

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Marina Brica

Diplomski studij Bilinogojstvo

Smjer Biljna proizvodnja

ULOGA MIKORIZNIH GLJIVA U BILJNOJ PROIZVODNJI

Diplomski rad

Osijek, 2016.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Marina Brica

Diplomski studij Bilinogojstvo

Smjer Biljna proizvodnja

ULOGA MIKORIZNIH GLJIVA U BILJNOJ PROIZVODNJI

Diplomski rad

Osijek, 2016.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Marina Brica

Diplomski studij Bilinogojstvo

Smjer Biljna proizvodnja

ULOGA MIKORIZNIH GLJIVA U BILJNOJ PROIZVODNJI

Diplomski rad

Povjerenstvo za ocjenu i obranu diplomskog rada:

1. doc.dr.sc. Brigita Popović, predsjednik
2. prof.dr.sc. Suzana Kristek, mentor
3. doc.dr.sc. Sanda Rašić, član

Osijek, 2016.

SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. PREGLED LITERATURE	3
2.1. Mikoriza.....	3
2.2. Vrste mikorize.....	8
2.3. Teškoće u primjeni mikorize	13
2.4. Kompatibilnost biljnih vrsta	14
2.5. Inokulacija i priprema inokuluma.....	15
2.6. Primjena cjepiva	16
2.7. Mikorizna gnojiva.....	16
3. ZAKLJUČAK.....	18
4. POPIS LITERATURE.....	19
4. SAŽETAK.....	23
5. SUMMARY	24
6. POPIS SLIKA	25

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

BASIC DOCUMENTATION CARD

1. UVOD

Gljive imaju važnu ulogu u mnogim mikrobiološkim i ekološkim procesima, koji utječu na plodnost tla, razgradnju, usvajanje minerala i organskih tvari, kao i zdravlje biljaka. Gljive su heterotrofi, zahtijevaju vanjske izvore ugljika za energiju i stanične sinteze. Mikorizna simbioza je najstariji rasprostranjeni oblik gljivične simbioze s biljkama (Finlay, 2008.).

Mikoriza je simbiotska zajednica korijena biljke i nekih gljivica iz tla. Biljka i gljivica imaju obostranu korist od mikorize – gljivica kolonizira korijen biljke i opskrbljuje ga vodom i mineralima dok biljka izlučuje eksudate na korijenu koji koriste gljivicama. Mikorizna gljivica zaposjeda samo stanice epiderme i parenhima kore ne ulazeći u endodermu, provodne snopove i meristem. Po tome se mikorizne gljivice bitno razlikuju od fitopatogenih gljivica koje ulaze u ta tkiva i tako štete biljci.

U nastavku hifa gljivice raste, grana se na površini korijena biljke ili u tlu, tvoreći eksterni micelij. Micelij prorasta određeni volumen tla koji je udaljen od korijena, pa je zato nedostupan korijenu biljke. Preko micelija biljka znatno povećava aktivnu površinu za apsorpciju iz tla i to od 100 do 1000 puta pa je na taj način povećan kapacitet apsorpcije hranjivih sastojaka i vode iz tla.

Njavažniji pozitivan učinak na biljke je povećanje apsorpcije hranjivih minerala i vode iz tla. Ostali pozitivni učinci su:

- veća otpornost biljke na pomanjkanje vode i veći sadržaj soli u tlu;
- veća otpornost i tolerantnost na patogene iz tla;
- bolja apsorpcija mikroelemenata;
- veća i ujednačena proizvodnja;
- bolji razvoj biljke;
- bolja djelotvornost gnojiva, sredstava za zaštitu bilja i navodnjavanja;
- bolja adaptacija biljke na okoliš;
- redukcija fenomena umornosti tla.

Mikoriza je prirodna simbioza korijena biljke i micelija mikoriznih gljiva koja je većini biljaka nužna za pravilan rast i razvoj. U takvoj, obostrano korisnoj simbiozi gljive iz biljke uzimaju ugljikohidrate, ali to joj mnogostruko i obilato vraćaju, čineći ju jačom i zdravijom. Mikoriza može povezati različite biljne vrste i omogućiti im međusobnu komunikaciju u cilju samozaštite. Mikorizu je još davne 1880. godine otkrio poljski botaničar Franciszek Kamiński (<http://alternativa-za-vas.com/>).

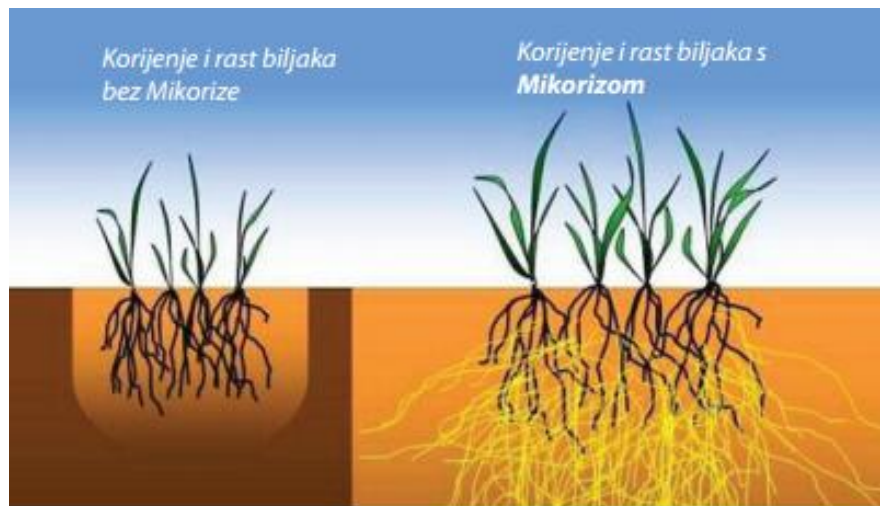
2. PREGLED LITERATURE

2.1. Mikoriza

Kao što je već navedeno mikoriza je prirodna simbioza korijena biljke i micelija mikoriznih gljiva. Korijenje mnogih viših biljaka živi u simbiozi s gljivama. Smatra se da preko 90% biljaka živi u simbiozi s mikoriznim gljivama. Micelij gljiva obavija kratko i debelo bočno korijenje te na taj način funkcionalno zamjenjuje korijenove dlačice. Hife su puno tanje i brojnije od korijenovih dlačica i mogu ući i u najsitnije pore u tlu. Na taj način povećavaju apsorpcijski sustav i olakšavaju biljci primanje vode i mineralnih tvari (ponajviše fosfata i nitrata) iz tla te proizvode antibiotike koji mogu štiti korijenov sustav od patogenih gljiva i mikroorganizama u tlu.

Gljive također luče faktore rasta koji potiču razvoj korijena i njegovo grananje. Imaju i veliku ulogu u očuvanju strukture plodnog tla, tj. sitne čestice tla spajaju se jedna s drugom i stvaraju tzv. agregate plodnog tla. Doprinos mikorize na strukturu tla varira s vrstom tla i biljkom i fenotipom gljive. Na primjer, AM gljive općenito imaju veću ulogu u formiranju agregata u pjeskovitom tlu nego u glinastom tlu (Miller i Jastrow, 2000.). Iako i saprofitske i mikorizne gljive olakšavaju stvaranje agregata tla, mikorizne gljive stabiliziraju tlo puno učinkovitije nego saprofitske gljive.

Mikoriza može uskladištiti velike količine vode te ju upotrijebiti tijekom sušnog razdoblja. Biljke s mikorizom također su zaštićene od teških metala i soli. Zauzvrat, gljive imaju idealne uvijete za rast i kontinuiranu opskrbu ugljikohidratima putem biljke
(http://smsf-mastergardeners.ucanr.edu/Elkus/The_Effects_of_Mycorrhizal_Fungi_Inoculum_on_Vegetables/).



