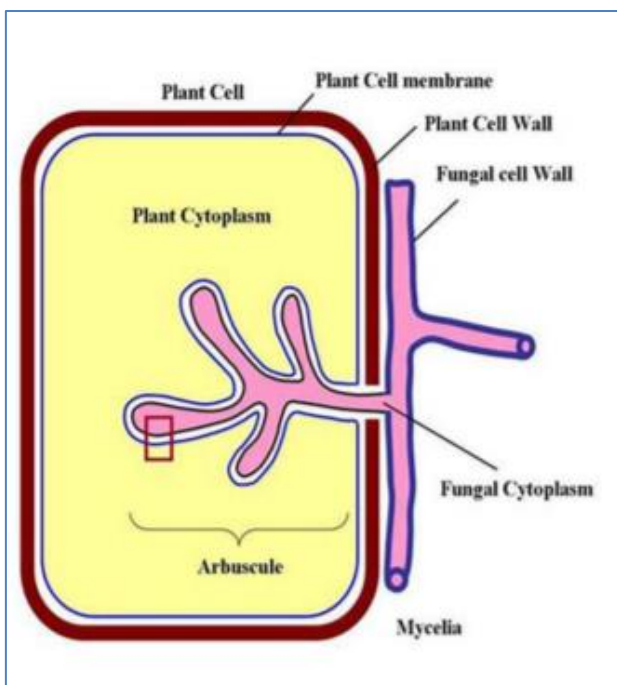


Izvor: <https://i.pinimg.com/originals/dc/2a/17/dc2a1777999d2540aa4111bffc1ceb30.jpg>
(01.09.2018.)

2.2.2.1. Arbuskularne mikorize gljive (eng. Arbuscular mycorrhizal fungi, AMF)

AMF prodiru kroz epidermu u korijen biljke koordiniranom aktivnošću stanica gljive i biljke nakon razmjena signalnih molekula između njih. Nakon prodiranja u korteks korijena biljke, početna hifa se ponavljano grana i u unutarnjim stanicama korteksa korijena gdje stvara arbuskule. Arbuskule se smatraju mjestom izmjene tvari između biljke i gljive pomoću molekula transportera. One nisu trajne strukture već imaju životni ciklus od nekoliko dana. Neke vrste ovih gljiva stvaraju i vezikule koje predstavljaju povećane dijelove hifa u obliku spora i imaju ulogu spremišta zaliha, ali i razmnožavanja (kada su starije). Zbog stvaranja vezikula AMF su se prvobitno zvale vezikularno arbuskularna mikoriza (VAM), ali zbog neredovitog pojavljivanja vezikula preferira se naziv arbuskularna mikoriza (Zrnić i Širić, 2017.).

Slika 4. Mjesto izmjene tvari - arbuskule



Izvor: <http://www.plantcell.org/content/plantcell/14/10/2413/F1.large.jpg> (01.09.2018.)

Taksonomija:

Podjeljene su u tri razreda: *Archaeosporomycetes*, *Glomeromycetes* i *Paraglomeromycetes*, pet redova: *Archaeosporales*, *Diversisporales*, *Gigasporales*, *Glomerales* i *Paraglomerales*, 14 porodica, 29 rodova i otprilike 230 vrsta (Razumović., 2015.).

Utjecaj AMF na ishranu biljke:

Za rast i razvoj, biljci su potrebni makroelementi: ugljik (C), vodik (H), kisik (O), dušik (N), fosfor (P), kalij (K), kalcij (Ca) te magnezij (Mg), i mikroelementi: željezo (Fe), bor (B), mangan (Mn), bakar (Cu), cink (zn) i molibden (Mo) (Parađiković, 2009.).

Gljive arbuskularne mikorize imaju višestruko djelovanje u pogledu ishrane biljke. AMF indirektno potiču razvoj rizosfere stimulirajući biljku da proizvodi hormone, također i same imaju mogućnost proizvodnje istih hormona čime direktno utječu na razvoj rizosfere. Zonu apsorpcije povećavaju i rastom micelija stvarajući tzv. "hifosferu". Hife su puno manjeg promjera od korijenovih dlačica (2,5 μm prema 10 - 20 μm), što im omogućuje prodiranje i do najsitnijih pora u tlu čime omogućuju veću dostupnost hranjivima (Zrnić i Širić, 2017.). Najveća važnost mikorizinih gljiva po pitanju ishrane se pridaje usvajanju fosfora koji je biljci važan za rani rast korijena, vegetativni razvoj i formiranje plodova. Naime, glavni oblik pristupačnog fosfora biljci su fosfati koji su teško topivi i time stvaraju poteškoće pri usvajanju preko korijena. Već spomenute hife AMF koje su razmnožene oko korijenovih dlačica usvajaju fosfor i transportiraju ga u biljku. Imaju mogućnost usvajanja fosfora koji je i do 7 cm udaljen od korijena dok nemikorizirano korijenje ne može usvojiti fosfor udaljen tek 1 cm od korijena. Također imaju i enzime fosfataze pomoću kojih transformiraju organske oblike fosfora u biljci pristupačne anorganske oblike. Osim navedenog, vezikule koje AMF povremeno tvore skladište fosfatei time osiguravaju vrijedne zalihe. Osim fosfora AMF pridonosi usvajanju dušika koji je važan za rast i razvoj zelenih dijelova. Gljive usvajaju dušik iz aminokiselina ili dušika mineralnog podrijetla zbog svoje

određene hidrolitičke i antioksidativne sposobnosti. Također AMF pridonose apsorpciji i drugih elemenata potrebnih biljci za rast i razvoj kao što su kalij, kalcij, magnezij, željezo, cink, bakar, mangan i sumpor (Zrnić i Širić, 2017.).

