Primjena mikoriznih gljiva u proizvodnji povrća i cvijeća

Mikić, Dragica

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:151:982986

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

Dragica Mikić, apsolvent

Diplomski studij: Povrćarstvo i cvjećarstvo

PRIMJENA MIKORIZNIH GLJIVA U PROIZVODNJI POVRĆA I CVIJEĆA

Diplomski rad

Osijek, 2017.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA

POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Dragica Mikić, apsolvent, boj indeksa: 348

Diplomski studij: Povrćarstvo i cvjećarstvo

PRIMJENA MIKORIZNIH GLJIVA U PROIZVODNJI POVRĆA I CVIJEĆA

Diplomski rad

Povjerenstvo za ocjenu i obranu diplomskog rada:

1. Izv.prof..dr.sc. Karolina Vrandečić, predsjednik
2. Prof.dr.sc. Suzana Kristek, mentor
3. Izv.prof.dr.sc. Brigita Popović, član
4. Izv.prof.dr.sc. Drago Bešlo, zamjenski član

Osijek, 2017

SADRŽAJ

1. UVOD....1
1.1. Tlo kao pogodno stanište....2
1.2. Karakteristike gljiva....2
1.3. Rasprostranjenost gljiva u tlu....3
2.MIKORIZA....4
2.1. Vrste mikorize....8
2.1.1. Ektomikoriza....9
2.1.2. Endomikoriza....11
3.MIKORIZA U UZGOJU POVRĆA....13
3.1. Značaj arbskularne mikorize u povrćarstvu....13
3.2. Inokulacija i priprema inokuluma....15
3.3. Mogućnost inokulacije biljaka VAM gljivama....17
3.4. Teškoće u primjeni mikorize u uzgoju povrća....18
4.ZNAČAJ MIKORIZE U UZGOJU CVIJEĆA....20
4.1. Vrste cvijeća koje stupa u odnos sa mikoriznim gljivama....20
4.1.1. Orhideje (Orchidaceae)....20
5. EKOLOŠKI ZNAČAJ MIKORIZNIH UDRUŽENJA....26
6. ZAKLJUČAK....28
7. LITERATURA....29
8. SAŽETAK:....32
10. POPIS SLIKA....34
TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA....35
BASIC DOCUMENTATION CARD....36

1. UVOD

Kad pomislimo na fenomen biljke, prvo na umu imamo samo onaj dio koji je nama vidljiv: stabljika, listovi, plodovi; ali ipak za biljku je najvažniji dio koji je nama nevidljiv i koji stupa u odnos sa drugim supstancama i omogućava rast biljci, a to je korijen. Nama su na prvi pogled biljke zasebne jedinke, ali istina je da su ustvari njihovi životi daleko složeniji i povezaniji. Naime, njihovo je korijenje međusobno umreženo i stupa u odnose. Pored toga što utječu jedna na drugu, na njih utječu vanjski čimbenici poput vlage, tip tla i način obrade tla, hranjivih tvari, i jedan od najprečih čimbenika – organizmi u tlu. Tlo nije mirno, mrtvo i statično mjesto kako nama djeluje, već je mjesto u kojem buja život. U tlu se nalaze mikroorganizmi koji su najzaslužniji za razvoj samih biljaka. Među njima ima bakterija, algi i gljiva. Neke od njih žive u simbiozama s biljkama, u korijenju ili na vanjskoj strani korijena, a druge žive samostalno, no ipak maksimalno sudjeluju sa korijenjem. Gljive uspostavljaju simbiotske zajednice, tzv. mikorize, s više od 90% biljnih vrsta. Na taj način pomažu biljci u bržem i učinkovitijem usvajanju vode i mineralnih materija iz tla, a zauzvrat gljiva od biljke uzima gotovu organsku hranu koju ova stvara procesom fotosinteze. Brojne su druge prednosti mikorize o kojima će više biti riječi u nastavku ovoga rada. Osim toga, u radu će biti iznešena istraživanja o utjecaju mikorize na uzgoj pojedinih biljnih kultura.

1.1. Tlo kao pogodno stanište

Tlo je nastalo kao rezultat pedogenetskih procesa transformacije mineralne i organske supstance, pod utjecajem reljefa, klime, živih organizama, vremena, utjecaja ljudske aktivnosti te matičnog supstrata (Husnjak, 2014.). Tlo je pod utjecajem više čimbenika, kao što su interakcija klime, naročito temperature i kiše, živih organizama, topografije u kontektstu nagiba i nadmorske visine, te skupa minerala i organske supstance. Iz svih tih razloga tlo se smatra najpogodnijim staništem za mikroorganizme, za njihovo djelovanje i razvijanje.

Na mikrobiološku aktivnost utječu i fizikalne osobine tla (tekstura, gustoća, poroznost i struktura), kiselost tla, kao i abiotski čimbenici. Oni mogu svojim djelovanjem pozitivno ili negativno utjecat na navedene karakteristike pa je iz tog razloga potrebno obratiti pozornost na obilježja tla. Od fizikalnih karakteristika treba obratiti pozornost na teksturu jer je ona važna za prozračnost i propusnost. Tu su usko povezana gustoća čestica i poroznost budući da su upravo ti međuprostori u tlu staništa za mikroorganizme.

1.2. Karakteristike gljiva

Gljive su organizmi koji imaju neke osobine biljaka , a to je da imaju staničnu stjenku koja je različite građe od stanične stijenke biljaka, ali isto tako i neke osobine životinja , kao npr. da koriste gotovu hranu, a u sastavu stanične stijenke nalazi se ista supstanca koja se nalazi i u sastavu kutikule insekata. Po načinu života one mogu biti:

- simbionti – žive u zajednici s mnogim biljnim vrstama gradeći mikorizu;
- paraziti – napadaju žive biljke, životinje, ljude i druge gljive;
- saprobionti – bez njihovog djelovanja u prirodi ne može doći do razlaganja organskih tvari biljnog porijekla.

Razlikujemo niže i više gljive. Niže gljive su jednostanični organizmi, a tijelo viših gljiva je organizirano u obliku micelija, odnosno njihovo je tijelo končasto vegetativno tijelo izgrađeno od niza hifa koji se može prostirati na velikim površinama. Hifa je niz povezanih stanica gljive koje se šire u svim pravcima; one su tanje od korijenovih dlačica te lakše prodiru u tlo i uzimaju potrebne supstance iz njega. Pored bakterija, gljive su najznačajniji razlagači organskih supstanci u kopnenim i nekim vodenim ekosistemima,

gdje imaju jednu od vodećih uloga u biokemijskim ciklusima (Kristek, 2007.). Mnoge su gljive važni partneri u simbiotskim vezama s drugim organizmima. Jedna od najvažnijih veza su različiti tipovi mikoriza.

1.3. Rasprostranjenost gljiva u tlu

Gljive se smatraju jednim od najrasprostranjenijih carstva na planeti zemlji, te se pretpostavlja da sadrži više od milion vrsta, od kojih je znanstveno opisano približno 70 000.

Djele se na osnovu načina na koji dolaze do hrane i to na parazite, saprofite, endofite i mikorizne gljive, međutim uvijek postoje iznimke. Nalazimo ih na velikoj većini organskih supstrata pri čemu služe kao izvor hrane raznim životinjama, kao saprofiti, imaju značajnu ulogu u agregaciji tla, a neke od njih mogu biti patogene. Šire se kroz veliku površinu tla putem micelija koji ima neodređeni rast i na taj su način sposobne iskorištavati hraniva iz tolike površine i dubine tla. Spore se stvaraju spolno, nespolno ili na oba načina. Spore ne samo da sadrže roditeljsku jezgru novog genotipa (kroz rekombinaciju, mutaciju ili paraseksualizam) već služe kao strukture za fazu mirovanja i funkcioniraju kao mehanizam daljnjeg širenja gljive (Sylvia i sur., 2005.).

Najveći broj različitih mikoriznih gljiva prisutan je do dubine od 30 cm, a sa dubinom se smanjuje i broj i količina mikoriznih gljiva, tako da se 70-85% spora nalazi na dubini zemljišta od 40-45 cm, pojedine spore mogu naći i do dubine od 2.2 m. U dubljim slojevima rasprostranjenost mikoriznih gljiva zavisi od vrste drveća, odnosno od načina formiranja korijena pa se u četinarskim kulturama nalaze na manjim dubinama u odnosu na listopadne (Rudawska, 2007.).

Miceliji služe gljivi da se kružno šire kroz tlo, pri čemu se hifa grana kroz pore tla u svim smjerovima i na taj način omogućava gljivi da zaobilazi ona područja u tlu koja nisu bogata hranivima i od kojih nemju veliku svrhu. Prilikom širenja, gljiva utječe na zemlju pozitivno, tako što je hrani. Po svojoj građi hifa je dugačka cijev iznutra pregrađena septama ili pregradama.

Mnoge gljive u tlu iz redova *Ascomycota i Basidiomycota* mogu organizirati hife u specijalizirane organe kao što su micelarne niti, rizomorfi i sklerocij. Paralelne hife međusobno učvršćene pomoću ljepljivih eksudata su ustvari miceralne niti. Takve su niti

uglavnom u bliskom kontaktu sa tlom kako bi došle do vlage za translokaciju uz rastući rub micelija dok prodire u drvenasta tkiva. Kompleksnije verzije micelarnih niti jesu rizomorfi i kod njih je nešto veći stupanj diferencijacije tkiva. Oni su vrlo otporni na promjene koje se dešavaju u sredini, omogućuju jače sredstvo za penetraciju zemlje i organskog materijala nego hife, opskrbljuju vrhove hifa kisikom te transportiraju hraniva kroz organizam gljive. Sklerocij se sastoji od isprepletenih hifa a u svojem je središtu sličan biljnom parenhimskom tkivu. On je ustvari sferični, očvrsnuli micelij koji izvana tvori tvrdu koru unutar koje se nalazi debela stijenka i služi kao spremnik hraniva za preživljavanje u manje povoljnim uvjetima. Sklerocij se lakše raspršuje od drugih micelarnih agregata time što je odvojen od roditelja micelija te zbog svoje tvrde vanjske kore ima bolju otpornost na sušu i temperaturne fluktuacije što ga čini i dugovječnijim od micelija. (Sylvia i sur., 2005.).