Slika 1. Prikaz rasta korijena bez mikorize i sa mikorizom.

(http://www.bio-buducnost.com/bio_buducnost.html)

U današnje vrijeme sve veći broj znanstvenika mikorizu smatra jedinim pravim rješenjem za uzgoj različitih kultura i zaštitu ekosustava. Više od 90% biljnih vrsta prirodno stvara takav simbiotski odnos, uslijed čega je mikoriza primjenjiva u šumarstvu, vinogradarstvu, maslinarstvu, kod uzgoja voća, povrća, jestivih gljiva, ukrasnog i sobnog bilja ili pri njezi travnjaka. Izuzetak su jedino kupusnjače (kupus, kelj, cvjetača, brokula, repa, rotkvice itd.), koje takvu simbiozu ne stvaraju.

Biljke koje rastu u simbiozi s micelijem mikoriznih gljiva otpornije su na bolesti i sušu te uspjevaju i u siromašnijem tlu. Na mikorizaciju odlično reagiraju kulture koje zahtijevaju više vode (lubenice, dinje, buče, rajčice, krastavci, paprika, jagode itd.). Tim načinom postiže se znatna ušteda u trudu i vremenu uloženom u uzgoj kultura, također i u utrošku vode, gnojiva i sredstava za zaštitu bilja. Ukratko, povrtno i voćno daju više plodova uz manji uloženi trud. Začinsko bilje i cvijeće intenzivnije mirišu, a trajnice lakše prežive zimu i u proljeće su vitalnije. Biljke uzgajane na klasičan (moderan) način ne razvijaju mikorizu i zato daju manje plodova, a ujedno su i manje zdrave (<http://atma.hr/>).

Mikoriza kolonizira korteks korijena i uspostavlja izravni kontakt između korijena biljke i stanične stijenke gljivice. Simbiozom gljivica dobiva potrebne ugljične spojeve od biljke, a biljka od gljivice dobiva mineralne tvari. Inokulirane biljke imaju bolji rast i zdravije su. Inokulacija pomaže biljci prevladavanje stresnih uvjeta kao što su: nedostatak hranjiva,

preveliki salinitet, toksičnost magnezijem, stres nakon presađivanja i bolesti korijena (White, 1993.).

Isti autor (White, 1993.) navodi da je dokazan pozitivan utjecaj mikorize u mediju s malo fosfora i drugih hranjiva, te da se efekt mikorize poništava nakon dodavanja određene količine hranjiva. Međutim, bez obzira na dodatak hranjiva, inokulirane biljke imaju ujednačeniji rast.



Slika 2. Lijevo: presadnice rajčice mikorizirane gljivama *Glomus mossae* i *Glomus etunicatum*; desno: nemikorizirane presadnice.

(<http://www.agroklub.com/eko-proizvodnja/mikoriza-nova-tehnologija-u-poljoprivredi/21940/>)

Prednosti mikorize za biljke:

Povećana apsorpcija hranjivih tvari i vode – biljke apsorbiraju hranjive tvari i vodu preko korjenovih dlačica; mikorizom se povećava količina hranjivih tvari i vode koje biljka može apsorbirati pružajući gljivične hife.

Povećani unos fosfora - hife potiču rast bakterija koje mogu izdvojiti fosfor iz organskih tvari. Fosfor oslobođen od strane bakterija se apsorbira u hife i prelazi na biljke. Hife povećavaju i unos kalija, bakra, željeza, nikla, sumpora i cinka.

Povećani nastanak kvržičnih bakterija kod mahunarki – povećan unos fosfora koji je karakterističan za mikorizne odnose posebno pomaže mahunarkama. Fosfor poboljšava

kolonizaciju *Rhizobium* bakterija u korijenu biljaka. Te bakterije koriste dušik iz zraka te ga pretvaraju u oblike koje biljka može iskoristiti.

Potiskivanje bolesti korijena – mikorizni odnosi štite domaćina od bolesti i kemijski i fizički. Gljivice proizvode antibiotike koji inhibiraju bolest i prigušuju bolest poboljšanjem prehrane domaćina, što povećava napredak biljke. Zdrave biljke su se bolje mogle oduprijeti ili tolerirati patogene kao što su *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Phythium* i *Phytophthora* i *Verticillium*. Također, zaštitni omotač, koji formiraju ektomikorizne gljive fizički štiti korijen od bolesti.

Povećana proizvodnja biljnog hormona rasta – mikorizne kolonizacije često povećavaju razinu citokinina i giberelina, koji su biljni hormoni odgovorni za diobu stanica, klijavost sjemena i druge funkcije.

Ograničena zaštita od visoke koncentracije tla teškim metalima – hife gljivica blokiraju unos cinka, kadmija i mangana iz tala s prekomjernom razinom tih tvari.

Poboljšava fizičke osobine tla – spojevi poput glomalina, molekula ugljikohidrata/proteina, izlučuju se iz gljivičnih hifa i djeluju kao ljepilo, što čestice tla drži zajedno (<https://www.uaf.edu/files/ces/publications-db/catalog/anr/HGA-00026.pdf>).



Slika 3. Učinak mikorize na razvoj korijena i povećanje njegove mase.

(<http://grama.com.hr/ucinci-koristenja-mikoriznih-mikroorganizama-na-proizvodnju-i-kvalitetu>)

Tang i Wan (1980.) uočili su da se mikorizom povećava dužina izbojaka i listova kod sadnica agruma u odnosa na ne inokulirane sadnice.

Inokulacija s *Glomus mosseae*, *Glomus etunicatus* i *Glomus fasciculatum* utječe na poboljšan rast agruma, ukrasnog bilja i povrća (Graw i Schenck, 1981.).

Shanmugam i sur. (1981.) otkrili su da inokulacijom s *Glomus mosseae* i *Glomus etunicatus* na kiselim tlima dolazi do veće dužine izbojaka i broja listova.

Nemec i Guy (1982.) izvijestili su da su sadnice limuna inokulirane s *Glomus mosseae*, *Glomus etunicatus* i *Glomus macrocarpus* narasle veće, bile su teže, a lišće je sadržavalo više topljivih tvari, saharozu, reducirajuće šećere i škrob.

Temeljem eksperimentalnih rezultata Shreshta i sur. (1995.) dokazali su da se stabla mandarina inokulirana s *Glomus fasciculatum*, *Glomus mosseae* i *Gigaspora ramisporophora* razmnožavaju bolje u usporedbi s ne inokuliranim stablima. Također posjeduju veću lisnu površinu i intenzivniji rast stabla.



Slika 3. Razvijena mikoriza na dlačici korijena biljke.

(<http://www.gnojidba.info/mala-skola-gnojidbe/mikoriza-simbioza-korijenja-i-micelija-mikoriznih-gljiva/>)

Inokulacija sadnica limuna mikoiznim gljivama u navodnjavanim pustinjским pijescima u Kaliforniji pospješila je rast, prinos te povoljno djelovala na zdravstveno stanje biljaka (Dart i sur., 1991.).

Smith (2000.) ističe da mikorizne gljive usvajaju hraniva iz udaljenih zona korijena, te da je ustanovljena efektivnija eksploatacija fosfora (istraživanja su vršena u kulturi pšenice, kukuruza i krumpira) iz većih volumena tla, što je omogućilo bolju opskrbljenost biljke ovim elementom za 20-45%.