Zaštita biljke od zaslanjenosti tla i teških metala u tlu

Prevelika koncentracija soli u tlu biljki ometa apsorpciju vode i hranjiva, nepovoljno utječe na metabolizam biljke, rast i razvoj te osmotsku ravnotežu. Povećana koncentracija toksičnih iona kao što su Na^+ i Cl^- negativno utječu na AMF ali mnogobrojna istraživanja su dokazala da iako negativno djeluje na AMF u konačnici pomaže biljci da opstaje u takvim uvjetima (Zrnić i Širić, 2017.).

AMF štiti biljku domaćina od teških metala raznim pasivnim i aktivnim molekularnim procesima ali najznačajniji je vezanje toksičnih metala. Gljive akumuliraju teške metale u svojim vezikulama i hifama, imobilizirajući ih tako i čineći ih nedostupnima biljkama. Također u tlo izlučuju glomalin koji na sebe veže toksične metale kao što su olovo (Pb), krom (Cr), arsen (As), cink (Zn), kadmij (Cd), bakar (Cu), živa (Hg) i nikal (Ni). Također, AMF smanjuje koncentraciju slobodnih radikala proizvedenih od strane navedenih teških metala. Glomalin također poboljšava strukturu tla jer utječe na stabilnost strukturnih agregata (Paliska-Smoković, 2016.).

Smanjuje stres uzrokovan sušom

Zbog povećane mase korijenovog sustava ali i zbog micelija, inače biljci nedostupna voda postaje dostupna. Korijen koji je dublji irazvijeniji te hife koje su manjeg promjera protežu se u pore izvan zone osiromašene vodom i usvajaju potrebnu vodu što se očituje manjim vodnim stresom. Hife AMF proizvode apscizinsku kiselinu jer je neophodna za razvoj arbuskula. Proizvedena apscizinska kiselina (ABA), osim što sudjeluje u formiranju arbuskula pomaže pri smanjenju šteta uzrokovanih sušom tako da signalizira zatvaranje puči

listova i sintezu zaštitnih proteina od suše. Time se regulira transpiracija biljke i efikasnije se iskorištava dostupna voda (Novak, 1998.).

3. MATERIJALI I METODE

Pokus je postavljen u rasadniku “Longo” u Rovinju 03.04.2018. sjetvomhibrida rajčice “Red Valley F1”. Nastavak pokusa je odrađen na prostoru Instituta za poljoprivredu i turizam u Poreču. Presadnice su prenesene 04.05.2018., a mjerenja su započeta 08.05.2018.

3.1. Biljni materijal

Od biljnog materijala korišteno je sjeme rajčice “Red Valley F1” (Slika 5). Sorta je determinantna te pogodna za kasnu proizvodnju na otvorenom. Plod je duguljasto – ovalan, čvrst, mase do 75 g. Namijenjena je za uzgoj u polju i u zaštićenim prostorima te je prilagodljiva svim tipovima tala. Namijenjena je za preradu te je vrlo otporna na nematode i bakterije iz roda *Pseudomonas*.

Za svrhe pokusa jedan dio korištenog sjemena je bio steriliziran 10% - im vodikovim peroksidom u trajanju od 10 min.

Slika 5. Sjeme Red Valley F1.



Foto: Vujnović, 2018

3.2. Supstrat

Korištenisupstrat BIO-Potgrond H KLASMANN (Slika 6.) ima neutralnu reakciju, pH=6,0, finu strukturu (0.5 mm) a sastavljen je od smrznutog crnog i finog bijelog sphagnum treseta. Sadrži 210mg/l N, 150 mg/l P₂O₅, 270 mg/l K₂O i 150 mg/l S.

Slika 6. Supstrat BIO-Potground H Klasmann

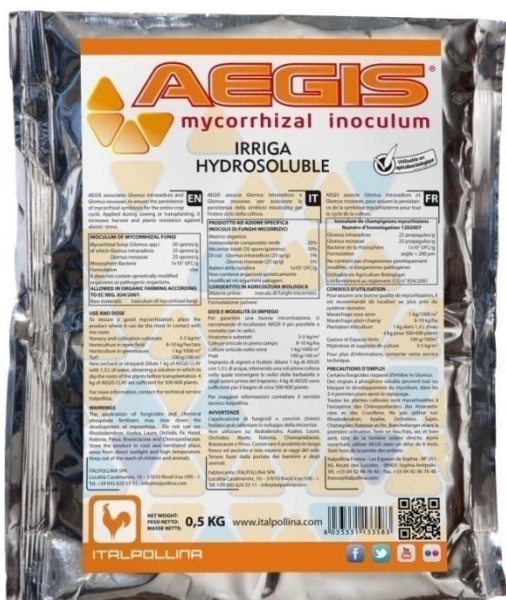


Izvor: <http://harden-gmbh.de/thumbs/produkte/profisubstrate/klasmann-deilmann-bio-potgrond-70l-400x576.jpg> (01.09.2018.)

3.3. Inokulum

Za inokuliranje supstrata je korišten preparat AEGIS mycorrhizal inoculum (Slika 7.). Navedeni inokulum sadrži 50 spora po jednom gramu i 20% organskih tvari a pH mu je 6,5-7,0. Arbuskularne mikorizne gljive iz AEGIS preparata su *Glomus intraradices* i *Glomus mosseae* koje spadaju u rodove *Funneliformis* (*Funneliformis mosseae*) i *Rhizophagus* (*Rhizophagus irregularis*) (Schüßler i Walker, 2010).