2.MIKORIZA

Riječ mikoriza dolazi od grčkih riječi *mykes* (gljiva) i *rhiza* (korijen) (Radić, 2013.). Mikoriza predstavlja simbiozu korijenja biljaka i micelja mikoriznih gljiva. Simbiozni odnos podrazumijeva zajednički suživot između dvaju (u nekim slučajevima i više) različitih organizama u kojemu i jedan i drugi član ima korist. Termin „symbiotismus“ (simbioza) prvi je put upotrijebio Albert Bernhard Frank (Smith i Read, 1996.) i opisao ju kao neutralni termin koji se razlikuje od parazitizma, odnosno odnosa u kojem jedan sudionik ima korist na štetu drugoga, već se temelji na ranije opisanom suživotu dvaju međusobno različitih organizama.

Mikorize su simbiozni odnosi u kojima gljive koloniziraju kortikalno tkivo korijena biljke domaćina tokom perioda aktivnog rasta biljke, ove asocijacije često znaju zahvaćati i druge podzemne organe biljke (Subba Rao, 1999.). Micelij je gljiva koja obavija kratko i debelo bočno korijenje biljaka, na ovaj način funkcionalno zamjenjuje korijenove dlačice. Uspješno prodire u tkivo korijenja, oko korijenja i rasprostire se kroz daleko veću površinu tla, nego što su u mogućnosti tako kratke i debele korijenske dlačice same biljke. Zahvaljujući tome, gljive imaju mogućnost hraniti se hranivima iz djelova tla i iz područja do kojih biljni korijen zbog svoje građe ne bi mogao dopreti. Hife koje su razgranate u tlu umnožavaju moć biljke da upijaja hraniva i brže napreduje u rastu. Zbog toga biljka preko

gljive sposobna je da usvaja hraniva čak i na površinama gdje tlo nije toliko bogato vlagom ili hranljivim supstancama. Na taj način biljci omogućava rast i reprodukciju u uvjetima u kojima biljka to ne bi mogla samostalno ili ne bi mogla jednako učinkovito sama usvajati hraniva, što dalje vodi ka poboljšanom rastu i razvoju u nepovoljnim uvjetima za biljku. Iz toga je vidljivo da gljiva pozitivno utiče na rast biljke i čini je otpornijom na loše uticaje iz okoline, za razliku od onih koje nisu mikorizirane. Odnos simbioze podrazumijeva da oba učesnika imaju korist, zauzvrat određena biljka opskrbljuje gljivice fotosintetiziranom hranom uključujući i šećer (Capon, 2010.).



Slika 1. Razvijena mikoriza na dlačici korijena biljke
(https://i1.wp.com/www.gnojidba.info/wp-content/uploads/2013/05/Razvijena-mikoriza-na-dlacici-korijena-2.png)



Slika 2. Mikoriza
(http://www.motherearthnews.com)

Fenomen mikroriza u tlu prvi je otkrio poljski botaničar Franciszek Kamienski davne 1880. godine, a dan danas se još uvijek izučava i predstavlja pogodno tlo za nove informacije. U najstarijim fosilnim ostacima biljaka pronađene su tvorbe mikoriznih gljiva (Radić, 2013.). U ta pradavna vremena prve kopnene biljke nisu imale pravo korijenje, već kratke tvorbe koje su im pomogle da se pričvrste za tlo. Birale su vlažna mjesta na kojima su mogle doći do vode, dok danas su daleko rasprostranjenije. Na osnovu ovih saznanja, kao i na osnovu ostalih dolazi se do zaključka da je značaj mikoriza jedino pravo rješenje za budućnost zemlje i zaštitu ekosistema. Uz ovaj oblik suživota moguće je postići ekonomski pristupačna kao i najpogodnija rješenja za postizanje intenzivne proizvodnje, a da se pritom prirodni zakoni ne narušavaju.

Provedena istraživanja rezultirala su dokazom da je mikoriza najbolja, najjeftinija i najučinkovitija metoda za dobivanje većih i zdravijih prinosa - u potpunosti u skladu s prirodom (Čolić, 2013.). Iz toga ju razloga mnogi znanstvenici danas smatraju jedinim pravim rješenjem za uzgoj različitih kultura i zaštitu ekosistema. Osim što omogućavaju kvalitetan i brz rast biljkama, mikrorizne gljive su se efikasno pokazale i u zaštiti zdravlja biljke, to jest u zaštiti od nepogodnih uslova klimatskih, od štetočina i od biljnih bolesti. Zbog svojih zdravih svojstava i mogućnosti, pokazale su se kao korisni bioindikatori zagađenosti teškim metalima, no osim kao bioindikatore, može ih se upotrijebiti i u filtraciji otpadnih voda. Tu se vidi njihova funkcija i u sferi ekoloških istraživanja.

Mnoga istraživanja upućuju na to da su mikorizne asocijacije neizostavan korak u vraćanju prirodne ravnoteže na mjestima na kojima je ona narušena ljudskim djelovanjem ili prirodnim katastrofama, kao što su područja zahvaćena požarima, ili tla kakva nalazimo u okolici rudnika koja su nepovoljna za rast i razvoj drvenastih vrsta. Čovjek vjekovima nesvjesno uništava hranivo bogastvo tla i ovu fascinantnu podzemnu mrežu misleći da čini dobro. Naime, uvođenjem agrohemikalija u poljoprivrednu proizvodnju – umjetna gnojiva i kemijska sredstva, intenzivan uzgoj bilja (monokulture), te učestalo korištenje mehanizacije uništava mreže koje prirodno stvara korijenje sa gljivama.

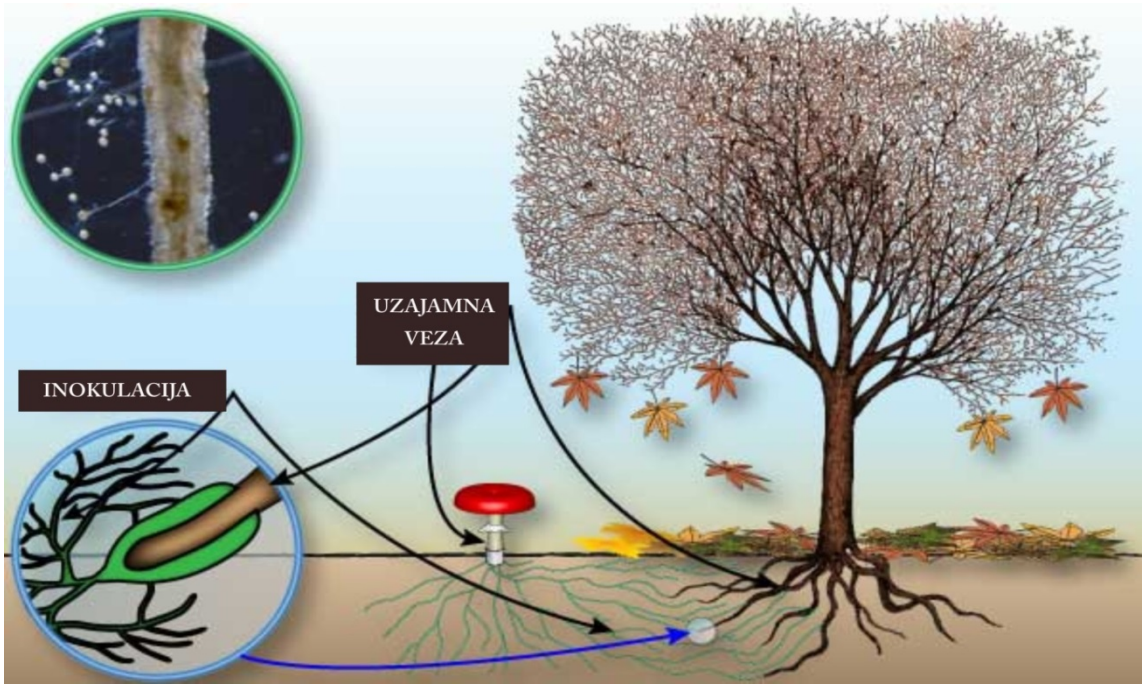
Dakle, glavna uloga mikorizne gljive u tlu jeste uloga dostavljača hranivih tvari biljci koje su njoj samoj nepristupačne, jer se nalaze izvan dosega njenog korijenskog sistema. Također, biljka zavisi od gljive jer nema potrebne enzime kako bi rastvorila mineralne tvari u njoj nepristupačnim oblicima u tlu. Gljiva putem micelija dolazi do raznih minerala, do fosfora, kalija, kalcija, cinka, kisika, uz pomoć enzima ih razleže i

olakšava i omogućava apsorbciju istih biljki. Mikoriza, također višestruko povećava površinu korijenovog sustava pomoću hormona rasta kojeg u sebi sadrži, regulira pH, smanjuje potrebe za navodnjavanjem i gnojidbom.

Zbog sve većih zahtjeva za organskom proizvodnjom ni jedan poljoprivredni proizvođač ne bi trebao zanemariti poljoprivredne, ekološke i ekonomske koristi ovih mikroorganizama.

Prednosti mikorize su sljedeće:

- bolja ishranjenost (gljiva pospješuje usvajanje vode, ugljika i dušika);
- gljive luče enzime koji omogućuju bržu mineralizaciju organske materije tla te veću pristupačnost dušika;
- gljive luče kiseline kojima otapaju i usvajaju teško topljive minerale te prenose s većih udaljenosti do biljke;
- veće su mogućnosti da će biljka preživjeti u nepogodnim klimatskim uvjetima jer hife gljive djeluju kao određeni biorezervoar vode tijekom suše;
- bolja prilagođenost na otežane uvjete u tlu jer gljiva uravnotežuje nepovoljan pH i zaslanjenost tla u neposrednoj blizini korijenovih dlačica;
- štiti biljku od prevelike koncentracije teških metala u tlu jer ih nakuplja u svojim stanicama, a ne prosljeđuje biljci;
- povećava se otpornost biljaka na patogene u tlu jer gljive napadaju nematode, patogene gljive i bakterije te aktiviraju mehanizme zaštite i potiču jačanje imunološkog sustava biljke;
- luče hormone i vitamine koji stimuliraju rast biljaka;
- uspostavljaju se mikorizne veze između više biljaka domaćina (ne nužno iste vrste), putem koje se vrši promet vode i hranjivih tvari;
- omogućuje biljci bolje iskorištavanje fosfora i dušika;
- do 40% reducira potrošnju vode;
- reducira potrošnju gnojiva i sredstava za zaštitu bilja do 35%;
- ubrzava rast biljke te za 25% povećava urod i kvalitetu plodova (Bugarčić,2015.; Čolić, 2013.).