Azcon-Aquilar i sur. (1998.) u rezultatima svojih istraživanja sa paprikom, rajčicom i krumpirom navode da su mikorizirane biljke pokazale veću otpornost na bolesti korijena i donjeg dijela stabljike.

Suresh i sur. (1985.) inokuliranjem korijena biljaka rajčice mikoriznim gljivama *Glomus mosseae* i *Glomus fasciculatum* dobili su vrlo dobre rezultate u suzbijanju napada nematoda *Meloidogyne incognita* i *Meloidogyne javanica* u plasteničnoj proizvodnji ove kulture.

Rao i sur. (1995.) ostvarili su visoke prinose pri uzgoju mikorizirane rajčice u plastenicima u 4-godišnjoj monokulturi, dok je u neinokuliranim varijantama ostvareni prinos bio manji od 40-70%.

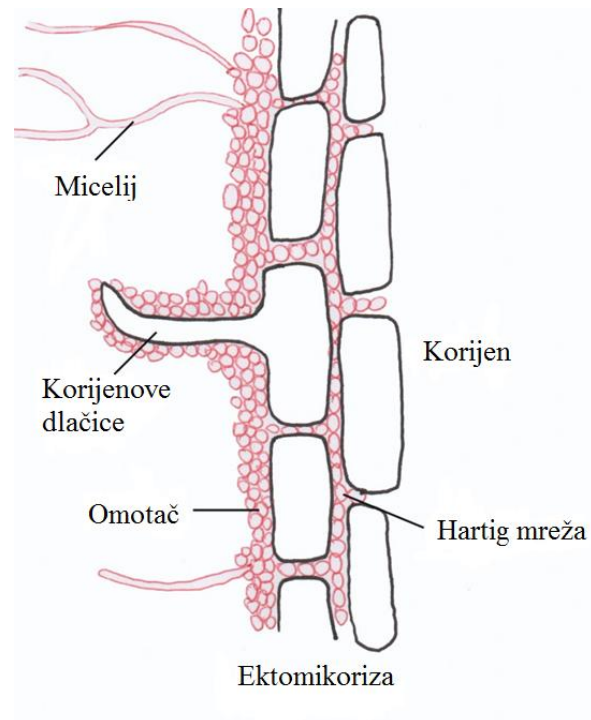
Što se tiče utjecaja obrade tla na razvoj mikoriznih gljiva tijekom godina čovjek je svojom stalnom aktivnošću (obrada tla, gnojidba mineralnim gnojivima) izmjenio i smanjio brojnost populacije tih gljiva. Kabir i sur. (1998.) su proučavali gustoću hifa kod AM gljiva i hranjivih tvari kod kukuruza na parcelama sa no-till sustavom, reduciranom obradom i konvencionalnom obradom. Zaključili su da su AM gljive najveću gustoću imale na no-till parcelama, a najmanju na parcelama sa konvencionalnim načinom obrade.

2.2. Vrste mikorize

Postoje dvije vrste mikorize: ekotomikoriza i endomikoriza te prijelazni oblici koji nisu toliko česti. Predstavlja skupinu gljivica koje su povezane s većinom poljoprivrednih kultra i osigurava biološku zaštitu od bolesti u tlu (Smith i Read, 2008.). Javlja se u većini ekosustava u svijetu i nalazi se u mnogim važnim vrstama kao što su pšenica, kukuruz,

riža, grožđe, soja, pamuk, nalazi se također i kod hortikulturalni vrsta kao što su ruže, petunije i ljiljani (Peterson i sur., 2004.).

Kod ektomikorize hife gljiva okružuju korijen i tvore gust omotač. Hife ne ulaze u stanice već u staničnom prostoru tvore tzv. Hartig mrežu. Ova mikoriza olakšava apsorpciju fosfata. Ektomikoriza je vrlo česta kod drvenastih biljaka. To su uglavnom gljive iz razreda *Ascomycota* i *Basidiomycota*.



Slika 4. Prikaz ektomikorize.

(<http://www.edinburghgardenschool.com>)

Hife endomikorize su rjeđe, rastu izvan, ali i ulaze u pojedine stanice gdje okružuju staničnu membranu i stvaraju strukture koje sudjeluju u izmjeni iona između domaćina i gljive. Ona olakšava apsorbciju fosfata i metala u tragovima (cink i bakar).

Ovaj tip mikorize je mnogo češći (preko 90% biljnih vrsta) i nalazimo ga kod vrsta važnih za prehranu, poput kukuruza, pšenice, mahunarki i većine povrtnih kultura. U stanicama tih povrtnih kultura hife se dalje šire stvarajući tako „VAM – efekt“, odnosno vezikularno-arbuskularnu mikorizu.

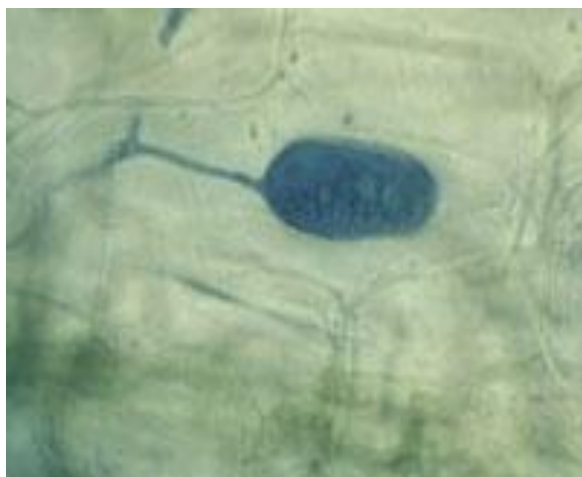
Arbuskule su zamršeno razgranate haustorije koje se formiraju unutar kore korijena. Počinju se formirati dva dana nakon inokulacije korijena. Rastu u pojedinim stanicama kore korijena, ali ostaju izvan citoplazme. Arbuskule se smatraju glavnim mjestom razmjene između gljive i domaćina. Arbuskule su kratkog vijeka i počinju propadati nakon nekoliko dana, ali hife i vezikule mogu ostati u korijenu mjesecima ili godinama.

Poznata su dva tipa arbuskula:

- PARIS TIP – karakterizira ga rast hifa iz jedne stanice u drugu
- ARUM TIP – karakterizira ga rast hifa u prostoru između stanica korijena.

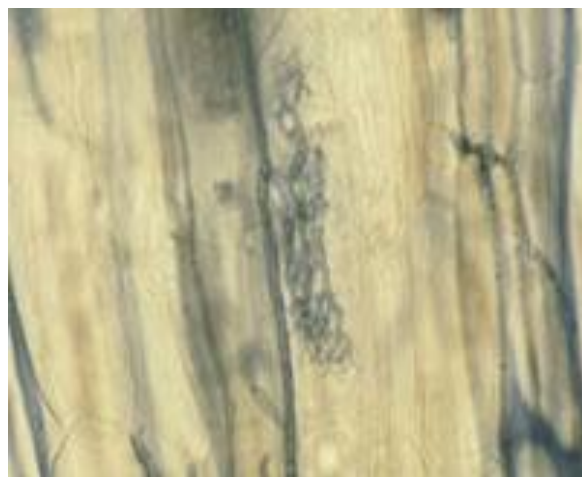
Prvenstveno ovisi o biljci domaćinu koji će se oblik arbuskula formirati iako kod nekih vrsta dolazi do formiranja oba tipa arbuskula. Tako se npr. kod vrsta porodice *Rosaceae* formira arum tip arbuskula, kod vrsta koje pripadaju porodici *Magnoliaceae* formira se paris tip arbuskula dok se kod vrsta pripadnika porodica *Caprifoliaceae* mogu formirati oba tipa arbuskula.