Slika 7. Inokulum AEGIS preparat



Izvor: http://www.hoyavs.com/myimages/innerimages400/117AEGIS_IRRIGA_NEW_copia.jpg (01.09.2018.)

3.4. Uzgojne posude

Od posuda su korišteni stiroporni kontejneri sa 60 sadnih mjesta i 150 sadnih mjesta. Svako sadno mjesto kontejnera sa 60 sadnih mjesta ima volumen od 52 ml dok je volumen kod kontejnera sa 150 sadnih mjesta 27 ml.

3.5. Metode istraživanja

Pokus je postavljen s 8 različitih tretmana, odnosno kombinacija sjetve steriliziranog i nesteriliziranog sjemena rajčice, mikoriziranog ili nemikoriziranog supstrata te veličine kontejnera, sa 60 ili 150 sjetvenih mjesta.

Tretmani su sljedeći:

1. Sterilizirano sjeme, supstrat inokuliran sa AMF u kontejneru sa 60 sjetvenih mjesta
2. Sterilizirano sjeme, supstrat inokuliran sa AMF u kontejneru sa 150 sjetvenih mjesta
3. Nesterilizirano sjeme, supstrat inokuliran sa AMF u kontejneru sa 60 sjetvenih mjesta
4. Nesterilizirano sjeme, supstrat inokuliran sa AMF u kontejneru sa 150 sjetvenih mjesta
5. Sterilizirano sjeme, supstrat bez AMF u kontejneru sa 60 sjetvenih mjesta
6. Sterilizirano sjeme, supstrat bez AMF u kontejneru sa 150 sjetvenih mjesta
7. Nesterilizirano sjeme, supstrat bez AMF u kontejneru sa 60 sjetvenih mjesta
8. Nesterilizirano sjeme, supstrat bez AMF u kontejneru sa 150 sjetvenih mjesta

3.5.1. Inokuliranje i sjetva

Supstrat je inokuliran s AEGIS mikrogranulama u količini od 1g na 50 ml supstrata, odnosno na jednu vreću supstrata od 70 L iskorišteno je 1,4 kg mikoriznog praha. Inokulacija se provodila ručno i postepeno kako bi se spriječilo prašenje preparata i kako bi se što učinkovitije izmiješao sa supstratom (Slika 8.).

Slika 8. Mješanje supstrata i inokuluma



Foto: Pasković, 2018

Nakon inokulacije uslijedilo je ručno punjenje kontejnera koji su se prema shemi pokusa punili inokuliranim ili neinokuliranim supstratom (Slika 9.).

Slika 9. Punjenje kontejnera supstratom



Foto: Pasković, 2018

Sjetva već ranije spomenutog sjemena rajčice “Red Valley F1” je također obavljena ručno s po jednom sjemenkom po jednom sjetvenom mjestu (Slika 10.). Po shemi pokusa je korišteno tretirano i ne tretirano sjeme.

Slika 10. Sjetva



Foto: Pasković, 2018

Na posljetku su kontejneri strojno zasipani vermikulitom (Slika 11.) i stavljeni u komoru za naklijavanje u trajanju od 5 dana (Slika 12.).

Slika 11. Zasipanje zasijanih kontejnera vermikulitom



Foto: Pasković, 2018

Slika 12. Komora za naklijavanje



Foto: Pasković, 2018

3.5.2. Vegetativna mjerenja presadnica

Iz svakog tretmana nasumično je odabrano po 20 presadnica odnosno četiri uzorka po tretmanu s po 5 presadnica. Svakoj presadnici se mjerila visina stabljike, njezin promjer, broj listova i relativni sadržaj klorofila (Slika 13.). Visina stabljike se mjerila običnim ravnalom u centimetrima od kraja korijenovog vrata odnosno početka stabljike do djela gdje se stabljika dijeli na dvije lisne stapke (Slika 14.).

Slika 13. Vegetativna mjerenja presadnica



Foto: Farkaš, 2018

Slika 14. Visina stabljike



Foto: Farkaš, 2018

Promjer stabljike je mjereno digitalnim kljunastim pomičnim mjerilom (Slika 15.) u milimetrima na nodiju, odnosno na najdebljem dijelu stabljike.

Slika 15. Kljunasto pomično mjerilo



Foto: Farkaš, 2018

Relativni sadržaj klorofila je izmjeren Hydro N-testerom koji je prethodno kalibriran (Slika 16.). Mjerena su najzdravija 2 lista na krajnjim dijelovima gdje je sadržano najviše klorofila.

Slika 16. Hydro N-tester



Foto: Farkaš, 2018

Nakon spomenutih mjerenja lišće svake izmjerene presadnice je prebrojano i spremljeno u papirnatu vrećicu zajedno sa stabljikom koja je škarama odrezana od korijena na području korijenovog vrata. Korijenje izmjerenih presadnica je oprano od zemlje vodom i octenom kiselinom te isprano s destiliranom vodom, zatim spremljeno u plastične vrećice. Po tretmanu je oprano još 5 korijenja koji su spremljeni za analizu mikoriziranosti korijena.

Koncentracija kalijevih i nitratnih iona je izmjereno iz najzdravijih listova preostalih presadnica u kontejnerima svakog tretmana, u 4 ponavljanja . Zbog težeg cijedenja sokova iz lišća korišteno je najzdravije lišće s 5 do 10 presadnica. Mjerenje se provodilo s LAQUA twin K^+ i NO_3^- uređajima koji su prethodno kalibrirani (Slika 17.).