Slika 3. Inokulacija
(http://www.paulovnija.info/index.php/prateci-program/mikoriza.html)

2.1. Vrste mikorize

Dijele se u dvije glavne kategorije :

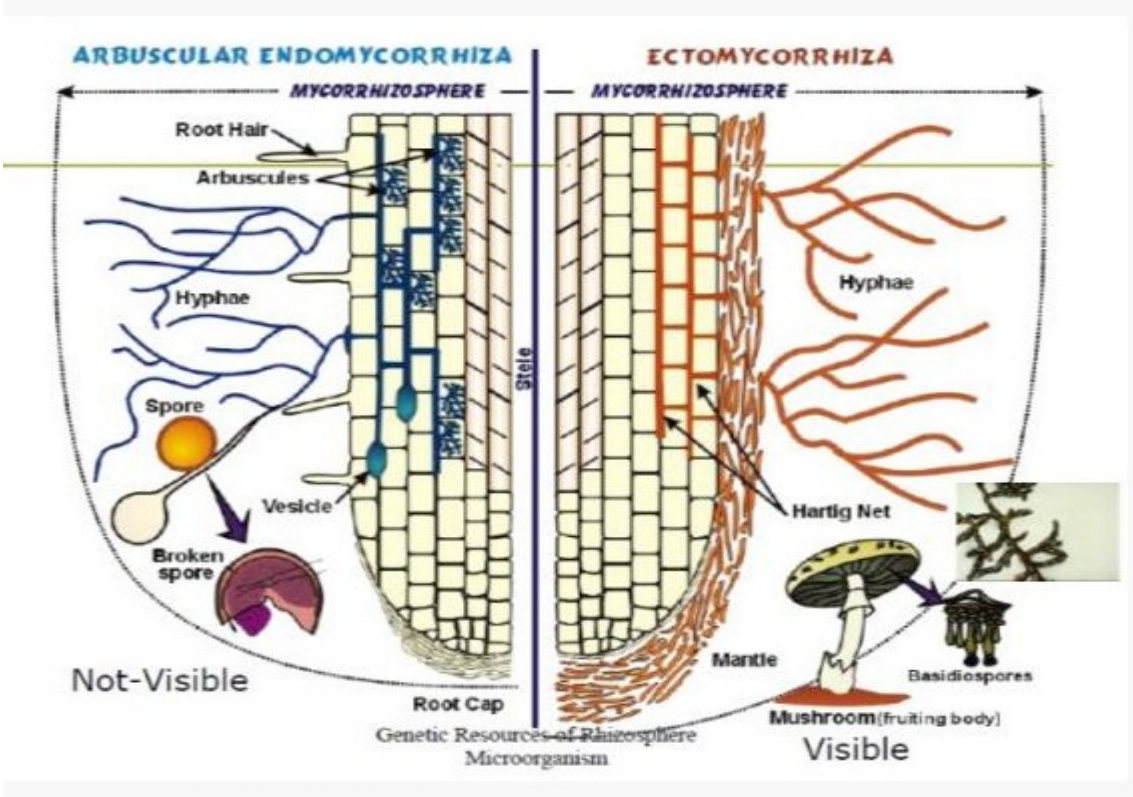
1. Ektomikoriza - stvara mrežu hifa između korijenovih stanica i hife koje obavijaju korijenje te prodiru u okolno tlo.

2. Endomikoriza - stvara posebne strukture za izmjenu sadržine sa biljkom unutar korijenovih stanica i tvore mrežu finih hifa u tlu.

Endomikoriza je više zastupljena u prirodnim uvjetima, te je gotovo 95% biljnih vrsta kompatibilno sa endomikoriznim slojevima gljivica (rod *Glomus*). Nasuprot njoj, 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 (kupusnjače, šećerna repa, itd).

Osnovna podijela mikoriza je na ektomikorize i endomikorize, zavisno od toga na koji način hife gljiva dolaze u kontakt sa korijenom biljke domaćina. Najjednostavnije

rečeno ektomikorizne gljive ne prodiru u stanice korijena, dok endomikorizne gljive prodiru u samu stanicu (Bonfante i sur. 2010.). Također razlikujemo i ektoendomikorizu. Pod tim pojmom podrazumjevamo slučajeve kada hifa ektomikoriznih gljivica ponekad ipak uđe u biljnu stanicu.



Slika 4. Grafički prikas endo- i ektomikroze.
(https://www.agroklub.com/sumarstvo/tlo-i-mikorizne-gljive/16246/)

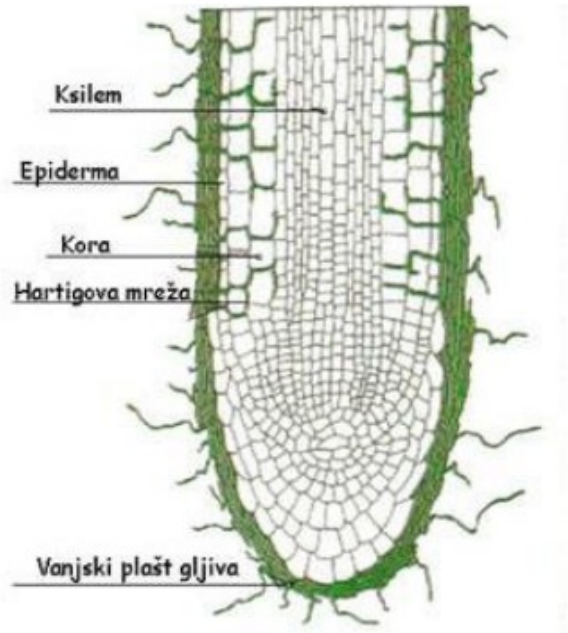
2.1.1. Ektomikoriza

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

Ektomikorize se sastoje od stanica gljiva koje nastanjuju korjenje drveća i grmlja iz umjerenog pojasa (Paul i Clark, 1998.).

U svijetu je više od 5000 vrsta gljiva, koje mogu stvarati ektomikorizu, na oko 2000 vrsta drvenastih biljaka. Preko 5000 vrsta gljiva, koje čine ektomikorizu, a pripadaju razredima *Acomycetes*, *Zygomycetes* i *Basidiomycetes*. Vidljivo je iz broja vrsta da su ektomikorizne gljive više specifične u pogledu izbora domaćina od endomikoriznih (Draguzet, 2015.).

Stabljike na kojima je došlo do ektomikorize ima daleko efikasniju aktivnu površinu korijenja gljiva od drveća koja nisu mikorizirana. Ektomikorize ostaju aktivne od nekoliko mjeseci do 3 godine (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. Od uzročnika korijena patogena sprječavaju infekciju korijena (Slankis, 1973.).



Slika 5: Prikaz ektomikorize

(https://www.google.ba/search?biw=1366&bih=613&tbm=isch&sa=1&q=ektomikoriza&oq=ektomikoriza&gs_l=psy-ab.3..0i19k1j0i5i30i19k1l2.25318.29269.0.29455.31.16.0.0.0.0.455.1643.2j4j2j0j1.10.0....0...1.1.64.psy-ab..23.6.1345.0..0j0i10i30k1j0i13k1.99.trjqx3lnWrA#imgrc=STfRz5_SLXIrWM)

2.1.2. Endomikoriza

Endomikorize čine simbiozu u kojoj hife prodiru i koloniziraju epidermalne i kortikalne stanice biljnog korijena. Dok ektomikoriza proizvodi površinski plašt gljiva od hifa, endomikorize su prisutne samo na korijenju u vidu pojedinačnih niti. Kad se korijenje kolonizira pojedinačne hife se protežu od površine korijena prema okolnom tlu i prave veliku mrežu hifa kojima biljka pristupa hranivim supstancama. Većina biljaka koje nose sjeme, ukrasne biljke u staklenicima, većina poljoprivrednih kultura, kao i drveće kišnih područja grada stupaju u odnos endomikorize. Širok raspon biljaka domaćina, koje su kolonizirane mikorizom, predstavljaju najveću primjenu i korist za hortikulturanu industriju (Buechel and Bloodnick, 2016.).

Za sada je poznato oko 250 vrsta gljiva koje čine endomikorizu. 95% biljnih vrsta uspostavlja simbiozu sa ovim tipom i zato ne čudi podatak da je endomikoriza najzastupljenija u uzgoju povrtnih kultura.

Endomikoriza se klasificira u 5 glavnih grupa: arbuskularna, erikoidna, arbutoidna, monotropodina, te orhidejska mikoriza (Brundrett, 2008.).