Vezikule su hipertrofirane nitaste tvorevine micelija (vrećastog oblika), koje se nalaze na vrhu hife. One mogu biti intra ili intercelularno, a predstavljaju organe za skladištenje rezervne hrane (Cayrol, 1991.). Obično se vezikule formiraju iza arbuskula i postaju brojnije starošću, odnosno zrelošću biljke. Sama anatomija mikorize varira ovisno o vrsti gljive i biljke, te stoga mogu biti različitog oblika i izgleda.



Slika 5. Vezikule.

(<http://aggie-horticulture.tamu.edu/>)

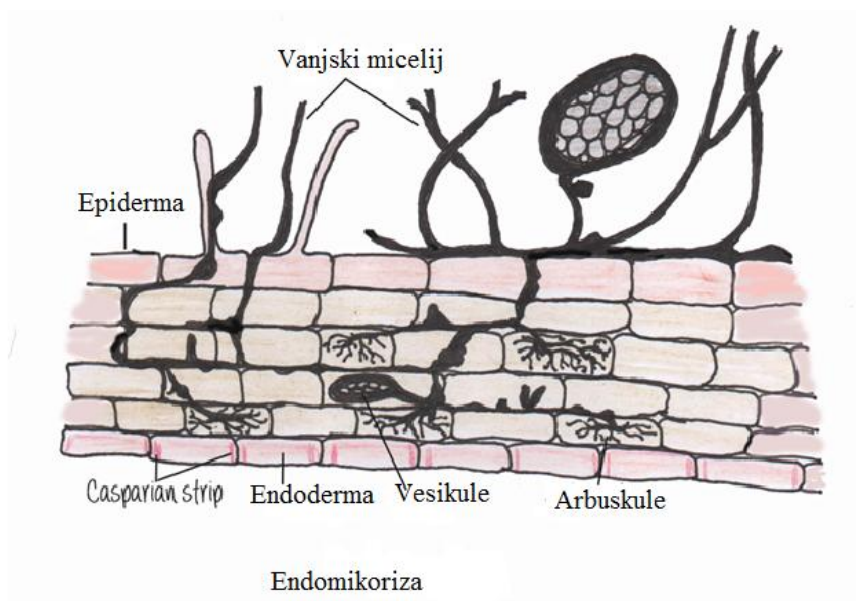


Slika 6. Arbuskule.

(<http://aggie-horticulture.tamu.edu/>)

Arbuskularno mikorizne (AM) gljive pripadaju razredu *Zygomycetes*, redu *Glomales* i žive u simbiozi s većinom (preko 80%) kopnenih biljaka (Smith i Read, 1997.). One su obavezni biotrofi, koje nakon uspostavljanja uspješne simbioze s biljkom domaćinom, stvaraju spore u tlu koje su sposobne klijati i rasti.

AM gljive međutim nisu sposobne stvarati veći micelij i završiti životni ciklus bez biljke domaćina (Mosse, 1959.; Logi i sur., 1998.). Simbioza općenito povećava produktivnost i vitalni rast biljaka i otpornost na stresne uvjete (Allen, 1991.; Blaszkowski, 2003.; Gluszek i sur., 2008.) kao i njihovu otpornost na patogene (Azcón-Aguilar i Barea, 1992.).



Slika 7. Prikaz endomikorize.

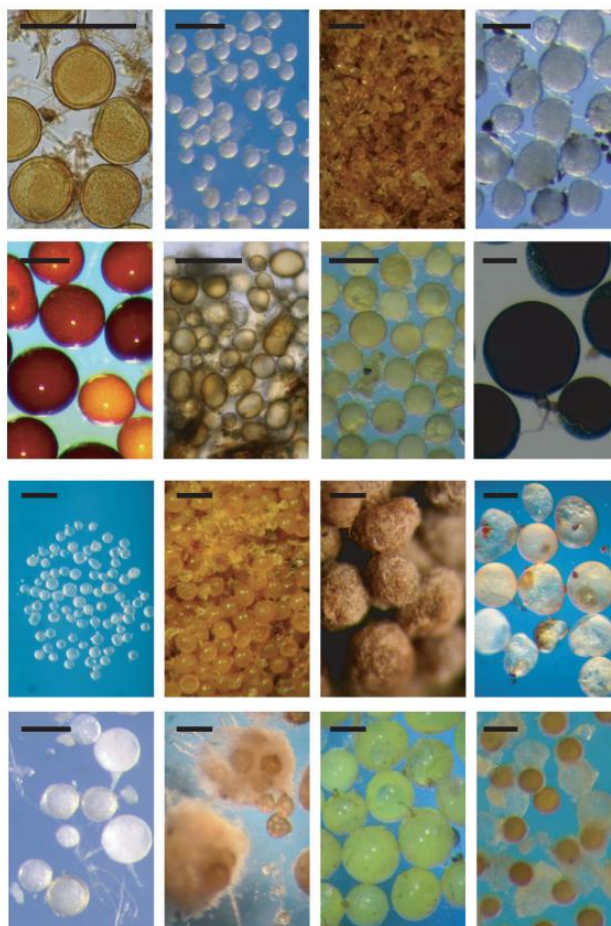
(<http://www.edinburghgardenschool.com>)

Međutim, postoje i neki primjeri smanjenja rasta biljaka nakon inokulacije mikoriznim gljivama. Takav učinak povezan je s nekoliko čimbenika, uključujući ugljična vlakna od gljiva, gustoću sklopa, plodnost tla, temperaturu tla i poljoprivrednu praksu (Koide, 1985.; Jifon i sur.; 2002.; Schroeder i Janos, 2004.; Li i sur., 2008.; Covacevich i Echeverria, 2009.).

Primjena mikoriznih cjevica može povećati raznolikost vrsta ovih gljivica u rizosferi i time poboljšati rast, čime se povećava i prinos uzgajanih kultura (Sas Paszt i Żurawicz, 2005.; Sas Paszt i Gluszek, 2007.). Utvrđivanje najboljih uvjeta za simbiozu gljive i biljke je

ključni faktor za dobivanje učinkovite mikorize (Estaún i sur., 1994.). Kontinuirani uzgoj jednog usjeva smanjuje raznolikost i bogastvo arbuskularnih mikoriznih gljiva u tlu (An i sur., 1993.).

Red *Glomeromycota* - članovi *Glomeromycota* stvaraju arbuskularnu mikorizu s korijenom kopnenih biljaka. Gljive iz reda *Glomeromycota* stvaraju relativno velike spore (40-800 μ m). Slično većini *Zygomycota* hife nemaju pregrade. Nema dokaza da se gljive iz reda *Glomeromycota* razmnožavaju spolno. Studije koje su koristile molekularne markere nisu otkrile nikakvu genetičku rekombinaciju ili je ona niska. Stoga se pretpostavlja da su spore koje se formiraju nespolne (<http://www.mycologia.org/>).



Slika 8. Spore mikoriznih gljiva različitih rodova reda *Glomeromycota*.
 Red 1. *Glomus*, *Archaeospora*, *Redeckera*, *Pacispora*; red 2. *Acaulospora*,
Rhizophagus, *Claroideoglomus*, *Racocetra*; red 3. *Paraglomus*, *Diversispora*,
Sclerocystis, *Scutellospora*; red 4. *Ambispora*, *Funneliformis*, *Gigaspora*,
Entrophospora

(<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1469-8137.2011.04029.x/pdf>)

Rod *Glomus* je najbrojnija i najraznolikija skupina gljiva u *Glomeromycota*. Tu je uključeno oko 53% svih arbuskularnih gljiva opisanih do danas. Spore roda *Glomus* razvijaju se na kraju hifa iako je zabilježeno da se razvijaju i unutar hifa. Spore nekih vrsta poput *Glomus aggregatum* i *Glomus extraradical* javljaju se unutar korijena. Većina vrsta roda *Glomus* proizvode spore pojedinačno u tlu.