Slika 17. Uređaji za mjerenje kalijevih i nitratnih iona



Foto: Farkaš, 2018

3.5.3. Digitalna mjerenja nadzemnih dijelova i korijenja presadnica

Prebrojano lišće svake od 20 presadnica iz svih 8 tretmana je skenirano pomoću skenera te je korištenjem softvera ImageJ (<https://imagej.nih.gov/ij/download.html>) izračunata ukupna površina lista svake presadnice (Slika 18.).

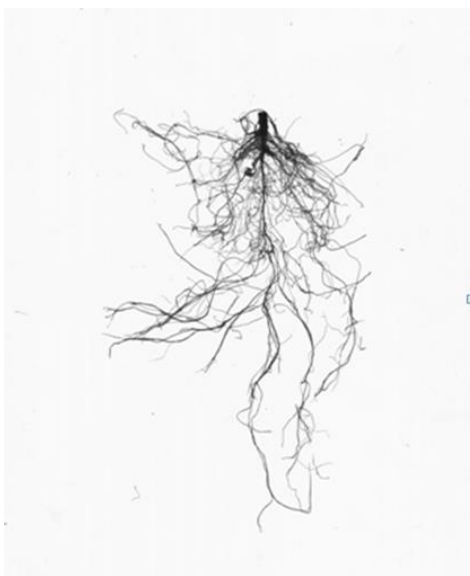
Slika 18. Skenirano lišće presadnice rajčice



Sken: Farkaš, 2018

Korijenje je nakon pranja skenirano te je slika obrađena pomoću softvera WinRhizo (2005a, Quebec City, Quebec, Canada) koji je izmjerio njegovu površinu, duljinu i promjer (Slika 19.).

Slika 19. Skenirani korijen presadnice rajčice



Sken: Farkaš, 2018

Nadalje, sva nadzemna masa koja uključuje stabljiku i lišće je sušena u sušioniku na 80°C kroz 48 sati nakon čega se vagala suha masa. Također je i korijenje sušeno na istoj temperaturi i u istom vremenu, nakon čega se dobila i masa suhog korijena.

3.5.4. Metoda provjere mikoriziranosti korijena

Iz svakog tretmana je uzeto po 5 korijenja koje je oprano s vodom i octenom kiselinom te isprano destiliranom vodom. Ukupno 32 korijenja je analizirano te je utvrđena njihova mikoriziranost. Oprano korijenje je obojeno s Trypan blue bojom i svaki korijen je razdijeljen u 100 dijelova te su pripremljeni preparati za mikroskopiranje. Postotak mikoriziranosti utvrđen je pregledavanjem transekata korijena pod svjetlosnim mikroskopom

(Zeiss, 200× povećanje) i utvrđivanjem broja mikoriznih tvorbi (hife, arbuskule, vezikule)(Slika 20.) (Phillips i Hayman 1970).

Slika 20. Utvrđivanje postotka mikoriziranosti

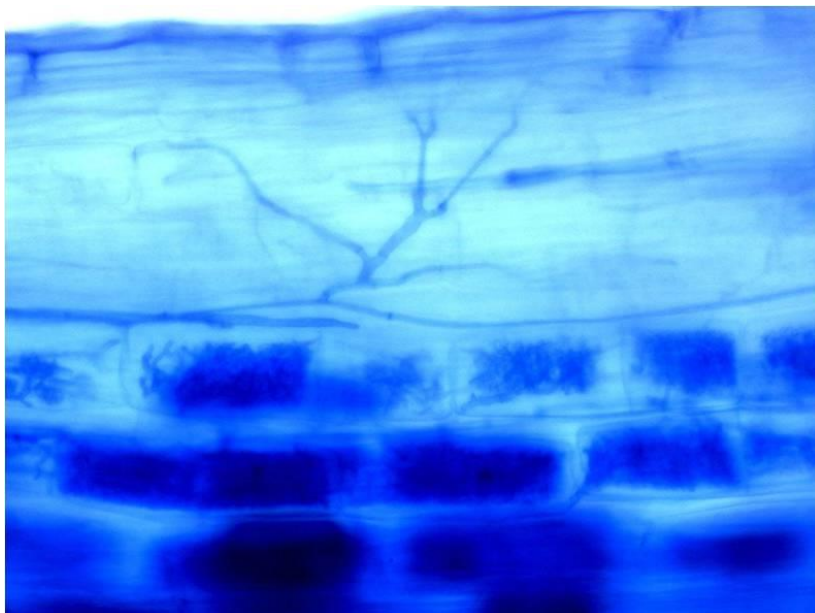


Foto: Radić, 2018

4. REZULTATI

4.1. Visina i promjer stabljike, broj listova i površina listova

Visina biljke mikoriziranih presadnica u lončićima većeg volumena bila je viša u odnosu na druge tretmane (Tablica 1.). Te presadnice se smatraju dobrima je im je visina u pogodnim razmjerima između 15 i 25 cm (Lešić i sur., 2002). Najnižu stabljiku su imale presadnice iz šestog tretmana, odnosno presadnice uzgojene iz steriliziranog sjemena, bez inokuliranog supstrata u kontejnerima manjeg volumena. Nakon njih najniže su one iz drugog tretmana u kojem je također korišteno sterilizirano sjeme, ali u inokuliranom supstratu u kontejnerima manjeg volumena.

