Značaj mikoriznih gljiva u proizvodnji cvijeća

Kramar, Ana

Master's thesis / Diplomski rad

2017

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of agriculture / Sveučilište Josip Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:463017

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Repository / Repozitorij:

Repository of the Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek - Repository of the Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

zir.nsk.hr

Image not found or type unknown

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA

POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Ana Kramar, apsolvent

Diplomski studij: Ekološka poljoprivreda

ZNAČAJ MIKORIZNIH GLJIVA U PROIZVODNJI CVIJEĆA

Diplomski rad

Osijek, 2017.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA

POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Ana Kramar, apsolvent

Diplomski studij: Ekološka poljoprivreda

ZNAČAJ MIKORIZNIH GLJIVA U PROIZVODNJI CVIJEĆA

Diplomski rad

Povjerenstvo za ocjenu i obranu diplomskog rada:

1. Doc.dr.sc. Sanda Rašić, predsjednik
2. Prof.dr.sc. Suzana Kristek, mentor
3. Doc.dr.sc. Brigita Popović, član
4. Doc.dr.sc. Vladimir Ivezić, zamjenski član

Osijek, 2017.

SADRŽAJ

1. Uvod 2

2. Mikoriza 3

2.1. Vrste mikoriza 4

2.2. Ektomikoriza 5

2.3. Endomikoriza 7

3. Značaj VAM gljiva u proizvodnji cvijeća 9

4. Tipovi inokulacije VAM gljiva 11

5. Vrste cvijeća u simbioznom odnosu sa mikoriznim gljivama 16

6. Uloga i prednosti mikoriznih gljiva florikulturi i poljoprivredi 21

7. Zaključak 23

8. Popis literature 24

9. Sažetak 27

10. Summary 28

11. Popis slika 29

TEMELJNA DOKUMENTACIJKA KARTICA

BASIC DOCUMENTATION CARD

1. Uvod

Mikorize su izvorne gljive u tlu, koje se razvijaju i rastu na prirodan način unutar ili izvan korijenja biljaka, pogotovo na cvjetnjačama koje su najviše kultivirane biljke i koje donose veliki ekonomski interes. (Smith & Read, 1997.). Postoje različite vrste mikorize, no najčešće su arbuskularne, koje su od velike poljoprivredne važnosti. Arbuskularne mikorize rastu u simbiozi unutar i izvan korijenja biljaka, tj. biljke i mikorize imaju međusobnu korist; korijenje biljaka osigurava mjesto podrške, dok mikorizne gljive izravno pružaju hranjive tvari iz tla biljci. Ovaj proces se naziva biofertilizacija ili biološka oplodnja (Alarcón i sur., 2007. ; Amado i sur., 2009. ; Holguín i sur., 2003.).

Vezikularno arbuskularne mikorize pripadaju carstvu gljiva (*Fungi*), pododjeljku *Glomeromycota*, gdje postoji oko 130 vrsta. Procjenjuje se da postoje već više od 460 milijuna godina (Walker, 1992.).

Mikorize su obligatni simbionti, što znači da ne mogu završiti svoj životni ciklus bez povezivanja sa biljkom-domaćinom, jer na taj način gljiva opskrbljuje biljku biljnim ugljikohidratima u procesu fotosinteze. Gljiva također, između ostalog djeluje kao produžetak korijenovog sustava biljke, kako bi se mogle usvojiti oskudne ili slabo dostupne hranjive tvari u tlu, na primjer gljiva usvaja fosfor u obliku fosfata, na asimilirani način za biljke u tlu, te ga akumulira u svom miceliju i dovodi do biljke; na isti način arbuskularne gljive mogu apsorbirati i prenijeti druge hranjive tvari biljci, uključujući vodu, cink, bakar, te ostale minerale. Ova simbioza utječe na većinu fizioloških procesa u biljci, koja pod nepovoljnim uvjetima može imati snažniji rast i razvoj od ne-mikoriznih biljaka. Biljka se kolonizira mikorizama: raznim tipovima inokulacija ili spora koje se nalaze u tlu ili dijelovima korijenja, koje su ranije kolonizirale arbuskularne gljivice (Wang and Qui, 2006.).

2. Mikoriza

Mikorizne gljive su mikroskopske stanice, koje rastu kao dugačke niti ili vlakna. Te se niti nazivaju hife i mjere samo nekoliko tisućinskih inča promjera (25,4 m), protežu se u dužinu od nekoliko stanica do više metara. Djelotvorni su paraziti koji biljci pomažu apsorbirati hranjive tvari iz tla, oduprijeti se patogenima i suši (Heft, 2012.).

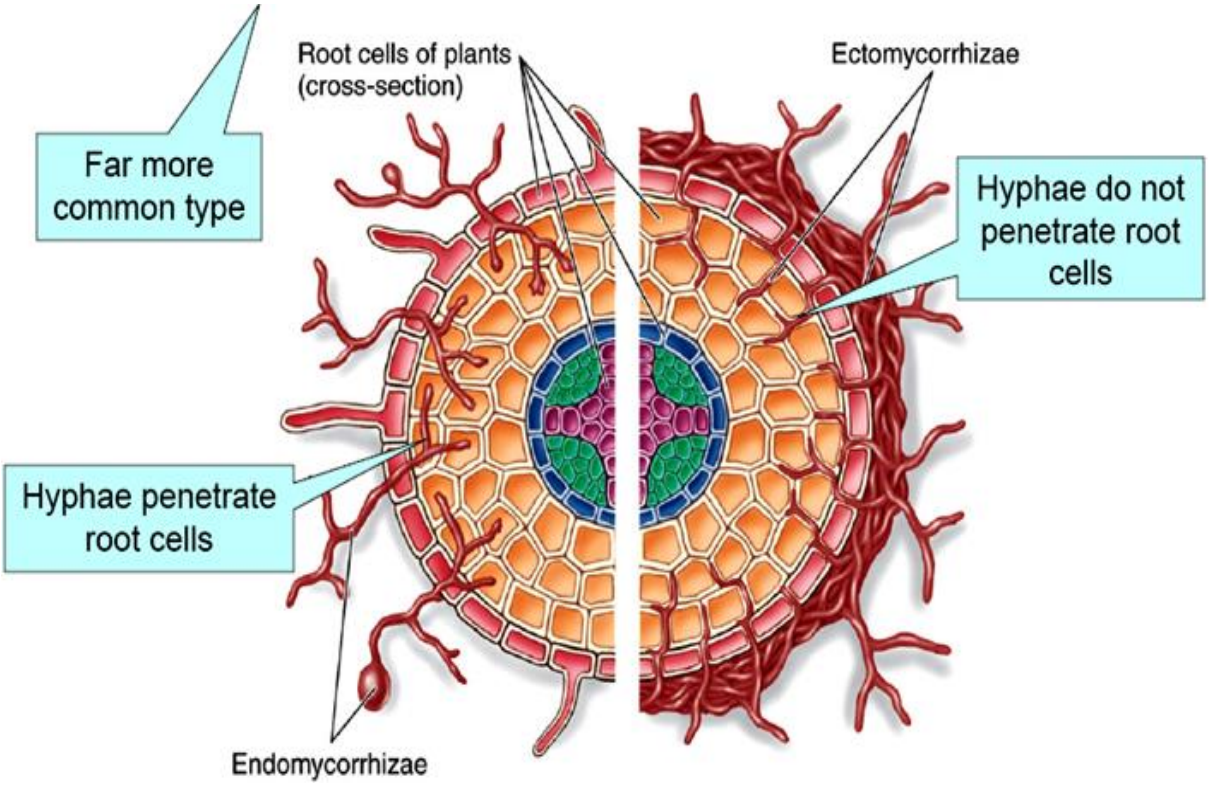
Mikorize su određene korisne gljivice tla, koje tvore simbiozne odnose s nježnim mladim korijenima mnogih vrsta vrsta biljaka. Gljiva prodire u tkivo korijena, okružuje korijenje i proteže se u veće količine tla, nego što su to u mogućnosti korijenove dlačice same biljke. Hranjive tvari koje sadrže gljivice micelija, posebno fosfor i dušik, koriste se i za vlastitu dobrobit, kao i za dobrobit biljke domaćina. Zauzvrat određena biljka opskrbljuje gljivice fotosintetiziranom hranom uključujući i šećer (Capon, 2010.).