Postoje još neke specifične vrste mikorize, ali nisu toliko česte. Na primjer borovnica ima tzv. erikoidnu mikorizu, koja prilagodi pH tla u rizosferi, kao i mikoriza od rododendrona.

Erikoidna mikoriza nastaje u tri biljne obitelji, *Ericaceae*, *Empetraceae* i *Epacridaceae*, svi pripadaju redu *Ericales* (Finlay, 2008.). Erikoidna mikoriza nalazi se u kiselj sredini (Smith i Read, 2008.). Gljive koje su uključene u ovoj simbiozi su *Ascomycote*. Mikoriza također pomaže reguliranju uzimanja željeza, mangana i aluminija koji su često prisutni u kiselim tlima (Moore, 2013.). Erikoidna mikoriza ne razlikuje se samo po tome što se nalazi u kiselj sredini nego se razlikuje i po strukturi. Umjesto oblikovanja arbuskula gljiva formira zavojnice hifa u vanjskim stanicama korjenovih dlačica.

Postoji još i orhidejska mikoriza. Sjemenke orhideja nemaju zalihu hranjivih tvari, stoga ne mogu klijati bez pomoći mikorize. Tu spadaju gljive iz razreda *Basidiomycota*.

2.3. Teškoće u primjeni mikorize

Jedna od velikih poteškoća za bržu primjenu i širenje endomikorize u praksi je komercijalna proizvodnja inokuluma. Najvažnija prepreka za uspostavu mikorize i njezinog pozitivnog učinka je previsoka koncentracija fosfora u tlu (Gianinazzi – Pearson i Gianinazzi, 1986.) koji je često prisutan u većini intenzivno korištenih vrtnih tala.

Utvrđeno je da se učinak mikorize bitno smanjuje, odnosno može čak i potpuno izostati ovisno o količini fosfora u tlu. Uzrok treba tražiti u tome što visoka koncentracija fosfora mijenja anatomsku građu korijena, što onemogućuje prodiranje gljive u korijen. Kod manje koncentracije fosfora poraste permeabilnost u stanicama korijenja, pa je jače izlučivanje eksudata, koji djeluju stimulatивно na infekciju AM-gljiva (Bowen, 1987.).

Upotreba prevelikih količina nekih pesticida također može drastično smanjiti uspostavu ili djelovanje mikorize (Spokes i sur., 1981.).

2.4. Kompatibilnost biljnih vrsta

Za uspješnu primjenu mikoriznih preparata, potrebno je poznavati komatibilnost biljnih vrsta sa pojedinim tipovima mikorize. Endomikoriza je više zastupljena u prirodnim uvjetima te je gotovo 95% biljnih vrsta kompatibilno sa endomikoriznim sojevima gljivica (poput *Glomus* spp. vrsta). 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.

Biljne vrste kompatibilne sa endomikoriznim gljivicama:

- Jabuka, kruška, breskva, šljiva, trešnja;
- Vinova loza, maslina, badem, smokva;
- Kiwi, citrusi (limun, naranča, mandarina i dr.);
- Jagoda;
- Krumpir, rajčica, paprika, celer, mrkva, luk, češnjak, salata, šparoga;
- Soja, kukuruz, pšenica, ječam, raž, proso;
- Duhan;
- Ostalo ukrasno bilje.

Biljne vrste kompatibilne sa ektomikoriznim gljivicama:

- Lješnjak;
- Kesten.

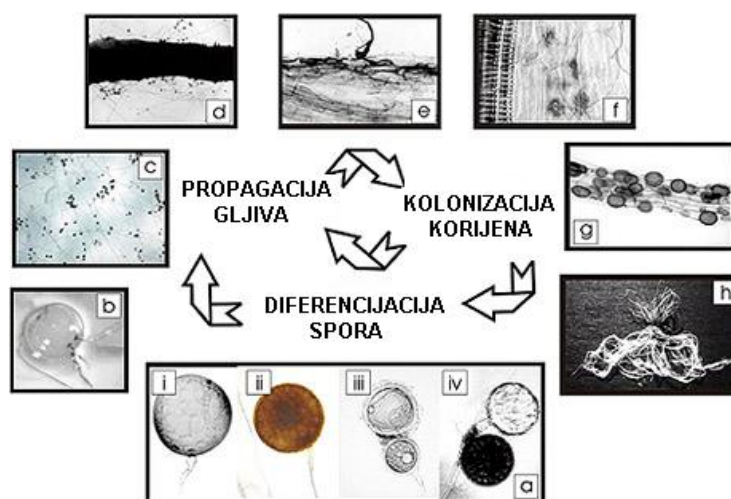
Biljne vrste koje ne mogu ostvariti simbiozu sa mikoriznim gljivicama:

- Kupusnjače (kupus, cvjetača, brokula);
- Cikla i repa;
- Špinat;
- Rododendorni, azalee.

2.5. Inokulacija i priprema inokuluma

Inokulacija (Slika 9.) predstavlja nacjepljivanje, odnosno zarazu korijena biljke domaćina u svrhu proizvodnje inokuluma sačinjenog od dijelova osušenog korijena biljke domaćina i ekspanzirane gline ili vermikulita u čijim se šupljinama nalaze spore endomikoriznih gljiva. Endogene se gljive ne mogu uzgajati zasebno u čistoj kulturi, što doista predstavlja ozbiljnu prepreku njihovoj bržoj i jednostavnijoj primjeni (<http://www.gnojidba.info/>).

Inokulacija mikoriznim gljiva pospješuje uspostavljanje efektivne simbioze. Efektivna simbioza doprinijet će boljem i pravilnijem razvoju korjenovog sustava, a zbog niza koristi koje biljke imaju u ovoj simbiozi, smanjuje se potreba za mineralnom gnojidbom i upotrebom pesticida, što je s ekonomskog i ekološkog aspekta od iznimnog značaja.



Slika 9. Shema inokulacije mikoriznih gljiva.

(<http://www.gnojidba.info/mikoriza-2/mikoriza-u-uzgoju-povrca-iii/>)

Kao inokulum za uspostavu ciljane mikorize najčešće se koriste endomikorizne gljive rodova: *Glomus*, *Gigaspora*, *Scutelospora*, *Acaulospora*, *Sklerocystis* i *Entrophospora* (Schenk i Perez, 1988.).

U uzgoju presadnica povrća najviše se primjenjuju gljive iz roda *Glomus*, odnosno vrste: *Glomus etunicatum*, *Glomus aggregatum*, *Glomus versiforme*, *Glomus fasciculatum*, *Glomus clarum*.

2.6. Primjena cjepiva

Cijepiva mogu biti u obliku živog mikoriznog micelija ili u obliku suhih preparata (spora). Živi mikorizni micelij se nalazi u vodenoj otopini (u obliku gela) i ima trajnost čak nekoliko godina na temperaturi oko 0°C, a funkciju gubi ako se osuši ili pregrije. Prednost tako priprmljenog cijepiva je mogućnost gljiva da zbog živih hifa lako i brzo stupe u simbiozu s biljkom. Kod primjene suhog cijepiva u obliku spora uspostava mikorize je sporija, a može biti i poteškoća s klijanjem spora (<http://www.gnojidba.info/>).