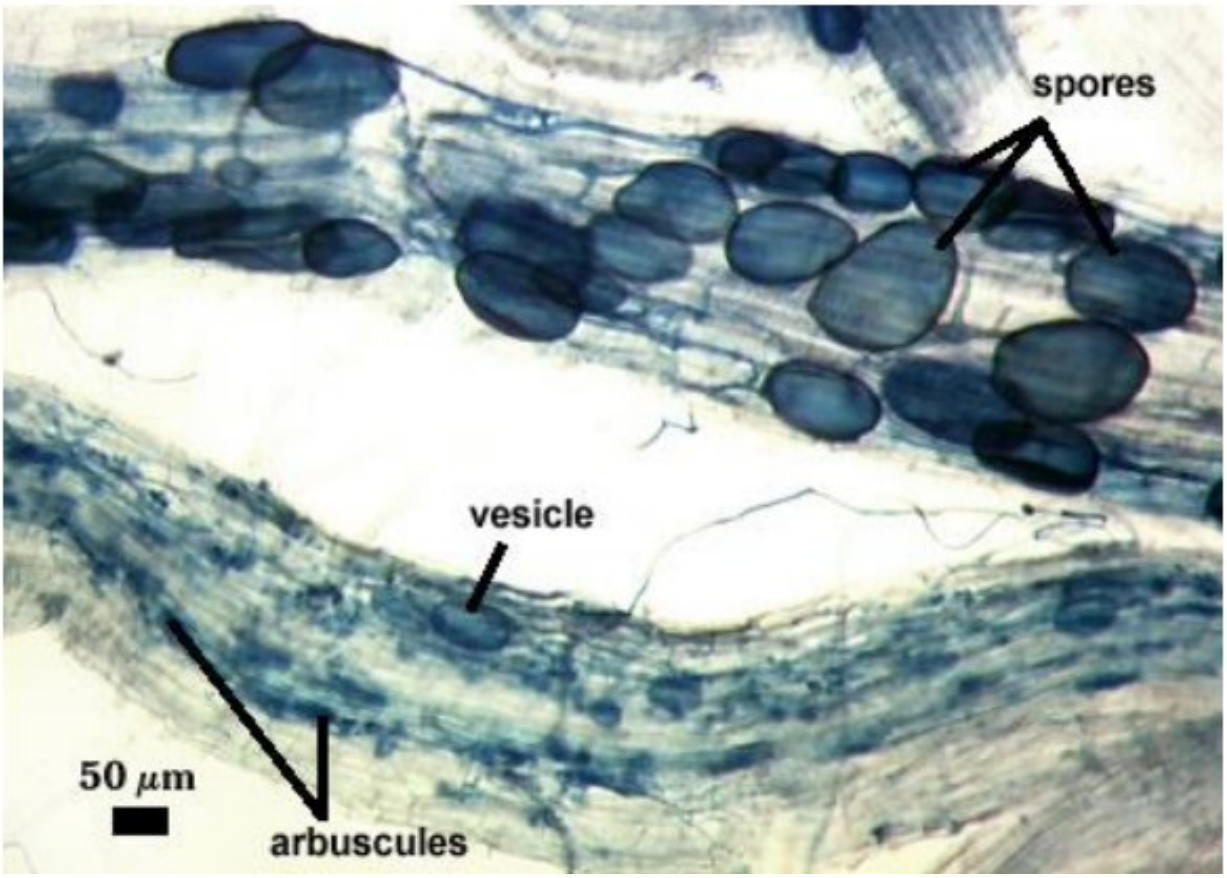
Struktura endomikorize

Najčešći tip endomikorize je arbuskularna ili vezikularno arbuskularna (VAM) mikoriza. Naziv je dobila po 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. Nakon par dana od infekcije gljivom, hife tvore strukturu unutar biljnih stanica zvane arbuskule, koje liče na sićušna stabla i služe za olakšavanje prijenosa hranjivih supstanci unutar kortikalnih stanica. Arbuskularna endomikoriza u simbiozi sa biljkom ima međusobno dobro, a to je da daje biljci određena hraniva i vodu iz tla, a zauzvrat, biljka osigurava šećere i druge ugljikohidrate za gljivu;
- Vezikule – između stanica formiraju se vrećaste strukture nazvane mjehurići koje se oblikuju na pola puta ili u krajnjem dijelu hifa. Vezikule sadrže lipide i osnovna funkcija im je da služe gljivama kao organi za skladištenje. Također mogu poslužiti i kao

propagule, to jest organi za rasprostranjenje tako što će kolonizirati druge dijelove biljnog korijena;

- Spore – hife arbuskularne mikorize, stvaraju spore koje služe istoj funkciji kao i sjeme za biljke. Spore imaju vrlo guste stjenke, što ih čini otpornim na zamrzavanje i visoku temperaturu, kako bi preživjele duži period. Iz tog razloga, spore su idealne za inkorporaciju u rastući medij i za inokulaciju biljaka (Buechel and Bloodnick, 2016.).



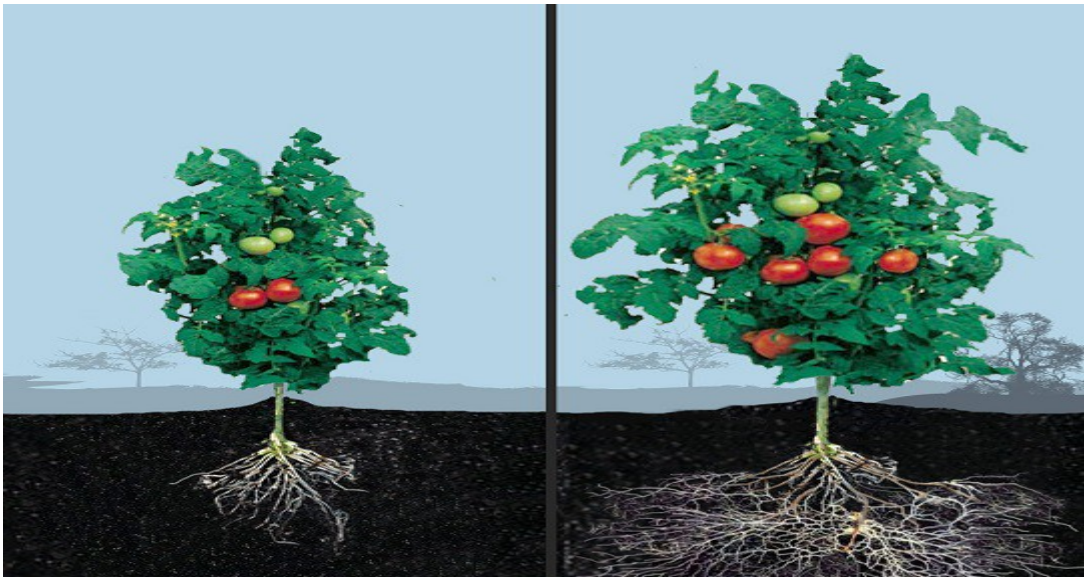
Slika 6.Mikroskopski prikaz struktura koje stvara endomikoriza (http://invam.wvu.edu/the-fungi/classification/glomaceae/rhizophagus/intradices)

3.MIKORIZA U UZGOJU POVRĆA

Sve veća je potreba za zdravim načinom života, a samim tim za proizvodnjom većih količina povrća. Radi većeg i kvalitetnijeg prinosa poljoprivrednici posežu za gnojivima i za vještačkim sredstvima koja imaju momentalno pozitivan ali negativan efekat. Trend organske proizvodnje je tek u usponu, a baš on podrazumjeva kvalitetnije prinose ali na zdrav način, to jest putem mikorize..

Konvencionalna je poljoprivreda zbog intenzivne primjene pesticida, sintetskih gnojiva i oranja, prouzročila izrazito smanjenje prirodnih populacija korisnih mikroorganizama u tlu, kao i života u tlu uopće (Radić, 2013.). Stoga je upravo u takvim uvjetima posebno dobrodošla primjena mikoriznih gljiva u poljoprivrednoj proizvodnji.

3.1. Značaj arbskularne mikorize u povrćarstvu



Slika 7. Utjecaj arbuskularne mikorize
(https://www.google.ba/search?q=mikoriza+povr%C4%87e&tbm=isch&imgil=EDgu)

Ova vrsta mikorize je najvažnija za povrćarstvo. Hife AM prodiru u stanicu biljke i proizvode strukture koje su zaslužne za ime ove gljive (arbuskule). Hife ovih gljiva proizvode glomalin, koji može biti jedan od glavnih skladišta ugljika u tlu. Arbuskularne

mikorize nemaju poprečne membrane što olakšava protok hraniva kroz hife i zato je tako rasprostranjena, javlja se u 85% svih biljnih porodica i u usjevima mnogih vrsta. Hife ne prodiru u samu unutrašnjost stanice već samo invaginiraju staničnu membranu. Struktura arbuskula značajno povećava kontaktnu površinu između hifa i citoplazme stanice i tako omogućuje kvalitetnu razmjenu nutrijenata između njih.

Gljive koje sudjeluju u arbuskularnim mikorizama gotovo uvijek su iz reda *Glomales*. Sistematikom se dijele ovisno o tome da li su u korijenu prisutne vezikule i jesu li klamidiospore, odnosno aseksualne spore, formirane, te ovisno o tome da li su vezikule u korijenu odsutne i da li je došlo do formacije pomoćnih stanica i azigospora, odnosno sporama koje se nespolno razvijaju iz hifa gljiva i uzrokuju gomoljaste izrasline (Sylvia i sur., 2005.).

Poznato je da hife mikoriznih gljiva uvećavaju površinu korijena biljke i do 1000 puta i na taj način povećavaju volumen tla iz kojeg korijen crpi hranjive supstanci. Zato su mikorize preporučljive za loše klimatski (ne)pogodne sredine, kao i za tla koja su siromašnija hranivim supstancama i vlagom. Potrebno je manje energije hifama gljiva da se izgrade i rastu, nego što je potrebno biljci za izgradnju korijenja i zato je mikoriza pametan potez kad su potrebni kvalitetniji i kvantitetniji plodovi. Hife su veoma tanke što im omogućuje grananje duboko u tlo u svim pravcima te one lako dolaze do hranjivih tvari koja su korijenju biljaka daleka i nedostupna. Biljke kojima je AM dodan prilikom pikiranja brže se razvijaju stvarajući jači korijenov sustav te se brže oporavljaju od stresa nastalog kod presađivanja sadnica na stalno mjesto u vrtu. One također štite biljku od štetočina i nepovoljnih uvjeta kako klimatskih tako i mesnih.