Mikoriza je bitna zbog:

- Ishrane: povećava učinkovitost korištenja hranjivih tvari, smanjuje ispiranje hranjivih tvari i otjecanje površinske vode, poboljšava kvalitetu vode;
- Kvalitete tla: poboljšava strukturu tla, smanjuje eroziju tla i gubitak površinskog sloja tla, povećava zadržavanje hranjivih tvari;
- Suzbijanja bolesti: suzbijanje patogena, povećava zdravlje bilja, smanjuje upotrebu pesticida;
- Efikasnosti i profitabilnosti: poboljšava rast korijenja i opstanak biljke, smanjuje vrijeme proizvodnje, povećava proizvodnu isplativost;
- Smanjenja suše i saliniteta: povećava učinkovitost korištenja vode, smanjuje gubitak usjeva, povećava površinu poljoprivrednom zemljišta;
- Poboljšava kvalitetu proizvoda: poboljšava fizikalno-kemijske osobine tla, povećava cvatnju, poboljšava nutritivne vrijednosti (Scagel, 2005.).

2.1. Vrste mikoriza

Glavne vrste mikoriza čine endomikoriza i ektomikoriza, koje se međusobno razlikuju po svojoj strukturi. Za razliku od ektomikoriza, čiji formirani sustav hifa raste okolo/**izvan** stanica korijenja, hife endomikorize, rastu **unutar** korijena biljke i ulaze u stanice korijena, te dosežu do stanične membrane (Bonfante i sur., 2010.). Endomikoriza se klasificira u 5 glavnih grupa: arbuskularna, erikoidna, arbutoidna, monotropodina, te orhidejska mikoriza (Brundrett, 2008.).



Slika 1. Prikaz razlike između endomikorize i ektomikorize.

(http://www.plantscience4u.com/2013/03/ectomycorrhizae-and-endomycorrhizae.html#.WRyO1miGNhE)

2.2. Ektomikoriza

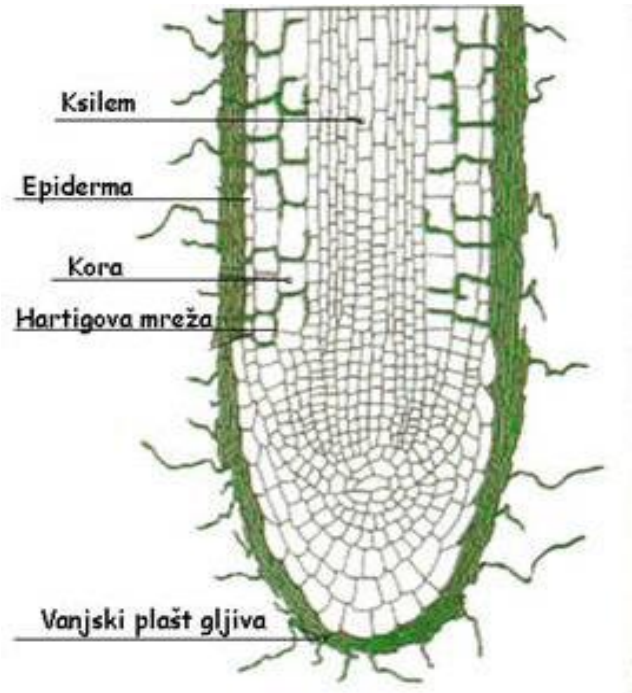
Specijalizirani korijenski organ, rezultat je složene interakcije, koja dovodi do simbioze između biljke i kompatibilnih ekotomikoriznih gljiva (Harley and Smith 1983). Ovakva vrsta udruživanja događa se na oko 10% svjetske flore. Stabla koja pripadaju porodici *Pinaceae* (bor, smreka, hemloc), *Fagaceae* (hrast, kesten, bukva), *Betulaceae* (eger, breza), *Salicaceae* (topola, vrba), *Junglandaceae* (pecan orah), *Myrtaceae* (Eukaliptus), *Ericaceae* (Arbutus) i nekoliko drugih tvore ektomikorizu. Neki rodovi drveća formiraju i ektomikorizu i arbuskularnu mikorizu ovisno o uvjetima tla i dobi stabla (Harley & Smith, 1983.). Indentificirane su brojne gljive koje tvore ektomikorizu. U svijetu je više od 5000 vrsta gljiva, koje mogu stvarati ektomikorizu, na oko 2000 vrsta drvenastih biljaka.

Utvrđeno je preko 5000 vrsta gljiva, koje čine ektomikorizu, a spadaju u razrede *Acomycetes, Zygomycetes i Basidiomycetes*. Iz broja vrsta vidljivo je da su ektomikorizne gljive više specifične u pogledu izbora domaćina od endomikoriznih (Draguzet, 2015.). Mnoge ekotomikorizne gljive mogu se uzgajati rutinski u čistom obliku kulture. Ne mogu postojati saprofitski u prirodi bez udruženja biljke-domaćina, spore ili otporne hife mogu preživjeti dugo razbolje u tlu bez biljke domaćina, ali gljive ne mogu rasti neovisno o svom domaćinu kao saprofiti (Kendrick and Berch, 1985.).

Ektomikorizna infekcija je inicirana iz spora, hifa ili gljivičnog simbionta, koji nastanjuju rizosferu korijena. Hife su stimulirane korijenskim eksudatima i rastu vegetativno preko hranilice (kratke) površine korijena, tako formirajući gljivicu. Nakon razvijanja gljivičnog plašta, hife se razvijaju oko korijenskih kortikalnih stanica i formiraju tzv. 'Hartigovu mrežu', koja može potpuno zamijeniti unutarnju lamelu između stanica korteksa. Hartigova mreža je jedna od glavnih značajki po kojoj razlikujemo ektomikorizu od endomikorize (Harley & Smith, 1983.). Mjesto je na kojem domaćin i gljiva stvaraju kontakt i gdje se izmijenjuju hranjive tvari između dva simbionta.

Drveće inficirano ektomikorizom, ima puno veću fiziološko aktivnu površinu korijena gljiva, kako hranjivih tvari tako i apsorpcije vode, od stabala sa manjim brojem ektomikoriza. Ovakvo povećanje površine korijena dolazi zbog razgranjenja ektomikoriza i opsežnog vegetativnog rasta hifa, gljivičnog simbionta iz ektomikoriza u tlo. Hife opskrbljuju nutrijente i vodu, zahvaljujući njihovoj velikoj masi tj. volumenu. Ektomikorize su sposobne apsorbirati i akumulirati dušik, fosfor, kalij i kalcij, brzo i na dulje vremensko razdoblje u odnosu na nemikorizno korijenje. Ektomikorize ostaju aktivne od nekoliko mjeseci do 3 godine (Marx and Shafer, 1989.)

Ektomikoriza povećava toleranciju stabala na sušu, visoku temperaturu tla, toksine tla (organske i anorganske), te ekstremnu kiselost tla, uzrokovanu visokim razinama sumpora ili aluminija. Sprječavaju infekciju korijena od uzročnika korijena patogena, kao što su vrste *Pythium ili Phytophthora* (Slankis, 1973.).