Iz iste tablice se vidi da su presadnice iz prvogitrećeg tretmana ponovno najbolje razvijene i po pitanju promjera stabljike. Po statistici su jednake ali im se priključuju i uzorci iz petog tretmana, presadnice iz steriliziranog sjemena bez mikorize ali u lončićima većeg volumena. Statistički su jednake i onima manjeg promjera, presadnicama iz sedmog tretmana; iz nesteriliziranog sjemena, bez inokuliranog supstrata ali u kontejnerima većeg volumena. Sve presadnice uzgajane u većim kontejnerima se prema tome mogu smatrati dobrima jerim je promjer zadovoljavajući po kriteriju od 5 do 7 mm (Lešić i sur., 2002). Manje od njih, su sve ostale i statistički se vode kao jednako razvijenog promjera stabljike, a to su presadnice uzgajane u kontejnerima manjeg volumena neovisno o sterilizaciji sjemena i inokulaciji supstrata.

Tablica 1. Visinai promjer stabljike presadnice rajčice

Broj	Mikoriza	Tretman		Visina biljke (cm)	Promjer stabljike (mm)
		Sterilizacija sjemena	Veličina lončića		
1.	Da	Da	60	22,15±0,28 a	5,70±0,07 a
2.			150	9,60±0,44 ef	3,83±0,15 c
3.		Ne	60	21,65±0,38 a	5,92±0,14 a
4.			150	11,21±0,41 cd	4,10±0,14 c
5.	Ne	Da	60	13,01±0,23 b	5,60±0,10 ab
6.			150	8,79±0,16 f	3,63±0,09 c
7.		Ne	60	12,36±0,20 bc	5,07±0,16 b
8.			150	10,62±0,45 de	3,70±0,06 c

Izvor: vlastiti izvor

4.2. Broj i površina listova

Dobrim presadnicama se smatraju one koje imaju 5 do 9 listova (Lešić i sur., 2002). Presadnice iz ovog pokusa koje zadovoljavaju ovaj kriterij su one uzgojene u lončićima većeg volumena. Prema rezultatima (Tablica 2.) je vidljivo da je i mikoriziranost supstrata utjecalana brojnost listova budući da one koje su mikorizirane dale bolje rezultate. Važno je primijetiti da su i kod ovog parametra najuspješnije presadnice iz nesteriliziranog sjemena odnosno one iz trećeg tretmana. Malena brojnost listova se javlja kod svih presadnica u kontejnerima manjeg volumena.

Ponovno, gledajući rezultate Tablice 2. o ukupnoj površini listova, najzadovoljavajući su oni iz trećeg tretmana gdje sjeme nije bilo tretirano, supstrat je mikoriziran i gdje je sjetva obavljena u kontejnerima većeg volumena. Mikorizino djelovanje se vidi i na presadnicama iz prvog tretmana budući da su rezultati nešto bolji od onih iz petog tretmana, gdje je kao i u prvom tretmanu sjeme tretirano ali bez mikorize u supstratu. Površina lišća kao i njihova brojnost ovisila je uvelike od veličine kontejnera i tako su sve presadnice u malim kontejnerima dale slične, statistički jednake rezultate najmanje površine listova.

Tablica 2. Srednja vrijednost broja i površine listova presadnice rajčice

Broj	Tretman			Broj listova po biljci	Ukupna površina listova (cm ² /biljka)
	Mikoriza	Sterilizacija sjemena	Veličina lončića		
1.	Da	Da	60	5,30±0,24 ab	127,15±7,92b
2.			150	3,90±0,17 c	40,44±3,41d
3.		Ne	60	6,00±0,22 a	157,13±3,13 a
4.			150	3,75±0,10 c	46,09±4,57d
5.	Ne	Da	60	5,25±0,13 b	107,28±7,77bc
6.			150	3,55±0,05 c	30,18±0,89d
7.		Ne	60	5,10±0,13 b	88,48±6,47c
8.			150	3,55±0,05 c	35,85±2,21d

Izvor: vlastiti izvor

4.3. Masa suhog nadzemnog dijela i suhog korijena

Kako su presadnice trećeg tretmana imale najviše stabljike, najvećeg promjera bilo je za očekivati da će također imati i najveću masu suhog nadzemnog dijela (Tablica 3.). Nakon tih presadnice uzgojenih u lončićima većeg volumena iz netretiranog sjemena u mikoriziranom supstratu, najveću masu su imale ostale presadnice uzgojene u većim lončićima neovisno o tretiranosti sjemena i inokulaciji supstrata. Najmanje mase, statistički jednake, su one kod presadnica uzgojenih u manjim kontejnerima neovisno o sterilizaciji i inokulaciji supstrata.

Masa suhog korijena pokazuje drugačije rezultate od dosadašnjih. Prema rezultatima (Tablica 3.) može se vidjeti da najveću masu suhog korijena imaju presadnice steriliziranog sjemena, uzgojene u većim kontejnerima bez inokuliranog supstrata odnosno iz petog tretmana. Statistički istima se smatraju i one nesteriliziranog sjemena ali inokuliranog supstrata u većim kontejnerima. Najmanju masu suhog korijena imaju presadnice uzgojene u manjim kontejnerima i statistički su jednake neovisno o tome je li sjeme sterilizirano i supstrat inokuliran AMF.

Omjer masa nadzemnog i suhog dijela presadnice je kod svih presadnice na strani nadzemnog dijela (Tablica 3.). S gledišta korijena najbolji omjer je postignut kod presadnice uzgojenih u manjim lončićima u nemikoriziranom supstratu. Kod tih presadnice su i nadzemni dijelovi i korijen manje razvijeninego kod ostalih presadnica.