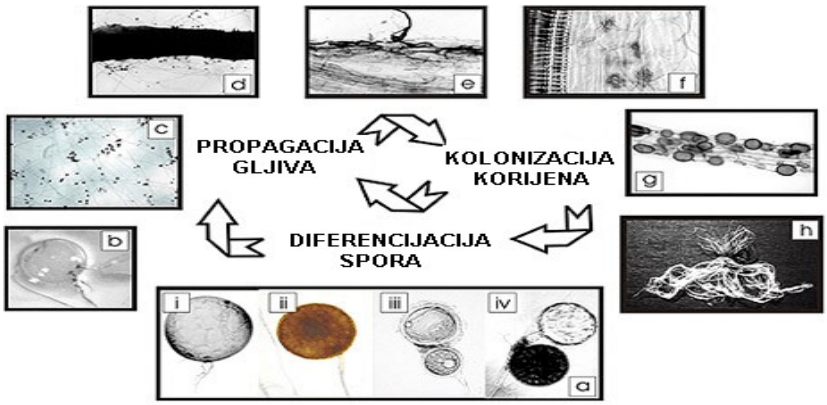
AM gljive značajno smanjuju i upotrebu zaštitnih sredstava, jer biljke inficirane AM gljivama jakog su sistema i otpornog organizma, te su savršen način uzgoja orgnskog bilja. Nadalje, mikorizne gljive luče jake supstance koje imaju izrazito mikrobicidno djelovanje te na taj način suzbijaju razvoj bolesti korijena.

Postoje i vrste biljaka koje nisu sposobne stvoriti endomikorizu, no njihov je broj malen. One potječu iz porodica *Brassicaceae* (kupus, cvjetača, brokula i repa), *Chenopodiaceae* (špinat i šećerna repa), *Ciperaceae, Cariophillaceae* (karanfili), *Juncaceae* (sitovi) te porodice *Lupinus* (Bugarčić, 2015.). Nasuprot njima, bez mikorize ne mogu preživjeti luk, kukuruz, trave, leguminoze, kao i neke cvjetne vrste (orhideja). Te se biljne vrste nazivaju obligatnim mikotrofima. S druge strane, žitarice su fakultativni mikrotrofi, jer su biljne vrste koje preživljavaju uz više doze gnojidbe. Na mikorizu

odlično reagiraju i kuture koje zahtijevaju više vode; poput buča, rajčice, krastavaca, paprika, i dr.

3.2. Inokulacija i priprema inokuluma

Inokulacija je nacjepljivanje, odnosno infekcija 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.).



Slika 8. Shema inokulacije mikoriznih gljiva (http://www.plantmanagementnetwork.org/pub/cm/review/2004/amfungi/image/inoculum1sm.jpg)

Početni inokulom da bi se što ekonomičnije upotrebio potrebno ga je umnožiti. Umnožavanje inokuluma sa obavlja preko biljke domaćina, kao što su kukuruz, kadifica ili neki od lukova. Način na koji se to obavlja jeste da se biljke siju u inertni supstrat, (ekspandirana glina, perlit, vemikulit, pijesak ili slično) supstrat mora biti inertan i sterilan da se onemogući negativno djelovanje patogenih organizama, odnosno da se omogući što brža uspostava endomikorize ulaskom hifa iz inokuluma u korijen biljke domaćina.

Supstrat u kojem su rasle biljke domaćini se miješa sa supstratom u kojem će se uzgajati presadnice povrća ili se rasipa i plitko unosi u tlo.

Kao inokulum za uspostavu ciljane mikorize najčešće se koriste endomikorizne gljive rodova:

- *Glomus;*

- *Gigaspora;*
- *Scutelospora;*
- *Acaulospora;*
- *Sklerocystis;*
- *Entrophospora.*

U uzgoju presadnica povrća najviše se primjenjuju gljive iz roda *Glomus*, odnosno vrste:

- *Glomus etunicatum;*
- *Glomus aggregatum;*
- *Glomus versiforme;*
- *Glomus fascicultatum;*
- *Glomus clarum.*

Presadnice koje su mikorizirane se brže i bolje razvijaju, što skraćuje vrijeme proizvodnje, tako da je pozitivan utjecaj mikorize uočen i kod uzgoja presadnica. Presadnice se brže razvijaju i rastu, otpornije su i daju veće i ranije prinose. Dosadašnja istraživanja su pokazala da se primjenom VAM gljivica može značajno poveaćati mase presadnica povrća, kao na primjer, kod luka 40-99%, kod celera i poriluka od 50-250% (Novak i Benko, 2013.).



Slika 9: Inokulirani i neinokulirani korijen sadnice
(http://www.asunion.rs/mikoriza/mehanizam-delovanja/)

Istraživanje

Provedena su istraživanja u razdoblju od 1993. do 1995. o mogućem utjecaju endomikorize na rast presadnica i komponente prinosa pojedinih povrtnih kultura. (Novak, 1998.) Primijenjena su dva sloja endomikorizne gljive *Glomus etunicatum* u količini od 10 i 20 vol.% inokuluma, na sljedeće četiri potpuno različite povrtne kulture u uvjetima bez gnojidbe, zalijevanja i zaštite od bolesti:

- salata (*Lactuca sativa*);
- rajčica (*Lycopersicon lycopersicum*);
- celer korijenaš (*Apium graveolens* var. *rapaceum*);
- luk (*Allium cepa*).

Utvrđena je na presadnicama mikorizna infekcija u sljedećim postotcima:

- salata – 38-56% ;
- celer – 50-63%;
- rajčica – 37-56%;
- luk – 56-80%.

Mikorizna se infekcija odrazila u većoj visini i masi presadnica. Nakon berbe izračunat je postotak mikorizne infekcije, na korijenju navedenih povrtnih kultura uzgojenih u poljskim uvjetima: (Novak, 1998.)

- salata – 21-37%;
- celer – 17-33%;
- rajčica – 18-32%;
- luk – 29-38%.

3.3. Mogućnost inokulacije biljaka VAM gljivama

Moguće je primijeniti mikrobiološke inokulante tako da se određena količina inokulanata prilikom sadnje biljke doda pod sjeme, lukovicu ili sadnicu, što će omogućiti korijenu biljke da se poveže s korijenom gljive (Draguzet, 2015.). Ukoliko se želi efektno upotrebiti inokulum, važno je odabrati prikladan broj gljivica za određenu kulturu, stanište

i vremenske uslove. Istraživanjem je utvrđeno da je primjena cjepiva na manjim površinama najekonomičnija, gdje su sadnice postavljene u uskom sklopu, kao npr. rasadnici. Primjena mikoriznih cjepiva na većim površinama kod ratarskih kultura (poput pšenice, ječma, kukuruza, suncokreta i mahunarki) neisplativa je jer zahtijeva veliku količinu cjepiva.

Inokulacija se primjenjuje i kod plodovitog povrća poput rajčice, paprike, patlidžana, krastavca i dr. Pored mikorize kod ovih povrtnih kultura za uspješnu proizvodnju potrebne su kvalitetne presadnice, najbolje iz vlastitog uzgoja ili od provjerenog proizvođača. Vrlo je važno uzgajati kultivare koji su prilagođeni ekološkim uvjetima i rokovima proizvodnje jer su neki kultivari osjetljivi na stresne uvjete nakon presađivanja i tijekom vegetacije (visoke temperature, suša, stagniranje vode, napad štetočina). Na drugoj strani, intenzivna proizvodnja dovodi do opadanja imuniteta biljki, što je pogodno tlo za pojačane napade biljnih bolesti iz tla, jednosmjernu dobrobit sudionika u simbiozi kao i akumulacije soli. Ne preporučuje se ni upotreba kemijskih sredstava za sterilizaciju tla (metil bromid), a fizikalne metode zahtijevaju velike investicije.

Pored svih dobrih strana, inokulacija ima i nedostataka, a jedna od najvećih jeste ta da inokulirano povrće mikoriznim gljivama zahtjeva povećane troškove proizvodnje inokuliranih presadnica u odnosu na necijepljene. Uzrok tome jeste velika potreba za ručnim radom, neophodnost skupog sjemena podloge, kao i potreba da se obezbjede specifični uvjeti nakon inokulacije. Pored svih ekonomskih izdataka, potrebno je i stručno znanje da bi inokulacija bila uspješna i da postigla efekat kakav je potreban. Iskustvo je potrebno u odabiru odgovarajuće podloge i plemke jer je moguća pojava inkompatibilnosti.

3.4. Teškoće u primjeni mikorize u uzgoju povrća

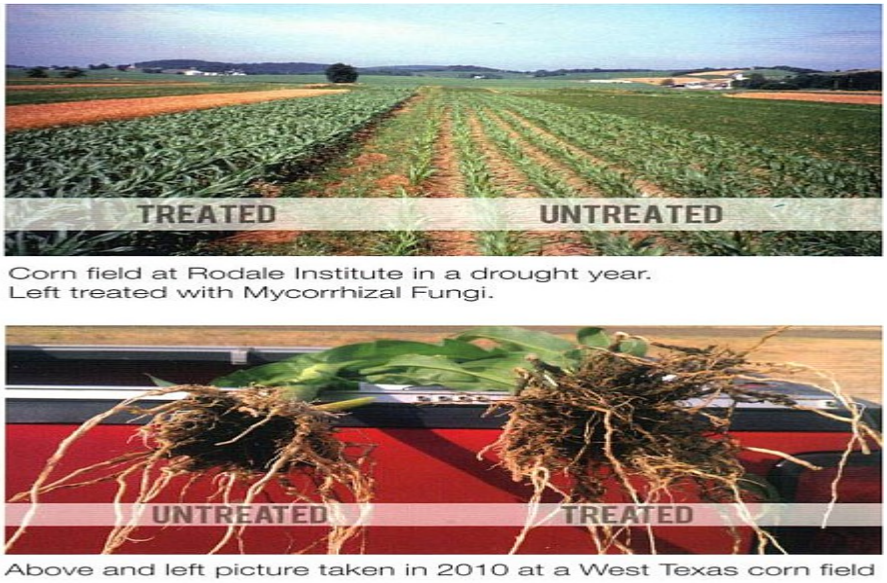
Jedna od velikih poteškoća za bržu primjenu i širenje endomikorize u praksi je komercijalna proizvodnja inokuluma (cijepiva/gotovih preparata), odnosno specijaliziranih inokuluma mikoriznih gljiva za pojedine biljne vrste.

Previsoka koncentracija fosfora u tlu je najveća prepreka za uspostavu mikorize i njenog pozitivnog učinka, koji je nažalost često prisutan u većini intenzivno korištenih vrtnih područja. Istraživanjima je dokazano da prevelika koncentracija fosfora u tlu može bitno smanjiti učinak mikorize, ili čak i da pozitivan učinak potpuno izostane. Razlog tome

je što visoka koncentracija fosfora mijenja anatomsku građu korijena, što onemogućuje prodiranje gljive u korijen.