Prije primjene cijepiva, potrebno je odabrati prikladan soj gljivica za određenu kulturu. Najisplativija je primjena cijepiva na manjim površinama. Primjena mikoriznih cijepiva na većim površinama kod ratarskih kultura je ekonomski neisplativa jer zahtijeva veliku količinu cijepiva koju je teško proizvesti, ali i nabaviti.

Primjena ektomikoriznog cijepiva u višegodišnjim nasadima ima, prije svega, ekonomski značaj, jer je mikorizirana biljka otpornija na sušu, razne bolesti i patogenost korijenovog sustava. Također, pospješuje rast biljaka. Jednom nacijepljeni živi micelij u nasadima ostaje tokom njihovog cijelog života, a sama mikorizacija se može obaviti već u rasadnicima, što smanjuje troškove proizvodnje i popravljiva kvalitetu sadnog materijala. Kod sadnje višegodišnjih kultura, korijen sadnice se umače u suspenziju, a u postojećim nasadima inokulum se aplicira u korijenov sustav pod tlakom.



Slika 10. Mikorizirani vinograd.

(<http://www.agroklub.com/>)



Slika 11. Nemikorizirani vinograd.

(<http://www.agroklub.com/>)

2.7. Mikorizna gnojiva

Mikoriza igra vrlo važnu ulogu u povećanju rasta biljaka i prinosa zbog povećanja opskrbe fosfora u biljci domaćinu. Mikorizne biljke mogu apsorbirati i akumulirati nekoliko puta više fosfata iz tla nego nemikorizne biljke. Biljke inokulirane s endomikoriznim gljivama pokazale su da su otpornije na neke bolesti korijena.

U novije vrijeme proizvode se mikrobiološka gnojiva (glavna razlika naspram ostalih organskih i mineralnih gnojiva je u tome da su „živa“) gdje se za poboljšanje proizvodnje koristi mikoriza ili simbioza gljiva i korijena biljaka. Ovdje uzajamni korisni odnos dvaju organizama nije vezan samo na leguminoze već je moguć za sve kulture.



Slika 12. Mikorizno cjepivo.

(<http://www.gnojidba.info/mikoriza-2/mikoriza-u-uzgoju-povrca-iv/>)

Princip: mikorizne gljive se povezuju s korijenovim dlačicama i iz njih crpe hranu (zalihe ugljikohidrata), a zauzvrat svojom djelatnošću pomažu biljci u:

- lakšem primanju hraniva i vode uz jačanje korijenovog sustava - dublji korijen, masa korijena veća i do 90%;
- jačanju otpornosti na nepovoljne uvjete u tlu - npr. na sušu, zaslanjenost tla;
- zaštiti od uzročnika bolesti - ograničavaju rast napadajući druge štetne gljive i bakterije iz tla (npr. *Pythium*, *Rhizoctonia*, *Sclerotinia*, *Fusarium*, *Verticillium*) pa neke od njih možemo svrstati i među biofungicide.

3. ZAKLJUČAK

Većina biljnih vrsta svih vrsta je u mogućnosti da razvije simbiozu s mikoriznim gljivicama. Partnerstvo između tih gljiva i domaćina korijena može dovesti do povećanja tolerancije biljaka na abiotički i biotički stres. Mikoriznu tehnologiju treba priznati kao važan biološki faktor u integriranim pristupima za zaštitu bilja.

Očito je da mikorizirane biljke imaju niz koristi od svog simbionta i u prednosti su u odnosu na nemikorizirane biljke. Iz tih razloga, sve više se u poljoprivrednoj proizvodnji ne oslanja isključivo na autohtonu mikrofloru, već se vrši inokulacija sjemena ili korijena presadnica kompatibilnim sojevima ovih gljiva.

U prisustvu mikorize značajno se povećava usvajanje dušika, fosfora, kalcija i mikroelemenata. Prirodna mikoriza je godinama uništavana zbog intenzivnog uzgoja biljaka u poljoprivredi. Brojni zahvati korišteni u svrhu povećanja prinosa i kvalitete, kao što su sterilizacija tla i sadnica, monokultura, prekomjerno korištenje umjetnih gnojiva i kemijskih sredstava za zaštitu, napravili su veliku štetu u području rizosfere odnosno plodnog dijela tla. Zbog brojnih prednosti mikorize, ali i da bi se održala poljoprivredna proizvodnja, potrebno je imati na umu resurse koje nam sama priroda pruža, a koji su danas sve više zaboravljeni.

4. POPIS LITERATURE

1. Allen M.F. (1991.): The Ecology of Mycorrhizae. Cambridge University Press, 184.
2. An Z., Hendrix J.W., Hershman D.E., Ferriss R.S., Henson G.T. (1993.): The influence of crop rotation and soil fumigation on a mycorrhizal fungal community associated with soybean. *Mycorrhiza* 3: 171-182.
3. Azcón-Aquilar C., Barea J.M. (1992.): Interactions between Mycorrhizal Fungi and Other Rhizosphere Microorganisms. In: M.J. Allen ed. *Mycorrhizal Functioning. An Integrative Plant-Fungal Process*. C H Publishing, 163-198.
4. Azcon-Aquilar C., Bago B., Barea J.M. (1998.): Saprophytic growth of arbuscular-mycorrhizal fungi. In Hock B., Varma A., *Mycorrhiza: Structure, Function, Molecular Biology and Biotechnology*, Heidelberg, Germany: Springer-Verlag, 391-408.
5. Błaszowski J. (2003.): Arbuscular mycorrhizal fungi (*Glomeromycota*). Endogone and Complexipes species deposited in the Department of Plant Pathology, University of Agriculture in Szczecin, Poland.
6. Bowen G.D. (1987.): The biology and Physiology of infection and its development in ectophysiology of VAM plants.
7. Cayrol J.C. (1991.): Proprietes nematocides des endomycorhizes a vesicules et arbuscules P.H.M. *Revue Horticulture*, 321: 33-42.
8. Covacevich F., Echeverría H.E. (2009.): Mycorrhizal occurrence and responsiveness of tall fescue and wheatgrass are affected by the source of phosphorus fertilizer and fungal inoculation. *J Plant interect.* 4: 101-112.
9. Dart J.K.G., Stapleton F., Minassian D. (1991.): Contact lenses and other risk factors in microbial keratitis. *Lancet*, 338: 650-653.
10. Estaún V., Calvet C., Camprubi A. (1994.): Arbuscular mycorrhiza and growth enhancement of micropropagated Prunus rootstock in different soilless potting mixes. *Agricultural sci. Finland* 3: 263-267.
11. Gianinazzi-Pearson V., Gianinazzi S. (1986.): Mycorrhiza a potential for better use of phosphate fertilizer, *Fert.Agric.* 92: 1-10.
12. Głuszek S., Sas Paszt L., Sumorok B., Derkowska E. (2008.): Wpływ mikoryzy na wzrost i plonowanie roślin ogrodnich. *Post. Nauk Rol.* 6: 11-22.