Slika 2. Prikaz ektomikorize

(http://paulovnija.hr/ektomikoriza/)

2.3. Endomikoriza

Endomikorize čine simbiozu u kojoj hife prodiru i koloniziraju epidermalne i kortikalne stanice biljnog korijena. Za razliku od ektomikoriza, koje proizvode površinski plašt gljiva od hifa, endomikorize su prisutne samo na korijenju, kao pojedinačne niti. Nakon što je korijenje kolonizirano, pojedinačne hife se protežu od površine korijena prema okolnom tlu i tvore veliku mrežu hifa, koja apsorbira hranjive tvari i vodu, koja bi inače bila nedostupna korijenovom sustavu biljke. Endomikoriza se može stvoriti na većini biljaka koje nose sjeme (osim onih koje su kolonizirale ektomikorize); kod drveća kišnih šuma, na većini poljoprivrednih kultura, te u širokom rasponu kod ukrasnih biljaka u staklenicima. Oko 85 % biljaka na svijetu kolonizira endomikoriza. Širok raspon biljaka domaćina, koje su kolonizirane mikorizom., predstavljaju najveću primjenu i korist za hortikulturanu industriju (Buechel and Bloodnick, 2016.).

Struktura endomikorize

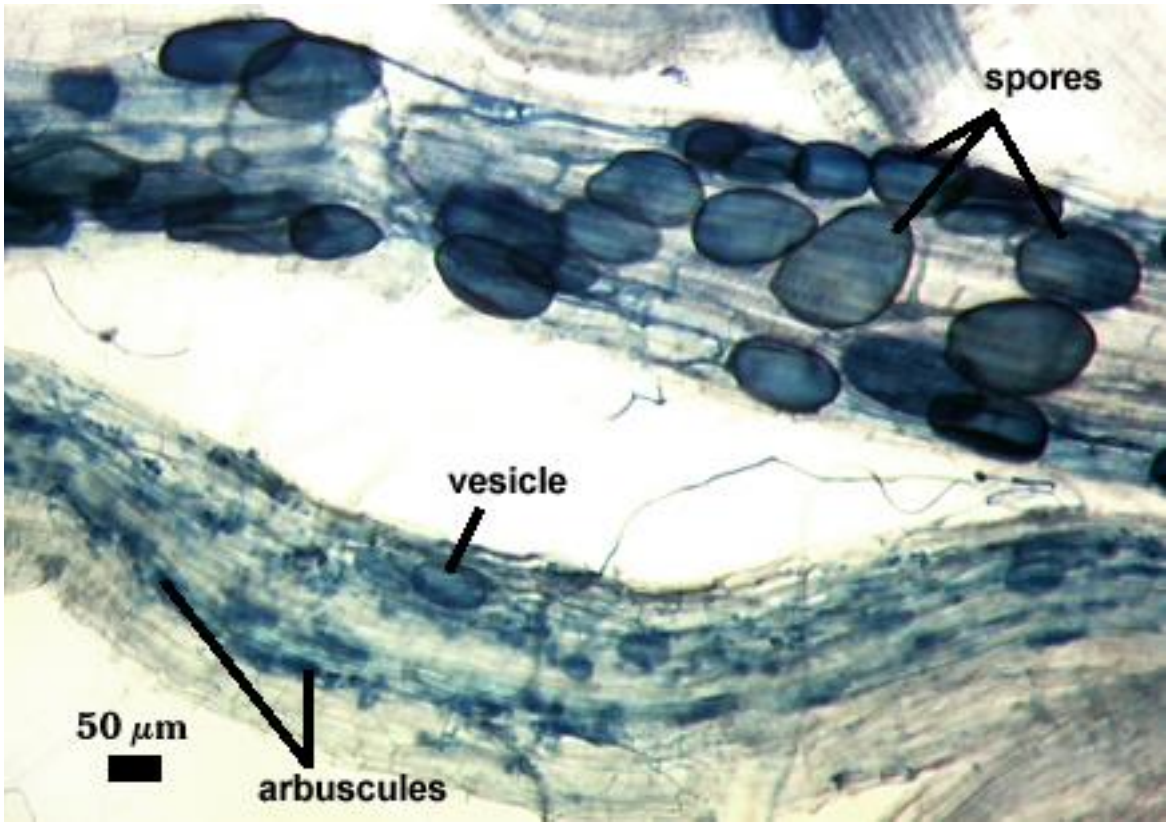
Najčešći tip endomikorize je arbuskularna ili vezikularno arbuskularna (VAM) mikoriza.

Naziv je dobila po strukturuma koje tvori, a to su arbuskule i vezikule.

- **Arbuskule** – kolonizacija korijena započinje lučenjem enzima arbuskularnim endomikorizama, omogućujući hifama prodiranje u epidermalne i mesnate kortikalne stanice biljnih korijena. Dva- tri dana nakon kolonizacije stanice, hife tvore strukturu unutar biljnih stanica zvane arbuskule, koje podsjećaju na sićušna stabla i služe za olakšavanje prijenosa hranjivih tvari unutar kortikalnih stanica. Arbuskularna endomikoriza daje biljci određene elemente gnojiva i vodu iz tla, a zauzvrat, biljka osigurava šećere i druge ugljikohidrate za gljivu;

- **Vezikule** – između stanica, formiraju se vrećaste strkture, nazvane mjehurići, koje oblikuju se na pola puta ili krajnjem dijelu hifa. Vezikule sadrže lipide i prvenstveno služe gljivama kao organi za skladištenje. Također mogu poslužiti i kao propagule (organa za disperziju, rasprostranjivanje biljke) koje mogu kolonizirati druge dijelove biljnog korijena;

- **Spore** – hife arbuskularne mikorize, također će stvoriti i spore, koje služe istoj funkciji kao i sjeme za biljke. Spore imaju vrlo guste zidove, što ih čini otpornim na zamrzavanje i intenzivnu toplinu, kako bi preživjele duži period. Iz tog razloga, spore su idealne za inkorporaciju u rastući medij i za upotrebu kao inokulanti (Buechel and Bloodnick, 2016.).



Slika 3. Mikroskopski prikaz struktura koje stvara endomikoriza.

(http://invam.wvu.edu/the-fungi/classification/glomaceae/rhizophagus/intradices)

3. Značaj VAM gljiva u proizvodnji cvijeća

Vezikularno arbuskularne mikorize su najčešće u simbiozi sa većinom usjeva i florikulturnim vrstama. Ovo udruženje smatra se kao prirodni resurs koji: potiče rast biljaka, smanjuje zahtjeve za ishranu biljaka, ubrzava cvatnju i razvoj plodova, povećava otpornost biljke na abiotički i biotički stres, povećava uspješnost presadnica, te povećava proizvodnju usjeva. (Azcon-Aguilar i Barea, 1997.; Garmendia i sur., 2004.)

Mikorizna kolonizacija omogućuje veću proizvodnju i kakvoću rezanog cvijeća i smanjuje korištenje anorganskih gnojiva i pesticida , te veoma učinkovito poboljšava korištenje vode i hranjivih tvari iz sustava. U tom smislu, smanjuje negativne učinke florikulturane proizvodnje na okoliš. Međutim, proizvodna praksa florikulture smanjuje prisutnost ove simbioze kao rezultat uzgoja u monokulturi, nepravilne obrade tla, gnojidbe ili pretjerane upotrebe fungicida.

Mehanizmi kojima mikoriza može poboljšati proizvodnja cvijeća su:

- povećanje broja cvjetova po biljci
- povećanje dugovječnosti ili trajanja cvijeća
- upotreba VAM gljiva je aspekt održive poljoprivrede
- aplikacija mikoriznih inokulanata, uz korištenje organske fertilizacije
- biološko suzbijanje bolesti i štetnika

Uz odgovarajuću praksu u proizvodnji cvijeća, može se omogućiti optimalno korištenje resursa i proizvoditi organsko ili ekološko cvijeće, čime se otvara mjesto za konkurentno tržište (Lopez i sur., 2008.).