Upotreba prevelikih količina nekih pesticida također može drastično smanjiti uspostavu ili djelovanje mikorize. Isto tako mehanička obrada zemlje (oranje, špartanje, itd.) također narušava proces mikorize. Sve navedene činjenice govore u prilog tome da treba voditi mnogo više računa o tome kako gospodariti tlom, koliko i kako ga gnojiti, te strogo kontrolirati primjenu sredstava za zaštitu bilja. Mora se voditi računa o načinima na kojima se postupa sa zemljom, da bi se očuvala poljoprivredna površina, koja je neophodna za proizvodnju zdrave hrane.

Zanimljivost: Kod uljnih buča dodatno je povećana količina masnoća u košticama ukoliko su uzgajane uz pomoć mikorize.



Slika 10. Tretirane i netretirane sadnice kukuruza
(http://www.rgbstock.com/)

4.ZNAČAJ MIKORIZE U UZGOJU CVIJEĆA

Vezikularno arbuskularne mikorize su najčešće u simbiozi sa zelenim biljkama, među kojima prednost ima cvijeće. Smatra se da je ova simbioza kao prirodni resurs koji: smanjuje zahtjeve za ishranu biljaka, ubrzava cvatnju i razvoj plodova, potiče rast biljaka, povećava otpornost biljke na abiotički i biotički stres, povećava uspješnost presadnica, te povećava proizvodnju usjeva. (Azcon-Aguilar i Barea, 1997.; Garmendia i sur., 2004.).

Mehanizmi kojima mikoriza može poboljšati proizvodnju 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.

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

4.1. Vrste cvijeća koje stupa u odnos sa mikoriznim gljivama

4.1.1. Orhideje (Orchidaceae)

Nema ljubitelja cvijeća koji nije vidio ili čuo za orhideju (*Orchidaceae*), poznatiju u narodu kao kraljica cvijeća. Prvi put se spominje u prvom vijeku prije Krista kada se koristila za proizvodnju ljekovitih napitaka, za liječenje bolesti, a vjerovalo se da ima i afrodizijačka svojstva te se koristila i za povećanje plodnosti.

Na području Europe prvi pisani dokument iz 1764. godine već opisuje tridesetak vrsta, među kojima su i tropske vrste. Danas je poznato oko 30.000 različitih orhideja. Po procjenama stručnjaka orhideje su najrasprostranjenija biljna vrsta na svijetu jer gotovo svaka deseta biljna vrsta pripada orhidejama.

Prirodna staništa su upravo ona područja gdje ljepota orhideja najviše dolazi do izražaja. Najčešće su to tropska planinska područja, jer e odlikuju s vrlo visokom vlagom zraka koja pogoduje njihovom razvoju i rastu. Kad počnu suše, biljke miruju, a jedino

noćne rose održavaju ih na životu. Njihovo najprivlačnije obilježje je boja: cvjetaju u svim nijansama, osim u crnoj. Ima ih snježnobijelih, žarkožutih, ljubičastih, boje blata, itd.



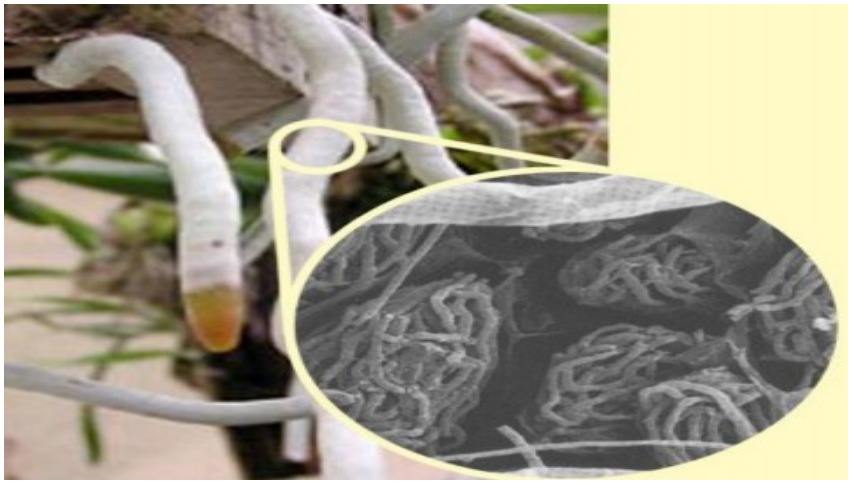
Slika 11. Orhideja
(https://www.google.ba/search?biw=1366&bih=613&tbm=isch&sa=1&q=+orhideje&oq=+orhideje&gs)

Uz orhideju se veže i naziv mikoriza, a označava »ljubavni odnos« između gljive i orhideje. Pod zemljom gljiva ulazi u sjeme orhideje i hrani ju dok ona ne dobije listove i postane sposobna da si procesom fotosinteze sama pribavi hranjive tvari.

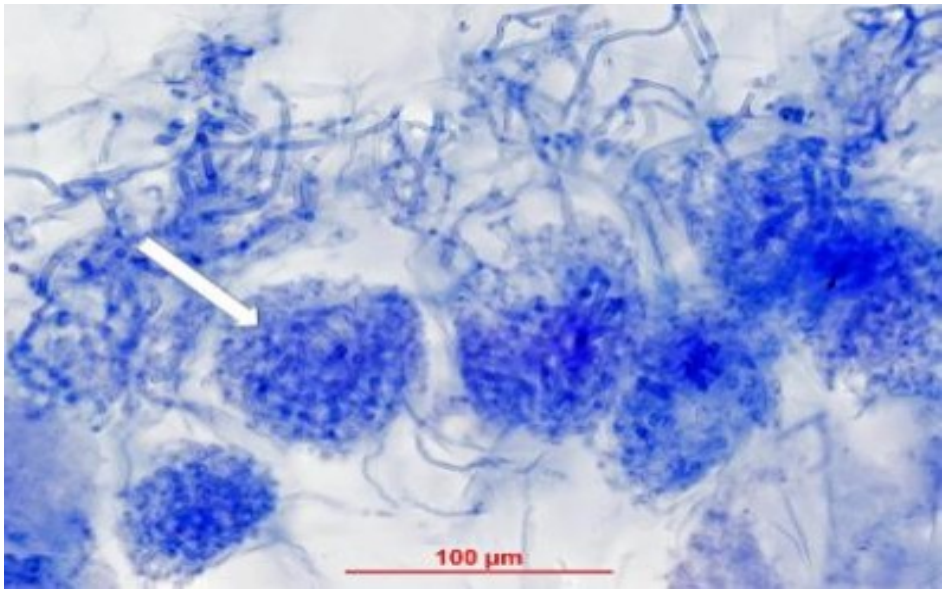
Sjemenke orhideje su veoma male (oko 0,3 - 14 mg po sjemena) i sadrži male rezerve hranjivih tvari. One sadrže male količine visoke energije proteina i lipida, ali i malo šećera. Mikorizne gljve pružaju hraljive tvari, a naročite ugljikohidrate, potrebne za rast i zapravo većina orhidejskog sjemena neće proklijati osim ako nisu u simbiozi sa odgovarajućom gljivom.

Sve orhideje prolaze kroz vrijeme u kojem nisu fotosintetske biljke u toku svog ciklusa rasta. 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. Njihova veza je toliko važna da sjemenke orhideje neće početi klijati dok ne formiraju povezanost s mikoriznim gljivama. Sadnica stupa u odnos sa mikoriznom gljivom nakon što apsorbovana voda i vlaga dovedu sjemenski oklop do pucanja, te dodje do pojave korijenskih dlačica. Hife

prodiru u stanice embrijskog oblika hifalnih zavojnica, koje se nazivaju pelotoni (male loptice) unutar stanica. Kako orhideja sazrijeva, oslanja se više na mikorizu za potrebne hranjive tvari, kao što su ugljikohidrati, ali i dalje traži fosfor i dušik kroz simbiozni odnos. (Bonfante and Genre, 2010.).

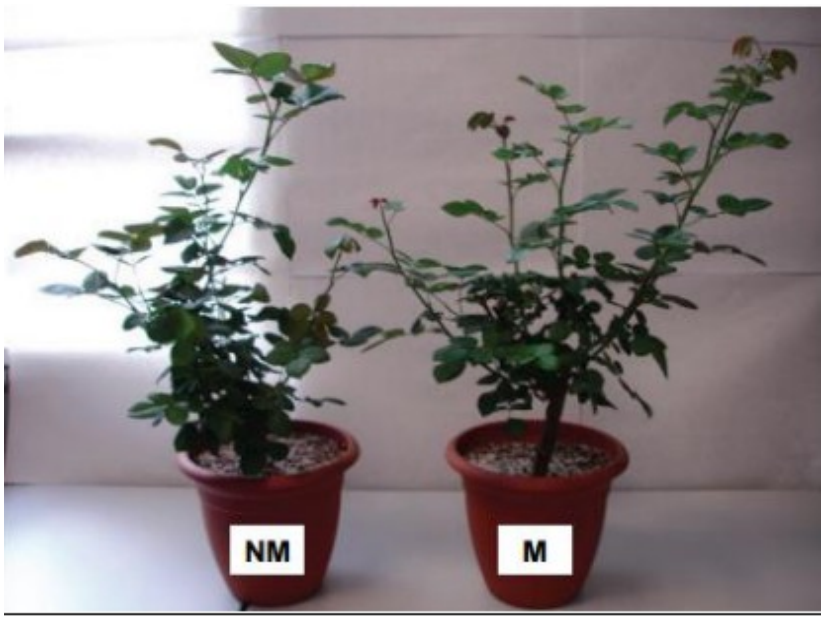


Slika 12. Pelotoni - intercelularni dio orhideje
(http://northamericanorchidcenter.org/orchid-science/)



Slika 13. 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 14. Ruža- inokulirana VAM gljivicama vrste *Glomus mosseae* i *Glomus intradicies.*

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

Narcisi (*Narcissus)*



Slika 15. Inokulirani narcisi (lijevo) snažnijeg su rasta i vitalnosti od neinokuliranih.