13. Graw C., Schenck C. (1981.): Growth stimulation of citrus, ornamental and vegetable crops by selected mycorrhizal fungi, *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*, 93: 201-205.
14. Jifon J.L., Graham J.H., Drouillard D.L., Syvertsen J.P. (2002.): Growth depression of mycorrhizal citrus seedlings grown at high phosphorus supply is mitigated by elevated CO₂. *New Phytologist*, 153: 133-142.
15. Kabir Z., Halloran I.P., Fyles J.W., Hamel C. (1998.): Dynamics of the mycorrhizal symbiosis of corn (*Zea mays* L.), effects of host physiology, tillage practice and fertilization on spatial distribution of extra-radical mycorrhizal hyphae in the field. *Agric Ecosyst Environ* 68: 151- 163.
16. Koide R.T. (1985.): The nature of growth depressions in sunflower caused by vesicular-arbuscular mycorrhizal infection. *New Phytologist*, 99: 449-462.
17. Li H., Smith F.A., Dickson S., Holloway R.E., Smith S.E. (2008.): Plant growth depressions in arbuscular mycorrhizal symbioses: not just caused by carbon drain? *New Phytologist*, 178: 852-862.
18. Logi C., Sbrana C, Giovannetti M. (1998.): Cellular events involved in survival of individual arbuscular mycorrhizal symbionts growing in the absence of the host. *Applied Environmental Microbiology* 64: 3473-3479.
19. Miller R.M., Jastrow J.D. (2000.): Mycorrhizal fungi influence soil structure. In: Kapulnik Y, Douds D.D. Jr (eds) *Arbuscular Mycorrhizas: Physiology and Function*. Kluwer Academic Publishers, London, 3-18.
20. Mosse B. (1959.): Observations on the extra-matrical mycelium of a vesiculararbuscular endophyte. *Trans British mycological Society* 42: 439-448.
21. Nemeč S., Guy G. (1982.): Carbohydrate status of mycorrhizal and non-mycorrhizal citrus rootstock, *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 107(2): 117-118.
22. Rao M.S., Parvatha Reddy P., Mohandas S. (1995.): studies on development of a biorational management strategy against root-knot nematode attacking tomato.
23. Roger D. Finlay (2008.): Ecological aspects of mycorrhizal symbiosis: with special emphasis on the functional diversity of interactions involving the extraradical mycelium, *Journal of Experimental Botany*, 59(5): 1115-1126.
24. Sas Paszt L., Żurawicz E. (2005.): Studies of the Rhizosphere of Strawberry Plants at the Research Institute of Pomology and Floriculture in Skierniewice, Poland. *Int. J. Plant. Sci.* 5(1): 115-126.

25. Sas Paszt L., Głuszek S. (2007.): Rola korzeni oraz ryzosfery we wzroście i plonowaniu roślin sadowniczych. Post. Nauk Rol. 6: 27-39.
26. Schroeder M.S., Janos D.P. (2004.): Phosphorus and intraspecific density alter plant responses to arbuscular mycorrhizas. Plant Soil, 264: 335-348.
27. Schenk N. C. i Perez Y. (1988.): Manual for the identification of VA mycorrhizal fungi. INVAM, Gainesville, FL.
28. Shanmugam N., Babu R.C., Thalamuthu C. (1981.): Studies on the response of acid lime (*Citrus aurantifolia* Swingl.) to vesicular arbuscular mycorrhizae, Current Science, 50(17): 772-773.
29. Shreshta Y.H., Ishii T., Kadoya K. (1995.): Effect of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi on the growth, photosynthesis, transpiration and the distribution of photosynthates of bearing satsuma mandarin trees, Journal of the Japanese Society for Horticultural Science, 64(3): 517-525.
30. Smith S.E., Read D.J. (1997.): Mycorrhizal Symbiosis. Academic Press, London, 605.
31. Smith F.A. (2000.): Measuring the influence of mycorrhizas. New Phytologist, 148(1): 4-6.
32. Smith S.E. i Read D.J. (2008): Mycorrhizal Symbiosis. Academic press, London.
33. Spokes J. R., David R. M., Hayman S. (1981.): Effects of Plant Protection Chemicals on Vesicular-Arbuscular Mycorrhizas, Pesticide science, 12(3): 346-350.
34. Suresh C.K., Bagyaraj D.J., Reddy D.D.R. (1985.): Effect of vesicular-arbuscular mycorrhiza on survival, penetration and development of root-knot nematode in tomato. Plant Soil, 87: 305-308.
35. Tang Z.Y., Wan Z.L. (1980.): Effect of inoculation of mycorrhizal fungi on phosphorous nutrition and growth of citrus, Acta Pedologica Sinica, 17(4): 336-345.
36. White, J. W. (1993): Geraniums IV The Growers Manual. Ball Publishing, USA.

Internetski izvori:

37. <http://alternativa-za-vas.com/index.php/clanak/article/mikoriza>

38. http://smsf-mastergardeners.ucanr.edu/Elkus/The_Effects_of_Mycorrhizal_Fungi_Inoculum_on_Vegetables/
39. <http://www.gnojidba.info/mikoriza-2/mikoriza-u-uzgoju-povrca-iv/>
40. http://www.bio-buducnost.com/bio_buducnost.html
41. <http://atma.hr/nevjerojatno-otkrice-biljni-svijet-komunicira-preko-vlastite-podzemne-mreze/>
42. <https://www.uaf.edu/files/ces/publications-db/catalog/anr/HGA-00026.pdf>
43. <http://www.gnojidba.info/mikoriza-2/mikoriza-u-uzgoju-povrca-iii/>
44. <http://www.gnojidba.info/mala-skola-gnojidbe/mikoriza-simbioza-korijenja-i-micelija-mikoriznih-gljiva/>
45. <http://www.edinburghgardenschool.com/2013/01/rhs-level-3-question-on-the-rhizosphere-and-mycorrhizae/>
46. <http://aggie-horticulture.tamu.edu/faculty/davies/research/mycorrhizae.html>
47. <http://www.gnojidba.info/mikoriza-2/mikoriza-u-uzgoju-povrca-iv/>
48. <http://www.mycologia.org/content/98/6/885.full>
49. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1469-8137.2011.04029.x/pdf>
50. Moore, D. (2013): "David Moore's World of Fungi: Where Mycology Starts." Ericoid Mycorrhizas.
51. Davies, F. : "Dr. Davies Research Page." Dr. Davies Research Page. Texas A&M Universit.
52. <http://www.gnojidba.info/mikoriza-2/mikoriza-kompatibilnost-biljnih-vrsta/>
53. <http://www.agroklub.com/eko-proizvodnja/mikoriza-nova-tehnologija-u-poljoprivredi/21940/>
54. <http://grama.com.hr/ucinci-koristenja-mikoriznih-mikroorganizama-na-proizvodnju-i-kvalitetu>

4. SAŽETAK

Mikoriza omogućava uzgoj bilja u teškim uvjetima neprilagođenog tla i čini opstanak održivim. Štiti od suše, bolesti, soli i teških metala. Gljive luče hormone rasta koji potiču korijenje na rast i grananje te enzime koji omogućavaju uzimanje minerala iz organskih oblika. Proizvode i antibiotike te štite biljke od patogenih gljiva i bakterija u tlu. U simbiotskoj zajednici, gljiva pomaže biljci kako bi brže i efikasnije usvojila vodu i minerale iz tla, a gljiva od biljke uzima gotovu organsku hranu koju biljka stvara u procesu fotosinteze. Da bi se hife gljiva izgradile i rastle, potrebno im je manje energije nego što je to potrebno biljci za izgradnju korijenovih dlačica. Dvije su osnovne vrste mikorize: ektomikoriza i endomikoriza te nekoliko prijelaznih oblika. Ektomikoriza prisutna je isključivo na drvenastim vrstama, kako šumskog drveća tako i uzgajanih voćki (šljiva, kruška), međutim ustanovljena je i kod nekih jednosupnica, te kod papratnjača. Hife gljiva ne ulaze u same stanice, ali često oko njih čine tzv. Hartigovu mrežu. Ona uglavnom olakšava apsorpciju fosfata. Endomikoriza se odlikuje rjeđim hifama koje rastu i oko i unutar korijena. Hife ulaze u pojedine stanice gdje mogu tvoriti jajaste ili mjehuraste i razgranjene strukture.