Cvijeće je od davnina bogatstvom svojih oblika, mirisa i boja privlačilo pažnju čovjeka. Svojom je ljepotom poticalo njegovu maštu i na razne mu načine upotpunjavalo život. Mnoge su legende vezane uz cvijeće i kroz povijest pripisivana su mu svakojaka značenja i simbolika. Jezik cvijeća, nazivan još i floriografija, u viktorijansko je doba smatran idealnim sredstvom komunikacije za diskretno izražavanje osjećaja. Na prijelazu iz 19. u 20. stoljeće u nekim se zemljama poznavanje jezika cvijeća smatralo dijelom opće naobrazbe. Iako nema čvrstih pravila, a ona koja postoje razlikuju se od podneblja do podneblja, cvijeće i cvjetne boje još i danas nose poruke i uz njih vežemo određene osjećaje. Pravi ljubitelji prirode i njezine ljepote rijetko će ostati ravnodušni na ljepotu kojom odiše svaki cvijet. Tih nekoliko latica i prašnika, priroda vješto oblikuje na bezbroj načina i time nam pruža veliko zadovoljstvo. Najbolje to znaju brojni ljubitelji cvijeća koji umiju tražiti i promatrati ljepotu u njihovoj građi, boji ili mirisu i samo jedan cvijet u vazi ili na prozorskoj dasci može uljepšat životni prostor i dati mu toplinu (Ivančić, 2009.).

4. Tipovi inokulacije VAM gljiva

Inokulacija je nacjepljivanje, odnosno zaraza korijena biljke domaćina s ciljem proizvodnje inokuluma sačinjenog od dijelova osušenog korijena biljke domaćina i ekspandirane gljive ili vermikulita u čijim se šupljinama nalaze spore endomikoriznih gljiva (Benko i Novak, 2013.)

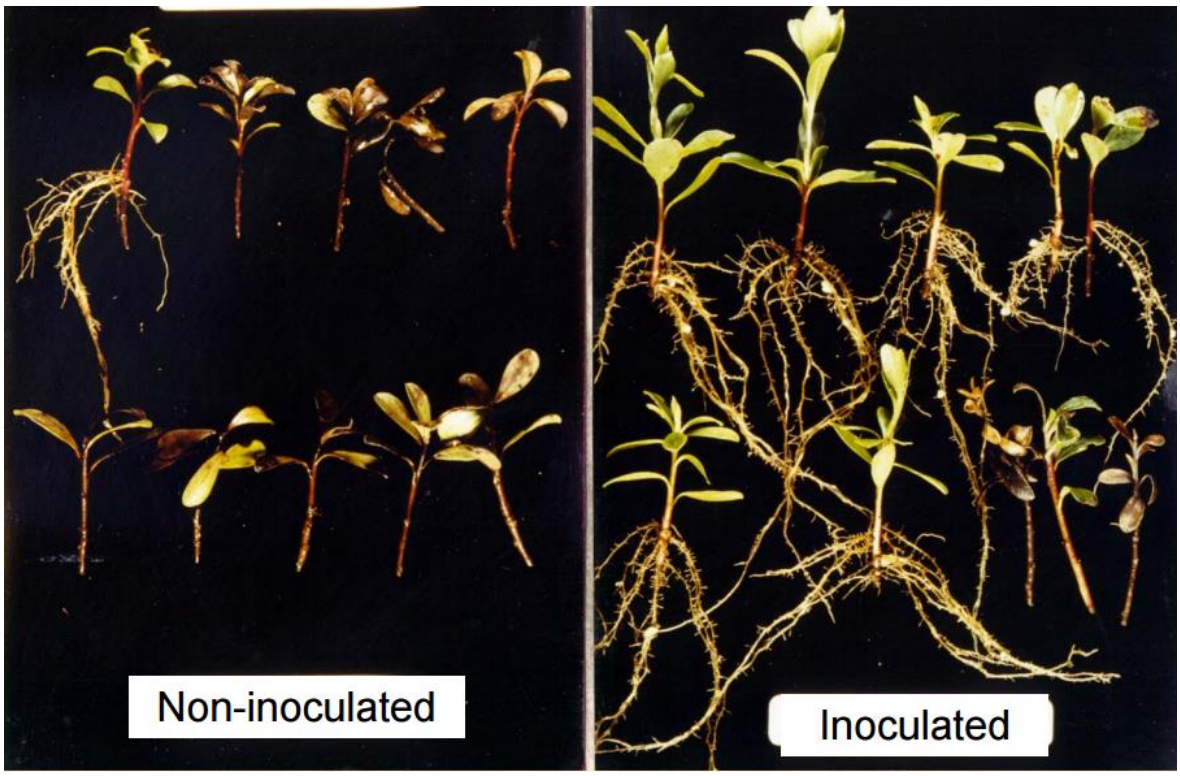
Većina jednogodišnjih i višegodišnjih biljaka tvore arbuskularnu mikorizu, a mnoge biljke reagiraju brzo i na inokulaciju. Gotovo svaka presadnica biljke od samog početka, formira arbuskularnu mikorizu, nakon sađenja u vrtu. Neke biljke teško napreduju bez mikorize, osobito stabla i grmovi, te biljke s debelim korijenjem nalik na mrkvu. Inokuliranje sjemena i/ili tla s mikoriznim gljivama može biti ekonomičan i savjestan način da se minimiziraju potencijalni zagađivači hranjivih tvari, kao što su dušik i fosfor. Dodavanje mikoriznih propagula na tlo uvelike povećava unos vode i mineralnih hranjivih tvari, a mikoriza može zaštititi korijen biljke od napada patogena. Unatoč ovim i drugim praktičnim prednostima inokulacije mikorizama, mnogo sadnica u rasadnicima posađeno je u sterilnom mediju koji su fertilizirani. Mikoriza se ne može stvoriti ako je previše fosfora prisutno u sadnom mediju (Lowenfels, 2017.).

Glomeraceae je porodica arbuskularnih mikorizalnih gljivica, koje oblikuju simbiotičke odnose mikorize s biljnim korijenima. (Pirozynski and Dalpé, 1989.). Rodovi koji se koriste kao inokulatni: *Funneliformis, Glomus, Rhizophagus.*

Inokulum vezikularno-arbuskularnih mikoriznih gljiva, sastoji se od različitih tipova infektivnih propagula (organa za rasprostranjivanje biljke):

- vezikule (samo gljive iz roda *Glomineae*) ;
- hifalni fragmenti;
- hife od djelića mikoriznog korijena.

Iako su neka istraživanja pokazala da su hife i korijeni zarazni, ne može se generalizirati na sve izolate neke vrste ili čak svih vrsta (Abbott and Robson, 1981.).



Slika 4. Prikaz ne-inokuliranog i inokuliranog korijenja

(https://www.ars.usda.gov/ARSUserFiles/4947/Presentations/ScagelMycorrhizaeOhioCents06.pdf)

Spore se mogu odvojiti od drugih progapula vlažnim prosijavanjem i centrifugiranjem gradijenata gustuće saharoze. Takvo odvajanje je vrlo bitno, kada se spore koriste same kao inokulum u razvoju kulture ili u pokusima, također spore se mogu ektrahirati i populacija se dodaje u inertni medij za sladištenje inokuluma i njegovu naknadnu uporabu.

Testovi infektivnosti spora su kompliciranipri njihovom prikupljanju (ekstrakcija, manipulacija, skladištenje), kao i testovi na endogene i egzogene utjecaje na potencijal klijanja. Kako bi se smanjili ti čimbenici, potrebno je dobro inkubirati skupljeni inokulum u hladnjaku ili na sobnoj temperaturi, barem mjesec dana prije ekstrakcije spora. Ekstrahirane spore u saharozi, trebaju biti u destiliranoj vodi najmanje 24 sata, prije nego ih se pomiješa sa medijem rasta, kako bi se osiguralo prevladavanje osmotskog šoka. Spore se moraju temeljito miješati s medijem za rast, kako bi se spriječile smetnje ili efekt kompeticije.