Tablica 3. Masa osušenog nadzemnog dijela i korijena presadnica rajčice

Broj	Tretman		Veličina lončića	Masa nadzemnog dijela (g)	Masa korijena (g)	Vrijednost omjera
	Mikoriza	Sterilizacija sjemena				
1.	Da	Da	60	1,01±0,03 b	0,11±0,01 c	9,18
2.			150	0,42±0,03 c	0,06±0,00 d	7,00
3.		Ne	60	1,19±0,05 a	0,13±0,00 ab	9,15
4.			150	0,46±0,03 c	0,07±0,00 d	6,57
5.	Ne	Da	60	0,94±0,04 b	0,15±0,01 a	6,27
6.			150	0,36±0,01 c	0,06±0,00 d	6,00
7.		Ne	60	0,87±0,07 b	0,12±0,00 bc	7,25
8.			150	0,36±0,02 c	0,06±0,00 d	6,00

Izvor: vlastiti izvor

4.4. Površina i ukupnaduljina korijena

Statistički najveće i jednake rezultate o površini korijena imaju sve presadnice uzgojene u kontejnerima većeg volumena. Vidljivo je (Tablica 4.) da se rezultatima srednje površine korijena ističu presadnice prvog tretmana gdje je sjeme sterilizirano a supstrat mikoriziran. Najmanju površinu, statistički imaju presadnice uzgojene u manjim kontejnerima u supstratu koji nije bio inokuliran mikoriznim gljivama neovisno o tome je li sjeme bilo sterilizirano ili ne.

Rezultati ukupne duljine korijena (Tablica 4.) prate rezultate suhe mase korijena (Tablica 3.), pa tako presadnice iz petog tretmana imaju najveću ukupnu duljinu korijena. To su presadnice koje imaju sterilizirano sjeme a supstrat im nije mikoriziran. Jednaku duljinu, statistički, imaju i presadnice prvog, trećeg i sedmog tretmana. Sve su to presadnice uzgojene

u većim kontejnerima za razliku od onih u manjim kontejnerima čije korijenje dostiže tek gotovo upola manju duljinu.

Tablica 4. Srednja vrijednost površine i ukupne duljine korijena presadnica rajčice

Broj	Mikoriza	Tretman		Površina korijena (cm ²)	Ukupna duljina korijena (cm)
		Sterilizacija sjemena	Veličina lončića		
1.	Da	Da	60	140,88±39,62a	847,58±25,79ab
2.			150	67,35±2,19bcd	559,63±20,85b
3.		Ne	60	135,92±9,17 ab	1056,74±80,97 ab
4.			150	65,12±4,29 cd	577,49±32,42b
5.	Ne	Da	60	135,02±6,73abc	1517,11±495,88 a
6.			150	50,02±2,85d	456,77±10,55b
7.		Ne	60	123,18±8,42abc	974,46±56,24ab
8.			150	50,23±3,92d	489,63±21,67b

Izvor: vlastiti izvor

4.5. Promjer korijena i postotak mikoriziranosti korijena

Promjer korijena se također najbolje pokazao kod presadnica u većim kontejnerima ali i kod onih uzgojenih iz steriliziranog sjemena u mikoriziranom supstratu u manjim kontejnerima tj u drugom tretmanu. Statistički, najmanji promjer korijena se javlja kod presadnica iz nesteriliziranog sjemena u manjim kontejnerima bez mikoriziranog supstrata tj. presadnice iz osmog tretmana. Njima jednake se smatraju i one koje su proizvedene iz tretiranog sjemena u neinokuliranom supstratu ali one iz netretiranog sjemena ali u inokuliranom supstratu, presadnice iz četvrtog i šestog tretmana, također u manjim kontejnerima.

Korijenje presadnice koje su uzgajane u supstratu koji nije bio inokuliran s AMF nije bilo mikorizirano, odnosno sve presadnice iz petog, šestog, sedmog i osmog tretmana. Postotak mikoriziranosti je bio veći kod presadnica iz mikoriziranog supstrata u manjim kontejnerima nego kod presadnica jednako tretiranih ali u većim kontejnerima.

Tablica 5. Srednji promjer korijena i postotak mikoriziranosti korijena

Broj	Mikoriza	Tretman		Promjer korijena (mm)	Postotak mikoriziranosti korijena (%)
		Sterilizacija sjemena	Veličina lončića		
1.	Da	Da	60	0,39±0,00 abc	2,44±0,46c
2.			150	0,38±0,01abc	6,48±0,23ab
3.		Ne	60	10,41±0,01 a	4,36±0,90bc
4.			150	0,36±0,01bcd	8,36±0,86a
5.	Ne	Da	60	0,42±0,01 a	0,00±0,00d
6.			150	0,35±0,01cd	0,00±0,00 d
7.		Ne	60	0,40±0,01 ab	0,00±0,00 d
8.			150	0,33±0,01 d	0,00±0,00 d

Izvor: vlastiti izvor

4.6. Relativni sadržaj klorofila, kalijevi i nitratni ioni sadržani u listovima

Prema rezultatima (Tablica 6.) je vidljivo da najveći relativni sadržaj klorofila u listovima imaju presadnice iz trećeg tretmana odnosno one koje su uzgojene iz nesteriliziranog sjemena, mikoriziranog supstrata u većim kontejnerima, a prate ju i sve ostale uzgojene u velikim kontejnerima neovisno o mikoriziranosti supstrata i sterilizaciji sjemena. Najmanju količinu dušika su sadržavale presadnice uzgojene u manjim kontejnerima steriliziranog sjemena bez AMF i one iz steriliziranog sjemena i inokuliranog supstrata s AMF u malim lončićima.