Ključne riječi: mikoriza, mikorizne gljive, simbioza

5. SUMMARY

Mycorrhiza enables the cultivation of plants in the difficult conditions of inadequate soil and makes survival sustainable. Protects from drought, disease, salt and heavy metals. Fungi secrete growth hormones that stimulate root growth and branching of these enzymes that enable the taking minerals from organic forms. Products and antibiotics and protect plants from pathogenic fungi and bacteria in the soil. The symbiotic community, mushroom helps the plant to quickly and effectively adopt water and minerals from the soil, plants and fungi from taking for granted that organic foods plant produces in the process of photosynthesis. To hyphae of fungi build and grow, they need less energy than is needed to build the plant root hair. There are two basic types of mycorrhiza: ectomycorrhiza and endo mycorrhiza and several transitional forms. Ectomycorrhiza is present exclusively on woody species, forest trees as well as cultivated fruit trees (plum, pear), however, was established and in some monocotyledons, and with ferns. Hyphae of fungi are not included in the cell, but often around them make up the so-called. Hartigovu network. It mainly facilitates the absorption of phosphate. Mycorrhiza is characterized by a rare filaments that stand away that grow in and around and inside the roots. Hyphae enter the individual cells where they can form ovoid or bladder and branched structures.

Key words: mycorrhiza, mycorrhizal fungi, symbiosis

6. POPIS SLIKA

Slika 1. Prikaz rasta korijena bez mikorize i sa mikorizom.

(http://www.bio-buducnost.com/bio_buducnost.html)

Slika 2. Lijevo: presadnice rajčice mikorizirane gljivama *Glomus mossae* i *Glomus etunicatum*; desno: nemikorizirane presadnice.

(<http://www.agroklub.com/eko-proizvodnja/mikoriza-nova-tehnologija-u-poljoprivredi/21940/>)

Slika 3. Razvijena mikoriza na dlačici korijena biljke.

(<http://www.gnojidba.info/mala-skola-gnojidbe/mikoriza-simbioza-korijenja-i-micelija-mikoriznih-gljiva/>)

Slika 4. Prikaz ektomikorize.

(<http://www.edinburghgardenschool.com>)

Slika 5. Vezikule.

(<http://aggie-horticulture.tamu.edu/>)

Slika 6. Arbuskule.

(<http://aggie-horticulture.tamu.edu/>)

Slika 7. Prikaz endomikorize.

(<http://www.edinburghgardenschool.com>)

Slika 8. Spore mikoriznih gljiva različitih rodova reda *Glomeromycota*.

(<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1469-8137.2011.04029.x/pdf>)

Slika 9. Shema inokulacije mikoriznih gljiva.

(<http://www.gnojidba.info/mikoriza-2/mikoriza-u-uzgoju-povrca-iii/>)

Slika 10. Mikorizirani vinograd.

(<http://www.agroklub.com/>)

Slika 11. Nemikorizirani vinograd.

(<http://www.agroklub.com/>)

Slika 12. Mikorizno cjepivo.

(<http://www.gnojidba.info/mikoriza-2/mikoriza-u-uzgoju-povrca-iv/>)

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera
Poljoprivredni fakultet u Osijeku
Sveučilišni diplomski studij, smjer Biljna proizvodnja

Diplomski rad

Uloga mikoriznih gljiva u biljnoj proizvodnji

Marina Brica

Sažetak:

Mikoriza omogućava uzgoj bilja u teškim uvjetima neprilagođenog tla i čini opstanak održivim. Štiti od suše, bolesti, soli i teških metala. Gljive luče hormone rasta koji potiču korijenje na rast i grananje te enzime koji omogućavaju uzimanje minerala iz organskih oblika. Proizvode i antibiotike te štite biljke od patogenih gljiva i bakterija u tlu. U simbiotskoj zajednici, gljiva pomaže biljci kako bi brže i efikasnije usvojila vodu i minerale iz tla, a gljiva od biljke uzima gotovu organsku hranu koju biljka stvara u procesu fotosinteze. Da bi se hife gljiva izgradile i rasle, potrebno im je manje energije nego što je to potrebno biljci za izgradnju korijenovih dlačica. Dvije su osnovne vrste mikorize: ektomikoriza i endomikoriza te nekoliko prijelaznih oblika. Ektomikoriza prisutna je isključivo na drvenastim vrstama, kako šumskog drveća tako i uzgajanih voćki (šljiva, kruška), međutim ustanovljena je i kod nekih jednosupnica, te kod papratnjača. Hife gljiva ne ulaze u same stanice, ali često oko njih čine tzv. Hartigovu mrežu. Ona uglavnom olakšava apsorpciju fosfata. Endomikoriza se odlikuje rjeđim hifama koje rastu i oko i unutar korijena. Hife ulaze u pojedine stanice gdje mogu tvoriti jajaste ili mjehuraste i razgranjene strukture.

Rad je izraden pri: Poljoprivredni fakultet u Osijeku

Mentor: prof.dr.sc. Suzana Kristek

Broj stranica: 25

Broj grafikona i slika: 12

Broj tablica:

Broj literaturnih navoda: 54

Broj priloga:

Jezik izvornika: Hrvatski

Ključne riječi: mikoriza, mikorizne gljive, simbioza

Datum obrane:

Stručno povjerenstvo za obranu:

1. doc.dr.sc. Brigita Popović, predsjednik
2. prof.dr.sc. Suzana Kristek, mentor
3. doc.dr.sc. Sanda Rašić, član

Rad je pohranjen u: Knjižnica Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku, Sveučilištu u Osijeku, Kralja Petra Svačića 1d

BASIC DOCUMENTATION CARD

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek
Faculty of Agriculture in Osijek
University Graduate Studies, Plant production

Graduate thesis

The role of mycorrhizal fungi in plant production

Marina Brica

Abstract:

Mycorrhiza enables the cultivation of plants in the difficult conditions of inadequate soil and makes survival sustainable. Protects from drought, disease, salt and heavy metals. Fungi secrete growth hormones that stimulate root growth and branching of these enzymes that enable the taking minerals from organic forms. Products and antibiotics and protect plants from pathogenic fungi and bacteria in the soil. The symbiotic community, mushroom helps the plant to quickly and effectively adopt water and minerals from the soil, plants and fungi from taking for granted that organic foods plant produces in the process of photosynthesis. To hyphae of fungi build and grow, they need less energy than is needed to build the plant root hair. There are two basic types of mycorrhiza: ectomycorrhiza and endo mycorrhiza and several transitional forms. Ectomycorrhiza is present exclusively on woody species, forest trees as well as cultivated fruit trees (plum, pear), however, was established and in some monocotyledons, and with ferns. Hyphae of fungi are not included in the cell, but often around them make up the so-called. Hartigovu network. It mainly facilitates the absorption of phosphate. Mycorrhiza is characterized by a rare filaments that stand away that grow in and around and inside the roots. Hyphae enter the individual cells where they can form ovoid or bladder and branched structures.

Thesis performed at: Faculty of Agriculture in Osijek

Mentor: prof.dr.sc. Suzana Kristek

Number of pages: 25

Number of figures: 12

Number of tables:

Number of references: 54

Number of appendices:

Original in: Croatian

Key words: mycorrhiza, mycorrhizal fungi, symbiosis

Thesis defended on date:

Reviewers:

1. doc.dr.sc. Brigita Popović, chairman
2. prof.dr.sc. Suzana Kristek, mentor
3. doc.dr.sc. Sanda Rašić, member

Thesis deposited at: Library, Faculty of Agriculture in Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Kralja Petra Svačića 1d