Razrjeđenja se mogu provesti na dva načina:

- spore se razrjeđuju serijski u destiliranoj vodi (svako spora se zasebno razrjeđuje) ; potom se miješa s medijem za rast;
- spore se dodaju mediju za rast, koje se zatim serijski razrjeđuju sterilnim medijem.

Idealni spremnik za miješanje spora u čvrstom supstratu su tzv. 'Zip-loc' vrećice, punjene zrakom prije nego što su zapečaćene. Nedostatak slobodne vlage u unutrašnjosti vrećica, neophodan je za dugoročnu održivost gljivičnog inokuluma (International Culture Collection of (Vesicular) Arbusculal Mycorrhizal Fungi, 2017.).



Slika 5. Spremnik za miješanje spora u čvrstom supstratu (Zip-vrećice)

(https://invam.wvu.edu/methods/inocula-storage)

Cijeli inokulum sakupljen sa terenskog mjesta, trebao bi se sastojati od različitih jezgri tla, koji se potom udružuju. Ovakvom praksom osigurava se heterogenost tla, s kojeg smo skupljali inokulum. Inkokulum iz presadnica, trebao bi se sastojati od alikvota (volumena tekućine) koji su uzorkovani, nakon što su korijen i medij za rast izrezani i pomiješani. Korijenje se mora razdvojiti u manje komadiće, kako bi se osigurala proporcionalnost tijekom razrjeđivanja.

Posebne mikorizalne formulacije i sustavi isporuke razvijeni su, kako bi inokulaciju učinili lakšom i isplativijom. Veliki broj studija potvrđuje prednosti inokuliranja presadnica:

- sjeme biljke može se inokulirati u najranijoj fazi rasta, nudeći sjemenu i sadnici rane mikorizne asocijacije;
- za biljke koje su populirane, korištenjem tkiva određene kulture, dodavanje mikoriznih propagula (organa za rasprostranjivanje) u smjesu tla prije sadnje, može pomoći sitnim reznicama korijena u uspostavljanju snažnog korijenovog sustava, tako da se zdrave biljke mogu prije transplantirati, presaditi;
- biljka s uspostavljenim mikorizalnim korijenskim asocijacijama, ima jaču vezu sa biljnim medijim i radikalnije prihvaća hranjive tvari. Također može podnijeti stres kao što je nedostatak vode i prekomjerna toplina;
- biljke s mikorizalnim asocijacijama mogu bolje izdržati štete od uobičajenih korijenskih patogena, kao što su nematode i grinje;
- Inokulacija presadnica pomaže rastu i razvoju biljke što rezultira manjim povratima i povećanom zadovoljstvu kupca (Lowenfels, 2017.).

5. Vrste cvijeća u simbioznom odnosu sa mikoriznim gljivama

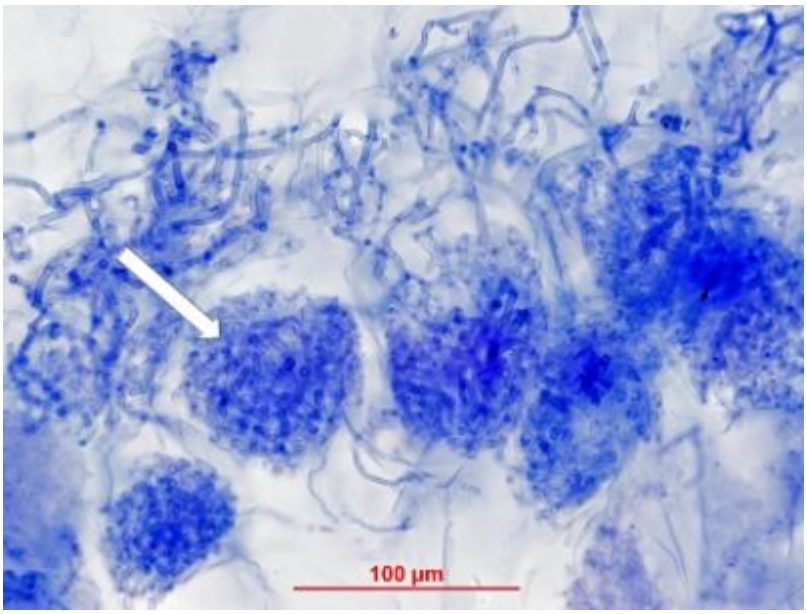
Orhideje (*Orchidaceae)*

U nekom trenutku u svom životnom ciklusu sve orhideje prolaze kroz vrijeme u kojem nisu fotosintetske biljke. Tijekom tog vremena orhideja ne može izvesti fotosintezu ili proizvoditi vlastite ugljikohidrate, tako da se mora oslanjati na mikorizne gljive, kako bi im pružile hranjive tvari. Općenito, orhideje nisu fotosinteti, kada su u stadiju sadnica u svom životnom ciklusu. U ranoj fazi rasta orhideja se oslanja na mikorizne gljive, koje im daju hranjive tvari, osobito ugljikohidrate, potrebne za rast sadnice. U mnogim slučajevima sjemenke orhideja neće početi klijati dok ne formiraju povezanost s mikoriznim gljivama. Mikorizna gljiva može stvoriti povezanost sa sadnicom nakon što se sjemenski oklop probije od apsorpcije vode, nakon čega se pojavljuju korijenske dlačice. Hife prodiru u stanice embrijskog oblika hifalnih zavojnica, koje se nazivaju pelotoni (male loptice) unutar stanica. Kako orhideja sazrijeva, ona se više oslanja na mikorizu za potrebne hranjive tvari, kao što su ugljikohidrati, ali i dalje traži fosfor i dušik kroz simbiozni odnos. (Bonfante and Genre, 2010.).



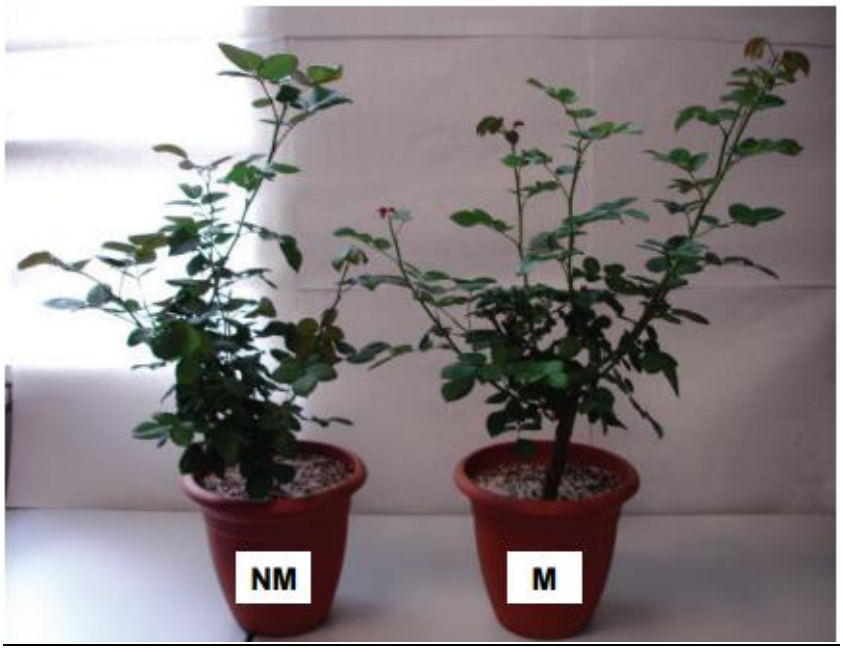
Slika 6. Pelotoni- intercelularni dio orhideje

(http://northamericanorchidcenter.org/orchid-science/)



Slika 7. Orhidejska mikoriza - poprečni presjek koji prikazuje pojedinačne stanice orhideje, ispunjene gustim hifalnim zavojnicama.
(http://plantsinaction.science.uq.edu.au/book/export/html/243)

Ruža (*Rosa*)



Slika 8. Ruža - inokulirana VAM gljivicama vrste *Glomus mosseae i Glomus intradicies*.