Najveće količine K⁺iona prema istoj tablici su izmjerene u lišću presadnica mikoriziranog supstrata u manjim lončićima s malom prednošću nesteriliziranih sjemenki tj. presadnice drugog i četvrtog tretmana. Te rezultate prate presadnice koje su također iz nesteriliziranog sjemena i mikoriziranog supstrata ali u većim lončićima. Najmanju količinu kalijevih iona imale su presadnice petog i osmog tretmana, a to su presadnice koje nisu uzgojene u inokuliranom supstratu.

Prema rezultatima iz iste tablice može se vidjeti da je nitratnih iona najviše bilo u presadnicama prvog i osmog tretmana. Presadnice iz prvog tretmana su uzgojene u velikim kontejnerima u inokuliranom supstratu iz steriliziranog sjemena, a presadnice iz osmog tretmana su uzgojene u malim kontejnerima, bez mikoriznih gljiva iz netretiranog sjemena. Rezultati pokazuju da su presadnice iz steriliziranog sjemena, u mikoriziranom supstratu i u malim kontejnerima imale najmanje količine ovih iona, ali i da su im sve ostale statistički jednake po pitanju ovog parametra.

Tablica 6. Relativni sadržaj klorofila, kalijevi i nitratni ioni u listovima presadnica rajčice

Broj	Tretman		Veličina lončića	N - tester	K ⁺	NO ₃ ⁻
	Mikoriza	Sterilizacija sjemena				
1.	Da	Da	60	31,99±0,88 abc	2300,00±57,74 cd	1292,50±114,99a
2.			150	28,73±0,94 bcd	3075,00±103,08 ab	610,00±42,62 c
3.		Ne	60	33,82±0,75 a	2500,00±57,74 bc	892,50±94,64 bc
4.			150	26,64±0,73 d	3450,00±210,16 a	697,50±63,43bc
5.	Ne	Da	60	32,95±1,32 ab	1750,00±86,60 de	825,00±75,77bc
6.			150	26,42±1,52 d	2275,00±131,50 cd	682,50±37,50 bc
7.		Ne	60	31,57±0,56 abc	2125,00±278,01 cd	745,00±72,40bc
8.			150	27,47±=0,87 cd	1300±=147,20 e	982,50±68,60 ab

Izvor: vlastiti izvor

5. RASPRAVA

Rezultati istraživanja provedenog 2003. i 2004. godine o uzgoju presadnice lubenice čiji je supstrat također inokuliran AMF (Ban i sur., 2007) su pokazali da su presudni faktori za djelovanje mikorize na presadnice vrijeme uzgoja i veličina lončića. Prve godine pokusa, presadnice su uzgajane 45 dana i tada su rezultati pokazali da su presadnice iz nemikoriziranog supstrata više od onih iz mikoriziranog supstrata. Druge godine su im rezultati bili drugačiji, presadnice su uzgajane 10 dana dulje, nakon čega su presadnice iz mikoriziranog supstrata bile znatno više od onih iz nemikoriziranog supstrata. Iz toga se dalo zaključiti da je za tu razliku bila zaslužna duljina uzgoja presadnica. Također je primijećeno da su presadnice uzgajane u lončićima većeg volumena dale bolje rezultate, što se potvrdilo i u našem pokusu na rajčici. Biljke uzgajane u lončiću većeg volumena su imale veće zalihe hranjiva, više prostora za razvoj korijena i manje su se međusobno zasjenjivale. Iste rezultate su dobili i za brojnost listova, dulje uzgajane presadnice u inokuliranom supstratu u većim lončićima su imale veći broj listova od onih uzgajanih godinu ranije 10 dana kraće. U našem pokusu su najviše listova također imale presadnice uzgojene u najvećim lončićima s inokuliranim supstratom. Najveći promjer stabljike presadnice lubenice su imale one uzgajane u većim lončićima, a duljim uzgojem druge godine su postignuti još bolji rezultati. Presadnice rajčice su pokazale iste rezultate, najdeblje stabljike su imale presadnice iz većih lončića inokuliranog supstrata. Masa nadzemnih dijelova presadnice lubenice je bila najveća u drugoj godini kod mikoriziranih presadnice s istom pretpostavkom da je za to zaslužan dulji period uzgoja (Ban i sur., 2007). U našem pokusu s rajčicom masa nadzemnih dijelova je također bila kod presadnice iz većih lončića s AMF, ali s malenom prednosti nad onima iz lončića istog volumena ali bez AMF. Iz toga se daje pretpostaviti da bi duljim uzgojem naših presadnice rajčice rezultati bili slični onima iz pokusa s presadnicama lubenice. Najveću masu korijena kod presadnica lubenice su također imale one uzgajane dulje, u većim lončićima s inokuliranim supstratom. U našem pokusu su rezultati nešto drugačiji, najveću masu su imale presadnice koje nisu inokulirane s AMF ali uzgajane u većim lončićima, a najveći postotak mikoriziranosti su imale one uzgajane u lončićima manjeg volumena.