(Lowenfels, 2017.)

Frezija (*Freesia spp.)* – kod inokulirane biljke korijenje i biljke se razvijaju brže, a cvjetovi i listovi su bogatiji.

Pelargonija (*Pelargonium spp.)* – biljke inokulirane VAM gljivicama vrste *Funneliformismosseae* i *Rhizophagus fasciculatus*, mnogo su otpornije na sušu i nepogodne klimatske uslove.

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 daju kvalitetnije i kvantitetom bogatije prinose cvjetova.



Slika 16. Neven - inokulacijom se povećao rast i broj cvjetova biljke. (Lowenfels, 2017.)

Petunija (*Petunia*) – Inkoulirane biljke pokazale su brži rast, čak trostruko veći od nemikoriziranih sadnica, brži porces cvjetanja a isto tako istakle su se većim brojem cvata. 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.).

5. EKOLOŠKI ZNAČAJ MIKORIZNIH UDRUŽENJA

Procesom ispiranja, odnosno drenaže vodom, dolazi do gubitka značajnih količina hraniva, kao i do gubitka putem plinskih emisija. Ovakvi gubici su štetni u ekološkom ali i u poljoprivrednom i ekonomskom smislu i odražavaju se kroz smanjene prinose. U takvim situacijama prisustvo arbuskularnog mikoriznog tipa je biljni evolucijski pokušaj poboljšanja oporavka i očuvanja živog tla.

Cavagnaro i sur. (2015.) su u svojem istraživanju obradili načine na koje arbuskularne gljive imaju sposobnost smanjiti te gubitke putem povećanog biljnog usvajanja hraniva i putem spriječavanja njihovih gubitaka nakon kišom uzrokovanog ispiranja. Mikorizne gljive se sve više prepoznaju kao ključne vrste zbog svojih odlika bez kojih ne bi bilo ekosistema.

Stamets (2005.) u svojem dugogodišnjem radu s mikoriznim gljivama tvrdi da se micelij može selekcionirati i koristiti za razgradnju toksičnog otpada pri čemu ga razgrađuje na bezopasne metabolite, te je svoje tvrdnje dokazao upotrebom micelija za čišćenje izljeva nafte. Ekološka dobit ovoga je velika. Autor također navodi upotrebu micelija u filtraciji vode te u istrebljenju štetočina kao što su termiti i vatreni mravi. Nekoliko je načina na koje su mikorizne gljive korisne i upotrebljive u ekološkom kontekstu: kroz mikošumarstvo, mikosanaciju, kao mikopesticidi te u zaštiti okoliša. Mikošumarstvo navodi kao upotrebu gljiva u očuvanju prirodnih šuma, u oporavku i recikliranju šumskog otpada te poboljšavanju kvalitete presađeog drveća. Mikosanacija podrazumjeva upotrebu gljiva za razlaganje ili odstranjivanje toksina iz tla a temelji se na sposobnosti gljive da razlažu razne molekule.

Rastući broj dokaza sugerira da mikorizne gljive mogu smanjiti toksičnost metala u biljkama. U zemlji se, zbog neodgovornog djelovanja čovjeka, javljaju teški metali kao cink, bakar, olovo, živa i kadmij koji su najčešći i najopsaniji anorganski okolišni onečišćivaći.

Pored uloge koju gljiva ima za dobrobit tla, one su važne i za očuvanje vodnih sustava. Širenjem i grananjem micelija u tlu one direktno utječu na strukturu, te vodozračne režime tla, smanjuju gubitke hraniva putem ispiranja a samim time i ispiranje fosfora i drugih elemenata. Na taj način indirektno štite vodne sustave te smanjuju nagomilavanje kemijskih elemenata u tlu.

Dobro je poznato da mikroorganizmi imaju sposobnost svojim djelovanjem mijenjati pH vrijednost tla bilo putem oksidacije sumpora i amonijaka, što otpušta H^+ ion u tlo, bilo putem proizvodnje organskih kiselina. Samim tim smanjena je potreba za vještačkim gnojivima i dolazi do zaštite zemljišta, ali ipak i do rasta biljke.

6. ZAKLJUČAK

Mikoriza predstavlja odnos u koji stupaju biljke, gljive i odnos u kojem obje strane imaju dobit. Biljka preko gljive dobija više hranljivih tvari i vlage, a samim tim mu je omogućen brži i kvalitetniji rast i razvoj, a gljive preko biljke dobijaju fotosintetizirane supstance, uključujući šećer. Mikoriza omogućava proizvodnju poljoprivrednih kultura u teškim uvjetima tala loših pedo-fizikalnih i kemijskih svojstava i čini njihov opstanak održivim. Mikoriza je prirodna simbioza gljiva i biljaka, a većini je biljaka neophodna za pravilan rast i razvoj. Mikoriza je otkrivena davne 1880. godine, a znanstvenici sve do danas proučavaju taj prirodni fenomen. Zadnjih godina je sve veći broj njih zaključio da je mikoriza jedino rješenje za budućnost uzgoja bilja i očuvanje ekosistema koje je stvorio čovjek. Prednosti mikorize su zdraviji i gušći korijenski sustav biljke, veći i brojniji urod, smanjena potreba za zalijevanjem i gnojidbom, veća otpornost na sušu, smanjena potreba za navodnjavanjem i zaštitom od bolesti.

Vezikularno arbuskularne mikorizne gljive uspostavljaju simbiotske odnose s korijenjem od oko 80% biljnih vrsta. VAM simbioza pogoduje rastu i razvoju biljka, među kojima su i raznovrsne ukrasne biljke, cvjetnice, kao i povrtne biljke. Da bi njihova upotreba bila uspješna i ekonomski i proizvodno, potrebna je dostupnost velikih količina kvalitetnog 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.

Hife su veoma tanke što im omogućuje grananje duboko u tlo u svim pravcima te one lako dolaze do hranjivih tvari koja su korijenju biljaka daleka i nedostupna. Biljke kojima je AM dodan prilikom pikiranja brže se razvijaju stvarajući jači korijenov sustav te se brže oporavljaju od stresa nastalog kod presađivanja sadnica na stalno mjesto u vrtu. Mikorizne gljive luče jake supstance koje imaju izrazito mikrobicidno djelovanje te na taj način suzbijaju razvoj bolesti korijena.

Najvažnija prepreka za uspostavu mikorize i njezinog pozitivnog učinka jest previsoka koncentracija fosfora u tlu. Osim toga, mikorizu može drastično smanjiti ili usporiti i upotreba prevelikih količina pesticida. Potrebno je voditi više računa o tome kako gospodariti tlom, koliko i kako ga gnojiti te strogo kontrolirati primjenu sredstava za zaštitu bilja. To je jedini način da tlo ostane „živo“ te očuvano kao poljoprivredna površina neophodna za proizvodnju zdrave hrane.

7. LITERATURA

1. Abbott L.K., Robson A.D. (1981.) : Infectivity of vesicular-arbuscular mycorrhizal
2. Benko, B. (2015.) Mikoriza i cijepljenje – povećan prinos povrća, Gospodarski list 13/2015., str. 40-42; http://www.gospodarski.hr/Publication/2015/7/mikoriza-i-cijepljenje-povean-prinos-povra/8208#.VcHwu_km-lg.
3. Brundrett M.C. (2008.) : Mycorrhizal Associations: The Web Resource. ‹mycorrhizas.info›.
4. Buechel T., Bloodnick E. (2016.): Mycorrhizae: Description of Types, Benefits and Uses. Great American Meda Services & Greenhouse Product News (2017.)
5. Bugarčić, S. (2015.) Tlo i mikorizne gljive; http://www.zdravasrbija.com/lat/Zemlja/Povrtarstvo/2041-Tlo-imikorizne-gljive.php
6. Calvo-Polanco M., Sanchez-Castro I., Cantos M., Garcia J.L., Azcon R., Ruiz-Lozano J.M., Beuzon C.R., Aroca R. (2016). Effects of different arbuscular mycorrhizal fungal ackgrounds and soils on olive plants growth and water relation properties under well-watered and drought conditions. Plant, Cell and Environment (2016) 39, 2498– 2514; http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/pce.v39.11/issuetoc.
7. Capon B. (2010.): Botany for Gardeners, third edition. Timber Press, London.
8. Čolić, S. (2013.)Nevjerojatno otkriće – biljni svijet komunicira preko vlastite podzemne mreže.; http://alternativa-za-vas.com/index.php/clanak/article/mikoriza.
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/tloi-mikorizne-gljive/16246/)
11. Draguzet, A. (2015.) Mikoriza od pustinja stvara plodne oaze. http://www.agroklub.com/sumarstvo/mikoriza-od-pustinja-stvaraplodne-oaze/16472/
12. Družić Orlić, J., Čmelik, Z., Redžepović, S. (2005.) Uticaj arbuskularno-mikoriznih gljiva roda Glomus na rast i razvoj podloge MrS 2/5 (Prunus cerasifera L.). Pomologia croatica, Vol. 11 – 2005., br. 3-4, str. 167-183