(http://publicaciones.ua.es/filespubli/pdf/02105004RD38977483.pdf)

Narcisi (*Narcissus*)



Slika 9. Inokulirani narcisi (lijevo) snažnijeg su rasta i vitalnosti od neinokuliranih.

(Lowenfels, 2017.)

Frezija (*Freesia spp.*) – inokulirane biljke proizvode veći broj podanaka i cvjetova, te se korijenje i izdanci razvijaju brže.

Pelargonija (*Pelargonium spp.*) – biljke inokulirane VAM gljivicama vrste *Funneliformis mosseae i Rhizophagus fasciculatus*, vrlo dobro toleriraju sušu.

Gerberi (*Gerbera jamesonii*) – mješavinom gljivica vrste *Rhizophagus intraradices i R. vesiculiferus*, biljke razvijaju snažan korijen i lisnu masu. a inokulirane biljke cvjetaju ranije.

Neven (*Tagetes eresta*) i **cinija** (*Zinnia elegans*) – inokulacijom sjemena cvijeća nevena i cinije cvjetaju brže i proizvode više cvjetova.



Slika 10. Neven - inokulacijom se povećao rast i broj cvjetova biljke. (Lowenfels, 2017.)

Petunija (*Petunia*) – Inkoulirane biljke imale su veći reproduktivni rast biljaka od nemikoriznih biljaka, s trostruko povećanim vegetativnim rastom, a kolonizirane biljke procvjetale su 15 dana prije kontrole. Kod petunija koje su kolonizirane VAM gljivicama vrste *Rhizophagus irregularis* mikorizom, potreba za dušikom nestaje u formiranju mikorize, čak i uz veliku dostupnost fosfora, što govori da mikoriza može nastati čak i kada su izvori dušika ili fosfora ograničeni.

Božićna zvijezda (*Euphorbia pulcherrima*) – Reznice su pokazale poboljšani rast kao rezultat inokulacije s VAM gljivicama vrste *Gigaspora margarita* i nakon dodavanja spora u sustav za biljno usitnjavanje i miješanje.

Zijevalica, žabica (*Antirrhinum majus*) – biljke inokulirane VAM gljivama vrste *Claroideoglomus etunicatum* nadmašile su kontolu s obzirom na veličinu i procvate (Lowenfels, 2017.)

Ostale vrste cvijeća koje imaju pozitivnu korist u simbioznom odnosu sa endomikorizom (vezikularno arbuskularnim gljivama):

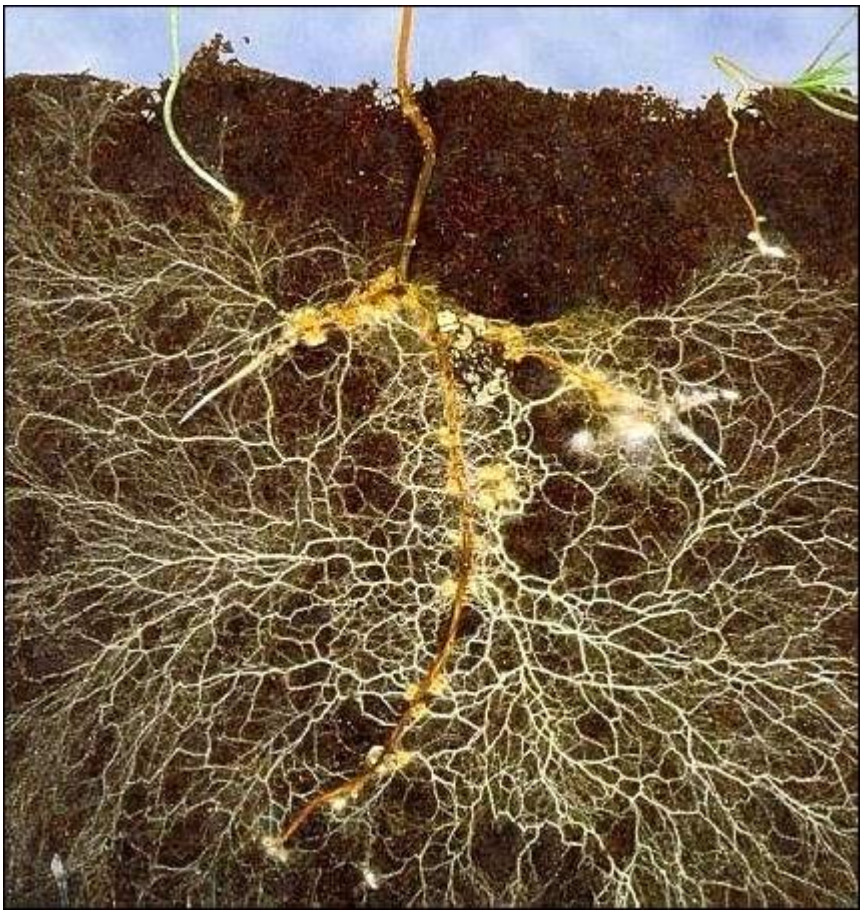
- Afrički ljiljan
- Begonija
- Zumbul
- Kamelija
- Krizanteme
- Magnolija
- Ljubičice
- Hibiskus
- Ljiljani
- Gardenija
- Forzicija
- Mimoza
- Tratinčica... (Jason, 2015.)

6. Uloga i prednosti mikoriznih gljiva u florikulturi i poljoprivredi

- Biljke zaražene mikoriznim gljivicama imaju povećanu sposobnost uzimanja hranjivih tvari iz nedostatnih tala, često neophodnih za rast i razvoj biljaka;
- Potiču toleranciju na sušu i povećavaju unos vode;
- Povećavaju otpornost na pojavu štetnika i bolesti;
- Pomažu pri unosu nedostupnih hranjivih tvari poput: fosfata, kalcija, sumpora, cinka i mikronutijenata;
- Potiču grananje korijena i time povećavaju apsorpciju površine korijena;
- Štite biljke od visokog temperaturnog šoka;
- Biljke su zaštićene od kemijskog trovanja, toksina tla, toksičnosti uzrokovane metalima, ekstremnog pH tla;
- Na područjima gdje korijenje ne može prodrijeti, gljivični miceliji izvode hranjive tvari iz nedostupnih područja i prenose ih na biljke;
- Brži rast mladih biljaka u tlima s niskom raspoloživosti fosfora;
- Inokulirane mikorizne sadnice povećale su postotak klijavosti, cvatnju cvijeća, te imaju bolju stopu preživaljavanja;
- Pomoć pri obnavljanju tla koja su neplodne vegetacije;
- Imaju ključnu ulogu u razlaganju organske tvari i formiranju agregata tla;
- Prijenos hranjivih tvari koji je vrlo učinkovit bez gubitka ili kompeticije drugih mikroorganizama tla;
- Uspostava mikorize je izraženija je u tlima s niskom razinom dušika i fosfora;
- Potiču korisne mikroorganizme koji su fiksatori dušika, kao što su rhizobium i azotobakter u rizosferi (Titus and Periera, 2004.).