6. ZAKLJUČAK

- Presadnice rajčice uzgajane u kontejnerima sa 60 sjetvenih mjesta, odnosno s volumenom lončića od 52 ml su bile više, s debljom stabljikom, većim brojem lišća, većom masom nadzemnog dijela i korijena, većim promjerom korijena te relativnom količinom klorofila i nitratnih iona u listovima.
- Presadnice uzgajane u lončićima sa 150 sjetvenih mjesta, odnosno s volumenom od 27 ml su imale najveći postotak mikoriziranosti i najveći sadržaj kalijevih iona.
- Na količinu kalijevih iona je utjecalo i to što je supstrat bio inokuliran AMF budući da su te presadnice imale veći sadržaj tih iona od onih iz lončića istog volumena bez AMF.
- Mikorizine gljivice su pokazale porast vegetativnih dijelova presadnice u odnosu na one koje su uzgajane bez AMF dok se njihovo djelovanje nije jednako očitalo ina razvoju korijenovog sustava.
- Pokazalo se da je za većinu mjerenih parametara nevažno je li sjeme sterilizirano ili nije, dok su kod nekih malo bolje rezultate davale presadnice nesteriliziranog sjemena. Nesterilizirano sjeme je pokazalo bolje rezultate kod mase nadzemnog dijela i površine listova.
- U konačnici presadnice uzgojene u lončićima većeg volumena su čvršće i veće, s prednošću onih uzgojenih u inokuliranom supstratu.
- Zbog veće mikoriziranosti korijena presadnica u manjim lončićima se može pretpostaviti da će one biti otpornije na stresove i da će se bolje primiti u tlo prilikom presađivanja.

POPIS LITERATURE:

- **Knjige**

1. Lešić, Borošić i sur., Povrčarstvo, Zrinski d. Čakovec, Čakovec, 2002.
2. Matotan, Proizvodnja povrća, Nakladni zavod Globus, Zagreb, 1994.
3. Matotan, Plodovito povrće, Neron d.d., Zagreb, 2008.
4. Parađiković, Opće i specijalno povrčarstvo, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek, 2009.
5. Walter, prijevod Vidmar, Povrće i začinsko bilje, Marjan tisak d.o.o, Split, 2007.

- **Znanstveni radovi**

1. Ban i sur., Effects of plug size, Mycorrhizae inoculation and growth period on the development of watermelon transplants, *Acta Hort* 731: 137-142, 2007.
2. Baum i sur., Increasing the productivity and product quality of vegetable crops using arbuscular mycorrhizal fungi, *Scientia Horticulturae* 187: 131-141, 2015.
3. Lucrecia Brutti i sur., Tomato seedling development is improved by a substrate inoculated with a combination of rhizobacteria and fungi, *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Soil & Plant Science*, Vol 65. No.2: 170-176, 2015.
4. Marchner, Nutrient uptake in mycorrhizal symbiosis, *Plant and Soil* 159: 89-102, 1994.
5. Mikić, Primjena mikorizinih gljiva u proizvodnji povrća i cvijeća, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek, 2-19, 2017.
6. Novak, Učinkovitost endomikorize na neke povrtno-kulturne kulture, *Agriculturae Conspectus Scientificus* Vol 63. No. 4: 187-198, 1998.
7. Paliska – Smoković, Utjecaj mikorize i gnojidbe na rast i razvoj vrsta Pelargonija, Agronomski fakultet u Zagrebu, Zagreb, 2-12, 2016.

8. Razumović, Primjena mikorizinih gljiva kod vinove loze, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek, 2-22, 2017.
9. Županić, Utjecaj arbuskularne mikorize na fotosintezu, prinos, kvalitetu ploda rajčice, Visoko gospodarsko učilište u Križevcima, Križevci, 3-19, 2015.

- **Časopisi**

1. Benko, Mikoriza i cijepljenje – povećan prinos povrća, Gospodarski list, 40-42 str., 2015.
2. Grgić i sur., Proizvodnja povrća u Republici hrvatskoj, stanje i mogućnosti, Glasnik zaštite bilja, 14-22 str., 2016.

POPIS KRATICA:

1. FAO – Organizacija za prehranu i poljoprivredu
2. DZS – Državni zavod za statistiku
3. ECM – Ektomikoriza
4. AMF – Arbuskularne mikorizine gljive
5. VAM - Vezikularno arbuskularna mikoriza

POPIS SLIKA:

Slika 1. Mikoriza	7
Slika 2. Ektomikoriza, poprečni presjek	8
Slika 3. Endomikoriza, presjek	9
Slika 4. Mjesto izmjene tvari - arbuskule	10
Slika 5. Sjeme Red Valley F1	14
Slika 6. Supstrat BIO-Potground H Klasmann	14

Slika 7. Inokulum AEGIS preparat.....	15
Slika 8. Mješanje supstrata i inokuluma	17
Slika 9. Punjenje kontejnera supstratom.....	17
Slika 10. Sjetva	18
Slika 11. Zasipanje zasijanih kontejnera vermikulitom.....	18
Slika 12. Komora za naklijavanje	19
Slika 13. Vegetativna mjerenja presadnica.....	19
Slika 14. Visina stabljike	20
Slika 15. Kljunasto pomično mjerilo	20
Slika 16. Hydro N-tester	21
Slika 17. Uređaji za mjerenje kalijevih i nitratnih iona	22
Slika 18. Skenirano lišće presadnice rajčice	22
Slika 19. Skenirani korijen presadnice rajčice.....	23
Slika 20. Utvrđivanje postotka mikoriziranosti	24

POPIS TABLICA:

Tablica 1. Visina i promjer stabljike presadnice rajčice.....	25
Tablica 2. Srednja vrijednost broja i površine listova presadnice rajčice.....	26
Tablica 3. Masa osušenog nadzemnog dijela i korijena presadnica rajčice	28
Tablica 4. Srednja vrijednost površine i ukupne duljine korijena presadnica rajčice ..	29
Tablica 5. Srednji promjer korijena i postotak mikoriziranosti korijena.....	30
Tablica 6. Relativni sadržaj klorofila, kalijeve i nitratni ioni u listovima presadnica ..	31