13. Gluhić, D. (2014.) Mikoriza – kompatibilnost biljnih vrsta. http://www.gnojidba.info/mikoriza-2/mikoriza-kompatibilnost-biljnihvrsta/.
14. Harley J.L. (1989.): The significance of mycorrhiza Mycological Research 92 (1): 129–139.
15. Heft T. (2012.): What are Mycorrhizal fungi. Big Blog Of Gardening.; http://www.bigblogofgardening.com/mycorrhizal-fungi-what-it-is-and-why-your-plantsneed-it/.
16. Jakčin Ivančić M. (2009.): (www.avia.croadria.com/.../cvijece.htm)
17. Jason M. (2015.) – Types of Mychorrizal plants; http://mycorrhizae.com/wp-content/uploads/Types-of-Mycorrhizal-Plants.pdf .
18. Karoglan, M. i suradnici (2013.) Uticaj mikorize na prinos i mehanički sastav grozda cv. Traminac (Vitis vinifera L.). Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet Zagreb.; http://sa.agr.hr/pdf/2015/sa2015_p0808.pdf
19. Kristek, S. (2007.) Agroekologija – predavanja prilagođena studentima stručnih studija smjerova Hortikultura i Ratarstvo. Osijek
20. Lowenfels J. (2017.): Teaming with Fungi: The Organic Grower's guide to mycorrhizae. Timber Press. Portland, Oregon.
21. Masuhara G and Katsuya K. (1994) In situ and in vivo specificity between Rhizoctonia spp and Spiranthes sinensis (Persoon) Ames var amoena (Orchidaceae). New Phytologist 127, 711 – 718.
22. Novak, B. (1998.) Učinkovitost endomikorize na neke povrtne kulture. Poljoprivredna znanstvena smotra (0370-0291) 63 (1998), 4; str. 187-198.; http://www.gnojidba.info/gnojidba-povrca/ucinkovitost-endomikorize-na-neke-povrtne-kulture/.
23. Novak, B.; Benko, B. (2013.) Mikoriza u uzgoju povrća, Gospodarski list 1/2013.; http://www.gnojidba.info/mikoriza-2/mikoriza-u-uzgoju-povrca-iv/, http://www.gnojidba.info/mikoriza-2/mikoriza-u-uzgoju-povrca-iii/
24. Pavlović, K. (2015.) Mikoriza – sufinanciranje iz sredstava EU; http://www.agroburza.hr/2015/05/mikoriza-sufinanciranje-iz-sredstava-eu/.
25. Redžepović, S. Mikorizna gnojiva u rasadničkoj proizvodnji. Završno izvješće. http://www.mps.hr/UserDocsImages/VIP/2003/Sulejman%20Redzepovic%20%20Mikorizna%20gnojiva%20u%20rasadni%C4%8Darskoj%20proizvodnji.pdf.

26. Rudawska, M.(2007): The mycorrhizal status of Norway spruce. In Tjoelker, M. G., Boratynski, A., Bugala,W. (eds.) Biology and ecology of Norway spruce; http://mycorrhizae.org.in.
27. Salvioli A., Zouari I., Chalot M., Bonfante P. (2012). The arbuscular mycorrhizal status has an impact on the transcriptome profile and amino acid composition of tomato fruit. BMC Plant Biology 2012, 12:44; http://www.biomedcentral.com/1471- 2229/12/44.
28. Slankis V. (1973.): Hormonal relationship in mycorrhizal development In Ectomycorrhizae: their ecology and physiology, pp. 232–298, edited by G C Marks and TT 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 SE and Read DJ (2008) Mycorrhizal Symbiosis. Academic Press, London
31. Subba Rao N.S. (1999). Soil Microbiology. Science Publishers, Inc., Plymouth Sylvia D.M., Fuhrmann J.J., Hartel P.G., Zuberer D.A. (2005). Principles and Applications of Soil Microbiology. Prentice Hall, New Jersey
32. Wang B., and Qiu Y.L. (2006.): Phylogenetic, distribution and evolution of mycorrhizas in land plants. Mycorrhiza, 16:299-363.

8. SAŽETAK:

Mikorize su simbiozne asocijacije između gljiva i korijena viših biljaka. U ovom preglednom radu je obrađeno na koji način ovi mikroorganizmi tla mogu unaprediti proizvodnju povrća i cvijeća. Obzirom na rastuće zahtjeve u ekološkoj proizvodnji voća i regulativi prisutnoj u upotrebi sredstava za zaštitu, postoje utemeljene naznake da bi mikorizacija mogla biti korisna mjera u ekološki prihvatljivoj zaštiti bilja. Mikorizne gljive povećavaju biljnu otpornost na biotske i abiotske stresove, ponajviše otpornost na sušu, zaslanjenost tla te povećavaju biljnu otpornost na biljne bolesti i štetočine. Ukazuje se na pozitivna djelovanja mikorize na usvajanje hraniva od strane biljke, povećavaju njen vegetativni rast, kod nekih voćnih vrsta ubrzavaju vrijeme dozrijevanja i utječu na veličinu i kemijski sastav plodova. Cilj ovog rada je opisati glavne značajke mikoriznih asocijacija te na koji način se one mogu iskoristiti u ekološki prihvatljivijoj, i kroz povećanje prinosa, ekonomski isplativoj proizvodnji povrća i cvijeća.

KLJUČNE RIJEČI:

Mikroriza, gljive, povrće, cvijeće, proizvodnja, simbioza.

9. SUMMARY

Mycorrhizas are symbiotic associations between fungi and the roots of a vascular host plant. In this descriptive paper the way these soil microorganisms can improve production of vegetables and flowers is elaborated. Considering the growing demands in ecological production of fruit and regulations present in the use of preservatives, there are justified indications that mycorrhization might be useful measure in environmentally sound plant protection. Mycorrhizal fungi increase plant resistance to biotic and abiotic stresses, especially resistance to drought, soil salinity and protect plants from diseases. The attention is drawn to positive effects of mycorrhizas on the nourishment of the plant, they increase its vegetative growth, in some fruit species, they accelerate the ripening time and affect the size and chemical composition of the fruit. The aim of this paper is to describe the main features of mycorrhizal associations and how they can be used in an environmentally friendly, and through increasing yield, economically viable vegetable and flower production.

KEY WORDS:

Mycorrhiza, fungi, vegetables, flowers, production, symbiosis

10. POPIS SLIKA

Slika 1.	Razvijena mikoriza na dlačici korijena biljke	5
Slika 2.	Mikoriza	5
Slika 3.	Inokulacija	8
Slika 4.	Grafički prikaz endo- i ektomikorize	9
Slika 5.	Prikaz ektomikorize	10
Slika 6.	Mikroskopski prikaz struktura koje stvara endomikoriza	12
Slika 7.	Utjecaj arbuskularne mikorize	13
Slika 8.	Shema inokulacije mikoriznih gljiva	15
Slika 9.	Inokulirani i neinokulirani korijen sadnice	16
Slika 10.	Orhideja	19
Slika 11.	Tretirane i netretirane sadnice kukuruza	21
Slika 12.	Pelotoni- intercelularni dio orhideje	22
Slika 13.	Orhidejska mikoriza- poprečni presjek koji prikazuje pojedinačne stanice orhideje, ispunjene gustim hifalnim zavojnicama	22
Slika 14.	Ruža inokulirana VAM gljivicama	23
Slika 15.	Inokulirani narcisi	23
Slika 16.	Neven	24

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku

Poljoprivredni fakultet u Osijeku **Diplomski rad**

Sveučilišni diplomski studij, smjer Povrćarstvo i cvjećarstvo

Primjena mikoriznih gljiva u proizvodnji povrća i cvijeća

Dragica Mikić

Sažetak:

Mikorize su simbiozne asocijacije između gljiva i korijena viših biljaka. U ovom preglednom radu je obrađeno na koji način ovi mikroorganizmi tla mogu unaprediti proizvodnju povrća i cvijeća. Obzirom na rastuće zahtjeve u ekološkoj proizvodnji voća i regulativi prisutnoj u upotrebi sredstava za zaštitu, postoje utemeljene naznake da bi mikorizacija mogla biti korisna mjera u ekološki prihvatljivoj zaštiti bilja. Mikorizne gljive povećavaju biljnu otpornost na biotske i abiotske stresove, ponajviše otpornost na sušu, zaslanjenost tla te povećavaju biljnu otpornost na biljne bolesti i štetočine. Ukazuje se na pozitivna djelovanja mikorize na usvajanje hraniva od strane biljke, povećavaju njen vegetativni rast, kod nekih voćnih vrsta ubrzavaju vrijeme dozrijevanja i utječu na veličinu i kemijski sastav plodova. Cilj ovog rada je opisati glavne značajke mikoriznih asocijacija te na koji način se one mogu iskoristiti u ekološki prihvatljivijoj, i kroz povećanje prinosa, ekonomski isplativoj proizvodnji povrća i cvijeća.

Rad je izrađen pri: Poljoprivredni fakultet u Osijeku

Mentor: prof. dr. sc. Suzana Kristek

Broj stranica: 36

Broj grafikona i slika: 16

Broj tablica: -

Broj literaturnih navoda: 32

Broj priloga: -

Jezik izvornika: hrvatski

Ključne riječi: Mikroriza, gljive, povrće, cvjeće, proizvodnja, simbioza

Datum obrane:

Stručno povjerenstvo za obranu:

1. Izv.prof. dr. sc. Karolina Vrandečić, predsjednik
2. Prof. dr. sc. Suzana Kristek, mentor
3. Izv.prof. dr. sc. Brigita Popović, član
4. Izv.prof. dr. sc. Drago Bešlo, zamjenski 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 **Graduate thesis**

University Graduate Studies, Vegetables and Floriculture

The Use of Mycorrhizal Fungi in Vegetable and Flower Production

Dragica Mikić

Abstract:

Mycorrhizas are symbiotic associations between fungi and the roots of a vascular host plant. In this descriptive paper the way these soil microorganisms can improve production of vegetables and flowers is elaborated. Considering the growing demands in ecological production of fruit and regulations present in the use of preservatives, there are justified indications that mycorrhization might be useful measure in environmentally sound plant protection. Mycorrhizal fungi increase plant resistance to biotic and abiotic stresses, especially resistance to drought, soil salinity and protect plants from diseases. The attention is drawn to positive effects of mycorrhizas on the nourishment of the plant, they increase its vegetative growth, in some fruit species, they accelerate the ripening time and affect the size and chemical composition of the fruit. The aim of this paper is to describe the main features of mycorrhizal associations and how they can be used in an environmentally friendly, and through increasing yield, economically viable vegetable and flower production.

Thesis performed at: Faculty of Agriculture in Osijek

Mentor: prof.dr.sc. Suzana Kristek

Number of pages: 36

Number of figures: 16

Number of tables: -

Number of references: 32

Number of appendices: -

Original in: Croatian

Key words: Mycorrhiza, fungi, vegetables, flowers, production, symbiosis

Thesis defended on date:

Reviewers:

1. PhD Karolina Vrandečić, president
2. PhD Suzana Kristek, mentor
3. PhD Brigita Popović, member
4. PhD Drago Bešlo, a replacement member

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