Učinci na strukturu tla

Struktura tla odnosi se na agregaciju i čestice tla, kao i na prostore pora. Održavanje strukture tla je od presudne važnosti za očuvanje funkcije tla i plodnosti. Mikorizne gljive imaju važnu ulogu u agregaciji tla kroz mrežu hifa i proizvodnju glomalina (biološkog ljepila), stoga je njihova prisutnost u tlu bitna za održavanje fizičkih svojstava tla. Bolja struktura tla omogućuje: veću infiltraciju vode i kapacitet zadržavanja vode, više propusnosti u zraku, bolji razvoj korijena, veću mikrobnu aktivnost i ciklus hranjivih tvari, bolju otpornost na površinsko brtvljenje (korica), bolju otpornost na eroziju tla (vjetar i voda), veću otpornost na zbijanje tla (Myke pro-Mycorrhizal inoculant).



Slika 11. Prikaz strukturnog (mikoriziranog) tla

(http://www.prsi.ca/biochar-101-2/)

7. Zaključak

Mikorizne gljive omogućuju biljkama usvajanje više hranjivih tvari i vode iz tla. Također povećavaju toleranciju, otpornost biljaka na abiotički i biotički stres. Ove gljive igraju važnu ulogu u procesu agregacije tla i stimuliraju mikrobnu aktivnost. Prema biljnim vrstama i uzgojnim praksama i uvjetima, mikoriza pruža različite prednosti biljkama i okolišu: proizvodi snažnije i zdravije biljke, povećava uspostavu i preživljavanje biljke pri sjetvi ili presađivanju, povećava prinose i kvalitetu usjeva, poboljšava toleranciju na sušu, povećava cvatnju i plodnost, optimizira upotrebu gnojiva, osobito fosfora, povećava toleranciju na slanost tla i smanjuje pojavu bolesti, doprinosi održavanju kvalitete tla i hranjivih tvari, povećava otpornost na eroziju tla. Vezikularno arbuskularne mikorizne gljive uspostavljaju simbiotičke odnose s korijenjem od oko 80% biljnih vrsta. VAM simbioza pogoduje rastu i razvoju biljka, među kojima su i raznovrsne ukrasne biljke, cvjetnice. Za njihovu uspješnu komercijalnu upotrebu u florikulturi, potrebna je dostupnost velikih količina kvalitetnih VAM inokuluma, korištenje različitih tipova i doziranja VAM inokuluma u određenim faza inokulacije, prikladan uzgoj poljoprivrednih i cvjećarskih kultura koje su najpogodnije za integraciju s VAM inokulacijom.

8. Popis literature

1. Abbott L.K., Robson A.D. (1981.) : Infectivity of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi: effect of inoculum type. Australian Journal of Agricultural Research 32, 631 – 639.

2. Alarcon A., Gonzales-Chavez, M.C.A., y Ferrera-Cerrato, R. (2007.) : Aspectos ecologicos y aplicacion de hongos micorrizicos arbusculares en agroecosistemas. En: Ecologia de laraiz. Eds. Guillermo Fuentes-Davila y Ronald Ferrera-Cerrato. Sociedad Mexicana de Fitopatologia. Pag.27. Segunda Edicion.

3. Amado A.J., Avila M.; M.., Denice H.M., Ramirez V.O., Jacinto S.R., Jimenez G.J.C., y Jacobo C.J.L. (2010.) : La bioferilizacion con micorriza INIFAP: Tecnologia sostenible para el cultivo de avena en el estado de Chihuahua. INIFAP CIRNO. Folleto Tecnico No. 24,51 pags.

4. Barrer E. (2009.) : El uso de los hongos micorrizogenos arbusculares como una alternativa para la agricultura. Revista de la Facultad de Ciencias Agropecuarias 7(1): 124-132

5. Bonfante P., and Genre A. (2010.): "Mechanisms underlying beneficial plant-fungus interactions in mycorrhizal symbiosis." Nature Communications 48

6. Brundrett M.C. (2008.) : *Mycorrhizal Associations: The Web Resource.* Date accessed: 20.4.2017. ‹mycorrhizas.info›.

7. Buechel T., Bloodnick E. (2016.): Mycorrhizae: Description of Types, Benefits and Uses. Great American Meda Services & Greenhouse Product News (2017.)

8. Capon B. (2010.): Botany for Gardeners, third edition. Timber Press, London.

9. Davies T.F. (2010.): Mycorrhizal Effects on Host Plant Physiology. Department of Horticultural Sciences, Texas A&M University.

10. Draguzet A. (2015.): Tlo i mikorizne gljive. (https://www.agroklub.com/sumarstvo/tlo-i-mikorizne-gljive/16246/)

11. Garmendia López I., Oltra Cámara M.A., Mangas Martín V. J. (2008.): Aplicabilidad de las micorrizas arbusculares en la producción de rosa para corte. Servicio de Publicaciones. Universidad de Alicante. España.

12. Harley J.L. (1989.): The significance of mycorrhiza Mycological Research 92 (1): 129–139.

13. Harley J.L and Smith S.E. (1983.): Mycorrhizal Symbiosis. London; Academic Press. Pp 605.

14. Heft T. (2012.): What are Mycorrhizal fungi. Big Blog Of Gardening. (http://www.bigblogofgardening.com/mycorrhizal-fungi-what-it-is-and-why-your-plants-need-it/)

15.Holguin G. i sur. (2003.): Promocion del crecimiento en plantas por bacterias de la rizosfera. Agricultura Tecnica en Mexico, 29: 201-211.

16. International Culture Collection of (Vesicular) Arbusculal Mycorrhizal Fungi (2017.). West Virginia Univesity. (https://invam.wvu.edu/)

17. Jakčin Ivančić M. (2009.): (www.avia.croadria.com/.../cvijece.htm)

18. Jason M. (2015.) – Types of Mychorrizal plants.
(http://mycorrhizae.com/wp-content/uploads/Types-of-Mycorrhizal-Plants.pdf)

19. Kendrick B. and Berch S. (1985.): Mycorrhizae: Application in Agriculture and Forestry In Comprehensive Biotechnology, pp. 109–152, edited by C W Robinson and J A Howell New York: Pergamon Press, 254 pp.

20. Lowenfels J. (2017.): Teaming with Fungi: The Organic Grower's guide to mycorrhizae. Timber Press. Portland, Oregon.

21. Manoharachary C., Kunwar I.K., Reddy S.V., Adholeya A. (2009.): Some aspects of Ectomycorrhiza with reference to Conifers. Mycorrhiza News: Volume 21; Issue 3. Department of Botany, Osmania University. India.

22. Marx D.H and Shafer S.R. (1989.): Fungal and bacterial symbiosis as potential biological markers of effects of atmospheric deposition on forest health Washington DC, USA: National Academy Pres.

23. Moore D. (2010-2017.): "David Moore's World of Fungi: Where Mycology Starts. England.

24. Myke pro-Mycorrhizal Inoculant

(http://www.mykepro.com/about-myke-pro.aspx)

25. Novak B., Benko B. (2013.): Mikoriza u uzgoju povrća, Gospodarski list 1/2013

26. Pirozynski K.A, Dalpé Y. (1989.): "Geological history of the *Glomaceae* with particular reference to mycorrhizal symbiosis". Symbiosis. **7**: 1–36.

27. Scagel C. (2005.) : Mycorrhizal Fungi in Nursery Production. USDA-ARS-Horticultural crops Reasearch Laboratory Corvallis.

28. Slankis V. (1973.): Hormonal relationship in mycorrhizal development In Ectomycorrhizae: their ecology and physiology, pp. 232–298, edited by G C Marks and T T Kozlowski New York: Academic Press. pp. 444.

29. Smith S.E. and D.J. Read. (1997.): Mycorrhizal Symbiosis. Academic press, San Diego, CA. USA.

30. Smith S.E & Read D.J (2008): Mycorrhizal Symbiosis. Academic press, London.

31.Titus Pereira A., Nanaiah Pereira G. (2004.): Endomycorrhizae. (https://ecofriendlycoffee.org/endomycorrhizae/)

32. Walker C. (1992.) : Systematics and taxonomy of the arbuscular *Endomycorrhizal Fungi* (*Glomales*), a possible way forward. Agronomie, 12:345-355.

33. Wang B., and Qiu Y.L. (2006.): Phylogenetic, distribution and evolution of mycorrhizas in land plants. Mycorrhiza, 16:299-363.

9. Sažetak

Florikulturne biljke simboli su ljepote ljubavi i mira. Vezikularno arbuskularne mikorize su najčešće u simbiozi sa većinom usjeva i cvjećarskim kulturama. Ovo udruženje smatra se kao prirodni resurs koji: potiče rast biljaka, smanjuje zahtjeve za ishranu biljaka, ubrzava cvatnju i razvoj plodova, povećava otpornost biljke na abiotički i biotički stres, povećava uspješnost presadnica, te povećava proizvodnju usjeva. Mikorizna kolonizacija omogućuje veću proizvodnju i kakvoću rezanog cvijeća i smanjuje korištenje anorganskih gnojiva i pesticida , te veoma učinkovito poboljšava korištenje vode i hranjivih tvari iz sustava. U tom smislu, smanjuje negativne učinke florikulturane proizvodnje na okoliš. Uz odgovarajuću praksu u proizvodnji cvijeća, može se omogućiti optimalno korištenje resursa i proizvoditi organsko ili ekološko cvijeće, čime se otvara mjesto za konkurentno tržište.

Ključne riječi: mikoriza, cvijeće, florikultura, simbioza, vezikularno arbuskularna mikoriza

10. Summary

Floriculture plants are symbols the beauty of love and peace. Vesicular- Arbuscular Mychorrhizae, are most often in symbiosis with most crops and flower cultures. This association is considered as a natural resource that: promotes plant growth, reduces plant nutrition requirements, accelerates flowering and fruit development, increases plant resistance to abiotic and biotic stress, increases harvest succession, and increases crop production. Collapsed colonization enables greater production and quality of cut flowers and reduces the use of inorganic fertilizers and pesticides, and effectively improves the use of water and nutrients from the system. In that sense, it reduces the negative effects of floricultural production on the environment. Along with the proper practice in flower production, it is possible to optimize the use of resources and produce organic or ecological flowers, thus opening up to a competitive market.

Key words: mycorrhiza, flowers, floriculture, symbiosis, vesicular arbuscular mycorrhiza

11. Popis slika

Slika 1. Prikaz endomikorize i ektomikorize 4
(http://www.plantscience4u.com/2013/03/ectomycorrhizae-and-endomycorrhizae.html#.WRyO1miGNhE)

Slika 2. Prikaz ektomikorize 6
(http://paulovnija.hr/ektomikoriza/

Slika 3. Mikroskopski prikaz struktura, koje stvara endomikoriza. 8
(http://invam.wvu.edu/the-fungi/classification/glomaceae/rhizophagus/intradices)

Slika 4. Spremnik za miješanje spora u čvrstom supstratu (Zip-vrećice) 12

(https://invam.wvu.edu/methods/inocula-storage)

Slika 5. Prikaz ne-inokuliranog i inokuliranog korijenja 14

(https://www.ars.usda.gov/ARSUserFiles/4947/Presentations/ScagelMycorrhizaeOhioCents06.pdf)

Slika 6. Pelotoni- intercelularni dio orhideje 16

(http://northamericanorchidcenter.org/orchid-science/)

Slika 7. Orhidejska mikoriza 17
(http://plantsinaction.science.uq.edu.au/book/export/html/243)

Slika 8. Ruža inokulirana Vam gljivicama 17
(http://publicaciones.ua.es/filespubli/pdf/02105004RD38977483.pdf)

Slika 9. Inokulirani narcisi. (Lowenfels J. 2017.) 18

Slika 10. Neven. (Lowenfels J. 2017.) 19

Slika 11. Prikaz stukturnog (mikoriziranog) tla 22

(http://www.prsi.ca/biochar-101-2/)

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA
Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku
Poljoprivredni fakultet u Osijeku **Diplomski rad**
Sveučilišni diplomski studij, smjer Ekološka poljoprivreda

Značaj mikoriznih gljiva u proizvodnji cvijeća

Ana Kramar

Sažetak:

Florikulturne biljke simboli su ljepote ljubavi i mira. Vezikularno arbuskularne mikorize su najčešće u simbiozi sa većinom usjeva i cvjećarskim kulturama. Ovo udruženje smatra se kao prirodni resurs koji: potiče rast biljaka, smanjuje zahtjeve za ishranu biljaka, ubrzava cvatnju i razvoj plodova, povećava otpornost biljke na abiotički i biotički stres, povećava uspješnost presadnica, te povećava proizvodnju usjeva. Mikorizna kolonizacija omogućuje veću proizvodnju i kakvoću rezanog cvijeća i smanjuje korištenje anorganskih gnojiva i pesticida , te veoma učinkovito poboljšava korištenje vode i hranjivih tvari iz sustava. U tom smislu, smanjuje negativne učinke florikulturane proizvodnje na okoliš. Uz odgovarajuću praksu u proizvodnji cvijeća, može se omogućiti optimalno korištenje resursa i proizvoditi organsko ili ekološko cvijeće, čime se otvara mjesto za konkurentno tržište.

Rad je izrađen pri: Poljoprivredni fakultet u Osijeku

Mentor: prof. dr. sc. Suzana Kristek

Broj stranica: 33
Broj literaturnih navoda: 33

Ključne riječi: mikoriza, cvijeće, florikultura, simbioza, vezikularno arbuskularna mikoriza

Datum obrane:

Stručno povjerenstvo za obranu:

1. Doc. dr. sc. Sanda Rašić, predsjednik
2. Prof. dr. sc. Suzana Kristek, mentor
3. Doc. dr. sc. Brigita Popović, član
4. Doc. dr. sc. Vladimir Ivezić, zamjenski član

Rad je pohranjen u: Knjižnica Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku, Vladimira Preloga 1

BASIC DOCUMENTATION CARD
Josip Juraj Strossmayer University of Osijek
Faculty of Agriculture in Osijek **Graduate thesis**
University Graduate Studies, Ecological Agriculture

The importance of mycorrhizal fungi in flower production
Ana Kramar

Abstract:

Floriculture plants are symbols the beauty of love and peace. Vesicular- Arbuscular Mychorrhizae, are most often in symbiosis with most crops and flower cultures. This association is considered as a natural resource that: promotes plant growth, reduces plant nutrition requirements, accelerates flowering and fruit development, increases plant resistance to abiotic and biotic stress, increases harvest succession, and increases crop production. Collapsed colonization enables greater production and quality of cut flowers and reduces the use of inorganic fertilizers and pesticides, and effectively improves the use of water and nutrients from the system. In that sense, it reduces the negative effects of floricultural production on the environment. Along with the proper practice in flower production, it is possible to optimize the use of resources and produce organic or ecological flowers, thus opening up to a competitive market.

Thesis performed at: Faculty of Agriculture in Osijek

Mentor: prof.dr.sc. Suzana Kristek

Number of pages: 33
Number of references: 33

Keywords: mycorrhiza, flowers, floriculture, symbiosis, vesicular arbuscular mycorrhiza

Thesis defended on date:

Reviewers:

1. doc.dr.sc. Sanda Rašić, professor- president
2. prof.dr.sc. Suzana Kristek, full professor - mentor
3. doc.dr.sc. Brigita Popović, full professor - member
4. doc.dr.sc. Vladimir Ivezić, associate professor- member

Thesis deposited at: Library, Faculty of Agriculture in Osijek, Vladimira Preloga 1.